

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

Земля и Вселенная

СЕНТЯБРЬ 5/95
ОКТАБРЬ





Научно-популярный журнал
Российской академии наук и
Астрономо-геодезического
общества
Издается с января 1965 года
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука» РАН,
Москва



ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

- 3 ХАИН В. Е. Геодинамика становится глобальной
11 ЛАЗАРЕВ А. И. Земля из космоса через рассеивающие
среды
17 ПОПОВ С. Б. Что происходит в центре Галактики

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- 26 МЕДВЕДЧИКОВ Д. А. Состояние рынка коммерческих
запусков

ИЗ НОВОСТЕЙ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

- 33 ПОЛТАВЕЦ Г. А. Полет станции «Мир» продолжается
(1-е полугодие 1995 г.)

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 41 ЯСАМАНОВ Н. А. Дрейф материков в докембрии

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

- 48 Самое разрушительное землетрясение в России

ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ

- 51 ГЕРАСЮТИН С. А. I. Полеты автоматических межпланетных
станций
II. Программа «Спейс Шаттл»: хроника полетов

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 62 ФЕСЕНКО А. В. Гуманитарная астрономия и социальная
педагогика

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 67 ШУМИЛОВ А. В. Забытая экспедиция Бориса Вилькицкого
75 СУРДИН В. Г. Телескоп Ньютона

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 81 ШИВЬЕВ В. И. Наблюдателям переменных звезд: U Цефея
85 СВИРИДОВ С. В. Небесный календарь: ноябрь-декабрь
1995 г.
88 ЗОТКИН И. Т. Московские конференции юных астрономов
весной 1995 г.
91 КУЛАКОВА Н. В. Покрытие звезды астероидом

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 99 ЖЕЛНИНА Т. Н. «Герман Оберт»
107 Сводный указатель статей по наукам о Земле, опубли-
кованных в 1965-79 гг.

Новости науки и другая ин- формация:

Землетрясению предшествует «репетиция» [10]; Возможно повторение сейсмической катастрофы в Калифорнии [16]; Происхождение абиссальных гряд [16]; Названия областей на Гаспре [24]; Вихри и штормы на Сатурне [25]; Горы Венеры покрыты слоем металлических веществ [25]; Новые загадки астероида Ида [32]; Новые книги [50, 96, 97]; Неправильности формы Земли [60]; Открыт самый большой кратер на Луне [61]; «Магеллан» прощается с Венерой [61]; Анатомия Кошачьего Глаза [79]; Распад кометы Мачхольца-2 [84]; У озона нет естественных «врагов» [84]; Солнце в апреле-мае 1995 г. [93]; Астрономическому календарю — 100 лет! [93]; Письма читателей [94]; Фотографируют любители астрономии [95]; Пояс астероидов за Плутоном [97]; Динозавры — «свидетели» Пангеи [110]; Прогноз состояния озоносферы над Антарктикой [111].



Издательство «Наука» РАН
© Российская академия наук
Журнал «Земля и Вселенная», № 5, 1995 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1965, 6 a year; publ. by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses 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 1-й стр. обложки: Эмблема совместного полета «Атланти-са» и «Мира»

На 2-й стр. обложки: Десять астронавтов и космонавтов, находившихся на борту станции «Мир» с 29 июня 1995 г.: в первом ряду (слева направо) командиры экипажей: В. Н. Дежуров, Р. Гибсон, А. Я. Соловьев; во втором ряду: Н. Тагард, Г. М. Стрекалов, Г. Харбо, Э. Бейкер, Ч. Преркорт, Б. Донбар, Н. М. Бударин (Фото NASA) (к статье Полтавца Г. А.)

На 3-й стр. обложки: Снимок туманности Лагуна (M8) в созвездии Стрельца получен 23 апреля 1995 г. на 155 мм камере Райта, построенной московским любителем астрономии А. В. Санковичем на Северокавказской астрономической станции Казанского ГУ в рамках программ Высокогорного Центра Любительских Астрономических Исследований. Фотопленка «Kodak T-Max 400», экспозиция 45 мин.

Снимок Т. Крячко, фотопечать А. Юферева (ДНТТМ).

На 4-й стр. обложки: Фото-этиюд А. Юферева

IN THIS ISSUE:

- 3 KHAIN V. E. Geodynamics becomes global
11 LASAREV A. I. Earth from Space through dissipating environment
17 POPOV S. B. What is going on in centre of Galaxy

INTERNATION COOPERATION

- 26 MEDVEDCHIKOV D. A. Commercial launch market status

RUSSIAN SPACE NEWS

- 33 POLTAVETZ G. A. Flight of «Mir» station continued (1st half of 1995)

HYPOTHESIS, DISCUSSIONS AND PROPOSALS

- 41 YASAMANOV N. Ya. Drift of continents in Pre-Cambrian Era

OUR INTERVIEWS

- 48 Most destructive earthquake in Russia

FOREIGN SPACE NEWS

- 51 GERASUTIN S. A. I. Automatic Interplanetary Stations Flights II. «Space-Shuttle» Programme: flights chronicle

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 62 FESENKO A. V. Humanitarian astronomy and social pedagogy

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 67 SHOUMILOV A. V. Forgotten Boris Vilkitzki's expedition
75 SURDIN V. G. Telescope of Newton

AMATEUR ASTRONOMY

- 81 SCHIVJEV V. I. Variable stars observers: U Cephei
85 SVIRIDOV S. V. Celestial Calendar: November-December, 1995
88 ZOTKIN I. T. Moscow Conferences of young astronomers in spring, 1995
91 KOULAKOVA N. V. Shadowing star by asteroid

BOOKS ON THE EARTH AND SKY

- 99 ZHELNINA T. N. «German Obert»
107 Compiled index of articles on Earth sciences published in 1965-1979

Редакционная коллегия:

Главный редактор член-корреспондент РАН В. К. АБАЛАКИН

зам. главного редактора академик В. М. КОТЛЯКОВ

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

доктор географ. наук А. А. АКСЕНОВ, академик В. А. АМБАРЦУМЯН, академик А. А. БОЯРЧУК, член-корр. РАН Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор психол. наук Ю. Н. ГЛАЗКОВ, доктор физ.-мат. наук А. А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И. А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук Л. И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И. Н. МИНИН, член-корр. РАН А. В. НИКОЛАЕВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, кандидат пед. наук А. Б. ПАЛЕЙ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г. И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, академик В. В. СОБОЛЕВ, Н. Н. СПАССКИЙ, кандидат физ.-мат. наук В. Г. СУРДИН, доктор физ.-мат. наук Ю. А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г. М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук Г. М. ТОВМАСЯН, академик АН Молдовы А. Д. УРСУЛ, доктор физ.-мат. наук А. М. ЧЕРЕПАШУК, доктор физ.-мат. наук В. В. ШЕВЧЕНКО.

Геодинамика становится глобальной

В. Е. ХАИН,
академик РАН
Институт литосферы РАН

Теория тектоники плит, коренным образом изменившая складывавшиеся столетиями представления о строении и эволюции Земли, в настоящее время, преодолевая некоторые присутствующие ей пробелы и противоречия, становится одной из основ глобальной модели развития Земли и всех планет земной группы.



РЕВОЛЮЦИЯ В ГЕОЛОГИИ: ТЕКТОНИКА ПЛИТ

В конце 60-х — начале 70-х гг. науки о твердой Земле перестали быть чисто описательными и занялись поисками объяснения геологических процессов, основанного на применении физических и математических законов. Новое научное направление — геодинамика, вскорее занявшая ведущее положение в науках о Зем-

ле, объединила усилия геологов, геофизиков и геохимиков, сконцентрировав их на выяснении природы сил и процессов, протекавших в Земле. И, в частности, тех, что вызывают изменения в строении ее внешних оболочек, включая литосферу и земную кору. Появилась теория, описывающая развитие литосферы в виде взаимодействия ансамбля относительно монокристаллических плит; отсюда ее сокращенное название —

тектоника плит. С появлением этой теории науки о твердой Земле поднялись на новую ступень развития. В геологии произошла научная революция. Ее предпосылка — появление новых методов исследований: геофизических (сейсмических, палеомагнитных, геотермических и др.), изотопно-геохимических, геологических (экспериментальная минералогия и петрология и др.). Дальнейшее развитие этих методов и создание новых (глубоководное бурение, исследование Земли из космоса и др.) подтвердили основные положения тектоники плит. Выявлено было, в частности, огромное значение крупных горизонтальных перемещений горных масс.

Хотя журнал уже неоднократно обращался к этой теме (Земля и Вселенная, 1994, № 1, № 3), напомним, что согласно теории тектоники плит, ли-

тосфера Земли, ее достаточно жесткая и хрупкая верхняя оболочка разделена на сравнительно небольшое число крупных и среднего размера плит, движущихся относительно друг друга. Характер этих перемещений тройственный — плиты расходятся с образованием зияний, заполняемых базальтовой магмой (процесс спрединга вдоль осей срединно-океанских хребтов), сближаются друг с другом, причем одна из них, океанская, поддвигается под другую (процесс субдукции на окраинах континентов или вдоль островных дуг), либо, наконец, скользят относительно друг друга вдоль вертикальных разломов, называемых трансформными. Перемещение плит подчиняется теореме Эйлера, согласно которой относительное движение сопряженных точек по сферической поверхности совершается вдоль окружностей, проведенных вокруг некоторого полюса вращения — проекции на поверхность оси, проходящей через центр Земли. Литосферные плиты перемещаются вдоль границы раздела между литосферой и подстилающей ее менее жесткой и вязкой, более пластичной и текучей астеносферой.

Плиты увлекаются течениями в астеносфере, вызванными тепловой конвекцией в мантии. Течения эти направлены от осей срединных хребтов (зон спрединга) к осям глубоководных желобов на периферии океана, к зонам субдукции. Срединг

и субдукция взаимно компенсируют друг друга: сколько новой океанской коры рождается в зонах спрединга, столько ее и поглощается в зонах субдукции, благодаря чему объем Земли, согласно данной теории, остается постоянным.

Теория тектоники литосферных плит не только объяснила происхождение океанов, но и с установлением тождества так называемых офиолитов складчатых систем с корой океанского типа, сумела объяснить и формирование таких систем и континентов в целом, ранее описывавшееся в достаточно абстрактной и маловразумительной форме с позиций геосинклинально-орогенной концепции. Таким образом теоретическая геология была поднята на качественно новый и более высокий уровень, сравнимый с уровнем других естественных наук.

ТЕКТОНИКА ПЛИТ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ

За годы, прошедшие после публикации основ тектоники плит в 1967-68 гг., были обнаружены новые факты, подтверждающие эту теорию. Она распространялась на все новые и новые области геологических наук и наук о Земле вообще, но в то же время появились и материалы, существенно дополняющие и, главное, заставляющие изменить некоторые постулаты теории. Собственно говоря,

отдельные такие факты стали известными еще в период рождения тектоники плит, например, внутриплитный вулканизм и магматизм вообще. Он не находил объяснения в рамках тектоники плит и потребовал для своего исполнения создания гипотезы «горячих точек» — восходящих мантийных струй (плюмов), вертикально поднимающихся из глубин мантии и как бы прожигающих и прошивающих насквозь движущиеся под влиянием конвективных течений литосферные плиты. Необъясненной, однако, осталась взаимосвязь этих двух принципиально различных типов мантийных течений — адвекции — плюмы и конвекции.

Наряду с этим противоречием обнаружилось и другие существенные пробелы тектоники плит. Это, во-первых, не вполне удовлетворительное объяснение механизма перемещения плит. Простое волочение под действием течений в астеносфере недостаточно эффективно. Действуют, по крайней мере, еще два механизма. Первый: расталкивание океанских плит от осей спрединга в срединных хребтах под влиянием силы тяжести, когда эти хребты вздымаются над подводными равнинами, а также инъекции базальтовой магмы в рифтовые щели. Второй — затягивание океанских плит в зоны субдукции в глубоководных желобах вследствие утяжеления этих плит при удалении от осей спрединга. При этом они ох-

лаждаются, а трещины «залечиваются» осаждающимися из морской воды минералами.

Реальность первого из этих дополнительных механизмов подтвердила ориентировка сжимающих напряжений в плитах по обе стороны зон спрединга в пределах океанов и на континентах. Эти напряжения реализуются в очагах землетрясений и могут быть замерены непосредственно в горных выработках.

НОВОЕ ПОНИМАНИЕ ПРОЦЕССОВ В МАНТИИ

Однако более глубокой или, вернее, глубокой причиной всех этих процессов должна служить конвекция в мантии. Долгое время представление о такой конвекции, выдвинутое еще в начале нашего века, оставалось, по существу, умозрительным. Это позволяло утверждать, что концепция тектоники плит является чисто кинематической.

Лишь с появлением в 80-е гг. методов сейсмической томографии, выявившей чередование в мантии, вплоть до ее границы с ядром, разогретых и охлажденных областей, появилось доказательство реальности конвекции, а также и субдукции океанских плит. Недостаточная изученность последней долго служила одним из главных аргументов критиков теории тектоники литосферных плит.

В то же время сейсмическая томография показала, что соответствие в распределении конвективных течений и зон

спрединга и субдукции, фиксируемых у поверхности Земли, существует только до глубин порядка 300-400 км, не более. Выяснилось, что картина, описываемая тектоникой плит, распространяется лишь на кору и верхнюю мантию, или литосферу и астеносферу (справедливо объединяемых в понятие тектоносферы), а глубже процессы протекают иначе, т. е. она глобальна лишь в двух измерениях, но не в третьем, глубинном.

Очевидно, неограниченно действие тектоники плит и в четвертом измерении — временном, т. е. в ретроспективе. Распространение всего комплекса, характеризующего процессы спрединга и субдукции в виде, отвечающем современному, отмечено лишь начиная с позднего протерозоя, т. е. за миллиард лет до н. э. В более ранние эпохи, до 3 млрд лет назад, действовал механизм тектоники плит, сходный с современным, но не вполне тождественный ему. Существование же механизма тектоники плит ранее 3 млрд лет остается под вопросом, хотя ее элементы несомненно наблюдались и в это отдаленное время.

Разработчики тектоники плит в ее первоначальной форме не учитывали периодическое усиление и ослабление эндогенной (внутренней) активности Земли, а также проявление существенных перестроек в плитной организации литосферы. Лишь в последнее десятилетие

стало вполне очевидным, что в истории Земли времена, когда все континентальные массивы собирались в единый суперконтинент, чередовались с периодами его распада с образованием вторичных океанов. Длительность этих мегациклов составляет порядка 500-600 млн лет. По-видимому, связаны они с изменением характера мантийной конвекции. А. С. Монин и О. Г. Сорохтин ранее высказали предположение, что при образовании суперконтинентов двух- или многоячейковая конвекция сменялась одноячейковой: восходящий поток — под океанским (западным) полушарием, нисходящий — под континентальным.

Итак, за четверть века, миновавшую после появления тектоники плит, стало очевидным, что хотя она предложила удовлетворительное толкование большей части тектонических и вообще эндогенных процессов, протекавших в верхних оболочках Земли за последний миллиард лет ее истории, она не может рассматриваться в качестве всеобъемлющей теории Земли.

Тому ряд причин. Во-первых, это отсутствие объяснения внутриплитного магматизма, заставляющего допустить вторую форму теплопереноса в недрах Земли, т. е. форму адвекции мантийных струй — плюмов. Во-вторых, тектоника плит действует лишь в верхних оболочках твердой Земли — тектоносфере, и в полном

масштабе она «заработала» лишь в позднем протерозое. Классическая концепция тектоники плит оставила без учета и объяснения периодичность эндогенной активности Земли и перестройки ее структурного плана.

Используя новые методы исследования, геологи и геофизики в последнее десятилетие продолжили исследования по двум главным направлениям: глубинной геодинамики и ранней истории Земли. Первое направление включает изучение процессов в средней (на глубинах 400-670 км) и нижней мантии, а также в ядре Земли; оно обещается методами сейсмографии, экспериментальной минералогии и математического моделирования. Исследователи сконцентрировали внимание на верхней (670 км) и нижней (2900 км) границах нижней мантии. Верхняя граница определяет взаимодействие средней (переходной) мантии с нижней. Здесь главный вопрос — «проницаемость» этой границы для конвективных течений, субдукции и восходящих мантийных струй — плюмов.

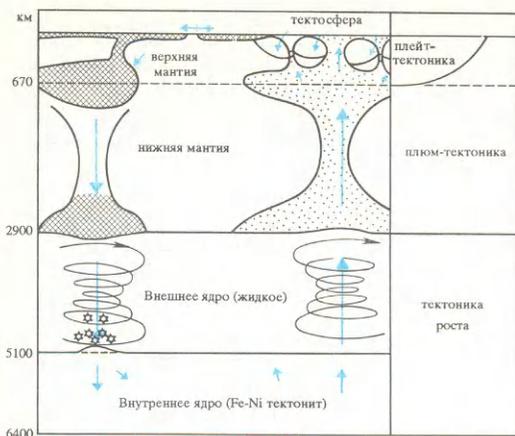
Классическая сейсмология утверждала, что погружение плит океанской литосферы происходит лишь до кровли нижней мантии, ибо ниже очаги землетрясений не отмечались. Но сейсмическая томография дала возможность проследить «судьбу» погружающихся в зоны субдукции пластин и глубже этой границы.

Результаты наблюдений оказались, однако, неоднозначными. Выяснилось, что в некоторых случаях, например, у Японских островов, погружающиеся литосферные пластины, достигнув этой границы, изгибаются вдоль нее в направлении своего наклона. В других случаях обнаружено, что субдуцируемая пластина погружается и ниже границы «670 км», но испытывает сложные изгибы, как бы встречая сопротивление ниже лежащего мантийного вещества. Так происходит, например, напротив островной дуги архипелага Тонга в Тихом океане. Наконец, совсем недавно в Зондском желобе и у берегов Северной Америки выявлено погружение литосферных пластин до самой границы мантии и ядра. Логичен вывод, что граница «670 км», хотя и служит некоторой преградой для осуществления общемантийной конвекции, но в определенных условиях она преодолевается. Иначе говоря, вполне возможно, как впервые отметили французские исследователи П. Машетель и П. Вебер, происходит чередование во времени конвекции, охватывающей всю мантию с действующей лишь в пределах ее верхних или нижних слоев. Но даже при такой раздельной конвекции, смоделированной в Новосибирске Н. Л. Добрецовым и А. Г. Кирдяшкиным, течения в нижней мантии должны возбуждать (возможно, с обратным знаком) аналогичные движения вещества в верхней, о чем

свидетельствует математическое моделирование, проведенное в Геологическом институте РАН Ю. М. Пущаровским и В. Е. Фадеевым с группой сотрудников.

Не меньшее внимание привлекает к себе и другая глубинная граница — между мантией и ядром. Здесь выделяется пограничный «слой D» мощностью до 200-300 км. На данном уровне вероятен теплообмен между более холодной силикатно-окисной нижней мантией и металлическим ядром. Частично подтвердилось предположение, что именно с этих глубин поднимаются мантийные струи — плюмы, достигающие литосферы и даже поверхности Земли.

Наиболее справедливо это для суперплюмов, порождающих в литосфере отдельные горячие точки, а целые «горячие поля» (о них писали Л. П. Зоненшайн и М. И. Кузьмин). Такое «горячее поле» возникло в середине мелового периода в западно-центральной части Тихого океана, образовав здесь подводное «поднятие Дарвина». Совпадение во времени этого события с длительным периодом отсутствия инверсий магнитного поля Земли заставило заподозрить существование определенной связи между магнитными инверсиями и рождением плюмов на границе мантии и ядра, хотя механизм такой зависимости и трактуется по-разному. Более того, Е. Е. Милановским выяв-



Глобальная тектоника в представлении японских геофизиков С. Маруяма, М. Камазава и С. Каваками. Погружающиеся плиты поставляют холодное вещество в область развития плюмов. На глубине 670 км возникают мощные восходящие мантийные струи (суперплюмы), влияющие на тектонику плит. Они же изменяют характер конвекции во внешнем ядре, контролирующей рост внутреннего ядра Земли

лена определенная корреляция между указанными событиями и фазами повышенной тектонической активности Земли.

Однако не все плюмы имеют столь глубинное происхождение. Некоторые могут зарождаться и на границе «670 км», питаясь за счет погружающихся пластин литосферы, задерживающихся там, как предположил австралиец А. Рингвуд:

НА ЗАРЕ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Что касается другого направления современных исследований — ранней истории Земли, то его быстрое развитие стимулировалось, в первую очередь, успехами изотопной геохронологии, ныне способной определять возраст пород с точностью до первых миллионов лет для самых древних эпох, удаленных от нас более, чем на 3 млрд лет.

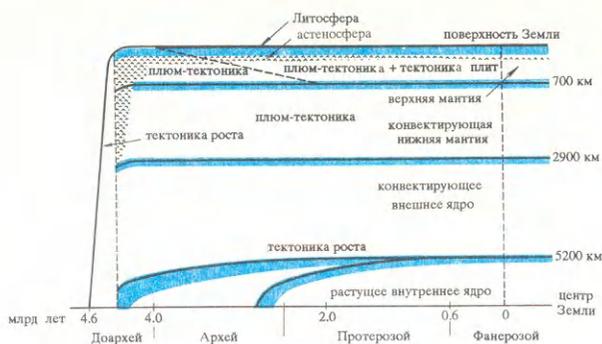
Присутствие типичных офиолитов в ряде древних щитов среди пород

нижнего протерозоя, наряду с вулканитами островных дуг и гранитными батолитами явно свидетельствует о проявлении процессов тектоники плит в ранней истории Земли. Но некоторые другие их признаки — метаморфиты высоких давлений и низких температур такого (и более древнего) возраста пока не известны, возможно, они здесь замещаются более высокотемпературными породами. Раннепротерозойская плитная тектоника от более поздней, отличалась, очевидно, большим числом более мелких литосферных плит и, соответственно, большей протяженностью разделяющих их осей спрединга.

Формирование гранито-зеленокаменных областей в конце архея, около 2,7-2,5 млрд лет назад, шло за счет последовательной аккреции многочисленных островных дуг к ядрам более древней, протоконтинентальной коры, сложенной раннеархейскими гнейсами. Таким

образом, если раннепротерозойская тектоника была «мультиплитной», архейскую можно назвать «мультиостроводужной». В среднем и, тем более, раннем архее характер геодинамических процессов мог быть существенно иным. В среднеархейских зеленокаменных поясах вулканизм, характеризующийся основными и кислыми вулканитами при отсутствии средних — андезитов, был скорее рифтогенным, чем островодужным. Тем не менее даже т. н. серые гнейсы раннего и среднего архея, с возрастом более трех миллиардов лет, вполне напоминают магматиты, образующиеся над зонами субдукции молодой океанской коры. Можно допустить поэтому, что уже с начала архея, т. е. около 4 млрд лет назад стали проявляться некоторые черты тектоники плит.

Новые исследования в области глубинной геодинамики и ранней истории Земли подготовили почву для перерастания тектоники плит в более общую



Изменение характера тектонических движений за 4,6 млрд лет: от тектоники роста, через плюм-тектонику — к тектонике плит

модель развития нашей планеты.

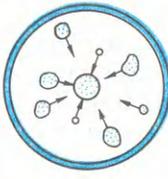
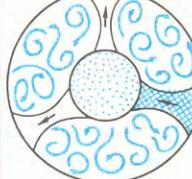
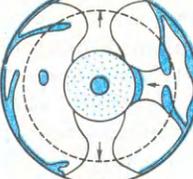
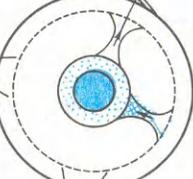
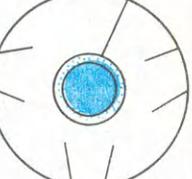
ГЛОБАЛЬНАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В статье, опубликованной в «Докладах АН СССР» около пяти лет назад, я указал на положение, которые должны лечь в основу подлинно глобальной геодинамической модели. Это, во-первых, многооболочечное строение Земли, затем раздельное проявление конвекции в отдельных оболочках и, наряду с этим, взаимовлияние конвективных процессов, протекающих в смежных геосферах и, наконец, периодическое изменение их взаимодействия в истории Земли.

1994 год отмечен появлением полномасштабной глобальной геодинамической модели, призванной заменить более

ограниченную плитотектоническую модель. Предложена она группой японских геофизиков и геологов, опубликовавшей серию взаимосвязанных статей в юбилейном номере журнала Японского геологического общества, отметившего свое столетие. В них авторы (С. Маруяма, М. Кумазава, С. Каваками и др.) не опровергают тектонику плит, но отмечают ее ограниченность. Они исходят из того, что твердая Земля разделена на три области — кора и верхняя мантия (тектосфера), нижняя мантия и ядро. Геодинамические процессы в каждой из них протекают по-разному. Тектоника плит (плейт-тектоника) характерна только для тектосферы, в то время как в нижней мантии, по их мнению, господствует плюм-тектоника, а в ядре — «тектоника роста», выражающаяся в разрастании внутреннего ядра за счет

внешнего. Ведущий процесс, по мнению японских коллег, — погружение охлажденных литосферных плит в зоны субдукции (ранее то же отмечал Л. П. Зоненшайн). Достигая верхней границы нижней мантии, субдуцируемая плита задерживается, возникает скопление поступающего материала и, когда его накапливается достаточно много (на это уходит порядка 500 миллионов лет), происходит прорыв литосферного материала в нижнюю мантию, вплоть до границы ядра. Здесь он взаимодействует с непрерывно конвектирующим веществом самого ядра, вызывая на другой его стороне образование мощного восходящего плюма. На границе «670 км» этот суперплюм расщепляется на несколько более узких, образующих, в частности, оси спрединга срединно-океанских хребтов. Так совершается переход от плюм-тектоники к плейт-тектонике. В настоящее время (по данным сейсмографии) существуют два суперплюма — в южной части Тихого океана и в Восточной Африке. Им противостоит нисходящий холодный плюм под центральной частью Азиатского материка. Оси спрединга, возникающие сперва над «дочерними» плюмами в тектосфере, например, в Атлантике,

	ТЕКТОНИКА РОСТА	ПЛЮМ — ТЕКТОНИКА	ТЕКТОНИКА ПЛИТ	КОНТРАКТНАЯ ТЕКТОНИКА	ТЕРМИНАЛЬНАЯ ТЕКТОНИКА
1					
2	образование расслоенных планетных тел	конвекция путем подъема колонн и пузырей от пограничного слоя; ядро=мантия	конвекция путем линейных погружений и подъемов	горизонтальное сжатие и погружение; отдельные каналы для подъема магмы	хрупкое разрывное образование; газовые эманации в основном действии экзогенных процессов
3	магматический океан	отсутствие плит	множество плит	одна мощная оболочка	хрупкая оболочка
	все планеты земной группы ча рубеже 4,6 млрд лет	Венера, Земля в до- архейское время		Марс, Меркурий	Луна, планеты

Эволюция тектонического развития планет. Начавшись с тектоники роста, она продолжается плум-тектоникой, плит-тектоникой (тектоникой плит), контрактной (contraction) тектоникой и заканчивается терминальной тектоникой. Эта эволюция в основном обусловливается потерей тепловой и гравитационной энергии, поэтому малые планеты имеют меньший временной цикл, но парниковый эффект атмосферы его продлевает

могут затем отодвинуться от них, как показывает, по мнению японских ученых, пример Индийского и Тихого океанов.

В истории Земли, по схеме японских исследователей, переход от плум-тектоники к плит-тектонике начался уже в начале архея. Постепенно плит-тектоника стала играть господствующую роль в развитии верхних оболочек твердой Земли. Но самым ранним процессом, протекавшим в доархейское время, была «тектоника роста», т. е. формирование ядра Земли. Расслоение ядра на внешнее и внутреннее,

начавшись еще в архее, смогло завершиться лишь к началу или даже в течение протерозоя. Близу растущим ядром вначале существовал «магматический океан», образованию которого способствовали разогрев солнечно-лунными приливами (близость Луны определяла значимость этого фактора) и парниковый эффект первичной атмосферы.

И НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ...

Используя сравнительной планетологии, накопленные за по-

следние годы, авторы новой концепции рассматривают с ее позиций общую эволюцию планет земной группы. Они отмечают, что все планеты должны были пройти в самом начале стадию «тектоники роста», т. е. аккреции и формирования ядра. Венера переживает, вероятно, стадию господства плум-тектоники с появлением элементов плит-тектоники.

Через подобную стадию наша Земля должна была пройти в доархейское время, а сейчас находится на стадии преобладания плит-тектоники с сохранением плум-текто-

ники в более глубинных недрах. Марс и Меркурий, по мнению японских ученых, вступили в следующую стадию — тектонику сжатия (контракции), на которой литосфера образует уже сплошную оболочку, не разделяющуюся на плиты и подвергающуюся общему сжатию вследствие охлаждения недр. Однако на этой стадии еще возможно частичное плавление мантии и выход магмы на поверхность в крупных вулканических постройках, подобных наблюдаемым на Марсе.

Уже после публикации японской модели появилась работа американского ученого Н. Слипса, в которой доказывается (на основе анализа рельефа), что Марс проходил стадию плейт-тектоники. Это подтверждает справедливость эволюционного ряда, намеченного японски-

ми коллегами. В конце этого ряда они помещают Луну и малые планеты, находящиеся, по их определению, на стадии терминальной тектоники, когда эндогенная активность уже уступает деятельности экзогенных факторов и ограничивается образованием разрывов, по которым устремляются вверх летучие вещества, выделяющиеся при остывании и приливном разогреве глубоких недр.

Таковы основные положения геодинамической концепции, предложенной японскими учеными, сделавшими крупный шаг вперед в создании длинной глобальной модели развития Земли и всех планет земной группы. Произошло это на рубеже XXI века, через двести с небольшим лет после выхода в свет «Теории Земли» Джеймса Хаттона

(Геттона), одного из основоположников геологической науки.

Не со всех сторон японская модель достаточно обоснованна. Но ее главным методологическим недостатком, как и предшествовавшей ей тектоники плит, я считаю то, что наша Земля не рассматривается как открытая система. Между тем, она, несомненно, подвержена влиянию космических факторов, связанных, в частности, с ее движением по галактической орбите (Земля и Вселенная, 1993, № 3).

Однако всякая новая теоретическая модель является одновременно ориентиром и отправной точкой будущих исследований. На очереди критический анализ и дальнейшее совершенствование предложенной геодинамической модели.

Информация

Землетрясению предшествует «репетиция»

Исследуя низкочастотные колебания, возбужденные землетрясениями в различных регионах с неглубоким залеганием очага, сейсмологи Пьер Ф. Имле из Института физики Земли в Париже и Томас Х. Джордан из Массачусетского технологического института (Кембридж, США) в 20 случаях из 107 обнаружили свидетельства так называемых «медленных» землетрясений. Значительное количество сейсмической энергии выделялось за сотни секунд до тех толчков высокой частоты, которые представляют со-

бою собственно землетрясение. Изолированные случаи «медленных» предшественников специалисты уже наблюдали ранее, но впервые это явление стало объектом систематического исследования.

Всего за несколько минут до разрушительных толчков происходят предшествующие им движения, поэтому ограничена возможность их использования для предупреждения населения о близящейся опасности. Однако теоретическое значение их анализа несомненно важно.

Пока исследования проведены в пределах океанических разломов земной коры, и нет данных о медленных фазах землетрясений на суше, где они представляют собою наибольшую угрозу. Возможно, они являются следствием особых свойств океанических пород земной коры и для суши нетипичны. Изучение этого принципиально нового вида сейсмомеханики необходимо продолжить.

Science News, 1994, 146, 374

Земля из космоса через рассеивающие среды

А. И. ЛАЗАРЕВ,
доктор технических наук
Государственный Оптический институт
им. С. И. Вавилова

С околоземных орбит, находящихся на расстоянии сотен километров от поверхности Земли, видно не только дальше, но и глубже в прямом и переносном смысле. Это относится к наблюдениям материков, и, особенно, морей и океанов. С надводных судов и даже с самолетов дно морей и океанов, в лучшем случае, видно при глубинах в десятки метров, и совершенно непрозрачной считается толща воды более 60-70 м. Но многие космонавты наблюдали с ор-



биты дно морей и океанов на глубинах в сотни метров... К этим результатам первоначально относились очень настороженно. Их пытались объяснить оптическими эффектами, возникающими в результате обтекания подводными течениями неровностей рельефа дна. На самом же деле при наблюдении с больших расстояний происходит формирование изображений с активным участием рассеивающих сред, через которые они передаются.

РАСSEЯНИЕ СВЕТА ФОРМИРУЕТ ИЗОБРАЖЕНИЯ

При наблюдении из космоса яркость дна морей и океанов (B_d) на глубинах в сотни метров невелика по сравнению с поверхностью океана (B_0). Поэтому дно морей и оке-

анов можно видеть в случае минимальной яркости океана B_0 , когда еще достаточно велика B_d . Как показывает анализ, яркость океана B_0 будет наименьшей в случае наблюдения вне зоны ближнего излучения при углах

рассеяния между 90° и 130° . Наиболее благоприятные условия наблюдения или регистрации дна морей и океанов создают максимальные значения контраста (K_d), который зависит от условий освещения, условий наблюдения (регистрации) и про-

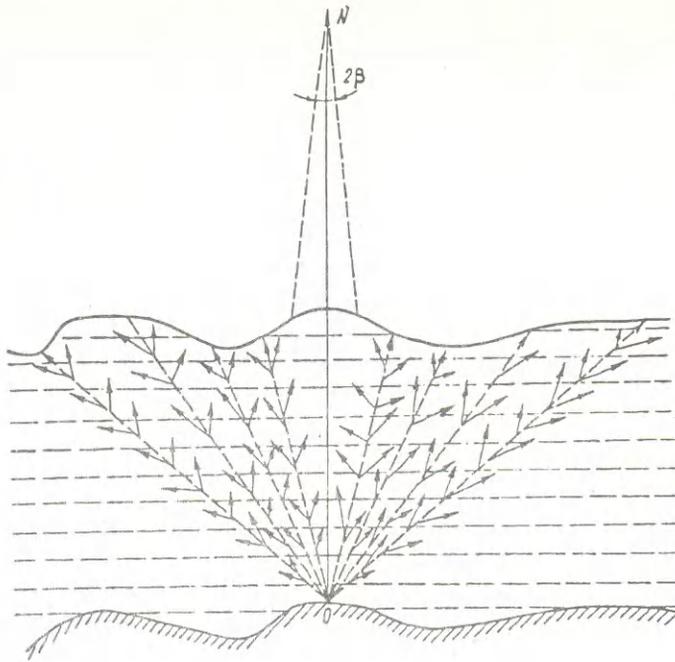


Схема наблюдения рельефа дна океана: О — объект; N — наблюдатель (регистрирующая аппаратура); 2β — разрешающая способность зрительной системы наблюдателя (регистрирующая аппаратура)

зрачности морской воды, и представляет собой отношение видимой из космоса яркости дна океана к сумме яркостей дна и океана:

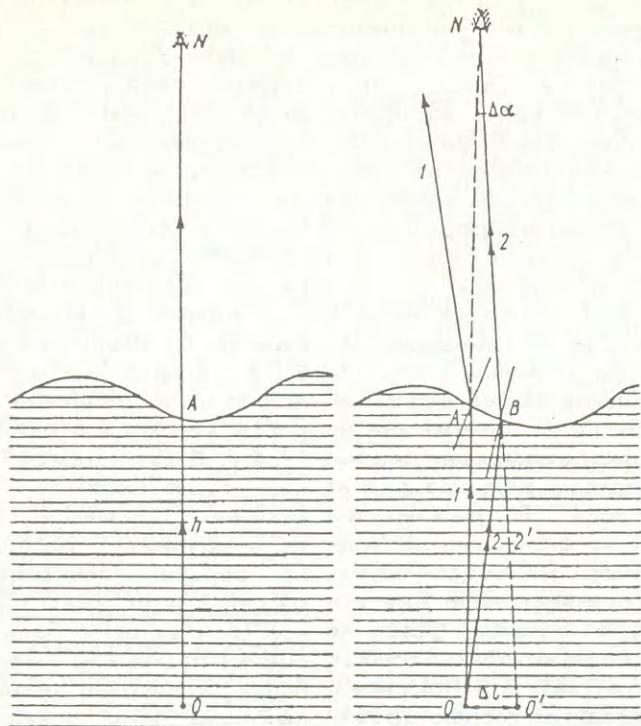
$$K_d = \frac{B_d}{B_d + B_o}$$

Анализ условий наблюдения в сопоставлении с контрастной чувствительностью зрительной системы (регистрирующей аппаратуры) показывает, что глубины, позволяющие проводить наблюдения или регистрацию рельефа дна морей и океанов, зависят от **высоты**, на которой находится наблюдатель. Этот неожиданный эффект связан с тем, что в его зрительную систему или регистрирующую аппаратуру попадает не только прямое излучение от дна морей и океанов, но и та его часть, которая рассеивается толщей мор-

ской воды. Следовательно, **в формировании изображения рельефа дна принимает участие не только прямое, но и рассеянное морской водой излучение**. И, чем выше находится наблюдатель, тем больше рассеянного излучения попадает в элемент разрешения и тем больше глубина, на которой виден рельеф дна. Кстати, и оценки прозрачности морской воды, полученные по результатам экспериментальных исследований, также будут зависеть от высоты расположения наблюдателя или измерительной аппаратуры и частотно-контрастной характеристики воспринимающей системы.

Излучение от любого объекта в морской воде и в атмосфере вследствие многократного рассеяния распространяется не только в сторону наблюдате-

ля, но и в других направлениях. При этом на поверхности океана образуется **светящаяся область**. Размеры и распределение яркости в пределах ее зависят от глубины расположения объекта и рассеивающих свойств морской воды. В эту область будет попадать световой поток от площадки на поверхности морской воды, ограниченной телесным углом, определяемым разрешающей способностью. Естественно, что размер светового потока в случае наблюдения с различных высот неодинаков. Если по этим наблюдениям проводить оценки прозрачности морской воды, то они также будут зависеть от высоты, с которой производились измерения. Следовательно, при одинаковом угловом разрешении и контрасте возможность наблюдения рельефа дна существенно зависит от высоты наблюдателя или регистрирующей аппаратуры. Видимое изображение протяженного подводного объекта под толщей морской воды будет размыто, и тем сильнее, чем глубже находится подводный объект и чем сильнее рассеивающая способность воды. Поэтому при наблюдении (регистрации) с



Условия наблюдения (регистрации) подводных объектов и образований через взволнованную поверхность морей и океанов: а — в случае пересечения поверхности океана с линией объект-наблюдатель (регистрирующая аппаратура); N — положение наблюдателя; h — глубина объекта; А — точка пересечения линии ON с поверхностью океана

б — в случае наклонности поверхности океана к горизонту; Δl , $\Delta \alpha$ — кажущееся линейное и угловое смещение объекта O при наблюдении через наклонный участок поверхности океана; В — точка пересечения луча света с поверхностью океана; 1, 2 — лучи, 2' — кажущееся направление луча 2

небольших высот подводных объектов, находящихся на больших глубинах, наблюдатель видит или регистрирует их **размытое изображение**, которое не воспринимается в виде четкой картины. Примерно так же не воспринимаем мы с близкого расстояния на вернисаже большую по размерам картину в виде четкого изображения. С увеличением высоты наблюдателя или регистрирующей аппаратуры угловые размеры размытия изображения уменьшаются, и постепенно зрительная система (регистрирующая аппаратура) начинает фиксировать вначале отдельные, наиболее контрастные детали картины глубоководного рельефа дна, а затем всю ее целиком. Раз-

мытие картины рельефа дна приводит к тому, что в ней практически невозможно различить небольшие детали подводного объекта или образования, а видны только достаточно крупные элементы.

Пороговые значения контрастной чувствительности зрительной системы оптимальны в диапазоне частот 0,04-0,10 линий на угловую минуту (угловые размеры 10-25'). Обнаруживается ухудшение чувствительности как в сторону более высоких, так и в сторону более низких частот.

Следовательно, наиболее благоприятные возможности наблюдения рельефа дна морей и океанов — тех отдельных образований, линейные размеры которых состав-

ляют несколько километров — предоставляются из космоса с высоты около 350 км.

Высота существенно важна и для наблюдения дна **через взволнованную морскую поверхность**. Известно, что волнение морей и океанов заметно ухудшает возможность наблюдения объектов под толщей воды с небольших высот. Периодическое изменение наклона поверхности моря или океана относительно направления линии визирования приводит к перемещению изображения подводных предметов и, следовательно, к размытию изображения и уменьшению контраста. Величина углового перемещения и размытия зависит как от параметров взволнованной поверхности, так и от высоты. Она прямо пропорциональна длине волны и обратно пропорциональна четырехкратной высоте наблюдателя. Если макси-

мальная длина волны на поверхности океана около 400 м, а высота полета орбитальных станций «Салют» около 350 км, величина углового смещения не превышает одной минуты.

Разрешающая способность зрительной системы значительно больше. Поэтому визуальное наблюдение через взволнованную поверхность не позволяет космонавту (без использования оптических приборов) заметить сдвиг изображения подводного объекта.

Для наблюдателя с орбитальной станции типа «Салют» или «Мир» изображение подводных объектов и образований, несмотря на взволнованную поверхность морей и океанов, будет казаться неподвижным и неразмытым.

ОНИ ВИДЕЛИ ИЗ КОСМОСА ДНО МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Впервые глубоководный рельеф морского дна из космоса наблюдал американский астронавт **Гордон Купер** с космического корабля «Джемени-5» в августе 1965 г., а из отечественных космонавтов — **А. Г. Николаев** и **В. И. Севастьянов** с космического корабля «Союз-9» в июне 1970 г. Оказалось, что из космоса хорошо видны продолжения русел рек, подводные горные хребты и отмели в морях и океанах. С «Союза-9» было видно, как постепенно уступами опускается в океан Южно-Американский континент, как террасами уходит в глубину дно озера Иссык-Куль, а в рай-

оне Сочи у мыса Адлер черноморское дно плавно понижается при удалении от берега. Сквозь толщу морской воды на протяжении нескольких десятков километров от побережья просматриваются из космоса продолжения таких больших рек, как Нил и Амазонка.

А. Г. Николаев и **В. И. Севастьянов** первыми обратили внимание на то, что волнение морей и океанов, рябь на их поверхности не являются помехами при наблюдении рельефа дна из космоса. В дальнейшем многие отечественные космонавты наблюдали глубоководный рельеф дна морей и океанов, особенно подводные горные хребты. По рассказу **В. В. Коваленка**, подводные горные хребты воспринимаются такими же, как и на поверхности Земли. Виден именно «образ горы», а не изменения оптических характеристик воды, обтекающей подводные горные хребты. По визуальному восприятию к цветовым контрастам космонавты безошибочно отличают планктон или взвеси в океане от подводных горных хребтов, для которых характерен землистосерый цвет, распределенный неравномерно по структуре хребта.

СКВОЗЬ ОБЛАЧНЫЙ ПОКРОВ

Подобно тому как видится из космоса дно морское через толщу океанской воды, поверхность Земли «просвечивает» сквозь закрывающие ее рассеивающие среды: дымку, туман или облачный покров. Многие

космонавты через облачный покров на ночной стороне Земли хорошо видели **освещенные города**. Они как бы проецировались на верхнюю поверхность облаков в виде светящегося пятна. Одними из первых наблюдали из космоса ночные города через облачный покров **В. М. Комаров**, **К. П. Феоктистов** и **Б. Б. Егоров** во время полета на космическом корабле «Восход» в октябре 1964 г. В светящемся пятне, образующемся над мощным источником света — крупным городом, на верхней поверхности рассеивающих свет облаков (они должны быть не очень плотными) можно было различать отдельные наиболее ярко освещенные районы и магистрали городов. Особенно хорошо через облачный покров видны из космоса красные огни неоновых ламп. Кстати, размытую границу светящегося пятна от ночных городов на облачном покрове можно наблюдать и с поверхности Земли на окраине городов. Такую картину, например, можно видеть и в Петербурге, прогуливаясь в темное время суток на берегу Финского залива в Гавани. Здесь хорошо заметны размытые границы облаков, подсвеченные огнями Петербурга, Петергофа, Ораниенбаума, Кронштадта, Сестрорецка. На дневной стороне из космоса также можно наблюдать и регистрировать через облачный покров крупномасштабные высококонтрастные объекты и образования, расположенные на поверхности

суши и, особенно, на поверхности океана. Прекрасно распознаются, например, **айсберги** в приполярных морях. Через облачный покров нельзя различить мелких деталей айсберга и нет изображений мелких льдин, а видны только очертания крупных ледяных гор. Возможность наблюдения и фотографирования из космоса через дневные облака крупных айсбергов объясняется их большой яркостью, значительными размерами и резким контрастом между ними и поверхностью океана.

Такая же размытая картина может быть зарегистрирована в **диапазоне теплового излучения Земли**, атмосферы и облаков в инфракрасной области спектра. Здесь в спектральных окнах прозрачности атмосферы по рассеянному холодными облаками тепловому излучению подстилающей поверхности днем и ночью можно зафиксировать тепловые контрасты между сравнительно крупными ее участками. Например, на холодных облаках можно наблюдать с помощью тепловизора береговую черту морей, океанов, крупных озер и водохранилищ в том случае, если температура поверхностей воды и суши отличается между собой на несколько градусов, но значительно превышает температуру облаков.

Естественно, поскольку при наблюдении или регистрации через облака размывается картина ночных городов или айсбергов на поверхности океана, из-за всевозможных

тепловых контрастов подстилающей поверхности, в ней неразличимы небольшие детали, а видны лишь контрастные образования больших размеров. Степень размытия зависит от высоты облачного покрова и рассеивающих свойств облаков. Чем выше поднимается над земной поверхностью облачный покров и плотнее облака, тем сильнее размывается изображение.

В УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ И ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧАХ

Атмосфера Земли — достаточно сильно рассеивающая среда. Особенно велико рассеяние излучения в **ультрафиолетовой области спектра**.

Результаты визуальных и приборных наблюдений рельефа дна морей и океанов из космоса в видимой области спектра могут быть использованы и уже используются в деле освоения мелководных участков Мирового океана, в том числе и наиболее перспективных для этой цели прибрежных шельфов. А вот в **инфракрасной области спектра** в диапазоне теплового излучения Земли, атмосферы и облаков это свойство помогает регистрировать из космоса через облака крупномасштабные тепловые аномалии на поверхности Земли и других планет. А на ночной стороне Земли и в сумеречной зоне из космоса отчетливо проступают через облака в видимой и ближней инфракрасной области спектра мощные наземные источники света,

в том числе и те, что применяются для кодирования и передачи сигнальной информации (пространственной, спектральной, энергетической или временной).

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ

Не только для Земли характерен обнаруженный земными космонавтами эффект. Рассеяние света в **межзвездном и межпланетном пространстве** и его собственное излучение также участвуют в формировании наблюдаемых или регистрируемых нами картин далеких звезд, звездных ассоциаций, галактик и туманностей. Особенно — в инфракрасной области спектра. Хорошо известно, например, избыточное инфракрасное излучение некоторых звезд, связанное с тем, что тепловое излучение межпланетной пыли в инфракрасной области спектра значительно более существенно, чем рассеянное излучение в видимой и ближней инфракрасной области спектра.

Обнаруженное по данным наблюдений из космоса свойство рассеянного излучения участвовать в формировании крупномасштабных образов вносит определенные изменения в понимание процесса переноса изображений через рассеивающие среды. Открываются возможности разработки новых физических и математических моделей переноса изображений через такие рассеивающие среды как вода, облака, туманы, аэрозольные слои, рассеивающие оптические материалы...

Возможно повторение сейсмической катастрофы в Калифорнии

Специальная Рабочая группа экспертов по определению вероятности землетрясений в Калифорнии создана Национальным научным фондом США и Южнокалифорнийским сейсмологическим центром.

В январе 1995 г. были опубликованы результаты длительного и всестороннего изучения материалов, полученных при бурении, а также данные о всех землетрясениях, происходивших в регионе за последние 200 лет. В первую очередь ученых интересовали сейсмические события 1992 г. в Ландерсе и 1994 г. — в Нортридж.

Использованы и новейшие материалы, характеризующие тектонический разлом Сан-Андреас и многочисленные более мелкие разломы, пересекающие южные районы Калифорнии. Среди них — информация о строении и состоянии земной коры этой области, полученная со спутников, входящих в систему Глобального определения местоположения. Эта информация позволяет судить о современных движениях земной коры и о глубинных напряжениях вдоль разломов.

Более подробные данные, введенные в математические модели ЭВМ, дали теперь возможность существенно усовершенствовать сейсмический прогноз.

Сейсмичность Калифорнии связана со смещением Тихоокеанской плиты на север относительно Североамериканской, со скоростью, достигающей 1 мм/неделю. В случаях, когда края плит «сцепляются», в коре идет накопление напряжения, в конце концов и приводящее к толчку.

В соответствии с прогнозом 1988 г. мощное, разрушительное землетрясение (магнитудой от 7 по шкале Рихтера и выше!) в течение ближайших 30 лет может произойти в южной Калифорнии с вероятностью 60%; теперь эта вероятность увеличена до 86%.

Дело в том, что, по мнению сейсмологов, происшедших за последнее время подземных толчков типа Нортриджского было недостаточно, чтобы разрядить накопившееся в недрах напряжение. Для этого их «потребовалось» бы не меньше 17-ти. Но архивные данные содержат сведения лишь о двух реально состоявшихся

подобных толчках: Нортриджском и еще одном — в 1971 г.

Теоретически напряжения могли бы разрядиться землетрясениями магнитудой от 7,2 до 7,6. Тогда катастрофы подобного рода случались бы здесь примерно раз в 140 лет. Глубинное изучение некоторых разломов говорит, что в более отдаленном прошлом они могли здесь происходить.

В принципе, возможно, что разряда немалой доли напряжения в калифорнийском регионе осуществляется за счет так называемого «асейсмического крипа», то есть медленного «сползания» одной плиты относительно другой, приводящего к тысячам мельчайших толчков. Однако подобный процесс обязательно оставил бы на поверхности видимые признаки, например, трещины на шоссе и искривления железнодорожных рельсов. Их нет. И авторы доклада считают, что нужно быть готовым к катастрофическому толчку.

Science, 1995, 267, 199
New Scientist, 1995, 145, 16

Происхождение абиссальных гряд

Наиболее распространенный вид рельефа на нашей планете — абиссальные (глубинные) холмы. Это скопления возвышенностей, образующих крупные гряды на дне глубоководных областей Мирового океана и занимающих на планете от 60 до 70% твердой поверхности. Несмотря на то, что возникают они часто, механизм их возникновения оставался загадочным.

Результаты наблюдений, принятых в пределах Восточно-Тихоокеанского поднятия к юго-западу от побережья Мексики в январе 1994 г. в ходе погружений американской научно-исследовательской подводной лодки «Алвин», несколько проясняют вопрос о происхождении этих форм рельефа.

Восточно-Тихоокеанское поднятие — часть глубоководного хребта, опоясывающего всю плане-

ту по дну Мирового океана. Это граница между двумя плитами земной коры, расходящимися в стороны друг от друга с заметной скоростью. В земной коре образуются трещины, через которые расплавленные глубинные породы поднимаются на поверхность, остывают и затвердевают, формируя молодое дно океана. С такими процессами и связали образование абиссальных холмов К. Мак-Дональд и Р. Александер из Университета штата Калифорния, а также П. Фокс из Университета штата Род-Айленд, изложившие свою теорию на состоявшейся в июне 1994 г. в г. Балтимор (США) конференции Американского Геофизического Союза. Они считают, что по мере формирования молодой земной коры и ее движения в стороны от центра хребта происходит ее растяжение, сопровождающееся растрескивани-

ем. Некоторые возникающие при этом блоки коры проваливаются глубже, порождая подводные долины, а другие остаются возвышениями в виде холмов с крутыми склонами. Затем потоки лавы, изливающиеся из трещин Срединно-океанического хребта, закупоривают собою часть трещин и pokrывают склоны холмов.

Подобный двухэтапный процесс объясняет ход образования абиссальных холмов в Тихом океане и других регионах, где плиты, образующие земную кору, раздвигаются с достаточно большой скоростью. Не исключено, что в других местах, где подобный процесс осуществляется медленнее, абиссальные холмы порождаются иначе.

Science News, 1994, 145, 397

Что происходит в центре Галактики

С. Б. ПОПОВ
ГАИШ МГУ

Квезары, сейфертовские галактики, гигантские радиогалактики привлекают всеобщее внимание. Что за «монстры» скрываются в их центрах? Однако всегда интересно и то, что происходит в нашей



Галактике. В этой статье речь о связи рентгеновских источников, наблюдаемых в центре Галактики, с эволюцией двойных звездных систем и вспышками звездообразования.

ВВЕДЕНИЕ

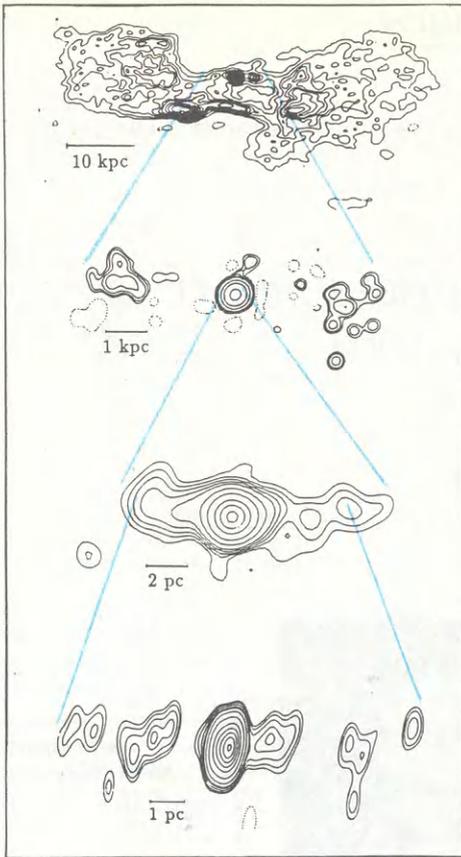
Активность ядер галактик в течение последних 50 лет — объект пристального внимания. Существует три основных гипотезы о ее природе: сверхмассивное плазменное тело, черная дыра (ЧД) и плотное звездное скопление (кроме того, для объяснения свойств активных ядер иногда привлекается «новая физика»: тахионы, белые дыры и т. д., но мы не будем останавливаться на этих идеях). Первая из этих гипотез сталкивается

со значительными трудностями и в настоящее время серьезно не рассматривается. Из двух остальных гипотез каждая в отдельности может оказаться близкой к истине: повышенная активность ядер галактик различных типов связана или со сверхмассивными черными дырами или же со звездными скоплениями в их центрах (Земля и Все-

ленная, 1973, № 3; 1994, №№ 4, 5).

Идея о том, что активность галактических ядер можно объяснить существованием плотных звездных скоплений, появилась давно. Общий анализ эволюции таких скоплений был проведен еще в 70-е гг. П. Пиблсом, М. Бегелманом и М. Рисом, которые внесли большой вклад в исследование галактик с активными ядрами.

Плотность звезд в ядрах нормальных галактик превосходит 10^6 пк⁻³. Скопление из 10^8 звезд



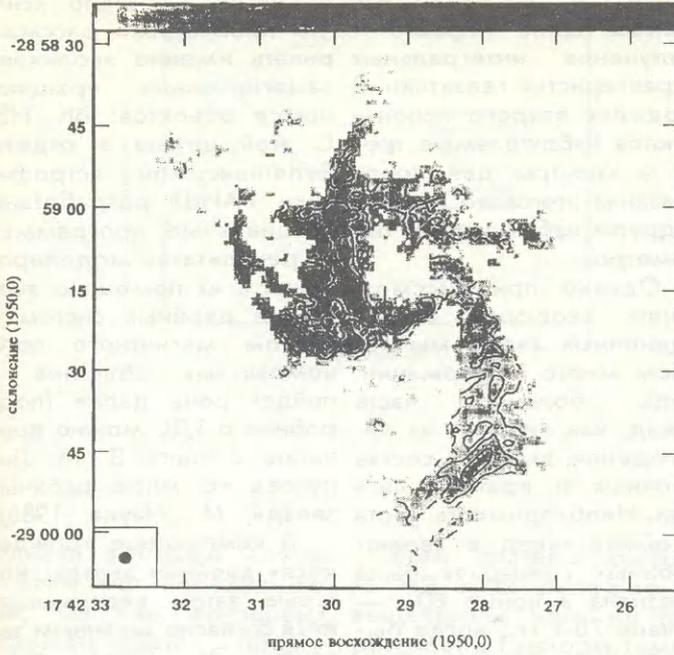
типичное проявление активности не только в мире галактик, но и в мире звезд и их систем (Земля и Вселенная, 1994, № 2). Коллимированные потоки вещества наблюдаются в активных ядрах уже на расстоянии 1 пк, а простираются струи могут вплоть до расстояний в 1 Мпк (!!!), что чрезвычайно трудно объяснить в модели звездного скопления.

При плотности в центре галактики, превышающей

$$10^9 r^{-2/3} M_{\odot} \text{ пк}^{-3},$$

где r — расстояние в парсеках, возникает единый сверхмассивный объект. Если он обладает значительным вращением, то через некоторое время превращается в диск. Такие объекты называют магнетоидами, спинарами или просто сверхмассивными звездами. Эти термины появились в обиходе астрономов в конце 60-х гг. Сверхмассивные звезды фигурируют в работе Р. Фаулера, магнетоиды — в работе Л. М. Озерного и В. Е. Чертопруда, спинары — А. Кавальери, П. Моррисона и Ф. Пачини. Через объекты подобного рода вышеназванные авторы объясняют природу вы-

спектрального класса O способны обеспечить энергоснабжение, соответствующее ярким квазарам. Но здесь есть две принципиальные трудности. Во-первых, из-за низкой эффективности термоядерного горения ($\approx 0.1\%$) активная фаза такого квазара была бы слишком коротка. Во-вторых, спектр такого скопления будет заметно отличаться от типичного спектра квазара. Роль в энергоснабжении могут играть и неупругие столкновения звезд и вспышки сверхновых (а также гиперновые, возникающие при пролете нейтронных звезд (НЗ) сквозь нормальную звезду). Существенен и учет влияния газа: газ может заметным образом влиять на эволюцию, когда его масса порядка массы звезд, исключая случай скопления замагниченных объектов типа белых карликов (БК) и нейтронных звезд. Но особые трудности возникают с образованием струй. Выбросы вещества — это



Объект Sgr A West, миниспираль в центре Галактики, Крестом отмечено положение Sgr A* (по Д. А. Робертсу и В. М. Госсу)

деления энергии в центральных областях активных галактик. Считается, что модель сверхмассивной звезды оправдана в свете существования сверхмассивной ЧД — сверхмассивная звезда может быть предшественницей последней. Спинары должны обладать твердотельным вращением; это связано с их магнитным полем. Они должны излучать много энергии в ультрафиолетовой области, что плохо согласуется с наблюдаемым распределением энергии в спектрах активных ядер.

Наиболее популярная гипотеза — сверхмассивная ЧД. Она претендует на объяснение активности галактик самых разных типов в рамках единой мо-

дели. Идея сверхмассивной ЧД появилась в 1964 г. в работах Э. Солпитера и Я. Б. Зельдовича. Переменными параметрами в рамках этой модели служат в основном физические характеристики окружающего газа и масса ЧД (а в большинстве случаев только масса). Посредством теории Солпитера-Зельдовича удается объяснить все наиболее существенные свойства активных ядер, включая спектр и образование струй.

Если активность квазаров и мощных радиогалактик почти наверняка связана с черными дырами, то вопрос о природе активных процессов в ядре Галактики дискусионен. Гипотезы о существовании сверхмассивной ЧД в нашей Га-

лактике частично связаны с желанием объяснить активность всех галактик одним механизмом, изменяя лишь один параметр — массу ЧД.

Центральным объектом нашей Галактики считается объект Sgr A* (Стрелец A*), совпадающий с динамическим центром Галактики. Это уникальный точечный радиоисточник с плоским спектром. Его светимость около $10^5 L_{\odot}$. Размеры источника в разных диапазонах составляют 10^{13} — 10^{14} см. Именно в нем может находиться сверхмассивная ЧД. Sgr A* расположен в центре спиральной газовой структуры.

Гипотеза о существовании сверхмассивной ЧД с массой $\approx 10^6 M_{\odot}$ в центре Галактики сталкивается с рядом трудностей. В первую очередь не обнаружено жесткое излучение от объекта Sgr A* (динамического центра Галактики). А ведь спрятать такого «зверя», как сверхмассивная ЧД, «под ковром» очень нелегко! Поглощая межзвездный газ (а также звездный ветер от звездного скопления IRS 16), ЧД должна была бы интенсивно излучать в рентгеновском диапазоне, что не наблюдается. Кроме того, приливное воз-

действие подобного объекта препятствовало бы звездообразованию в центральной области Галактики. В рамках гипотезы о существовании ЧД существует также трудно объяснимое различие в расположении скопления IRS 16 и объекта Sgr A*.

Опубликован ряд работ, посвященных моделированию последствий вспышки звездообразования в центре Галактики. Используя его, удается объяснить многие проявления активности в этой области. Например, предполагают, что Северный полярный шпур — реликт чрезвычайно мощной вспышки звездообразования в центре Галактики, которая произошла примерно 14 млн лет назад.

То, что в центральной области Галактики (размером 1 пк) происходит звездообразование, — наблюдательный факт. Зарегистрировано большое количество крайне молодых объектов. Одна из последних публикаций на эту тему принадлежит американским наблюдателям. В ней сообщается об открытии звезды Вольфа-Райе на расстоянии 0,5 пк от Галактического центра!

Если в центре Галактики идет процесс звездообразования, то можно построить модель этого процесса.

СУЩНОСТЬ МОДЕЛИ

Первыми были рассмотрены модели эволюции одиночных звезд. При исследовании эволюции выделяют два основных метода: **популяционный**

синтез и эволюционный синтез. Цель первого — получение интегральных характеристик галактики. В моделях второго используются наблюдаемые треки и спектры для предсказания итогового спектра и других наблюдаемых параметров.

Однако при рассмотрении эволюции только одиночных звезд мы теряем много информации. Ведь большая часть звезд, как следует из наблюдений, входит в состав двойных и кратных систем. Необходимость учета двойных звезд в эволюционных сценариях была осознана в конце 60-х — начале 70-х гг., когда были открыты первые двойные рентгеновские источники и нейтронные звезды (пульсары).

Эволюция звезд в тесной двойной системе (ТДС) сильно отличается от эволюции одиночной звезды. В течение эволюции ТДС вещество от одного компонента перетекает к другому. Образование большинства двойных рентгеновских источников, двойных и миллисекундных радиопульсаров, пар черная дыра — пульсар было бы невозможно без обмена веществом, потому что при взрыве более массивной (и быстрее эволюционирующей звезды) система распалась бы.

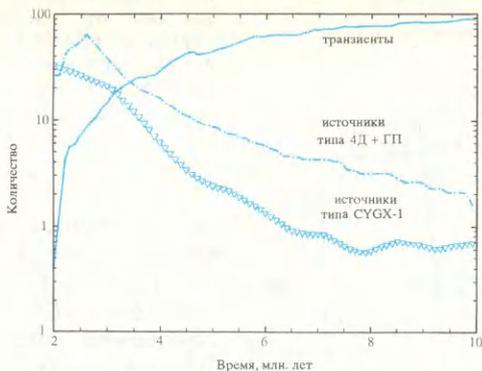
Первые публикации, посвященные эволюции двойных систем, появились в 60-е гг. Работы Б. Пачинского, А. В. Тулукова, Э. Ван ден Хевела позволили подойти к объяснению эволюционного статуса рентгеновских

объектов, но стало ясно, что необходимо рассматривать именно эволюцию замагниченных вращающихся объектов: БК, НЗ. С этой целью в отделе Релятивистской астрофизики ГАИШ разработаны специальные программы. О результатах моделирования с их помощью эволюции двойных систем с учетом магнитного поля компактных объектов и пойдет речь далее (подробнее о ТДС можно прочитать в книге В. М. Липунова «В мире двойных звезд», М., Наука, 1986).

В компьютере «рождаются» двойные звезды, которые затем видоизменяются согласно заданным законам. Эти законы либо прямо следуют из наблюдений, либо косвенно ими подтверждаются. Для получения статистически значимых результатов одновременно рассматриваются от 10^4 до 10^6 систем. Тогда есть вероятность встретить даже самые редкие системы. Параметры двойной разыгрываются случайным образом в соответствии с заданными интервалами их изменения и законами их распределения. Последние или определяются из наблюдений или, если это невозможно, вычисляются теоретически; теория, однако, обязательно должна быть подтверждена наблюдениями, хотя бы и косвенными.

ЧТО ДАЮТ РАСЧЕТЫ

Существует множество различных типов двойных систем, и при моделировании можно следить за системами всех типов.



Изменение количества рентгеновских транзиентов, содержащих НЗ и источников с черными дырами со временем

Однако в нашем случае в этом нет необходимости, так как, во-первых, рассматривается промежуток времени от 0 до 10 млн лет, а за такой период не все типы двойных систем успевают сформироваться. Например, за первые 10 млн лет не могут образоваться БК. Во-вторых, полная масса вспышки звездообразования не может сравниться с массой галактики, поэтому трудно рассчитывать на появление редких, экзотических источников, а если бы они и появились (в расчетах), то результат был бы неустойчив из-за малой статистической значимости.

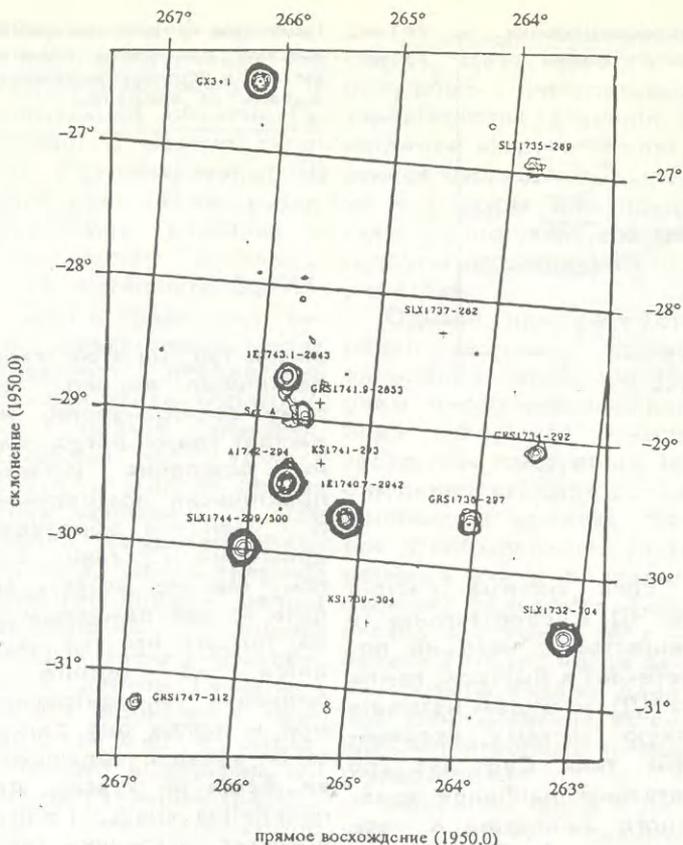
Мы будем называть систему **рентгеновским транзиентом**, если она состоит из нейтронной звезды на эксцентричной орбите и Ве-звезды. В расчетах эти источники становятся наиболее многочисленными к предполагаемому моменту наблюдения. В таких системах могут образовываться рентгеновские пульсары.

Если система состоит из ЧД и сверхгиганта (и вещество с него не перетекает в быстром темпе на ЧД), то будем называть такую систему **источником типа Cyg X-1** (по названию наиболее известного кандидата в черные дыры). При сверхкритической аккреции на компактный объект падает больше вещества, чем он может «проглотить». Давление излучения будет отбрасывать обратно часть падающего газа. Мы также рассматривали эволюцию систем, состоящих из черной дыры и звезд главной последовательности (ЧД + ГП).

Количество транзиентов резко возрастает за промежуток времени от 2 до 5 млн лет и затем медленно увеличивается, доходя до ≈ 100 при 10 млн лет. Такое поведение объясняется, во-первых, тем, что в первые несколько миллионов лет «прародители» нейтронных звезд еще не успели проэволюционировать. Во-вторых, время

жизни ТДС на этой стадии достаточно велико, поэтому их количество нарастает (даже когда темп их рождения остается практически постоянным). К 7 млн лет образуется примерно 75 таких систем. Мы не можем видеть их все одновременно, потому что НЗ находится на орбите с большим эксцентриситетом и, когда она далека от Ве-звезды, падающего вещества не хватает для появления яркого рентгеновского источника (поэтому такие источники и называют транзиентными).

Эта картина противоположна эволюции источников типа Cyg X-1. Их количество падает почти от 40 при 2 млн лет до 1 при 10 млн лет. Характерное время спада около 1,5 млн лет. Такое различие связано с разными темпами эволюции «прародителей» НЗ и ЧД. Черные дыры могли быстро образоваться (поскольку велика масса «прародителей»), но время жизни систем на этой стадии невелико, и такие источники скоро вымирают. Вот и получается, что наши предки миллионы лет назад имели куда большие шансы обнаружить черные дыры в центральной области Галактики. К счастью (или к



Карта центральной области Галактики по наблюдениям со спутника ГРАНАТ (из работы М. Н. Павлинского, С. А. Гребенева и Р. А. Сюняева)

интерес представляет построение модельной карты центра Галактики, на которой изображены рентгеновские источники различных типов. Для этого необходимо задать гравитационный потенциал (распределение массы) и начальную скорость системы.

Масса задавалась в виде

$$M(r) = 3.4 \times 10^6 (1 + R) M_{\odot},$$

где R — расстояние, выраженное в парсеках (это выражение достаточно хорошо аппроксимирует распределение массы в центральной области). Начальная скорость — сумма случайной величины с максвелловским распределением и скорости, полученной в результате взрыва сверхновой. Ведь взрыв может быть несимметричным, и из-за отдачи система приобретает дополнительную скорость, да еще звезда приобретет скорость из-за распада двойной.

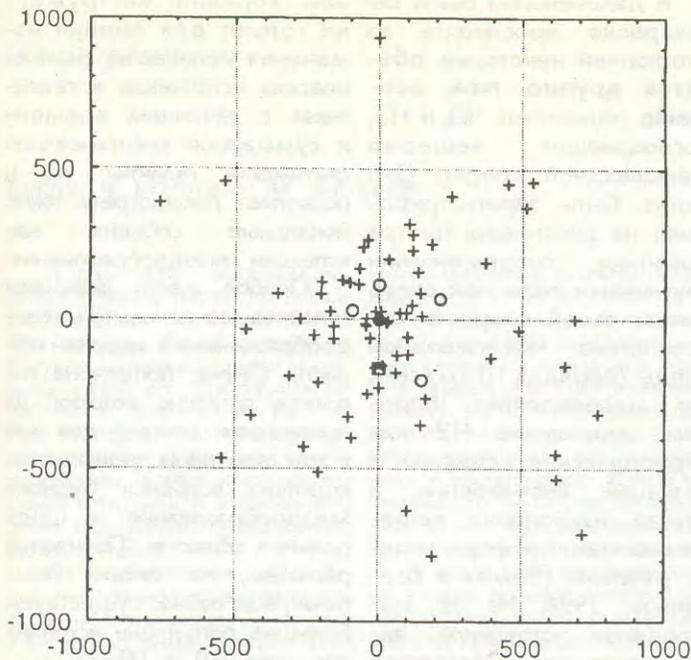
Расчеты показывают, что источники с ЧД располагаются ближе к центру. Это и понятно, так как из-за большей массы системы они приобретают меньшую скорость при взрыве. Источники распределены в области $\approx 2000 \times 2000$ пк, что соответствует $15^\circ \times 15^\circ$ на расстоянии 8,5 кпк. Однако большая часть их

сожалению?), они предложили это нам. Сейчас может быть всего несколько систем такого типа. Согласно расчетам, на 7 млн лет существует всего одна такая система.

Источники типа ЧД + ГП эволюционируют почти так же (предполагается, что и там первичным компонентом является ЧД). Спустя 3 млн лет после вспышки в центральной области Галактики было почти 100 таких источников! Возможно, наблюдения центральных областей других галактик, испытавших совсем недавнюю вспышку звездообразования, позволят открыть новые источники ти-

па ЧД + ГП большой популяции звезд — относительное количество ЧД. Это связано с малой чувствительностью к возрасту количества НЗ спустя примерно 5 млн лет и быстрым вымиранием ЧД. Например, отношение количества источников с черными дырами на стадии сверхаккретора к рентгеновским транзиентам с нейтронными звездами (порядка 0.01) намного превосходит такую же величину для всей Галактики (0.001), что также можно считать важной особенностью вспышки звездообразования.

Для сравнения с наблюдениями большой ин-



Карта центральной области Галактики по результатам моделирования. Крестики — рентгеновские транзиенты, квадрат — система типа *Суг X-1*, кружки — системы типа *ЧД+ГП*

находится в области $\approx 750 \times 750$ пк.

Разумеется, требуется сравнить предсказания нашей модели с наблюдениями. Наиболее полные данные о рентгеновских источниках в центре Галактики дают наблюдения на спутнике «Гранат» (Земля и Вселенная, 1989, № 3). В этих работах приводятся карты области $5^\circ \times 5^\circ$ (750×750 пк). Наблюдалось два кандидата в черные дыры и девять транзиентных источников.

У кандидатов в черные дыры, источников 1E1740.7-2942 («Великий Аннигилятор») и GRS 1758-258, в радиодиапазоне заметны джеты. За несколько месяцев поток жесткого рентгеновского излучения от этих объектов изменяется в десятки раз.

Такая популяция источников с относительно большим числом канди-

датов в ЧД с джетами нетипична для Галактики. Именно такой результат мы получили при моделировании вспышки рождения звезд. Выше уже говорилось, что высокое отношение количества источников ЧД к источникам, содержащим НЗ, характерно для недавней вспышки звездообразования. Это отношение может служить хорошим индикатором времени, прошедшего после начального момента процесса зарождения звездных объектов.

Наблюдаемое отношение ($\approx 0,02$) можно считать верхней границей истинного отношения, потому что за небольшое время наблюдений нельзя зарегистрировать все транзиентные источники. Нижняя граница возраста составляет 4 млн лет. Это установлено наблюдаемым отношением числа источ-

ников с ЧД к числу источников с НЗ. Верхняя граница оценивается менее надежно и составляет около 9 млн лет. Это определяется абсолютным количеством источников с ЧД. Таким образом, полученное в расчетах значение $\approx 0,02$ для момента 7 млн лет и $\approx 0,2$ для 4 млн лет в первом приближении согласуется с наблюдениями.

Вернемся к пространственному распределению источников. Большая часть систем расположена в области 750×750 пк, причем источники с ЧД сильнее концентрируются к центру, так как для них скорость, приобретенная в результате взрыва сверхновой, будет меньше из-за большей массы системы. Поэтому в центральной области отношение числа систем с ЧД к числу систем с НЗ будет выше в 1,5 раза, т. е. ближе к наблюдаемому значению. Разумеется, нельзя ожидать, что реальное распределение источников чудесным образом совпадет с расчетным (ведь угловое распределение разыгрывалось случайным образом). Сравнивая полученное нами распределение с наблюдениями по программе ГРАНАТА, можно заметить, что основные характеристики совпадают. Стало быть, простран-

ственное распределение, полученное в результате численного моделирования, соответствует наблюдаемому. Оно также хорошо объясняется в рамках модели о вспышке звездообразования, и возраст 7 млн лет (для которого построена карта) не находится в противоречии с пространственным распределением рентгеновских источников.

ТАК ЧТО ЖЕ ПРОИСХОДИТ В ЦЕНТРЕ ГАЛАКТИКИ?

Основной вывод таков: наблюдаемое количество и пространственное распределение рентгеновских источников в центральной области Галактики соответствуют гипотезе о вспышке звездообразования, произошедшей около 4-7 млн лет назад. Они обнаруживают некоторые особенности, свойственные таким вспышкам.

В дальнейшем было бы интересно проследить за эволюцией некоторых объектов другого типа, особенно одиночных ЧД и НЗ, поглощающих вещество межзвездной среды. Они могут быть зарегистрированы на расстоянии центра Галактики современными спутниками лишь при очень малой своей скорости относительно межзвездной среды (порядка 10 км/сек), что маловероятно. Впрочем, одиночные НЗ как периодические источники с большей светимостью в случае накопления вещества на магнитосфере вполне реальны (Земля и Вселенная, 1994, № 3). Наблюдения источников, аккрецирующих вещество межзвездной среды, могут оказаться хорошим тестом для исследований самой межзвездной среды на малых масштабах (сравнимых с радиусом гравитационного захвата НЗ или ЧД).

Моделирование эволюции тесных двойных систем дает

нам хороший инструмент не только для оценки изменения количества рентгеновских источников в галактиках с течением времени и суммарной рентгеновской светимости галактик, но и позволяет рассмотреть такие локальные события, как вспышки звездообразования.

Особое место занимают галактики со вспышкой звездообразования в ядерной области. Сейчас популярна гипотеза, согласно которой на протяжении миллиардов лет в этих галактиках происходили короткие вспышки бурного звездообразования в центральных областях. По нашим расчетам, во многих таких галактиках сейчас существуют большие популяции источников типа ЧД + ГП.

Итак, по всей видимости, несколько миллионов лет назад в центре нашей Галактики произошла мощная вспышка звездообразования, в результате которой возникли и наблюдаемые там рентгеновские источники.

Информация

Названия областей на Гаспре

Астероид Гаспра имеет в диаметре всего 19 км. Его поверхность, как и у других планет лишённых атмосферы, изрыта ударными метеоритными кратерами. По решению международного астрономического союза трем темным областям на поверхности астероида (951) Гаспра, сфотографированным американским космическим аппаратом «Галилео» при близком прохождении мимо астероида 29 октября 1991 г. (Земля и Вселенная, 1992, № 4, с.

26), присвоены следующие названия: Область Неуймина — в честь российского астронома Г. Н. Неуймина, открывшего Гаспру на Симеизской обсерватории 30 июля 1916 г. и известного своими открытиями малых планет (всего им открыто 62 малые планеты) и комет (восемь из них носят его имя); Область Йитса — в честь умершего в 1991 г. Клайна М. Йитса, одного из руководителей и менеджеров проекта «Галилео»; Область Дюнна — в честь недавно умер-

шего (в конце 1992 г.) другого менеджера проекта «Галилео» — Джеймса А. Дюнна.

К. Йитс известен и как астрономом, впервые сфотографировавший в 1989 г. микрокометы. (Их существование предсказывали В. А. Бронштэн в 1975 г. и американские ученые Л. Франк, Дж. Сигварт и Дж. Кравен в 1986 г. — *Прим. ред.*)

Science, 1995, 267, 199
New Scientist, 1995, 145, 6

Вихри и штормы на Сатурне

В июле 1994 г. астроном-любитель Дональд Паркер из Корал-Гейблса (штат Флорида, США) стал первым, кто обнаружил на Сатурне признаки мощного вихря, охватившего его экваториальные районы. В самом конце того же года этот факт был подтвержден наблюдениями на Космическом телескопе им. Хаббла и изучен научной группой Университета штата Нью-Мексико (Лас-Крусес, США) Ретой Ф. Биб.

На изображениях, полученных Космическим телескопом, хорошо различим вихрь, вытянутый с востока на запад, поперечником около 12 700 км, то есть сравнимый с диаметром Земли. Его форма напоминает гигантский наконечник стрелы.

Можно полагать, что это — остаточное явление еще более мощного вихря, наблюдавшегося на Сатурне еще в 1990 г. Оче-

видно, нынешнее вихревое облако образовалось как «пузырь» разогретого ранее газа, поднявшегося за эти четыре года из области плотного скопления аммиачных ледяных кристаллов, окутывающего планету. По мере вздымания прорывающегося наверх сквозь облака такого скопления, оно охлаждалось и расширялось. Кристаллы аммиачного льда конденсировались в нем, придавая наблюдаемому ныне пятну белесый оттенок.

В левый край вихревого облака вторгся мощный ветровой поток, формирующий стрелообразные очертания его центральной области. Измерения, выполненные в начале 80-х гг. приборами на борту космического аппарата «Вояджер», говорили, что на тех же широтах, где ныне отмечен вихрь, существуют направленные на восток ветры со скоростями до 1700 км/ч.

Мощный ветер у верхнего края «наконечника стрелы» смещает более медленную северную часть охватившего штормом района. Такое взаимодействие сходно с тем, что происходит на Земле, когда сильный ветер «упирается» в горную вершину и порождает белесоватые облака, расположенные правее штормового центра.

Подобные охватывающие экваториальный регион штормы и вихри, еще более мощные, чем нынешний, происходят на Сатурне, очевидно, раз в 57 земных лет, то есть примерно каждые два сатурнианских года. Причины, по которым они случаются только в летние сезоны и лишь в Северном полушарии этой планеты, остаются пока неясными.

Science News, 1994, 146, 423

Горы Венеры покрыты слоем металлических веществ

Американская межпланетная станция «Магеллан» в течение 4 лет проводила картографическую съемку поверхности Венеры, применяя для этого высокочувствительный радиолокационный прибор, пронизывающий плотный слой сернистых облаков.

Оказалось, что на высотах, превышающих 3 км над равнинными областями планеты, породы горных вершин отражают радиосигнал значительно сильнее, чем обычные породы.

Сотрудники Университета им. Вашингтона в Сент-Луисе (штат Миссури, США) Роберт Бреккет, Брюс Фегли и Реймонд Арвидсон разработали гипотезу, согласно ко-

торой горы на Венере покрыты металлической «изморозью», образующей тонкую пленку. Они пришли к выводу, что эти горы покрыты слоем металлических веществ, например, сернистым свинцом, хлористой медью или же цинком, титаном, мышьяком, висмутом и сурьмой. Эти вещества на Земле в изобилии выбрасываются в виде паров на поверхность во время вулканических извержений. Так как на Венере имеется немало действующих вулканов, подобный процесс не исключен и на этой планете.

Вулканические выбросы первоначально отлагаются в твердом виде вблизи своего ис-

точника, но на малых высотах, там температуры достигают 740 К, они постепенно испаряются. На больших же высотах, где температура около 660 К, такие вещества подвергаются реконденсации.

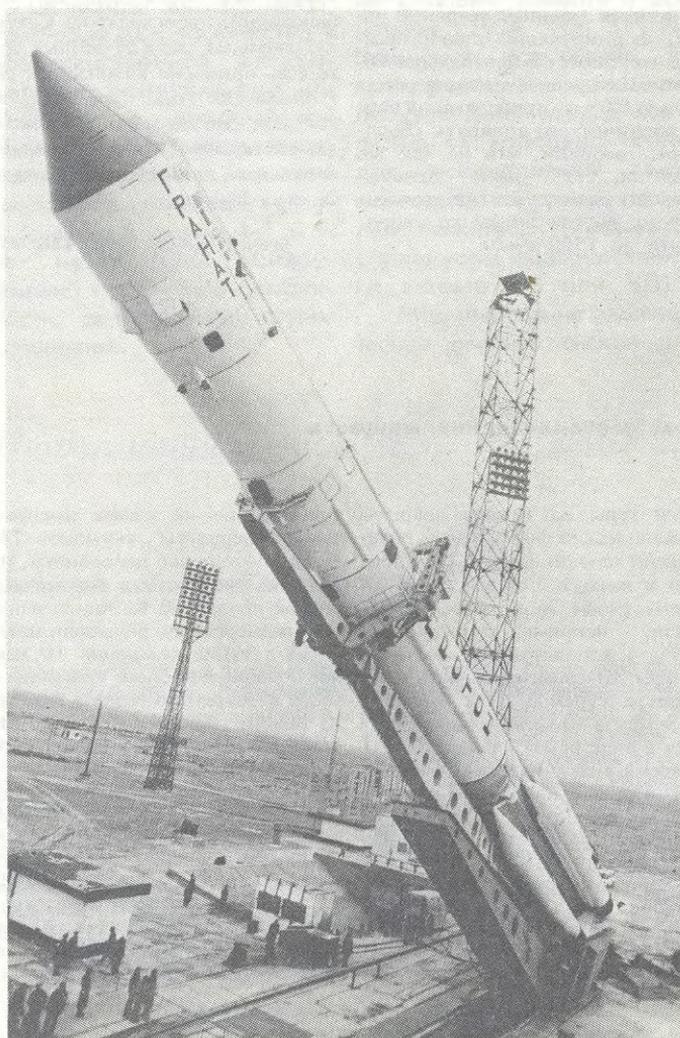
В течение примерно 10 млн лет подобный процесс может привести к покрытию горных вершин на Венере тонким слоем ярко отражающего металла (измеряемым многими миллиметрами).

Несмотря на экзотичность, эта гипотеза выглядит достаточно правдоподобной.

Journal of Geophysical Research, 1995, 100, 1553
New Scientist, 1995, 145, 20

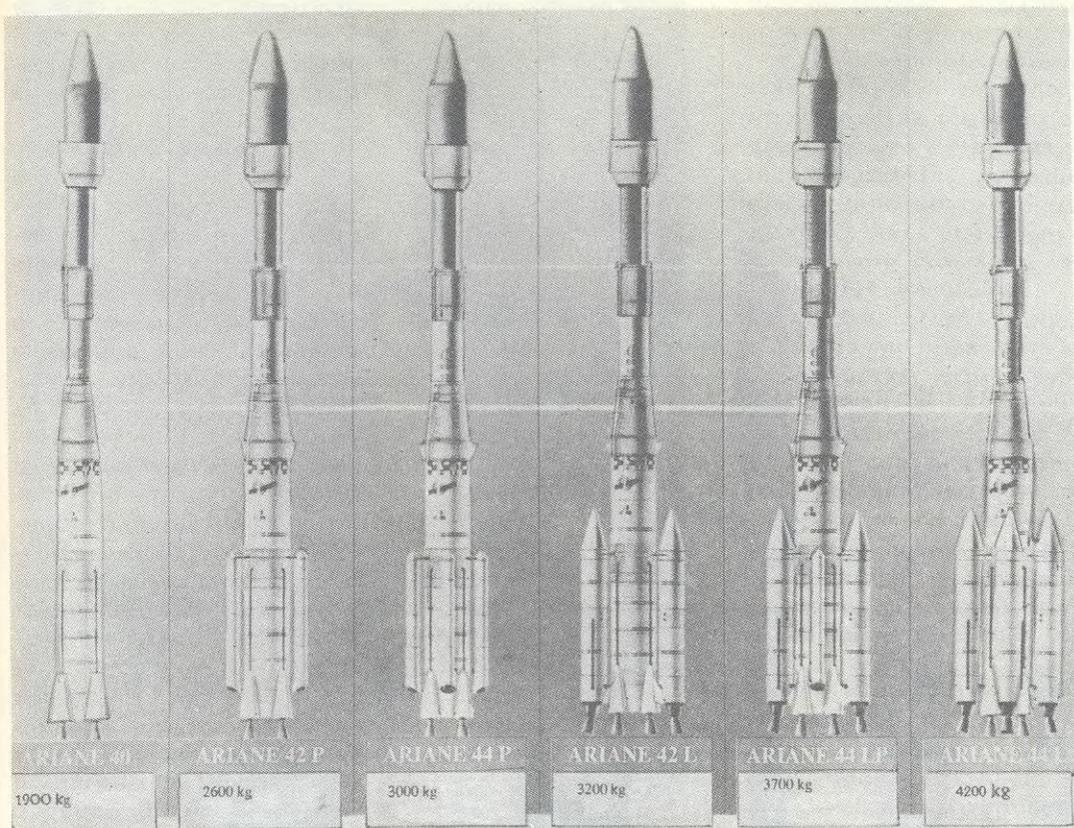
Состояние рынка коммерческих запусков

Д. А. МЕДВЕДЧИКОВ
ГКНПЦ им. М. В. Хруничева



Освоение космического пространства и его практическое использование вызвали коммерческий интерес к ракетно-космической технике (РКТ) и технологии. Среди основополагающих тенденций развития космонавтики одной из ведущих стала экономическая эффективность и целесообразность космической деятельности.

Международный рынок космических услуг и результатов космической деятельности находится в постоянном развитии с постепенными, а иногда и скачкообразными изменениями. На нем пока еще отсутствуют установившиеся цены на предоставляемые виды РКТ и услуги, не существуют разработанные научно обоснованные методики и критерии определения и сопоставления их стоимости. В то же время крупнейшие аэрокосмические фирмы Западной Европы и США развивают свою деятельность по приклад-



Ракеты-носители «Ариан»

семейства

ному использованию космического пространства на коммерческой основе.

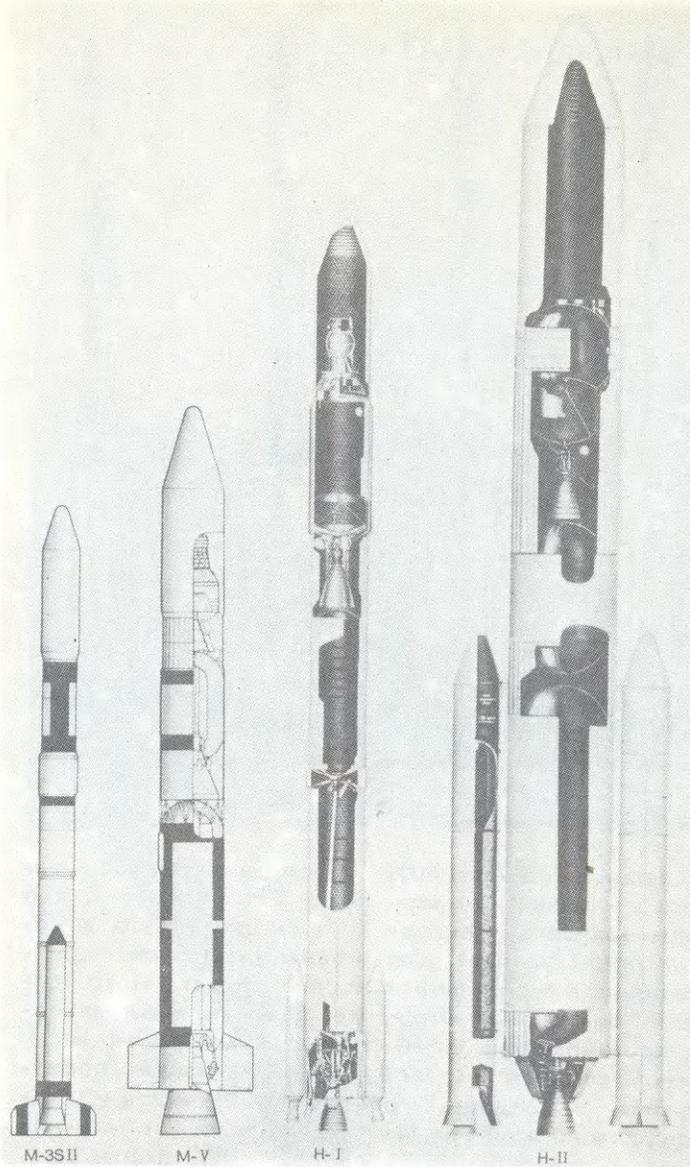
На сегодняшний день наиболее острая конкурентная борьба происходит на рынке запусков коммерческих космических аппаратов (КА) между компаниями, предоставляющими транспортные услуги по их выведению. Господствующее положение на нем занимает западноевропейский консорциум «Арианспейс», потеснивший в конце 80-х гг. американские фирмы и

владеющий сейчас 60% мирового рынка коммерческих запусков. Консорциум предоставляет для выведения КА ракеты-носители семейства «Ариан», производимые французской фирмой «Аэропасьяль». Создано 6 модификаций этой РН. На основе трехступенчатой ракеты, комплекта из двух жидкостных или твердотопливных ускорителей разработано семейство ракет, позволяющее выводить на переходную орбиту КА массой от 1,9 т (без ускорителей) до 4,2 т (с четырьмя ускорителями). При этом большинство выводимых на орбиту КА составляют коммерческие геостационарные спутники связи массой до 1,2 т.

Средняя стоимость запуска РН «Ариан» около 70 млн долл., что в сочетании с высокой надежностью ракет этого семейства привлекает потенциальных клиентов.

Американские производители РН типов «Дельта», «Атлас» и «Титан» владеют 30% долей рынка.

Основными показателями, определяющими положение различных типов РН на рынке, являются общая стоимость запуска КА и надежность РН, от которой зависят соблюдение плановых сроков запуска КА и безаварийное выведение его на рабочие орбиты. Общая стоимость запуска складывается из затрат на изготовление РН, расхо-



Ракеты-носители Японии

дов на предстартовую подготовку и страхование запуска. По этому показателю у РН «Ариан-4» значительное преимущество по сравнению с РН США, которые к тому

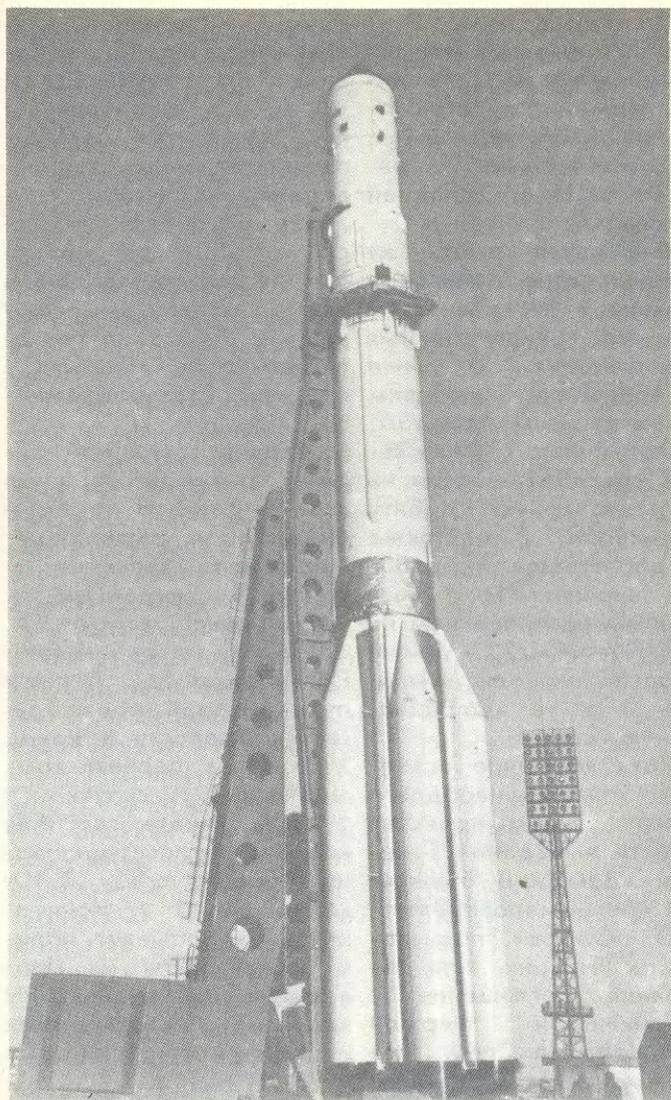
же имеют низкие темпы запусков, связанные с принятыми технологическими процессами предстартовой подготовки и с устаревшей технологией самих РН.

Несмотря на то, что стоимость запуска РН «Дельта» ниже стоимости запуска РН «Ариан-4» последняя способна осуществлять выведение на

промежуточную орбиту 2-х спутников одновременно, а это вдвое удешевляет запуск спутника для заказчика.

От надежности РН и КА зависит и величина страховых взносов за запуск. Она может достигать 20% от стоимости КА, что составляет значительную сумму из-за очень высокой стоимости современных КА связи. Поэтому консорциум «Арианспейс» организовал свою собственную страховую компанию, которая занимается не только вопросами, связанными с договорами страхования, но и предоставляет заказчикам право на внеочередной повторный запуск его КА в случае аварийного пуска. Все это позволило консорциуму «Арианспейс» выиграть в конкурентной борьбе с американскими фирмами и занять лидирующее положение на рынке коммерческих запусков.

В начале 90-х гг. на рынок коммерческих запусков вышел Китай со своими РН семейства «Великий поход» и активно стремится упрочить свое положение на нем. Китайскими РН запущен ряд спутников связи для Австралии, Пакистана, Швеции и Гонконга. К 2000 г. Китай планирует вывести в космос 25-30 КА иностранного производства, и его представители полагают, что конкурентоспособность их РН может быть довольно высокой за счет значительно более низких цен на запуски в космос, по сравнению с западноевропейскими и американскими РН. Сей-



Ракета-носитель «Протон» на стартовой позиции

час в стадии разработки находятся пять новых ракет, которыми планируется осуществлять коммерческие запуски.

Ожидается появление на рынке и РН Японии,

которая, произведя в 1994 г. пуски РН «Н-2», стала обладать носителем, способным выводить в космос КА в широком диапазоне масс. Ракета выводит на низкую околоземную орбиту КА массой до 10 т, а на геостационарную — до 2 т. В период 1994-97 гг. планируется осуществить этой РН запуски 7 КА японского производства. Однако ее коммерческое

использование возможно только после значительного совершенствования конструкции и технологии производства с целью существенного удешевления запуска (в настоящее время примерно 145 млн долл.), что значительно превышает стоимость запуска РН «Ариан-4».

Кроме этого, Япония в состоянии проводить не более двух пусков этой РН в год и в течение лишь двух месяцев в году, что связано с режимом рыболовства в акватории Тихого океана. По этим причинам японские специалисты оценивают возможность коммерческого использования РН «Н-2» только в долгосрочной перспективе — после 2000 г.

Предложения российских производителей РН по запуску коммерческих КА вызвали беспокойство западноевропейских и американских компаний. **Российские ракеты значительно дешевле и обладают высокой надежностью.** Основной российской РН, предлагаемой для запуска коммерческих КА, является созданная еще в конце 60-х гг. РН «Протон» (разработчик и производитель — ГКНПЦ им. М. В. Хруничева), которая считается одной из самых надежных РН мира (98% всех запусков ракет этого типа были успешными). По показателю надежности «Протон» превосходит американские РН «Дельта», «Титан», «Атлас» и западноевропейскую РН «Ариан».

Образованное в 1993 г. совместное предприятие

«Локхид-Хруничев-Энергия Интернешнл», в которое вошли такие крупнейшие российские производители ракетно-космической техники, как ГКНПЦ им. М. В. Хруничева, РКК «Энергия» им. С. П. Королева и американская фирма «Локхид», объявило о получении после контракта на запуск КА «Инмарсат» заказов на запуски КА «Протон» на сумму 1,0 млрд долл. Кроме этого, РН «Протон» является единственным в мире носителем, способным выводить КА непосредственно на геостационарную орбиту.

Пытаясь ограничить конкурентоспособность китайских и российских ракет, США заключили соглашения с Китаем и Россией об ограничении количества запусков коммерческих КА РН этих стран и установлении на них ценовых ограничений под угрозой запрета на запуски с их территорий КА, в которых используются американские технологические решения и компоненты.

Так, в 1993 г. США и Россия подписали соглашение, предоставляющее российским производителям возможность заключать контракты на проведение максимум 8 запусков КА на геостационарные орбиты до 31 декабря 2000 г. При этом контракты на осуществление запусков на низкие околоземные орбиты будут рассматриваться в каждом отдельном случае. Соглашение предусматривает и необходимость в проведении консультаций,

если предлагаемая Россией стоимость запуска оказывается на 7,5% ниже наименьшей стоимости за такой же запуск, осуществляемый компаниями США и Западной Европы.

Стремится выйти на международный рынок и Украина с РН «Зенит» в двух- и трехступенчатых модификациях, а также ее вариантов с морским и воздушным стартом. Трехступенчатая РН «Зенит» способна вывести на геостационарную орбиту КА массой 2 т. Также предполагается разработать вариант РН с воздушным базированием на самолете Ан-225 «Мрия», который позволит вывести 1 т на геостационарную орбиту.

Хотя успешное освоение международного рынка коммерческих средств выведения ракетами «Зенит» в ближайшее время маловероятно, НПО «Южное», производитель РН этого типа, заключило соглашение с американской фирмой «Коммерциал Спейс Менеджмент» о маркетинге ракет «Зенит» за рубежом.

Желая повысить конкурентоспособность своих ракет, **пять ведущих аэрокосмических фирм США («Боинг», «Дженерал дай-нэмикс», «Локхид», «Мартин Мариетта», «Рокуэлл интернэшнл») объединили свои усилия по выработке концепции создания РН нового поколения, которые смогут заменить ныне существующие.** В то же время эти фирмы ведут работы по модификации своих ракет. Так,

фирма «Дженерал дай-нэмикс» начала производство РН «Атлас-2AS», «Локхид» разрабатывает РН семейства «ЛЛВ», предназначенные для выведения на низкую околоземную орбиту КА массой от 1,04 до 3,63 т. Эти РН должны заполнить пробел между существующими РН малой грузоподъемности «Пегас» и средней грузоподъемности «Дельта».

Страны Западной Европы, пытаясь сохранить свое лидерство на международном рынке коммерческих запусков и учитывая тенденцию к увеличению массы КА, с 1987 г. разрабатывают РН «Ариан-5», первый пуск которой предполагается провести в конце 1995 г., а первый коммерческий запуск — в 1996 г. Ракета способна вывести на геостационарную орбиту сразу 2 КА массой по 1 т. Консорциум рассчитывает получить контракты на проведение 14 пусков РН «Ариан-5», которые планируется осуществить в 1996-97 гг.

Специалисты консорциума «Арианспейс» рассчитывают, что к 2000 г. РН «Ариан-5» станет наиболее эффективным транспортным средством доставки КА в космос.

В связи с возникновением в начале 90-х гг. потребности в выведении на низкие околоземные орбиты «малых» КА, фирмы США начали разработку РН малой грузоподъемности. Кроме этого, в США рассматривается возможность переоборудования

снимаемых с вооружения межконтинентальных баллистических ракет (МБР) для проведения с их помощью запусков на коммерческой основе. Так, подпадающие под Договор по СНВ МБР «Минитмен-2» предлагается использовать для выведения на околоземную орбиту исследовательской аппаратуры, телескопов и спутников связи. Ракета «Минитмен» способна доставить на орбиту КА массой около 158 кг.

Производители китайской РН «Великий поход-2С» и российской «Протон» заключили контракты с американской фирмой «Моторола» на запуск малых КА системы спутниковой связи «Иридиум». 21 КА должен быть выведен РН «Протон», 5 — РН «Великий поход-2С» и 40 — американской РН «Дельта-2». Успех РН «Дельта-2» в получении контракта на запуски КА «Иридиум», возможно, приведет к тому, что эта РН станет одним из основных носителей на рынке «малых» КА.

Контракт на запуск 21 КА системы «Иридиум» РН «Протон» не подпадает под согласованные с США квоты, т. к. КА «Иридиум» должны выводиться на низкую околоземную орбиту, а квоты распространяются на запуски на геостационарную орбиту.

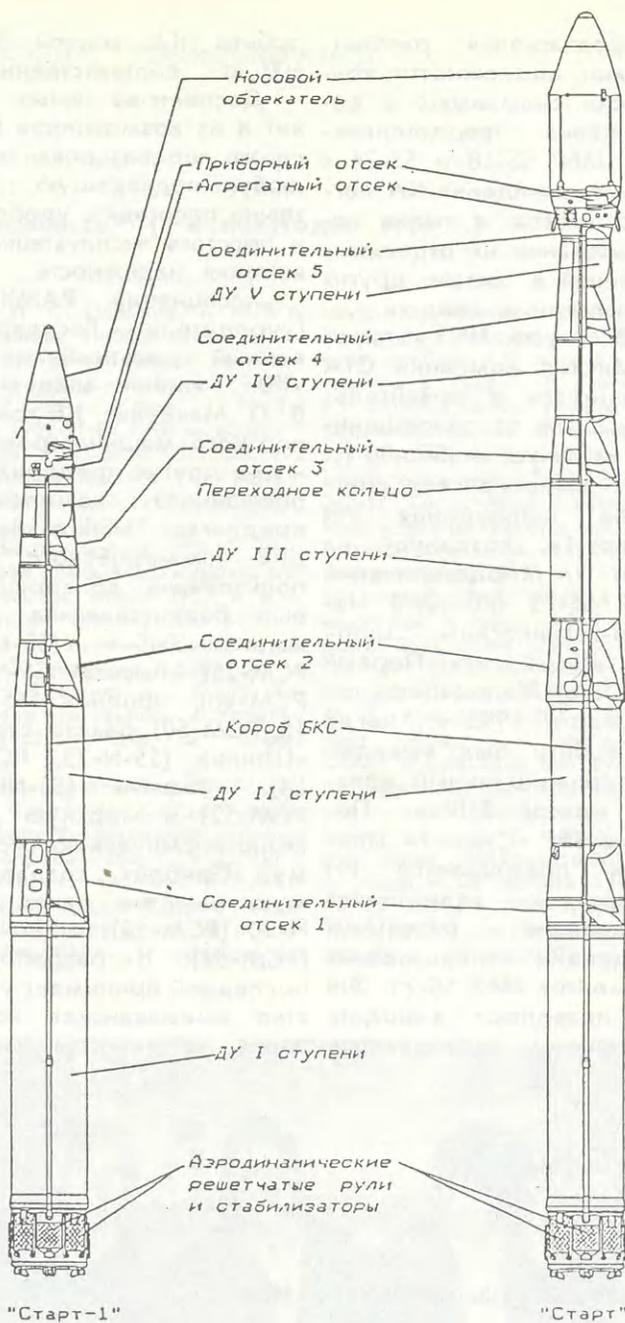
С этой же целью активно предлагаются и российские конверсионные ракеты. Так, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева и германская «Дойче Аэроспейс АГ» создали совместное предприятие для

осуществления коммерческих запусков КА при помощи РН «Рокот», созданной на базе МБР SS-19 (РС-18). РН «Рокот» способна вывести на низкую орбиту КА массой до 2 т.

Ракеты-носители «Старт»

семейства

НПО «Южное» (г. Днепропетровск) и французская компания



"Старт-1"

"Старт"

«Аэроспасьяль» рассматривают возможности конверсии снимаемых с вооружения твердотопливных МБР SS-18 и SS-24 с целью выведения КА легкого класса, а также использования их отдельных ступеней в составе других транспортных средств.

В августе 1993 г. американская компания СТА обратилась к правительству США за разрешением на запуск в 1995-96 гг. двух американских спутников наблюдения РН «Старт-1», созданной на базе твердотопливной МБР SS-25 (РС-12М) Научно-техническим центром «Комплекс». Первый пуск этой РН осуществлен 25 марта 1993 г., когда на орбиту был выведен экспериментальный аппарат массой 260 кг. Помимо РН «Старт-1» Центром предлагается РН «Старт», являющаяся дальнейшим развитием концепции использования элементов МБР SS-25. Эти РН позволяют выводить на низкие околоземные

орбиты КА массой 350-600 кг соответственно.

Достоинства новых ракет в их возможности быстро перебазирования на любую подходящую стартовую площадку, удобство и простота эксплуатации и высокая надежность.

Ассоциация РАМКОН (учредители — Государственный ракетный центр «КБ имени академика В. П. Макеева», КБ транспортного машиностроения и ряд других предприятий оборонного комплекса) предлагает использовать для коммерческого использования конверсионные баллистические ракеты «Зыбь» (SS-N-6, РСМ-25), «Высота» (SS-N-8, РСМ-40), «Волна» (SS-N-18, РСМ-50), ракеты серии «Штиль» (SS-N-23, РСМ-54), «Риф-М» (SS-N-20, РСМ-52) и морскую ракетно-космическую систему «Прибой», создаваемую на базе ракет SS-N-20 (РСМ-52) и SS-N-23 (РСМ-54). В разработке последней принимает участие американская компания «Инвесторы мор-

ских пусков». Достоинством всех этих систем является то, что КБ им. академика В. П. Макеева предлагает широкий спектр различных носителей с массой выводимых КА от 265 кг до 2,4 т, которым не нужны дорогостоящие космодромы и отчуждаемые земли. Благодаря этому, появляется возможность проводить запуски практически с любой точки Мирового океана.

По мнению специалистов Индии и Бразилии, на выход на рынок запусков «малых» КА в будущем могут рассчитывать и РН «ПСЛВ» и «ВЛС» этих стран.

Таким образом, свои транспортные услуги по выведению в космос коммерческих КА предлагают значительное количество компаний и фирм, имеющих в своем распоряжении большой парк РН различной грузоподъемности, что, вероятно, еще больше обострит конкурентную борьбу между ними и приведет к снижению стоимости услуг по запуску.

Информация

Новые загадки астероида Ида

28 августа 1993 г. автоматическая межпланетная станция «Галилео» прошла в непосредственной близости от астероида Ида. При этом было сделано открытие: данное небесное тело обладает собственным спутником, чего до сих пор никогда не приходилось наблюдать

у астероидов. Крошечному спутнику дали название Дактиль.

С сентября того же года АМС «Галилео» продвигается на встречу с Юпитером. Получаемые данные продолжают «поставлять» сенсационные известия. Изучение изображения Иды позволило опреде-

лить, что ее отличает крайне неправильная форма. Сотрудник Института планетарных наук в Тусоне (штат Аризона, США) Кларк Чепмен полагает, что это объясняется «составной» структурой Иды, сложенной из нескольких разнородных фрагментов.

(Продолжение см. на стр. 66)

Полет станции «Мир» продолжается* (1-е полугодие 1995 г.)

Для пилотируемой космонавтики 1995-й год вполне достоин названия «международный». Двадцатилетие совместного экспериментального полета и стыковки 17 июля 1975 г. советского космического корабля «Союз-19» с американским кораблем «Аполлон» отмечены новым успехом. С орбитальным комплексом «Мир» стыковалась многоразовая орбитальная станция «Атлантис».

Семнадцатая основная экспедиция (ЭО-17) в составе **Викторенко А. С.** (201-й космонавт мира, 62-й летчик-космонавт СССР), **Кондаковой Е. В.** (317-й космонавт мира, 7-й космонавт РФ) и **Полякова В. В.** (207-й космонавт мира, 66-й летчик-космонавт СССР) завершила свою работу 22 марта 1995 г. успешной посадкой спускаемого аппарата корабля «Союз ТМ-20». Как известно, этот корабль стартовал 4 октября 1994 г. В экипаже (позывной «Витязь») были **А. Викторенко**, **Е. Кондакова** и **Ульф Мерibold** (Ulf Merbold, 131-й астронавт мира, 1-й астронавт ФРГ, ЕКА). **У. Мерibold** вернулся на Землю 4 ноября 1994 г. вместе с экипажем ЭО-16 — **Ю. Маленченко** (308-й космонавт мира, 6-й космонавт РФ) и **Т. Мусабаяевым** (309-й космонавт мира, 1-й космонавт Казахстана) на «Союзе ТМ-19».

Командир ЭО-17 Герой Советского Союза **Викторенко Александр Степанович** родился 29 марта 1947 г. в селе Ольгинка Сергеевского р-на Северо-Казахстанской обл.

В 1969 г. окончил Оренбургское высшее военно-авиационное училище летчиков

им. **И. С. Полбина**. С 1978 г. в отряде космонавтов.

Четыре полета в качестве командира экипажей: 22.07-30.07.1987 — «Союз ТМ-3», 6.09.1989-19.02.1990 — «Союз ТМ-8» и ЭО-5; 17.03-10.08.1992 — «Союз ТМ-14» и ЭО-11; 4.10.1994-22.03.1995 — «Союз ТМ-20» и ЭО-17.

Борт-инженер ЭО-17 **Кондакова Елена Владимировна** родилась 30 марта 1957 г. в г. Мытищи Московской обл. В 1980 г. окончила МВТУ им. **Н. Э. Баумана**, работает в РКК «Энергия» им. **С. П. Королева**. Готовилась к полетам с 1989 г. Это ее первый полет.

Космонавт-исследователь Герой Советского Союза **Поляков Валерий Владимирович** родился 27 апреля 1942 г. в г. Туле. В 1965 г. окончил 1-й Московский орден Ленина медицинский институт им. **И. М. Сеченова**. Кандидат медицинских

наук, заместитель директора Института медико-биологических проблем. К полетам готовился с 1972 г. **В. Поляков** во втором своем полете работал на орбите с 8 января 1994 г. («Союз ТМ-18») в составе экипажей ЭО-15, ЭО-16, ЭО-17. Он установил абсолютный мировой рекорд продолжительности космического полета, равный 437 сут 17 ч. 58 мин. До этого рекорд принадлежал экипажу ЭО-3 — Героям Советского Союза **В. Г. Титову** (118-й астронавт мира, 54-й космонавт СССР) и **М. Х. Манарову** (203-й астронавт мира, 63-й космонавт СССР) и равнялся 366 суткам. **В. Полякову** принадлежит и абсолютный рекорд по «общему налету». В первом полете (врач-исследователь ЭО-3 и ЭО-4) с 29 августа 1988 г. по 27 апреля 1989 г. («Союз ТМ-6/ТМ-7») он находился 240 сут 22 ч. 35 мин. Суммарное



Экипаж корабля «Союз ТМ-20» перед стартом. Слева направо: **У. Мерibold**, **А. Викторенко**, **Е. Кондакова**. Фото **С. А. Герасютина**

* Продолжение. Начало см.: 1986, №№ 3-5; 1987, №№ 2-6; 1988, №№ 1-6; 1989, №№ 1-3; 1990, №№ 1-6; 1991, №№ 1-6; 1992, №№ 2-6; 1995, №№ 2, 4.



время космического рекордсмена составляет 678 сут. 16 ч. 33 мин. Второй результат у М. Манарова — 541 сут. (за два полета), а третий у А. Викторенко — 488 сут. за четыре полета.

Абсолютной мировой рекордсменкой среди женщин стала Е. Кондакова, пролетав 169 сут. 5 ч. 21 мин. Этот результат превышает любые достижения зарубежных космонавтов и астронавтов не только среди женщин.

За пять с половиной месяцев на станции «Мир» экипаж ЭО-17 выполнил обширную программу, проводя астрофизические, геофизические, технологические и технические эксперименты. Не имеют аналогов длительные исследования по внеатмосферной астрономии, проводимые с использованием международной орбитальной обсерватории

«Рентген», установленной на модуле «Квант». Более восьми лет ее телескопы ведут постоянные наблюдения за различными рентгеновскими источниками Вселенной.

С использованием магнитного спектрометра «Мария» регулярно проводились эксперименты по исследованию корреляции интенсивности потоков элементарных заряженных частиц высоких энергий космических излучений и сейсмической активности на планете. Выполнен большой объем фотосъемок и спектрометрирования различных регионов планеты по программе исследования природных ресурсов Земли и окружающей среды. Участие врача В. Полякова позволило на высоком уровне реализовать программу медицинских исследований.

Восемнадцатая основная экспедиция (ЭО-18). Отлич-

ительная особенность — участие американского астронавта Нормана Тагарда, раньше иностранцы включались только в экспедиции посещения.

Этому событию предшествовали два полета МТКК «Спейс Шаттл». 3-11 февраля 1994 г. на орбитальной ступени «Дискавери» (STS-60) в американском экипаже: командир Чарльз Боулден (Charles Bolden; 196-й астронавт мира, 117-й США), пилот Кеннет Рейтлер (Kenneth Reightler; 255-й астронавт мира, 160-й астронавт США), специалисты Франклин Чанг-Диаз (Franklin Chang-Diaz; 197-й астронавт мира, 118-й астронавт США), Джен Дэвис (Jan Davis; 280-й астронавт мира, 175-й астронавт США), Рональд Сига (Ronald Sega; 306-й астронавт мира, 193-й астронавт США), летал Герой Советского Союза и Герой Российской Федерации Сергей Крикалев (209-й космонавт мира, 67-й летчик-космонавт СССР). Через год (3-11 февраля 1995 г.) состоялся полет STS-63 той же ступени, в американском экипаже присутствовал Герой Советского Союза Владимир Титов. Командовал экипажем Джеймс Уэтерби (James Wetherbee; 223-й астронавт мира, 134-й астронавт США), пилотом была Эйлин Коллинз (Eillen Marie Collins; 321-й астронавт мира, 203-й астронавт США), специалистами — Майкл Фолл (Michael Foale; 268-й астронавт мира, 168-й астронавт США), Бернард Харрис (Bernard Harris; 290-й астронавт мира, 182-й астронавт США), Дженис Восс-Форд (Janice Voss-Ford; 295-й астронавт мира, 185-й астронавт США). Были осуществлены сближение и облет орбитального комплекса «Мир». Минимальное расстояние от ступени «Дискавери» до андрогенного стыковочного узла на модуле «Кристалл» составляло 11 м. Отработывался подход к этому узлу для будущей стыковки с «Атлантисом».

Главная цель совместных полетов по программе «Мир-Шаттл» — объединение усилий для создания международной



Астронавт Р. Гибсон (слева) и Г. А. Полтавец, автор статьи. Фото В. А. Пашкевича

орбитальной станции «Альфа», запуск первого модуля которой планируется осуществить в 1997 г., а сборку полностью завершить в 2002 г. Участие в разработке МОС и подготовке своих модулей принимают также Канада, Япония и Европейское космическое агентство (ЕКА).

14 марта 1995 г. с космодрома Байконур в Республике Казахстан стартовал космический корабль «Союз ТМ-21» с экипажем ЭО-18 (позывной «Ураган») в составе: командир **Дежуров В. Н.** (1-й полет), бортинженер **Стрекалов Г. М.** (5-й полет), американский астронавт-исследователь **Тагард Н. И.** (5-й полет), Их дублерами (позывной «Родник») были Соловьев А. И. (3 полета), Бударин Н. М. (не летал), Данбар Б. Дж. (3 полета). Дублеры затем были включены в экипаж «Атлантика» (STS-71) с командиром Робертом Гибсоном (Robert L. «Hoot» Gibson; 132-й астронавт мира, 66-й астронавт США), пилотом Чарльзом Прекортом (Charlie Precourt; 289-й астронавт мира, 181-й астронавт США), специалистами — Эллен Бейкер (Ellen Baker; 220-й астронавт мира, 131-й астронавт США), Грегори Харбо (Gregory Harbaugh; 244-й астронавт мира, 151-й астронавт США).

Командир ЭО-18 **Дежуров**

Владимир Николаевич родился 30 июля 1962 г. в пос. Явас Zubovo-Полянского р-на Мордовской АССР. В 1979 г. окончил Харьковское высшее военное-авиационное училище летчиков им. С. И. Грицевца. С 1987 г. — в отряде космонавтов. В 1994 г. заочно окончил ВВА им. Ю. А. Гагарина.

После этого полета Дежуров стал 8-м космонавтом РФ и 325-м астронавтом в мире. Бортинженер ЭО-18 дважды Герой Советского Союза **Стрекалов Геннадий Михайлович** (99-й космонавт мира, 49-й летчик-космонавт СССР) родился 28 октября 1940 г. в г. Мытищи Московской обл.

В 1965 г. окончил МВТУ им. Н. Э. Баумана, работает в РКК «Энергия» им. С. П. Королева. Готовиться к полетам начал с марта 1973 г. Участвовал в четырех полетах: 27.11-10.12.1980 — инженер-

исследователь на корабле «Союз Т-3» и на орбитальной станции «Салют-6»; 20-22.04.1983 при полете «Союза Т-8» не удалось состыковаться с «Салютом-7»; аварийный старт «Союз Т-10А» 26.09.1983; 3-11.04.1984 — бортинженер советско-индийского экипажа корабля «Союз Т-11» и станции «Салют-7»; 1.08.-10.12.1990 —

бортинженер корабля «Союз ТМ-10» и ЭО-7 станции «Мир».

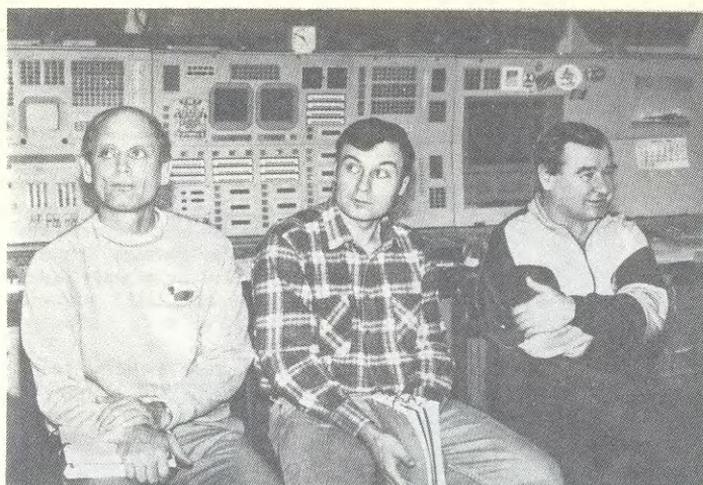
Астронавт-исследователь NASA **Норман Тагард** (Norman Thagard; 122-й астронавт мира, 58-й астронавт США) родился 3 июля 1943 г. в г. Марианна, штат Флорида.

С 1966 г. — магистр технических наук. В 1977 г. получил диплом врача в Юго-Западном колледже штата Техас. В отряде астронавтов с января 1978 г. Совершил на МТКК «Спейс Шаттл» четыре полета общей продолжительностью 25 суток в качестве специалиста по операциям на орбите: 18-24.06.1983 — «Челенджер», STS-7; 29.04-6.05.1985 — «Челенджер», STS-51B; 4-8.05.1989 — «Атлантика», STS-30; 22-30.01.1992 — «Дискавери», STS-42.

В марте 1994 г. приступил к занятиям в ЦПК им. Ю. А. Гагарина.

16 марта в 12 ч 16 мин 51 с (ДМВ) проведена стыковка «Союза ТМ-21» со станцией «Мир», которая к тому времени совершила над Землей 51 850 витков. По телевидению были показаны приветствия Лены и Нормана. С успешной стыковкой космонавтов поздравили Генеральный директор РКК Ю. Н. Коптев и Генеральный директор РКК «Энергия» Ю. П. Семенов, а также первый помощник директора NASA по космическим полетам Уэйн Литтл. С участием большой группы американских журналистов активно прошла в ЦУПе пресс-конференция, которую провели Ю. Н. Коптев, командующий космическими частями МО генерал-полковник Иванов В. Л., посол США Томас Пикеринг и Уэйн Литтл.

Экипажу ЭО-18 было поручено принять новый модуль «Спектр». Его стыковка (после 12 суток свободного орбитального полета) с комплексом «Мир» состоялась 1 июня 1995 г. в 3 ч 56 мин 38 с. Затем космонавты перестыковали этот модуль на боковой узел, а на основной перестыковали модуль «Кристалл» с андрогенным узлом для при-



Экипаж корабля «Союз ТМ-21». Слева направо: Н. Тагард, В. Дежуров, Г. Стрекалов. Фото С. А. Герасютина

ема многообразной орбитальной ступени «Атлантис». Потребовались выходы в открытый космос В. Дежуров и Г. Стрекалова. Были проблемы с раскрытием панелей солнечных батарей «Спектра». Масса модуля 19,3 т (на старте 23,5 т). Объем герметичного корпуса 62 м³, длина 14,44 м, максимальный диаметр 4,1 м. Размах кремниевых солнечных батарей 23,3 м, площадь основных панелей равна 56 м², а дополнительных — 76 м². Основа конструкции — приборно-агрегатный отсек, который после

стыковки и открытия люков присоединяется к общему объему обитаемых отсеков станции.

На модуле размещена научная аппаратура суммарной массой 2,15 т, из них 0,7 т аппаратуры NASA. Состав научной аппаратуры:

— аппаратура для медико-биологических экспериментов (США, NASA);

— европейское научное экспозиционное оборудование (ЕКА);

— аппаратура «Астра» для исследования собственной

внешней атмосферы вокруг станции (РФ);

— аппаратура «Рябина-4П» для изучения космического излучения (РФ);

— лидар «Балкан» (РФ);

— фотографический комплекс «Природа-5» (РФ);

— спектрометр «Мирас» (Бельгия-РФ);

— спектрометры «Феникс» и «Фаза» (РФ);

— детектор межзвездного газа «КОМЗА» (Швейцария-РФ);

— биноклярный радиометр 286К (РФ);

— УФ-спектрорадиометр «БРИЗ» (РФ);

— фотометр ЭФО-2 (РФ);

— аппаратура «Гриф-1» и «Гаурас» для исследования потоков заряженных частиц и электромагнитного излучения (РФ);

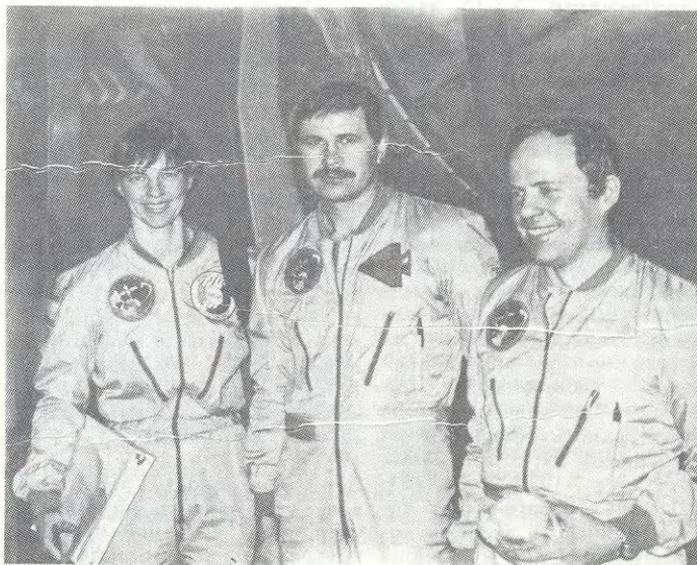
— приборы «Струя», «Теплофизика», «Коэффициент» для исследования свойств материалов в условиях космоса (РФ).

В ходе полета экипажа ЭО-18 по программе «Мир-Шаттл» проводились научные исследования и эксперименты по шести основным направлениям космической медицины и биологии:

1. Исследования обмена веществ. Изучались пробы крови, мочи, слюны, питьевой воды, выдыхаемого воздуха. Часть из них анализировалась сразу же на станции при помощи портативного биохимического анализатора. Впервые основная информация получена во время полета, а не только до и после полета. Проведены следующие эксперименты:

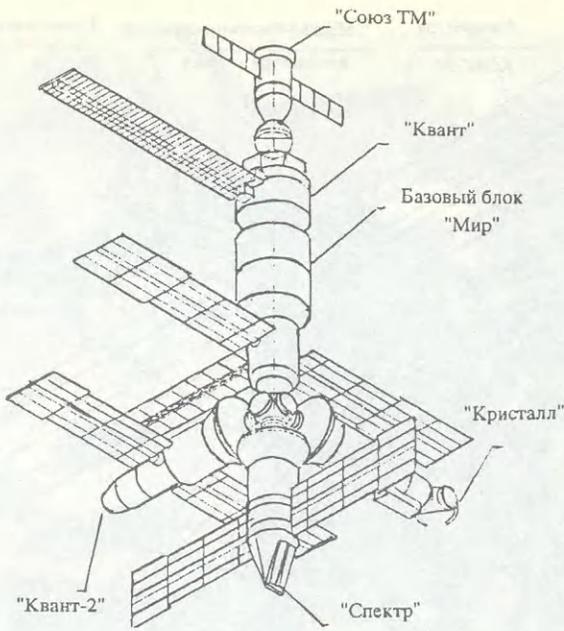
а) водно-минеральный обмен и его регулирование во время продолжительного пребывания космонавтов в невесомости;

б) оценка риска образования камней в почках и мочевыводящих путях в связи с повышенным выведением из организма кальция;



Дублиры экипажа корабля «Союз ТМ-21». Слева направо: Б. Данбар, Н. Бударин, А. Соловьев. Фото С. А. Герасютина

**Орбитальный комплекс «Мир»
после стыковки с модулем
«Спектр»**



- в) метаболические реакции при физических упражнениях на велоэргометре;
- г) выявление и оценка динамики функций эритроцитов во время и после полета, а также изучение изменений в массе циркулирующих эритроцитов и их свойств;
- д) изменение фармакокинетических параметров (опре-

- деление уровня всасываемости, биодоступности и выведения медикаментов) и физиологических функций при фармакологических пробах (активность желудочно-кишечного тракта и печени, корреляция между ними);
- е) изучение причин и мер профилактики потери костной массы, обусловленной вымы-

ванием в невесомости кальция и приводящей к снижению прочности костей.

2. Изучение сердечно-сосудистой и дыхательной систем:

а) исследование воздействия перераспределения крови по организму в невесомости на ортостатическую устойчивость;

б) оценка в условиях невесомости энергетической стоимости физических упражнений на велоэргометре (непосредственное аппаратное измерение уровня потребления кислорода и выделения углекислого газа, артериального давления и биохимические исследования крови);

в) измерение температуры тела (кожной и внутренней) и потерь тепла за счет испарения с целью изучения процесса терморегуляции у человека во время физических упражнений; при этом для выявления корреляционных механизмов одновременно измерялась частота сердечных сокращений по ЭКГ и проводился эксперимент по предыдущему пункту.

3. Нейросенсорные исследования:

а) оценка работоспособности скелетных мышц в связи с их атрофией, сопровождаемой уменьшением объема, массы и тонуса;

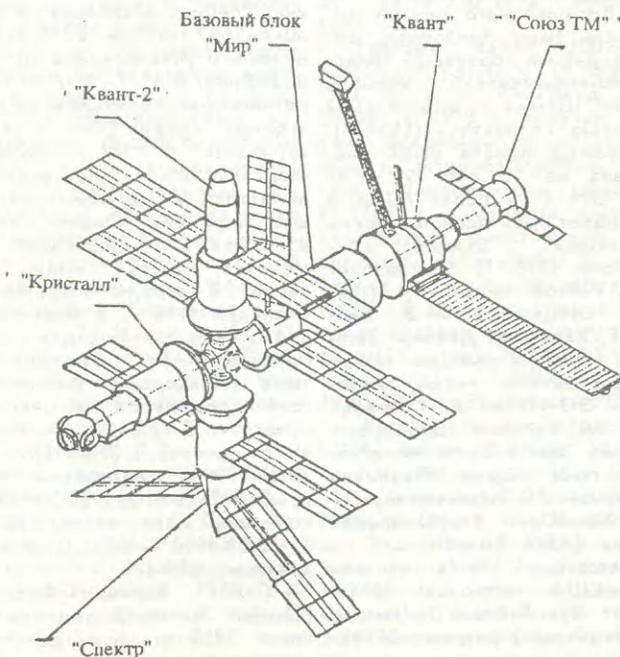
б) влияние сенсорного сигнала (на ступни ног) на позу ожидания с использованием бароботинок.

4. Санитарно-гигиенические исследования по определению количественного и качественного состава микрофлоры в жилых отсеках:

а) сбор микробиологических проб воздуха с последующей доставкой на Землю;

б) сбор проб с определенных участков поверхности интерьера и оборудования станции и доставка их на Землю;

Орбитальный комплекс «Мир» перед стыковкой с кораблем «Атлантис». Модуль «Кристалл» находится на главной оси комплекса





Исследовательский модуль «Спектр»

в) определение микрофлоры воды с оценкой показателей на борту станции и отбором проб для наземного анализа.

5. Изучение радиационной безопасности:

а) сбор и накопление информации о полученных дозах излучения каждым членом экипажа, которые несут один российский и один американский пассивный дозиметр;

б) объем информации с шести точек станции «Мир», из которых в каждой установлено также по два пассивных дозиметра (РФ и США);

в) использование активных дозиметров: российского «Доза А1» и американского тканезквивалентного пропорционального счетчика для сопоставления результатов пассивной и активной дозиметрии.

6. Исследования психофизиологических возможностей и оценка работоспособности анализировались с помощью эксперимента «Пилот» по изучению эффективности режимов ручного управления, операторской деятельности и состояния высших психических функций (познавательных и исполнительных) на

различных этапах космического полета.

7. Фундаментальная биология представлена экспериментом «Инкубатор», в котором изучается развитие на разных стадиях зародышей в яйцах японского перепела.

27 июня 1995 г. с третьей попытки стартовал с комплекса 39А Космического центра им. Кеннеди (мыс Канаверал, шт. Флорида) многоцветный транспортно-космический корабль «Спейс Шаттл» с орбитальной ступенью «Атлантис» (OV-104). Программа полета была рассчитана на 10 сут 19 ч 31 мин. Это 70-й полет МТКК и 14-й полет орбитальной ступени «Атлантис». Экипаж «Атлантиса» (STS-71) возглавляет Р. Х. Гибсон, пилот — Ч. Прекорт, специалисты — Э. Бейкер, Г. Харбо, Б. Данбар. Вместе с ними на станцию «Мир» прибыл экипаж новой экспедиции ЭО-19: А. Я. Соловьев и Н. М. Бударин. Дублерами экипажа ЭО-19 были нелетавший пока Юрий Иванович Онуфриенко и бортинженер Герой РФ Юрий Владимирович Усачев (один полет).

Командир STS-71 капитан ВМС США, астронавт NASA Роберт Хут Гибсон (Robert L. «Hoof» Gibson) родился 30 ок-

тября 1946 г. в г. Куперстаун, шт. Нью-Йорк. В 1969 г. получил степень бакалавра по авиационной технике в Политехническом университете шт. Калифорния. В 1972-75 гг. служил летчиком-истребителем на авианосцах «Корал Си» и «Интерпрайз». В 1977 г. окончил Морскую школу летчиков-испытателей в Патуксент Ривер, шт. Мериленд. Освоил более 45 типов и модификаций самолетов, налетал свыше 6000 часов. В отряде астронавтов с января 1978 г. В настоящее время начальник отдела астронавтов NASA. Совершил четыре космических полета общей продолжительностью 27 суток: 3-11.02.1984 — пилот «Челенджера», STS-41B; 12-18.01.1986 — командир «Колумбии», STS-61C; 2-6.12.1988 — командир «Атлантиса», STS-27; 12-20.09.1992 — командир «Эндревора», STS-47.

Пилот Чарльз Прекорт (Charles Precourt) родился 29 июня 1955 г. в г. Вальтам,



шт. Массачусетс. С 1977 г.— бакалавр по авиационной технике в Академии ВВС США. С 1988 г.— степень магистра по менеджменту в Университете «Голден Гейт». В 1990 г. получил в Военно-Морском колледже США степень магистра по национальной безопасности и стратегическим исследованиям. В 1986 г. закончил Школу летчиков-испытателей ВВС США (база Эдвардс, шт. Калифорния). Освоил 45 типов и модификаций самолетов, налетав свыше 5000 часов. В отряде астронавтов NASA с января 1990 г. Совершил один полет (с 26.04 по 6.05.1993) на корабле «Колумбия» (STS-55) в качестве специалиста, участвуя в проведении экспериментов по немецкой программе «Спейслэб Д-2».

Эллен Бейкер (Ellen Baker) родилась 27 апреля 1953 г. в г. Файетвилль, шт. Сев. Каролина. С 1974 г.— бакалавр по геологии в Университете шт. Нью-Йорк. С 1978 г.— доктор медицины в Корнельском университете. С мая 1984 г. в отряде астронавтов

NASA. Совершила в качестве специалиста два полета общей продолжительностью 19 суток: 18-23.10.1989, «Атлантис», STS-34; 25.06-9.07.1992, «Колумбия», STS-50.

Грегори Харбо (Gregory Harbaugh) родился 15 апреля 1956 г. в г. Кливленд, шт. Огайо. В 1978 г. получил степень бакалавра по авиационным и астрономическим наукам в Университете Пэдьо, а в 1986 г.— магистра физических наук в Хьюстонском университете Клир-Лейк. С июня 1987 г. в отряде астронавтов NASA. В качестве специалиста совершил два космических полета (14 суток): 28.04-6.05.1991, «Дискавери», STS-39; 13-19.01.1993, «Эндревор», STS-54.

Астронавт-исследователь США **Бонни Данбар** (Bonnie Dunbar; 187-й астронавт мира, 112-й астронавт США) родилась 3 марта 1949 г. в г. Саннисанд, шт. Вашингтон. В 1971 г. окончила с отличием Вашингтонский университет, получив степень бакалавра естественных наук. В 1975 г. защитила диссертацию на степень магистра. В 1983 г.

На тренажере комплекса «Мир». Слева направо: члены экипажа STS-71: Ч. Прекорт, Э. Бейкер, Р. Х. Гибсон и Г. Харбо с летчиком-космонавтом С. Крикалевым. Фото В. А. Пашкевича

защитила докторскую диссертацию в области биомедицинской инженерии. Имеет общий налет на самолетах 1050 часов, в том числе свыше 850 часов на реактивных самолетах. В отряде астронавтов NASA с августа 1980 г. Совершила на МТКК «Спейс Шаттл» три полета общей продолжительностью 32 суток в качестве специалиста по операциям на орбите: 30.10-6.11.1985 — «Челленджер», STS-61A; 9-20.01.1990 — «Колумбия», STS-32; 25.06-9.07.1990 — «Колумбия», STS-50.

В марте 1994 г. приступила к занятиям в ЦПК им. Ю. А. Гагарина.

Командир ЭО-19 Герой Советского Союза **Соловьев Анатолий Яковлевич** (205-й кос-

монавт мира, 65-й летчик-космонавт СССР) родился в Риге 16 января 1948 г.

В 1972 г. окончил Черниговское высшее военно-авиационное училище летчиков им. Ленинского комсомола. С 1976 г. в отряде космонавтов. В 1977 г. окончил школу летчиков-испытателей.

Три полета в качестве командира экипажей: 7-17.06.1988 — командир советско-болгарского экипажа посещения на корабле «Союз ТМ-3» и станции «Мир», 11.02-9.08.1990 — «Союз ТМ-9» и ЭО-6 на станции «Мир», 27.07.1992-1.02.1993 — командир советско-французского экипажа корабля «Союз ТМ-15» и ЭО-12 на станции «Мир».

Бортинженер ЭО-19 Бударин Николай Михайлович (не летал) родился 29 апреля 1953 г. в пос. Крия Чувашской АССР. В 1979 г. окончил МАИ им. С. Орджоникидзе. В отряде космонавтов с 1989 г.

Программой STS-71 предусмотрено за пять суток полета в состыкованном со станцией «Мир» виде провести 28 совместных экспериментов и еще 15 — на «Атлантисе» в автономном полете.

...Стыковка со станцией «Мир» была осуществлена 29 июня 1995 г. в 17 ч 00 мин по московскому летнему времени. Активным кораблем был «Атлантис». Комплекс «Мир» ориентирован таким образом, что модуль «Кристалл» своим стыковочным узлом смотрел в центр Земли. Поэтому на ТВ-картинке, представляемой с «Мира» и транслируемой на большой экран ЦУПа, «Атлантис» был виден на фоне облаков, океанов, морей и суши. Примерно в 16 ч 00 мин он

пролетел над Южной Америкой, почти над мысом Горн. В 15 ч 33 мин «Атлантис» переходит экватор. Начинается 53489-й исторический виток станции «Мир». «Атлантис» все время летит примерно на сотню метров ниже станции, экипаж которой ведет телерепортаж. В 15 ч 55 мин начинается заключительный этап сближения. В это время на одном из больших экранов показали сидящих рядом и напряженно наблюдающих за стыковкой Председателя Правительства России В. С. Черномырдина и вице-президента США Альберта Гора. Наконец, в 16 ч 00 мин 15 с, когда станция «Мир» пролетает вблизи Красноярска, слышится долгожданное: «Есть касание, есть механический захват!» На экране с помощью телекамеры, установленной на «Мире», хорошо видна вся процедура последних сантиметров сближения. В ЦУПе свидетелями исторического события стали несколько сот специалистов космонавтики, журналисты обеих стран, руководители отрасли, летчики-космонавты.

После пресс-конференции все снова направились в зал, где транслировались операции открытия люков и встреча экипажей. В 19 ч 30 мин на экранах видно, как не спеша командор Гибсон подплывает к переходному люку, открывает его и останавливается перед входом в новый космический дом...

Расстыковка «Атлантиса» с «Миром» произошла 4 июля в 15 ч 10 мин. Незадолго до ее начала от комплекса «Мир» отошел на расстояние около ста метров корабль «Союз ТМ-21» с космонавтами А. Я.

Соловьевым и Н. М. Будариным, которые провели съемку всего процесса расстыковки, а потом снова вернулись на станцию «Мир». Опытнейший космонавт А. Я. Соловьев продемонстрировал свое мастерство при ручной стыковке с «Миром» (неожиданно на станции отказала бортовая ЭВМ).

Посадка «Атлантиса» с шестью американскими астронавтами, В. Дежуровым и Г. Стрекаловым произошла 7 июля 1995 г. на мысе Канзверал в 17 ч 54 мин.

По программе «Мир-Шаттл» планируется до 1997 г. провести еще шесть стыковок, в которых будет участвовать уже специально оборудованный «Атлантис»: в октябре 1995 г. (STS-74), марте 1996 г. (STS-76), августе 1996 г. (STS-79), декабре 1996 г. (STS-81), мае 1997 г. (STS-84) и сентябре 1997 г. (STS-86).

Итак, работу на орбитальном комплексе «Мир» продолжает 19-я основная экспедиция: А. Я. Соловьев и Н. М. Бударин. Космонавты проведут эксперименты на отечественном и американском оборудовании. Им предстоит выход в космос, но об этом мы расскажем в следующем номере нашего журнала.

*Г. А. ПОЛТАВЕЦ,
доктор технических наук*

(При подготовке статьи использовались справочно-информационные проспекты ЦУПа, материалы NASA, РКК «Энергия» им. С. П. Королева, ЦПК им. Ю. А. Гагарина, ИМБП, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева и информация с пресс-конференций, проводимых в ЦУПе.)

Дрейф материков в докембрии

Н. А. ЯСАМАНОВ,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор
Музей земледования МГУ

Основные геологические события определены наукой для фанерозойской истории Земли (последние 600 млн лет). Чем дальше от современной эпохи, тем все более ненадежными становятся геофизические данные. Палеомагнитные данные позволяют сделать вывод о существовании в протерозое (более 2 млрд лет назад) суперматерика, который дрейфовал как единое целое. Сегодня исследователи склоняются (хотя, конечно, есть и другие точки зрения) к мысли, что механизм дрейфа континентов начал действовать на Земле с самых древнейших периодов ее эволюции.

АРХЕОГЕЯ И ПРОГЕЯ

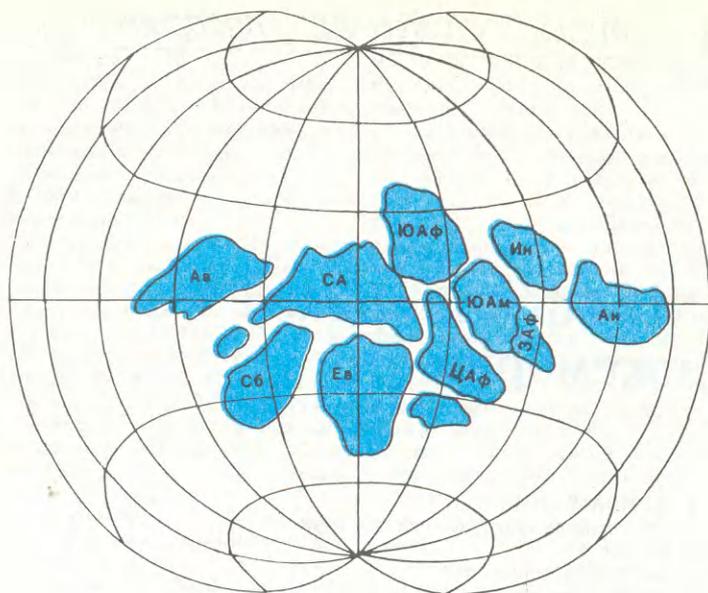
Согласно современным представлениям, Земля как планета сформировалась немногим более 4,5 млрд лет тому

назад. Период формирования Земли (отрезок времени порядка 100 млн лет) называют эпохой аккреции. На второй догеологической стадии развития Земли дифференциация земного вещества происходила довольно энергично. В течение этого времени сформировалось внешнее ядро Земли. Процесс сопровождался выделением значительного количества тепла. С третьей, раннеархейской, стадией, которая началась около 4 млрд лет назад и продолжалась почти 500 млн лет, связано формирование протоконтинентальной или древнейшей земной коры, которая, вероятно, состояла из серых гнейсов. В этот же период времени возникла гидросфера, а первичный состав атмосферы сильно изменился в результате удаления из нее значительной части летучих компонентов и притока га-

зов, выделявшихся из мантии.

Около 3,8 млрд лет назад в экваториальном поясе возникли первые, небольшие по площади, континентальные глыбы. Лишь малая часть первых архейских щитов сохранилась до наших дней. Один из них сейчас располагается в Западной Гренландии, а другой представлен Алданским щитом в Восточной Сибири.

К началу архейского времени земная кора была дифференцирована на протоконтинентальные ядра и разделяющие их протоокеанские пространства. Предполагается, что в раннем архее протоконтинентальные ядра, перемещавшиеся с достаточной большой скоростью, сталкивались. Одни при этом разрушались или создавали горные массивы, а другие столь же стремительно удалялись на значительные расстояния. В какой-то момент



Географическое положение первого гипотетического суперматерика — Археогей. Расстояния между континентами, их очертания и размеры весьма условны. Индексы означают название континентов: Ав — Австралийский, Са — Северо-Американский, ЮАФ — Южно-Африканский, ЗАФ — Западно-Африканский, ЦАФ — Центрально-Африканский, Ан — Антарктический, Ев — Европейский, Сб — Сибирский, Кз — Казахский

большинство из протоконтинентальных ядер оказались сближенными. Возникший ансамбль их можно трактовать как первый в истории Земли гигантский материк. По сравнению с современными континентами площадь этого древнейшего материка была небольшой. И в настоящее время невозможно показать его местоположение и примерные контуры. Связано это с тем, что на протяжении всего последующего времени (а ведь прошло с тех пор около 3,5 млрд лет!) протоконтинентальные ядра, сложенные «серыми гнейсами», претерпели сильные видоизменения. В одном случае они были преобразованы в гранито-гнейсовые комплексы, а в другом — безвозвратно исчезли.

О том, что крупный материк существовал в начале архейской эпохи (зона), предполагали аме-

риканский ученый Дж. Пайпер и член-корреспондент Академии наук России Ч. Борукаев. Академик В. Е. Хаин и автор статьи назвали этот древнейший материк Археогей, или Древнейшей Землей.

Спустя пару сотен миллионов лет сгруппированные в Археогей континентальные массивы стали расклевываться гигантскими трещинами — разломами. Материал от разрушенных континентов сносился в ближайшие бассейны, где осаждался, опускался в недра и под действием высоких температур и давления превращался в гнейсы и кристаллические сланцы. С течением времени расстояние между удаляющимися континентами увеличивалось. Возникли **первые в истории рифтовые системы — «зеленокаменные пояса»** — области, где формировались метаморфизованные горные породы.

Ныне территории зеленокаменных поясов рассматриваются как позднеархейские области перехода от континента к океану, когда континенты разделялись океанскими проторами.

В позднеархейское время мощность и размеры протоконтинентальной коры увеличивались в результате консолидации зеленокаменных поясов и внедрения гранитоидных массивов. Претерпев общее сгущивание, гранитизацию и метаморфизм с замещением одних химических элементов другими, протоконтинентальная кора и продукты переработки архейских пород превратились в конце архея в зрелую континентальную кору.

Быстрые взаимные перемещения континентальных блоков во второй половине архейской эпохи были вызваны действиями мощных тепловых потоков, которые возникли вследствие важнейшего события в истории Земли — выделения в ее недрах плотного железного ядра. Одновременно поверхность Земли непрерывно

подвергалась бомбардировке космическими телами разного размера и другим воздействиям, зависящим, в частности, от положения Солнца в той или иной части его галактической орбиты.

Начало новому стягиванию континентальных ядер положила так называемая кольская эпоха тектоно-магматической и метаморфической активности. Тогда замкнулись океанские пространства, а области распространения зеленокаменных пород превратились в зоны горообразования (**орогенные пояса**). Распавшиеся фрагменты Археогей благодаря действию центробежных сил вновь стали концентрироваться в экваториальной плоскости.

В самом конце архейского зона уже на сформировавшейся к тому времени континентальной коре возник новый суперматерик — Прогей, Первичная Земля. Континент состоял из сблизившихся архейских щитов — Кольского, Карельского, Украинского, Байкальского, Канадского, а также двух щитов Австралийского протоконтинента и нескольких континентальных ядер в пределах протоконтинентов (Индостана, Антарктиды и Африки). Последний возник значительно позже, после того как длительное время существовали разобщенные Южно-Африканский, Центрально-Африканский и Западно-Африканский континентальные блоки.

Исходя из предполагаемого состава архейской атмосферы (в ней преобладал углекислый газ,

а следовательно имел место значительный парниковый эффект), температуры на земной поверхности должны были быть очень высокими. Согласно изотопным определениям в приземных слоях воздуха она могла колебаться в пределах от 70 до 150° С. Причем атмосферное давление, возможно, в десять и более раз было выше современного.

На протяжении всего архейского времени в морских бассейнах осаждались карбонатные породы. Огромная их масса свидетельствует о том, что значительная доля углекислого газа должна была быть изъята из атмосферы. Это привело к понижению в конце зона, в связи с уменьшением парникового эффекта, температуры земной поверхности и атмосферного давления.

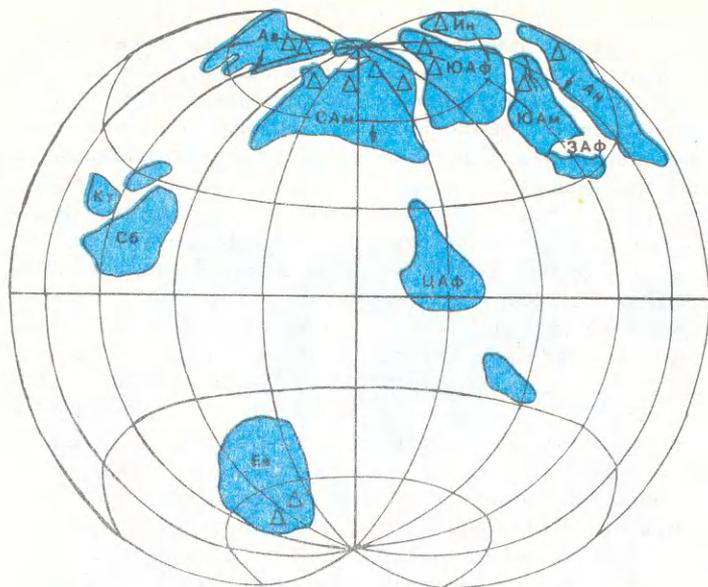
ПРОТЕРОЗОЙСКИЕ КОНТИНЕНТЫ

Раскол Прогей начался более 2,5 миллиардов лет назад. Спрединг, происходивший с достаточной высокими скоростями, превышающими рассчитанные для фанерозойского времени, разъединил континентальные щиты. Часть из них стала перемещаться из экваториальных в полярные широты. В течение раннего протерозоя в низких широтах оставались Сибирский, Центрально-Африканский и Западно-Африканский континенты. Именно в пределах этих континентов продолжали накапливаться карбонат-

ные осадки с высоким содержанием магния, а также галогенные породы (эвапориты). Многие толщи характеризуются присутствием **строматолитов** — построек синезеленых водорослей. Все эти осадки формировались в жарком экваториальном климате.

На тех же континентах, которые оказались в высоких широтах, накапливались терригенные, плохо отсортированные толщи, включающие различные по размеру, составу и окатанности глыбы. Это остатки древнейших морен — **тиллиты**. Образовались они 2,6-2,5 млрд лет тому назад: слои их имеют большие мощности и распространены на значительных площадях. Это дает основание полагать, что **на рубеже архей и протерозоя** (около 2,6 млрд лет назад) в высоких широтах возникло **обширное покровное оледенение**.

Парадокс этого оледенения заключается в его возникновении при довольно высоких среднегодовых температурах. Поэтому-то некоторые ученые полагают, что гипсометрический уровень континентов в то время был велик и протерозойские ледники имели облик горных ледников. Однако геологические признаки горного оледенения не обнаружены, да и к тому же вряд ли высота раннепротерозойских материков могла быть слишком уж большой. В противном случае их обрамляли бы шлейфы мощных толщ обломочных пород, снесенных с горных мас-



Взаиморасположение материков в начале протерозойского эона. Треугольниками показаны распространения тиллитов, свидетелей оледенения

сивов. А их-то как раз и нет.

В конце архейского эона накопившиеся мощные толщи карбонатов вобрали в себя из атмосферы значительные количества углекислоты. Учитывая тот факт, что атмосфера к этому времени из углекислотной становится азотной и концентрация углекислоты продолжает сокращаться, парниковый эффект должен был бы снизиться. А это означало автоматическое понижение температур земной поверхности, хотя вряд ли они опустились бы до отрицательных значений даже на полюсах. Как показывают результаты геохимических исследований, средние температуры земной поверхности понизились с 70-100° С до 30-40° С. Но при таких температурах даже в условиях повышенного атмосферного давления

вряд ли могли образоваться в высоких широтах ледниковые покровы. В подобных условиях замерзает не вода, а разнообразные газогидратные соединения, которые в какой-то мере могут быть подобными ледникам.

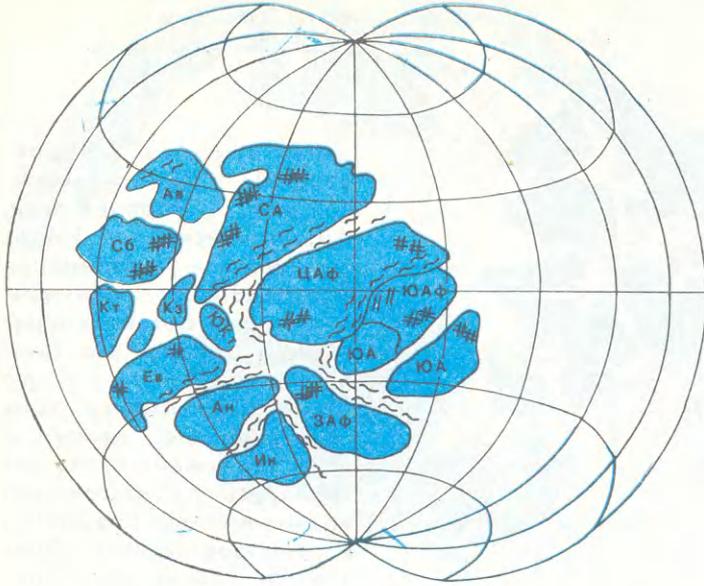
Наличие тиллитов на континентах дает основание полагать, что в полярных районах находились часть Скандинавского щита, Кольский и Карельский щиты, континентальные ядра Северо-Американской платформы, территории Южно-Африканского, Индийского, Южно-Американского и Австралийского щитов. Континенты в раннем протерозое все-таки оказались скупенными. Одни сосредоточились в полярных областях, а другие в экваториальной. Это обстоятельство напоминает собой картину в фанерозое, когда существовали суперматерики Гондвана и Лавразия.

С течением времени океанское пространство между двумя крупными материками стало сокращаться. Континентальные блоки вновь начали сближаться и в конце концов объединились в гигантский материк, который можно назвать **Протогеей**, или **Первоначальной Землей**. Этот новый материк в отличие от предыдущих был вытянут в меридиональном направлении и этим напоминал фанерозойскую Пангею.

Продолжающиеся изменения состава атмосферы и ее толщины оказывали влияние на климатические условия. Средняя температура земной поверхности составляла 60° С. Но поскольку в полярных районах она, естественно, была ниже, то в экваториальных областях оказывалась достаточно высокой и благоприятствовала формированию карбонатных пород и жизнедеятельности синезеленых водорослей и бактерий. Лишь на дальних окраинах Протогеи формировались тиллиты.

Отколовшиеся от Протогеи континентальные щиты стали дрейфовать в разных направлениях. К тому же ранее объединенные в единую платформу щиты, например, в пределах Австралийской или Северо-Американской платформ, были расчленены на ряд кратонов,

Суперматерик Мегая, сформировавшийся в докембрии 1,7-1,8 млрд лет назад



Панталласа, прообраз современного Тихого.

Мегая была отнюдь не монолитным суперматериком. В ее теле довольно длительное время сохранялись ослабленные зоны и зоны растяжения, в некоторых из которых находились морские бассейны, а континентальная же кора была значительно тоньше, чем в фанерозое.

Деструкция Мегая была вызвана проявлением одной из сильнейших в истории Земли эпох тектоно-магматической активности — кибарской. В это время в зонах растяжения и на окраинах будущих континентов возникли протяженные вулканоплутонические пояса. Цепи вулканов извергали на поверхность огромный объем расплавленного материала, а в атмосферу — пепел и вулканические бомбы. В ослабленные зоны внедрялись тела магматических пород. Тысячи таких крупных тел площадью в несколько сот квадратных километров (их называют плутонами), состоящих из анортозитов, сиенитов, гранитов, гранито-порфиров и других магматических пород, возникли за счет внедрения магмы из глубин Земли и в результате вторичного переплава осадочных пород.

Одновременно в тех зонах, где утончалась земная кора, появились протяженные и глубокие

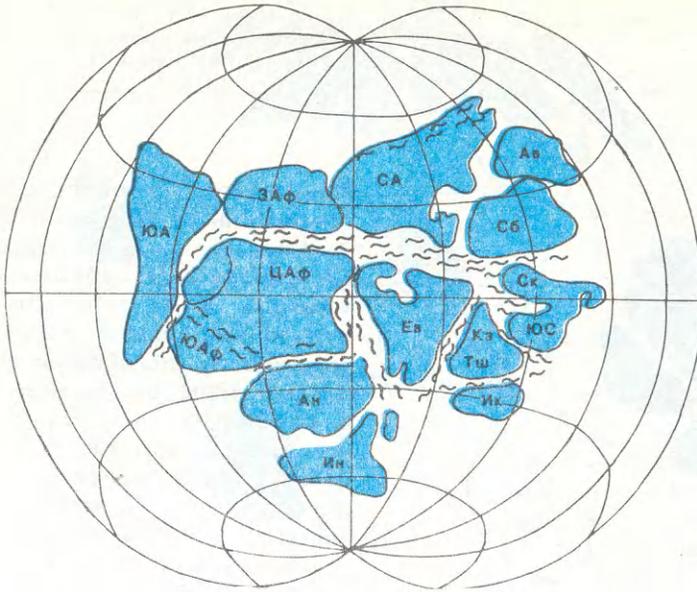
т. е. жестких и малоподвижных блоков земной коры. Оказались разбиты на несколько блоков Восточно- и Центрально-Бразильский щиты, Африканская, Европейская и даже Сибирская платформы. Вероятно, монолитными могли остаться только Антарктическая и Индостанская платформы.

В период этой эпохи тектоно-магматической активности возникли зародыши будущих фанерозойских океанов и крупнейшие рифтовые структуры. И те и другие оказались не очень долговечными. Разобщенные континенты и континентальные блоки стали сближаться, сужая океанские впадины. Около 1,7-1,8 млрд лет назад появился новый гигантский материк, который носит название Мегая. По всей видимости о нем писал известный немецкий ученый Г. Штилле. Именно он

предложил называть суперматерик в докембрии Мегаяей.

Континенты стали перемещаться в низкие широты. На всех без исключения континентах известны достаточно мощные коры выветривания и заметное место занимают высокомагнезиальные карбонаты. В мелководных областях располагались протяженные рифы, сложенные строматолитами. По изотопным и магнезиальным данным температуры оставались довольно высокими и колебались в пределах 45-55° С.

В конце протерозоя (менее миллиарда лет назад), когда возникла Мегая, значительная часть ее территории лишилась эпиконтинентальных морей. Большие объемы вод замкнувшихся и исчезнувших впоследствии окраинных морей перетекли в чашу огромного океана



впадины — авлакогены.

Ограниченные разломами, рассекавшими фундамент, они простирались на несколько сотен километров. Именно по авлакогенам, а также по возникшим рифтогенным трогам произошло расчленение Мегатеи. Расчлененные разломами, авлакогенами и рифтогенными структурами континентальные блоки стали центробежно дрейфовать в разные стороны от суперматерика. Попавшие в экваториальные и тропические широты континенты подвергались воздействию экзогенных процессов, очень энергично протекавших при высоких температурах и влажности. В эпиконтинентальных и окраинных морях накапливались высокомагнезиальные карбонаты и располагались строматолитовые рифы. На открытых пространствах формировались коры вывет-

ривания, а обломочный материал в виде взвешенных частиц выносился речными системами в морские и океанские бассейны, где накапливались кварцевые мономинеральные и карбонатные осадки. Средние температуры вод экваториальных и тропических морей составляли 45-55° С, а в умеренных широтах она снижалась до 25-30° С.

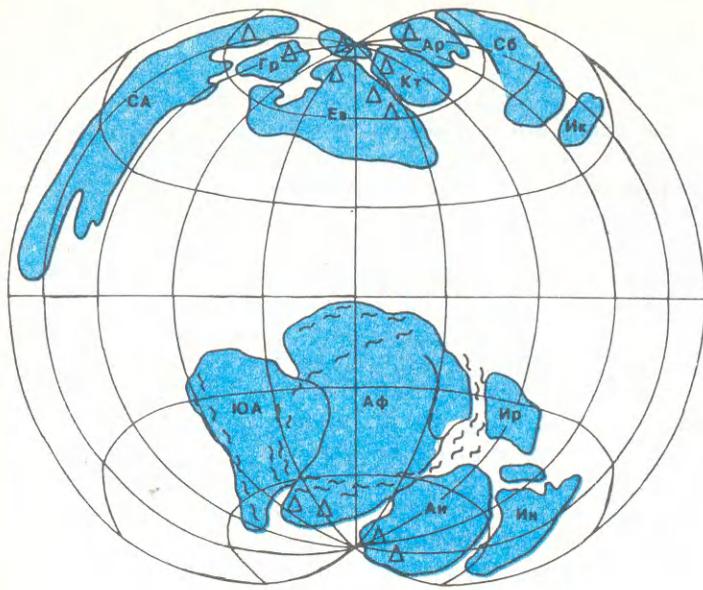
В конце среднего рифея (около 700 млн лет назад) началось новое объединение континентов. Возникли два гигантских материка, один из которых располагался в северном полушарии, а другой — в южном. В северном полушарии размещались Северо-Американский, Западно-Европейский, Австралийский и Сибирский континенты. Широтно ориентированным океанским бассейном они отделялись от южного гигантского мате-

рика, в состав которого входили Южно-Американский, Африканский, Антарктический и Индостанский континенты. Впоследствии размеры широтного океана сократились, а затем он полностью исчез и на его месте возвысились горно-складчатые сооружения. Фрагменты их сохранились до настоящего времени среди возникших в палеозое горных образований Казахстано-Тянь-Шаньской, Алтае-Саянской и Байкало-Витимской областей. Объединенные воедино материки названы Палеогеей, т. е. Древней Землей.

НА ПОРОГЕ ФАНЕРОЗОЯ

Верхний рифей, обозначивший переход к фанерозою, к его первому этапу — палеозою, был одной из самых критических эпох в истории планеты. Это время распада Палеогей и раскрытия многих палеозойских океанов, история которых хорошо изучена. Это эпоха развития катастрофического оледенения, значительного изменения состава атмосферы, в частности, появления существенного количества свободного кислорода и обновления органического мира.

Распад Палеогей завершился 680 млн лет тому назад. На начальном этапе распада вновь возникли крупные рифтоген-



Взаимное расположение материков в начале вендского периода, на пороге фанерозоя, после распада Палеогейи

ные структуры широтного простирания, которые разделили суперматерик на два гигантских континента. Предшественники палеозойских континентов, они могут быть названы Палеолаврозией и Палеогондваной. Постепенно расстояние между ними увеличивалось и это пространство было занято океаном (Прототетисом). В состав Палеолаврозии входили Североамериканский, Европейский, Австралийский, Сибирский, Китайский континенты, а также ряд значительно меньших по размерам микроконтинентов (террейнов). Палеогондвану составляли Южно-Американский, Африканский, Антарктический и Индо-станский континенты.

Существенное сокращение запасов углекислого газа в атмосфере, наряду с другими при-

чинами, привело к похолоданию и к возникновению на полюсах обширных ледяных шапок. Ледники покрыли тогда значительные части территории Северо-Американского и Европейского континентов. После себя они оставили мощные толщи тиллитов, а на скальных породах сохранились следы движения ледников. В южнополярном регионе находились Африканский и Антарктический континенты, на территории которых также известны толщи тиллитов. Образование мощного покровного оледенения скорее всего вызвано не только существенным понижением концентрации атмосферной углекислоты, но и изменением конфигурации континентов.

В конце рифейского периода (более 600 млн лет назад) начался распад

Палеолаврозии и Палеогондваны. Между Северо-Американским и Европейским континентами возник океанский бассейн — Япетус, напоминавший будущий Атлантический океан. В это же время нарушилось единство Южно-Американского и Африканского континентов. Между платформенными структурами возникли глубокие трюфы. Их глубина и ширина с течением времени увеличивались. По своим размерам они напоминали современное Красное море. Более крупный океанский бассейн отделил Индо-Антарктический континент от Африканского.

Распад Палеолаврозии и Палеогондваны продолжался в течение первой половины вендского периода, предшествовавшего кембрию. Положения океанов и континентов в конце концов оказались такими же как и в самом начале палеозойской эры, палеомагнитные данные для которой можно уже считать достоверными. К тому же они хорошо подтверждаются палеоклиматическими индикаторами и геологическими данными. С этого времени начинается история континентов фанерозоя, достаточно хорошо изученная.

Самое разрушительное землетрясение в России

В ночь с 27 на 28 мая 1995 г. произошло самое разрушительное землетрясение из когда-либо происходивших на теперешней территории России. В одно мгновение был уничтожен город — небольшой, но все-таки заметный в преимущественно безлюдной лесотундре **Северного Сахалина**. Всего только один толчок из недр — и рассыпались, как игрушечные, 17 пятиэтажек, погребя под собой более двух тысяч человек. Это случилось в поселке нефтяников **Нефтегорске**, расположенном в 80 км к югу от районного центра Оха.

О произошедшей катастрофе с разрушениями и человеческими жертвами мир узнал только через пять часов, потому что внезапно прекратилась всякая связь с Нефтегорском. Но все сейсмические станции мира зарегистрировали сильный толчок на севере острова Сахалин, свидетельствовавший о, по крайней мере, 9-балльном землетрясении с магнитудой 7,6.

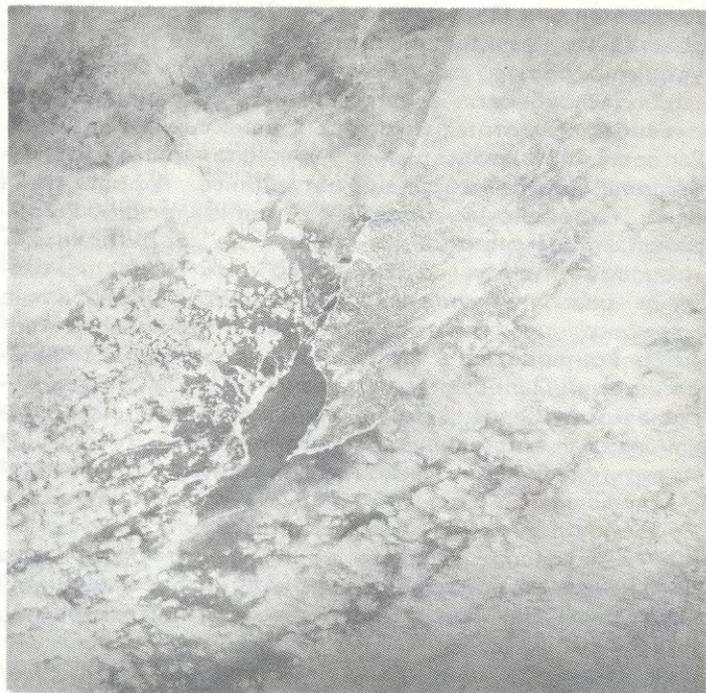
Сахалин на космическом снимке (южная часть с мысом Крильон). Снимок сделан 11 февраля 1994 г. с корабля «Шаттл-Дискавери» с высоты 191 км. Фото NASA из архива Института географии РАН

Подробности об этом неординарном проявлении стихийных сил Земли можно будет узнать лишь после того, как завершит работу специальная (эпицентральная) экспедиция Объединенного института физики Земли (ОИФЗ) РАН, вылетевшая на Сахалин уже 4 июня. Ее научный руководитель — член-корреспондент РАН, кандидат физико-математических наук **С. С. Арефьев** рассказал нашему корреспонденту В. А. Маркину о предварительных результатах обследования района землетрясения.

Экспедиция размещалась в 20 км южнее Нефтегорска, в небольшом поселке Сабо, удобном для развертывания телеметрической системы наблюдений и организации центра сбора данных

с выносных станций. Всего установлено 6 трехкомпонентных сейсмических станций, передающих информацию о состоянии сейсмического поля. Оно далеко не сразу успокаивается. Для подавляющего большинства землетрясений после главного толчка обычно наблюдаются последующие толчки — «афтершоки». На Сахалине экспедиция ОИФЗ зарегистрировала уже несколько сотен афтершоков, окружающих очаговую область.

Очаг нефтегорского землетрясения был достаточно уникален. Обычно магнитуда сильнейших афтершоков всего на 1-1,5 единиц меньше магнитуды главного толчка, а в данном случае ни один афтершок не имел магнитуду больше 5,2.





После Нефтегорского землетрясения. Участок сдвига на земной поверхности, пересекающего автомобильную дорогу, идущую от Нефтегорска на юг Сахалина

Это означает, что следовало бы ожидать сильный повторный толчок, однако его может и не быть, поскольку обнаружен — и это важнейший результат только еще начавшей свою работу экспедиции — **разрыв в очаге земле-**

трясения, выходящий на поверхность земли. Трещина-разрыв со сдвиговым смещением пород от 1-3 до 5-7 метров — весьма редкий случай. Геологи нанесли протянувшийся на 30-40 км разрыв на карту и с



Полотно узкоколейной железной дороги Сабо — Ноглики после землетрясения с 27 на 28 мая 1995 г. Фото Л. С. Оскорбина и А. И. Иващенко

помощью траншеи исследуют возможные смещения, происходившие при предшествовавших землетрясениях.

Работающая на Сахалине сейсмологическая экспедиция ОИФЗ — международная. В ней принимают участие также сотрудники Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН и небольшая группа японских сейсмологов из Университета Хоккайдо, развернувшая свою сеть из автономных сейсмостанций.

Российские специалисты «вооружены» отечественной цифровой телеметрической системой и эффективными приборами акселерографами SMASH швейцарского производства, испытанными впервые после Спитакского землетрясения, а потом — в Иранском землетрясении 1990 г., Рачинском (Грузия) 1991 г., Сусамырском (Киргизия) 1992 г., Сочинском 1993 г. и, наконец, в прошлогоднем Шикотанском, на Южно-Курильских островах.

Конечно, экспедиционные исследования расскажут еще немало интересного о сейсмической «погоде» Сахалина. Но, к сожалению, данное землетрясение не было предсказано с достаточной точностью. И редкая сеть сейсмических станций, которая к тому же постоянно сокращается, — одна из причин этого. В частности, ближайшая к очагу сейсмостанция в Охе была закрыта из-за прекращения финансирования всего лишь полтора года назад.

Директор Института сейсмологии Объединенного института физики Земли член-корреспондент РАН Г. А. Соболев считает, что, если утвержденная Правительством России федеральная программа сейсмологических наблюдений и прогнозы землетрясений начнет выполняться, появится надежда на то, что прогнозы землетрясений за несколько месяцев, а в некоторых случаях и с меньшей заблаговременностью, станут реальностью. Постепенно будет на-

капливаться опыт и для краткосрочных прогнозов. Необходимо только восстановить и модернизировать сеть сейсмических станций и создать несколько специальных прогностических сетей, в первую очередь на Камчатке и Северном Кавказе.

Прогноз должен строиться на основе использования всех разработанных к настоящему времени методов, которые образуют своего рода комплекс. Это и метод измерения электрического сопротивления пород,

и гидродинамический метод, учитывающий изменения параметров подземных вод, и наблюдения за интенсивностью выделений радона и других газов (метана, окиси углерода и др.), и регистрация слабых афтершоков... Все эти методы разрабатываются в Институте сейсмологии, а также в сейсмологических научных центрах Иркутска, Хабаровска, Петропавловска-Камчатского. Будет возрожден такой центр и на Сахалине.

НОВЫЕ КНИГИ

О Байконуре-юбиляре и его ветеранах

Космодром Байконур родился 40 лет назад — 2 июня 1955 г. (его столица — г. Ленинск — заложена 5 мая 1955 г.). Одним из подарков, который был приготовлен к юбилею всемирно известного космодрома, стала книга «Байконур — чудо XX века» (М., «Современный писатель», 1995 г.). Это сборник воспоминаний ветеранов Байконура (составители М. И. Кузнецкий и И. В. Стражева). В своих очерках ветераны рассказывают много интересных подробностей о Байконуре (впервые подробно описаны «черные дни» космодрома — катастрофы 24 октября 1960 г. и 24 октября 1963 г. — и указано точное число погибших и пострадавших).

Но это не только воспоминания о Байконуре; авторы очерков знакомят читателей с замечательными людьми, чьи судьбы были неразрывно связаны с судьбой главного космодрома страны. «Человеком удивительной судьбы» часто называют академика Михаила Кузьмича Янгеля, безвременно ушедшего из жизни 25 октября 1971 г. Нынешней молодежи было бы очень полезно побольше узнать о Михаиле Кузьмиче и его жизненном пути. Ведь сегодня молодым людям трудно представить себе, как крестьянский мальчик из далекой сибирской таежной деревушки (а потом — рабочий текстильной подмосковной фабрики)



сумел стать авиационным инженером, академиком, главным конструктором ракетно-космических систем... М. К. Янгель навсегда остался в памяти ветеранов космодрома, потому что значительный период жизни академика был неразрывно связан с Байконуром и многочисленными испытаниями ракет. Очерки, включенные в книгу, знакомят читателей с многогранной работой Янгеля на космос и оборону, высвечивают различные черты его характера. Одна из улиц Ленинска названа именем Янгеля, открыт мемориал Янгеля, воздвигнут обелиск в честь первой боевой межконтинентальной баллистической ракеты Р-16, созданной в КБ Янгеля. В книге по-



У мемориала М. К. Янгеля — жена Ирина Викторовна Стражева, дочь Людмила Михайловна, внуки Дмитрий и Сергей

именно перечислены те, кто непосредственно работал с главным конструктором. Воспроизведено немало редких фотографий из личных архивов М. И. Кузнецкого, А. С. Матрёнина, В. П. Платонова, И. В. Стражевой, О. А. Тимофеевой.

Издать книгу ветеранам Байконура помогли администрация г. Краснознаменска и фирма «Стройкомплекссервис».

I. Полеты автоматических межпланетных станций

1. «Улисс» («Ulysses», ЕКА-NASA, запущен 7 октября 1990 г.).

13 сентября 1994 г. станция достигла максимальной широты $80,2^\circ$ от экватора, пролетев у южного полюса Солнца. Проведены точные измерения электрического и магнитного полей Солнца, солнечного ветра, потока частиц высоких энергий, радио- и рентгеновского излучения и галактических гамма-лучей. Пролет южной полярной области Солнца начался 26 июня на 70° южной широты и закончился пересечением этой же широты 5 ноября. Ежедневно АМС передавала 60 млн бит информации. 9 научных приборов постоянно вели измерения полей и излучений, потоков атомов, ионов, пыли и частиц.

Более 120 специалистов 47 лабораторий двенадцати стран Европы и Америки участвовали в реализации этого проекта (автор проекта облета Солнца профессор Чикагского университета Джон Симпсон) и обсудили огромный поток уникальной информации в Исследовательском Центре ЕКА в Нордвейке (Голландия).

В начале ноября станция покинула южный полюс Солнца, двигаясь с гелиоцентрической скоростью 23 км/с. «Улисс» закончил первую стадию своей многолетней миссии по изучению полюсов Сол-

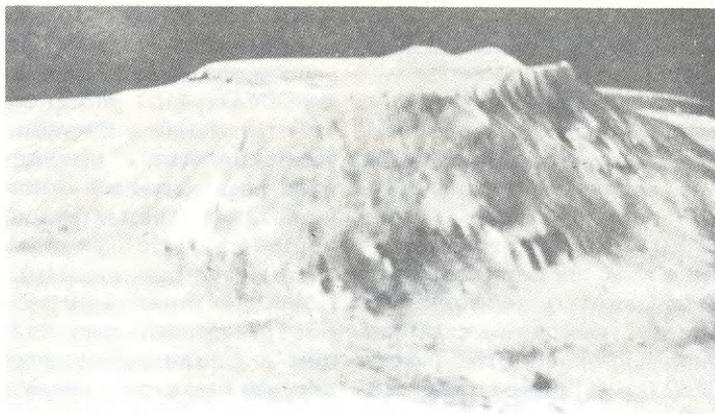
нца. В южной области станция обнаружила очень высокую скорость солнечного ветра (около 750 км/с), передала сведения об однородном характере солнечного магнитного поля и не зафиксировала никаких магнитных полюсов. Велось изучение короны Солнца.

«Улисс» продолжает облет Солнца по траектории, почти перпендикулярной к плоскости эклиптики. К 1 февраля 1995 г. станция поднялась до 24° к югу от солнечного экватора и достигла гелиоцентрической скорости 31,4 км/с. 12 марта аппарат пересек экваториальную плоскость на минимальном расстоянии 192 млн км (около 1,3 а. е.) от Солнца. В то время как от Земли его отделяло 346 млн км, скорость возросла до 32,5 км/с. 19 июня начался четырехмесячный облет северной полярной области. Максимальной широты ($80,2^\circ$) «Улисс» достиг 31 июля 1995 г., и провел исследования северного полюса Солнца. Все системы и научная аппаратура станции работают нормально, обеспечивается постоянная ориентация АМС на Землю, продолжается передача данных измерений.

2. «Магеллан» («Magellan», США, запущен 5 мая 1989 г.).

В последние месяцы полета «Магеллана» быстро истощались солнечные батареи. Мощность энергоснабжения постоянно уменьшалась, приходилось периодически отключать часть электронных устройств. Но бортовая система управления продолжала точно контролировать ориентацию станции и проводились регулярные сеансы связи с Землей. На борту оставался достаточный запас топлива, чтобы поднять высоту орбиты и продлить полет еще на 5 лет, но это была бы молчаливая станция. Поэтому приняли решение о завершении активной работы аппарата.

Заключительная фаза полета началась 11 октября 1994 г. (на 15018-м витке искусственного спутника Венеры). На последующих четырех витках выполнены маневры, снижающие высоту перицентра до 145 км, т. е. до верхней границы атмосферы. Такое маневрирование предпринято для проведения еще одного аэродинамического эксперимента. В последние сутки работы станция собирала сведения о плотности верхней атмосферы. После завершения маневрирования «Магеллан» работал еще пять витков — торможение в верхних слоях атмосферы оказалось слабее, чем ожидалось. Связь со станцией была потеряна 12 октября в 10 час 02 мин по Гринвичу (на 15032-м витке). Наземные станции слежения больше не смогли установить контакт с «Магелланом», и работы по прослушиванию от него



Компьютерное изображение гор, построенное на основе снимков «Магеллана»

радиосигналов прекратились. В течение двух последующих суток аппарат разрушился в атмосфере.

Напомним, что с момента старта 15 месяцев путешествовала станция к Венере и 10 августа «Магеллан» был переведен на высокоэллиптическую орбиту ее спутника. «Магеллан» (четвертый аппарат после американского «Пионер-Венера-1» и советских «Венера-15» и «Венера-16»), проводивший радиолокационные съемки поверхности планеты. За три первых цикла своей работы на орбите с сентября 1990 г. по сентябрь 1992 г., т. е. за три венерианских года, была выполнена радиолокационная съемка 98% поверхности планеты. В результате составлены подробнейшие карты со средним разрешением не менее 300 м. На Венере есть 543 кратера вулканов (некоторые из них действующие), 42 горы, 20 равнин, 16 рифтовых долин и 27 каньонов. Обнаружены загадочные «коридоры» (или каньоны), самый длинный из них (Хилдр) тянется на

6 680 км. Поверхность Венеры оказалась, по меркам геологической истории, молодой — от 300 до 500 млн лет.

С сентября 1992 г. по май 1993 г. и с августа 1993 г. по октябрь 1994 г. «Магеллан» проводил высокоточное гравитационное картографирование Венеры. Сначала исследовали гравитационное поле, используя точные наземные измерения пространственного положения станции и орбитальной скорости над экваториальными районами Венеры, а затем, в течение 14 месяцев, изучали средние и высокие (полярные) широты. Измерения показали неравномерность распределения масс под корой планеты. Предстоит кропотливая работа по привязке деталей поверхности к данным о внутренней структуре Венеры (ведь удалось охватить 95% площади гравитационного поля).

Впервые в истории исследований Венеры с 25 мая по 3 августа 1993 г., осуществили маневр по переводу станции с высокоэллиптической орбиты на

низкую (за счет аэродинамического торможения). В течение последнего года работы станция вела исследования с орбиты высотой 197 × 540 км.

Общее количество изображений, переданных с «Магеллана», превысило объем всех предшествующих американских межпланетных станций вместе взятых, а геологическая съемка Венеры выполнена лучше, чем для Земли. Полученная информация будет анализироваться в течение десятилетий. Руководитель миссии Джеймс Стюарт и менеджер проекта Дуглас Гриффит (Лаборатория реактивного движения в Пасадене) дали высокую оценку итогам программы полета.

3. «Клементина» («Clementine-1», США, АМС запущена 25 января 1994 г.).

На первом этапе станция вышла на орбиту спутника Луны 19 февраля 1994 г. (высота 2171 × 4658 км и наклонение 89,3°). «Клементина» передала на Землю фотографии Луны с высоким разрешением (на одном из снимков оказался район посадки лунного модуля «Аполлона-17»). За 71 сутки работы на окололунных орбитах получены десятки тысяч изображений и температурных снимков в 11 спектральных диапазонах в видимой и ИК-областях спектра, что позволило создать банк данных, охватывающих 38 млн км² поверх-

хности Луны. На основе глобальная цифровая карта Луны, детально отражающая топографию и состав основных районов. Впервые получены многоспектральные изображения, привязанные к местности. С помощью лазерного высотомера построены региональные топографические карты. Уточнены параметры гравитационного поля вблизи лунной поверхности (обнаружены гигантские провалы коры). Открыт крупный объект диаметром 305 км (возможно, древний бассейн ударного происхождения). Проводился радиолокационный эксперимент по проверке отложений водяного льда под поверхностным слоем в южной полярной области. Одно из важных открытий «Клементины» — подтверждение существования крупнейшей впадины на Луне, имеющей длину 2 500 км и глубину 12 км (самый крупный и глубокий кратер в Солнечной системе).

По программе полета второго этапа станция должна была покинуть лунную орбиту и отправиться к астероиду Географ. По пути к нему в июле предполагалось провести наблюдение падения на Юпитер обломков кометы Шумейкеров-Леви 9. 31 августа 1994 г. планировалось сделать более двух тысяч снимков астероида Географ (с разрешением до 5 м). К сожалению, 7 мая из-за ошибки бортового компьютера (управлявшего основными системами) и выдавшего команду на

включение двигателей, почти все запасы топлива системы ориентации были выработаны. КА не смог выполнить пролет вблизи астероида Географ. Позднее, 20 июля 1994 г., станция, выполнив непредусмотренный программой уход с лунной орбиты, перешла на гелиоцентрическую орбиту.

Группа управления после аварии смогла принять сигналы непокорной «Клементины» только 20 февраля 1995 г. За время молчания (в течение семи месяцев!) аппаратура и системы станции находились в условиях очень низких температур, однако выдержали. С перерывом почти в год, 10 апреля 1995 г. был проведен сеанс управления аппаратом (выданы команды на включение и выключение подсистем).

В настоящее время выполняются работы по обеспечению нормального функционирования всех систем станции для передачи информации. «Клементина» медленно удаляется от Земли (10 апреля она находилась в 48 млн км) по гелиоцентрической орбите. Возможно, еще в течение нескольких месяцев (пока сигнал не пропадет из-за огромного расстояния) она сможет передать сведения о радиации и заряженных частицах в этих районах.

4. «Галилей» («Galileo», США, запущен 19 октября 1989 г.).

В конце 1994 г. передавалась информация от картографического ИК-спектрометра о падении

фрагментов кометы Шумейкеров-Леви 9 на Юпитер в июле 1994 г. До января 1995 г. получены снимки, показывающие столкновение осколков кометы с атмосферой планеты. Системы станции работают нормально. Передача информации ведется со скоростью 10 бит/с через широконаправленную антенну, так как при раскрытии основная антенна деформировалась и не может передавать информацию в полном объеме. Предварительный анализ и сравнение данных, полученных от научных приборов, позволили получить характеристики взаимодействия фрагментов ядра кометы с атмосферой Юпитера.

УФ-спектрометр и фотополариметр первыми зафиксировали «огненный шар» взрыва в тот момент, когда его диаметр не превышал 7 км, а температура достигла 8 000°. Через 5 с ИК-спектрометр обнаружил место взрыва и проследил расширение, подъем и охлаждение «огненного шара» (в течение 1,5 мин).

До 28 декабря продолжалось исследование влияния заряженных частиц солнечного ветра на распространение радиосигналов станции. За время путешествия «Галилея» проведено 20 коррекций траектории полета. Его скорость относительно Солнца составляет 18,5 км/с.

В начале декабря 1994 г. аппарат находился в соединении с Солнцем, прошел двигаясь за ним в 0,2° от Солнца. Связь

при таком малом угле была чрезвычайно затруднена из-за радишумов Солнца. Аналогичные условия будут и в декабре 1995 г., когда АМС достигнет главной цели своей миссии — окрестностей Юпитера. До марта 1996 г. станция совершит маневры около планеты (отделение атмосферного зонда, сближение с Юпитером, полет к спутнику Ио и переход на юпитерианскую орбиту). Согласно программе, 13 июля 1995 г. в 50 млн км от Юпитера от орбитального аппарата отделился зонд и 7 декабря он войдет в юпитерианскую атмосферу со скоростью 47,4 км/с, испытывав перегрузки до 350 g. Зонд затем должен произвести спуск на глубину 650 км для исследования облачного покрова. Орбитальный отсек станции будет продолжительное время собирать информацию о планете и спутниках, находясь на орбите искусственного спутника Юпитера.

В начале мая 1995 г. «Галилей» приблизился к Юпитеру на расстояние 114 млн км и удалился от Земли на 990 млн км.

5. «Вояджер-1» и «Вояджер-2» (эти АМС запущены в США. 5 сентября 1977 г. «Вояджер-1», а «Вояджер-2» — 20 августа 1977 г.).

Станции, выйдя за пределы орбиты Плутона, продолжают удаляться и передают информацию о межзвездной среде, солнечном ветре, космических лучах. Бортовые системы и аппаратура стан-

ций все еще работают. Скорости движения следующие: «Вояджер-1» — 17,5 км/с, «Вояджер-2» — 16,2 км/с. Связь с АМС ведется через 70-метровые антенны сети дальней космической связи NASA. Большая часть данных передается со скоростью 160 бит/с, но для передачи УФ-измерений и данных о плазменных волнах используют скорости 600 и 1400 бит/с. УФ-спектрометры выполняют картографирование гелиосферы и межзвездного ветра. Детекторы космических лучей исследуют энергетический спектр межзвездного излучения во внешней гелиосфере. Магнитометры измеряют напряженность и направление магнитного поля Солнца, а датчики заряженных частиц низких энергий — энергетические спектры проходящих от светила частиц, изучаются плазменные волны в дальнем космосе.

В начале мая 1995 г. станции находились на следующих расстояниях от Солнца: «Вояджер-1» — 9,87 млрд км (65,9 а. е.) и «Вояджер-2» — 7,35 млрд км (49,1 а. е.).

II. Программа «спейс шаттл»: хроника полетов *

1. Полет «Атлантиса» по программе STS-66. Через неделю после посадки «Индевора» NASA объявило точную дату следующего запуска — 3 ноября 1994 г. С 24 ок-

тября проходила заключительная часть предполетной подготовки. 31 октября в Космический центр им. Д. Кеннеди прибыли члены экипажа (в состав вошли три ветерана и три новичка) и начался обычный 43-х часовой предстартовый отсчет времени.

Члены экипажа МТКК «Атлантис»: командир, полковник ВВС Дональд Мак-Монэгл (Donald R. McMonagle) (3-й полет, 245-й астронавт мира, 152-й астронавт США), пилот, подполковник ВВС Кёртис Браун-мл. (Curtis L. Brown, Jr.) (2-й полет, 279-й астронавт мира, 174-й астронавт США), руководитель операций с полезной нагрузкой, летный специалист и доктор наук Эллен Очоа (Ellen L. Ochoa) (2-й полет, 288-й астронавт мира, 180-й астронавт США), 1-й летный специалист Джозеф Тэннер (Joseph R. Tanner) (1-й полет, 318-й астронавт мира, 201-й астронавт США), 2-й летный специалист Жан-Франсуа Клервуа (Jean-François A. Clervoy) (1-й полет, 319-й астронавт мира, 5-й астронавт ЕКА и 5-й астронавт Франции) и 3-й летный специалист, доктор медицины Скотт Паразински (Scott E. Parazynski) (1-й полет, 320-й астронавт мира, 202-й астронавт США). Командир корабля Мак-Монэгл отвечал за всю программу и за один из медицинских экспериментов, Браун помимо пилотских обязанностей проводил биологические эксперименты в инкубаторе и измерение слабых ускорений корабля. Эллен

* Продолжение. Начало см. 1993, №№ 2, 3; 1994, № 5; 1995, №№ 2, 4.



Экипаж корабля (слева направо), первый ряд: Ж.-Ф. Клервуа, К. Браун и Д. Мак-Монэгл; второй ряд: С. Паразински, Д. Тэннер и Э. Очоа

Очоа отвечала за основные эксперименты в лаборатории «Atlas-3», управление манипулятором при снятии с орбиты спутника и выполняла измерения солнечного излучения. Тэннер вел работы на установках по выращиванию кристаллов протеинов и проводил биологические эксперименты. Клервуа должен был вывести спутник в полет и занимался исследованием динамики жидкости в тепловых трубах. Паразински были поручены медицинские эксперименты, изучение влияния солнечного излучения на верхнюю атмосферу и телесъемки.

В третий раз совершала полет (два первых состоялись в 1992-93 гг.) научно-прикладная лаборатория «Atlas-3» для исследования состояния земной атмосферы. В пятый раз в течение 1994 г. работала экспедиция, изучающая состояние окружающей среды.

Лаборатория «Atlas-3», расположенная на откры-

той платформе, состояла из семи высокоточных инструментов. Аппаратура лаборатории подготовлена специалистами США, Франции, Бельгии и ФРГ.

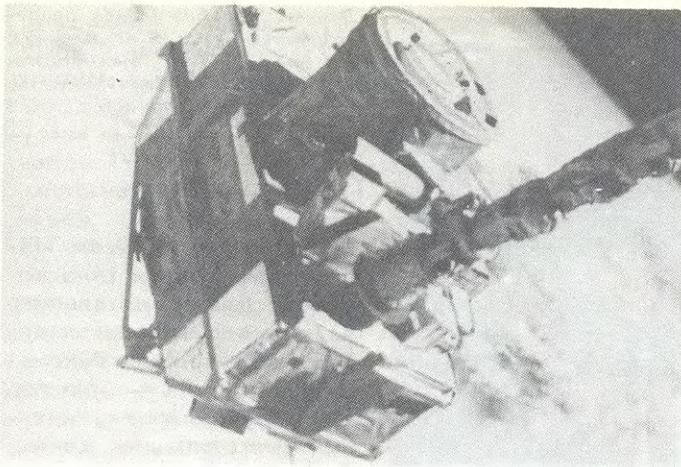
Шесть научных приборов было установлено на негерметичной платформе и один в контейнерах в грузовом отсеке. Приборы предназначались для изучения влияния солнечного излучения на верхнюю атмосферу, выращивания кристаллов протеинов, навигации при помощи лазерного дальномера и демонстрации средств подхода в предстоящем эксперименте по стыковке со станцией «Мир». Экипажу «Атлантиды» также предстояло выполнить 33 дополнительных задания технологического и медико-биологического характера.

Корабль нес и возвращаемый исследовательский спутник «CRISTA-SPAS», созданный Германским космическим агентством «ДАРА». Размеры спутника 4,6 × 2,1 м, масса 3 263 кг. Спутник

снабжен комплексом ИК-спектрометров и телескопов для детального изучения динамики и химии атмосферы. Руководитель полета — Брюстер Шоу, руководитель научной программы — доктор Тим Миллер.

На старте масса «Атлантиды» составляла 2044,5 т, посадочная масса корабля — 95,2 т, масса научной аппаратуры — 5 т (без учета спутника).

Старт «Атлантиды» (13-й полет) состоялся 3 ноября 1994 г. в 16 ч 59 мин 43 с по Гринвичу. Через 39 мин корабль вышел на близкую к заданной орбиту высотой 304 × 318 км, наклоном 57° и периодом обращения 90,56 мин. За время экспедиции приборы лаборатории «Atlas-3» провели 73 цикла наблюдения атмосферы, сеансы включали более 200 измерений озоновой циркуляции при заходящем и восходящем Солнце. Особое внимание обращалось на изучение атмосферы (высоты 10-30 км) и озонового слоя. Приборы лаборатории получили данные о глобальных изменениях температур в мезосфере (высоты от 50 до 80 км), концентрациях малых примесей, взаимодействии солнечного излучения с отдельными химическими компонентами в термосфере (в области верхней атмосферы выше 90 км). Изучался



движения химических веществ в атмосфере. С помощью спектрографа спутника подготовлены четыре карты глобального распределения гидроксидов (это около 8 млн ИК-спектров) и установлены соответствующие ему вариации содержания водяного пара и озона, что позволит делать более глубокие прогнозы погодных изменений. Проведена съемка перемещения воздушных масс, получены изображения урагана Флоренс около Бермуд и озоновой дыры над Антарктидой.

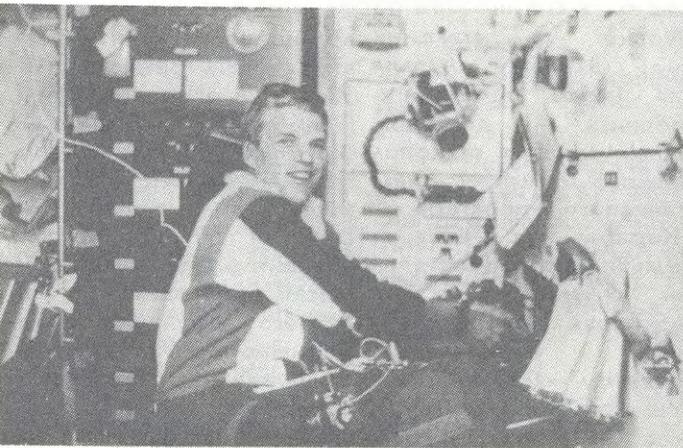
В рамках программы «Atlas-3» запущено 19 исследовательских ракет и 17 аэростатных зондов с острова Уоллопс (США), 14 аэростатов (ФРГ) и двух геофизических ракет (Россия). Одновременные измерения (снизу и сверху) позволили более точно фиксировать химические вещества в атмосфере.

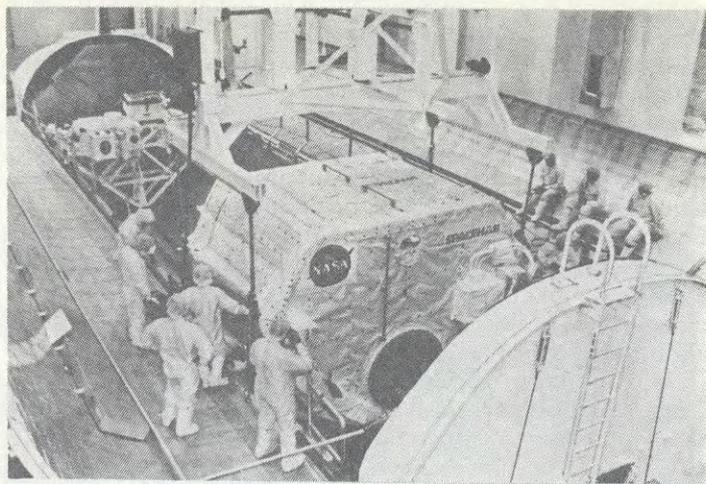
На шестой день полета проведен навигационный эксперимент — телескопы спутника были наведены на Марс и Сириус. Опробование схемы сближения с российским комплексом «Мир» («Демонстрация подхода к «Миру») произошло на 10-е сутки. С помощью ручного лазерного дальномера Тэннер отследил

Врач С. Паразински на средней палубе корабля во время проведения экспериментов

процесс восстановления кораблем в течение 8 озонового слоя над северным полушарием и динамика химического состава по слоям атмосферы, воздействие излучения Солнца на атмосферу. В итоге данных было получено больше, чем в трех предыдущих полетах прибора ATMOS, вместе взятых.

Важным дополнением к исследованиям, проведенным лабораторией «Atlas-3», стал автономный полет (40-100 км за





Лабораторный модуль «Спейсхэб» устанавливается в грузовой отсеке «Дискавери»

спутник и Мак-Монэгл провел маневр сближения до 10 м, затем Эллен выполнила захват его манипулятором и произвела погрузку в грузовой отсек, на платформу спутника.

Паразински и Тэннер выполнили 13 биологических экспериментов по двум программам (разработаны Национальным институтом здравоохранения США и NASA) — изучение развития зароды-

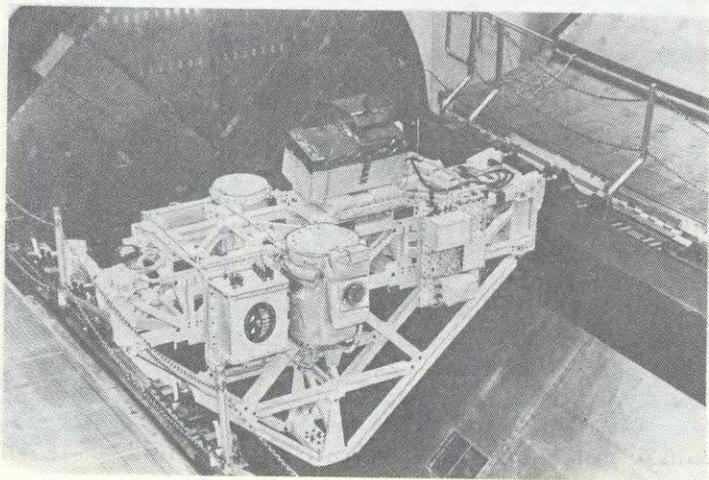
шей беременных крыс в условиях невесомости, влияние полета на их потомство (после посадки появилось около 100 крысят) и наблюдения за ростом клеток куриных эмбрионов, выращенных в компьютеризированном инкубаторе тканей.

Во время полета Мак-Монэгл и Клервуа выполнили три технологических эксперимента: на двух установках вели выращивание кристаллов

протеинов и регистрировали в это время микрогравитационную обстановку. В 10 образцах тепловых труб — новом типе систем терморегулирования КА (запаянные алюминиевые трубки с теплоносителем-фреоном) измеряли характеристики и динамику зон охлаждения-нагрева рабочего тела. Не забыты и медицинские исследования (всего их проведено 16), например, такие как степень распространения вирусов в кабине и реакция иммунной системы членов экипажа.

Посадка корабля «Атлантис» произошла на 175-м витке 14 ноября в 15 час 33 мин 45 с по Гринвичу на полосу № 22 авиабазы Эдвардс (Калифорния). Это был 66-й полет «шаттлов». Общее время полета — 10 сут 22 час 34 мин 02 с. Итоги экспедиции превзошли самые лучезарные надежды специалистов. Анализ научных сведений, собранных в ходе успешной миссии, займет много месяцев.

2. Полет «Дискавери» по программе STS-63. Первоначально полет по программе третьего запуска лабораторного модуля «Спейсхэб» (обитаемый блок для коммер-



Платформа MPES с экспериментальным оборудованием

ческих экспериментов частной фирмы «Spacehab Inc» из г. Арлингтон) планировался на май 1994 г. Однако программа миссии стала другой. Совместили полет с модулем и тренировочный подлет к российскому комплексу «Мир», чтобы отработать операции по сближению и маневрированию вблизи станции для будущих стыковок с ней. Поэтому были изменены параметры орбиты, в состав экипажа включили российского космонавта Владимира Титова. При сокращении бюджета пилотируемых полетов NASA пришлось передвинуть этот полет на более поздний срок.

На борту «Дискавери» в грузовом отсеке размещались модуль «Spacehab-3» и автономный (отделяемый) астрономический спутник «Spartan-204».

Модуль «Спейсхэб» представлял собой герметичный блок для работы астронавтов высотой 3,3 и длиной 2,7 м. Внутри модуля 43 ячейки с экспериментальным оборудованием для проведения экспериментов. Модуль соединен переходным тоннелем со шлюзовой камерой кабины экипажа. Сверху тоннеля имелся люк для выхода в открытый космос. В потолке модуля сделан второй (дополнительный) иллюминатор диаметром 25 см, на котором установлена телекамера прицеливания на стыковочную мишень «Мира». Модуль снабжен оборудованием для выполнения 21 эксперимента. В основном это биологические иссле-

дования (выращивание растений и клеток, изучение иммунной системы крыс и поведения бактерий, создание новых лекарств), а также технические (робот для дистанционного наблюдения и обслуживания полезных нагрузок) и материаловедческие эксперименты (изучение двухфазных жидкостей и полимеров).

На спутнике «Spartan-204» размещался картографический спектрограф УФ-диапазона, предназначенный для получения спектров диффузных источников света естественного и искусственного происхождения (исследование среды вокруг корабля и астрономические наблюдения). На борту спутника установлены шесть лазерных отражателей — мишеней для следящей системы в периоды его выведения и возвращения.

На поперечной платформе МРЭСС установлены приборы для программы, проводимой Центром им. Р. Годдарда. Один из экспериментов предназначен для оценки характеристик двух разных технологий терморегулирования. Это необходимо в будущих работах новых гибридных криогенных систем перспективных КА. Второй эксперимент — часть научной программы спутника для изучения ночного свечения «шаттла»: Крупноформатная цветная кинокамера ICBC проводила съемку сближения с «Миром» со скоростью 24 кадра в секунду, впоследствии 10-минутный фильм демонстрировался

на экранах размером 30 × 100 м.

Имелись еще и шесть малых спутников «ODERACS-2» (стальные и алюминиевые сферы диаметром до 15 см и проволочки-диполи из платинового сплава) для калибровки наземных радиолокационных и оптических средств контроля за состоянием околоземного пространства.

Программой полета предусматривалось выполнение 39 дополнительных заданий, в основном медицинских и по изучению динамических характеристик средств сближения и стыковки со станцией «Мир», а также телефотосъемка. Руководитель полета — Уэйн Хейл, руководитель научной программы — Билл Ривс.

Стартовая масса МТКК «Дискавери» — 2046,5 т, посадочная масса корабля — 95,8 т, масса модуля «Спейсхэб» — 4276 кг, масса спутника — 2260 кг, масса остальной части научной аппаратуры — более 2 т.

Члены экипажа: командир, капитан 2-го ранга ВМФ Джеймс Уэзерби (James D. Wetherbee) (3-й полет, 223-й астронавт мира, 134-й астронавт США), пилот, подполковник ВВС Айлин Коллинз (Eileen M. Collins) (первая женщина-пилот, 1-й полет, 320-й астронавт мира, 203-й астронавт США), руководитель работ с полезной нагрузкой и 1-й специалист полета, доктор Бернард Харрис-мл. (Bernard A. Harris, Jr.) (2-й полет, 290-й астронавт мира, 182-й



Экипаж корабля (слева направо), первый ряд: Д. Восс, А. Коллинз, Д. Уэзерби и В. Г. Титов; второй ряд: Б. Харрис и К. Фоул

астронавт США), 2-й специалист полета и бортиженер, доктор Колин Фоул (Colin M. Foale) (3-й полет, 268-й астронавт мира, 168-й астронавт США), 3-й специалист полета, доктор Дженис Восс (Janice E. Voss) (2-й полет, 295-й астронавт мира, 185-й астронавт США) и 4-й специалист полета, полковник ВВС России Владимир Георгиевич Титов (3-й полет, 118-й астронавт мира,

54-й космонавт СССР). Между членами экипажа было закреплено следующее распределение обязанностей: Уэзерби, Коллинз и Фоул отвечали за операцию сближения с «Миром», работу в «Спейсхэбе», возглавлял Харрис, ему помогали Восс и Титов, Уэзерби проводил эксперименты на платформе MPSS, Восс руководил работой с камерой ICBC, Харрис

отвечал за медицинскую программу, а на долю Титова пришлось визуальные наблюдения, поддержание связи с российским ЦУПом, обслуживание и помощь в проведении нескольких экспериментов.

В свой 20-й полет МТКК «Дискавери» по программе STS-63 отправился 3 февраля 1995 г. в 5 час 22 мин 03 с по Гринвичу со второго стартового комплекса (39В). Через 42 мин после старта был выполнен маневр разгона и корабль вышел на орбиту (высота 307 x 340 км, наклонение 51,6°, период обращения 90,9 мин).

После выведения на орбиту были обнаружены и исключены из использования два неисправных двигателя управления. Расстояние с «Миром» с каждым витком сокращалось на 330 км. Во второй рабочий день вывели калибровочные спутники ODERACS; время их нахождения на орбите до 280 сут. За этими объектами следили радары в Массачусеттсе, Флориде и Сев. Дакоте, Германии и в южной части Тихого океана. Космическое командование США отслеживает более 7 тыс. крупных осколков на околоземных орбитах, однако меньших размеров,



Эмблема экспедиции STS-63

ненаблюдаемых, — более 110 тыс., и все они несут опасность для работающих КА.

В тот же день астронавты навели приборы спутника «Спартан» на хвостовую часть корабля, и в течение 4,5 час фиксировали спектры выхлопов двигателей ориентации. Военные рассчитывают использовать результаты эксперимента для отработки методов слежения за ракетами в космосе. После эксперимента спутник был возвращен в грузовой отсек.

На четвертый день полета экипаж выполнил завершающий двухимпульсный маневр по сближению с «Миром» (Уззери перешел на ручное управление при расстоянии между многотонными машинами в 200 м).

Зависание «Дискавери» около комплекса «Мир» на расстоянии от 30 до 11 м продолжалось

в течение 25 мин. Проводились телефотосъемка и наблюдение отдельных элементов модуля «Кристалл» и грузового отсека «Дискавери». Экипажи корабля и комплекса обменялись приветствиями; из «Мира» было хорошо видно, как В. Титов махал рукой российской космонавтам. После облета комплекса «Мир», «Дискавери» произвел расхождение, притормозил и спустился ниже «Мира» на несколько километров.

На пятый день в автономный полет на двое суток был запущен спутник «Спартан». За это время он провел исследование газопылевого состава межзвездной среды, фонового излучения и астрономических объектов (туманностей и ближайших галактик).

Самым напряженным был седьмой день — выполнялись маневры по перехвату спутника. После

подлета к нему Дженис Восс захватила его манипулятором и укрепила на ферме грузового отсека. Затем Бернард Харрис и Майкл Фоул совершили 29-й выход в открытый космос и в течение 4 час 39 мин испытывали модифицированные скафандры с улучшенной защитой от холода, проведя эксперимент по перемещению объекта большой массы; Харрис переворачивал и перемещал спутник «Спартан» (масса 1,2 т).

«Дискавери» выполнил посадку 11 февраля в 11 час 50 мин 19 с по Гринвичу на 15-ю полосу посадочного комплекса во Флориде. За 8 сут 6 час 28 мин 15 с корабль совершил 129 полных витков.

(По материалам журналов «Новости космонавтики», «Spaceflight», «Raumfahrt Journal» и «Space Shuttle News»)

С. А. ГЕРАСЮТИН

Информация

Неправильности формы Земли

С помощью радиолокационного альтиметра, установленного на борту искусственного спутника «ERS-1», запущенного Европейским космическим агентством, подтверждено, что Земля отнюдь не является правильным шаром. Посылая на Землю радиоволны, принимая их отражения от ее поверхности и измеряя время, ушедшее у них на путь «туда и обратно», прибор с большой точностью

измерял расстояние, отделяющее его от поверхности Земли.

Сотрудники немецкого Центра геофизических исследований в Потсдаме М. Рентш и М. Лицхофер, обработавшие полученные со спутника данные, установили, что к югу от полуострова Индостан в Индийском океане на земном шаре имеется «углубление», достигающее 105 м. А не так уж далеко оттуда, севернее Австралии, наоборот — «выступ» высотой 85 м.

Причем всюду поверхность океана в той или иной степени повторяет изгибы поверхности своего дна. Таким образом, фигура нашей планеты заметно отклоняется от геометрически правильной формы шара.

Весной 1995 г. вначале — на помощь, а потом — на смену спутнику «ERS-1» придет другой, измерения которого позволят с еще большей точностью судить о форме Земли.

New Scientist, 1994, 144, 11

Открыт самый большой кратер на Луне

В 1994 г. американский космический зонд «Clementine» в течение 70 суток, находясь на окололунной орбите, вел детальную топографическую съемку естественного спутника Земли. Причем, в отличие от предыдущих аналогичных экспериментов, им был охвачен не только экваториальный пояс Луны и близко прилегающие к нему регионы, но и почти вся ее поверхность.

В результате на обратной стороне Луны был обнаружен гигантский объект, о существовании которого и не подозревали.

Оказалось, что там существует кратер глубиной около 13 км и поперечником не менее 2500 км.

Он является самым большим и самым глубоким из всех известных кратеров в Солнечной системе.

Получивший наименование Южнополярный кратер Айткена возник, по всей видимости, вследствие падения на Луну крупного небесного тела, что произошло между 3,8 и 4,3 млрд лет назад. В таком случае это — древнейший из всех объектов Луны. Возраст огромного кратера был определен путем подсчета количества более мелких кратеров, испещряющих его. Примерная частота их падений известна, что и позволило сделать подобные оценки. По мнению руководительницы эксперимента сотрудницы Центра космических по-

летов им. Годдарда NASA в Гринбелте (штат Мэриленд) Марии Забер, тело, оставившее на поверхности Луны этот гигантский «шрам», в диаметре достигало примерно 200 км.

Теперь установлено, что перепад между самыми глубокими и самыми высокими точками лунной поверхности составляет более 16 км. Это меняет представления, сложившиеся два десятилетия назад по данным космических кораблей «Аполло», согласно которым такой перепад находится в пределах лишь 11-12 км.

Science, 1995, 266, 1839, 1851

«Магеллан» прощается с Венерой

К середине октября 1994 г., после четырех лет пребывания на околовенерианской орбите американская межпланетная станция «Магеллан» израсходовала свой бортовой запас горючего. Служба наземного контроля отдала последний приказ, и 12 октября станция, войдя в плотную атмосферу планеты, замолчала.

Прежде чем «погибнуть», «Магеллан» передал на Землю очень интересные данные, говорящие о том, что плотность отдельных участков верхней атмосферы Венеры значительно отличаются от расчетных.

Ориентация аппарата была такова, что «крылья» — панели солнечных батарей — контролировали его вращение вокруг собственной оси. Это позволяло определять плотность атомов и молекул в атмосфере Венеры.

Сотрудником Университета им. Джорджа Вашингтона (Вашингтон, округ Колумбия, США) Р. Х. Толсоном и его коллегами было установлено, что на высотах между 172 и 180 км над повер-

хностью планеты преобладает атомарный кислород, так же, как и в земной атмосфере. Здесь тормозной эффект трения аппарата был близок к прогнозируемому.

Однако, когда «Магеллан» вступил в более плотные слои атмосферы, насыщенные двуокисью углерода, ему пришлось расходовать на предотвращение вращения значительно меньше усилий, чем предполагалось. По мнению Р. Х. Толсона, подобное явление вызвано тем, что на высотах 150-160 км плотность атмосферы вдвое меньше предполагаемой.

Достигнув высоты 138 км от поверхности, оборудование «Магеллана» последний раз передало на Землю свои показания. Так, плотность атмосферы оказалась в полтора раза выше расчетной. По видимому, между отметками 138 и 147 км происходит резкое ее увеличение. Атмосфера ночной стороны планеты отличается от дневной своею бурной турбулентностью. Возможно, что такой перепад в сумеречный период и по-

вливал на измеренные приборами показатели.

Помимо чисто теоретического, эти факты имеют и практическое значение. На 1996 г. назначен запуск аппарата «Mars Global Surveyor», которому предстоит войти в атмосферу Марса, также богатую двуокисью углерода. Хотя плотность его воздушной оболочки во много раз меньше, чем у Венеры, опыт «Магеллана» окажется очень полезен и здесь.

«Магеллан» был первым космическим аппаратом, использовавшим в качестве «тормоза» атмосферное трение планеты для перехода на более низкую орбиту. Это позволило построить гравиметрическую карту Венеры, отличающуюся высокой разрешающей способностью. Аналогичный эксперимент на Марсе будет «поручен» его будущему искусственному спутнику.

Science News, 1994, 146, 262

Гуманитарная астрономия и социальная педагогика

А. В. ФЕСЕНКО
Московский государственный
университет культуры

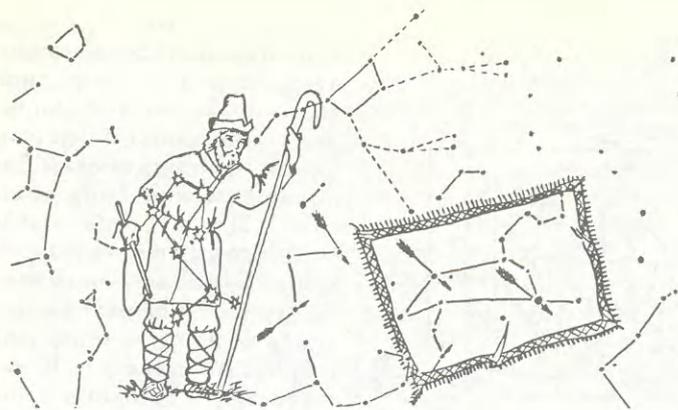
Астрономия, одна из «Невозможно представить, насколько ниже в своем развитии оказалось бы человечество, если бы оно... никогда не видело звездного неба». Помимо су-

го прикладного значения в жизни общества астрономия всегда играла важную мировоззренческую роль. Напомним, что в древних мифах и легендах большинства народов содержится астральная символика. Сама логика мифологического сознания — это логика космологических представлений. Следовательно, астрономия — не только точная фундаментальная научная дисциплина, но и наука, обладающая глубоким гуманитарным содержанием. Астрономия — неотъемлемая часть мировой культуры.

Изучая историю астрономии, невольно ловишь себя на мысли, что в древности к науке о звездах



В фольклоре часто содержится астральная символика. У многих народов до наших дней сохранились следы культового поклонения Лосям и Оленям — созвездиям Большой и Малой Медведицы



Звездное небо играло важную роль в жизни древних земледельцев и скотоводов. В Древней Руси в созвездии Волопаса видели пастуха

дах в обществе относились с большим уважением, чем сейчас. Земледельцы и скотоводы были осведомлены о движении небесных светил. Жрецам же знание законов неба давало неограниченную власть.

В современном обществе мы видим иную картину. Ситуацию сегодняшнего дня можно охарактеризовать как астрономическое невежество, следовательно, невежество мировоззренческое. Недавно автору этих строк пришлось стать невольным свидетелем спора нескольких старшеклассников по поводу сообщений средств массовой информации об открытии (!) нового тринадцатого созвездия Зодиака (Земля и Вселенная, 1995, № 3, с. 103). И так как в этом сообщении говорилось, что теперь все знаки Зодиака сместились, молодые люди мучительно пытались определить, к каким из знаков Зодиака они теперь относятся. Им даже не приходила в голову простая мысль о том, что открыть можно новую звезду, планету,

комету, галактику, но не новое созвездие.

Педагоги, астрономы не только у нас в стране, но и за рубежом уже давно ведут активные поиски путей ликвидации астрономического невежества. В системе школьного образования, при наличии небольшого количества часов, отводимых астрономии, решению этой задачи может помочь система факультативов (Земля и Вселенная, 1994, № 2, с. 44-48). А в условиях гуманизации и гуманитаризации образования астрономия как дисциплина, «которая касается всех областей человеческого опыта», призвана нести особую миссию — духовную (Земля и Вселенная, 1994, № 4).

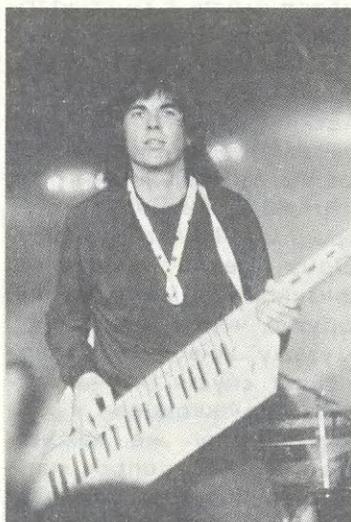
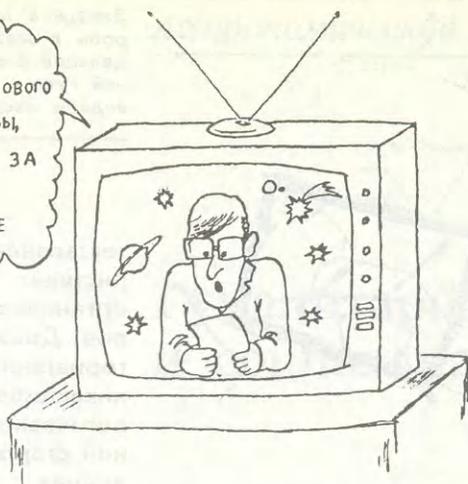
Гуманизация и гуманитаризация не означает отказ от технической или естественной стороны того или иного предмета. Это означает приближение, обращение к отдельной личности (гуманизация) и общественному бытию (гуманитаризация). И здесь не может быть про-

тивознания и гуманитаристики. Наоборот, это органическое единое целое. Должно быть не альтернативное, а взаимопроникающее существование логической и эмоциональной сторон (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 93).

Почему возникает необходимость в гуманитарной астрономии?

Несколько лет назад, занимаясь в астрономических кружках Московского планетария, я обратил внимание на то, что люди приходят к астрономии по-разному. Одни через увлечение физикой или математикой, другие через фантастику, музыку, живопись... Много лет спустя, изучая анкеты кружковцев, я обнаружил ту же закономерность. На вопрос «чем вы увлекаетесь кроме астрономии?» примерно половина ребят отвечала: физикой, химией, математикой, биологией и т. д. Остальные ставили в этой графе археологию, историю, музыку, рисование и т. п. Очевидно, половина кружковцев имеет «аналитический склад», а половина — гуманитарный. На начальных курсах обучения это различие практически не сказывается, однако, когда на старших курсах дело доходит до решения сложных задач, многие ребята оказываются в затруднительном

В СВЯЗИ С
ОТКРЫТИЕМ НОВОГО
СОЗВЕЗДИЯ — ВЫ,
ВОВСЕ НЕ ТОТ, ЗА
КОГО СЕБЯ
ВЫДАЁТЕ



Дидье Маруани, знаменитый французский композитор, пишет музыку на космические темы. Его нередко называют «Маленьким принцем космической эры»

положении. Экспериментальный опрос «гуманитариев» показал, что в астрономии их привлекают прежде всего явления, поражающие воображение, воздействующие на

эмоциональную сферу личности. У «аналитиков» были иные критерии — точность, фундаментальность, строгость законов природы. Исходя из этого, целесообразно во внешкольных образовательных и культурно-досуговых учреждениях на определенном этапе обучения проводить профильное разделение на две подгруппы.

В ноябре 1994 г. мне в качестве члена жюри по секции «Астрономия» довелось участвовать в XXIII конкурсе «Космос», проводимом Всероссийским аэрокосмическим обществом «Союз». В первый же день возникла трудность в оценке докладов по астрономии. Они оказались очень разными, относящимися к теоретическим вопросам астрономии, любительской астрономии, описательной астрономии и даже к проблемам астрономического образования (в них, в частности, говорилось и о необходимости гуманитаризации).

Каким же должно быть тематическое наполнение курса гуманитарной астрономии во внешкольных социально-педагогических учреждениях? Вариантов может быть много. Для социальных педагогов, специализирующихся по астрономическому образованию, здесь обширное поле для творческих поисков. К настоящему времени для школ уже разработана система факультативов по астрономии и космонавтике. Однако в нашей стране помимо общеобразовательных школ существуют и внешкольные учреждения — Дома культуры, клубы по интересам, кружки (музыкальные и др., изостудии). Это и есть поле деятельности социальной педагогики — педагогики дополнительного образования. Здесь перед педагогами могут быть поставлены интересные задачи по внедрению и преподаванию гуманитарной астрономии.

Тематический план для учреждений определенной ориентации должен быть составлен с учетом направленности их деятельности. Темы таких курсов как «Введение в астрономию» и «История астрономии» достаточно освещены в периодике и специальных изданиях. Поэтому в настоящей работе останавливаться на них нет необходимости.

Для музыкальных учреждений будет полезен курс «Музыка звезд», в котором в исторической последовательности излагается материал о происхождении музыки, му-



Мифологические образы, как результат многовекового литературного творчества, отразились в небесных иероглифах созвездий

зыкально-астрономических учения Пифагора и Кеплера, музыки сфер, «золотом сечении» в музыке и астрономии, звездных корнях античного театра, рассказывается о композиторах-астрономах

и астрономах-композиторах, современной космической электронной музыке, музыкальном и песенном творчестве космонавтов.

В литературных кружках может быть прочитан курс «Небесные письмена». С незапамятных времен литература обращалась к теме звездного неба. Небо воспевали многие античные авторы — Гесиод, Гомер, Сафо, Арат, Каллимах, Вергилий и многие другие. К небу

обращали свои взоры и в более поздние времена.

Как уже говорилось, астрономия неразрывно связана с народной мифологией. Это мы учитываем в разработке курса «Звездные легенды», который может преподаваться с учетом различных культурных, национальных и религиозных особенностей, возрастных и сословных факторов.

Астрономическую тематику не обошло стороной и изобразительное искусство. На протяжении

всей истории человечества к астрономическим сюжетам обращались живопись, скульптура, прикладное искусство и даже архитектура. Взяв за основу исторический подход (с позиций культурологической концепции), в курсе «Астрономия и искусство» можно в увлекательной форме познакомить учащихся с древнейшими образцами изобразительного и прикладного искусства разных народов, с астрономическими архитектурными комплексами древности, рассказать об астральной символике в искусстве средневековья и эпохи Возрождения, о современных художниках-космистах и художниках-космонавтах.

Разумеется, это далеко не полный список тем по гуманитарной астрономии. Мы хотим лишь обратить внимание на ее громадный потенциал и перспективы.

Гуманитарная астрономия имеет очень большое значение в эстетическом воспитании. И здесь нельзя ограничиваться простым прослушиванием лекций. Необходимо со-

блюдать основополагающие принципы дидактики (систематичность, доступность, научность, эмоциональность), использовать разнообразные методы обучения.

Например, в работе по курсу «Музыка звезд» необходимо пользоваться обширным аудио- и видеоматериалом, устраивать прослушивание записей «космических» музыкальных произведений.

Имеет смысл предложить ребятам во время прослушиваний зарисовать или записать свои впечатления, настроения, мысли, навеянные звездной музыкой. Или даже рекомендовать некоторым из них попробовать самим написать музыкальное произведение на космическую тему. В курсах по искусству, мифологии, литературе также следует использовать максимально наглядный материал.

Активные методы обучения гуманитарной астрономии имеют, на наш взгляд, особый статус. Они стимулируют творческую активность личности, формируют самостоя-

тельность мышления. В этом плане особенно эффективны методы учебно-творческого выражения (в частности, самостоятельный поиск и метод художественного исполнительства). Для развития воображения рекомендуем задачи качественного содержания (подобные занимательные задачи можно найти, например, в «Школьном астрономическом календаре»). Очень важна игра для социализации личности. В настоящее время разработки сюжетных игровых ситуаций на астрономическую тематику формируются в особое направление.

Таким образом, гуманитарная астрономия имеет важное значение для эстетического воспитания личности и формирования мировоззрения. Астрономия как фундаментальная наука, обладающая мощным гуманитарным потенциалом, оказывает влияние на социализацию личности и становление стереотипов поведения.

Рисунки автора статьи

(Окончание. Начало на стр. 32)

Ида относится к семейству астероидов, именуемых Коронис, и принадлежит к типу малых планет S, которые имеют железо-каменное строение. Плотность таких объектов должна быть близка к 5 г/см^3 , однако анализ орбиты Иды, выполненный Майклом Белтоном из Национальной обсерватории оптической астрономии в Тусоне, указывает на то, что ее

плотность составляет вдвое меньшую величину.

Если Дактиль действительно служит спутником Иды и не приближается вплотную или удаляется от нее, то плотность этого астероида должна быть в пределах между $2,2$ и $2,8 \text{ г/см}^3$. Но такая величина слишком мала, даже если этот астероид представлял бы собой «нагромождение булыжни-

ков», а не единое цельное тело. Между отдельными фрагментами следовало бы предположить неправдоподобно большие интервалы.

К. Чепмен считает, что Ида может являться скоплением хондритов — мелких силикатных шариков, типичная плотность которых составляет от $3,4$ до $3,8 \text{ г/см}^3$.

New Scientist, 1994, 144, 17

Забытая экспедиция Бориса Вилькицкого

А. В. ШУМИЛОВ,
кандидат географических наук

ИЗ ПРЕДЫСТОРИИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

В 1525 г. Дмитрий Герасимов — посланник Московского государства при Папском дворе — впервые высказал дерзкую мысль о возможности плавания вокруг северного побережья Азии. Он писал: «Двина, увлекая бесчисленные реки, несетя в стремительном течении к Северу. Море там имеет такое огромное протяжение, что... держась правого берега, отсюда можно добраться на кораблях до страны Китая, если в промежутке не встретится какой-нибудь земли».

К началу XVI в., а может быть и раньше, русские поморы уже плавали на Новую Землю, к берегам Груманта-Шпицбергена. Их лодьи и кочи уже достигли устьев великих сибирских рек — Печоры, Оби, Енисея, Лены, Индигирки, Колымы... А в 1648 г. Семен Дежнев и Федот Попов, обогнув Чукотский полуостров, вышли в Тихий океан, открывая путь, как тогда говорили, «в Китай и к Индиям», но только столетие спустя отряды экспедиций Беринга прошли вдоль побережья Сибири, достигли берегов Америки и Японии, обнаружив множество неизвестных ранее островов. Впервые в то время появились на картах реальные очертания России —

северных и, частично, восточных ее берегов. Стало окончательно ясно, что Северо-восточный проход действительно существует.

Пророческими оказались ломоносовские стихи: «Коломбы Росские, презрев угрюмый рок, // Меж льдами новый путь отворят на восток // И наша посягнет в Америку держава».

В конце XVIII в. и в первой половине XIX в. «Коломбы Росские» действительно утвердились на берегах Америки. Русские поселения появились на острове Кадьяк, на Кенайском полуострове, в заливах Якутат и Нортон, в районе теперешнего Сан-Франциско... Русскую Америку надо было снабжать и поэтому почти ежегодно приходили туда русские корабли. За полсотни лет моряки Российского флота совершили 26 кругосветных плаваний — либо вокруг мыса Доброй Надежды, либо вокруг мыса Горн. А кратчайший путь — Северо-восточный проход — был совершенно забыт.

«Морское сообщение с Сибирью принадлежит к числу вещей невозможных», — писал вице-президент Русского Географического общества адмирал Ф. П. Литке. Однако сибирский купец М. К. Сидоров думал совершенно иначе.

Сказочно разбогатев на разведанных им месторождениях золота, Си-

доров подает наследнику — будущему Александру III — тщательно продуманную записку «О средствах вырвать Север России из его бедственного положения». Ответ на записку был совершенно анекдотический: «Так как на Севере постоянные льды и хлебопашество невозможно и никакие другие промыслы немыслимы, то, по моему мнению и моих приятелей, необходимо народ удалить с Севера во внутренне страны государства, а Вы хлопочете наоборот и объясняете о каком-то Гольфштреме, которого быть не может. Такие идеи могут проводить только помешанные».

Плавания шведа А.-Э. Норденшельда (Земля и Вселенная, 1995, № 4) и англичанина Виггинса в Карское море в 70-х гг. XIX в. открывали широчайшие перспективы для развития торговли Сибири с Европой. Но русское правительство по-прежнему не выказывало никакого интереса к Северо-восточному проходу. Только тяжкий урок Цусимы в мае 1905 г. пробудил в России интерес к освоению полярных и дальневосточных морей. Начальник Главного Гидрографического Управления генерал А. И. Вилькицкий с горечью писал, что война с Японией «наглядно показала все стратегическое значение Северного пути, который нужен и для плавания военных судов и для перевозки войск и груза». «Этот путь, — продолжал он, — послужит толчком для оживления всего нашего Севера... Не недоступность Морского Сибирского пути мешала до сих пор воспользоваться им, а простое незнание его. Надо побороть это незнание, надо сделать смелый шаг и новый путь будет широко открыт для нашей Родины и послужит ей добрую службу».

ЭКСПЕДИЦИЯ «Г/Э СЛО»

После удачных плаваний ледокола «Ермак» в 1900-1901 гг. Российское Морское министерство решило построить еще два ледокольных парохода, чтобы использовать их в работе по картированию и обследованию северного побережья России. В проек-

тировании этих судов приняли участие профессор-судостроитель (впоследствии академик) А. Н. Крылов, начальник Гидрографического Управления А. И. Вилькицкий, профессор-океанограф Ю. М. Шокальский и многие другие. Но непосредственно постройкой судов руководили двое: Ф. А. Матисен и А. В. Колчак — участники первой Русской полярной экспедиции, которую в 1900-1902 гг. возглавлял на яхте «Заря» Эдуард Толль. Из военных моряков только они, пожалуй, имели достаточный опыт плавания во льдах. Они же были назначены командирами ледокольных пароходов.

Стараниями Матисена и Колчака ледоколы подготовили прекрасно. При водоизмещении 12 тыс. т запас угля на каждом судне обеспечивал дальность плавания более 7 тыс. миль при расходе топлива 6 т в сутки. Осадка судов при полной загрузке не превышала 6 м, что позволяло даже на мелководьях приближаться к берегу. Оба судна были хорошо оснащены навигационными приборами, а кроме того «вооружены» самыми последними новинками того времени — радиотелеграфными установками конструкции А. С. Попова.

Весной 1909 г. корабли были спущены со стапелей Невского судостроительного завода и получили названия «Таймыр» и «Вайгач». Их перенесли на Тихий океан, и уже в августе 1910 г. начались работы Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана («Г/Э СЛО»). Начальником ее был назначен известный гидрограф И. С. Сергеев, а базой экспедиции стал Владивосток. Теперь отсюда год за годом стали уходить корабли к берегам Камчатки и Чукотки, к Берингову проливу, в Северный Ледовитый океан. Приказ по Морскому Министерству за № 241 требовал категорически: «Деятельность экспедиции должна продолжаться до окончания намеченного исследования». Имелось в виду — до тех пор, пока весь Северный Морской путь (от Берингова пролива до Карских ворот) не будет полностью описан, промерен и оборудован для безопасного плавания судов.

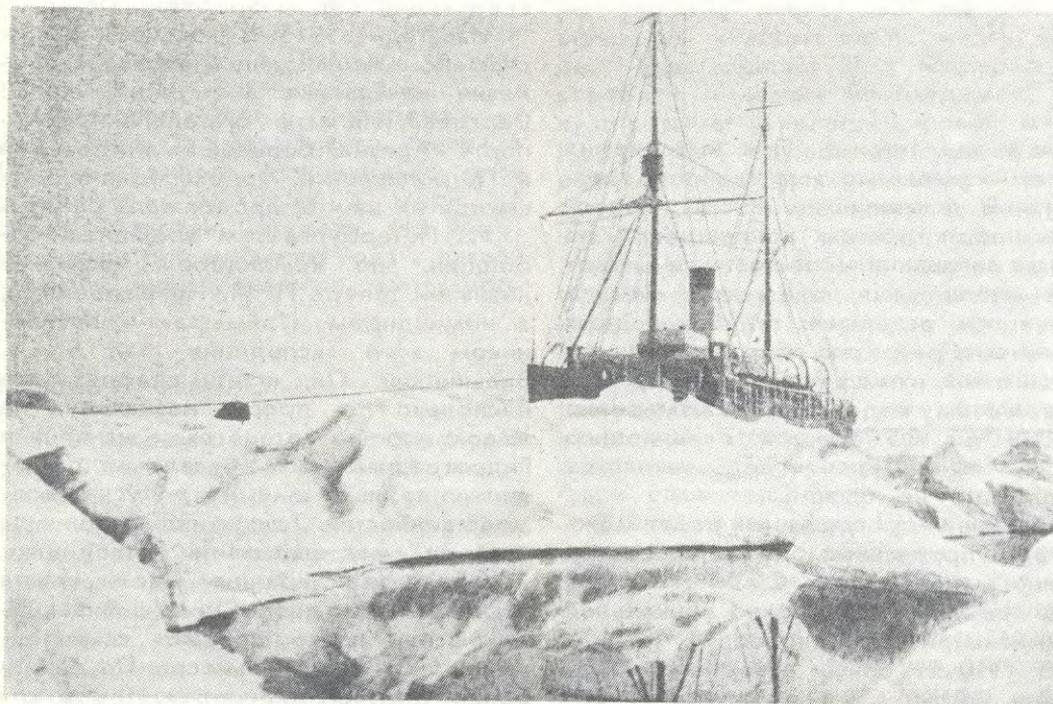


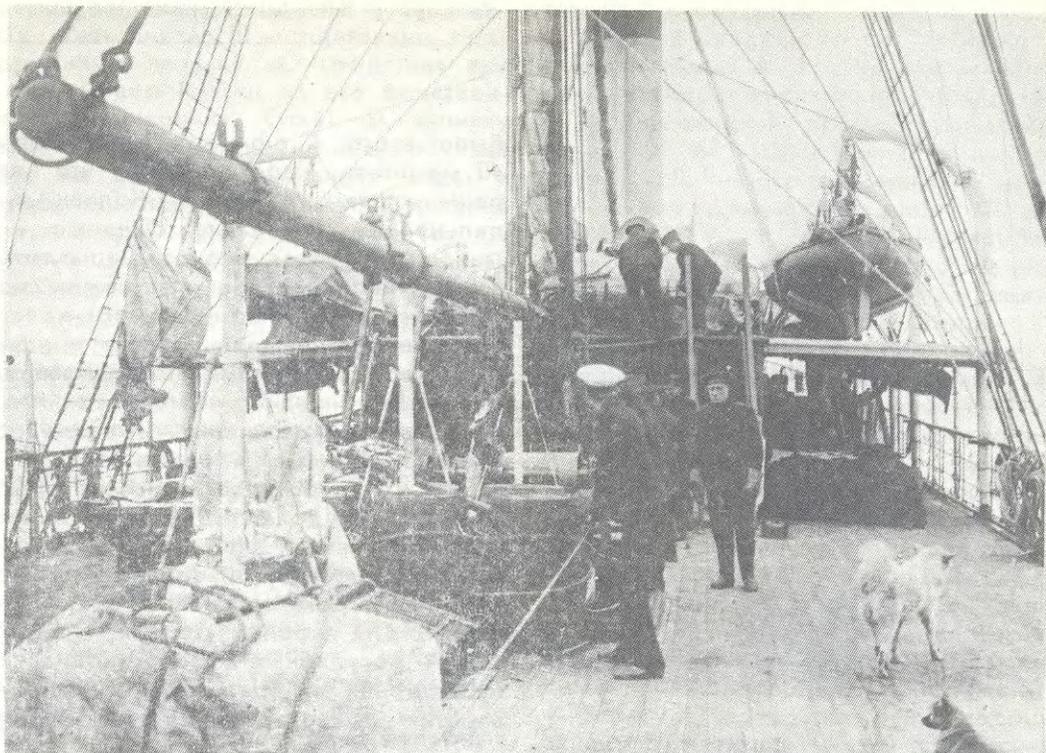
Конечно, это была гигантская работа — особенно, если учесть, что на каждом корабле (помимо командира)

было всего 4 офицера и не более 40 матросов. Надо добавить, что вопреки уставам Матисен и Колчак, а в дальнейшем и новые сменные командиры, отбирали в экспедицию только добровольцев. Они выполняли свои судовые обязанности, а кроме того постоянно принимали участие в научных наблюдениях и исследованиях. Наверное, именно поэтому экипажи судов всегда отличались высокой работоспособностью и спаянностью.

Объем работ, согласно программам, был действительно огромен: морская съемка, опись и фотографирование берегов; шлюпочные промеры устьев рек, заливов и бухт, пригодных для якорных стоянок; а кроме того — регулярные метеорологические наблюдения и, время от времени, — аэрологические, гравитационные и маг-

«Вайгач» на ледовом якорю





На палубе ледокола «Таймыр»

нитные наблюдения. При высадке на берег — установка астропунктов, маршрутные ботанические сборы, пополнение зоологических коллекций. А во время плавания — постоянные ледовые наблюдения, океанографические серии на отдельных глубоководных станциях и разрезах, сбор планктонных организмов, ихтиофауны, траление бентоса. К этому надо добавить измерения глубин до 8,5 тыс. м с помощью струны и лебедки — ведь эхолотов тогда еще не было.

Перечень программных работ можно еще продолжить, но и так совершенно ясно, что «г/э СЛО» стала для того времени совершенно уникальной комплексной экспедицией.

В 1910 г. опись северного побережья России была доведена от Берингова пролива до мыса Инчоун, в

1911 г. — до устья Колымы, а на следующий год — до устья Лены.

Навигация 1913 г. началась, к несчастью, с неожиданной серьезной болезни начальника экспедиции И. С. Сергеева. На вспомогательном транспорте «Аргунь» больной был отправлен в Петропавловск, но экспедиция, несмотря ни на что, продолжала работы.

Из Петербурга тем временем сообщили, что командиром «Вайгача» назначен теперь П. А. Новопашенный, а командиром «Таймыра» и начальником всей экспедиции стал Б. А. Вилькицкий. Он, кстати сказать, уже несколько лет просил назначения на ледоколы, но отец его, начальник Гидрографического Управления, постоянно отказывал ему, не допуская «семейственности». Только после кончины отца он смог возглавить экспедицию.

Оба командира не имели опыта полярных плаваний. Однако Вилькицкий вскоре уже проявил самостоятельность и решительность. По совету более опытных офицеров, он, в отличие от предыдущих лет, разрешил



ледоколам самостоятельно выполнять свои программы, в нужных случаях используя для связи радио.

Намеченная опись побережья от устья Лены до Хатангского залива в 1913 г. удалась неполностью из-за опоздания с выходом в море по случаю болезни Сергеева. Но замечательные открытия того года с лихвой покрыли невыполненную часть программы.

СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ

К северо-востоку от острова Новая Сибирь был открыт вначале небольшой островок, названный в честь генерала Вилькицкого, незадолго до этого умершего. Потом у побережья Таймыра в группе островов Самуила (ныне — «Комсомольской правды») были обнаружены пять островков, не нанесенных ранее на карту. А к северу от мыса Челюскин был открыт остров, названный именем Цесаревича Алек-

сея (ныне — Малый Таймыр) и остров Старокадомского, получивший имя врача «Таймыра».

В сентябре, когда навигация уже заканчивалась, экспедиции невероятно повезло. Настоящим «открытием века» стал огромный архипелаг, площадь которого, как мы теперь знаем, превышает площадь таких европейских стран, как Голландия или Бельгия. Вилькицкий подумывал даже, что открыт шестой материк. Однако вскоре, когда ледоколы прошли вдоль восточного побережья «материка», моряки за восемьдесят первой параллелью снова увидели ширь океана и удовлетворились водружением трехцветного российского флага на современном мысе Берга. Описание побережья архипелага составить не удалось, так как корабли торопились вернуться во Владивосток.

К чести Вилькицкого, закончив свою первую полярную навигацию, он сразу же проявил заботу об экипаже и офицерах. «Работы очень много, людей едва хватает для содержания кораблей и самых необходимых текущих работ, — телеграфировал он в Петербург. — Служба идет, как на всех военных судах, а оплачивается чинам экспедиции гораздо меньше. Помимо несправедливости разного отношения к командам, это обстоятельство чрезвычайно затрудняет комплектование кораблей... Что касается офицеров, вопрос не столь острый. Преданные своему интересному делу, они готовы не считаться с тем, что обставлены хуже своих товарищей по Сибирской флотилии». Требования Вилькицкого были удовлетворены!

В начале навигации 1914 г. «Вайгач» отправился к Новосибирским островам, чтобы произвести промеры и съемку, а «Таймыр» пошел к острову Беннетта, чтобы попытаться обнаружить таинственную Землю Санникова, которую самоотверженно искал Эдуард Толль. Найден был, однако, лишь небольшой



островок в архипелаге Де-Лонга, названный впоследствии в честь лейтенанта А. Н. Жохова, погибшего во время экспедиции.

Летом 1914 г. в бухту Провидения был доставлен гидросамолет. Предполагалось, что в случае необходимости, с его помощью удастся выяснить ледовую обстановку, найти пути для обхода ледяных преград. Однако первая в истории попытка ледовой разведки закончилась, к сожалению, полным крахом. «Скользнув по гладкой, как зеркало, поверхности бухты,— писал один из очевидцев,— гидросамолет, пилотируемый летчиком Дмитрием Александровым, отделился от воды и тотчас же снова сел. При повторном взлете у гидроплана сломалась рулевая часть. Летательный аппарат прибуksировали к берегу, разобрали и погрузили на «Таймыр». Предполагалось заменить сломанную трубку в Номе, но в успех этого предприятия уже никто не верил всерьез».

В Номе, на Аляске тем временем их ожидала ошеломляющая новость — в Европе началась война!

Теперь ледоколам предстояло пройти по всей трассе Северо-восточного прохода, чтобы поскорее

Водружение русского трехцветного флага на берегу открытого экспедицией Б. А. Вилькицкого архипелага в Северном Ледовитом океане, названного Землей Николая II, а впоследствии Северной Землей

встать в строй боевых кораблей. Это — главная задача. Гидрографические работы решили сократить, чтобы успеть дойти до Архангельска за одну навигацию. Но ледовая обстановка, к несчастью, оказалась в том году крайне тяжелой.

В ЛЕДОВОЙ ЗАПАДНЕ

В борьбе со льдами оба корабля повредили борта, переборки, поломали часть шпангоутов. Одно время ситуация стала критической, матросы постоянно стояли у помп, откачивая воду. С трудом пройдя мимо мыса Челюскин, «Таймыр» и «Вайгач» безнадежно вмерзли в лед к северу от полуострова Короля Оскара. Они могли переговориваться между собой, но никто больше не слышал маломощных радиопередатчиков ледоколов.

Помог счастливый случай. Русское правительство снарядило в 1914 г.



Гидрограф и морской офицер А. В. Колчак принимал участие в подготовке экспедиции «СЛО»

специальное судно на поиски пропавшей за два года до этого экспедиции Владимира Русанова. Спасательную экспедицию на «Эклипсе» возглавлял прославленный норвежец Отто Свердруп — капитан нансеновского «Фрама», но и его у таймырского мыса Вильда тоже остановили невзломанные льды.

Радист «Эклипса» Дмитрий Петров после долгих попыток все же укрепил на льду высокие мачты и, удлинив антенну, сумел связаться и с ледоколами, и с радиостанцией «Югорский Шар». 6 января 1915 г. связь, хотя и неустойчивую, удалось наладить.

Зимовка была тяжелой, однако Вилькицкий делал все возможное, чтобы поддержать работоспособность и настроение экипажа. Ежедневные прогулки на льду были строго обязательны, велись регулярные занятия с командой по русскому языку, арифметике, физике, истории и географии, а для желающих — по немецкому и французскому языкам.

Для кочегаров, рулевых, сигнальщиков организовали дополнительно курсы по повышению квалификации. В праздничные дни устраивались научно-популярные лекции или чтение вслух любимых книг, проводились футбольные матчи между командами ледоколов.

Связь с «Эклипсом» поддерживалась теперь почти бесперебойно. Газеты России наравне с военными сводками следили за событиями в Ледовитом океане. Сам Император Николай II передал по радио поже-

вание экспедиции счастливого Нового года и успешного окончания плавания.

В мае, согласно плану Гидрографического Управления, половина личного состава с помощью собачьих упряжек Свердрупа была отправлена на «Эклипс», а оттуда на оленях — в село Гольчиха.

Только в конце августа «Таймыр» и «Вайгач» освободились, наконец, из ледового плена. А 16 сентября они пришвартовались к городской пристани Архангельска. Шестилетняя экспедиция «СЛО» завершилась. Руал Амундсен справедливо подчеркнул: «В мирное время эта экспедиция возбудила бы восхищение всего цивилизованного мира». Но в условиях Мировой войны героическая эпопея российских моряков осталась, к сожалению, почти незамеченной.

Правда, Борис Вилькицкий был удостоен Большой Золотой медали Российского Географического общества, Золотых медалей Географических обществ Швеции и Франции. К чести начальника экспедиции, все участники ледовых походов получили золотые и серебряные медали «За усердие», а вдобавок — памятные медали «Таймыр-Вайгач», ставшие теперь желаннейшей для коллекционеров нумизматической редкостью.

К сожалению, в круговерти войн и революций забылась экспедиция, положившая начало освоению Северного Морского пути. Многие участники ее погибли или стали эмигрантами, другие предпочли остаться на Родине, но оказались в лагерях.

Историк флота Н. Черкашин составил скорбный мартиролог офицеров экспедиции «СЛО».

Лейтенант Алексей Жохов лежит на Таймыре — на мысе Могильный. Лейтенант Алексей Лавров, ставший адмиралом, похоронен в Омске в 1942 г. Лейтенант Николай Евгенов шесть лет провел в лагерях, в 1944 г. в Котласе «досрочно освобожден из лагеря за высокие производственные показатели

и применение в работе стахановских методов». Лейтенант Дмитрий Анцев погиб в 20-х гг. Капитан 2 ранга, летчик Дмитрий Александров погиб в бою под Ригой во главе морского ударного батальона в 1917 г. Старший лейтенант Аркадий Фирфаров погиб в 1937 г. Врач Леонид Старокадомский — один из немногих, почивших свѣей смертью. Прах его с 1962 г. на Немецком кладбище в Москве. Капитан-лейтенант Николай Транзе работал в угольных копях Шпицбергена, пепел его развеян в штате Огайо (США). Лейтенант Константин Неупокоев умер после операции аппендицита в 1926 г. Лейтенант Николай Гельшерт погиб в 1917 г. Мичман Александр Никольский умер на чужбине. Капитан 1 ранга Петр Новопашенный скончался в октябре 1950 г. — вероятно, в пересылочном лагере в Орше.

Борис Андреевич Вилькицкий эмигрировал в Англию в 1920 г. Он участвовал в совместных советско-британских Карских экспедициях 1923, 1924 гг., но никогда не сходил с английских кораблей на русскую землю. Потом долгие годы работал в Африке — лоцманом на реке Конго. Начальник Главсевморпути В. Ф. Бурханов познакомился с Б. А. Вилькицким в Брюсселе и выхлопотал ему разрешение вернуться на Родину, но в 1961 г. прославленный полярный исследователь скончался, не успев получить советского паспорта.

Вероятно, трудные судьбы офицеров экспедиции «СЛО» стали причиной того, что богатейшие научные материалы были изданы в самой сокращенной форме лишь через 70 лет.

Кажется, только карты полярных морей сохранили имена моряков-пер-

вопроходцев. Это мыс Анцева, остров Арнгольда, ледниковый купол Брусилова, мыс Бухтеева, пролив Бориса Вилькицкого, мыс и две бухты Давыдова, бухта и мыс Евгенова, остров Жохова, пролив, два мыса и остров Лаврова, мыс, остров и пролив Матисена, остров, залив, мыс и бухта Неупокоева, полуостров и мыс Сергеева, остров Старокадомского, острова Транзе, мыс Фирфарова...

Александр Колчак как Верховный правитель России был расстрелян и предан анафеме. Однако советская цензура все же не углядела — на картах полярных морей остался остров Александра, а также остров и мыс Софии, названные Колчаком в честь его жены.

Вопрос о названии огромного архипелага, открытого экспедицией СЛО, обсуждался много раз. Сам Б. А. Вилькицкий в честь ледоколов-первооткрывателей предложил название «Земля Тай-Вай», но в правительственных верхах решили иначе: на картах появилась «Земля Императора Николая II». После Октябрьской революции предлагались названия: «Земля Республики», «Земля Пахтусова», «Земля братьев Лаптевых». В 1925 г., после смерти Ленина, центральные газеты сообщили, что архипелаг будет назван «Землей В. И. Ленина». Однако и от этого названия отказались. В январе 1926 г. был утвержден топоним Северная Земля.

В 1930-32 гг. архипелаг Северная Земля исследовали и нанесли на карту три человека: географ Г. А. Ушаков, геолог Н. Н. Урванцев, тоже отсидевший долгие годы в лагерях, и каюр С. П. Журавлев. Их работа завершила открытие, сделанное в 1913 г. экспедицией Б. А. Вилькицкого.

Телескоп Ньютона

В. Г. СУРДИН,
кандидат физико-математических наук
ГАИИШ

Считается, что телескоп-рефлектор изобрел Ньютон (1643-1727). Но это не совсем так: в действительности он его не изобретал. История с телескопом Ньютона напоминает историю с телескопом Галилея. Ни тот ни другой не изобретали конструкций, названных впоследствии их именами. Но они поняли их значение, довели технику их изготовления до известной степени совершенства и доказали, почему именно такая конструкция предпочтительна для научных наблюдений. Впрочем, Ньютон не только стоял у колыбели современных гигантских рефлекторов, но и предложил новые методы наблюдений и принципы подбора мест для обсерваторий.

НЬЮТОН И ТЕЛЕСКОПЫ

В 1666 г. Ньютон открыл явление дисперсии света и доказал, что изображение в телескопах-рефракторах портится в основном из-за хроматической аберрации, заключающейся в том, что лучи разного цвета собираются в фокус на разном расстоянии от объектива. До Ньютона считалось, что плохое качество изображений рефракторов, как правило, связано со сферической аберрацией линз. В первой книге ньютоновой «Оптики» находим Предложение VII и Теорему VI о том, что «усовершенствованию телескопов препятствует различная преломляемость лучей света». Начиная доказательство теоремы, Ньютон пишет: «Несовершенство телескопов обыкновенно приписывается сферической форме стекол, и поэтому математики предложили отшлифовывать стекла по коническим сечениям. Для того, чтобы показать их ошибку, я

включил настоящее предложение, справедливость которого будет ясна из величин преломлений различных сортов лучей...» (с. 71; здесь и далее цитируем по изданию: И. Ньютон. Оптика. Перевод с 3-го англ. издания 1721 г. С. И. Вавилова. М. — Л., Госиздат, 1927).

Ньютон обстоятельно доказывает важнейшую роль хроматической аберрации и делает вывод, что «можно бы довести телескопы до достаточного совершенства, если бы не было различной преломляемости различных сортов лучей». Затем он теоретически обосновывает известный из практики факт, что влияние хроматической аберрации снижается с ростом фокусного расстояния объектива. «Я не вижу, — пишет Ньютон, — какого-либо другого средства улучшения телескопов с помощью преломлений, кроме только увеличения их длины, для каковой цели, по-видимому, весьма удобно последнее изобретение Гугения (с. 86).

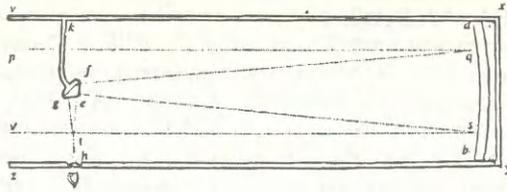


Схема отражательного телескопа из «Оптики Ньютона»

Речь идет о «воздушном телескопе» Христиана Гюйгенса длиной 64 м, у которого окуляр не был жестко скреплен с объективом. Можно представить себе, насколько «удобно» было работать с таким инструментом. Однако с ним Гюйгенсу удалось сделать ряд замечательных открытий, например, кольца Сатурна и его спутник Титан.

Было очевидно, что у сверхдлинных телескопов нет перспективы. А можно ли сделать ахроматичным короткий телескоп? Решая эту проблему, Ньютон-теоретик стал жертвой недостаточных возможностей Ньютона-экспериментатора. Он считал, что нельзя создать сложный ахроматический объектив из линз различных сортов стекла. Только спустя 80 лет Леонард Эйлер высказал мысль о возможности построения такого объектива, а осуществил ее английский оптик Д. Доллонд в 1758 г.

А что же Ньютон? «Видя поэтому, что улучшение телескопов данных длин с помощью преломлений безнадежно, я придумал... отражательную перспективу, применяя вместо объективного стекла вогнутый металл» (с. 86). Диаметр сферического зеркала в первом телескопе Ньютона был всего 2,5 см, а фокусное расстояние — 15 см. До сих пор этот инструмент хранится в лондонском Королевском Обществе. Ньютон освоил и подробно описал полировку не только металлических, но и стеклянных зеркал. В течение следующих трех столетий оба этих материала применялись для строительства отражательных телескопов.

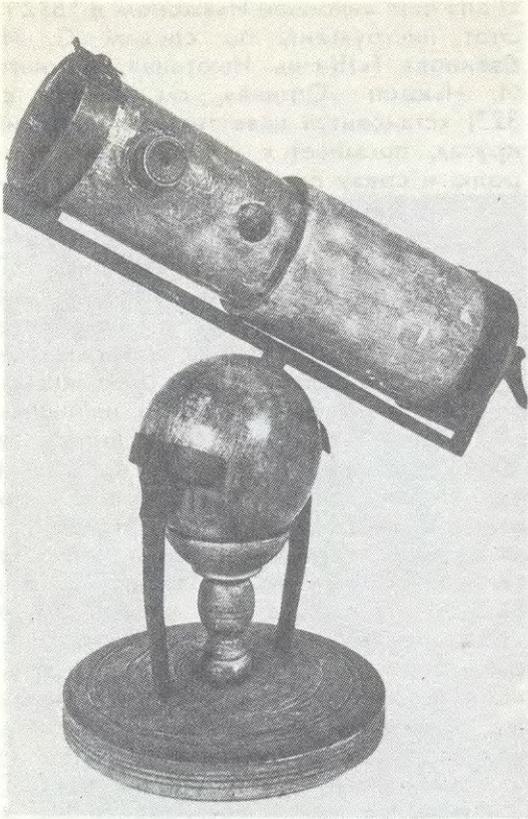
Свой первый рефлектор Ньютон построил в 1668 г., второй — в 1671 г. Их описание появилось в марте 1671 г. в *Philosophical Transactions*. Но еще в 1663 г. шотландский астроном и

математик Джеймс Грегори (1638-1675) издал труд «Развитие оптики», в котором описал изобретенный им отражательный телескоп с главным сферическим зеркалом и вспомогательным эллиптическим, отбрасывающим свет в центральное отверстие главного зеркала. Впрочем, Ньютон и не претендовал на честь открытия идеи рефлектора. Сразу же после опубликования работы Ньютона французский оптик Н. Кассегрен предложил новую конструкцию рефлектора, состоящую из главного зеркала параболической формы и вспомогательного выпуклого гиперболического. Именно эту конструкцию стали применять, поскольку она укорачивала трубу и существенно уменьшала сферическую aberrацию. Однако у всех крупных рефлекторов XX в. есть «ньютоновский фокус», и большинство любительских телескопов сделано по схеме Ньютона с плоским боковым зеркалом.

НЬЮТОН И АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Одним из первых Ньютон использовал технику лунных покрытий для оценки углового размера небесных светил: «Неподвижные звезды благодаря огромному расстоянию кажутся точками, если их свет не расширяется преломлением; это явствует из следующего: когда луна проходит над звездами и происходит затмение, то свет звезд исчезает не постепенно, как у планет, но сразу, и при окончании затмения он попадает в глаз немедленно или во всяком случае меньше чем через секунду...» (с. 84). Метод покрытия звезд и планет Луной до сих пор верой и правдой служит астрономам.

Любопытно отметить в связи с покрытиями звезд следующее весьма загадочное замечание Ньютона: «преломление в лунной атмосфере несколько затягивает время исчезновения



хвостов комет... Разумеется, в случае с Луной он дает отрицательный результат — у нее нет атмосферы. Хотя известно, что некоторые наблюдатели покрытий звезд Луной отмечают следующее: изредка свет звезды исчезает не мгновенно, а в течение ощутимого времени. Можно ли доверять этим глазомерным оценкам? Сами наблюдатели считают, что причина «затягивания времени исчезновения света звезды» — временные выделения газов из-под лунной поверхности (временная атмосфера Луны?). Неужели классик был прав?

НЬЮТОН И АСТРОКЛИМАТ

Проводя свои оптические опыты, единственным источником света в которых было Солнце, а также предпринимая астрономические наблюдения в Англии, Ньютон, естественно, должен был столкнуться с проблемой астроклимата.

света звезды и его возвращения» (с. 84). Что он имел в виду? Только сейчас с помощью электронной регистрации света астрономы научились фиксировать немоментальное исчезновение звезд за краем лунного диска. Свет звезды ослабевает в течение сотых долей секунды из-за дифракции на лунном крае. При этом яркость звезды ослабевает не монотонно, а испытывает быстрые колебания, по форме которых можно определить размер звезды и даже обнаружить ее двойственность. Однако длится все это не более 0,1 с. Разве можно было заметить это глазом?

Но, как бы там ни было, Ньютон предложил новый астрономический метод — просвечивание атмосфер планет с помощью внешнего источника излучения. В данном случае «планетой» была Луна, а источником света — звезда. До сих пор этот метод используют при изучении планет и их колец, а также астероидов, спутников,

«Если бы теория изготовления телескопов и могла со временем полностью перейти в практику, то существовали бы, однако, определенные границы, за которыми невозможно дальнейшее усовершенствование телескопов, ибо воздух, через который мы смотрим на звезды, находится в постоянном дрожании, как это можно видеть по дрожанию теней, отбрасываемых высокими башнями, и по мерцанию неподвижных звезд. Но эти звезды не мерцают при наблюдении через телескопы с большими отверстиями. Ибо лучи света, проходящие через различные части отверстия, дрожат каждый в отдельности, и благодаря их различному и иногда противоположному дрожанию, они попадают в одно и то же время на различные точки дна глаза, причем их дрожащие движения слишком быстры и неясны, чтобы их можно было различить в отдельности. Все эти освещенные точки составляют одну широкую светящуюся

точку, состоящую из многих таких дрожащих точек, неясно и неощутимо смешиваемых одна с другой благодаря коротким и быстрым дрожаниям; поэтому звезда кажется шире, чем она есть, и видна без всякого дрожания. В длинные телескопы предметы кажутся ярче и больше, чем в короткие, но их нельзя сделать такими, чтобы избавиться от слияния лучей, возникающего от дрожания в атмосфере. Единственное средство — наиболее ясный и спокойный воздух, который, может быть, найдется на вершинах высочайших гор над большими облаками» (с. 92-93).

Имя Ньютона неожиданно оказалось связано с астроклиматом и в наши дни. На острове Пальма (Канарские о-ва, Испания) на вершине древнего вулкана Рока де лос Мучачос работает 2,5-метровый рефлектор им. И. Ньютона, принадлежащий астрономам Великобритании. Первоначально он был установлен на территории Англии, но наблюдения еще раз доказали непригодность туманного Альбиона для оптической астрономии. Поэтому телескоп решено было перевезти на Канарские острова и, заодно, изготовить ему новое современное зеркало из церодура (аналог нашего ситалла). Это стеклокристаллический материал с размером кристаллов меньше длины световой волны, благодаря чему не возникает рассеянного света. У церодура почти нулевой коэффициент теплового расширения, что очень важно для крупных зеркал.

Телескоп им. И. Ньютона, насколько мне известно, единственный крупный инструмент этого рода, который поменял место работы. Он «переехал» в другую страну, чтобы оказаться в лучших астроклиматических условиях, и это себя полностью оправдало. Не последовать ли этому примеру и некоторым другим телескопам?

ТЕЛЕСКОП И НЬЮТОН

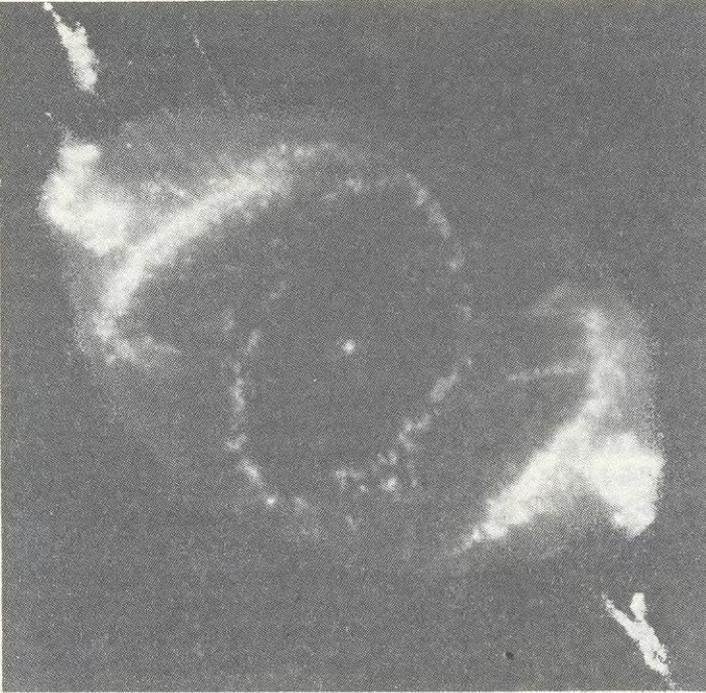
Исаак Ньютон, несомненно, сыграл важную роль в развитии телескопостроения. А какую роль сыграл телескоп в жизни Ньютона? Второй, вполне качественный образец теле-

скопа был закончен Ньютоном в 1672 г. Этот инструмент, по словам С. И. Вавилова («Жизнь Ньютона», в книге И. Ньютон «Оптика», см. выше, с. 323) «становится известным в широких кругах, посылается на обозрение королю и сразу приобретает славу Ньютону. В начале 1672 г. Ньютон избирается членом Королевского Общества». Ему тогда было неполных 30 лет. Пришла слава, но вместе с ней пришли и первые споры о приоритете в изобретении телескопа, которые будут сопровождать ученого всю жизнь.

Изготовление телескопа и наблюдения с ним расширили круг интересов ученого. Уже в «Оптике» мы встречаем удивительно глубокие мысли о физике звезд и законах Вселенной. Например, рассуждая о взаимодействии света с телами и об источниках свечения звезд, Ньютон высказывает поразительное предвидение: «Среди столь разнообразных и странных превращений (происходящих в природе — В. С.) почему же природа не может изменять тела в свет и света в тела?» (с. 292). И это не просто риторический вопрос, это гипотеза, ибо «превращение тел в свет и света в тела соответствует ходу природы...» (с. 291). В те годы, когда «Оптика» Ньютона впервые появилась на русском языке (1927 г.), эти слова звучали очень актуально.

А вот мысль, всю глубину которой мы можем оценить только в наши дни, после появления инфляционной космологической теории, антропного принципа и идеи множественности вселенных. Завершая «Оптику», Ньютон рассуждает о принципах устройства мира, облекая свои рассуждения в теософскую форму, обращаясь к возможностям Творца, но нигде не поступаясь научной логикой. Среди множества смелых предположений Ньютона есть и мысль о том, что Бог «может изменять законы природы и создавать миры различных видов в различных частях Вселенной».

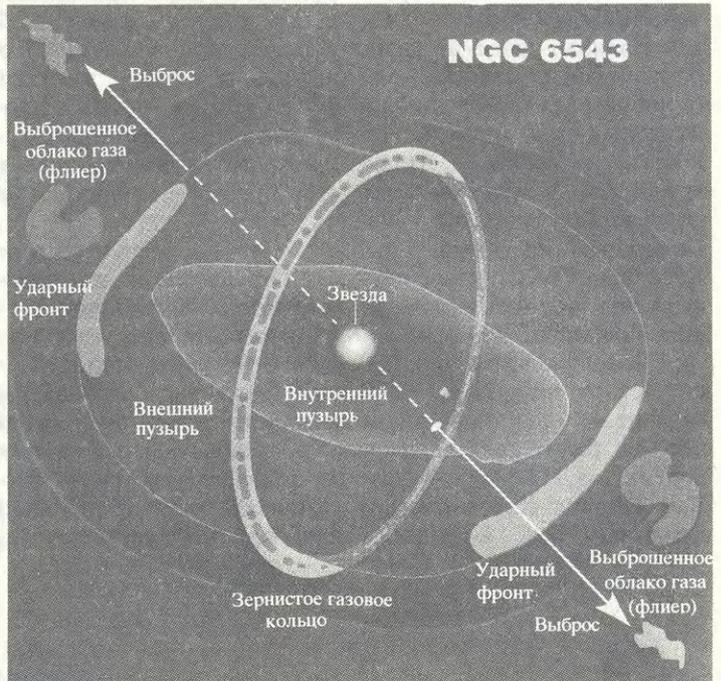
Для перехода от первого телескопа к идее об изменяемости законов природы и возможной множественности вселенных науке понадобилось более трех столетий. Гений же преодолел этот путь за годы...



Анатомия Кошачьего Глаза

Публикуя с небольшими сокращениями статью из дружественного нам журнала* о планетарной туманности NGC 6543, получившей название «Кошачий Глаз», редакция надеется заинтересовать не только специалистов, но и любителей астрономии. Дело в том, что эта туманность доступна наблюдателям в телескопы с диаметром от 100 мм и более. Она расположена в созвездии Дракона, в 6° к востоку от звезды 4-й величины ζ Дракона. Координаты ту-

Восстановленный Космический телескоп им. Хаббла сумел поймать это изображение NGC 6543 (туманность Кошачий Глаз), измеряя отношение ее яркости в лучах красной линии однократно ионизованного азота (6584 \AA) и линии H_α водорода (6563 \AA). Пояснительная диаграмма отражает одну из возможных интерпретаций сложной структуры туманности, образованной последовательными процессами потери массы центральной звездой. Предоставлено Дж. П. Харрингтоном, К. Дж. Борковски и NASA



*Sky and telescope, 1995, т. 89, № 4, с. 12. Пер. с англ. Бронштэна В. А.

манности: $\alpha = 17$ ч 59 м, $\delta = +66^{\circ}38'$. Ее ядро имеет 8-ю звездную величину и диаметр 18". Разумеется, в любительские телескопы она не выглядит так, как на снимках, сделанных с телескопом Хаббла, но каждому будет интересно увидеть замечательную туманность своими глазами.

Даже до того как отретставрированный Космический телескоп им. Хаббла был направлен на туманность NGC 6543 в созвездии Дракона, эта планетарная туманность считалась одной из самых сложных по своей структуре из известных этого типа. Недавно прозванная Кошачьим Глазом, она представлялась наземным наблюдателям в виде какой-то непонятной запутанной системы ярких пузырей, петель и узлов. Спектральные наблюдения обнаружили расходящиеся с большими скоростями в противоположных направлениях массы газа, а орбитальный космический аппарат показал даже эмиссию рентгеновских лучей — настоящую редкость среди планетарных туманностей. Наконец, изображения, полученные широкоугольной планетарной камерой Космического телескопа им. Хаббла (КТХ), позволили выяснить кое-что в поведении Кошачьего Глаза.

Расположенная в 3000 св. лет от нас, NGC 6543 состоит из газа, выброшенного ее родительской звездой около 1000 лет назад. Дж. Патрик Харрингтон и Казимир Дж. Борковски

(Университет штата Мэриленд) использовали КТХ для получения изображения туманности в свете эмиссионных линий различных нейтральных атомов и ионов. Это изображение позволило выявить отношение эмиссий однократно ионизованного азота к водороду в линии H_{α} и такое изобилие деталей, какое еще никогда не наблюдалось или хотя бы намечалось при наземных наблюдениях.

Внутренняя структура туманности представляет собой вытянутый газовый пузырь, по-видимому, раздуваемый интенсивным ветром от центральной звезды и, похоже, лопнувший на краях. Эту структуру окружает пересекающее под прямым углом ее большую ось, неоднородное, состоящее из отдельных сгустков, газовое кольцо 16,5" (1/4 св. года) в диаметре. Два больших округлых пузыря примыкают к каждой его стороне. Перенные поверхности этих петель образуют ударные фронты, движущиеся в протяженном внешнем гало туманности и вбирающие в себя газ, встречающийся на их пути.

Если теоретики знают что-нибудь о том, как формируются планетарные туманности, то следует полагать, что внутренний газовый пузырь, кольцо и внешние петли произошли от последовательных ранних эпизодов потери массы центральной звездой. Однако наиболее интригующие де-

тали, выявленные телескопом Хаббла, расположены за пределами внешнего кокона и относительно молоды. Два маленьких быстрых и слабо ионизированных облака с выходящимися в эмиссионных линиях областями, или флиерами*, были выброшены из звезды и проскользнули сквозь внешние петли, чтобы покинуть систему со скоростью 25 км/с или более. Еще более быстрое вещество, движущееся со скоростью по крайней мере 40 км/с, мчится вдоль другой оси в виде весьма узких выбросов.

Харрингтон и Борковски предполагают, что эти выбросы, исходящие из центра туманности, беспорядочно поворачиваются туда и сюда, одновременно прецессируя. В этом сценарии флиеры и многократные слабые полоски указывают прежнюю ориентировку выбросов. Представляя свои результаты январскому (1995 г.) собранию Американского астрономического общества, исследователи отметили, что если бы родительская звезда была двойной, это помогло бы объяснить описанные выше и многие другие особенности туманности, включая большое кольцо, которое, несомненно, определяет орбитальную плоскость системы. Но даже острое зрение телескопа Хаббла не могло разрешить предполагаемую слишком тесную пару звезд.

*FLIER — сокращение от английских слов fast, low ionization emission — line regions. Прим. пер.

Наблюдателям переменных звезд: U Цефея

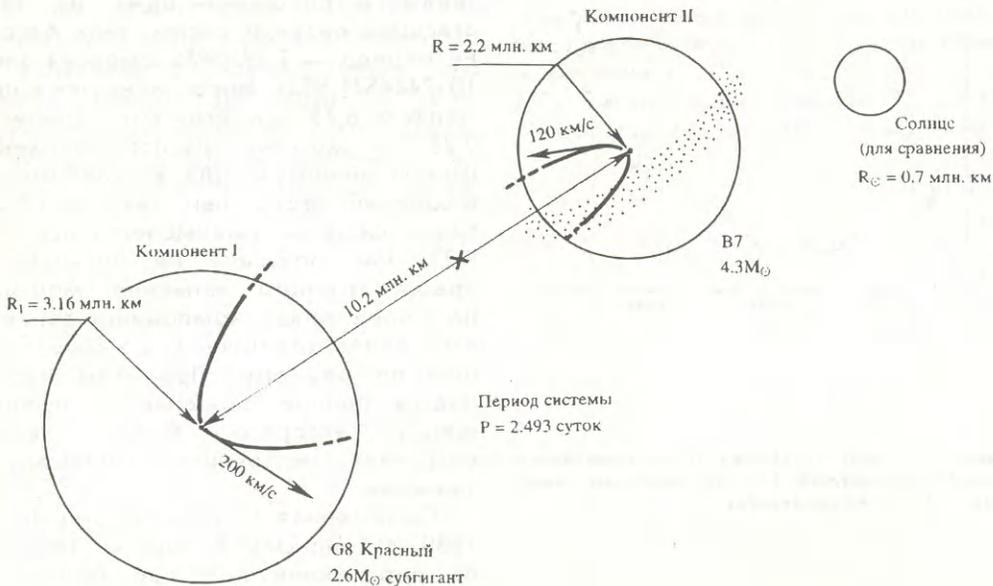
Затменные переменные — богатейший источник сведений о физических свойствах звезд. В многообразном, загадочном и порой драматическом мире переменных звезд они занимают особое место. Общие методы комплексных исследований затменных переменных позволяют определить (для многих из них) размеры компонент, их взаимных расстояний, масс, светимостей и фигур.

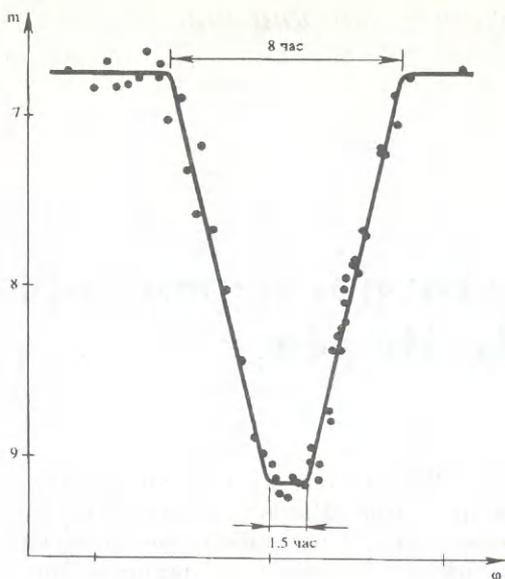
Первая затменная переменная звезда Алголь (β Персея) была открыта в 1669 г. итальянским математиком и астрономом Монтанари. Ее природа стала понятной только после того как

в 1782-83 гг. английский любитель астрономии Джон Гудрайк установил периодичность ослаблений блеска и объяснил явление кратковременными затмениями яркой звезды темным спутником. С тех пор открыто большое количество звезд типа Алголя.

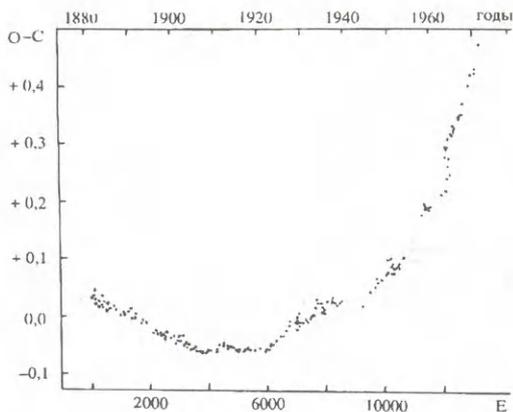
Характерная особенность таких звездных систем в том, что основные изменения блеска происходят достаточно быстро, одновременно (если отвлечься от влияния «отражения» света и небольшого вторичного минимума)

Система U Цефея





Кривая блеска главного минимума U Цефея, построенная по результатам наблюдений И. С. Брюханова (г. Минск)



Кривая O-C для U Цефея (С — вычисленные моменты минимумов, O — наблюдаемые минимумы, O-C — их разность)

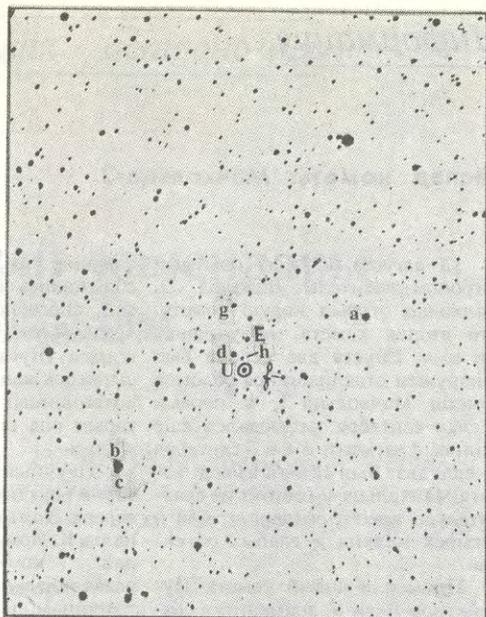
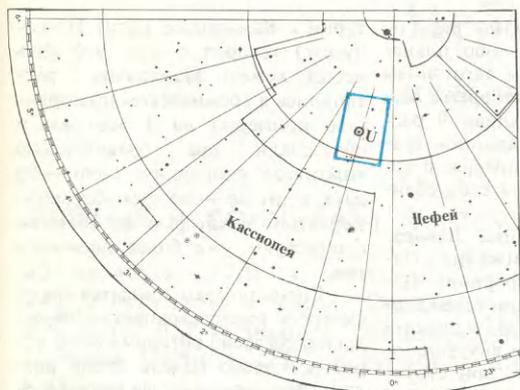
максимальный блеск системы остается постоянным. В некоторых случаях (при соответствующем наклонении плоскости орбиты) затмение оказывается полным, и тогда во время главного минимума блеск системы сохраняет свое минимальное значение в течение сравнительно короткого промежутка времени.

Исследования затменных переменных звезд (особенно с эволюционной точки зрения) показывают, насколько важными оказываются наблюдения большого числа затменных звезд. Без привлечения **многочисленных наблюдений минимумов**, полученных астрономами-любителями (причем, точность временного разрешения этих наблюдений вполне достаточна для приближенного исследования) едва ли бы удалось получить некоторые интересные результаты. Конечно, фотоэлектрические исследования затменных и других типов переменных звезд ценнее визуальных. Но даже в наше время визуальные наблюдения не теряют своей актуальности, прежде всего из-за доступности методов и массовости наблюдений.

Большинство затменных переменных звезд — «тесные» двойные системы, у которых взаимное расстояние между компонентами сравнимо с их размерами. Переменная **U Цефея**, предлагаемая для наблюдений любителям астрономии, — одна из таких «тесных» двойных систем типа Алголя. Ее период — 2,4930475 суток на эпоху JD-2444541,6031. Блеск меняется в пределах от 6,75^m в максимуме и достигает 9,25^m в момент главного затмения. Второй минимум для визуальных наблюдений недоступен, так как общий блеск системы уменьшается всего на 0,2^m. Как показано на рисунке, во время главного затмения меньшая, но более яркая компонента затмевается более холодной в 1,5 раза большей по размеру. При этом наблюдается полное затмение, в продолжении которого блеск звезды сохраняет постоянное минимальное значение.

Переменная U Цефея, открытая в 1880 г., интересна еще и тем, что на протяжении вот уже более 100

Фотография окрестности затменной переменной U Цефея, полученная автором во время летней экспедиции на Мезмай (Краснодарский край). Объектив «Юпитер-37», экспозиция 15 мин., фотопленка «Негатив-А2Ш». Буквами обозначены звезды сравнения. Их блеск: a = 6,38, b = 6,73, c = 7,20, d = 7,80, e = 8,41, f = 9,12, g = 9,54, h = 10,16



лет у нее наблюдается **постоянное увеличение периода**, что непосредственно указывает на наличие потока вещества от одного компонента к другому. Вероятно, такая система находится на стадии быстрой эволюции. Фотометрические же наблюдения свидетельствуют, что форма кривой блеска и глубины минимумов меняются. По всей видимости, блеск спутника (G8) меняется спорадически. Становясь ярче, он теряет массу, и поток вещества, устремляющийся к главному (V7) компоненту, образует вокруг него газовое кольцо или диск. В свою очередь, такой обмен вещества влияет на эволюцию каждого компонента системы, в отличие от одиночных звезд.

Наблюдения U Цефея следует проводить одним из известных способов глазомерной оценки блеска. Достаточно делать 1-2 оценки каждую ясную ночь, а во время затмения — как можно чаще (одна оценка в 10-15 минут). Основная задача любительских наблюдений затменных переменных — определение моментов минимумов и построение кривой блеска.

Результаты наблюдений просьба присылать в координирующий центр создаваемой Центральной Ассоциации наблюдателей переменных звезд (Земля и Вселенная, 1995, № 3) по адресу: 117419 Москва, ул. Донская, 37. ДНТТМ, обсерватория. Тел. (095) 954-06-98.

В. И. ЩИВЬЕВ

Распад кометы Мачхольца-2

13 августа 1994 г. опытный астроном-любитель Дональд Э. Мачхольц открыл новую комету. Это вторая комета, получившая его имя. Спустя две недели был обнаружен отделившийся обломок кометы Мачхольца-2, в первых числах сентября наблюдался еще один ее фрагмент, а 4 и 5 сентября — еще два. Был сделан вывод: комета Мачхольца-2 состоит из сравнительно яркого основного тела и четырех мелких и слабых объектов.

Пример не новый: комета Шумейкеров-Леви 9, знаменитая своим столкновением с Юпитером в июле 1994 г., задолго до этого «развалилась» на 21 фрагмент. Однако существует важное различие. Как показывают вычисления орбиты кометы Мачхольца-2, за по-

следние сто лет она ни разу не сближалась с какой-либо планетой, способной своим тяготением «разломить» ее. В то время как комета Шумейкеров-Леви 9 рассыпалась явно под влиянием гравитационных сил Юпитера, с которым она опасно для себя сближалась.

Научный сотрудник Лаборатории реактивного движения в Пасадене (штат Калифорния) Дональд К. Йоменс полагает, что данная комета Мачхольца-2 развалилась по своим внутренним причинам, например, при структурных изменениях входящего в ее состав льда.

Известный специалист по малым телам Солнечной системы Брайан Дж. Марсен из Смитсоновской астрофизической observa-

тории в Кембридже (штат Массачусетс) говорит о том, что пять частей кометы Мачхольца-2 растянулись в космическом пространстве примерно на 1 млн км и образовали два сравнительно «плотных» скопления: одно — из двух, а другое — из трех обломков. Вероятно, некоторые ее обломки существуют уже более десятилетия.

Специалистам придется пересмотреть распространенное убеждение, согласно которому всего через несколько недель после разлома фрагменты комет становятся настолько мелкими, что их при помощи наземных телескопов обнаружить не удастся.

Science News, 1994, 146, 223

У озона нет естественных «врагов»

Измерения, выполненные с борта ИСЗ «UARS» (Upper Atmosphere Research Satellite «Спутник для исследования верхней атмосферы»), запущенного в 1991 г., подтвердили, что причина возникновения «озонных дыр» — исключительно промышленные выбросы хлорфторуглеродов. Вместе с хлором в верхних слоях атмосферы обнаружен фтористый углерод — побочный продукт производства хлорфторуглеродов, не имеющий естественных источников.

Хлор естественного происхождения составляет лишь около 20% общего его количества, содержащегося в стратосфере. Большая его часть растворяется в атмосферной влаге и выпадает с осадками на землю, минуя содержащие озон

слои воздушной оболочки Земли. Хлорфторуглероды же, напротив, нерастворимы и, в конце концов, поднимаются в верхние слои атмосферы, где они могут существовать в течение десятилетий. Попав в стратосферу, их молекулы начинают разлагаться: атомы хлора соединяются с атомами кислорода, образуя окись хлора, «разъедающую» озон.

Сейчас воздушное пространство планеты в среднем теряет до 3% озона в десятилетие. Особенно большие потери характерны для атмосферного бассейна Антарктики в холодное полугодие южного полушария (в период с мая по октябрь).

Спутник «UARS» зафиксировал довольно высокий уровень содержания окиси хлора и в воз-

душном пространстве Северного полушария тоже. Но в условиях здесь относительно более теплого климата этот уровень не сохраняется в Арктике так долго, как над южнополярным материком и омывающими его морями.

Ключевыми факторами для химических реакций, способствующих «агрессии» хлорфторуглеродов против озона, как известно, служат низкие температуры и активное световое излучение Солнца, а именно это характерно для Антарктики. По мнению М. Шенберга, в других регионах ожидать столь резкого разрушения озоносферы не следует.

Science News, 1994, 146, 26/27

Небесный календарь:

ноябрь-декабрь 1995 г.

ЯВЛЕНИЯ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

22 ноября, 19.0 ч долгота Солнца 240°, вступает в знак Стрельца. 22 декабря, 8.3 ч зимнее солнцестояние, долгота Солнца 270°, вступает в знак Козерога; начало зимы.

В этот период Солнце, совершая годичный путь по эклипике, 22 ноября переходит из созвездия Весов в созвездие Скорпиона, 29 ноября — в созвездие Змееносца и 18 декабря — в созвездие Стрельца.

ФАЗЫ ЛУНЫ

Полнолуние: 7 ноября 7 ч 21 мин;
7 декабря 1 ч 28 мин

Последняя четверть: 15 ноября 11 ч 41 мин; 15 декабря 5 ч 32 мин

Новолуние: 22 ноября 15 ч 44 мин;
22 декабря 2 ч 23 мин

Первая четверть: 29 ноября 6 ч 29 мин; 28 декабря 19 ч 07 мин

Луна в апогее: 11 ноября 21 ч;
9 декабря 11 ч

Луна в перигее: 23 ноября 23 ч;
22 декабря 10 ч

ПЛАНЕТЫ

В начале ноября заканчивается утренняя видимость Меркурия. 23 ноября он проходит верхнее соединение с Солнцем и невидим до середины декабря. С 18 декабря начинается вечерняя видимость планеты. Меркурий переходит из созвездия Стрельца в созвездие Козерога, где в январе 1996 г. начинает петлеобразное движение. Блеск планеты — 0,6^m.

23 декабря Меркурий вступает в соединение с Марсом (1° к югу), 28 декабря — с Нептуном (2° к югу).

Венера

С середины октября начинается вечерняя видимость планеты. Венера появляется на юго-западе в созвездии Весов, в лучах вечерней зари. Однако в ноябре условия видимости неблагоприятны.

Продолжительность видимости планеты к началу декабря составит один час, а в конце — более двух часов. 20 декабря Венера переходит из созвездия Стрельца в созвездие Козерога. Блеск планеты — 3,8^m. Видимый угловой диаметр в декабре увеличивается с 11,3'' до 12,6''.

19 ноября Венера вступает в соединение с Юпитером (1° к югу), 22 ноября — с Марсом (0,2° южнее), 16 декабря — с Нептуном (2° к югу) и 20 декабря — с Ураном (1° к югу).

Марс

В ноябре Марс можно попытаться отыскать в лучах вечерней зари, а в декабре он уже невидим. 16 ноября Марс вступит в соединение с Юпитером (1° к югу) и 19 ноября — с Венерой (0,2° севернее).

Юпитер

В начале ноября продолжительность видимости планеты составляет около 1,5 часа и с каждым днем сокращается. В конце ноября он скрывается

Комета Хонды-Мркоса-Пайдушаковой

Дата		2000.0		Δ в а. е.	r в а. е.	m
		α	δ			
Ноябрь	17	18 ^h 40.99 ^m	—25°41.35′	1.316	0.935	12.1 ^m
	27	19 ^h 08.96 ^m	—25°11.78′			
Декабрь	7	19 ^h 39.43 ^m	—24°14.00′	1.035	0.663	10.3 ^m
	17	20 ^h 08.84 ^m	—22°44.64′			
	27	20 ^h 28.08 ^m	—20°56.44′			

в лучах вечерней зари и в декабре уже невидим.

Юпитер вступает в соединение с Марсом 16 ноября (1° к северу) и с Венерой 19 ноября (1° к северу).

Следует отметить, что 24 ноября три планеты: Венера, Марс и Юпитер сойдутся близко между собой. Это сближение довольно тесное: разность прямых восхождений не более 20^m и склонений менее 2°. Однако все планеты расположены очень низко и видны на фоне вечерней зари, условия их наблюдений неблагоприятны.

Сатурн

В ноябре Сатурн завершает петлеобразное движение. Он находится в созвездии Водолея и 22 ноября вступает в западную точку стояния, где меняет попятное движение на прямое. В декабре Сатурн заходит уже до полуночи, и наступает период вечерней видимости планеты. Зимой ночи длинные и продолжительность видимости почти не уменьшается. В конце декабря она составляет 6.5 часов. Кольца Сатурна не видны. Блеск — +0.9^m и немного уменьшается.

Уран и Нептун

В ноябре и декабре вечерняя видимость планет следующая: Нептун находится примерно в 5° к западу от Урана. В начале декабря они видны на юго-западе, низко над горизонтом. Продолжительность видимости в конце декабря около 1 часа. Эти планеты можно отыскать при помощи бинокля или небольшого теле-

скопа, используя координаты планет, приведенные в таблице.

Плутон в ноябре и декабре не виден.

МАЛЫЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ, ДОСТУПНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯМ В БИНОКЛЬ

Комета Хонды-Мркоса-Пайдушаковой.

5 февраля 1996 г. комета Хонды-Мркоса-Пайдушаковой, принадлежащая семейству комет Юпитера, сблизится с Землей до 0.164 а. е. Вблизи этого периода ее блеск ожидается ярче 7^m и она будет доступна для наблюдений в бинокль или небольшой телескоп. В таблице приведены эфемериды кометы на ноябрь-декабрь 1995 г.

Астероид ирида

Противостояние астероида 30 ноября 1995 г. В таблице приведены эфемериды астероида на ноябрь-декабрь 1995 г.

Метеорные потоки

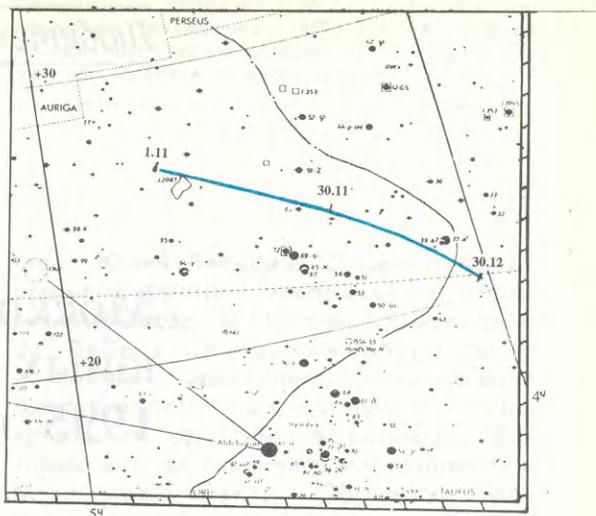
Тауриды (Телец, Овен). Северные активны с 13 сентября по 1 декабря; максимум 13 ноября. Радиант $\alpha = 2^{\text{h}}58^{\text{m}}$, $\delta = +23^\circ$, размер 10° по α на 5° по δ , $v = 29$ км/с. Южные активны с 15 сентября по 26 ноября; максимум 3 ноября. Радиант $\alpha = 3^{\text{h}}12^{\text{m}}$, $\delta = +13^\circ$, $v = 27$ км/с.

Комплекс потоков образован кометой Энке. Большая яркость метеоров в сочетании с малой скоростью делают их удобными для визуальных

и фотографических наблюдений. Их активность 5-8 метеоров/ч с конца октября до начала декабря, так как максимумы плоские и широкие.

Леониды. Активность с 14 по 21 ноября; максимум 17 ноября. Радиант $\alpha = 10^h 12^m$, $\delta = +22^\circ$ (Лев), диаметр 5° , $v = 71$ км/с.

В 1999 г. ожидается очередное возвращение Леонид, которое должно стать грандиозным фейерверком, наиболее эффективным «дождем» XX века. В 1995 г. максимум наступит вблизи новолуния и условия наблюдений Леонид очень хорошие. Радиант появляется утром и наблюдения следует вести с 2 ч местного времени.



Астероид Ирида

Дата	α	δ	V
Ноябрь 9	4 ^h 39.0 ^m	+26°20'	7.4 ^m
19	4 ^h 31.4 ^m	+25°22'	7.1 ^m
29	4 ^h 22.0 ^m	+24°12'	6.8 ^m
Декабрь 9	4 ^h 12.8 ^m	+22°56'	7.1 ^m
19	4 ^h 5.8 ^m	+21°44'	7.5 ^m
29	4 ^h 2.0 ^m	+20°45'	7.8 ^m

Видимый путь астероида Ирида в ноябре-декабре 1995 г.

Геминиды. Активность с 7 по 17 декабря; максимум 13 декабря. Радиант $\alpha = 7^h 28^m$, $\delta = +33^\circ$ (Близнецы), диаметр 4° , $v = 35$ км/с. Это один из самых великолепных ежегодных потоков из наблюдаемых в обоих

полушариях Земли. Луна между полнолунием и последней четвертью, поэтому условия наблюдений неблагоприятны.

С. В. СВИРИДОВ

Дополнительные сведения о планетах

	Меркурий 30 декабря	Венера 30 декабря	Марс 1 ноября	Юпитер 1 ноября	Сатурн 22 ноября	Уран 1 ноября	Нептун 1 ноября
Прямое восхождение	19 ^h 56 ^m 13 ^s	20 ^h 52 ^m 30 ^s	16 ^h 24 ^m 31 ^s	16 ^h 59 ^m 25 ^s	23 ^h 19 ^m 22 ^s	19 ^h 55 ^m 48 ^s	19 ^h 38 ^m 50 ^s
Склонение	-22°27'	-19°27'	-22°23'	-22°21'	-6°48'	-21°20'	-20°59'
Угловой диаметр	6.2''	12.5''	4.2''	30.5''	16.0''	3.5''	2.2''
Наиболее удобное время для наблюдений	вечер	вечер	вечер	вечер	ночь	вечер	вечер

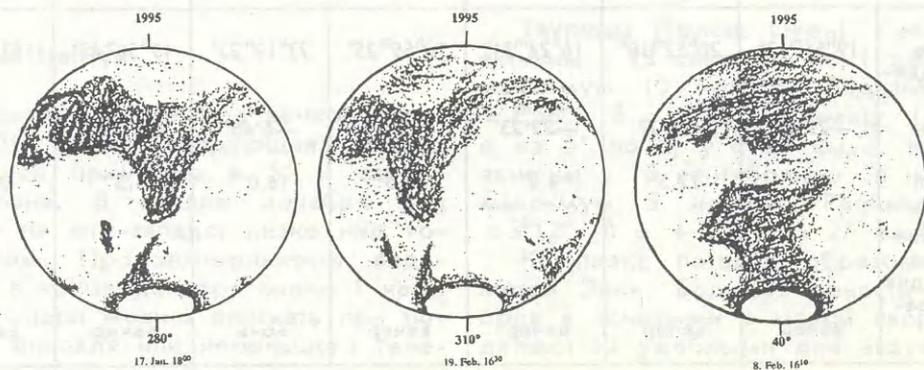
Московские конференции юных астрономов весной 1995 г.

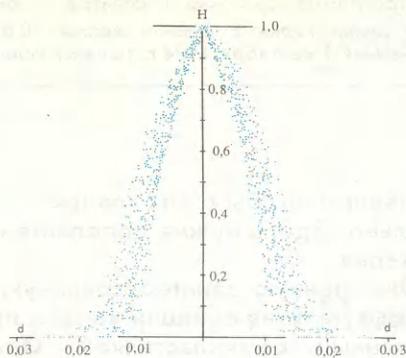
Весной в астрономических коллективах Москвы традиционно проходит подведение итогов прошедшего учебного цикла. Не стал исключением и текущий год. 8 апреля в Московском городском дворце творчества детей и юношества (МГДТДиУ) состоялась Научно-практическая конференция «Наука. Природа. Человек». А спустя несколько дней 10-13 апреля прошла не менее представительная конференция в Доме научно-технического творчества молодежи (ДНТТМ) «Поиск-95». В обоих случаях работали астрономические секции, на которых заслушано около трех десятков докладов. Качество и научную ценность представленных работ оценивало авторитетное жюри.

Сначала о тех, кто удостоился призовых мест. Первое место на кон-

ференции «Наука. Природа. Человек» завоевал очень интересный, с красивыми иллюстрациями, доклад **Игоря Чилингаряна** (9 кл. ДНТТМ. Москва). В нем Игорь рассказал о своих обзорных ознакомительных наблюдениях планет, звезд, скоплений и туманностей, выполненных на телескопе «Мицар-М». С этим небольшим рефлектором (Д-110 мм) он получил в условиях Москвы очень подробные зарисовки Марса, проследил его вращение по деталям поверхности, отожд-

Зарисовки поверхности Марса, выполненные Игорем Чилингаряном на телескопе «Мицар-М» в январе-феврале 1995 г. На двух первых виден залив Большой Сырт, на третьей — Mare Acidalium





Продольный профиль стволов тунгусской лиственницы (измерения 1994 г.), на графике d — диаметр ствола дерева на высоте H . За единицу принята высота дерева

дествил около 20 областей по существующим картам этой планеты.

Вторая премия была присуждена за работу «Размеры и форма стволов деревьев в районе падения Тунгусского метеорита», подготовленная **Дмитрием Сабуровым** (11 кл. Москва, МГДТДиУ). Далекие от астрономии данные потребовались для расчета прочности деревьев и оценки энергии Тунгусского взрыва, вызвавшего в 1908 г. вывал леса. Результаты более 800 измерений довольно неожиданны. Оказалось, профиль стволов местных деревьев очень похож на известный в теории вероятностей закон распределения случайных ошибок.

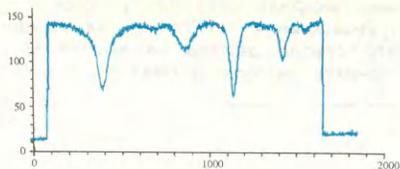
Работа, сделанная **Кириллом Глазковым** и **Павлом Лобзиным** (10 кл. Москва, МГДТДиУ) также во время Тунгусской экспедиции 1994 г., посвящена совсем другой проблеме. Столь удаленное от больших городов место удобно для радиотехнических наблюдений распространения радиоволн. Операторы настраивали радиоаппаратуру на прием далеких радиостанций (Москва, Новосибирск, Красноярск) и фиксировали условия аномального прохождения УКВ. Затем данные сравнивались с различными индексами солнечной активности, геомагнитными возмущениями и состоянием ионосферы, полученными на геофизических обсерваториях.

На конференции в ДНТМ призвыми местами отмечены доклады го-

стей. **Юрий Белецкий** (Одесса) представил добротное исследование переменных звезд: U Ориона, SY Волопаса, AP Лебеда. Эта работа — тщательное изучение характеристик изменений блеска переменных, сделана в лучших традициях одесских астрономов, которые всегда славилась наблюдениями переменных звезд. Обработка этих данных войдет в мировые каталоги переменных звезд.

Доклад **Г. Верещагина** (Минск) под названием «22 жемчужины Кэролайн» (по имени открывательницы) вызвал особый интерес аудитории, так как содержал отчет группы минских наблюдателей об их визуальных наблюдениях редкого астрономического явления — падения кометы Шумейкеров-Леви 9 на Юпитер в июле 1994 г. Использовались несколько телескопов с диаметрами объективов от 80 мм до 150 мм. Как известно, наземные телескопические наблюдения падения в северном полушарии были затруднены. Юпитер находился низко над горизонтом на юго-западе и с наступлением темноты быстро заходил. Качество изображения при этом не могло быть хорошим. Тем не менее, настойчивость исследователей вознаграждена. 17 июля появилось первое пятно на поверхности Юпитера, образовавшееся в результате вторжения и взрыва кометы. В последующие вечера наблюдались другие пятна — следы ударов других фрагментов. Несколько раз отмечалась повышенная яркость спутников Юпитера, возможно освещаемых взрывами. Наблюдения этого редчайшего астрономического явления проведены также юными любителями астрономического коллектива планетария из Санкт-Петербурга во время летней экспедиции.

В г. Железнодорожном Московской области уже много лет успешно дей-



Регистрограмма солнечного спектра в окрестности линии гелия с длиной волны 10 830 Å, полученная 1 сентября 1994 г. (шкалы условные)

ствует Объединение астрономических кружков «Вега». Доклады его воспитанников отличаются, как правило, высоким научным уровнем. Например, **Александр Ракитин** и **Дмитрий Смирнов** провели фотометрию группы галактик в созвездии Кита. Пластика была получена в главном фокусе БТА на САО в 1986 г. и предоставлена кружковцам для изучения. Кропотливая работа на микрофотометре позволила построить изолинии яркости, определить размеры и сжатие галактик, их структуру. Заподозрено взаимодействие галактик.

Уже несколько лет «Вега» плодотворно контактирует с Кучинской обсерваторией ГАИШ. **Павел Мишин** и **Иван Лебедев** рассказали на конференции о своем участии в обработке наблюдений солнечных спектров. Исследовалось изменение глубины спектральной линии нейтрального гелия с длиной волны 10 830 Å. Запись спектров получена в 1994 г. на горизонтальном телескопе с фокусом 15 м. Обработка данных на ЭВМ, сглаживание, вычисление глубины линий, составление и отладка программ были выполнены докладчиками самостоятельно. Доложенная на семинаре в ГАИШ работа рекомендована к публикации.

Необходимо упомянуть еще несколько интересных докладов. **Андрей Сенин** (10 кл., г. Обнинск) рассказал о совместной с медиками работе «Влияние солнечной активности на некоторые заболевания населения в 1988-94 гг.» Такая связь, несомненно, существует, но выводы слишком сложны и от-

ветственны, чтобы о них говорить окончательно. Здесь нужна дополнительная проверка.

Оживленную заинтересованную дискуссию на Конференции вызвал представленный семиклассником **Олегом Щербининым** (г. Обнинск) простой приборчик, позволяющий по положению на небе Большой Медведицы определять время.

С интересом восприняла аудитория обзорный доклад о корональных возмущениях, который сделал десятиклассник лицея «Воробьевы горы» (г. Москва) **Антон Каракулов**.

Присутствующие обратили внимание, что от астрономических кружков Московского Планетария прозвучал только доклад **Василия Захарова** о самодельном рефлекторе (в связи с реконструкцией Планетарий переживает не лучшие времена).

Подводя итоги проведенным конференциям, руководители кружков, педагоги учебных групп, сотрудники нескольких научных учреждений, выпускники прошлых лет, сохранившие интерес и внимание к астрономии, признали успех весеннего форума юных астрономов. В будущем содержательность и научный уровень, конечно, могут быть еще более высокими. Для этого хотелось бы объединить в единое мероприятие конференции, слеты, учебные лагеря, которые проводили и проводят астрономические коллективы МГДТДиО, ДНТТМ и Московского Планетария. Следует активнее приглашать молодежь не только из России, но также из стран Ближнего и Дальнего зарубежья.

И. Т. ЗОТКИН

Покрытие звезды астероидом

В нашей стране очень многие любители, особенно в небольших городах, чувствуют себя «оторванными» от мира без информации об интереснейших астрономических явлениях. Но существуют доступные им наблюдательные программы, достаточно популярные, однако успешно реализуемые лишь сообща. Одна из них — регистрация моментов покрытий звезд астероидами. Сейчас, когда появились фотографии поверхности астероидов и даже открыты у них спутники, когда высказываются предположения о возможности переходов астероидов на орбиты, задевающие Солнце (см. «Природа», 1994, № 12), стало актуальным уточнение их формы и параметров орбит. Любители астрономии могут организовать регулярные наблюдения за покрытиями астероидов. В отличие от регистрации покрытий звезд Луной здесь важен даже факт наблюдения события в предполагаемой полосе.

Для начала мы предлагаем попробовать свои силы только на одном событии этого года: затмении 30 ноября звезды 1487 (по каталогу Lick4) астероидом *Hekate* (100).

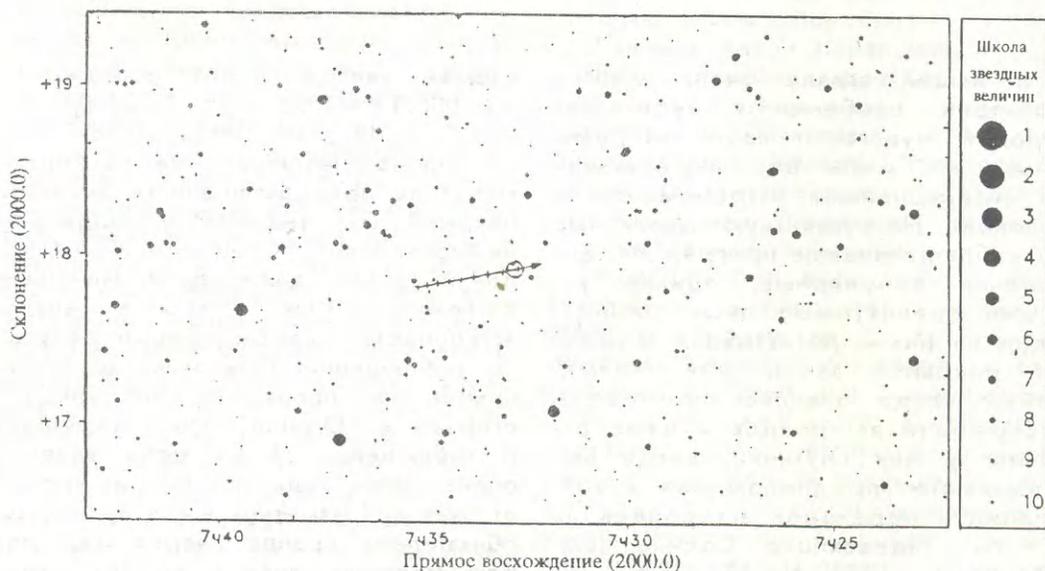
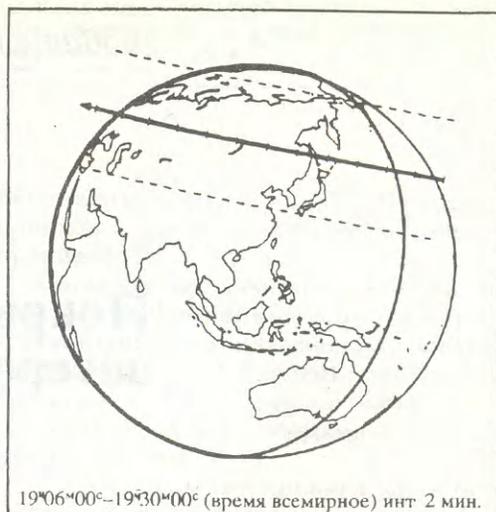
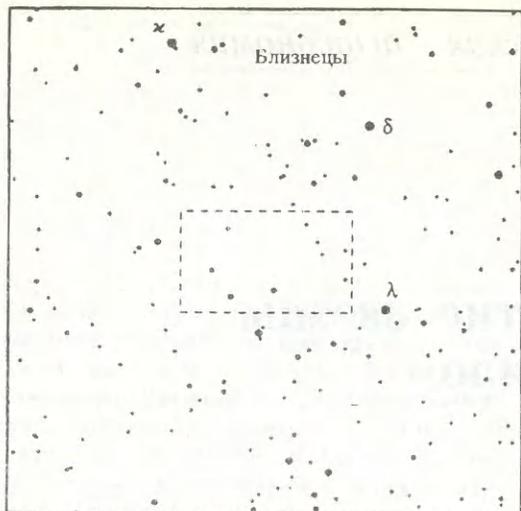
Блеск астероида 13.25^m , диаметр 92.0 км, максимальная продолжительность покрытия — 11.8 с. Покры-

ваемая звезда имеет координаты: $\alpha (2000.0) = 7^h 32^m 45^s$, $\delta (2000.0) = +17^\circ 55' 48''$; ее блеск 10.28^m .

Начните наблюдать за несколько минут до предрассчитанного момента покрытия (см. рисунок) и подождите немного после. Опыт наших наблюдений давал даже десятиминутные отклонения. Факт покрытия звезды астероидом — самый важный результат наблюдений. При этом, если покрытие не произошло, не следует огорчаться. Отрицательный результат в наблюдении такого рода явлений очень важен, ведь путь тени астероида от звезды (размером всего 92 км) не обязательно пройдет через ваш наблюдательный пункт. А вот где будет наблюдаться покрытие, можно решить только совместными усилиями многих наблюдателей на большой территории.

Конечно, интереснее всего засечь момент покрытия, его длительность и возможные аномальные эффекты (вторичные покрытия, мерцание звезды, вспышка перед исчезновением...). При обработке это многое скажет и об астероиде и о звезде. Наблюдая покрытие, необходимо возможно более точно фиксировать время. С подробной карты следует снять координаты места наблюдения.

Если вы решились присоединиться к наблюдателям покрытий и если у



вас появились вопросы, результаты наблюдений, свои соображения, то, пожалуйста, пишите по адресам: 119899, Москва, Ленинские горы, ГАИШ, Астрономическое Общество, Н. В. Кулаковой или 117419, Москва, ул. Донская, д. 37. ДНТМ, Обсерватория, Н. В. Кулаковой. Контактный телефон (095) 954-06-98.

Результаты наблюдений будут переданы в International Occultation Timing Association (IOTA), обработаны и опубликованы со ссылками на вас.

Эфемериды покрытия звезды 1487 (по каталогу Lick 4) астероидом *Hekate*. Наверху справа картина ожидаемой полосы тени (она изображена жирной линией с вертикальными засечками). Пунктирная линия очерчивает возможную полосу наблюдения покрытия на $\pm 1''$ геоцентрического углового расстояния астероид — звезда. Приведены моменты начала и конца «чирканья» тени по Земле (время всемирное) и величина временного интервала. Поверхность изображена так, что затмеваемая звезда находится в зените для середины карты. Наверху слева приведена крупномасштабная карта со звездами до 7^m. Внизу — карта окрестности самой звезды с участком траектории астероида

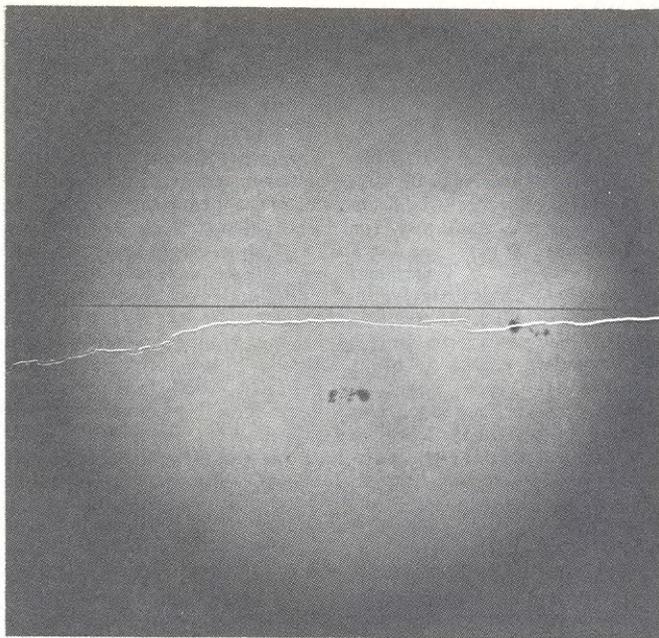
Н. В. КУЛАКОВА

Солнце в апреле-мае 1995 г.

В апреле-мае общий уровень солнечной активности ($W \approx 25$) несколько понизился по сравнению с предыдущими месяцами. В среднем за период число групп пятен было не больше двух. Часто диск Солнца выглядел полностью спокойным.

В начале первой декады апреля за западный край заходили остатки разрозненного скопления пятен, пересекавшего солнечный диск во второй половине марта. В конце декады из-за восточного лимба начали выходить эти пятна. Собственно, появились лишь две группы пятен, которые и определяли активность второй декады апреля. Они состояли из довольно многочисленных мелких ядер и пор ($W \approx 50$). После захода групп за западный край диск оставался спокойным всю третью декаду апреля.

Спокойный период захватил и начало мая. Лишь 7 мая появилось пятно, около которого последовательно возникали другие группы. В течение второй декады значение чисел Вольфа не превышало 50. В третьей декаде на диске появлялись лишь одиночные небольшие пятна ($W \leq 13$).



Фотосфера Солнца 16 мая 1995 г.
Снимок получен Т. В. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН

Таким образом, в апреле-мае активным было лишь одно из полушарий Солнца. Это и обусловило почти периодическое повышение кривой в середине каждого месяца. Подобного рода асимметрия в распределении активности по долготам может быть довольно устойчивой и

сказываться на ходе активности еще некоторое время.

*В. Г. БАНИН,
доктор физико-математических наук
С. А. ЯЗЕВ,
кандидат физико-математических наук*

Астрономическому календарю — 100 лет!

Астрономический календарь (АК) — явление уникальное. Среди литературы, издающейся в России, вряд ли найдется еще одно издание, выпуск которого осуществлялся бы практически непрерывно на протяжении 100 лет! Ежегодный выпуск (за исключением 1920-22 гг.) и не прекраща-

ющийся спрос на это издание свидетельствуют о том, что Календарь нужен читателям. Это позволяет смотреть в будущее с оптимизмом.

В настоящее время наша страна переживает очень трудное время. Прекратилось финансирование Календаря со стороны государст-

венных учреждений. Издание 98 выпуска АК (М., Наука, 1994) стало возможным лишь благодаря спонсорской помощи группы «Астроклуб» г. Краснодара и Партии народного согласия (председатель Н. В. Маслов).

(Продолжение на стр. 94)

«Здравствуйте!

Пишет вам постоянный читатель, любитель астрономии Денис Угринович из пос. Авангард Приморского края. Я вам уже писал и хочу выразить благодарность Е. П. Левитану за оказанную мне помощь. Он дал мне адрес Л. Л. Сикорука. Я ему писал, но письмо могло не дойти, ответа не было.

Поздравляю весь коллектив журнала, а также всех любителей астрономии с 30-летием «Земли и Вселенной» и желаю жить по-астрономически долго, как галактики, чтобы эта жизнь была невозмутимой, как у самых спокойных и прекрасных звезд!

Уважаемый Ефрем Павлович, Ваш учебник до нас не дошел, как и не дошли другие новые книги и учебники. Поэтому астрономии мы изучаем по учебнику Б. А. Воронцова-Вельяминова. Но мне очень хотелось бы учиться по новому учебнику. Мой весь изрисован и потрепан, в нем нет подвижной карты звездного неба. На контрольных я прошу ее у одноклассников.

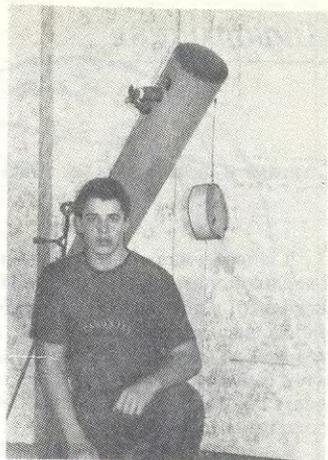
В нашем поселке очень мало литературы по астрономии и свежие новости науки я узнаю из журнала «Земля и Вселенная». Со

страниц «Земли и Вселенной» я познаю звездный мир. Особо нужным оказывается «Небесный календарь», ведь «Астрономический календарь» я достать не могу. Также хотелось бы узнать о премудростях телескопостроения. Моему 160-мм телескопу нужна хорошая экваториальная монтировка. У меня к Вам просьба, в рубрике «Любительское телескопостроение» рассказать как ее построить.

И еще, я хочу переписываться с любителями астрономии. Не могли бы Вы дать мой адрес с просьбой откликнуться, ведь я один такой в поселке и мне очень скучно.

В этом году я заканчиваю школу (кстати, сдаю экзамен по астрономии) и хочу поступать в Дальневосточный государственный университет на отделение астрономия и геодезия физического факультета. По окончании университета буду заниматься проблемами межзвездной среды.

Пока у меня по астрономии скудный арсенал пятерок, не сочтите за хвастовство. Один раз учительница даже попросила меня проверить тетради с контрольной на тему «Планеты». Я увлекаюсь



Денис Угринович со своим 160-мм рефлектором

астрономией с детства. Поэтому учебник знаю чуть ли не наизусть и школьная программа не составляет труда.

Заранее вам благодарен. Денис Угринович».

692884, Приморский край, Партизанский район, пос. Авангард, ул. Кирова, д. 56, кв. 3.

(Окончание. Начало на стр. 93)

Астрономический календарь основан в 1895 г. Нижегородским кружком любителей физики и астрономии (НКЛФА). Основная идея содержания АК определена его первым редактором Сергеем Васильевичем Шербаковым и сохранилась до настоящего времени. Конечно, содержание АК претерпело некоторые изменения. Так, например, информация с описанием Солнечной системы, объяснение терминов, инструкции к наблюдениям и таблицы постоянного характера с 1907 г. стали публи-

коваться в самостоятельном справочнике по астрономии: «Астрономический календарь. Постоянная часть» (последнее, 7-е издание вышло в 1981 г.). В самом Календаре публикуется только переменная часть.

Структура АК сохранилась в традиционном стиле, но постоянно вносились небольшие изменения и дополнения. В этом выпуске по многочисленным просьбам любителей астрономии, увлекающихся наблюдениями спутников Юпитера, приводятся эфемериды явля-

ний в системе самого яркого спутника Сатурна — Титана.

100 лет — большой период. Целая эпоха! Уже сменилось несколько поколений читателей Астрономического календаря и давно ушли из жизни те, кто когда-то взял на себя нелегкую задачу выпуска первых изданий. Хотя и сейчас нелегкое время, но дело Календаря и его основателей не умерло, оно живо, готовятся к выпуску новые издания.

Фотографируют любители астрономии

Серебристые облака над Москвой (Тушинский район). Снимок получен Д. С. Дорофеевым 6 июня 1995 г. в 1 час 05 мин (московское летнее время).

Серебристые облака появились после полуночи, имели голубоватый оттенок. В 1 час 30 мин они занимали область размером 70° на 20° в северной части небосвода. К 2 час 00 мин их яркость значительно упала. В течение последующего часа они исчезли на фоне предзвездной зари.

Все, кто заинтересован в наблюдениях серебристых облаков, приглашаются к сотрудничеству. Просьба обращаться по адресу: 123459, Москва, бульвар Яна Райниса, д. 29, кв. 173. Дмитрий Станиславович Дорофеев. Тел. (095) 948-65-33.

Уникальные фотографии серебристых облаков будут опубликованы на страницах журнала «Земля и Вселенная».



НОВЫЕ КНИГИ

Георгий Гамов в «Библиотечке «Квант»

Среди нескольких десятков книг, которые вышли в свет в серии «Библиотечка «Квант» (председатель редколлегии академик Ю. А. Осипьян), немало связанных с тематикой нашего журнала (А. В. Бялко «Наша планета — Земля», А. А. Михайлов «Земля и ее вращение», А. Д. Чернин «Звезды и физика», В. В. Брагинский, А. Г. Полнарев «Удивительная гравитация», Л. С. Марочник «Свидание с кометой», В. М. Липунов «В мире двойных звезд», А. Д. Чернин «Физика времени», Я. Б. Зельдович, М. Ю. Хлопов «Драма идей в познании природы», М. П. Бронштейн «Солнечное вещество» и др.). Но, пожалуй, особое место в этой серии занимает научно-популярная книга Г. Гамова «Приключения мистера Томпкинса».

Георгий Антонович (Джордж) Гамов (1904-1968) был не только известным астрофизиком и космологом, физиком и молекулярным биологом, но и талантливым по-



пуляризатором науки. Его перу принадлежат, например, такие научно-популярные произведения, как «Мистер Томпкинс в Стране Чудес», «Мистер Томпкинс исследует атом», «Сотворение Вселенной», «Звезда под названием Сол-

нце», «Биография Земли», «Планета под названием Земля». В книгу, включенную в «Библиотечку «Кванта», вошли две повести Г. Гамова «Мистер Томпкинс в Стране Чудес» (1940) и «Мистер Томпкинс исследует атом» (1945). Это первая публикация научно-популярных произведений Г. Гамова на русском языке (перевод с английского Юрия Данилова).

Главный персонаж книги — скромный банковский служащий, заинтересовавшийся физикой (в английском оригинале С. Г. Н. Tompkins, т. е. инициалы совпадают с тремя фундаментальными физическими константами — скоростью света, гравитационной постоянной и квантовой постоянной Планка). В повести «Мистер Томпкинс в Стране Чудес» этот любознательный человек оказывается в удивительной стране теории относительности, а повесть «Мистер Томпкинс исследует атом» переносит его в микромир и знакомит с историей исследования атома и процессами, происходящими внутри атома и атомного ядра.

Книга, наверняка, заинтересует любознательных школьников и студентов, окажется полезной преподавателям школ и вузов.

НОВЫЕ КНИГИ

Книжка из серии «Играем в сражения»

«Галактическая война» — название одной из книжек серии «Играем в сражения» (Москва, «Росмэн», 1995 г., перевод с английского В. В. Баженова). Это — книга-игра. Она переносит игроков в далекое будущее, дети становятся участниками фантастической битвы за Космос. Готовясь к игре, они получают не только разнообразную информацию о Вселенной, но и о возможном развитии космонавтики в грядущем столетии.

В блок настольных игр входят четыре игры — «Космические пираты» (соперничество исследователей, отправляющихся за минералами к поясу астероидов),



«Вторжение на Землю» (земляне обнаруживают войска инопланетян в... Тихом океане), «Ужасная планета» (борьба за выживание) и, наконец, главная игра — «Галактическая война» (Звездная Федерация сражается с захватчиками из Галактики).

Игровые поля и фишки очень просто извлекаются из середины книги, а в ней останутся 28 страниц текстового материала (снабженного множеством иллюстраций). Здесь есть и познавательный (справочный) материал, и правила каждой игры.

Книга-игра адресована детям младшего и среднего школьного возраста.

Школьникам о Луне

«Лунные истории» — так называется научно-художественная книга С. А. Язева, изданная в 1994 г. Восточно-Сибирским книжным издательством и адресованная детям среднего школьного возраста. Автор посвятил книгу светлой памяти энтузиаста астрономического образования К. С. Мансуровой.



Популярно и занимательно в книге рассказывается о Луне как небесном теле и о драматической истории полетов к Луне.

Книга содержит четыре части («Люди смотрят на Луну», «Люди целятся на Луну», «Люди летят на Луну», «Люди думают о Луне»), послесловия и приложения (таблица запуска космических аппаратов по программам исследования Луны).

Прочитав книгу, ребята узнают много интересного о Луне — от древнейших представлений о естественном спутнике Земли до информации, которой обогатилась наука в результате работы на окололунной орбите американской автоматической станции «Клементина» (запущена в январе 1994 г.).

Информация

Пояс астероидов за Плутоном

В 1992 г. астрономы Дейвид Джойнт из Университета штата Гавайи (Гонолулу, США) и Джейн Луу из Гарвардского университета (Кембридж, штат Массачусетс) открыли неизвестный ранее сравнительно небольшой объект, обращающийся вокруг Солнца по орбите, пролегающей за Нептуном и Плутоном. С тех пор в этой части Солнечной системы обнаружено еще 16 подобных тел.

Ныне первооткрыватели предприняли попытку оценить возможное общее количество таких объектов в их скоплении, именуемом поясом Койпера. В основу положен тот факт, что, работая на 2,2-метровом телескопе Обсерватории Мауна-Кеа (Гавайи) и осмотрев лишь 1,2 кв. градуса небосвода, ученые обнаружили 7 подобных тел (включая первое).

Отсюда следует, что за орбитой Нептуна должно располагаться

примерно 35 тыс. тел с диаметром 100 км и несколько более. Даже если данная оценка и завышена, все равно очевидно, что далекий пояс Койпера своей «населенностью» значительно превосходит известный пояс астероидов между орбитами Марса и Юпитера, который насчитывает лишь около 200 объектов таких же размеров.

Еще в 1951 г. американский астроном Джерард Койпер, настаивая на существовании скопления астероидов, получившего затем его имя, утверждал, что оно имеет форму сплющенного диска, занимающего пространство «за внешними планетами». Он считал его источником короткопериодических комет, имеющих один оборот вокруг Солнца менее 200 лет. Кометы же с большим периодом обращения должны происходить из сферического скопления, именуе-

мого облаком Оорта, расположенным еще дальше от Солнца.

Д. Джойнт и Дж. Луу полагают, что суммарная масса всех тел, составляющих пояс Койпера, не превышает и 0,3% массы Земли. Это соответствует количеству короткопериодических комет.

Все до сих пор обнаруженные здесь объекты находятся в пределах лишь нескольких градусов от плоскости Солнечной системы, что свидетельствует об их принадлежности к «сплюсненному» поясу. Из 16 открытых подобных тел большинство обладает орбитой, наклоненной менее чем на 4°, и ни одно — более 20°.

...Космос оказывается значительно более «населенным» местом, чем полагали еще недавно.

The Astronomical Journal, March, 1995
New Scientist, 1995, 145, 15

Звездочет^{☆☆}

В 1996 году наших читателей ждет:

- ✓ увеличение объема на 25%
- ✓ новые рубрики и статьи-сериалы
- ✓ большие цветных иллюстраций
- ✓ новый "Небесный календарь" на 6 страницах
- ✓ больше места для бесплатных объявлений
- ✓ оперативное приложение "НЕБЕСНЫЙ ЭКСПРЕСС"



**СВЕЖИЕ
НОВОСТИ**

Как обычно:

"Новости астрономии", "Мир вокруг нас",
"Астрономия в картинках", "История неба",
"Из первых рук", "Занимательная астрономия", ...



**МНОГО
ИЛЛЮСТРАЦИЙ**

И как всегда:

"Наблюдаем сами", "Дневник наблюдателя",
"Астрофотография", "Сидя за компьютером",
"Телескопостроение", "Справочная страничка",
"Витрина", ...



**СВОЕВРЕМЕННЫЙ
ВЫХОД
12 РАЗ В ГОД**

*Астрономия — это наука доступная всем!
Подписавшись на ЗВЕЗДОЧЕТ, Вы сможете
приобщиться к ее последним достижениям и
внести лепту в ее развитие.*

Наш подписной индекс: 72907 (в каталоге агентства "Роспечать")

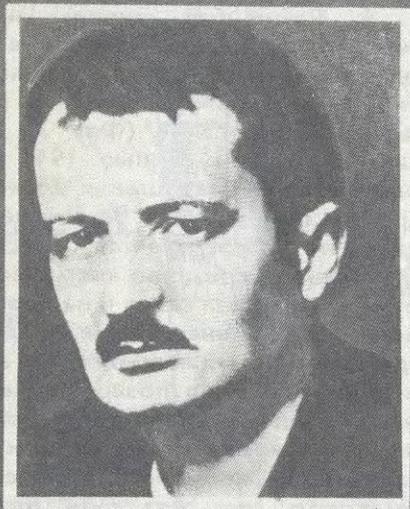
Контактный телефон: (095) 250-09-85

Факс: (095) 251-27-33

Адрес: 121002, Москва, а/я №2

E-mail: stargaz@mx.iki.rssi.ru

«Герман Оберт»

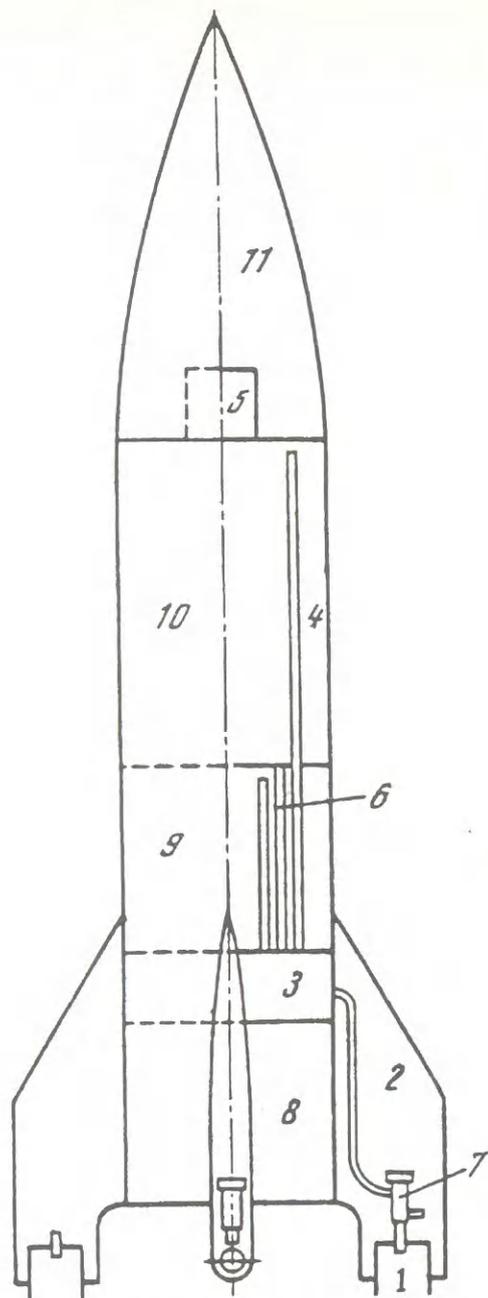


Б.В. Раушенбах

**Герман
ОБЕРТ**

Книга академика Б. В. Раушенбаха (изд-во «Наука», 1994) приурочена к 100-летию со дня рождения Г. Оберта (1894-1989) и возглавляет список русскоязычной литературы о выдающемся немецком пионере космонавтики. Хотя имя Оберта достаточно хорошо известно отечественным читателям, интересующимся историей космонавтики, хотя о нем писали разные авторы, начиная с середины 20-х г., информация, содержащаяся в отечественных публикациях, сводилась к перечню основных дат его жизни и наиболее значительных результатов научной деятельности с 1923 по 1930 г. Попытки некоторых исследователей раскрыть значение основополагающих работ Оберта — «Ракета в межпланетные пространства» и «Пути осуществления космических полетов» — и решить вопрос об их месте в ряду трудов других пионеров космонавтики ограничивались лаконичными рассуждениями с привлечением минимального количества историко-контекстуального и биографического материала.

Книга Б. В. Раушенбаха впервые дает возможность современному читателю познакомиться с творчеством Оберта, которое автор не отрывает от отдельных событий жизни ученого, истории ракетной техники Германии,



Проект ракеты Оберта 1917 г.

1 — руль; 2 — стабилизатор; 3 — отсек с топливными насосами и генератором тока; 4 — трубы, подающие в топливные баки газ для поддержания в них повышенного давления; 5 — отсек для размещения приборов управления; 6 — теплоизолированная труба для подачи окислителя к насосу; 7 — пневматическая рулевая машинка; 8 — двигательный отсек; 9 — бак окислителя; 10 — бак окислителя; 11 — взрывчатое вещество

мировой истории космонавтики. Автор воспроизводит содержание уже переведенных на русский язык и еще неизвестных нам работ Оберта по космонавтике и ракетной технике. Несомненно, такие его труды, как «Люди в космосе», «Материя и жизнь», «Катехизис уранидов», «Азбука для избирателей всемирного парламента» вызовут у научной общественности углубленный интерес и к фигуре Оберта-мыслителя.

Б. В. Раушенбах расширил рамки биографического повествования, стремясь найти выходы из него в историю становления космонавтики. В книге можно узнать о некоторых примечательных чертах деятельности Вернера фон Брауна и С. П. Королева, а также о событиях, непосредственного отношения к работам Оберта не имевших, но позволяющих «вписать» их в конкретные ситуации его жизни и творчества.

Б. В. Раушенбах стирает многие штампы, распространенные ранее. С одной стороны, с Оберта снимается обвинение, что он участвовал в строительстве ракеты А 4 (Фау 2), принесшей в Лондон осенью 1944 г. — в начале 1945 г. разрушения и смерть. С другой стороны, Б. В. Раушенбах показал, что Оберт, мечтая о космосе и видя в ракете средство космического полета, не закрывал глаза и на военную область ее применения. Не впадая в назидательно-порицающий тон, автор книги трезво оценил позицию ученого как вполне естественную для человека, желавшего скорее приступить к реализации идеи космической ракеты и понимавшего, что этот путь должен быть разбит на этапы, в которых будут заинтересованы заказчики, готовые их финансировать.

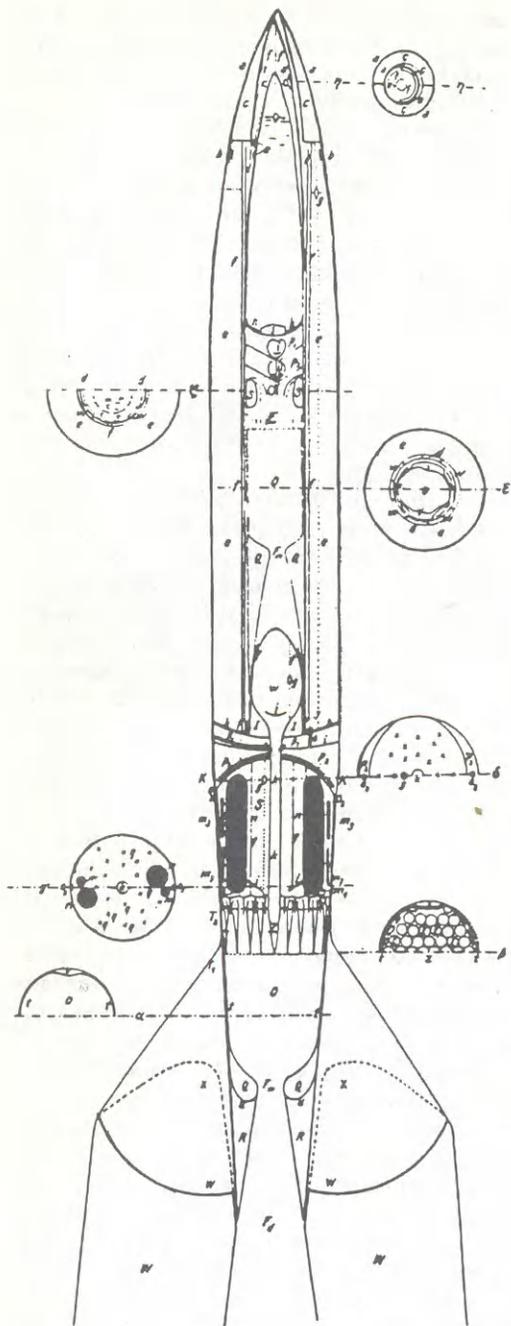
Еще в 1948 г. под редакцией Б. В. Раушенбаха появился русский перевод книги «Пути осуществления космических полетов». С 1982 г. Б. В. Раушенбах поддерживал личное знакомство с Обертом, был и остается частым и желанным гостем в его семье, проживающей в Фойхте под Нюрнбергом. Многие страницы написаны под влиянием личных впечатлений от встреч и бесед с ученым и его

дочерью, а также наблюдений, сделанных при знакомстве с богатейшим архивом Оберта.

Академик Б. В. Раушенбах — часть истории становления советской космонавтики и ракетно-космической техники. Воссозданный им исторический контекст жизни и деятельности Оберта известен ему не только по документам, но как современнику и участнику описываемых событий. Сильная сторона книги — в оценках и характеристиках трудов Оберта по космонавтике, сделанных Б. В. Раушенбахом с профессиональной и с исторической точек зрения. Он дополнил высказывавшиеся ранее мнения о значении работ немецкого ученого глубокими суждениями, позволяющими более точно определить место Оберта в ряду пионеров космонавтики и ясно представить то уникальное, что было свойственно его трудам. Большого внимания заслуживает вывод Б. В. Раушенбаха о роли, которую Оберт сыграл в становлении техники высотных ракет и жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Пожалуй, впервые в отечественной литературе усилия Оберта по созданию первого в Европе ЖРД были оценены не как фрагмент только западноевропейской истории ракетной техники, но и как фактор, стимулировавший развитие советского ракетного двигателестроения.

В России книга Б. В. Раушенбаха — первое и пока единственное крупное биографическое произведение об Оберте. Но в общем потоке биографической литературы, посвященной этому ученому, она одна из ряда биографий, изданных на немецком и английском языках. Сопоставление показывает, что многие сюжеты жизни и деятельности Оберта Б. В. Раушенбах изложил в версии, предложенной Г. Бартом — автором одной из немецких биографий ученого, вышедшей тремя изданиями в 1974-91 гг. Заимствуя некоторую информацию из книг Г. Барта, Б. В. Раушенбах практически полностью положился на них, как на «наиболее достоверные и подробные».

Однако одновременно с достоинствами биография Оберта в изложении Г. Барта не лишена недостатков, на-



Проект двухступенчатой ракеты Оберта 1923 г.

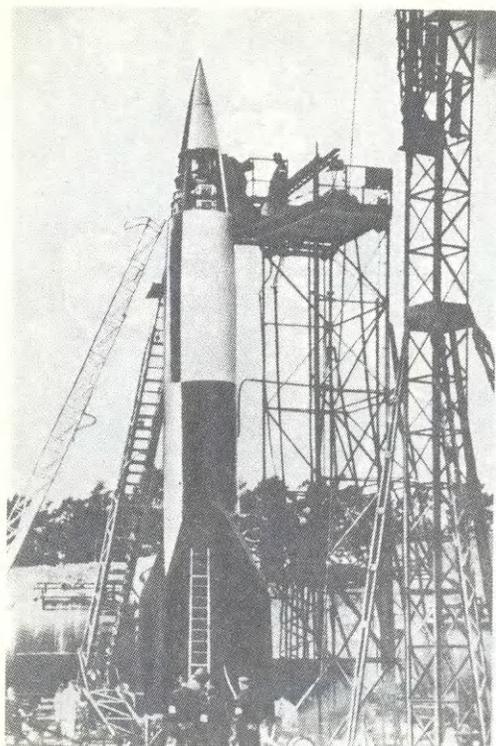
ложивших отпечаток и на книгу Б. В. Раушенбаха. Во-первых, Г. Барт игнорировал ряд документов, стремясь не столько реконструировать прожитую Обертом жизнь, сколько подогнать информацию источников под заранее заданную схему, используя лишь то, что укладывалось в нее. Во-вторых, жизнь и деятельность Оберта представлена Г. Бартом сквозь призму ее восприятия самим ученым — «героем» биографического повествования. Поэтому многим эпизодам не достает объективного взгляда «со стороны»... Происходившее с Обертом часто описано только с его слов, в соответствии с его собственными оценками и характеристиками.

Что же осталось за пределами жизнеописания Оберта, вышедшего из-под пера Г. Барта и заимствованного Б. В. Раушенбахом? Прежде всего то, что можно было бы считать неудачами, недоработками, недочетами, слабыми сторонами многогранного творческого дарования ученого. Обойдены вниманием биографов и такие «скользкие темы», как разработка Обертом концепции боевой ракеты и его отношение к национал-демократической партии.

А что было передано лишь на основе личных суждений и свидетельств Оберта? Прежде всего эпизоды его попыток принять участие в практических работах по ракетной технике. Возьмем, к примеру, историю строительства Обертом рекламной ракеты, деньги на которое ему выделили руководство кинокомпании УФА и режиссер фильма «Женщина на Луне» Фриц Ланг. Из книги Б. В. Раушенбаха следует, что Оберту не удалось быстро закончить работу над ракетой и осуществить ее старт в день премьеры фильма по вине безынициативного и ленивого А. Б. Шершевского, излишне инициативного Р. Небеля, внесившего, вопреки наставлениям Оберта, свои изменения в ход работ, а также руководства УФА, прекратившего финансирование экспериментов и не давшего произвести пуск почти готовой ракеты. Трудно оспаривать впечатление, которое сложилось у Б. В. Раушенбаха о А. Б. Шершевском

во время их личного знакомства. Однако характеристика сотрудника Оберта явно и несправедливо отягощена негативными оценками. Большой корректности требует и рассказ о Небеле. Но главное, что с большой долей уверенности можно утверждать: строившаяся под руководством Оберта осенью 1929 г. ракета к декабрю того же года была готова, но ее конструкция оказалась не только неудачной, но и вообще непригодной для летных экспериментов. Почему так произошло — вопрос, на который еще предстоит ответить, но уже сейчас можно говорить о промахах самого Оберта, которые он, кстати, позднее и не отрицал.

С большей критичностью следует отнестись и к информации некоторых источников о том, что в 1935 г. Оберт осуществил в Медиахе успешный пуск жидкостной ракеты. Действительно, в письме В. Лею 24 декабря 1948 г. Оберт сам рассказал об этом событии. Но рассказ представляется скорее попыткой выдать желаемое за действительное. Уж очень хотелось ученому показать Лею, очевидцу его неудач при строительстве ракеты в 1929 г., что он все-таки добился успеха и сумел создать работоспособную ракету. В других же случаях, когда не нужно было доказывать бывшим сотрудникам свою способность к практической работе, Оберт, естественно, не прибегал к вымыслу. Приведу два аргумента в пользу этого вывода. В письме О. Вимеру 14 июня 1936 г. Оберт писал: «Собственно, утверждение Небеля о том, что я не умею строить ракеты, является не чем иным, как клеветой. Но я не могу ее опровергнуть по той простой причине, что действительно не осуществил здесь пуска ни одной ракеты. То, что я показываю моим ученикам интересные опыты, разбираюсь немного в слесарном деле, технике и физике, сам построил много приборов для нашей гимназии, не может служить доказательством... Помочь может только одно: я должен когда-нибудь сам построить ракету, пригодную для полета, в создании которой не участвовал бы Небель...». В отчете 31 июля



1948 г., одном из многих отчетов, которые Оберт посылал в посольства и правительства разных стран, руководителям фирм и ведомств с целью получить работу в ракетной технике, рассказывая о своей деятельности в 1931-37 гг., ученый писал: «Я проводил на собственные средства небольшие опыты... Первая задача... заключалась в получении относительно холодного газа... Этот газ должен был в малых ракетах обеспечивать вытеснительную подачу топлива из баков в камеру сгорания, а в больших — приводить в действие насосы. Дальнейшие опыты касались решения вопросов зажигания и вентиляей». И при этом ни слова об успешно запущенной ракете.

Думается, недостаточно аргументированный ответ дан Б. В. Раушенбахом на вопрос, почему ученому после успешного испытания 23 июля 1930 г. в Берлине ЖРД конструкции Оберта до 1938 г. не находилось места в ракетной технике Германии. Вряд ли можно ограничиться предложенным

объяснением, согласно которому «к работам по большим ракетам» его не привлекали, потому что он «многие годы числился иностранцем». Переписка Оберта свидетельствует, что организаторы и руководители работ в области ракет на жидком топливе в Германии при решении вопроса об его участии в них исходили из самых разных соображений. В их ответах ученому и переговорах между собой имели место вполне серьезные доводы. Сводились они к определению того места, которое теоретик космонавтики и ракетной техники мог бы занять в общем комплексе работ по созданию ракетного оружия.

В серьезном уточнении нуждается вывод, что в Германии Оберту не давали возможности «для настоящей опытно-конструкторской работы» и в то же время удерживали от отъезда в Румынию, стремясь не допустить его участия в работах по ракетной технике, проводившихся в других странах. Так Б. В. Раушенбах приводит ответ, полученный Обертом на свое заявление о намерении вернуться в Медиаш: «Ему объяснили, что у него есть выбор: стать гражданином Германии или, если он будет настаивать на отъезде, отправляться в концентрационный лагерь». Этот эпизод воспроизведен со слов Оберта. Конечно, ученый волен был по-своему воспринимать и оценивать свою работу в Германии в 1938-45 гг. И биографы не могут игнорировать его мнение и оценки. Но можно ли проходить мимо информации, отражающей несколько иную картину, чем нарисовал Оберт? Согласно документам, со 2 июля 1938 г. он работал по заданию Авиационного исследовательского центра над ЖРД для авиационного снаряда. Его работа контролировалась непосредственно руководителями Армейского ракетного центра в Пенемюнде В. Дорнбергером и В. фон Брауном. И вряд ли ее можно считать далекой от «настоящей опыт-



Герман Оберт и Вернер фон Браун



У памятника К. Э. Циолковскому в г. Калуге (1982 г.) Слева направо: А. В. Костин — внук К. Э. Циолковского, Герман Оберт, румынский космонавт Думитру Прунариу и академик Б. В. Раушенбах

но-конструкторской работы». Неудивительно, что на ее проведение в течение двух лет Оберту было выделено до 50 000 рейхсмарок. В письме Гитлеру 18 марта 1939 г. он не только не жаловался на условия работы и поставленную задачу, но высказывал удовлетворение ими и просил увеличить ассигнования с тем, чтобы «уже весной... осуществить пуск первого ракетного снаряда».

Что касается желания Оберта вернуться домой в Румынию, то вот несколько фрагментов из переписки ученого, свидетельствующих, что он вовсе не стремился покинуть Германию. Когда в августе 1939 г. он узнал, что в Румынии идет мобилизация, под которую уже подпали некоторые его коллеги по гимназии в Медиаше, и что он также как ру-

мынский гражданин может быть отозван из командировки, Оберт прямо поставил вопрос о скорейшем получении немецкого гражданства. В письме в министерство авиации Германии 19 августа 1939 г. он писал: «Я не хотел бы бросать свою работу здесь. Целый ряд исследований почти закончен и мне не хотелось бы пускать дело на самотек... Есть еще одна причина, по которой я не хочу возвращаться в Румынию. На моей родине распространяются всевозможные слухи о моей работе здесь... Пора подумать о том, как мне получить немецкое гражданство, в конце концов в течение всей моей жизни я был хорошим немцем... Пришло время обсудить этот вопрос, поскольку мне трудно работать в полную силу под началом двух властей». С другой стороны, рассуждал далее

в письме Оберт, если он останется в Германии, то может потерять дом в Медиаше. Чтобы этого не случилось, он предложил сделать вид, что его не выпускают из Германии насильно. Не из этого ли сюжета родилась потом легенда о концлагере? Ответ из министерства гласил: «Принятие решения о возвращении в Румынию или продолжении пребывания в Германии полностью предоставляется Вам».

Рискну не согласиться и с еще одной версией, предложенной Г. Бартом и Б. В. Раушенбахом также со слов Оберта, согласно которой он выполнял в Армейском ракетном центре в Пенемюнде лишь незначительные поручения. Можно ли считать «незначительными» теоретическое обоснование оптимального соотношения масс отдельных ступеней в многоступенчатой конструкции, проект трехступенчатой межконтинентальной ракеты, теорию твердотопливной зенитной ракеты и подробные исследования в аэродинамической трубе ее летных характеристик. Наверное, у Оберта были причины, чтобы ощущать неудовлетворение от пребывания в Пенемюнде, даже чувствовать себя в какой-то мере обиженным, непонятым, обделенным вниманием и недостаточно оцененным, но документы убеждают, что в крупнейшем тогда в мире ракетном центре ученый был использован в той роли, которая позволила максимально полно проявиться сильным сторонам его таланта — теоретика и провидца величайших возможностей ракетной техники.

Впрочем, спорное толкование затронутых моментов биографии Оберта не сказывается на целостности и достаточности аргументации основной концепции книги, которую кратко можно сформулировать так: Герман Оберт — ученый и мыслитель мирового масштаба, легко перекидывавший мостики между настоящим и будущим человечества, способный заглянуть в отдаленные перспективы развития техники и общества в целом, — порой с трудом «вписывался» в свое время, в систему общепринятых человеческих и профессиональных отношений. Он нес на себе отпечаток своей эпохи, был слишком сложен и противоречив, чтобы полностью отождествляться с нею. Но у него, к сожалению, отсутствовал талант организатора и руководителя. А главное, он, не будучи инженером, очень хотел строить ракеты и быть первым среди ракетостроителей. Четко и последовательно проводя эту мысль через всю книгу, Б. В. Раушенбах сделал новый шаг в познании наследия и личности немецкого ученого. Неудивительно, что его книга еще в рукописи заинтересовала зарубежных издателей. Почти одновременно с русским изданием в США вышел его аналог на английском языке. В скором времени и в Германии будет издан перевод. Уверена, что и в России книга Б. В. Раушенбаха воспримется как серьезный и глубокий источник познания жизни и деятельности немецкого пионера космонавтики.

*Т. Н. ЖЕЛНИНА,
зав. отделом научной биографии
К. Э. Циолковского*

Гос. музея истории космонавтики в г. Калуге

Продается телескоп-рефрактор (конец XVIII — начало XIX в.), Ахромат, диаметр 90 мм, фокус 1200 мм, окуляр — 2 шт., ручной работы.

Изготовитель — фирма «Bardo» (Париж). Бронза, саусированное золото, деревянный пьедестал.

Цена договорная.

Тел. (861-2) 36-14-23

Факс 37-52-54

Объявление

Национальный геофизический комитет РФ располагает небольшим количеством перечисленных ниже книг, вышедших в свет в его серии трудов «Результаты исследований по международным геофизическим проектам».

Заинтересованные лица и учреждения могут приобрести их по почте наложенным платежом, прислав заявку по адресу: Москва ГСП-1, Молодежная, д. 3, Геофизический комитет, или, не неся почтовых расходов, лично со склада по тому же адресу. (Т. П. Андрюхина, тел. 930-05-87). Стоимость каждой книги, кроме оговоренных случаев, 5 тыс. руб.

1. Лойша В. А. «Полярные сияния». Каталог. IV-XVIII вв.— 3 тыс. руб.
2. Мальцев Ю. П. «Распространение низкочастотных волн»
3. Макаров Г. И. «Распространение электромагнитных волн»
4. «Геофизические поля Тихого и Индийского океанов»
5. Троицкая В. А. «Физические явления в дневных полярных каспах»
6. Еркаев Н. В. «Обтекание солнечным ветром магнитосферы Земли»
7. Бабаджанов Б. Б. «Распределение по массам и плотность потока спорадических метеорных тел»
8. «Метеорные исследования», №№ 9-13 и 15
9. «Магнитосферные исследования», №№ 8, 10-12, 14-18
10. «Сообщения о научных работах»:
 - а) Магнитосферные явления; б) Космические лучи;
 - в) Солнечный ветер; г) Геодезия — по 500 руб.
11. «Космические лучи», № 26
12. «Ионосферные исследования», №№ 48, 49
13. «Геодинамические исследования», №№ 7, 10 и 14.
14. «Океанологические исследования», №№ 36, 39, 41-43
15. «Пакет программ для расчета геомагнитного поля» — 500 руб.
16. «Повторяемость и радиационные свойства облаков» — 500 руб.
17. Мохов И. И. «Взаимодействие облачности и радиации в моделях» — 800 руб.
18. «Строение и эволюция земной коры Черного моря». Приложение
19. «Земная кора и верхняя мантия Памира и Тянь-Шаня»
20. Литвин В. М. «Морфоструктура дна Атлантического океана»
21. «Гравитационное поле Восточно-Китайского моря»
22. «Современное движение и деформация земной коры»
23. «Автоматизация сбора и обработки сейсмологической информации»
24. «Методика комплексного изучения тектоносферы»
25. Нарышкин Г. Д. «Срединный хребет Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана»
26. Харчилава Д. Ф. «Исследование вариаций атмосферного озона в Грузии» — 500 руб.
27. Назаров Н. А. «Модель и алгоритмы расчета речного стока»
28. Осокин Н. И. «Нивально-гляциальные системы» — 600 руб.
29. Харин Г. С. «Геология Атлантики в Исландском регионе»
30. «Современная тектоника континентов и океанов»
31. Львович М. И. «Современная интенсивность внутриконтинентальной эрозии суши земного шара» — 800 руб.

(Продолжение следует)

Сводный указатель статей по наукам о Земле, опубликованных в 1965-79 гг.

Авдулов М. В. Термодинамика земного шара	1974,3	Вайсберг О. Л. Полярные сияния	1965,6
Агапова Г. В., Зенкевич Н. Л. Глубоководные желоба	1974,1	Васильев К. И. Что такое ОГСОС?	1973,1
Алексеев А. С., Рябой В. З. Астеносфера Земли	1978,5	Величко Е. А. Руды океана	1974,1
Алешин А. С. «Пресс под землей»	1973,2	Вернов С. Н. Радиационные пояса Земли	1979,4
Альперт Я. Л. Ионосфера, радио, искусственные спутники Земли	1966,1	Виноградов А. П. Как образовался океан	1966,6
Аксенов А. А. 50 лет советской океанологии	1971,3	Виноградов А. П. Технический прогресс и защита биосферы	1973,6
Ахледсафин У. М. Гидрогеология в Казахской ССР	1972,6	Виноградов А. П. Океан и человечество	1972,5
Барсуков О. М. Электропроводность горных пород и землетрясения	1979,6	Виноградов К. А., Толмазин Д. М. Соленость и жизнь моря	1968,6
Бауман Э. И. Современная система счета времени	1973,6	Винник Л. П. Шум земли	1971,4
Бауман Э. И. Хранение времени	1971,3	Владимирский Б. М. Экспериментальная гелиобиология	1974,4
Белевитин А. Г., Назаров В. М. Геодезическая юстировка РАТАНа-600	1977,1	Владимирцев Ю. А., Косарев А. Н. Красное море — океанологический феномен	1972,2
Белоусов В. В. Глубинное строение и развитие Земли	1967,1	Войт С. С. Приливы в океанах и морях	1966,4
Белоусов И. М. Океан	1965,4	Волков Ю. А., Фейгельсон Е. М. Тепловой режим тропической атмосферы	1975,3
Беркнер Л., Маршалл Л. Кислород и эволюция. Перевод из журнала New Scientist	1966,4	Воробев Г. Г. Тектиты — Земля или космос?	1965,2
Бернштейн Л. Б. Прилив покоряется	1967,4	Галкин И. Н. Земля... и миллионы ее моделей	1971,2
Благоволлин Н. С. Ученые следят за пульсом Земли	1965,5	Гальперин Е. И. Вертикальное сейсмическое профилирование	1973,1
Богданов Д. В. Тропические широты мирового океана	1975,1	Генштафт Ю. С., Салтыковский А. Я. Земля «под прессом»	1969,6
Богоров В. Г. Жизнь морей нашей страны	1965,4	Генштафт Ю. С., Шейнманн Ю. М. Алмаз — «окно» в глубины Земли	1974,6
Болгов И. Ф. Сооружения движутся	1970,4	Геохлянян Т. Х. Стратосфера	1975,2
Боровиков П. А., Бровко В. П., Каплин П. А. Человек проникает в морские глубины	1968,4	Герасимов И. П. Научно-техническая революция и советская география	1977,1
Бреховских Л. М., Федоров К. Н. Полигон-70. Эксперимент в океане	1971,3	Генштафт Ю. С., Ермаков В. А. Необычайное извержение на Камчатке	1976,4
Бреховских Л. М. Звук в океане	1977,4	Гневывшев М. Н., Новикова К. Ф. Солнечная активность и явления в биосфере	1971,4
Брагинский В. Б. Гравитационные волны и попытки их обнаружения	1965,5	Голицын Г. С. Погода на других планетах	1969,6
Бронштэн В. А. Человек изучает атмосферу	1975,6	Головков В. И. Геомагнитное поле — предвестник землетрясений?	1973,3
Брюханов В. И. Геология и Космос	1979,5	Головков В. И. Магнитное поле Земли	1977,4
Бугаев В. А. Метеорологические спутники и служба погоды	1970,1	Гольдовский Д. И. Спутник для исследования природных ресурсов	1974,1
Бугаев В. А. Современная служба погоды	1973,1	Городницкий А. М. Рыбы плавают «по компасу»	1973,2
Бугаев В. А. Орбитальные снимки и метеорологические наблюдения	1974,2	Городницкий А. М., Фонаров Г. А. Электрическое поле океана	1974,1
Будыко М. И. Главная геофизическая обсерватория и развитие отечественной метеорологии	1967,5	Городницкий А. М. Магнитное поле океана	1975,5
Будыко М. И. Современные проблемы климатологии	1970,4	Городницкий А. М., Сорохтин О. Г., Ушаков С. А. Дрейф континентов и современные представления об эволюции Земли	1974,5
Будыко М. И. Изменения климата	1973,3	Городницкий А. М. Подводные горы	1978,2
Буланже Ю. Д. Изменяется ли сила тяжести во времени?	1965,2	Горшков Г. П. Землетрясения в Ташкенте	1966,5
Буланже Ю. Д. Современные движения земной коры	1976,2	Горшков С. П. В четвертичных отложениях запечатлены космические изменения	1966,6
Бурлацкая С. И., Нечаева Т. Б., Петрова Г. Н. Что такое археомагнетизм?	1966,3	Горшков С. П. Ледниковые периоды и рельеф суши	1968,1
		Грачев А. Ф. Рифтовые зоны	1974,5
		Гришин Н. И. Тайна средних широт.	

(К 80-летию открытия серебристых облаков.)	1965,3	Кутузов И. А. Успехи советской картографии и геодезии	1977,6
Грушинский Н. П. Геофизические исследования Антарктиды	1967,2	Кучмент Л. С., Чемеренко Е. П. Гидрологические прогнозы и современная вычислительная техника	1969,3
Грушинский Н. П. Форма Земли	1979,5	Латун В. С. Апвеллинг	1971,1
Дабидзе А. И., Кросс М. В. Земная жизнь взрывных метеоритных кратеров	1975,5	Левин Б. Ю. Происхождение Земли	1971,6
Давитая Ф. Ф. Науки о Земле в Грузинской ССР	1972,6	Левин Б. Ю. Метеоритный кратер под ледяным покровом Антарктиды?	1978,3
Джамалов Р. Г., Зекуер И. С., Иванов В. А. Изучение подземных вод из космоса	1978,2	Леонов Ю. Г. Сейсмотектонические процессы	1967,6
Дзедзеевский Б. Л. Климат и прогноз его колебаний	1970,1	Леонтьев О. К. Дно океана	1975,2
Добровольский А. Д., Лебедев В. Л. Географическая структура океана	1977,2	Ляхова Л. Н. Развитие службы краткосрочных радиопрогнозов	1968,2
Еремеева А. И. Кеплер и естествознание	1972,1	Магомедов А. М., Шабалин Н. В., Шолпо В. Н. Землетрясения в Дагестане	1971,1
Желнин Г. А. Развитие исследований по геодезии в Эстонской ССР	1973,3	Малкевич М. С. Спутниковая метеорология	1965,6
Зайцев Л. П. Роль Академии наук в развитии наук о Земле	1974,3	Марова Н. А. Подводный облик океана	1969,4
Залитинкевич С. С. Общая циркуляция атмосферы и океана	1968,5	Марчук Г. И., Курбаткин Г. П. Численный прогноз погоды	1978,1
Залогин Б. С. Международный форум географов	1977,1	Малеев Е. Ф. Активный вулкан Карымский	1967,3
Заморский А. Д., Батяева Т. Ф., Минина Л. С. Бури и метеорологические спутники	1971,5	Малеев Е. Ф. Авачинский вулкан	1968,5
Зекцер И. С. Ресурсы подземных вод в СССР	1976,4	Масевич А. Г. Искусственные спутники — о нашей планете	1965,1
Зиман Я. Л., Большой А. А. Изучение природных ресурсов Земли из космоса	1976,1	Медведев С. В. Землетрясения должны перестать быть стихийным бедствием	1967,6
Зингер Е. М. Почему ледники пульсируют?	1972,3	Мещерский И. Н., Ильин А. С. Движения земной поверхности, вызванные техногенными процессами	1976,6
Ивченко И. С., Рунин Ю. А. Искусственные плазменные образования в атмосфере	1979,6	Моисеев П. А. Биологические ресурсы Мирового океана	1978,2
Изотов А. А. Успехи изучения фигуры Земли в СССР	1967,5	Мигулин В. В. Международные исследования магнитосферы	1979,4
Ильин А. В. Рифтовая система Земли	1965,1	Нейман В. Г. 22-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Курчатов»	1977,1
Канаев В. Ф. «Академик Курчатов» в Индийском океане	1968,5	Николаев А. В. Сейсмические волны о недрах Земли	1968,6
Канаев В. Ф., Зенкевич Н. Л. Фотоглаз в глубинах океана	1970,4	Николаев А. В. Сейсмическое просвечивание Земли	1976,5
Кайбышева Л. С. Жизнь шельфа	1973,4	Николаев В. П. Программа «Черномор-72» завершена	1973,2
Кан С. И. Морские прогнозы	1971,2	Николаев В. П. Флуктуации солнечного света в море	1975,1
Кириллова И. В. Сильные землетрясения в Турции и их геологическое значение	1969,4	Никонов А. А. Вулканы и современные движения земной коры	1974,5
Кондратьев К. Я. Человек и окружающая среда — наблюдения из космоса	1974,1	Никонов А. В. Современные движения земной коры и гляциоизостазия	1977,3
Копелевич О. В. Свет в море	1968,2	Озмидов Р. В. Турбулентность в океане	1974,1
Короткевич Е. С. Советские антарктические исследования	1977,6	Опарин А. И. Проблема происхождения жизни на Земле	1967,2
Корт В. Г. «ПОЛИМОДЕ» (океанологический проект)	1977,2	Отутер М. Внимание — лавина!	1972,4
Косарев А. Н. Проблемы южных морей СССР	1975,1	Пеллинен Л. П. XIV Генеральная Ассамблея Международной геодезической ассоциации	1968,5
Котляков В. М. Ледники Земли и их использование в будущем	1975,5	Петрова Г. Н. Связь сейсмических процессов с магнитным полем Земли	1976,6
Кошляков М. Н. Синоптические вихри открытого океана	1979,3	Петрова Г. Н. Магнитные исследования и их роль в изучении внутреннего строения Земли	1968,4
Кутузов И. А. Состояние и перспективы развития советской геодезии и картографии	1976,2		

Петрова Г. Н. Постоянно ли геомагнитное поле?	1976,5	Соболев Г. А. Предвестники землетрясений	1978,6
Петрова Г. Н. Характерные особенности магнитного поля Земли	1978,1	Сорочинский М. А. Прогноз опасных явлений погоды	1979,4
Петрушевский Б. А. Балканский сейсмический проект ЮНЕСКО	1972,5	Степанов В. Н. Мировой океан — людям XX века	1977,3
Плахотник А. Ф. Прекратить радиоактивное загрязнение океана	1967,2	Стрижевский Л. Н. Наука о прогнозе погоды	1966,3
Погосян Х. П. Атмосфера и прогнозы погоды	1973,6	Стюарт Р. В. Атмосфера и океан	1971,3
Погосян Х. П. Метеорологический режим городов	1974,6	Сузюмов А. Е. Островные дуги в Океании	1979,3
Погосян Х. П. Атмосферные явления и погода	1979,2	Сузюмов Е. М. Центр дальней космической связи в океане	1972,4
Порийский Н. Н. Земные приливы и внутреннее строение Земли	1966,5	Татарский В. И. Турбулентность атмосферы	1968,2
Порийский Н. Н. Первая гравитационная разведка	1970,2	Тверской Б. А. Взаимодействие магнитосферы с ионосферой	1979,4
Пресс Ф. Собственные колебания Земли	1967,3	Теплицкая Р. Б. Астрономия в Сибири и на Дальнем Востоке	1972,6
Проворов К. Л. Инженерная геодезия	1970,5	Толмазин Д. М. Океан в движении	1970,4
Пуцаровский Ю. М. Движение земной коры в океанах	1978,2	Трешников А. Ф. Советские дрейфующие станции исследуют Арктику	1977,6
Пушков Н. В. Вековые вариации геомагнитного поля	1975,6	Трохтенгерц В. Ю. Магнитосфера как альвеновский мазер	1979,4
Рейснер Г. И. Геологический прогноз землетрясений	1978,6	Трутзе Ю. Л., Елонский Н. Ф., Соляренко И. Я. Озон и загрязнение стратосферы	1979,2
Рёдерер Х. Частицы и поля в космической окрестности Земли	1970,4	Удинцев Г. Б. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана	1978,3
Ризниченко Ю. В. Сейсмический климат и сейсмическая погода	1967,6	Уломов В. П. На пути к прогнозу землетрясений	1968,3
Ризниченко Ю. В. Почему «сейсмология»?	1969,5,6	Урсул А. Д. Экологические перспективы и космонавтика	1976,2
Ризниченко Ю. В. Максимально возможные землетрясения	1971,5	Федоров Е. П. Как найти полюс Земли?	1977,4
Рускал Е. Л. История системы Земля — Луна	1965,5	Федорова Н. И. Проблемы верхней атмосферы	1965,4
Рябой В. З. Сейсмология взрывов изучает глубины Земли	1969,3	Фесенков В. Г. Тунгусское явление 1908 года	1968,3
Сабинин К. Д., Галкин О. П. Внутренние волны и их проявление на поверхности моря	1967,2	Фесенков В. Г. Основные успехи метеоритики	1968,6
Садовский М. А. Наука будет предсказывать землетрясения	1967,6	Филиппов Д. М. Проблема автоматизации океанографических наблюдений	1968,6
Садовский М. А. Предсказание времени землетрясений	1978,6	Филиппов Е. М. Ядерные плотномеры	1969,5
Самойленко В. С. Программы «ПИГАН» и «ТРОПЕКС» в действии	1975,3	Фонербе Г. А., Шнейер В. С. Магнитные полюса Земли	1975,4
Самойленко В. С. Атмосферные процессы над Тихим океаном	1978,3	Фремд В. М. Как записывают землетрясения	1969,6
Самойленко В. С. Атмосферные процессы над Тихим океаном	1978,6	Хвостиков И. А. Самая удивительная на Земле жидкость — вода	1969,3
Сафронов В. С. Развитие теории Шмидта	1972,4	Хелм Т. Торнадо	1969,3
Серебрянный Л. Р. Радиоуглеродные часы отбивают пульс ледниковой эпохи	1976,2	Хргиан А. Х. Метеорологические сведения народов древнего Востока	1966,4
Сидоренков Н. С. Часы, время и неравномерность вращения Земли	1977,3	Хргиан А. Х., Березин В. М., Еланский Н. Ф., Кузнецов Г. И., Петренко Н. П. Озон как индикатор атмосферных процессов	1975,2
Силкин Б. И. Международный год спокойного Солнца	1965,5	Хромов С. П. Тропические ураганы	1966,2
Скуридин П. А., Плетнев В. Д., Шалимов В. П., Швагунов И. Н. Солнечный ветер, магнитосфера и радиационный пояс Земли	1965,4	Хромов С. П. Погода завтра	1967,3,4
Снопков В. Г. О проблеме пресной воды	1968,1	Хрунов Е. В. Метеорология и полеты советских пилотируемых космических кораблей	1971,6
Соболев В. С. Метаморфические горные породы и фации	1977,1	Черкасов И. И., Шварев В. В., Штейнберг Г. С. Лунные ландшафты среди вулканов Камчатки	1969,5
		Чернов А. А. Разведчики глубин	1978,6
		Шадрин Л. Н. Штурм недр продолжается	1973,4

Шамина О. Г. Моделирование верхней мантии Земли	1970,3	Шолпо В. Н. Происхождение складчатости	1968,6
Шварц С. С. Экологические основы охраны биосферы	1973,6	Шолпо В. Н. Разведка недр и борьба идей	1973,4
Швидковский Е. Г. Ракетная техника и развитие физики верхней атмосферы	1969,2	Шулейкин В. В. Физика ветровых волн	1967,5
Шебалин Н. В. Человек и земля	1965,1	Шулейкин В. В. Развитие и движение тропических ураганов	1975,1
Шебалин Н. В. Землетрясения и вулканы	1965,3	Ямпольский А. Д. Что такое Гольфстрим?	1965,5
Шебалин Н. В. Парадоксы сильных землетрясений	1971,1	Ямпольский А. Д. Течения в океане	1979,1
Шейнманн Ю. М. Калий и развитие земной коры	1972,3	Ярошевский А. А. Образование земной коры и процессы в мантии	1972,1

Информация

Динозавры — «свидетели» Панген

Палеонтологическая экспедиция, руководимая научным сотрудником Чикагского университета (штат Иллинойс, США) П. Серено, в продолжение четырех месяцев работала в Сахаре, в центральных районах Республики Нигер.

Ей удалось обнаружить остатки представителей двух неизвестных ранее видов динозавров, которые по-новому освещают не только ход эволюции этих пресмыкающихся, но и геолого-геофизическую проблему дрейфа и разделения континентов.

Среди находок — довольно полные фрагменты окаменелого скелета хищного терапода с длиной тела 9 м, передвигавшегося на двух конечностях, а также четвероногого растительноядного завропода. Оба обитали на территории нынешней Африки в меловой период, около 130 млн лет назад.

Терапод, по-видимому, был родственен известным аллозаврам, которые во множестве населяли Северную Америку примерно 150 млн лет назад. Завропод в тот же период имел «родственников» в Северной Америке: камаразавров вымерших, как до сих пор считалось, миллионы лет ранее, еще до наступления мелового периода.

В те времена, 200-300 млн лет назад, существовал единый суперконтинент Пангея. Примерно 180 млн лет назад он раскололся на два материка: северный — Лавразия и южный — Гондвана, которые, в свою очередь, позже распались на нынешние континенты.

Африканские виды динозавров, живших 130 млн лет назад, должны были бы быть похожи на тех, что обитали в Южной Америке, дольше продолжавшей соприкасаться с Африкой. Новые же палеонтологические находки говорят, между тем, о совершенно об-

ратном. Обнаруженные чикагскими палеонтологами остатки динозавров имеют значительное сходство с видами, известными в Северной Америке, Азии и Европе, образовавшими в то время единый массив суши, а не с видами, обитавшими в Южной Америке.

Отсюда, по мнению П. Серено, ранее работавшего в Аргентине, следует вывод, согласно которому многочисленные группы тераподов и завроподов эволюционировали и расселились почти по всему миру прежде, чем полностью завершился процесс разделения северного и южного массивов суши. Новые находки остатков динозавров свидетельствуют о том, что южный и северный праматерики Земли соприкасались между собою значительно дольше, чем до сих пор полагали специалисты.

Science, 1994, 266, 267

*Дорогие читатели
«Земли и Вселенной»!*

Напоминаем, что подписаться на I полугодие 1996 г. Вы сможете по каталогу газет и журналов издательства «Известия», который должен быть во всех почтовых отделениях.

Интересующиеся подпиской в редакции москвичи и жители Подмосковья могут позвонить по телефону: 238-42-32.

Стоимость подписки на I полугодие в редакции — 23.700 руб.

Информация

Прогноз состояния озоносферы над Антарктикой

Прогноз состояния озонового слоя над Антарктикой предложил на конференции Британского управления по исследованию Антарктики специалист по химии атмосферы Дж. Шанклин. По его мнению, если сохранится современный темп процесса истощения озона, к октябрю 2005 г. он полностью исчезнет из воздушного пространства над Антарктикой. Использовались данные за последние 30 лет расположенной на антарктическом шельфовом леднике британской южнополярной станции Халли-Бей. Каждой южнополярной весной (в октябре) с по-

явлением Солнца над горизонтом, при условиях крайне низких температур воздуха, хлор, содержащийся в стратосфере, особенно активно разрушает молекулы озона.

Согласно последним данным, среднемесячная концентрация озона в октябре над ст. Халли-Бей из года в год настолько быстро падает, что примерно через 10 лет интенсивности ультрафиолетового излучения «В», достигающего подстилающей поверхности, возрастет не менее, чем в 5 раз. Именно этот вид излучения с длинами волн между 290 и 320 нанометров на-

иболее опасен для живых организмов.

Еще большую тревогу вызывает ожидаемое в этом случае поступление к поверхности Земли, ныне полностью блокируемое озоном, ультрафиолетовое излучение «С», охватывающее наиболее коротковолновую часть спектра. Оно губительно для морских микроорганизмов, образующих планктон, который служит первым звеном в цепи питательных веществ для всего живого в Антарктике.

New Scientist, 1994, 143, 11

Ф.СП-1

АБОНЕМЕНТ на 70336
ИНДЕКС ИЗДАНИЯ

Земля и Вселенная Количество комплектов

на 19 год МЕСЯЦАМ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Куда _____
почтовый индекс (адрес)

Кому _____
(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочНАЯ КАРТОЧКА

<small>ПВ</small>	<small>МЕСТО</small>	<small>ЛЕТ</small>	на 70336
<small>(ИНДЕКС ИЗДАНИЯ)</small>			

Земля и Вселенная

<small>Стоимость</small>	<small>подписки</small>	<small>пере- адресовки</small>	<small>руб.</small>	<small>коп.</small>	<small>Количество комплектов</small>
			<small>руб.</small>	<small>коп.</small>	

на 19 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Куда _____
почтовый индекс (адрес)

Кому _____
(фамилия, инициалы)

Заведующая редакцией: Г. В. МАТРОСОВА. Зав. отделом наук о Земле В. А. МАРКИН.
 Художественный редактор М. С. ВЬЮШИНА.
 Литературный редактор Е. А. НИКИТИНА. Младший редактор Л. В. РЯБЦЕВА.
 Корректоры: В. А. ЕРМОЛАЕВА, Л. М. ФЕДОРОВА.
 Номер оформили: Р. В. ЕРМАКОВА, Ю. А. ТЮРИШЕВ.
 Обложку оформила: М. С. ВЬЮШИНА

За сведения, публикуемые в объявлениях, редакция ответственности не несет

Сдано в набор 13.07.95 Подписано в печать 14.09.95 Формат бумаги 70 × 100¹/₁₆
 Офсетная печать. Уч. изд. л. 10.5 Усл.-печ. л. 7.8 Усл. кр.-отт. 267 тыс. Бум. л. 3,5
 Тираж 2731 Заказ № 3005

Адрес редакции: 117810, ГСП-1, Москва, Мароновский пер., д. 26,
 ж-л «Земля и Вселенная». Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
 Московская типография № 2 РАН; 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6.



43-22



Каталожная цена 5715 р.

Издательство "Наука"
Цена 3250р.
Индекс 70336