

ISSN 0044-3948

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

ЯНВАРЬ—ФЕВРАЛЬ 1/2001





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

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

1/2001



**Новости науки и другая информация:** Космическая бомбардировка растет [18]; Температура Земли в 1999 г. [22]; Запуск “HESSI” отложен из-за аварии [41]; Пылевой диск вокруг звезды с планетой [47]; Есть ли планеты у звезд шаровых скоплений [54]; Морфология планетарных туманностей [62]; Российские двигатели на американской ракете [70]; Черные дыры и галактики – что старше? [81]; Новые книги [77, 89]; Где родились тела Облака Оорта? [89]; Поиски новых звезд [98]; Коричневый карлик вблизи Солнца [104]; Тысячелетие климатических перемен [105]; Новые данные об антарктическом озере Восток [106]; Самый далекий гамма-всплеск [110]

## В номере:

- 3 ГРАМБЕРГ И.С., КОМАРИЦЫН А.А. Карта “Рельеф дна Северного Ледовитого океана”
- 9 АЛАВЕРДОВ В.В., БОДИН Б.В. Основные направления космической деятельности России в 2001–2005 гг.
- 19 НОВИКОВ И.Д. Возможны ли путешествия в прошлое и можно ли изменить прошлое?
- 23 ШЕВЧЕНКО В.В. “Лунар Проспектор” погиб, проблемы остались...

## ЛЮДИ НАУКИ

- 34 ЛОГАЧЕВ Ю.И. Сергей Николаевич Вернов (к 90-летию со дня рождения)
- 42 ОСИПКОВ Л.П. Кирилл Федорович Огородников (к 100-летию со дня рождения)

## ИЗ НОВОСТЕЙ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

- 48 ЛЫНДИН В.И. Полет орбитального комплекса “Мир” в 2000 г.

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- 55 МАРКИН В.А. Циркумпольярное исследование Арктики

## К 40-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю.А. ГАГАРИНА

- 63 ГЕРАСЮТИН С.А., ЛЕВИТАН Е.П. Отечественные космонавты

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 71 ЧЕМБРОВСКИЙ О.А. Новые виды энергетики и транспорта в XXI веке

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 78 Небесный календарь: март–апрель 2001 г.
- 82 СИЛАНТЬЕВА А. Смена юных астрономов в “Орленке”
- 86 ГОРШЕЧНИКОВ М.В. Какими были Леониды-99?

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 90 ВИБЕ Д.З. Как рождаются звезды
- 93 КРЕНКЕ А.Н., ГЛАЗОВСКИЙ А.Ф. Реальные следы “Всемирного потопа”
- 99 ЦИЦИН Ф.А. Отечественная астрономия за тысячу лет
- 107 Указатель проблемных статей, опубликованных в журнале “Земля и Вселенная” в 1995–2000 гг.



© Академиздатцентр “Наука”  
Российская академия наук  
журнал “Земля и Вселенная” № 1, 2001 г.

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

**На стр. 1 обложки:** Почти 11 лет работает на околоземной орбите Космический Телескоп им. Э. Хаббла (КТХ), благодаря которому астрономы получили уникальную информацию о многих космических объектах. Своеобразная визитная карточка КТХ – известная фотография Сатурна. Снимок синтезирован в 1998 г. из трех изображений в УФ-диапазоне. Фото NASA

**На стр. 2 обложки:** Вверху – пресс-конференция основного и дублирующего экипажей КК “Союз ТМ-30” А. Калери, С. Залётина, С. Шарипова и П. Виноградова; внизу – экипаж 28-й основной экспедиции на ОК “Мир” С. Залётин и А. Калери после приземления (к ст. В.И. Лындина)

**На стр. 3 обложки:** Карта рельефа дна Северного Ледовитого океана (к ст. И.С. Грамберга, А.А. Комарицына)

**На стр. 4 обложки:** Снимок центральной части гигантской галактики NGC 1316 из скопления в созвездии Печи. Фотография получена на первом зеркале “Анту” Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории на горе Параналь в Чили. Поле зрения 6,8' × 6,8' (к стр. 98)

#### **In this issue:**

- 3 GRAMBERG I.S., KOMARITSIN A.A. Relief of the bottom of Arctic Ocean
- 9 ALAVERDOV V.V., BODIN B.V. Guidelines of cosmic Russian activity in 2001–2005
- 19 NOVIKOV I.D. Possible journeys in the past and possible to change a past?
- 23 SHEVCHENKO V.V. “Lunar Prospector” perish, problems have stayed

#### **PEOPLE OF A SCIENCE**

- 34 LOGACHEV Yu.I. Sergei Nikolaevich Vernov (90 years of birthday)
- 42 OSIPKOV L.P. Kirill Fiodorovich Ogorodnikov (100 yearth of birthday)

#### **FROM THE NEWS OF RUSSIAN COSMONAUTICS**

- 48 LYNDIN V.I. Flight of the orbital complex “Mir” in 2000

#### **INTERNATIONAL COOPERATION**

- 55 MARKIN V.A. Circumpolar studies of Arctic

#### **TO 40 YEARS OF THE FLIGHT Yu.A. GAGARIN**

- 63 GERASIUTIN S.A., LEVITAN E.P. Russian cosmonauts

#### **HYPOTHESIS, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS**

- 71 TCHEMBROVSKY O.A. New types of energy and transport in XXI century

#### **AMATEUR ASTRONOMY**

- 78 Celestial calendar: March–April 2001
- 82 SILANTIEVA A. Change of the young astronomers in “Eaglet”
- 86 GORSHECHNIKOV M.V. What were Leonids-99?

#### **BOOK ABOUT EARTH AND SKY**

- 90 VIBE D.Z. “How stars will be born”
- 93 KRENCKE A.N., GLAZOVSKY A.F. Real traces of worldwide flood
- 99 TSITSIN F.A. Domestic astronomy for mil years
- 107 Index of problem articles, published in the “Earth and Universe” in 1995–2000

#### **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 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, член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук Г.М. ТОВМАСЯН, доктор филос. наук А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАШУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

## Карта “Рельеф дна Северного Ледовитого океана”

И. С. ГРАМБЕРГ,

академик

ВНИИОкеангеология (Санкт-Петербург)

А. А. КОМАРИЦЫН,

кандидат военных наук

Главное управление навигации и океанографии МО РФ

---



Свыше 100 лет прошло с тех пор, как измерены

первые глубины в Северном Ледовитом океане. Но только в 1999 г. создана наиболее полная и точная карта рельефа дна Северного Ледовитого океана на всей акватории. В составлении карты участвовали военные гидрографы, геодезисты и картографы при активном участии Всероссийского научно-исследовательского института геологии океана, использованы многочисленные



данные измерений со спутников.

### ИТОГ СТОЛЕТИЯ

Самые первые представления о глубинах в Центральной Арктике основывались всего на восьми измерениях, выполненных Ф. Нансеном во время дрейфа полярного судна “Фрам” в 1893-96 гг. Следующей экспедицией в Центральную Арктику, получившей исключительно ценные результаты, была научно-исследова-

тельская станция “Северный полюс” героической четверки “папанинцев” (И.Д. Папанин, Э.Т. Кренкель, Е.Н. Федоров и П.П. Ширшов). Во время дрейфа на льдине из района Северного полюса к берегам Гренландии в 1936-37 гг. они, с помощью ручной лебедки, провели 33 измерения глубины, из них 14 показали более 3000 м. В 1937-38 гг. при измерениях с дрейфовавшего 812

дней ледокольного судна “Георгий Седов” наибольшие из ранее известных глубин Северного Ледовитого океана обнаружены в совершенно неисследованной части бассейна севернее параллели 83° с.ш. Максимальная из них составила 5220 м.

Весной 1941 г. с острова Врангеля взяла старт первая высокоширотная воздушная экспедиция. На четырехмоторном са-

полете она провела три полета в район полюса относительной недоступности и трижды измерила глубины в местах посадок самолета. Дальнейшие исследования прервала Великая Отечественная война.

В послевоенный период исследования Центральной Арктики производили дрейфующие станции «Северный полюс» (СП) и высокоширотные экспедиции Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ), в которых принимали участие и военные гидрографы. К началу 1960-х гг. получен ряд новых данных, в частности открыт подводный хребет Ломоносова и установлено, что Арктический бассейн имеет сложный построению рельеф дна. Однако сравнительно небольшое число измеренных глубин было явно недостаточно для создания детальной картины геологической структуры и истории развития Арктического бассейна.

#### СЕВЕРНАЯ ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

На рубеже 1950–60-х гг. военным гидрографам предстояло в кратчайшие сроки получить материалы, подробно отображающие рельеф дна в Центральной Арктике. Географическое положение Северного Ледовитого океана предопределило его особое место в обеспечении безопасности страны. Освоение богатейших северных природных ресур-

сов стало базой для развития важнейших отраслей промышленности. Суровые климатические условия, отсутствие транспортных магистралей на суше делало необходимым максимально продлить навигацию по Северному морскому пути. Для того чтобы решить эту сложную задачу, нужно организовать исследования с использованием современных методов, более эффективных технических средств и при участии соответствующих специалистов различного профиля. Практическое осуществление работ возложили на Северную гидрографическую экспедицию (СГЭ) Северного флота.

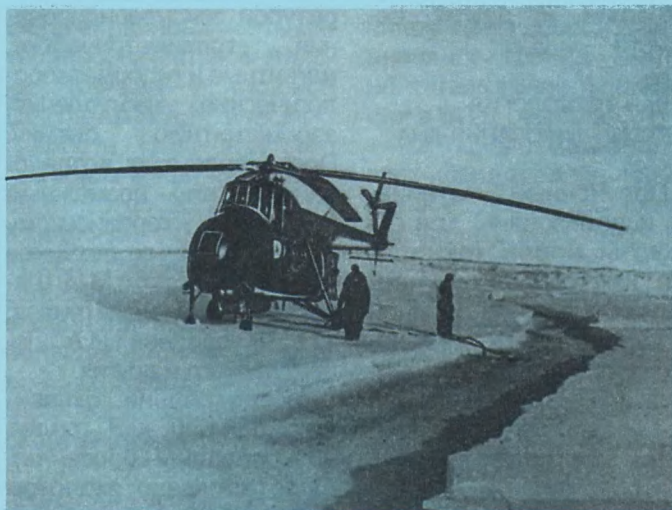
Подразделения экспедиции готовились в системе научно-исследовательских организаций Министерства геологии и Министерства обороны. Они изучали возможности применения геофизических методов картографирования подледного рельефа дна, получения его морфологических характеристик. Структурно-геологические особенности дна исследовались с использованием геофизических методов, которые помогли выявить сложные участки, подлежащие первоочередному гидрографическому изучению.

Весной 1961 г. на ледовой базе экспедиции «Север-13» ААНИИ в приполюсной части подводного хребта Ломоносова начала работу первая Высокоширотная воздушная экспедиция Северного флота в составе гидрографичес-

кой и астрономо-радиогеодезической партий, гидрологической и магнитной групп. Эта и все последующие экспедиции использовали опыт советских полярников, бесценный в условиях Арктики. Вместе с летчиками полярной авиации гидрографы делили риск первых посадок, с огромными усилиями расчищали ледовые аэродромы. Для ускорения работ вертолеты Ми-4 и самолеты Ан-2 были оснащены эхолотами; их вибраторы, на специально оборудованных салазках, опускались в разводья, а чаще в лунки, пробиваемые во льду взрывами.

Первая экспедиция получила довольно скромные результаты – глубины и параметры магнитного поля измерены в 171 точке, взято 135 проб морской воды. Но удалось приобрести опыт организации и производства исследований, позволивший в последующие годы добиться четкой и эффективной работы на дрейфующем льду. Уже в 1962 г. в комплекс исследований, кроме перечисленных, включены аэромагнитные, сейсмические и гравиметрические наблюдения, что обеспечило завершение исследований хребта Ломоносова. Две трети глубин измерили эхолотами, одну треть – аппаратурой сейсмического зондирования. Из-за недостатка опытных специалистов отдельные производственные группы комплектовались сотрудниками институтов Министерства геологии, Главного управления геодезии и кар-

Северная гидрографическая экспедиция работает на дрейфующих льдах Арктического бассейна



тографии и других ведомств.

#### НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДНА

Полученные материалы использованы для разработки **новой технологии картографирования рельефа дна**, основанной на взаимосвязи геоморфологических характеристик и геофизических полей с рельефообразующими факторами в океане. Главная ее особенность состояла в том, что общее изучение рельефа дна производилось **геофизическими методами** (аэромагнитная съемка и сейсмозондирование), а более подробное измерение глубин – с помощью эхолотов. Аэромагнитная съемка, как правило, предшествовала основным работам. Она позволяла определять крупные формы рельефа дна и тем самым способствовала рациональному планированию дальнейшего изучения рельефа и правильному выбору методики измерения глубин. В результате сейсмического зондирования кроме определения глубин получены сведения о мощности осадочных пород, углах наклона дна и его акустические характеристики.

В 1961-89 гг. проведено **29 высокоширотных экспедиций** под руководством Л.И. Сенчуры, С.К. Немилова, Н.К. Тимошенко, С.А. Фридмана, В.А. Баранова, А.П. Макаорты. Комплекс исследований включал измерение глубин эхолотами и аппа-

ратурой сейсмозондирования, гравиметрические, магнитные и гидрометеорологические наблюдения, аэромагнитную съемку. Проведение этих исследований стало возможным благодаря героическому труду полярных летчиков под руководством М.И. Шеллева, Я.Я. Дмитриева, Ю.Г. Журавлева, И.А. Левандовского и других.

Исследования охватили **4 058 600 км<sup>2</sup>** (более 90% площади бассейна). Было измерено эхолотом 22723 глубины, сейсмозондированием – 10414 глубин. На периферии Арктического бассейна, где не применим авиасантный метод, производились, наряду с гравиметрическими наблюдениями, промеры с борта подводных лодок. Общая протяженность промерных галсов за 17 подледных походов составила 96 100 км.

В зависимости от сложности рельефа дна глубины измерялись с различной частотой: на хребтах и поднятиях – одно измерение на площади 5×10 км или 10×10 км, в котловинах – на площади 10×10 км или 25×25 км.

Особое внимание при исследованиях обращалось на точность результатов. Если в первые годы место измерения глубин проводили астрономическим способом с точностью 0,4-0,8 км, то с внедрением радионавигационных систем она повысилась до 0,2 км.

Существенный вклад в разработку геофизических методов внесли наши ученые Р.М. Деменецкая, Ю.Г. Киселев, А.М. Кара-

сик, А.Г. Пожарский, А.И. Сорокин; эти методы позволили повысить качество изучения рельефа и грунтов дна. Важное научное достижение комплексных исследований – качественно новое познание географических объектов океана и их глубинно-геологической структуры.

#### МОЛОДОСТЬ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

К наиболее крупным географическим открытиям Высокоширотной экспедиции относится выявление и прослеживание в Евразийской провинции Арктического бассейна **срединно-океанического хребта**, названного впоследствии именем **Я.Я. Гаккеля** – видного советского географа и океанографа, одного из первых ученых, выдвинувших гипотезу о наличии такого хребта. Хребет Гаккеля – сравнительно молодой, растущий, с четко выраженной рифтовой зоной, названной позднее как долина Гидрографов. Об этом открытии доложено в 1966 г. на II Международном океанографическом конгрессе в Москве.

Наименьшая глубина, обнаруженная на хребте при подробных промерах, равна 391 м – это вершина горы Ленинского Комсомола, высота которой над дном океана достигает 5000 м. Также выяснено: **поднятие Менделеева – единая морфоструктура** и не может быть разорвана на хребет Альфа и поднятие Менделеева, что пытались доказать некоторые ученые. Единое поднятие должно



иметь одно название, данное российскими учеными. Тем более, что оно было открыто задолго до прохождения над ним дрейфующей американской станции "Альфа".

Главный научный результат проведенных комплексных исследований — установлено, что **океан чрезвычайно молод**. Противоположные края шельфов Евразии и Северной Америки соединяет своеобразный мост, состоящий из системы поднятий и опускающих дна. В его пределах выделены хребты Ломоносова, поднятие Менделеева, Чукотское плато, хребты Нордвинд, поднятие Черевичного и заключенные между ними котловины Подводников, Макарова и Североморцев. Мощность земной коры изменяется от 35-40 км на поднятии Менделеева до 12-15 км в котловине Макарова. Этот **материковый мост** как бы делит в сегодняшнем морфоструктурном плане Арктический бассейн на **три геологически различные провинции**: Евразийскую, Центрально-Арктическую и Канадскую. В состав Евразийской провинции входят котловины Нансена, Амундсена и срединно-океанический хребет Гаккеля, характеризующийся типично океаническим строением земной коры: ее мощность составляет всего 8-10 км, и только местами достигает 12-15 км.

Канадская морфоструктурная провинция занимает переходное положение между субматериковым строением земной и океанической коры. В ее

составе Канадская котловина, окраинная часть материковых склонов Аляски, Канады и склонов Центрально-Арктического моста. Мощность земной коры в ней изменяется от 15 до 25 км. И для Канадской морфоструктурной провинции, и для Центрально-Арктической провинции характерны: большая мощность осадочных пород (толщина 5-8 км); значительные скопления нефти и газа.

СНАЧАЛА — НАВИГАЦИОННЫЕ КАРТЫ

Исследованиями Северной гидрографической экспедиции Северного флота руководило Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны и Гидрографической службы флота. Большой личный вклад внесли А.И. Россихин, Н.В. Скосырев, А.Г. Евланов, К.М. Коротаев, В.Г. Романов, А.П. Макаров, А.С. Калинин, И.М. Мирошников, Н.К. Тимошенко и многие другие.

Материалы, полученные гидрографами и геофизиками нашей страны, — национальное достояние. Они обработаны и сведены в обширный **банк данных**, что позволило использовать их для составления морских навигационных карт, различного рода специальных, геологических и тектонических карт, обеспечивающих деятельность государственных, хозяйственных, военных и научных организаций в Арктическом бассейне. К тому же они

служат важнейшим источником для обоснования **внешних границ континентального шельфа России** в этом регионе.

На основе материалов этих исследований проводилось картографирование акватории Северного Ледовитого океана. Каждая карта — сотни миль океанских, морских и прибрежных промеров, в том числе чрезвычайно трудоемкого промера со льда, многолетний самоотверженный труд военных и гражданских гидрографов.

Подавляющее большинство опасностей для навигации — в прибрежной зоне и на континентальном шельфе. Там проходят трассы Северного морского пути, поэтому основная часть навигационных карт Северного Ледовитого океана относится к зоне арктического континентального шельфа. Для области шельфа составлено 295 путевых карт различных масштабов и свыше 300 частных карт и морских планов. Навигационные карты, с которых в последнее время сняты все ограничительные грифы, полностью обеспечивают безопасность плавания по Северному морскому пути — важнейшей государственной транспортной коммуникации России.

В результате высокоширотных воздушных экспедиций получены новые материалы, позволившие значительно уточнить карты приполюсных районов океана. Сегодня есть подробные карты этих районов масштаба 1:500 000.

Ни на какой другой географической карте связь между ее содержанием и назначением не выражена столь отчетливо и органично, как на морской. Назначение и условия использования морских карт требуют, чтобы на них было показано лишь необходимое и полезное для навигации и других прикладных задач. Этому подчинены правильная генерализация содержания карты и степень ее нагрузки соответствующими условными знаками и цветной раскраской. Применяемые на наших картах условные знаки полностью согласованы с принятыми Международной гидрографической организацией. Они, по сравнению с прежними, более экономны по площади, более выразительны, позволяют освободить карту от ряда текстовых примечаний, учитывают необходимость нанесения различных морских границ.

#### ОБЗОРНАЯ КАРТА ВСЕГО ОКЕАНА

После завершения этапа крупномасштабного картографирования приступили к созданию обзорной карты океана более мелкого масштаба. В 1999 г. выпущена батиметрическая карта "Рельеф дна Северного Ледовитого океана". Масштаб ее – 1:5 000 000 (по 75° с.ш.), проекция стереографическая, изобаты проведены через 200 м с дополнением на шельфе изобат 50 м и 100 м. Рельеф островной и материковой суши

показан на Карте мира масштаба 1:2 500 000. Акватория исследована российскими гидрографами полностью, за исключением участка около северного побережья Гренландии: он российскими экспедициями не охвачен и поэтому оставлен "белым пятном". Погрешность определения планового положения измеренных глубин не превышала 600 м, а самих измерений глубин – 0,5% от значения глубины.

Методическая особенность составления карты заключалась в том, что исходные батиметрические данные сначала интерпретировали с учетом морфоструктуры, выделяли генеральные элементы поверхности дна и осложняющие их характерные формы рельефа. Эти особенности отображены на изданной в 1995 г. в Хельсинки ортографической карте Арктического бассейна масштаба 1:5 000 000, что позволило вести работу над собственной батиметрической картой, учитывая геоморфологию картографируемых объектов.

**Батиметрическая карта**, отражающая современное представление о рельефе дна обширного приполярного арктического региона, дает исключительно яркую картину крупных форм подводного рельефа. На ней наиболее наглядно отражены обширнейшая площадь и четкая граница континентального шельфа России в Арктике. Рисовка подводного рельефа дополняется наименьшими и наибольшими отличитель-

ными и другими характерными глубинами, облегчающими чтение морской карты. Все крупные формы подводного рельефа: котловины, равнины, долины, плато, каньоны, террасы, поднятия, обширные банки, возвышенности и хребты подписаны на карте их собственными наименованиями в соответствии со "Словарем географических названий форм подводного рельефа".

Наглядности и выразительности карты способствуют послынная раскраска ее подводного рельефа и рельефа сухопутной части, а также светотеневые изобаты, позволяющие как бы "поднять" рельеф дна океана, показать его морфологические особенности, наглядно обнажить его донную структуру, сделать ее стереоскопической.

Карта была удостоена **Диплома за выдающееся мастерство** на выставке, которую проводила Международная картографическая ассоциация в Канаде (1999 г.).

Выпуск в свет этой карты – значительный вклад в комплексное решение проблемы изучения, освоения и эффективного использования Арктики.

Батиметрическая карта "Рельеф дна Северного Ледовитого океана" – успешный результат объединенных усилий и плодотворного сотрудничества специалистов ВНИИокеангеология, Центрального картографического производства ВМФ и Центральной картографической фабрики ВМФ.

### Основные направления космической деятельности России в 2001–2005 гг.

**В.В. АЛАВЕРДОВ,**  
доктор технических наук

**Б.В. БОДИН,**  
кандидат технических наук  
Российское авиационно-космическое агентство



Наш журнал неоднократно освещал итоги и перспективы развития отечественной космонавтики (Земля и Вселенная, 1997, № 5; 1998, № 2). Последствия соци-

ально-политических преобразований негативно сказались на ракетно-космической отрасли. Реализация многих программ из-за недостаточного финансирования в 90-е гг. затягивается, ряд проектов пришлось закрыть, задерживаются запуски научных и прикладных космических аппаратов, редет и “стареет” орбитальная группировка спутников, простаивают высокотехнологические производственные места, сокращаются рабочие места, уезжают за границу высокопрофессиональные специали-



ты... Тем не менее, разработана и утверждена Федеральная космическая программа на 2001–2005 гг. Как она будет исполняться – покажет время.

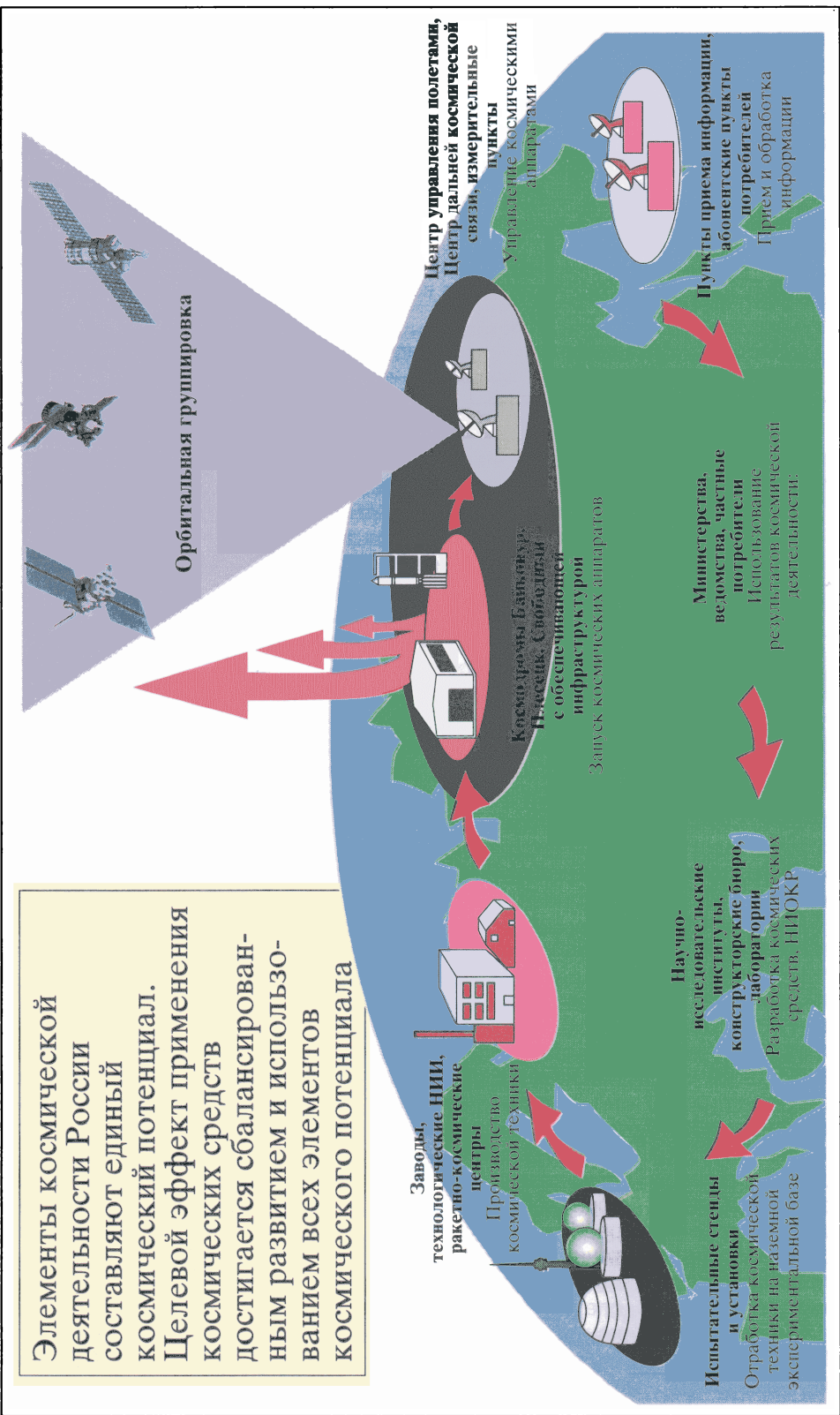
#### ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КОСМОНАВТИКИ

Космонавтика как новая, постоянно растущая сфера деятельности в интересах всего человечества, является одним из средств решения глобальных проблем – **выживание и устойчивое развитие** мирового сообщества (Земля и Вселенная, 1996, № 1). К числу этих проблем относятся:

- обеспечение безопасной жизнедеятельности;
- создание систем глобального мониторинга природной среды с целью контроля погодных и климатообразующих факторов, определения состояния и источников загрязнения атмосферы, воды, почвы; оперативного прогноза и контроля чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

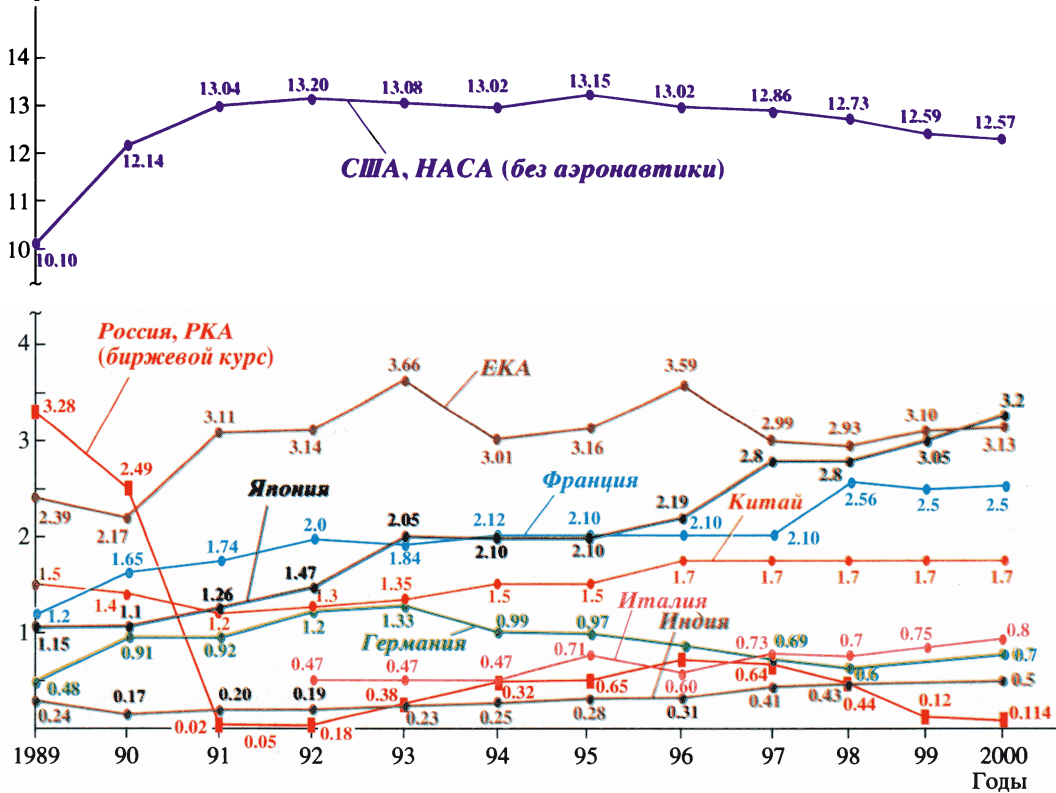
- осмысление роли и места человечества во Вселенной, закономерностей развития планет Солнечной системы;
- защита человечества и нашей планеты от воздействия неблагоприятных природных и техногенных явлений, удаление особо опасных долгоживущих радиоактивных отходов (Земля и Вселенная, 1993, № 5).

Элементы космической деятельности России составляют единый космический потенциал. Целевой эффект применения космических средств достигается сбалансированным развитием и использованием всех элементов космического потенциала



Основные элементы космической деятельности России

млрд. долл.



Несмотря на существующие в последние годы социально-экономические трудности, Россия тем не менее решает эти проблемы, используя свой **мощный ракетно-космический потенциал**. Он обеспечивает замкнутый цикл работ по осуществлению независимой космической деятельности: от разработки и создания космических средств до получения информации для удовлетворения потребностей внутри страны и участия на мировом рынке космической техники и услуг. Применение космических средств в развитых и развивающихся странах к началу XXI столетия стало общемировой тенденцией. Уже более

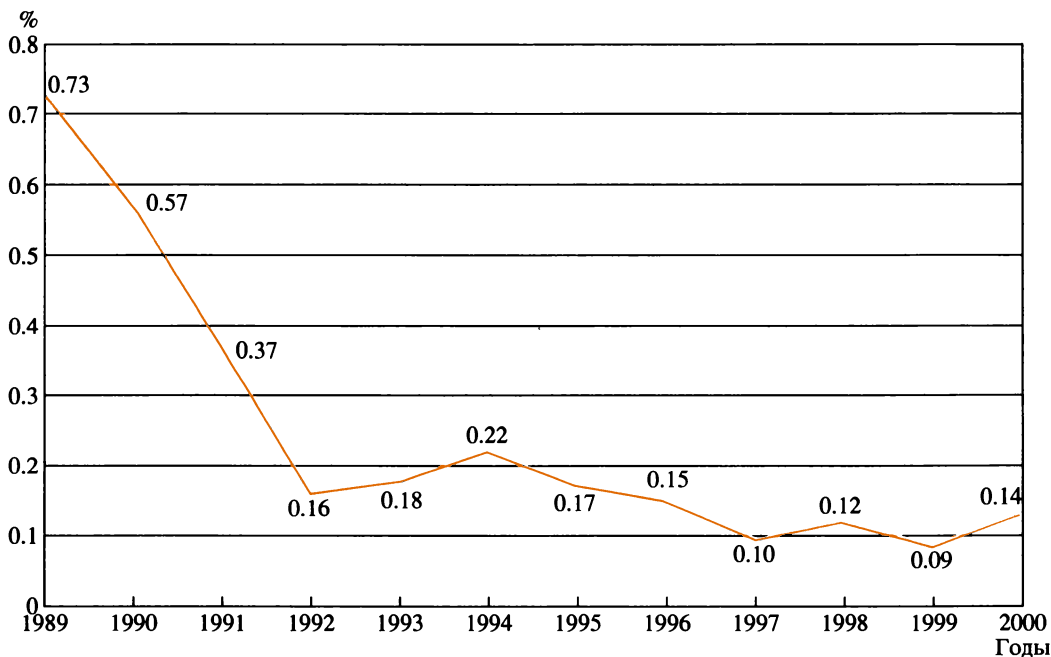
120 стран мира осуществляют космическую деятельность, около 20 из них – весьма активную.

Развитие прикладной космонавтики особенно актуально для России с ее огромной территорией, протяженными границами, разнообразием природных и климатических условий. Геополитическое положение России диктует жизненную необходимость развития космических средств. Результатами космической деятельности пользуются практически все министерства и ведомства Российской Федерации, государственные и частные организации, значительная часть населения России, вклю-

*Динамика финансирования космических программ в странах мира*

чая жителей удаленных районов Севера, Сибири и Дальнего Востока.

XX в. называют “космическим”, но космонавтика, с исторической точки зрения, проходит только начальный этап своего становления. Изучаются околоземное и околосолнечное пространство, Солнце, Луна, планеты и Вселенная, демонстрируются все новые и порой неожиданные возможности космических приборов, орбитальных станций, ракетно-космических транспортных систем.



*Доля расходов на космическую деятельность от внутреннего валового продукта России*

Космическая техника в таких направлениях, как спутниковая связь, обеспечение теле- и радиовещания, навигационные услуги, метеорология, стала незаменимым помощником человека. Надежные средства связи и точное определение местоположения необходимы, например, в автомобильном, железнодорожном и авиационном транспорте, а электронно-вычислительная техника применяется везде. Решение многих задач предстоит в третьем тысячелетии, когда **космонавтика проникнет во все сферы жизни**. Ученые считают, что постоянное улучшение уровня жизни на Земле и совершенствование знаний невозможны без выхода человечества

в космос. Концепции освоения космоса в XXI в., рассматриваемые во многих странах, основаны на предложениях по реализации широкомасштабных космических проектов.

Эффективное использование космического потенциала России значительно ускорит реформирование нашей экономики, поднимет на качественно новый уровень решение оборонных задач и международного сотрудничества, что в конечном счете обеспечит сохранение ее позиций в мировом сообществе. Уровень государственного финансирования российской космической деятельности в интересах социально-экономической сферы и науки в настоящее время существенно снизился, стал сопоставим лишь с Индией. Он в 6–15 раз ниже, чем в Германии, Италии и Китае, в десятки раз ниже, чем в США.

Несмотря на **низкий уровень финансирования** космической деятельности, Российскому авиационно-космическому агентству в рамках Федеральной космической программы России в период до 2000 г. удалось избежать кризиса производства космической техники и сохранить на минимально допустимом уровне все важнейшие направления космической деятельности – связь, телевидение, мониторинг природной среды, метеорологический прогноз, исследование природных ресурсов, поиск и спасение терпящих бедствие людей, фундаментальные космические исследования и пилотируемые полеты. Сложность и, в значительной степени, непредсказуемость экономической обстановки в нашей стране затрудняют оценку полноты реализации основ-

ных положений **концепции развития космонавтики**. В оптимистическом варианте развития Россия сохранит ракетно-космический потенциал и в дальнейшем поднимет его до уровня передовых космических держав. В этом случае перспективные проекты можно рассматривать как временно отложенные. Такой подход обусловил цели и задачи развития, уровень технических характеристик космических средств и проектов Федеральной космической программы России на 2001–2005 гг.

#### ВОЗМОЖНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Уникальные космические системы позволяют:

**в промышленности** – повышать уровень технического оснащения и качества продукции, применяя технологии, оборудование и материалы космической отрасли; при этом используются новые технологии сварки, упрочнения инструмента, нанесения износостойких покрытий, высокопрочные сплавы, керамика, металлокерамические и композитные материалы;

**в сельском и лесном хозяйстве** – контролировать урожайность, состояние почв, посевов, лесных массивов, составлять и уточнять земельные кадастры;

**в телевидении и связи** – расширять виды и типы услуг связи (мобильная связь, телефакс, электронная почта), повышать ее оперативность и

глобальность, охватывать население России цифровым телевидением, в т.ч. региональным;

**на транспорте** – обеспечивать требуемый ритм перевозок и сокращать энергозатраты, автоматизировать процесс управления транспортом за счет использования космических средств связи, навигации, гидрометеорологии и наблюдения, организовать оперативный поиск терпящих бедствие объектов;

**в энергетике** – прогнозировать и открывать месторождения топливно-сырьевых запасов, создавать новые компактные энергоустановки, внедрять в экономику страны энергосберегающие технологии;

**в строительстве** – планировать крупномасштабные проекты, прокладку трасс на основе топогеодезической космической информации;

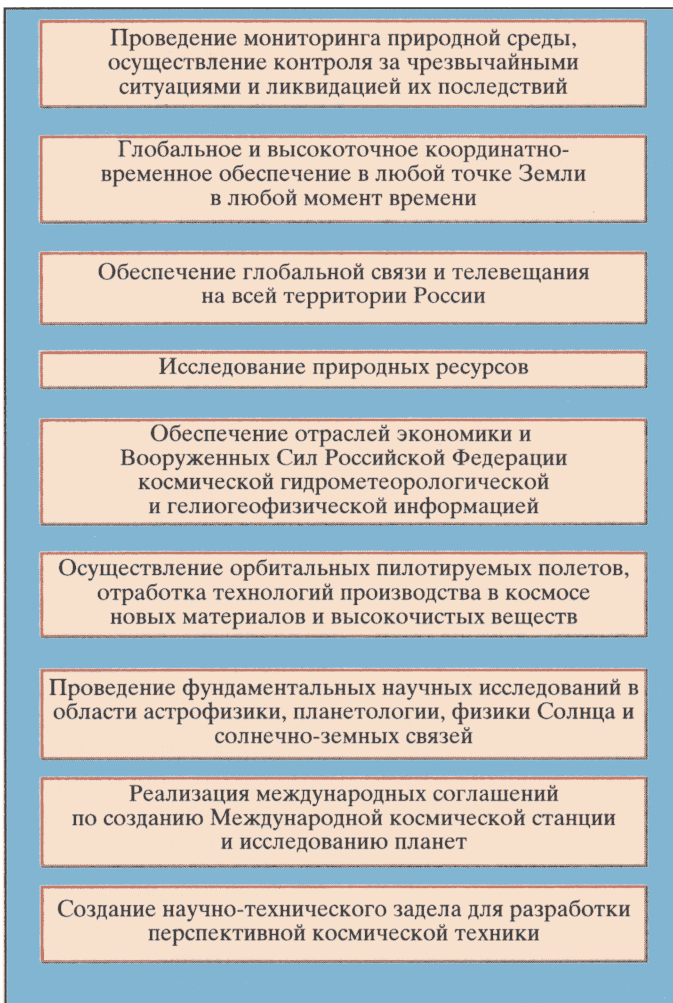
**в здравоохранении** – создавать современные медицинские инструменты на основе космических технологий, получать в космосе особо чистые лекарства, осуществлять высококвалифицированные медицинские консультации с использованием телемостов;

**в образовании, культуре, науке** – обеспечивать глобальный охват населения информацией, расширять фундаментальные знания по астрономии, физике, солнечно-земным связям, биологии, материаловедению и другим областям исследований.

На международном рынке космической техники и услуг привлекают внимание изделия и технологии ракетно-космической промышленности. Особым спросом пользуются российские транспортные средства – РН “Протон” и “Союз”, ракетные двигатели, техника и методы обеспечения пилотируемых полетов.

Активное участие в международной космической деятельности гарантирует дополнительную загрузку мощностей ракетно-космической промышленности. Несмотря на то, что продукция создается для зарубежных заказчиков, выполнение контрактов с иностранными фирмами позволяет поддерживать в работоспособном состоянии отечественную производственную и экспериментальную базу, сохранить рабочие места и кадры, смягчить социально-экономическое положение на предприятиях, получать значительные налоговые поступления.

Сложившиеся направления космической деятельности сохранятся и в начале XXI в., но техническая реализация отдельных ее видов, наряду с традиционными, будет аккумулировать новейшие достижения науки и техники и базироваться на **новых прогрессивных технических решениях**. Это оптимальное сочетание модульности космических аппаратов, универсализации и унификации их систем, многообразности и комплексности применения, микроминиатюриза-



социально-экономической сферы, науки и обороны, а также изменение динамики политических, правовых, научно-технических и экономических факторов, возрастание требований к создаваемым и перспективным космическим системам придают особую значимость эффективному планированию процесса развития космических средств. Это – согласование запросов заказчиков космической техники с имеющимися и требуемыми для их реализации научно-техническими, экономическими и кадровыми ресурсами, своевременным созданием научно-технических и технологических разработок перспективных средств.

ФКП – основополагающий планово-перспективный документ, формирующий сбалансированное развитие отечественных космических средств в интересах социально-экономической сферы, науки, международного сотрудничества и безопасности страны. В основу разработки ФКП положены Федеральный закон «О космической деятельности» и утвержденная Правительством РФ «Концепция национальной политики Российской Федерации», определяющая главные цели, принципы, приоритетные направления и первоочередные задачи космической деятельности России на 10-летний период.

ции, новейших технологий, включая искусственный интеллект, роботизацию, сверхбыстродействующие ЭВМ.

Главная задача в настоящее время – сохранение имеющихся достижений и последующее развитие космической деятельности в России, **внедрение высоких космических технологий** в другие отрасли нашей экономики на основе структурной перестройки и адаптации ракетно-космической промышленности к новым экономическим условиям, активного участия

на мировом рынке космической техники и услуг.

#### АСПЕКТЫ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Федеральная космическая программа (ФКП)** России охватывает основные направления космической деятельности нашей страны, обеспечивающие более эффективное решение общегосударственных задач.

Усложнение целей и задач, решаемых с помощью ракетно-космической техники в интересах



Перечислим главные направления развития космических средств, заложенные в новую ФКП на 2001–2005 г. (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 30 марта 2000 г., № 288), а также в разрабатываемую программу на период до 2010 г.:

– концентрация усилий на конкурентоспособных на мировом и внутреннем рынках космических проектах;

– переход к малым КА различной размерности и целевого назначения с частичным использованием в разработках иностранной элементной базы, бортовой и наземной аппаратуры для достижения мирового технического уровня;

– объединение усилий многих стран для решения проблем освоения и использования космического пространства, в т.ч. применение широкой международной интеграции в фундаментальных космических исследованиях (проекты "Интеграл", "Спектр" и "Фобос-грунт") и пилотируемых полетах (создание Международной космической станции);

– модернизация средств выведения и объектов наземной инфраструктуры, обеспечение их соответствия повышенным экологическим требованиям, потребностям внутреннего и мирового рынков, перевод снимаемых с вооружения боевых ракет в состав средств выведения КА;



– реструктуризация ракетно-космической промышленности.

ПРИКЛАДНЫЕ И НАУЧНЫЕ ПРОГРАММЫ

Предпринятые нашим Правительством и Росавиакосмосом меры позволили в значительной степени стабилизировать положение в ракетно-космической промышленности. Сочетание российского опыта создания высокоэнергетических с большим ресурсом работы космических платформ и зарубежных технологий ретрансляции информации позволит России уже в ближайшее время иметь конкурентоспособные на внутреннем и мировом рынках космические системы связи.

Сравнивая планируемые спрос и предложение, необходимо отметить, что имеющийся совокупный ресурс фиксированной спутниковой связи (125 ретрансляторов – приемо-передающих стволы на космических аппаратах) может вырасти к 2005 г. до 290 стволы

за счет ввода в эксплуатацию спутников связи нового поколения на базе унифицированных модулей и платформ серии "Экспресс-М" и "Ямал".

Чтобы расширить сеть спутникового телевидения (государственного и коммерческого), проводится разработка нового 16-ствольного спутника непосредственного телевидения "Галс-Р16". Спутник способен передать 60–100 телепрограмм в цифровой форме на сети малогабаритных приемных установок непосредственного телевидения, а также в распределительные кабельные и радиорелейные сети. Ввод в действие этих спутников обеспечит решение важнейшей задачи – организации в России многопрограммного спутникового теле- и радиовещания.

Российская промышленность разрабатывает несколько проектов подвижной персональной спутниковой связи (индивидуальные приемо-передающие устройства), основные из них – "Ростелекат", "Сигнал" и "Молния-



Один из проектов КА дистанционного зондирования Земли. НПО машиностроение разработало универсальный блок малого спутника "Кондор" для установки радиолокационной (вверху) и оптической аппаратуры (внизу)

Зонд". Кроме указанных проектов на российском рынке услуг найдут применение международные связные спутниковые системы, в которых принимает участие Россия, – "Globalstar" и "LMI".

Входя в число членов Всемирной метеорологической организации, Россия взяла на себя обязательства по взаимному обмену космической метеорологической информацией, получаемой с метеорологических КА "Метеор-ЗМ". Кроме того, по "Международной программе исследований глобальных атмосферных процессов" (ПИГАП) Россия должна запустить один метеорологический КА "Электро" на геостационарную орбиту из 5 КА, развертываемых по этой программе (США – 2 спутника, Япония – 1 и ESA – 1).

Основной путь повышения технического уровня российских космических

средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в ближайшем будущем – увеличение сроков их активного существования до нескольких лет и повышение разрешающей способности приборов. До 2005 г. в России планируется ввести в эксплуатацию более совершенные КА, в т.ч. микроспутники, входящие в перспективную космическую систему ДЗЗ. Эти КА будут оснащены бортовой аппаратурой с повышенным пространственным и спектральным разрешением в ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах. Система позволит решать задачи экологического мониторинга основных источников загрязнения атмосферы, воды и почвы на локальном, региональном и федеральном уровнях. Увеличится коммерческий характер использования КА,

разработанных для других целей. С их помощью предполагается создать самый большой цифровой атлас планеты (электронная версия географических карт).

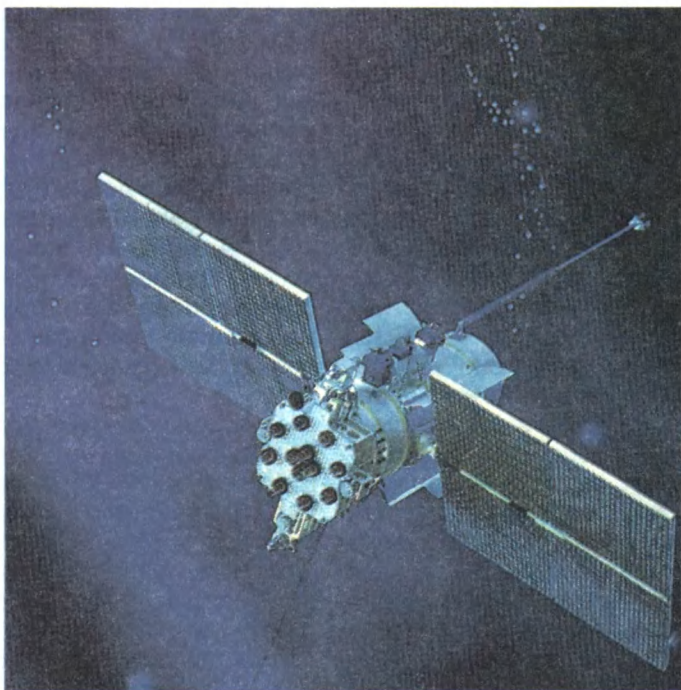
Одним из приоритетных направлений практического использования космических средств в XXI в. должен стать краткосрочный прогноз землетрясений. Актуальность и важность решения этой проблемы очевидны. Наиболее эффективно прогнозировать землетрясения можно на основе комплексной обработки информации, получаемой от различных источников наземного и космического базирования, объединенных в интегрированную наземно-космическую систему (Земля и Вселенная, 2000, № 2). Первоочередной этап в создании такой системы – проведение целевых космических экспериментов для дальнейшего изучения литосферно-ионосферных связей, накопления банка данных по ионосферным и электромагнитным предвестникам явлений, уточнения параметров околоземного космического пространства, подлежащего мониторингу, отработки методов спутниковых измерений и методологии прогноза землетрясений. Предстоит также

уточнить принципы построения и состава бортовой научной аппаратуры специализированной космической системы. Такая система может решать задачи глобального масштаба.

В 1988 г. подписано Соглашение о Международной спутниковой системе поиска и спасения терпящих бедствие людей "КОСПАС-САРСАТ", в которой Россия играет одну из основных ролей, запуская входящие в систему КА "Надежда" (Земля и Вселенная, 1983, № 6). Эта система помогла спасти жизни свыше 10 тыс. человек в ходе более 2500 поисково-спасательных работ.

Российская космическая навигационная система "ГЛОНАСС" (глобальная навигационная спутниковая система) охватывает всю поверхность планеты и околоземное пространство, определяя местоположение потребителя с точностью до 50–70 м (скорость до 15 см/с и время до 1 мкс). Вместе с аналогичной американской системой "GPS" она может использоваться мировым сообществом. Навигационная информация применяется на транспорте, в геодезии и картографии, в сельском и лесном хозяйстве. После 2000 г. система "ГЛОНАСС" может стать основой разрабатываемой европейской навигационной системы.

В рамках международной кооперации россий-



ские научные спутники при реализации проектов "Спектр", "Интеграл", "Коронас" и "Интербол" смогут обеспечить астрофизические наблюдения источников рентгеновского и гамма-излучений, комплексные исследования Солнца и магнитосферы Земли, физических механизмов солнечно-земных связей, околоземной плазмы. **Астрофизическая программа "Спектр"** (орбитальные обсерватории "Спектр-РГ", "Спектр-УФ" и "Радиоастрон") является приоритетной международной и национальной космической программой в области фундаментальных исследований. В состав исполнителей данного проекта помимо институтов Российской академии наук, предприятий и организаций ракетно-космической промышленности входят

организации и фирмы 20 стран, которые уже вложили в создание и поставку научной аппаратуры для российских космических комплексов более 350 млн долл. (Земля и Вселенная, 1997, № 2; 1999, № 2; 2000, №4). В первом десятилетии наступившего века предполагается возобновить активные работы по **планетным программам**. Это проекты изучения Марса и Фобоса – "Марс Сервейер" и "Фобос-грунт".

#### ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И УСЛУГИ

Россия обладает уникальным научно-техническим опытом в области длительных полетов человека в космосе, подготовки космонавтов, создания систем и средств жизнеобеспечения, про-

ведения сборочно-монтажных и ремонтных работ на борту космической станции и в открытом космосе. Освоены операции стыковки и дозаправки космических аппаратов на орбите, перелета с одного космического объекта на другой и обратно. Создана надежная **транспортная система** из кораблей "Союз ТМ" и "Прогресс М" для обслуживания Международной космической станции.

По оценкам зарубежных экспертов, российские транспортные средства остаются наиболее надежными. Ведущая сейчас их модернизация призвана и в перспективе обеспечить конкурентоспособность таких систем на мировом рынке запусков космических аппаратов. Успешному осуществлению космической деятельности России и других стран будет способствовать увеличение квот на запуски зарубежных КА российскими ракетами-носителями. Планируется увеличить использование **конверсионных боевых ракет** для выведения спутников.

Наземная космическая инфраструктура подготовки и запуска космических аппаратов включает **космодромы** Байконур, Плесецк и Свободный (Земля и Вселенная, 1991, № 5; 1998, № 4). Выполнение Федеральной космической программы России ориентировано на полномасштабное использование российских космодромов.

В настоящее время Россия уверенно выходит на **мировой рынок космической техники и услуг** (Земля и Вселенная, 1989, № 4; 1995, № 5). Наиболее активна деятельность российских предприятий в области средств доставки полезных грузов на орбиту и пилотируемых полетов. Значительным опытом работы располагают головные предприятия – создатели этих средств: РКК "Энергия" им. С.П. Королёва, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, НПО "Энергомаш" им. В.П. Глушко, ГНПРЦ "ЦСКБ-Прогресс", НПО им. С.А. Лавочкина.

Таким образом, российская космонавтика к началу XXI в., сохранив свой

космический потенциал, становится открытой для зарубежных инвестиций и передовых технологий. Она ориентирована на интеграцию с космическими потенциалами других стран, прежде всего в решении глобальных проблем человечества.

Основными задачами ФКП являются удовлетворение потребностей в космических средствах, достижение мирового уровня их технико-экономических показателей, обеспечение достойного места на мировом космическом рынке, свободного для России доступа в космос, выполнение международных обязательств и развитие международной интеграции при решении жизненно важных проблем человечества. Направления работ, включенные в Федеральную космическую программу России на 2001–2005 гг., охватывают социально-экономические, научные и оборонные задачи, способствуют развитию международного сотрудничества.

## Информация

### **Космическая бомбардировка растет**

Насколько часто Земля сталкивалась с небесными телами? Судить об этом трудно, раны, нанесенные земной поверхности (астроблемы), со временем исчезают (Земля и Вселенная, № 6, 1975). Легче оценить частоту подобных событий на Луне, где кратеры сохраняются долго. Но и

там возраст кратеров поддается лишь приблизительной оценке. И если ей верить, то получается, что за последний миллиард лет частота столкновений Луны, а следовательно, и Земли, с другими небесными телами увеличивается.

В настоящее время разработан новый метод исследований. Изучены стеклянные шарики (импактиты), образующиеся при ударе небесных тел о поверхность Луны. Из 1 г лунных пород, доставленных на Землю экипажем "Аполлона-14", выделено 155 подобных бусинок. Их возраст опре-

делен по содержанию радиоактивного аргона. Выяснилось, что начиная с 3,5 млрд лет до 500 млн лет назад процесс космической бомбардировки постепенно замедлялся и сократился в 2-3 раза. Однако в последние 400 млн лет кометы и астероиды стали падать на Луну все чаще, сейчас частота таких событий возросла в  $3.7 \pm 1.2$  раза. Интересно, что отмеченный период совпадает с интенсификацией процесса биологической эволюции на Земле.

Science, 2000, 287, 1709, 1768, 1785

### Возможны ли путешествия в прошлое и можно ли изменить прошлое?

И.Д. НОВИКОВ,  
член-корреспондент РАН

Игорь Дмитриевич Новиков, главный научный сотрудник Астрокосмического центра ФИАН, один из ведущих российских астрофизиков, научные работы которого относятся к космологии, релятивистской астрофизике, теории тяготения. Занимался разработкой теории черных дыр, их внутреннего строения и процессов, происходящих в их окрестностях. Разработал теорию происхождения начальных неоднородностей в расширяющейся Вселенной, из которых воз-



никли галактики. Автор (совместно с Я.Б. Зельдовичем) книг “Релятивистская астрофизика” (1967),

“Теория тяготения и эволюция звезд” (1971), “Строение и эволюция Вселенной” (1975), а также нескольких научно-популярных книг. В настоящее время – директор Теоретического астрофизического Центра в Копенгагене (Дания).

“Земля и Вселенная” поздравляет И.Д. Новикова, члена редколлегии нашего журнала со дня его основания, с избранием в члены-корреспонденты РАН и желает ему новых творческих успехов.

**XX век принес много удивительного. В числе открытий, кардинальным образом повлиявших на**

В самом конце II тысячелетия физики особенно интенсивно размышляют и спорят о самых смелых своих мечтах, о самых вызывающих идеях. Среди них, вероятно, наиболее интригующая – идея о возможности путешествия в прошлое.

Что сейчас можно сказать с научной точки зрения о полетах в прошлое?

Прежде всего необходимо отметить, что мы са-

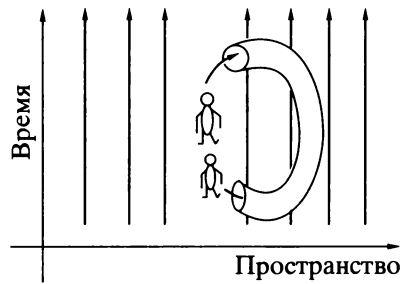
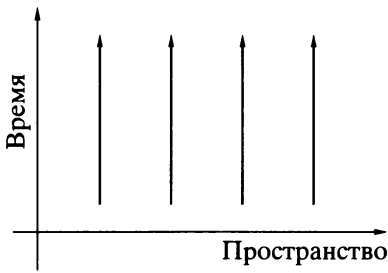
развитие человеческой мысли, должно быть выделено создание общей теории относительности

ми не станем моложе в любом подобном “полете”. В каждом из объектов нашего мира, в человеке или в любой другой системе, время может течь только вперед, только от молодости к старости. Как сказала Алиса в разговоре с Хампти-Дампти в “Алисе в Зазеркалье” Льюиса Кэрролла: “Ничто не может помочь нам предотвратить наше старение”. Мы знаем о законе

и квантовой механики. Эти теории позволили новому подходу к проблеме времени.

увеличения беспорядка, роста энтропии. Он с неизбежностью обуславливает старение организмов.

Тем не менее, можно представить, что с помощью специальных устройств человек войдет в особый “туннель”, в котором время движется назад по отношению ко времени во внешнем пространстве, и затем окажется в прошлом, когда выйдет через устье туннеля.



*Так можно представить себе пространство-время вдали от сильных гравитационных полей. Время, подобно реке, течет во всем пространстве от прошлого к будущему*

Очевидно, что такой путешественник во времени моложе не станет. Но, очутившись в прошлом, он может в принципе встретить самого себя, например, в пору своей юности или даже попадает в эпоху до своего рождения!

Подобное путешествие выглядит, до некоторой степени, наподобие отклонения небольшой доли стока мощной реки, перекачиваемой через трубу вдоль берега в направлении, противоположном общему потоку реки, и потом возвращающемуся в главный поток выше по течению.

“Чистые” теоретики давно “работают” с причудливыми фантастическими мирами, в которых дозволено путешествовать сквозь время. Эти миры появляются при решении систем уравнений общей теории относительности. По-видимому, преобладало мнение, что такие решения не имеют связи с реальностью, хотя и представляют большой

интерес для изучения структуры самой теории.

Все это выглядело просто забавно, теоретики “развлекались” новой математической игрушкой. И не более. Однако недавно идею начали трактовать всерьез. Пока что, несмотря на многие работы по этой тематике, принципиальная возможность создать **машину времени** остается неясной.

Если путешествие во времени станет реальностью (в отдаленном будущем!), его воздействие на наше общество будет таким большим, что сейчас мы даже не можем его вообразить.

Очень интересно порассуждать, как же будут “работать” законы физики при наличии машины времени? Аргумент, особенно популярный в спорах подобного сорта, нередко называют **парадоксом дедушки**. Он звучит примерно так: “Если я могу вернуться в прошлое, в котором мой дед еще очень молод, я, в принципе, могу убить его и таким образом сделать невозможным собственное рождение”. Другой вариант того же парадокса: “Я возвращаюсь в прошлое, встречаю себя юного и да-

*В сильном поле тяготения пространство-время может быть очень сильно искривлено. Может даже возникнуть “туннель” в “суперпространстве”. Тогда часть “потока времени” отделяется, входит в “туннель”, направляется в противоположную сторону (в “суперпространстве”) и выходит из “туннеля” в прошлом. Человек, попавший в “туннель”, после выхода из него окажется в прошлом. Он может встретить себя в прошлом (или своих предков, если попадет в далекое прошлое)*

же могу убить своего молодого двойника”.

В обоих случаях это противоестественное убийство порождает полную бессмыслицу. Должны ли мы считать такое событие невозможным? Но почему? Ведь я имею **“свободу воли”**, разве не так? Следовательно, я могу реализовать ее, по крайней мере в принципе. Писатели-фантасты уже рассмотрели многие возможные версии подобного сценария. А что говорят физики о такой ситуации?

Действительно ли “парадокс деда”, как и другие сходные парадоксы, показывает, что путешествие во времени недопустимо? В самом деле, кажется вполне логичным, что, попав в прошлое и уничтожив причину собы-

тий, уже свершившихся к настоящему времени, мы нарушаем фундаментальный принцип науки – причинность.

Но так ли это? Я сомневаюсь в этом и подозреваю, что приведенный выше аргумент имеет изъян. Посмотрим, что может сказать наука о вероятных последствиях встречи себя самого (или своего деда) в прошлом.

Очевидно, физики (по крайней мере наш современный физик) не в состоянии точно рассчитать поведение человека. Это – область действия психологии и социологии, но не физики. Тем не менее физик может сделать строгий расчет того, что случится с простыми физическими объектами, побывавшими в машине времени, и таким образом промоделировать сильно упрощенную аналогию “парадокса деда”. Такие вычисления выполнены, и они показали, что, с точки зрения физики, можно обойтись в такой необычной ситуации без каких-либо парадоксов.

Мы не будем входить в детали, а ограничимся несколькими замечаниями. Прежде всего, заметим, что машина времени в том варианте, как ее представляют себе физики, выглядит следующим образом. Имеется вход в “туннель” в виде “отверстия” в очень сильно искривленной тяготением области пространства, короткий “туннель” в “суперпространстве” и выход, подобный входу. Путешественник, вошедший в ус-

тье туннеля и вышедший через другое устье, оказывается в прошлом. Если кто-то использует машину времени, это означает, что путешественник делает “петлю времени”. Хочу обратить внимание читателей на совершенно новый фактор, который здесь появляется. Если возникла “петля времени”, события в ней уже не могут быть разделены на прошлые и будущие.

Чтобы прояснить это положение, рассмотрим следующий пример. Представим, что я иду в длинной шеренге людей, движущихся по прямой линии. Я могу совершенно определенно сказать, кто из них впереди меня, а кто сзади. Если, однако, мы все шагаем по окружности, я могу сказать “впереди меня” или “позади меня” только о своих ближайших соседях, но не о всей линии людей. Глядя на людей все дальше и дальше впереди меня, я в конце концов пройду всю окружность и достигну самого себя, но сзади. Так что люди, движущиеся “по кругу”, не могут быть разделены на “идущих впереди” и “шагающих сзади”.

То же истинно и для “петли времени”. Мы можем сказать, какое из ближайших событий принадлежит будущему и какое – прошлому. Но это разделение нельзя применить к “петле времени” как к целому. “Петля” не имеет ясно определенных будущего и прошлого, все события в ней воздействуют одно на другое, “по кругу”. Если го-

ворить кратко и метафорически – при наличии машины времени события в настоящем находятся под вдвое более сильным влиянием. Без машины времени на события влияет поток данных из прошлого (но не из будущего! В этом сущность принципа причинности), в то время как события в “петле” отзываются на информацию, приходящую как из прошлого, так и из будущего.

Следовательно, при наличии машины времени сегодняшние события должны быть согласованы (т.е. определены) не только с прошлым, но и с будущим! Я сформулировал принцип самосогласованности много лет назад, и теперь он, кажется, принят всеми специалистами, работающими над машиной времени. Недавно я и мои коллеги показали, что этот принцип может быть выведен из фундаментальных законов физики.

Итак, с машиной времени, ставшей реальностью, будущее начнет действовать на прошлое. Все события происходят так, что это влияние принимается в расчет. Однако с тех пор, как событие уже случилось (под влиянием происшедшего в прошлом и будущем), оно не может быть переделано, ибо *“то, что реально случилось, невозможно отменить”*.

А как быть с экстравагантным убийством деда? Можно ли совершить это преступление, используя машину времени? Разуме-

ется, нельзя! Американский физик Кип Торн выразил это так: "...что-то должно остановить вашу руку, если вы попытаетесь убить вашего деда. Что? Как? Ответ (если он есть) далек от очевидности, так как связан со свободой воли человека. Совместимость свободы воли и строгого физического закона – ужасно смутная проблема даже в отсутствие машины времени".

Ограничение "свободы воли" законами физики – вещь обычная, можно отметить, что даже без машины времени любой физический закон ее ограничивает. Скажем, я мог бы

захотеть пройти по потолку (без специального оборудования): моя "свобода воли" побуждает к этому. Но закон всемирного тяготения ограничивает мою "свободу воли", и я ничего не могу поделать с этим. При наличии машины времени ограничение "свободы воли", конечно, в чем-то будет отличаться, но, в принципе, оно не является чем-то необычным для физики нашего времени.

Я хотел бы закончить это краткое обсуждение об ограничениях, налагаемых на "свободу воли", замечанием, сделанным Эйнштейном. Оно может оказаться интересным для тех читателей, кто по-

желает серьезно задуматься о подобных проблемах. Эйнштейну принадлежат следующие слова: "*Шопенгауэр однажды отметил: "Человек может сделать то, что захочет, но он не свободен захотеть все, что он желает"* (Эпилог. Диалоги с Сократом. Из книги М. Планка "Куда идет наука?", Лондон, 1933).

Хочу еще раз подчеркнуть, что если машина времени и будет когда-нибудь создана, то, по-видимому, только в отдаленном будущем. Предстоит решить еще много принципиальных проблем, не говоря уже о громадных технических трудностях...

## Информация

### **Температура Земли в 1999 г.**

Всемирная метеорологическая организация опубликовала в Женеве данные о средней обобщенной температуре Земли. Поверхность Мирового океана в истекшем году была на 0.33°C теплее нормы, установленной за период с 1961 г. по 1990 г. Прошлый год занял пятое место по средним годовым температурам планеты за все время инструментальных наблюдений (с 1860 г.).

Из десяти последних лет семь были аномально теплыми,

1998 г. – в наибольшей степени (на 0.58°C выше нормы). Средненный показатель температур в конце XX в. оказался на 0.6°C выше, чем в конце XIX в.

Высокие глобальные температуры 1999 г. особенно примечательны тем, что они наблюдались вопреки типичному охлаждающему воздействию тропического явления Ла-Нинья в Тихом океане, на большей части которого в это время отмечено похолодание. Температурные аномалии поверхности планеты в 1999 г. относительно средних показателей за 1961–90 гг. охватывали регионы, лежащие к востоку от суши Северной Америки, акваторию Атлантического океана и всю Евразию, вплоть до экваториальной части Тихого океана.

Аналогичная полоса аномалий, выраженных несколько слабее, наблюдалась в средних широтах Южного полушария. В Новой Зеландии 1999 г. был вторым по аномально высокой температуре за все время наблюдений, начатых в 1853 г. В обширных центральной и северо-западной областях Тихого океана тогда было на 10% холоднее нормы.

В это время в Северном Ледовитом океане и в водах Антарктики площадь плавучих льдов и их толщина были близкими к средней многолетней величине. На полярных регионах потепление в 1999 г. не сказалось.

*World Meteorological Organisation (WMO), 2000, 913*



## “Лунар Проспектор” погиб, проблемы остались...

**В.В. ШЕВЧЕНКО,**  
доктор физико-математических наук  
Государственный астрономический институт  
им. П.К. Штернберга МГУ

Исполнилось 60 лет заведующему Отделом исследований Луны и планет Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга доктору физико-математических наук Владиславу Владимировичу Шевченко.

В.В. Шевченко – известный специалист в области исследований тел Солнечной системы. Им разработаны принципы физической селенографии как нового комплексного метода изучения природы лунной поверхности. Вклад Владислава Владимировича в изучение отражательных свойств поверхностей Луны, Меркурия, Марса, спутников Юпитера признан во всем мире. Он – автор монографий “Современная селено-



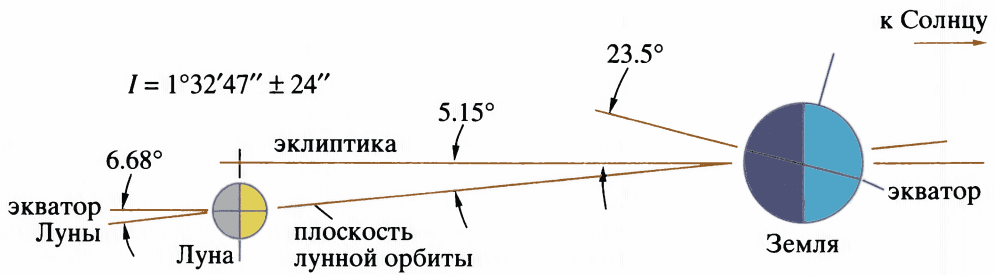
графия” и “Луна и ее наблюдения”. В.В. Шевченко – член рабочей группы МАС по планетной номенклатуре, член редколлегии журналов “Астрономический вестник” и “Земля и Вселенная”.

Редколлегия и сотрудники редакции “Земли и Вселенной” поздравляют Владислава Владимировича с юбилеем и желают ему новых творческих успехов.

На страницах журнала мы освещали полет американской автоматической станции “Лунар Проспектор” (лунный изыскатель), которая, став 11 января 1998 г. искусственным спутником Луны (ИСЛ), за 1,5 года передала уникальные сведения о всей по-

верхности Луны (Земля и Вселенная, 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4). Станция открыла огромные запасы водяного льда, позволила создать точные карты магнитных полей, гравитационных аномалий и природных ресурсов нашего естественного

спутника. О предварительных результатах работы “Лунар Проспектор” и возможного решения на их основе многих проблем происхождения и эволюции Луны рассказывает один из крупнейших отечественных исследователей Луны.



*Положение плоскости экватора Луны относительно эклиптики. Получается, что солнечные лучи падают на области лунных полюсов почти по касательной*

## ЛЕД ВБЛИЗИ ЛУННЫХ ПОЛЮСОВ

5 марта 1998 г. на специально созданной и широко разрекламированной пресс-конференции представители NASA и ведущие экспериментаторы проекта "Лунар Проспектор" объявили об открытии ледяных "полярных шапок" Луны. Сенсация заключалась в том, что Луна изначально была безводным телом (в отличие от Марса). На небольшой по массе Луне не только вода, но и очень разреженная газовая атмосфера практически не могли существовать даже непродолжительное время.

И вдруг, несмотря на это, специалисты утверждают: судя по содержанию водорода в поверхностном слое при самом осторожном анализе полученных данных можно ожидать, что вблизи лунных полюсов находится до 300 млн т льда, перемешанного с реголитом (Земля и Вселенная, 1992, № 5). Причем ледяные от-

ложения на Северном полюсе более мощные, чем на Южном.

Строго говоря, это не сенсация, так как еще четыре года назад американский полярный ИСЛ "Клементина" (Земля и Вселенная, 1997, № 5) обнаружил признаки льда в приповерхностном грунте. Тогда же были рассмотрены различные модели образования и сохранения водяного льда в условиях лунных полюсов.

Особенность полярных районов Луны – аномальный температурный режим, при котором формирование и дальнейшая эволюция поверхностного слоя происходят при низких температурах, незначительном солнечном облучении или даже полном его отсутствии.

Поскольку угол наклона лунного экватора к эклиптике незначителен ( $1^{\circ}32'47''$ ), то даже неглубокие депрессии в полярных областях могут содержать участки поверхности, которые при любом положении Солнца окажутся в постоянной тени. Наибольшая по протяженности область длительного или постоянного затенения существует в районе Южного полюса. Неблагоприятные условия освеще-

щения прилегающих к полюсу областей препятствовали получению их изображений и с помощью наземных телескопов, и в процессе съемок с борта американских ИСЛ "Лунар орбитер" (Земля и Вселенная, 1971, № 3). Так, съемки, выполненные КА "Клементина" с конца марта до конца апреля 1994 г., выявили границы области постоянного затенения в данный период. Конфигурация области постоянного затенения соответствует только одному синодическому циклу (около 29,53 сут) и поэтому требует дальнейшего изучения и уточнения с учетом годовичных и вековых вариаций угловых соотношений.

## УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЬДА

Исследования природы лунного вещества в не освещаемых солнечными лучами зонах имеют фундаментальное значение. Помимо экстремально низких температур, сохраняющихся в слое реголита с момента образования основной массы поверхности, на протяжении трех или более миллиардов лет, возможно, существует ряд тонких эффек-

тов, имеющих принципиальное значение.

Материал поверхности в постоянно затененных областях формировался в условиях **сверхнизких температур**. Поскольку изверженные или ударные расплавы остывали длительное время при такой температуре, можно сделать предположение о некоторых его физико-механических или минералогических отличиях от типичных лунных пород. Известно, что лунный реголит формируется в условиях циклического нагрева и охлаждения поверхности. Перепад дневных и ночных температур поверхностного слоя в экваториальных областях может достигать  $300^{\circ}$  (от  $-130^{\circ}$  до  $+170^{\circ}\text{C}$ ).

Реголит в **постоянно затененных местах** никогда не подвергался прямому воздействию солнечной радиации. Потoki частиц солнечного ветра, движущиеся по силовым линиям межпланетного магнитного поля, по-видимому, способны создавать

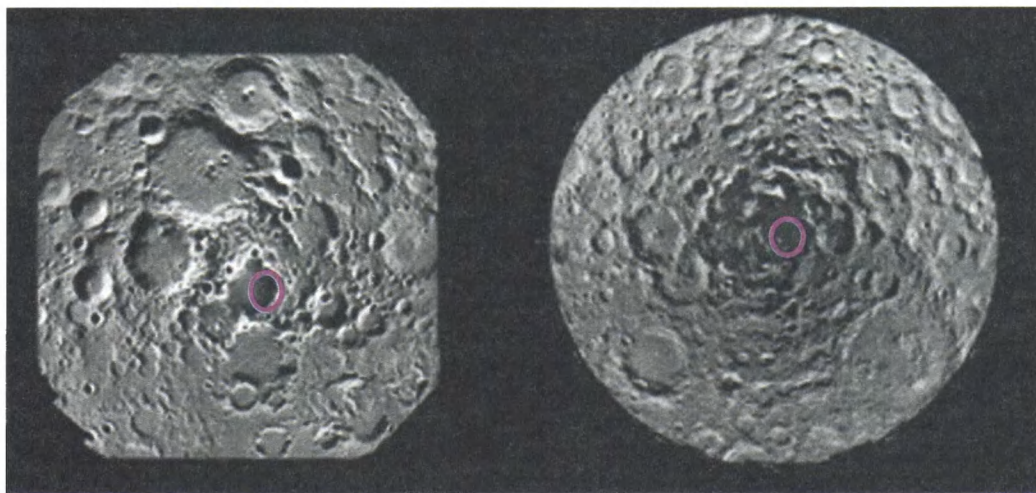
непостоянный фон облучения даже в таких областях. Тот же эффект может возникать при пересечении Луной хвоста магнитосферы Земли. Напротив, облучение космическими лучами галактического происхождения составляет постоянный фон, что способствует накоплению следов бомбардировки лунного грунта этими частицами. Поскольку роль солнечной компоненты в данных условиях значительно снижается, возрастает надежность, с которой определяется галактический фон по оценке радиоактивности лунных пород. Наконец, и это, пожалуй, самое главное: постоянно затененные места в приполярных областях Луны могут служить **холодными ловушками** для летучих веществ, появляющихся в лунной экзосфере в результате некоторых процессов, свойственных только лунной среде.

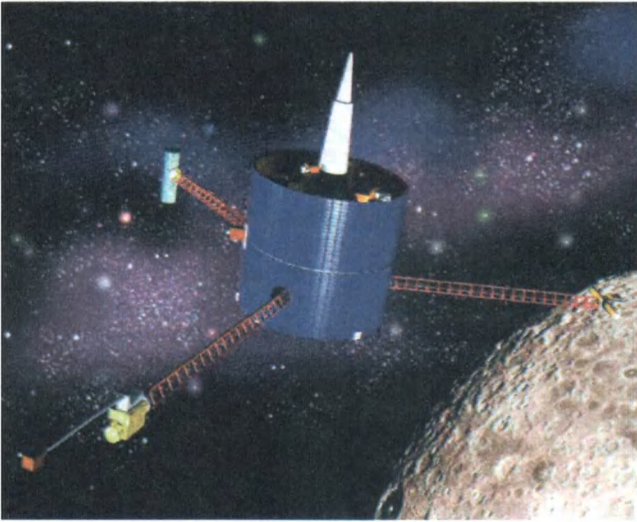
Проблема существования лунных льдов имеет многоплановое значение

для фундаментальных и прикладных исследований. Поскольку один из наиболее продуктивных источников возможного возникновения и накопления лунных полярных льдов могут быть кометы, оценка количества привнесенных в лунную среду летучих веществ и определение параметров соответствующих отложений (хронологическая шкала и вариации интенсивности) помогут достоверно восстановить характеристики потока комет во внутреннюю часть Солнечной системы (Земля и Вселенная, 1997, № 5, с. 23). Обсуждаемые в настоящее время сценарии формирования тел Солнечной системы на ранней стадии эволюции планет

---

*Северная (слева) и Южная (справа) полярные области Луны (мозаика снимков КА "Клементина"). Эллипс в центре обоих изображений показывает разрешающую способность нейтронного спектрометра КА "Лунар Проспектор", проводившего измерения с рабочей орбиты ИСЛ. Фото NASA*





выполнить шесть экспериментов. Стартовая масса КА – 295 кг, на лунной орбите – 126 кг (без учета массы топлива для выполнения маневров на орбите). Станция вышла на окололунную полярную орбиту 11 января 1998 г. Научная и служебная аппаратура размещалась внутри цилиндрического корпуса высотой 1,25 м с диаметром 1,42 м и на трех выносных штангах длиной 2,4 м.

**Нейтронным спектрометром** измерено содержание водорода в поверхностных слоях, что дало возможность выявить отложения водного льда в полярных районах. **Гамма-спектрометр** и **нейтронный спектрометр** определили химический состав поверхностного слоя, что важно для уточнения эволюции лунной коры, а также оценки запасов некоторых природных ресурсов. **Магнитометр** и **электронный рефлектометр** изучали природу лунного палеомагнетизма и определяли роль ударных явлений в формировании местных магнитных аномалий.

**Альфа-спектрометр** регистрировал потоки альфа-частиц, связанных с процессами дегазации при участии радона. Определив частоту и местоположение истечений газов, установили возможные источники подпитки современной лунной атмосферы.

отводят значительное место кометам. Доказательство существования лунных льдов позволит превратить гипотетические сценарии в теории. Подтверждение гипотезы существования **кометного резервуара** на окраине Солнечной системы, кометных ливней, возникающих в результате воздействия внешних (по отношению к Солнечной системе) возмущающих факторов, позволит создать космогонические теории происхождения и роли комет в Солнечной системе. Отрицательный результат – отсутствие заметных отложений полярных льдов на Луне – может привести к развитию иной космогонической концепции.

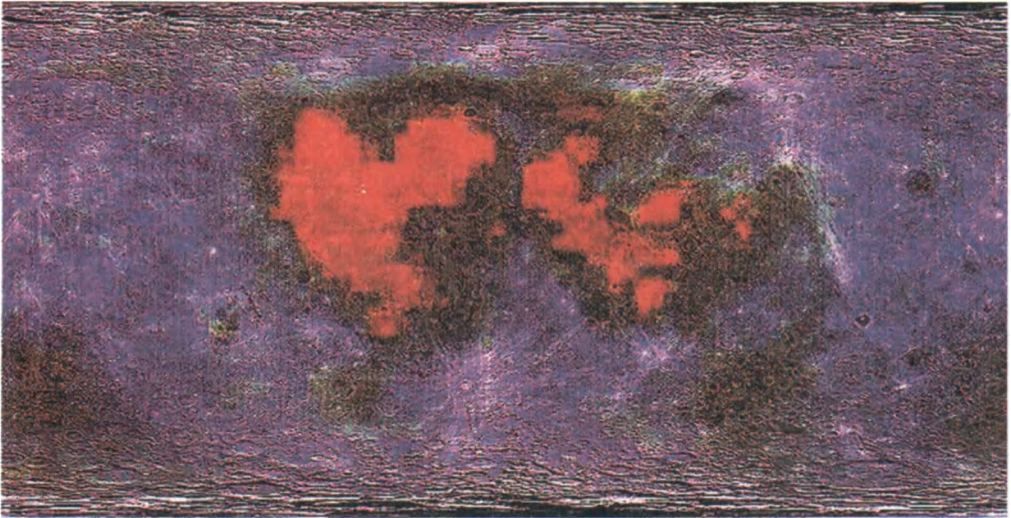
Велико и прикладное значение проблемы существования лунных полярных льдов. Подтверждение этого открытия расширит номенклатуру лунных природных ресурсов и повлияет на разработку стратегических концепций

освоения Луны, поможет выбрать места для постоянно действующих обитаемых лунных баз, создания лунных производственных комплексов, энергетических станций и транспортных систем (Земля и Вселенная, 1989, № 3; 1990, № 5; 1997, № 2).

#### НАУЧНАЯ ПРОГРАММА "ЛУНАР ПРОСПЕКТОРА"

Программа полета КА "Лунар Проспектор" включала три научные цели. Первая и основная – изучение лунной коры и атмосферы для поиска природных ресурсов: минералов, некоторых газов и, конечно, водяного льда. Попутно предполагалось получить новые данные для создания гравитационной карты всего лунного шара и карты магнитных полей. На их основании можно решать и третью задачу – определить размеры лунного ядра.

Напомним, что на этом КА было **пять научных приборов**, позволивших



*Карта распределения железа в поверхностном слое Луны. Красным цветом отмечено повышенное содержание железа. Наиболее обогащены железом базальтовые лавы, выплавленные из лунных недр. На видимом полушарии эти области совпадают с лунными морями. Любопытно, что подобные районы на обратной стороне Луны (слева и справа на карте) также обогащены железом, несмотря на отсутствие морей. По данным NASA*

ры. Исследования подобных кратковременных явлений, возможно, вскроют некоторые особенности современной тектонической деятельности Луны.

Точные траекторные измерения с помощью доплеровского эффекта помогли определить глобальные параметры гравитационного поля и исследовать лунное ядро.

**КЛЮЧ К ТАИНЕ  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ –  
В ЦЕНТРЕ ЛУНЫ**

Происхождение Луны всегда относилось к фундаментальным вопросам изучения тел Солнечной системы. Двойственность полученных данных порождала самые различные, порой противоположные, предположения. Даже непосредственное изучение образцов лунных пород не помогло решению задачи происхождения спутника Земли. Вещество Луны, с одной стороны, похоже на земные породы, с другой – от-

личается от последних. Строение лунных ландшафтов указывает на общность этапов эволюции обоих тел. Луна тоже прошла стадию дифференциации недр и, подобно земному шару, разделена на кору, мантию и, по-видимому, ядро. Но средняя плотность Луны существенно ниже земной, что ставит под сомнение существование достаточно массивного лунного ядра (Земля и Вселенная, 1975, № 1; 1995, № 3).

Раньше общепринятой считалась гипотеза одновременного формирования Земли и Луны из околосолнечного протопланетного облака. Чтобы согласовать противоречия в теории формирования планетных тел, предлагались различные варианты этой гипотезы. Более 20 лет назад стали рассматривать иной механизм формирования Луны, согласно которому прошедшая основные стадии дифференциации Земля столкнулась с крупным

небесным телом размером с Марс (Земля и Вселенная, 1999, № 6). Произошел не лобовой удар, поэтому разрушительные процессы затронули только верхние слои земных недр. На околоземную орбиту было выброшено вещество земной коры и мантии, из которого путем последующей аккреции сформировался спутник Земли. Такая схема объясняла сходство химического состава лунных и земных пород, более низкую среднюю плотность лунного шара и отсутствие массивного железного ядра. У Земли масса

металлического ядра скорее всего составляет 30% массы. Если верна гипотеза **ударного происхождения Луны**, то масса ее металлического ядра не должна превышать нескольких процентов. Таким образом, проблема происхождения Луны в последнее время оказалась тесно связанной с определением массы лунного ядра.

Одним из достижений миссии “Лунар Проспектор” стало увеличение точности траекторных измерений примерно в 5 раз. Благодаря этому появилась возможность построить новые **гравиметрические карты** обоих полу-

*Детальная карта гравитационных аномалий видимого (слева) и обратного (справа) полушарий Луны (единицы измерения – миллигалы). Помимо известных ранее масконов, например в области Моря Дождей и Моря Ясности, прослеживается много новых деталей. Область внутри крупнейшей лунной депрессии Южный полюс-Эйткен характерна холодными ловушками, где может находиться лед (внизу в центре изображения обратного полушария). По данным NASA*

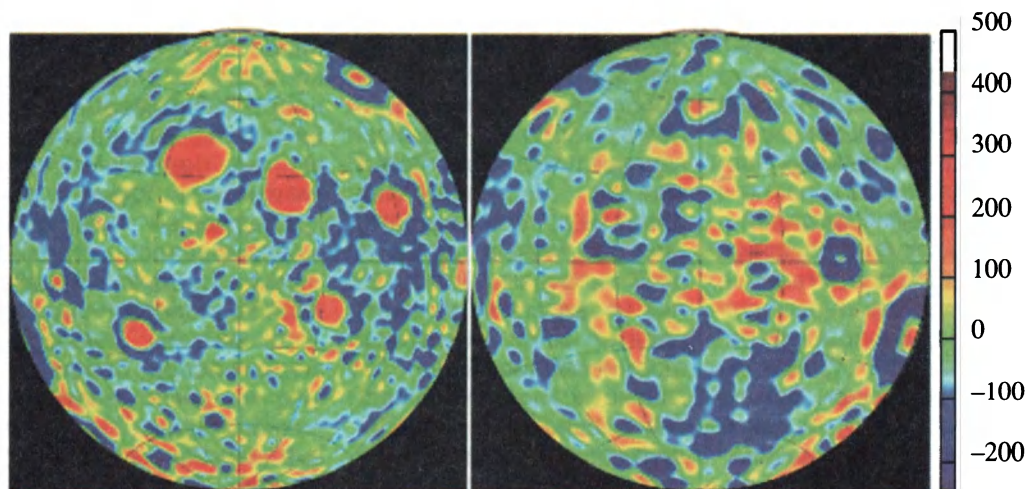
шарий Луны, отражающие детальную структуру ее поля тяготения. К числу известных масконов (гравитационных аномалий) прибавилось 13 новых, причем выявлена тесная связь новых масконов с деталями рельефа. Со времен открытия **гравитационных аномалий** считалось, что они характеризуют строение коры в области круговых морей (Море Дождей, Море Ясности и др.). Природу масконов связывали с внутренними источниками лавы, заполнившей впадины крупных бассейнов. Обнаруженные КА “Лунар Проспектор” аномалии относятся к крупнейшим бассейнам ударного происхождения (более 300 км), внутри которых не наблюдаются следы лавовых излияний. Поэтому масконы имеют иной, пока неизвестный источник происхождения.

Исследования уточнили размеры **лунного ядра**. Оказалось, что у земного спутника, вероятно, существует металлическое ядро

радиусом от 220 до 450 км. Это подтверждено в апреле 1998 г., когда Луна пересекала геомагнитный хвост Земли. Предварительная интерпретация магнитометрических данных также указывает, что радиус металлического ядра Луны от 250 до 430 км. Различные оценки массы ядра показали, что она может составлять не более 4% от общей массы Луны (скорее всего около 2%). По мнению авторов эксперимента, новые данные о лунном ядре служат убедительным подтверждением гипотезы ударного образования естественного спутника Земли из вещества коры и мантии нашей планеты, в то время еще очень молодой.

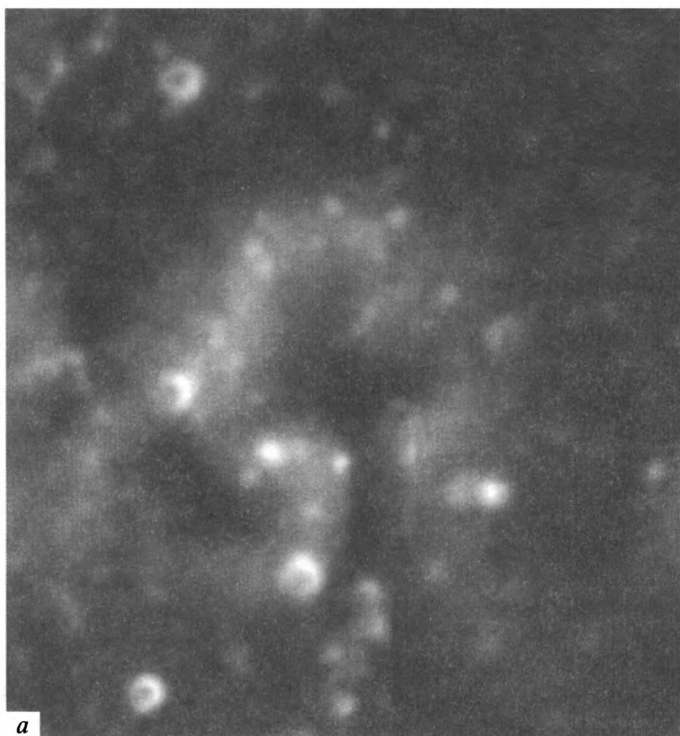
ПАДАЛИ ЛИ  
НА ЛУНУ КОМЕТЫ?

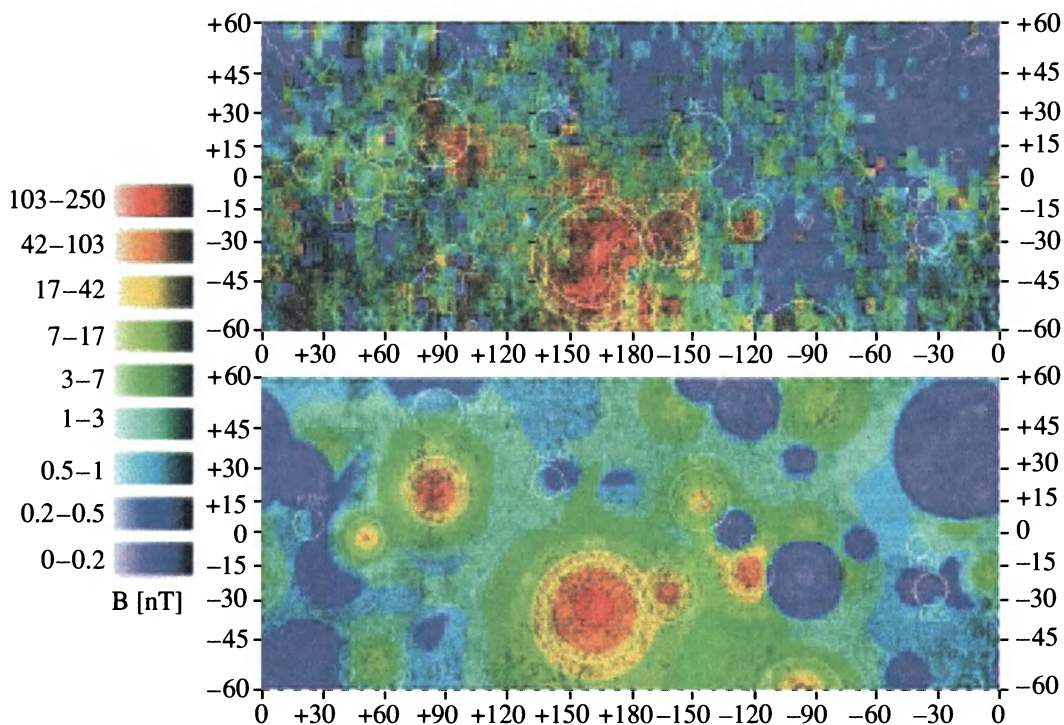
Глобальные магнитометрические исследования Луны показали, что наименьшая напряженность магнитного поля регистрируется в области морей. Например, в районе Моря Дождей напряженность



Петлеобразные "альбедные" образования (а, б), типичные для диффузных структур, относящихся к магнитным аномалиям. Подобные формы характерны для диффузных структур (антиподов круговых морей) и "Рейнер-гамма", которая не является антиподом какому-либо определенному ударному образованию. Фото NASA

поля всего около 0,1 нТл (нанотесла). Для Моря Спокойствия эта величина составила несколько единиц. Поскольку слой темных базальтов, покрывающий поверхность морей, относительно тонок (около 1 км), можно предположить, что слой намагниченных пород в этих областях тоже невелик. А на обратной стороне Луны найдены значительные магнитные аномалии (напряженность в отдельных местах достигала более 300 нТл). Располагались они как в материковых областях, так и в морских (Море Мечты). На видимой стороне Луны, в западной части Океана Бурь, давно уже было замечено необычно яркое образование "Рейнер-гамма". Абсолютно плоский рельеф и кометовидная форма неоднократно привлекали внимание ученых к этой уникальной формации. После завершения глобальной съемки Луны обнаружилось, что похожие **диффузные структуры** (альбедные аномалии) существуют и на ее обратной стороне. Их отражающая способность (альбедо) значительно выше окружающей местности, а странные очертания похожи на клубы дыма.





*Карта местных магнитных полей в экваториальной области Луны. Верхняя карта показывает распространение измеренных магнитных аномалий на видимой стороне. Нижняя – модель крупнейших магнитных аномалий обратной стороны, расположенных в противоположных для некоторых круговых морей районах видимого полушария Луны. По данным NASA*

Магнитометрические измерения на спутниках, запущенных с борта КА “Аполлон-15” и “Аполлон-16” (Земля и Вселенная, 1973, № 5), обнаружили совпадение положения магнитных аномалий в приэкваториальной зоне Луны с диффузными структурами, похожими на “Рейнер-гамма”, в западной части Океана Бурь. Данные КА “Лунар Проспектор” подтвердили такую особенность Луны.

Более того, авторы эксперимента обратили внимание, что наиболее значительные аномалии (“магнитные” и “альбедные”) располагаются в областях, противоположных четырём круговым морям видимого полушария – Морю Дождей, Морю Ясности, Морю Кризисов и Морю Восточному. Возникла гипотеза о происхождении магнитных аномалий одновременно с появлением крупных ударных бассейнов. Выброшенные в результате удара облака ионизованного пара концентрировались в противоположном месте и, падая на поверхность с большой скоростью, намагничивали значительный слой пород. Возникшее местное магнитное поле защищает, как зонтик, соответствующую об-

ласть поверхности от космического и солнечного протонного облучения, поэтому она не темнеет. Возможно, что так формируются “альбедные” аномалии в области магнитных аномалий.

Данная модель встречается со многими трудностями. Исследование распределения диффузных структур на лунной поверхности показывает, что существуют исключения из предложенного “правила антиподов”. Ведь, например, Море Влажности, Море Гумбольдта или бассейн Герцшпрунг не имеют соответствующих аномальных антиподов. С другой стороны, у образования “Рейнер-гамма” тоже нет антипода в виде крупной ударной структуры. Существует разительное про-



творечие и в возрасте антиподальных структур. “Молодые” бассейны Имбрийского периода возникли 3,2–3,8 млрд лет назад. Возраст же “альбедных” аномалий (по различным оценкам) составляет порядка 10 млн лет. Если магнитная аномалия представляет собой атрибут диффузной структуры, то возникновение наблюдаемых местных магнитных полей относится к тому же периоду.

Существует и другая точка зрения на происхождение магнитных и “альбедных” аномалий. Если на лунную поверхность падает комета, то столкновение при больших скоростях ионизованных газов комы и ядра кометы с твердыми породами Луны также приводит к формированию местного магнитного поля, а модификация поверхностного слоя реголита в процессе удара образует яркие диффузные структуры. Следует напомнить, что у кометных ядер плотность мала (до 0,1 г/см<sup>3</sup>), поэтому удар получается со-

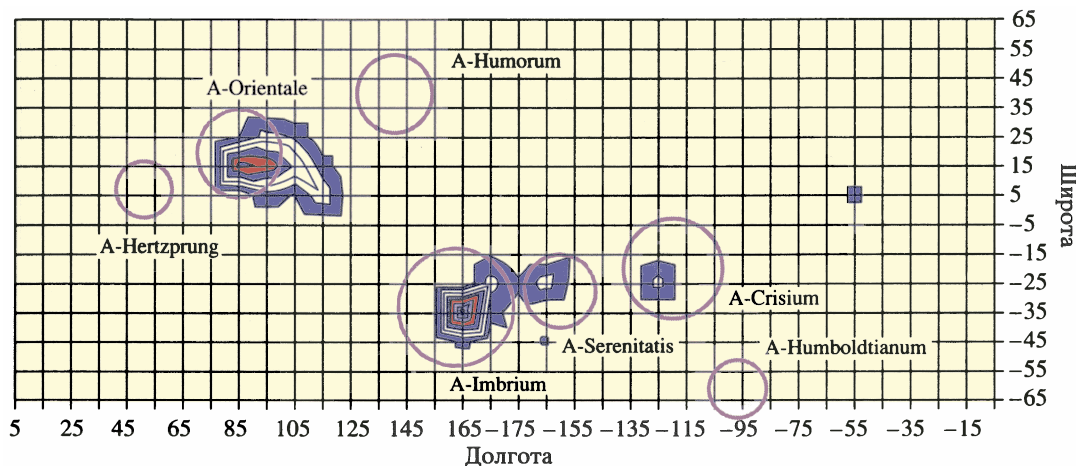
вершенно иным, чем при падении твердого (даже ледяного) фрагмента. С другой стороны, если лед в полярных отложениях действительно есть, то “ливневое” падение комет на лунную поверхность должно было обязательно происходить, поскольку кометы, скорее всего, были основным источником водяного льда. В то же время, несмотря на все остающиеся без ответов вопросы, нельзя не замечать “проблему антиподов”. Связанные в один узел проблемы полярных льдов и местных магнитных аномалий остаются нерешенными. Тем более, что пока еще невозможно уверенно подтвердить ту или иную модель.

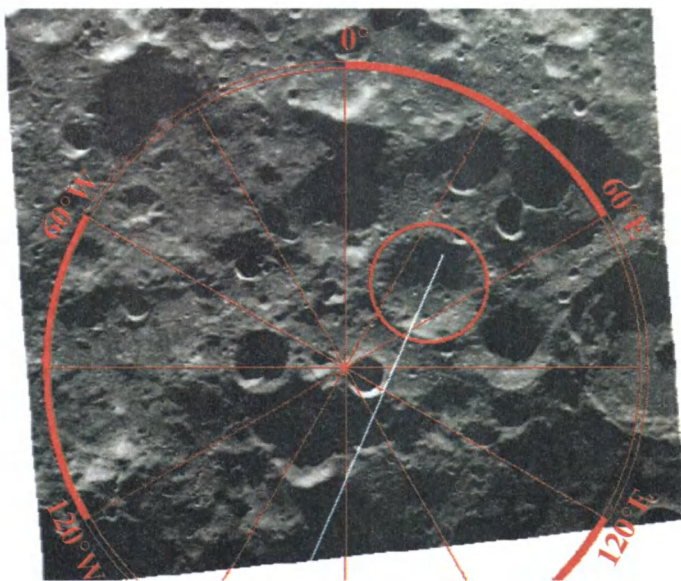
#### ПОСЛЕДНИЙ ВИТОК ИСЛ

Главный результат, полученный КА “Лунар Проспектор”, – подтверждение существования полярных льдов, хотя не все ученые согласны с тем, что лед на Луне открыт. Строго говоря, ИСЛ регистрировал потоки нейтро-

нов, а по их характеру и интенсивности оценивалось содержание водорода в поверхностном слое реголита. Согласно разработанной модели, толщина слоя – около 0,5 м. Над полярными областями Луны нейтронный спектрометр определял аномально слабые потоки нейтронов любой энергии, что и позволило авторам эксперимента высказать предположение о большом количестве водорода в связанном состоянии, т.е. о фактическом скоплении водяного льда. Как уже отмечалось, отложение водяного льда могли сохраниться только в постоянно затененных местах – холодных ловушках,

*Распределение диффузных структур. Изолинии показывают плотность распределения отдельных “альбедных” образований на единицу площади. Окружностями выделено положение антиподов наиболее крупных круговых морей видимого полушария. Слева направо: бассейн Герцшпрунг, Моря Восточное, Влажности, Дождей, Ясности, Кризисов и Гумбольдта. Схема поясняет, насколько соблюдается “правило антиподов”*





Место падения аппарата "Лунар Проспектор". Изображение получено с помощью одного из самых крупных на Земле радиотелескопов в Голдстоуне. На обычных снимках кратер Шумейкер (обозначен красным кружком) находится в постоянной тени, и его дно не видно. Траектория падения "Лунар Проспектора" показана прямой линией. Фото NASA

где температура поверхности очень низкая (до  $-200^{\circ}\text{C}$ ). В полярных районах не отмечено следов глобального лунного вулканизма, относящихся к последним 2 млрд лет. Но за это же время поверхностный слой лунного реголита мог быть перемешан при падении метеоритов и воздействии излучения на глубине около 2 м. Следовательно, показания нейтронного спектрометра допустимо отнести к слою подобной толщины. На полюсах обнаружены области, где содержание водного льда в грунте может составлять от 0,3% до 1%. Расчеты показывают, что масса льда достигает около 200 млн т на Южном полюсе и примерно 60 млн т –

на Северном. Вероятно, не существует отложений чистого льда. Скорее всего, это смесь **реголита со льдом**. Такой грунт встречается на Земле в районах вечной мерзлоты.

Сомнения все же оставались. Причем, возраже-

ния сводились не к достоверности показаний прибора, а к их интерпретации. Действительно ли повышенное содержание водорода в грунте означает присутствие водяного льда или водород может находиться в какой-то другой форме?

В мае 1999 г. участники проекта "Лунар Проспектор" приняли нетривиальное решение. Поскольку программа подходила к концу и все запланированные эксперименты были завершены, решили направить КА в одну из хо-

Юджин Шумейкер и его жена Кэролайн. Одна из последних фотографий Ю. Шумейкера, сделанная автором статьи на симпозиуме по кометам и астероидам в 1996 г.



лодных ловушек, вызвав появление **ударно-взрывного облака**. Если бы спектральные наблюдения облака обнаружили следы водяных паров (например, молекулы OH), это стало бы доказательством существования полярных льдов на Луне. К сожалению, надежда на успех такого эксперимента оценивалась не более чем в 10%. Масса КА с учетом остатков топлива к тому времени составляла 158 кг. Падение могло произойти только под очень малым (всего несколько градусов) углом со скоростью менее 1,7 км/с. По расчетам, масса ударно-взрывного облака могла составить лишь 87 кг (из них 18 кг пришлось бы на долю водяных паров). Температура облака могла достигнуть 400 К. Время его наблюдения оценивалось в десятки секунд. Спустя 2 мин все выбросы должны были полностью рассеяться. **31 июля 1999 г.** КА “Лунар Проспектор” сошел с орбиты и, согласно расчетным данным, **упал** на дно выбранного кратера. К сожалению, крупнейшие телескопы, участвовавшие в программе наблюдений, включая Космический Телескоп им. Хаббла, не смогли зафиксировать никаких следов ударно-взрывного облака.

Заметим, что за два года до этих событий в России разрабатывался про-

ект “Луна-глоб” (Земля и Вселенная, 1999, № 6), одним из экспериментов которого предусматривалась посадка АМС в область предполагаемых ледяных отложений на Южном полюсе. Планировался непосредственный контакт с загадочной субстанцией, что имело бы эпохальное значение. К сожалению, проект не осуществился. Но самое интересное заключается в том, что местом для высадки посадочного модуля, выбранным астрономами ГАИШ МГУ, оказалась холодная ловушка – тогда еще безымянный кратер, который спустя два года американские специалисты выбрали для падения КА “Лунар Проспектор”. Независимый анализ многих ученых привел к выводу, что наиболее вероятным местом отложений лунных льдов на Южном полюсе является холодная ловушка в постоянно затененном 60-км кратере с координатами 88° ю.ш. и 45° в.д.

С последним витком “Лунар Проспектора” связано еще одно событие. Незадолго до запуска КА в автомобильной аварии трагически погиб один из крупнейших ученых в области исследований Солнечной системы американский геолог Юджин Шумейкер. Трагедия произошла во время экспедиции по поиску метеорит-

ных кратеров в Австралии. В знак особого уважения к памяти ученого на борт аппарата поместили капсулу с прахом Ю. Шумейкера для **захоронения на Луне** (Земля и Вселенная, 2000, № 4). Позднее, но до завершения полета КА “Лунар Проспектор”, Рабочая группа по номенклатуре планетной системы Международного астрономического союза (МАС), членом которой является автор данной статьи, приняла решение назвать именем Ю. Шумейкера тот лунный кратер, вблизи которого упал бы “Лунар Проспектор”. В августе 2000 г. во время очередной Генеральной ассамблеи МАС подобное решение было принято: кратер – холодная ловушка, куда упал “Лунар Проспектор” и где теперь покоится прах ученого, – получил название “кратер Шумейкер”. Все это весьма символично. Ведь Ю. Шумейкер был сторонником идеи многократных падений комет на лунную поверхность, он считал, что полярные льды на Луне действительно существуют. Доказывать его правоту будут следующие поколения лунных изыскателей: вопрос о **лунных полярных льдах** остался открытым, нерешенной до сих пор осталась и проблема происхождения магнитных аномалий.

## Сергей Николаевич Вернов

(к 90-летию со дня рождения)

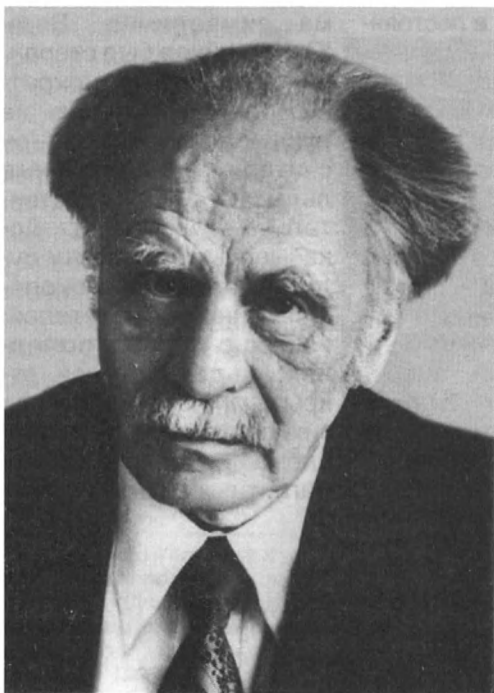
**Сергей Николаевич Вернов** – выдающийся ученый в области физики космоса, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной и Ленинской премий. С.Н. Вернов занимался изучением космических лучей и околоземного пространства, совместно с А.Е. Чудаковым в 1958 г. открыл внешний радиационный пояс Земли.

С.Н. Вернов родился 11 июля 1910 г. в г. Сестрорецке под С.-Петербургом. Отец его был почтовым служащим, мать – преподавателем математики. В 1926 г. Сергей поступает в Механический техникум и уже через год переходит на первый курс физико-механического факультета Ленинградского политехничес-

кого института, который окончил в 1931 г. с дипломом инженера-физика. В студенческие годы Сергей работал лаборантом в Государственном радиовом институте (ГРИ), созданном В.И. Вернадским. Закончив в 1935 г. аспирантуру ГРИ и защитив кандидатскую диссертацию (“Изучение космических лучей в стратосфере с помощью радиозондов”), он продолжает работать старшим научным сотрудником этого института. Диссертация Сергея Николаевича очень понравилась С.И. Вавилову, который пригласил его в докторантуру ФИАН для продолжения исследований космических лучей. В 1935 г. С.Н. Вернов переехал из Ленинграда в Москву.

**Космические лучи** – потоки стабильных частиц, приходящих на Землю из космоса (первичное излучение), а также частицы, возникающие при взаимодействии первичных частиц с атмосферой (вторичное излучение). Первичные космические лучи состоят из протонов, ядер гелия и более тяжелых элементов с энергиями от  $10^7$  до  $10^{21}$  эВ. Происхождение космических лучей связано с галактической (вспышки Сверхновых) и солнечной активностью.

Изучать космические лучи начали уже 100 лет назад, причем в первые 15–20 лет ученые не знали, что собственно они исследуют. При изучении электропроводности различных газов, в том числе воздуха, заметили, что даже в отсутствие ионизирующих источников продолжает протекать слабый “темновой” ток. Первые публикации об этих экспериментах относятся к 1900–1901 гг.



Академик С.Н. Вернов (1910–1982)

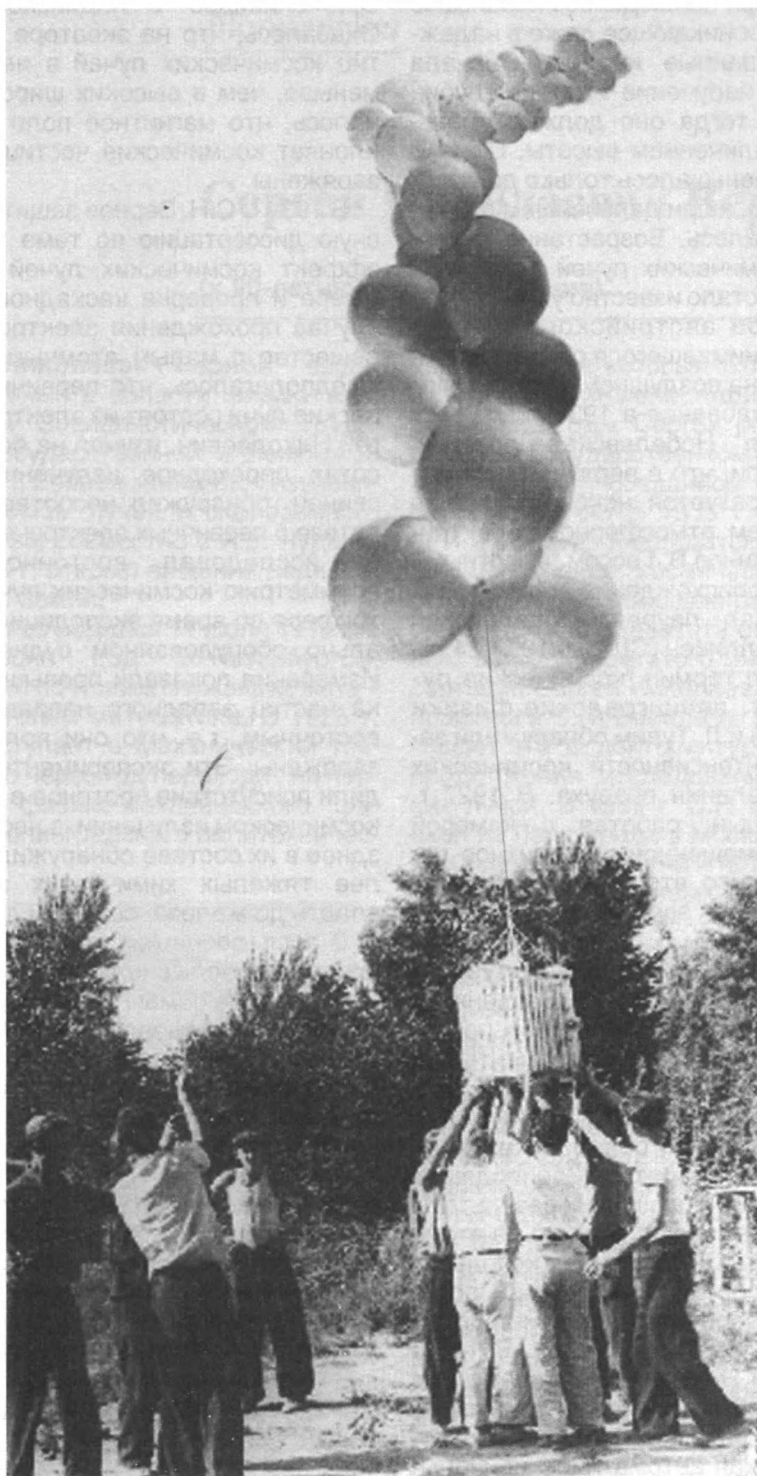
На уровне моря наблюдалось небольшое излучение, проникающее даже в надежно экранированные камеры. Сначала думали, что излучение идет из глубин планеты, но тогда оно должно уменьшаться с увеличением высоты. Однако излучение уменьшалось только до высоты около 1 км, а при дальнейшем подъеме увеличивалось. Возрастание интенсивности космических лучей с увеличением высоты стало известно уже в 1912 г. после опытов австрийского физика В. Гесса, поднимавшегося с ионизационной камерой на воздушном шаре до 5 км (за эти исследования в 1936 г. В. Гессу присуждается Нобелевская премия). Предположили, что в верхних слоях атмосферы образуется некое излучение под действием атмосферного электричества, названное В. Гессом "высотным". Внеземное происхождение космических лучей доказал лауреат Нобелевской премии Р. Милликен (США) в 1923-24 гг., который ввел термин "космические лучи". В 1926 г. ленинградские физики Л. Мысовский и Л. Тувим обнаружили зависимость интенсивности космических лучей от давления воздуха. В 1927 г. Д.В. Скобельцын, работая с камерой Вильсона, помещенной в магнитное поле, показал, что вторичные космические лучи – это заряженные частицы большой энергии.

О первичных космических лучах – частицах, пронизывающих Вселенную, ничего не знали. Чтобы понять их природу стали проводить эксперименты на границе атмосферы. К сожалению, экспериментаторы не могли подняться с приборами на высоту более 10 км. Необходима была аппаратура, проводящая измерения и передающая их результаты без участия человека. Именно по этому пути и пошел С.Н. Вернов, используя опыт профессора П.А. Молчанова, получавшего метеорологическую информацию с помощью радиозондов. В 1936-38 гг. Сергей Николаевич провел цикл экспериментов по изучению широтного эффекта космических лучей в стратосфере, запуская автоматические шары-зонды. Полеты выполнялись на разных широтах: в Ленинграде, Ереване и в районе экватора (с борта танкера "Серго

Орджоникидзе" в Индийском океане). Оказалось, что на экваторе поток частиц космических лучей в четыре раза меньше, чем в высоких широтах. Получалось, что магнитное поле Земли отклоняет космические частицы, т.е. они заряжены.

В 1939 г. С.Н. Вернов защитил докторскую диссертацию по теме "Широтный эффект космических лучей в стратосфере и проверка каскадной теории в случае прохождения электронов через вещество с малым атомным номером". Предполагалось, что первичные космические лучи состоят из электронов. Сергей Николаевич, изучая на больших высотах переходное излучение воздух-свинец, обнаружил несоответствие гипотезе о первичных электронах. В 1949 г. он исследовал восточно-западную асимметрию космических лучей в стратосфере во время экспедиции на специально оборудованном судне "Витязь". Измерения показали превышение потока частиц западного направления над восточным, т.е. что они положительно заряжены. Эти эксперименты подтвердили присутствие протонов в первичном космическом излучении, а несколько позднее в их составе обнаружили ядра более тяжелых химических элементов, вплоть до железа, свинца и даже урана.

В послевоенные годы Советский Союз тратил большие средства на создание атомной бомбы и связанные с ним ядерные исследования. Президент АН СССР С.И. Вавилов добился разрешения Правительства на расширение исследований космических лучей. С.Н. Вернов начал формировать новые научные коллективы. В 1947 г. им создана стратосферная станция под Москвой (г. Долгопрудный), где исследовались космические лучи с помощью аппаратуры, поднимаемой гирляндой аэростатов до 25–30 км. В 1947-51 гг. группа ученых, созданная Сергеем Николаевичем, проводила изучение космических лучей на еще больших высотах – 70–100 км с помощью высотных ракет, запускаемых с полигона Капустин Яр. Ракетные эксперименты возглавлял его соратник А.Е. Чудаков (ныне академик РАН). В конце 40-х гг. С.Н. Вернов организовал



**Запуск в стратосферу регистрирующей космические лучи аппаратуры (масса 50 кг) с помощью гирлянды шаров-зондов**



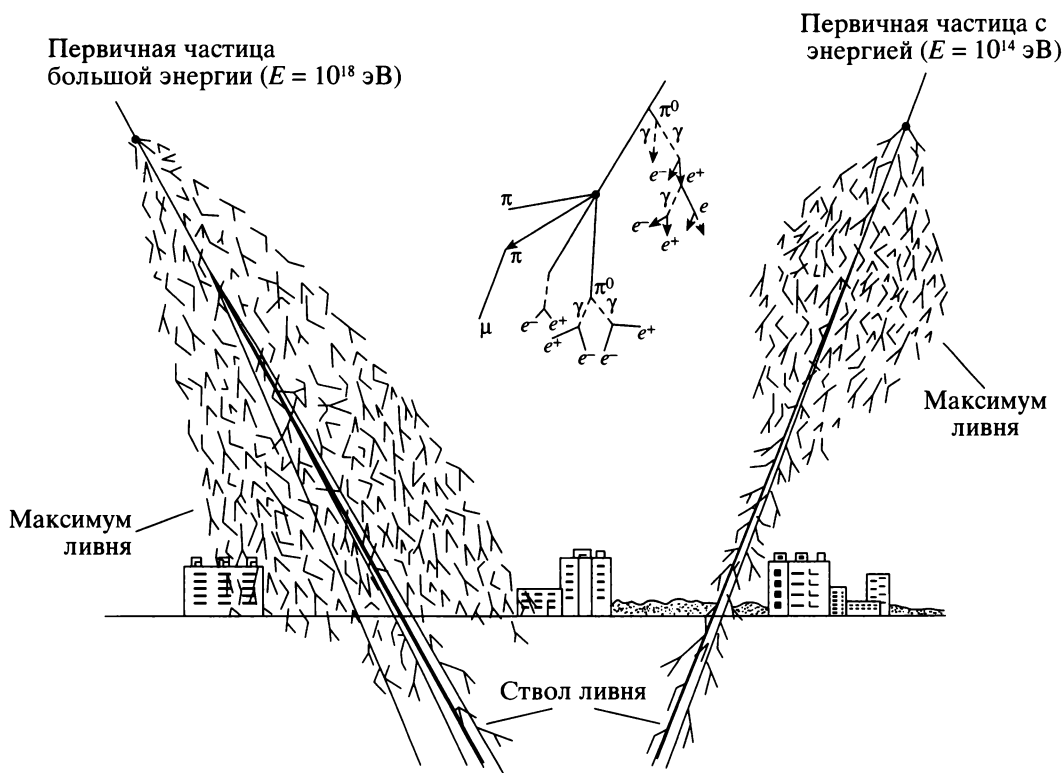
исследования космических лучей, проникающих на большие высоты атмосферы. На высотном самолете установили большой электромагнит с камерой Вильсона, в которую поместили пластины из бериллия и свинца, измеряя первичные и вторичные лучи. За эти работы в 1949 г. С.Н. Вернов получил Государственную премию, а в 1953 г. становится членом-корреспондентом АН СССР.

В 1946 г. в МГУ созданы Научно-исследовательский институт ядерной физики (НИИЯФ) и отделение ядерной физики физического факультета. Кафедру "Космические лучи" возглавил С.Н. Вернов. В 1960 г. его назначают директором НИИЯФ и заведующим отделением ядерной физики физического факультета МГУ. С.Н. Вернов стал членом бюро и заместителем академика-секретаря отделения ядерной физики, возглавлял Научный совет АН СССР по комплексной проблеме "Космические лучи", вел большую работу по планированию научных исследований в СССР, в наших бывших союзных и автономных республиках. Очень много сил отдал С.Н. Вернов созданию научных центров изучения космических лучей. В период интенсивных исследований космических лучей в стране работало более 10 таких центров (в Якутске, Алма-Ате, Тбилиси, Иркутске и ряде других городов).

*Здание для изучения космических лучей, построенное в 1956 г. на территории МГУ. Полуокруглая крыша сделана из легкого материала, пропускающего частицы даже небольших энергий*

С 1957 г. велись ежедневные стратосферные полеты шаров-зондов в г. Долгопрудном, а затем из других мест (Мурманска, Алма-Аты и Антарктиды) для систематических наблюдений интенсивности космических лучей. Полеты шаров-зондов с простейшей регистрирующей аппаратурой позволили получить данные об интенсивности космических лучей более чем за 40 лет. Коллеги и ученики Сергея Николаевича обнаружили влияние общего магнитного поля Солнца на уровень космических лучей во внутренних областях гелиосферы, на орбите Земли. Эта работа в 1976 г. была удостоена Ленинской премии.

Сергей Николаевич проводил эксперименты с помощью шаров-зондов, на стратостатах, самолетах и высотных ракетах. Скоро стало ясно, что для изучения частиц очень больших энергий нужны приборы огромной площади. Энергичные частицы генерируют в атмосфере огромные потоки частиц — **широкие атмосферные ливни**. В 1957 г. под руководством С.Н. Вернова создана установ-



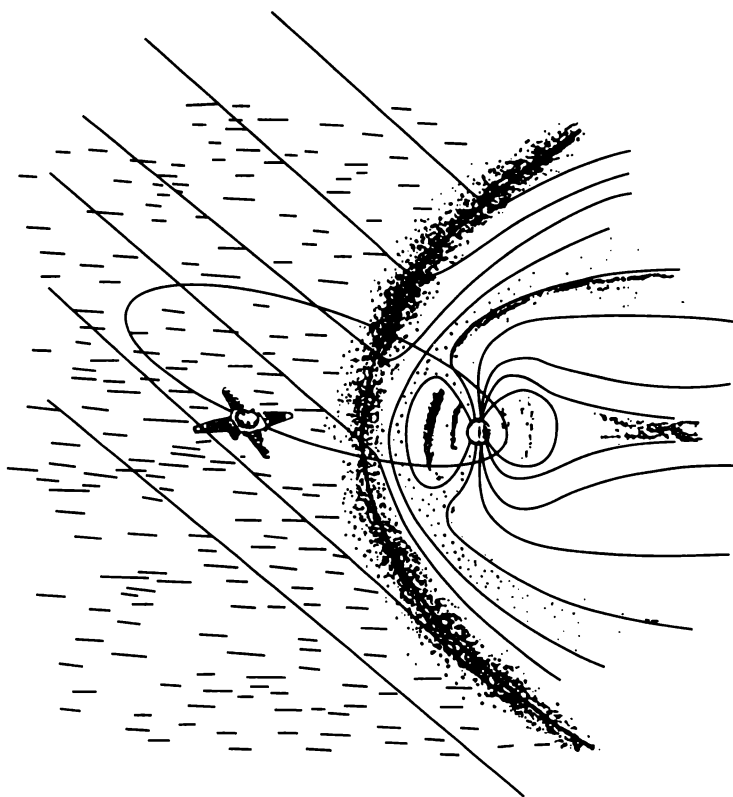
*Возникновение широких атмосферных ливней при прохождении частиц космических лучей через атмосферу Земли. Представлены два ливня от частиц с энергиями  $10^{14}$  и  $10^{18}$  эВ. На врезке показана более подробная картина образования новых частиц*

ка для изучения частиц сверхвысокой энергии в Москве на территории МГУ. Установка занимала огромную по тем временам площадь – около  $3 \text{ км}^2$ . В первый же год ее работы в спектре космических лучей при энергии  $2 \times 10^{15}$  эВ выявлена нерегулярность излучения. С.Н. Вернов – один из авторов открытия закономерности в энергетическом спектре космических лучей. Впоследствии этот факт, имеющий первостепенное значение для определения природы и источников частиц высоких энергий, подтвержден экспериментами во многих лабораториях мира. Расширять установку в Москве было затруднительно из-за ограниченности территории, поэтому исследования перенесли в Якутск и Самарканд, причем в Якутске к настояще-

му времени площадь установки достигла  $20 \text{ км}^2$ . С.Н. Вернов был не только инициатором создания такого типа установок, но и сам вел исследование. В списке научных трудов Сергея Николаевича около четверти работ посвящены изучению широких атмосферных ливней.

Исследование космических лучей с помощью космических аппаратов – одно из важнейших направлений деятельности Сергея Николаевича. С запусками первых ИСЗ начались интенсивные исследования космической радиации за пределами атмосферы, а позднее и магнитосферы Земли. Группа ученых из Физического института АН СССР и Физико-технического института на втором советском спутнике изучала Солнце и космические лучи в ультрафиолетовом диапазоне с помощью приборов, разработанных С.Н. Верновым и его коллегами. Запущенный 15 мая 1958 г. третий советский ИСЗ регистрировал потоки частиц над различными районами земного шара. Была обнаружена новая радиационная область – **внешний радиационный**





*Магнитосфера Земли, обтекаемая солнечным ветром. Горизонтальные прерывистые черточки, сплошные линии – силовые линии межпланетного и геомагнитного полей; плотные точки по дугообразной кривой – головная ударная волна*

**пояс Земли.** Подтверждены и дополнены сведения, полученные американскими спутниками “Эксплорер-1 и -3” о зонах радиации высокой интенсивности в экваториальных широтах. Открытие внешнего радиационного пояса и изучение радиации на траекториях полетов АМС к Луне отмечено присуждением С.Н. Вернову в 1960 г. Ленинской премии.

Особенно удачные исследования радиационных поясов Земли проведены С.Н. Верновым в 1964 г. во время полетов четырех спутников “Электрон”. Одной ракетой выводились два спутника на различные орбиты: у “низкого” КА апогей достигал 6 тыс. км, у “высокого”, исследовавшего внешний пояс, – 60 тыс. км. На основе собранной информации Б.А. Тверской, один из учеников Сергея Николаевича, разработал теорию радиационных поясов.

Солнечные батареи спутника “Электрон-1”, большую часть времени находившегося в интенсивных полях радиации внутреннего пояса под влиянием

сильного облучения, перестали вырабатывать электроэнергию. Возникла необходимость изучения поведения различных материалов в условиях космоса. С.Н. Вернов занялся изучением проблемы поражающих факторов космического пространства – воздействия радиации на элементы космической техники и живые организмы, в том числе и космонавтов. Сергей Николаевич сосредоточил внимание прежде всего на вопросах **космического материаловедения**. Он возглавляет исследования факторов воздействия на различные материалы и системы космической техники: радиации, глубокого вакуума, ультрафиолетового и рентгеновского излучения, микрометеорной материи. В помощь конструкторам космической техники Сергей Николаевич начал выпускать сборник “Мо-

дель космического пространства” (7 изданий, 1964-83 гг.). Такая информация о различных явлениях в космосе вскоре стала выходить в виде изданий Госстандарта, т.е. вместо справочной она стала нормативной, обязательной в конструкторских работах.

При подготовке полета человека в космос с 1960 г. стали измерять радиацию на высотах до 300 км. Так появилась новая наука – **космическая дозиметрия**, а С.Н. Вернов стал инициатором регистрации радиации и первым разработчиком дозиметров радиации. В конце 80-х гг. аналогичные приборы, измеряя уровень радиации на станции “Мир”, показали, что на малых высотах она зависит от солнечной активности. Происходит разогрев атмосферы Земли и дополнительное выпадение частиц в районе Бразильской магнитной аномалии. Эффект выпадения частиц в областях отрицательных аномалий магнитного поля Земли, обнаруженный Сергеем Николаевичем и его коллегами, в 1982 г. был зарегистрирован как открытие.

Важный этап космических исследований – полеты на Луну и к ближайшим планетам. Сергей Николаевич организовал изучение космических лучей на трассах полетов АМС. Первые запуски к Луне показали, что у Луны нет радиационных поясов, как нет и заметного магнитного поля. “Луна-9” в 1966 г. определила радиоактивность лунной поверхности. АМС “Венера-4” и “Марс-3”, выполнив исследования Венеры в 1967 г. и Марса в 1971 г., не обнаружили у этих планет радиационных поясов.

Исследования первичных космических лучей высокой энергии на спутниках “Протон” в 1965-68 гг. также проводились под руководством С.Н. Вернова. Это был первый опыт запуска в космос приборов большой массы (до 12,5 т). Уникальные по разносторонности и диапазону регистрации энергичных частиц эксперимента до сих пор не повторены.

С помощью первых же ИСЗ изучался и другой тип космических лучей. Кроме галактического излучения источником энергичных частиц является Солнце – **солнечные космические лучи**. Иногда во время вспышек оно генерирует большое число энергичных частиц, существенно увеличивая радиационную опасность при полетах КА вне магнитного поля Земли. Со времени их открытия в 1942 г. зарегистрировано более 50 вспышек потоков

---

*С.Н. Вернов с учениками и коллегами (1959 г.). Слева направо: А.Е. Чудаков (ныне академик РАН), Н.Л. Григоров (профессор, заслуженный деятель науки России), академики С.Н. Вернов и Г.Б. Христиансен, доктора физико-математических наук И.П. Иваненко и А.Н. Чарахчян*



заряженных частиц с максимальной энергией в несколько ГэВ (1 ГэВ =  $10^9$  эВ).

После организации в 1965 г. секции ядерной физики Научно-технического совета Министерства высшего образования СССР С.Н. Вернов стал ее бессменным председателем. С присущей ему энергией и настойчивостью он занимался координацией ядерно-физических исследований в вузах СССР. По его инициативе в нескольких вузах были созданы проблемные лаборатории по ядерной физике и физике высоких энергий.

Успешные исследования космических лучей выдвинули С.Н. Вернова в число наиболее авторитетных ученых, в 1968 г. его избирают действительным членом Академии наук СССР. Научная школа С.Н. Вернова и созданные им коллективы сформировались к началу 70-х гг.

Сергей Николаевич очень заботился о своих преемниках. Его ученики – выдающиеся ученые в области физики космических лучей и взаимодействия частиц высокой энергии – неоднократно удостоивались Ленинских и Государст-

венных премий. Необыкновенная интуиция и вдумчивая работа с коллегами позволили ему собрать вокруг себя плеяду молодых ученых. Сергей Николаевич обладал способностью распознавать талантливых людей и привлекать их своей исследовательской увлеченностью. С.Н. Вернов умел создать атмосферу созидания, способствующую проявлению талантов и рождению новых идей. Под его председательством проходили Всесоюзные конференции по космическим лучам. Плодотворными стали организованные С.Н. Верновым Международные семинары по космической физике, постоянно проводимые в Ленинграде. Занимался Сергей Николаевич и общественной работой, много лет возглавляя Московский комитет защиты мира.

С.Н. Вернов умер 26 сентября 1982 г., вписав яркие страницы в историю изучения космических лучей и освоение космического пространства.

*Ю.И. ЛОГАЧЕВ,*

*доктор физико-математических наук*

---

## *Информация*

---

### **Запуск “HESSI” отложен из-за аварии**

В конце марта 2000 г. во время испытаний на стенде Лаборатории реактивного движения (JPL) NASA в Пасадене (штат Калифорния) произошла авария научного КА “HESSI” (High Energy Solar Spectroscopic Imager – высокоэнергетический солнечный спектроскоп для получения изображений). Аппарат подвергся в 10 раз большим вибрациям, чем

это требуется при запуске. В результате разрушились панели солнечных батарей и часть научных приборов.

Обсерватория “HESSI” создается в рамках программы малых исследовательских КА. Масса спутника 268 кг, включая 120 кг научной аппаратуры. На космическом аппарате установлен солнечный телескоп-спектрометр для съемки солнечных вспышек в диапазоне жесткого рентгеновского и гамма-излучений – от 3 кэВ до 20 МэВ. Планируется исследовать физику ускорения частиц и высвобождения энергии в солнечных вспышках, а также определить химический состав ускоренных

частиц. Это позволит изучить механизм их ускорения и распределение энергичных частиц в районе вспышек. Пространственное разрешение на поверхности Солнца составит около 1600 км (размеры вспышек достигают 100 тыс. км). Планировали изучить спектры вспышек во время максимума солнечной активности. В подготовке научной программы приняли участие ученые США, Англии, Голландии, Франции, Швейцарии и Японии.

Из-за ремонта и замены части оборудования запуск КА перенесен с июля 2000 г. на 2001 г.

Science, 2000, **287**, 2395

## Кирилл Федорович Огородников

(к 100-летию со дня рождения)

Известный российский астроном профессор Кирилл Федорович Огородников – основатель петербургской–ленинградской школы звездной астрономии. Свыше 40 лет прошло со времени выхода в свет основного научного труда К.Ф. Огородникова – монографии “Динамика звездных систем” (1958 г.). Но не прекращаются ссылки на нее в научной литературе, а специалисты по-прежнему с уважением произносят его имя.

Кирилл Федорович прожил яркую, сложную жизнь, в которой отразилась судьба страны. Он родился 30 июля 1900 г. в Павловске (под Петербургом) в семье потомственного военного. Его отец, Федор Евлампиевич (1867–1939), был гене-

рал-майором, профессором Академии Генерального штаба. В 1917 г. он был кандидатом на высшие командные посты в русской армии. Ф.Е. Огородников принадлежал к числу русских офицеров, считавших, что служить России – значит служить Советской власти. Генерал А.И. Деникин заочно приговорил его к смертной казни.

В 1917 г. К.Ф. Огородников окончил кадетский корпус и поступил в Петроградский университет. Революция и гражданская война помешали учебе. Только в 1920 г., после демобилизации, Огородников стал студентом Военизированного политехнического института Западного фронта, основанного М.Н. Тухачевским в Смоленске.

В то время многие преподаватели столичных вузов, спасаясь от голода, уезжали работать в провинцию. В Смоленске оказался выдающийся математик (впоследствии – академик) П.С. Александров (1896–1982), один из основоположников современной топологии. Он обратил внимание на способного студента и помог ему перейти в Московский университет. В Москве К.Ф. Огородников вошел в состав “Лузитании”. Так называлась группа талантливых молодых математиков, группировавшихся вокруг профессора (позднее – академика) Н.Н. Лузина (1883–1950). В зрелые годы Огородников говорил, что считает себя скорее физиком, чем математиком. Тем не менее черты “лузитанского происхождения” заметны и в его творчестве, и в работах основанной им школы.



*Кирилл Федорович Огородников (1900–1985)*

Наибольшее влияние на начинающего исследователя Огородникова оказал профессор Владимир Александрович Костицын (1884–1963) – специалист по теории интегральных уравнений. Всемирную известность получили пионерские работы Костицына по экологии и математическому описанию эволюции биологических систем, выполненные за границей, где он жил с 1927 г. Монография Костицына “Эволюция атмосферы, биосферы и климата” (1935 г.) в 1984 г. была переведена на русский язык. В 20-е гг. Костицын активно работал в астрономии и геофизике. Наряду с В.В. Стратоновым (1869–1938) и В.Г. Фесенковым (1889–1972) он был одним из основателей Государственного астрофизического института в Москве. В “Трудах” института Костицын опубликовал в 1922 г. первую на русском языке работу по динамике звездных систем. В ней излагались фундаментальные результаты выдающегося английского астронома А.С. Эддингтона (1882–1944) и критиковался закон Шустера–Пламмера, использовавшийся в то время (да и теперь) для аппроксимации хода плотности в звездных скоплениях. Костицын указал, что в реальных скоплениях звездная плотность убывает на периферии быстрее, чем по этому закону.

Костицын помог К.Ф. Огородникову поступить на работу вычислителем в Астрофизический институт. Астрономия захватила его, и после окончания в 1923 г. Московского университета К.Ф. Огородников полностью включился в научную работу отдела звездной статистики института. Одновременно он стал секретарем первой редколлегии “Русского астрономического журнала”, начавшего выходить с 1924 г. Директор института Стратонов назначил Огородникова ученым секретарем института.

В Государственном астрофизическом институте К.Ф. Огородников работал до 1934 г. В конце 1929 г. как “рокфеллеровский стипендиат” он выехал в длительную командировку в США. В Америке у Огородникова сложились дружеские отношения с известными астрономами Б. Боком (1906–1983) и П. Свингсом (1906–1983) (президентом Международного ас-

трономического союза в 1964-67 гг.). Совместно со знаменитым астрономом О. Струве (1897–1963), правнуком основателя Пулковской обсерватории В.Я. Струве (1793–1864), он исследовал спектр пульсирующей звезды  $\beta$ Сер.

В 1929 г. К.Ф. Огородников представил в Институт математики и механики Московского университета “заключительную дипломную работу” (соответствующую нынешней кандидатской диссертации) “О принципе элементарных ошибок”, в которой разработал статистические методы обработки астрономических наблюдений. В 1931 г. Огородников утверждён в ученом звании профессора астрономии и геодезии, а в 1936 г. Президиум Академии наук присвоил ему степень доктора физико-математических наук без защиты диссертации. С 1931 г. по 1972 г. он – член Астрономического комитета Наркомпроса, а потом Астрономического Совета АН.

В статье “Америка глазами советского астронома” (“Мироведение”, 1932, № 5) К.Ф. Огородников довольно критически отозвался о порядках в Гарвардской и Йеркской обсерваториях. По возвращении на Родину он убедился, что отечественная астрономия еще не избавилась от провинциализма. В этом Огородников был солидарен с одним из крупнейших российских астрономов того времени, Б.П. Герасимовичем (1889–1937), много работавшим в Гарварде. Огородников не раз высказывал свое мнение тогдашнему директору ГАИШ и вскоре почувствовал, что отношение к нему администрации меняется в худшую сторону. В резкой форме критиковали предложение Огородникова о строительстве на юге страны новой обсерватории (как десятью годами ранее отвергли аналогичное предложение Стратонова). Статьи Огородникова подверглись идеологическому разному за недостаточную критику “буржуазно-идеалистической теории расширяющейся Вселенной” (недавно А.Д. Чернин справедливо заметил, что фактически в этих статьях была “популяризация под видом критики”).

В 1934 г. директор Пулковской обсерватории Б.П. Герасимович пригласил

К.Ф. Огородникова в Пулково. Герасимович стремился возродить престиж “астрономической столицы мира”. Он старался привлечь в Пулково молодых талантливых исследователей из других обсерваторий. В Пулково Огородников вместе с другими сотрудниками обсерватории начал несколько больших статистических исследований, которые позволили бы установить особенности кинематики различных подсистем Галактики. Однако лишь немногие из них удалось довести до конца...

Наступил 1937 г. Пулковская обсерватория потеряла большинство ведущих сотрудников, включая директора. К.Ф. Огородников уцелел. Но в обезлюдевшем Пулкове не работалось. Появились признаки, что на обсерваторию надвигается новая волна репрессий. Огородников поспешил перейти в Военно-транспортную академию преподавать математику.

В 1940 г. при содействии заведующего кафедрой астрофизики Ленинградского университета (ЛГУ) В.А. Амбарцумяна (1908–1995) Кирилл Федорович перешел в ЛГУ и до конца жизни работал там. До 1950 г. он был директором Астрономической обсерватории университета, а в 1946–63 гг. возглавлял созданную им кафедру звездной астрономии.

Война прервала научную и преподавательскую деятельность профессора Огородникова. В июле 1941 г. он записался добровольцем в народное ополчение, а в начале сентября 1941 г. был направлен в район Пулковских высот, в 21-ю стрелковую дивизию в качестве политбойца. Выступая в октябре 1941 г. по ленинградскому радио, он сказал: “В грозные дни Отечественной войны я не мог остаться в стороне и не принять участие в защите своего Отечества. Я научился неплохо стрелять, бросать гранату, действовать лопатой. Сейчас я – в рядах защитников города Ленина”. Тогда же он обратился по радио к своим коллегам и друзьям – ученым Великобритании. Он объяснил, что долг ученого – защита Родины от захватчиков. В начале 1942 г. К.Ф. Огородников был контужен.

После демобилизации в феврале 1942 г. Огородников назначен деканом

факультета математики и механики ЛГУ и оставался им до 1948 г. На его плечи легла организация работы факультета в Саратове, куда эвакуировался ЛГУ в марте 1942 г. Из астрономов в Саратове помимо К.Ф. Огородникова работали профессор П.М. Горшков (1883–1975), профессор А.И. Лебединский (1913–1967) и доцент (позднее – профессор) В.А. Домбровский (1913–1972). На них легла учебная нагрузка по всем астрономическим специальностям.

По воспоминаниям бывшей аспирантки К.Ф. Огородникова, ныне профессора, Р.Б. Шацовой, в Саратове “Кирилл Федорович Огородников вдохнул жизнь в умирающий факультет. Он взял на себя организацию учебного процесса, быта студентов и преподавателей, навещал больных студентов в общежитии, консультировал отстающих в учебе. Вникал во все, во что можно было”. В июне 1944 г. К.Ф. Огородников руководил реэвакуацией факультета, а затем – переездом факультета в новое здание.

После войны К.Ф. Огородников получил, наконец, возможность сосредоточиться на исследовательской работе. В это время выходят его основные научные труды. Он создает крупную научную школу.

Огородников никогда не был кабинетным ученым. После того как В.Г. Фесенков вынужденно отошел от активной научной и организационной работы, основанной им “Астрономическим журналом” руководили случайные люди, издание стало приходить в упадок. В 1932–35 гг. Кирилл Федорович был главным редактором журнала, и он вновь поднял уровень этого, единственного тогда, российского журнала по астрономии. С 1953 г. К.Ф. Огородников – главный редактор Реферативного журнала “Астрономия”. Сейчас трудно переоценить значение этого журнала в 50-е гг., когда значительной части астрономов нашей страны зарубежные издания были недоступны. Во время съезда Международного астрономического союза, проходившего в 1958 г. в Москве, Огородников редактировал газету съезда “Космос”, выходящую на трех языках.

К.Ф. Огородников был в числе активнейших членов Ленинградского отделе-

ния Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ЛО ВАГО), неоднократно выступал на его заседаниях с докладами, рассчитанными на широкую аудиторию. В 1934-41 гг. и 1974-75 гг. он был председателем ЛО ВАГО, в остальное время являясь членом президиума и заместителем председателя ЛО ВАГО. Он избирался в состав Центрального Совета ВАГО, а позднее стал его почетным членом. К.Ф. Огородников долгое время был членом редколлегии журнала "Земля и Вселенная".

Еще в 1926 г. опубликована первая научно-популярная брошюра К.Ф. Огородникова "О Земле, Солнце и звездах", а затем он писал о том, "Как наблюдали небо раньше и как наблюдают его теперь" (1938), "Есть ли жизнь на планетах" (1946) и др. Несколько изданий держали брошюры "На чем Земля держится" и "Сколько звезд на небе". В бытность школьником пишущий эти строки на собственном опыте мог убедиться, как эти брошюры раскрывают перед читателем "Загадки космоса" (1963).

Основные научные работы К.Ф. Огородникова относятся к звездной астрономии. В 20-е годы, когда началась научная деятельность Кирилла Федоровича, формировались представления о нашей Галактике, ее строении и кинематике. В первых работах К.Ф. Огородникова, выполненных совместно с В.Г. Фесенковым в 1923-26 гг., определялась скорость Солнца относительно звезд различных спектральных типов. Появление этих работ означало возобновление в нашей стране систематических исследований по звездной астрономии, прервавшихся после смерти В.Я. Струве. Здесь уже намечается переход к современным представлениям о Галактике как многокомпонентной системе, состоящей из подсистем с различными физическими и кинематическими характеристиками. Осмысление выявленных в этих и аналогичных работах зависимостей привело к открытию в 1927 г. вращения Галактики.

Это выдающееся событие поставило перед звездной астрономией ряд новых задач. В частности, оказалось необходимым учесть влияние вращения Галактики на постоянную прецессии — одну из

фундаментальных констант астрометрии. Решение проблемы дано в обстоятельной работе В.Г. Фесенкова, К.Ф. Огородникова и Н.Н. Парийского (1900–1996), опубликованной в 1934 г. В этой работе различными способами определены направление и величина движения Солнца относительно ближайших звезд. Полученное значение для этих величин долгое время считалось наилучшим.

После открытия вращения Галактики оставалось неясно, как можно совместить вращение с господствовавшей перед этим схемой "звездных потоков", которую выдвинул в 1904 г. выдающийся голландский астроном Я.К. Каптейн (1851–1922). Согласно Каптейну, звезды Галактики собраны в два или более потока, движущиеся в разные стороны. Завершением работ Каптейна стала модель Галактики ("Вселенная Каптейна"), в которой Солнце расположено вблизи центра, а плотность уменьшается в 100 раз по сравнению с центральным значением на расстоянии в 8.5 кпк от центра. "Вселенная Каптейна" стала очень популярной, но уже через 5–6 лет стало неясно, как согласовать ее с новыми результатами: вращением Галактики и новой шкалой галактических расстояний, установленной американским астрономом Х. Шепли (1885–1972) на основе зависимости "период–светимость" для цефеид.

К современному пониманию кинематики Галактики привела работа К.Ф. Огородникова (1932), выполненная в Гарварде. В ее основе лежало представление о звездной системе как статистическом ансамбле большого числа звезд, обладающем свойствами как непрерывности, так и дискретности. В каждой точке Галактики как непрерывной среды определена скорость этой среды — скорость центроида. Скорость каждой звезды складывается из скорости центроида в той точке, где находится звезда, и скорости звезды относительно центроида — остаточной. Остаточные скорости распределены по какому-либо статистическому закону. Для двумерного случая Огородников вывел формулы, позволяющие установить локальные характеристики поля скоростей центроидов по лу-

чевым скоростям и собственным движениям звезд. Вскоре крупный английский теоретик Э. Милн (1896–1950) обобщил теорию на случай трехмерного движения центроидов, после чего она получила название “кинематика Огородникова–Милна”.

В 40–50-е гг. казалось, что эта теория имела главным образом теоретическое значение, поскольку для большинства звездных подсистем Галактики отклонения от круговых движений центроидов казались пренебрежимо малыми. Сегодня возросшая точность кинематических наблюдательных данных позволяет определять более тонкие особенности в движениях звезд, предсказываемые, например, волновой теорией спиральной структуры. И для этого пользуются формулами, выведенными свыше 50 лет назад Огородниковым и Милном.

В пионерской работе 1952 г. К.Ф. Огородников первым применил метод кинематики центроидов к исследованию кинематики Метагалактики и выявил отклонения от хаббловского изотропного расширения, что указывало на существование Сверхсистемы галактик. В дальнейшем эти работы продолжали многие отечественные и зарубежные авторы.

В 1930 г. американский астроном Р. Тремплер (1886–1956) привел решающие доказательства существования в Галактике межзвездного поглощения света. Стало понятно, почему старые модели Галактики (такие, как “Вселенная Каптейна”), строившиеся по звездным подсчетам без учета поглощения, давали преуменьшенные размеры нашей звездной системы и исказили распределение звездной плотности. Для изучения строения Галактики оказалось необходимым детально изучить поглощение света, установить природу вещества, поглощающего свет, и разработать методы учета поглощения света. В 30-е гг. к этим задачам обратились ведущие отечественные астрономы В.А. Амбарцумян, П.П. Паренаго (1906–1960), Б.В. Кукаркин (1909–1977), О.А. Мельников (1912–1982) и др. К данному направлению относится и опубликованный в конце 30-х гг. цикл работ Огородникова и других сотрудников Пулковской обсер-

ватории, посвященных исследованию поглощения света в гигантских темных туманностях – “угольных мешках”. В этих работах подвергнут критике применявшийся ранее метод исследования темных туманностей. Было показано, что пренебрежение значениями абсолютных величин звезд, лежащих в области туманности, приводит к ложному гелиоцентрическому эффекту растягивания темных туманностей вдоль луча зрения. Разработанная Огородниковым теория позволила определить размеры “угольных мешков” (в 3–15 пк) и степень поглощения света в них.

С 40-х гг. большинство исследований, проведенных Кириллом Федоровичем, относилось к теоретическим вопросам динамики звездных систем. В 1948 г. вышла из печати статья “Основы динамики вращающихся звездных систем”, где впервые систематически обсуждались принципиальные вопросы звездной динамики и излагались ее основные методы. В 50-е гг. К.Ф. Огородников разрабатывал основы статистико-механической теории фигур равновесия галактик. Разбирая эту проблему, он провел аналогию с классическими фигурами равновесия вращающихся жидких масс и показал, что в ходе эволюции галактики принимают формы, близкие не только двухосным эллипсоидам Маклорена, но и трехосным эллипсоидам Якоби. Только спустя двадцать лет гипотезу о существовании трехосных галактик подтвердили наблюдения. Теория Огородникова объяснила наблюдавшиеся центральные конденсации и кольцевую структуру галактик. Была предложена их динамическая классификация и намечены пути эволюции. Ставшие классическими исследования Огородникова легли в основу последующих работ по статистической механике гравитирующих систем.

К.Ф. Огородников поставил также в заостренной форме вопрос, каким образом галактики приближаются к наименее вероятнейшему состоянию. Согласно классической динамике звездных систем, в таких системах, как наша Галактика, состоящая из большого числа (порядка  $10^{11}$ ) звезд, влияние звездных сближений совершенно пренебрежимо. Их ди-



намика определяется почти исключительно сглаженным гравитационным полем, которое считается стационарным. Согласно Огородникову, ряд наблюдательных данных, в частности достаточная гладкость наблюдаемого распределения звездных скоростей, указывают, что в галактиках уже произошли статистически необратимые процессы. Надо установить, какие это были процессы: взаимодействия звезд с массивными звездными скоплениями и газовыми облаками, рассеяния звезд на конденсациях, возникающих в результате гравитационной неустойчивости, волны плотности, или что-либо иное. Свыше сорока лет в большом числе работ предлагались различные способы решения сформулированного Огородниковым "основного парадокса классической звездной динамики". В настоящее время не вызывает сомнений факт, что галактики испытали стохастическую эволюцию. Это подтверждается и численными экспериментами и тем, что у большинства галактик наблюдается один и тот же закон плотности. Таким образом, исследования К.Ф. Огородникова определили развитие динамики звездных систем на несколько десятилетий.

Возглавляя в 1960-72 гг. Рабочую группу "Динамика звездных систем" при Астрономическом Совете АН СССР, К.Ф. Огородников способствовал разви-

тию в СССР исследований по звездной динамике. Его радовало появление новых групп исследователей в Алма-Ате, Душанбе, Ростове, а позднее – в Ташкенте. 60-е и 70-е гг. были временем подъема динамики звездных систем в Советском Союзе, и немалая заслуга в этом К.Ф. Огородникова.

Многие годы профессор Огородников читал в Ленинградском университете общие и специальные курсы "Звездная астрономия", "История астрономии", "Звездная статистика", "Динамика звездных систем", "Фигуры равновесия вращающихся жидких масс" и др. На его лекциях воспитано не одно поколение астрономов. Мировую известность приобрел семинар К.Ф. Огородникова по динамике звездных систем, продолжающий работать по сей день и носящий ныне имя своего основателя.

Из числа непосредственных учеников К.Ф. Огородникова семеро защитили докторские диссертации. Фактически большинство специалистов по звездной динамике бывшего СССР старшего и среднего поколений – ученики Кирилла Федоровича. Сейчас они и уже их ученики продолжают дело своего учителя в Санкт-Петербурге, других городах России, ближнего и дальнего зарубежья.

*Л.П. ОСИПКОВ,  
кандидат физико-математических наук*

## Информация

### **Пылевой диск вокруг звезды с планетой**

Звезда  $\iota$  Ног (йота Часов) вращается не только планетой на орбите, схожей с земной, но и пылевым диском. Открытие было сделано с помощью прибора ADONIS (Adaptive Optics Near Infrared System – система с адаптивной оптикой для ближнего инфракрасного диапазона), установленного на 3.6-м телескопе Европейской Южной Обсерватории на горе Ла Силья в Чили. Гибкое зеркало прибора гасит атмосферную турбу-

лентность. Маска коронографа закрывает изображение звезды. Диаметр маски – компромисс между желанием рассмотреть ближайшие окрестности звезды и возрастанием световых помех при приближении к ней. Наблюдения провели с маской размером 1.0", что соответствует 17 а.е. на расстоянии  $\iota$  Ног (56 св. лет). Из полученной картины вычитается изображение звезды сравнения – такой же яркости, но без пылевого диска. В данном случае ее ореол оказался в 10 раз слабее, чем у  $\iota$  Ног. Выяснилось, что пылевой диск  $\iota$  Ног простирается на 65 а.е., в два раза больше расстояния от Нептуна до Солнца. Диск наклонен к лучу зрения на 42°.

Это четвертая звезда с планетой, у которой также обнаружен диск (после  $\rho$  Северной Короны, HD 210277 и  $\epsilon$  Эридана). По-видимому, это явление довольно обычно среди звезд солнечного типа. В нашей Солнечной системе тоже немало пылевых частиц, встречающихся даже за орбитой Плутона.

Изучение звезд с планетами и пылевыми дисками поможет прояснить некоторые аспекты формирования планетных систем, в частности, как появление первых гигантских планет сказывается на процессах роста и слипания планетезималей в протопланетном облаке.

ESO Press Photo 27/00  
13 October 2000

## Полет орбитального комплекса "Мир" в 2000 г.\*

Второй раз за свою долгую космическую жизнь орбитальная станция "Мир" встретила Новый год без экипажа на борту. Впервые это произошло 13 лет назад между первой и второй основными экспедициями (ЭО-1 и -2). Тогда перерыв планировался, а сейчас он стал вынужденной мерой из-за отсутствия финансирования.

В начале 2000 г. ОК "Мир" совершал полет в автоматическом режиме. ЦУП по-прежнему внимательно следил за функционированием систем комплекса. Судьба станции в этот период сложилась удачно.

**10 января** в РКК "Энергия" им. С.П. Королёва состоялся Совет главных конструкторов, который постановил продолжить эксплуатацию ОК "Мир" в пилотируемом режиме за счет внебюджетных средств. 12 января Коллегия Росавиакосмоса утвердила решение Совета, а 20 января его одобрило Правительство РФ. Высота орбиты станции приближалась к критической и решено для ее подъема запустить транспортный корабль "Прогресс М1".

Это "грузовик" новой модификации. В отличие от своего предшественника он может привезти вдвое больший запас топлива – до 1740 кг. Было решено, что после перевода комплекса на более высокую орбиту, к нему отправится экипаж **28-й основной экспедиции**.

**21 января** станция "Мир" "оживила". Утром ЦУП включил ее центральный компьютер – ЦВМ № 1 ("Салют 5Б"). Компьютер, как всегда, сначала тестировали, а затем в сеансах связи в него закладывали базу данных. К концу дня с помощью реактивных двигателей управления ориентацию станции, и солнечные батареи оказались в более выгодных условиях работы. В результате панели солнечных батарей были точно сориентированы на Солнце, и увеличилось поступление электроэнергии. На следующий день раскрутили все 12 гиродинов и включили их в контур управления.

**25 января** провели коррекцию орбиты станции с помощью маршевого двигателя грузового корабля "Прогресс М-42" (запущен 16 июля 1999 г.), пристыкованного к модулю "Квант". До коррекции высота орбиты составляла в перигее 305.3 км, в апо-

гее – 319.8 км, после коррекции – 312.3 и 329.7 км соответственно.

**1 февраля** в 9 ч 47 мин 23 с\*\* к ОК "Мир" стартовал автоматический грузовой корабль "Прогресс М1-1". Как обычно, на следующий день после старта очередного "грузовика" от станции отстыковали предыдущий. "Прогресс М-42" расстыковался со станцией 2 февраля в 6 ч 11 мин 52 с. Его торможение осуществлялось с помощью двигателей причаливания и ориентации. Включенные в 9 ч 10 мин 40 с, они проработали 447,7 с. Расчетное время прекращения существования корабля – 9 ч 57 мин 20 с. Длительность полета КК "Прогресс М-42" составила 200 сут 14 ч 20 мин.

**3 февраля** в 11 ч 02 мин 28 с "Прогресс М1-1" состыковался с ОК "Мир", причалив к модулю "Квант". "Прогресс М1-1" – первый из новой серии. Его оснастили системой наддува станции воздухом, поскольку в августе прошлого года на "Мире" обнаружилась негерметичность. К приходу "грузовика" давление внутри станции составляло всего 530 мм рт. ст., и оно падало со скоростью 0.7 мм рт. ст.

\*Продолжение. Начало см.: 1997, №№ 3 и 6; 1998, №№ 2 и 6; 1999, № 3; 2000, № 1.

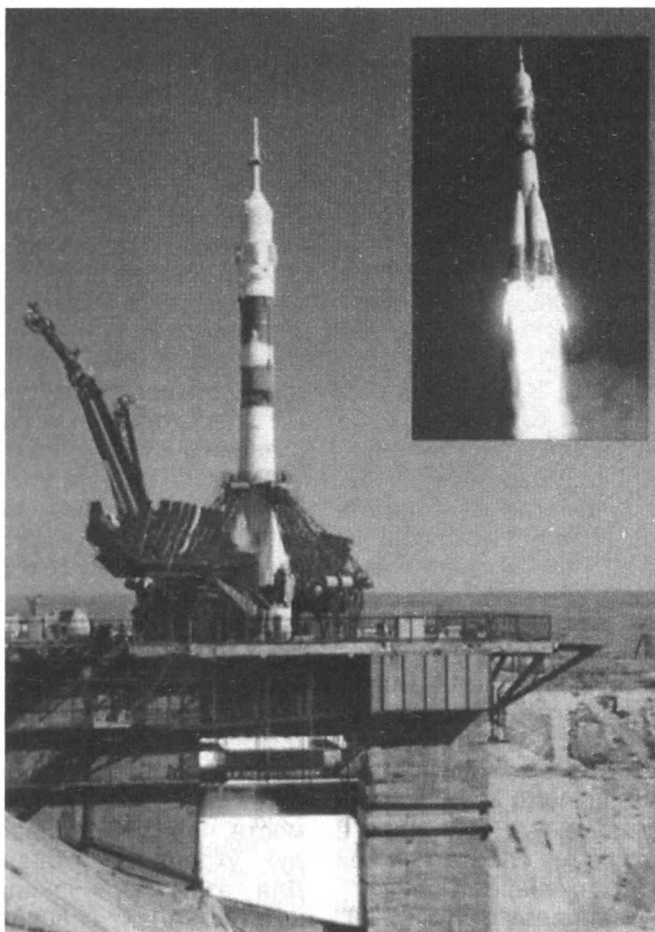
\*\*Здесь и далее приведено декретное московское время.

*Старт ракеты-носителя с космическим кораблем "Союз ТМ-30" 4 апреля 2000 г.*

в сутки. Системой наддува теперь можно управлять как по командам с Земли, так и вручную. У нового грузового корабля были и другие отличия, в том числе более совершенное математическое обеспечение бортового компьютера.

С помощью двигателей КК "Прогресс М1-1" провели несколько маневров подъема орбиты комплекса до  $352 \times 367$  км. Для экономии ресурса бортовых систем 10 февраля "Мир" опять перевели в режим закрутки, предварительно остановив гиродины. 20 марта станцию начали готовить к прилету пилотируемого корабля. Опять включили центральный компьютер, построили ориентацию, раскрутили гиродины, провели тесты системы причаливания и стыковки.

Пилотируемый корабль **"Союз ТМ-30"** стартовал **4 февраля** в 8 ч 01 мин 29 с. Командир экипажа – подполковник Сергей Викторович Залётин, бортинженер – Александр Юрьевич Калери. Известного артиста театра и кино Владимира Александровича Стеклова, готовившегося вместе с ними к полету в качестве пассажира, 16 марта вывели из состава экипажа, как объявили, "из-за невыполнения условий контракта". Главная цель его участия в космической экспедиции была связана



с первоначально запланированной съемкой художественного фильма на борту станции. К сожалению, полет В. Стеклова не состоялся – подвели спонсоры. На станцию "Мир" С. Залётин и А. Калери отправились вдвоем, их позывной – "Енисей".

**Сергей Викторович Залётин** родился 21 апреля 1962 г. в г. Щёкино Тульской обл. В 1983 г. окончил Борисоглебское высшее военное авиационное училище летчиков, затем служил в Московском военном округе. Стал военным летчиком

1-го класса, налетал свыше 1100 ч, выполнил более 120 прыжков с парашютом. В 1990 г. его зачислили в отряд космонавтов. В 1992-94 гг. учился в Государственной академии нефти и газа на факультете "Аэрокосмология", по окончании получил степень магистра экологического менеджмента. В космос полетел впервые.

**Александр Юрьевич Калери** родился 13 мая 1956 г. в г. Юрмала (Латвия). В 1979 г. окончил Московский физико-технический институт и стал работать в НПО "Энергия"

(ныне РКК “Энергия” им. С.П. Королёва). В 1983 г. заочно окончил аспирантуру при МФТИ. В отряде космонавтов с 1984 г. Он дважды побывал на ОК “Мир”: в качестве бортинженера ЭО-11 и ЭО-22, работал с астронавтами Германии, Франции и США. Общая продолжительность полетов – 343 сут 7 ч 37 мин. Трижды выходил в открытый космос, их суммарная длительность – 14 ч 36 мин.

Дублерами “Енисеев” были полковник Салижан Шакирович Шарипов из ЦПК им. Ю.А. Гагарина и Павел Владимирович Виноградов из РКК “Энергия”. Они уже совершали космические полеты: С. Шарипов на американском КК “Индевор” участвовал в миссии STS-89 с посещением станции “Мир”, а П. Виноградов в это время работал на ней бортинженером ЭО-24.

**6 апреля “Союз ТМ-30” состыковался с ОК “Мир”.**



Сближение проходило, как обычно, в автоматическом режиме. Когда на последних метрах сближения стало увеличиваться рассогласование по тангажу, С. Залётин по указанию ЦУП перешел на ручное управление. За 3 м до цели он остановил корабль, отвел его на расстояние 7 м и завершил стыковку. Корабль причалил к стыковочному узлу на переходном отсеке станции в 9 ч 31 мин 24 с.

Одна из задач экипажа ЭО-28 – поиск негерметичного отсека и места негерметичности. Эту работу экипаж проводил поэтапно. Последовательно проверялась герметичность отсеков станции, в том числе и систем вакуумирования гиродинов. Определив негерметичный отсек, приступили к поиску места, через которое воздух уходил из станции. Для этой цели экипаж имел комплект специальных приборов “Бар”. В него вошла разработанная в ЦНИИ машиностроения аппаратура. Ее действие основано на температурно-влажностном методе – снижение температуры адиабатически расширяющегося воздуха при истечении его в вакуум охлаждает окрестности места утечки. В комплект вошел также акустический пеленгатор, предложенный КБ “Салют” (ГКНПЦ им. М.В. Хруничева). Утечку удалось обнаружить без этих приборов.

*Экипаж 28-й длительной экспедиции на орбитальный комплекс “Мир” С. Залётин и А. Калери*

**19 апреля** космонавты готовили переходный отсек станции к проверке герметичности. Осматривая гермоплату, вмонтированную в люк, ведущий в модуль “Спектр”, случайно задела клапан манометрической аппаратуры и услышали шипение выходящего воздуха – так нашли негерметичность.

Напомним, что три года назад в модуле “Спектр” была нарушена герметичность после столкновения с грузовым КК “Прогресс М-34”. Модуль закрыли 25 июня 1997 г. сначала обычным люком, а потом привезли люк с гермоплатой. На ней были установлены электрические разъемы, к которым подсоединили с одной стороны кабели от солнечных батарей “Спектра”, а с другой – кабели бортовой электросети станции. На этой же плате стоял клапан, через него измеряли давление в “Спектре”, а также наддували модуль газовой смесью, когда пытались обнаружить место негерметичности. Очевидно, со временем крепление клапана ослабло, и он стал пропускать воздух. По рекомендации ЦУП на место клапана поставили заглушку и затянули ее ключом. Но для полной гарантии проверку отсеков продолжали. И только в конце мая 2000 г. специалисты дали заключение, что станция герметична.

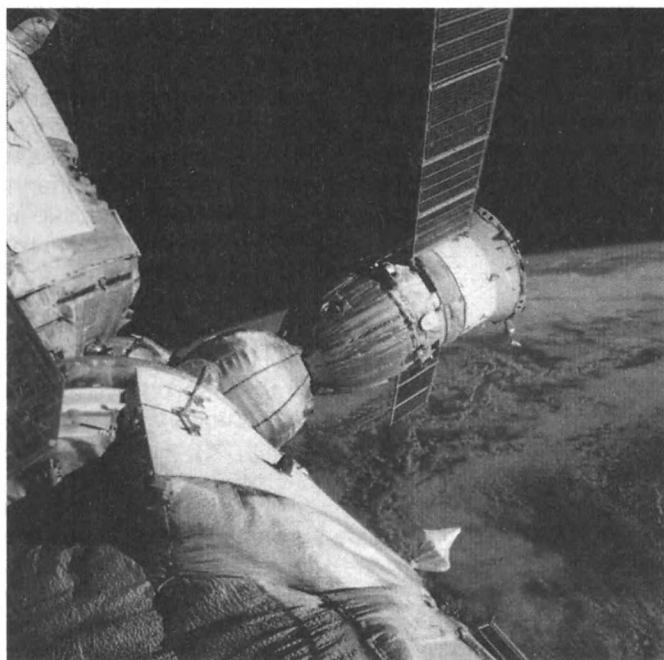
В апреле с помощью кораблей “Прогресс М1-1” и “Союз ТМ-30” были снова проведены маневры повышения орбиты полета.

После заключительного, 24 апреля, высота орбиты стала  $329 \times 350$  км. На этом "Прогресс М1-1" исчерпал свои возможности, и **25 апреля** в 23 ч 08 мин 02 с к ОК "Мир" стартовал КК "Прогресс М1-2". "Прогресс М1-1" расстыковался со станцией **26 апреля** в 19 ч 32 мин 33 с. Торможение корабля производилось двигателями причаливания и ориентации, включенными в 22 ч 26 мин 03 с (они отработали 418 с). Сход с орбиты прошел в 23 ч 18 мин 08 с. Длительность полета "грузовика" – 85 сут 13 ч 31 мин.

Освободившийся на модуле "Квант" стыковочный узел **28 апреля** занял "Прогресс М1-2". Он причалил в 00 ч 28 мин 48 с, а затем провели три коррекции орбиты (29 и 30 апреля и 1 мая), после чего высота орбиты увеличилась до  $370 \times 390$  км. По заключению баллистической службы, ОК "Мир" без дополнительных коррекций орбиты может летать до своего 15-летия, т.е. до 20 февраля 2001 г. Из-за активности Солнца гарантийный срок сократили – до конца декабря 2000 г.

Программой полета ЭО-28 предусматривался один **выход в открытый космос** со следующими задачами:

- проведение эксперимента "герметизатор" (нанесение гер-



- метизирующей смеси на панель, имитирующую поврежденный участок корпуса космической станции);
- инспекция солнечной батареи, установленной на модуле "Квант";
- осмотр грузового корабля "Прогресс М1-2";
- демонтаж экспериментальной тонкопленочной солнечной батареи, установленной на стыковочном отсеке;
- выполнение программы эксперимента "Панорама" (инспекция внешней поверхности станции).

**12 мая** в 13 ч 44 мин космонавты открыли выходной люк и приступили к работам в открытом космосе.

Эксперимент "Герметизатор" предполагалось выполнить еще предыдущей экспедицией. 16 ап-

реля 1999 г. В. Афанасьев и французский космонавт Ж.-П. Эньере установили имитационную панель возле выходного люка, но выдавить герметизирующую смесь не удалось. Теперь все получилось.

С помощью грузового стрелы космонавты переместились на модуль "Квант". Солнечная батарея, которую предстояло обследовать, доставлена на "Мир" вместе со стыковочным отсеком в ноябре 1995 г. кораблем "Атлантис" (STS-74). **Солнечная батарея дооснащения** (СБД) имела американские фотоэлектрические преобразователи и предназначалась, в том числе, для экспериментальной отработки в интересах будущих космических программ. В мае 1996 г. Ю. Онуфриенко и Ю. Усачев перенесли СБД на модуль "Квант", установили ее и

раскрыли. Они подключили половину генераторов СБД к электроразъемам системы энергоснабжения на модуле "Квант". Подключением второй половины занимались В. Корзун и А. Калери в декабре того же года. Им пришлось проложить кабель от СБД на базовый блок к электроразъемам дополнительной солнечной батареи. В марте 2000 г. начались перебои в подаче электроэнергии с этой солнечной батареи, а потом питание и вовсе прекратилось. Внутренняя электросеть была исправна, и ситуацию надеялись прояснить во время выхода в открытый космос. Вот что сообщил А. Калери в своем докладе:

"На ОНИ (отсек научных инструментов – негерметичный отсек модуля "Квант") сгорел кабель. Кабель, который идет от привода батареи на ОНИ и разветвляется на 6 веток с разъемами. В месте разветвления все обуглено, а несколько веток болтаются обгоревшие.

Одна из них кончается разъемом, который нам надо было расстыковывать... Из кабеля высыпается труха, окалина. Повреждена изоляция... кое-где на изоляции брызги расплавленного металла. Поручень на ОНИ с одной стороны темный, а ЭВТИ (экранно-вакуумная теплоизоляция) обуглена...

На кабеле СЭП (система энергоснабжения), соединяющем ОНИ с приводом, тоже следы потемнения, обугливания до самой батареи. В местах контактов есть следы окислы и потемнения... Здесь кабель-вставка, которую мы с Валерой (В. Корзун) в 1996 г. прокладывали... На нем в месте контакта с кабелем СЭП внешний чехол тоже немного обугленный... В месте контакта с корпусом привода на изгибе также следы обугливания... Взятся за этот кабель, а внутри чувствуется труха. Весь кабель до корпуса привода обугленный. На донной части батареи видны следы

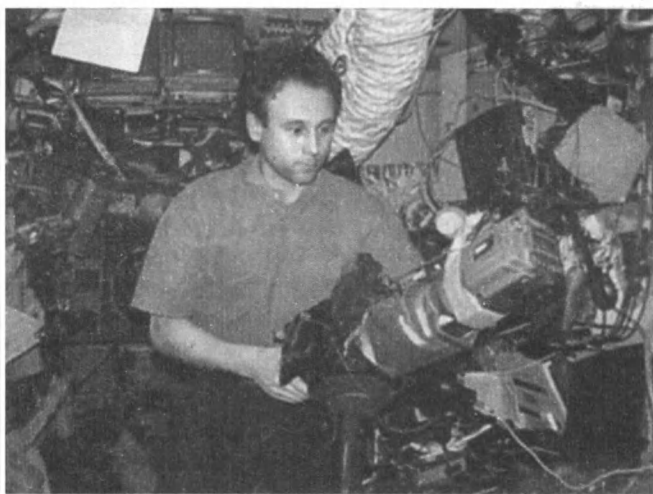
окалины, копоть... Кабели на батарее чистые".

Короткое замыкание в открытом космосе случилось впервые. Но солнечная батарея осталась целой, и ее привод сохранил подвижность. Руководитель полета В. Соловьев оценил ситуацию как неприятную, но не критическую. Еще в марте 2000 г., когда эта батарея перестала работать, перераспределили электроэнергию, получаемую от других солнечных батарей. И сейчас ее достаточно для проведения полной программы экспедиции.

Осмотр грузового корабля "Прогресс М1-2" выполнялся по просьбе конструкторов. Их интересовало, не повлиял ли на КА скоростной напор на участке выведения после сброса головного обтекателя. Но космонавты ничего подозрительного на "грузовике" не обнаружили.

Дальнейшие работы экипажа переместились в другое место комплекса – стыковочный отсек, присоединенный к модулю "Кристалл". На стыковочном отсеке в ноябре 1998 г. установили экспериментальную тонкопленочную солнечную батарею, которую теперь надо было вернуть на Землю.

Для быстрого перемещения в открытом космосе на удаленные места работы космонавты использовали грузовую стрелу. Экипаж полностью выполнил программу работ, включая видео- и фото-

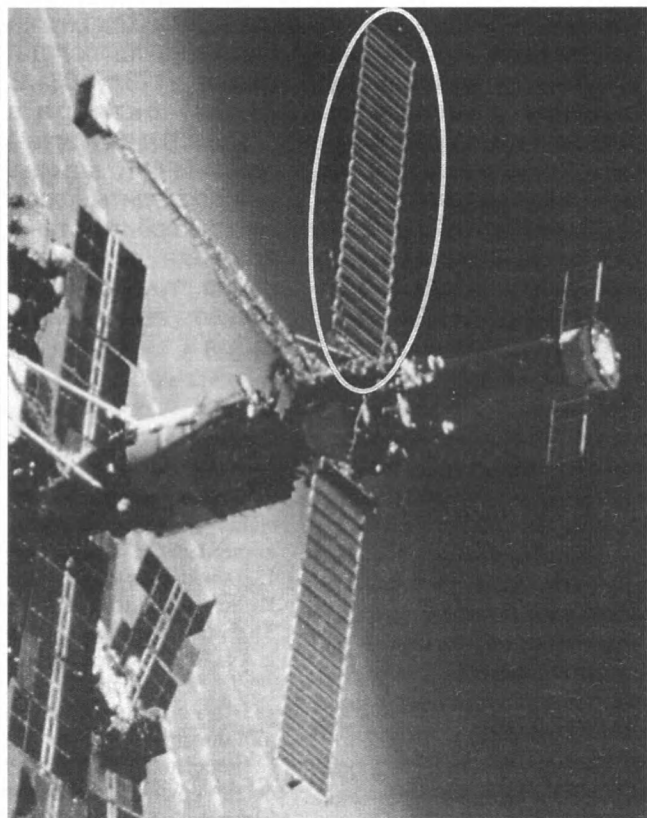


Командир С. Залётин проводит на станции один из экспериментов

съемку. Перед закрытием люка они обследовали резиновые уплотнители. Выходной люк космонавты закрыли в 18 ч 47 мин, пробыв в открытом космосе 5 ч 03 мин, и вернулись на полчаса раньше запланированного времени.

Во время сушки скафандров космонавты попытались с помощью аппаратуры "Бар" найти место, где выходной люк пропускает воздух. Из-за негерметичности шлюзовой отсека приходилось постоянно держать изолированным и наддувать при работе в нем. Найти место утечки не удалось, так как, вероятно, повреждения резиновых уплотнений находятся в разных местах.

Завершение полета ЗО-28 планировали на 2 июня, но потом экспедиция решила продлить для **проведения научных экспериментов**. Некоторыми из них космонавты занимались и раньше. Так, на протяжении всего полета они регулярно проводили медицинские исследования; наблюдали за природными и техногенными катастрофами (эксперимент "Ураган"), такими как пыльные солевые бури в районе пересыхающего Аральского моря, нефтяными озерами на северо-востоке Каспия; выращивали различные овощные культуры (эксперимент "Оранжевая"). Астрофизические исследования выполнялись без участия экипажа.



За оставшееся до возвращения время экипаж провел серию экспериментов, например "Пелена-2" (изучение генерации и движения потока моносферных капель для капельного холодильника-излучателя космических энергетических установок) и "Плазменный кристалл" (регистрация упорядоченной структуры частиц большого заряда). Космонавты, успешно справившись со всеми задачами, доказали, что станция "Мир" пригодна к дальнейшей эксплуатации. У них сложилось мнение: ОК "Мир" можно эксплуатировать еще по крайней мере, два-три года.

**15 июня** экипаж завершил консервацию станции,

подготовив ее к беспилотному полету. Переходные люки между кораблем и станцией закрыли в 21 ч 17 мин. **16 июня** в 00 ч 24 мин 49 с КК "Союз ТМ-30" отстыковался от станции "Мир". В 2 ч 51 мин 57 с включился маршевый двигатель и, проработав 254.8 с, снизил скорость для схода с орбиты. В ЦУП поступило сообщение, что в 03 ч 43 мин 45 с Сергей Залетин и Александр Калери приземлились в 44 км юго-восточнее г. Аркалык в Казахстане. **Продолжительность полета ЗО-28** составила 72 сут 19 ч 42 мин 16 с.

Орбитальный комплекс "Мир" опять перевели в режим автономного полета. ЦУП постоянно кон-

тролирует состояние ее бортовых систем. Время от времени приходится подправлять ориентацию комплекса, чтобы поддерживать положительный баланс электроэнергии.

**15 октября** в 21 ч 09 мин 51 с проведена **расстыковка** грузового корабля "Прогресс М1-2" от ОК "Мир". Сход с орбиты прошел **16**

**октября** в 02 ч 29 мин 40 с. Длительность полета "грузовика" – 173 сут 03 ч 21 мин 38 с. **17 октября** в 0 ч 27 мин 06 с **запущен "Прогресс М-43"**, который будет проводить коррекцию высоты орбиты станции до прибытия экипажа. **Сстыковка** "грузовика" с комплексом выполнена **21 октября** в 1 ч 16 мин 05 с.

Дальнейшая судьба ОК "Мир" по-прежнему неопределенна. Продолжение эксплуатации или прекращение полета комплекса зависит от правительственного решения. Заявленный на конец ноября старт экипажа 29-й основной экспедиции перенесен на 2001 г.

*В.И. ЛЫНДИН*

## Информация

### **Есть ли планеты у звезд шаровых скоплений?**

Объектом исследования Космического Телескопа им. Хаббла стало шаровое скопление 47 Тукана – одно из двух шаровых скоплений, видимых не-

вооруженным глазом. Наблюдения продолжались 8,3 сут в июле 1999 г. Было получено 1300 изображений скопления. Прослеживалось поведение 34 тысяч звезд скопления. Если бы блеск какой-либо из них резко изменился, это свидетельствовало бы о прохождении между ней и Землей другого небесного тела. Им могла быть крупная планета типа Юпитера на орбите, близкой к своему "солнцу".

Подобная методика при наблюдениях звезд Галактики уже привела к выводу, что около 1% звезд могут иметь "горячие Юпитеры" на близкой ор-

бите. Если такая же статистика верна и для 47 Тукана, у 15-20 звезд можно было бы зафиксировать изменения блеска. Но ни одного подобного случая не отмечено.

Похоже, что планеты у звезд шаровых скоплений отсутствуют. Астрономы предполагали это и раньше. Впервые, звезды шаровых скоплений бедны металлами (в 47 Тукана их в пять раз меньше, чем у Солнца). В газопылевых облаках, окружающих новорожденные звезды скоплений, мало ядер конденсации, вокруг которых могло бы начаться формирование зародышей планет. Во-вторых, если бы планеты и начали зарождаться, их сорвали бы с орбит своим притяжением соседние звезды, которые здесь упакованы в миллион раз плотнее, чем в окрестности Солнца.

Science, 2000, 288, 2121

*Шаровое скопление 47 Тукана (NGC 104). Находится в южном созвездии Тукана вблизи Малого Магелланова Облака. Невооруженным глазом видна как звезда 5<sup>m</sup>. Расстояние 13 000 св. лет. Относится к "молодым" шаровым скоплениям: возраст 10 млрд лет. Содержание металлов в его звездах в 10 раз больше, чем в других шаровых скоплениях, но все же в 5 раз меньше, чем у Солнца. Снимок получен на 1-м телескопе Шмидта Европейской Южной Обсерватории*





## Циркумполярное исследование Арктики

Геофизика, океанология и экология имеют веские основания называться глобальными науками. Все земные океаны соединены друг с другом и образуют единый Мировой океан. Процессы, влияющие на изменения условий окружающей среды, распространяются на большой территории, и их невозможно рассматривать, ограничиваясь пределами одной страны и даже отдельного континента. Неразделимы для науки полярные области Земли, располагающиеся концентрически (циркумполярно) вокруг ее полюсов.

В Антарктике международное сотрудничество осуществляется уже на протяжении многих лет, а

У ИСТОКОВ АРКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Первые метеорологические наблюдения на Северном острове Новой Земли проведены в 1596-97 гг. зимовавшей там голландской экспедицией **Виллема Баренца**. Спустя почти 200 лет первая научная станция на Шпицбергене организована Российской академией наук по инициативе **М.В. Ломоносова**, избранного в 1760 г. иностранным чле-

в той части Арктики, к которой обращена, по выражению **Д.И. Менделеева**, "своим фасадом" Россия, начало формироваться лишь в последнее десятилетие XX в.

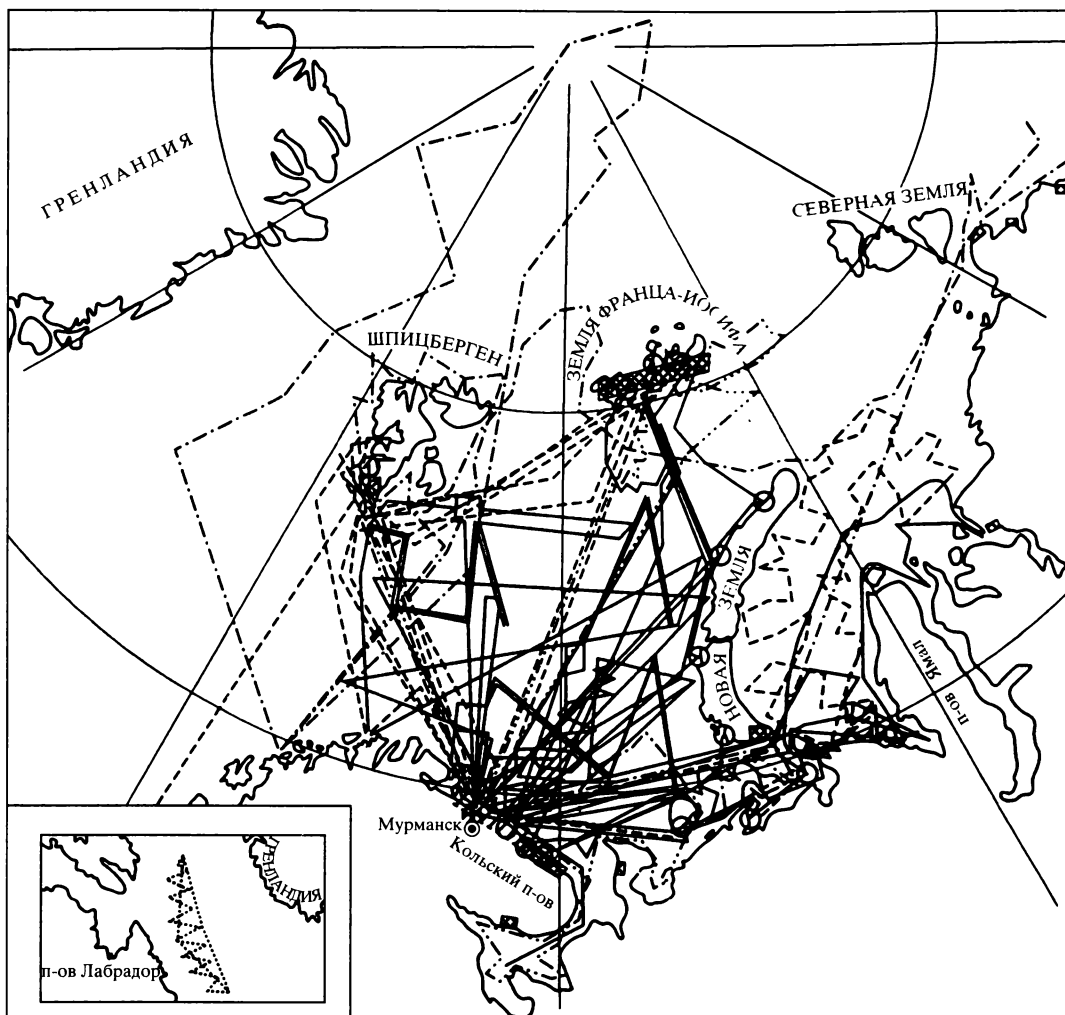
ном Королевской Шведской академии наук. Присланная им рукопись на латыни "Рассуждение о происхождении ледяных гор в северных морях" была зачитана на собрании шведских академиков и опубликована в их периодическом издании (Земля и Вселенная, 1997, № 4).

В 1878-79 гг. **А.Э. Норденшельд**, родившийся в Финляндии (тогда части России), впервые прошел на судне "Вега" (хотя и в две навигации) вдоль се-

верных берегов России из Атлантического океана в Тихий. Его экспедицию финансировали шведский предприниматель **Оскар Диксон** и российский золотопромышленник **А.М. Сибиряков**. Географическое общество России оказало огромную помощь экспедиции **Норденшельда**. В ее состав от Русского географического общества был включен поручик флота **А.О. Нордквист**, а до устья Лены "Вега" сопровождал пароход, при-



Эмблема шведско-русской экологической экспедиции "Экология тундры-94", символизирующая начавшееся в 1994 г. международное сотрудничество в области циркумполярного исследования Арктики



*Маршруты экспедиций Мурманского морского биологического института, выполненные при участии ученых других стран в 1991-94 гг. (по Г.Г. Матюшову)*

надлежавший А.М. Сибирякову. Основную часть пути шведский и русский корабли шли вместе (Земля и Вселенная, 1995, № 3).

В последнее десятилетие XIX в. русские полярные исследователи Э.В. Толль, С.О. Макаров,

А.С. Кучин, В.А. Русанов очень тесно сотрудничали с норвежскими полярниками, прежде всего с Р. Амундсеном и Ф. Нансеном. Заметной вехой в истории научного сотрудничества скандинавских стран и России стала русско-шведская **экспедиция по измерению дуги меридиана на Шпицбергене в 1899–1901 гг.** (Земля и Вселенная, 1999, № 3).

В 1913 г. в плавании грузового норвежского корабля “Коррект” в качестве консультанта участ-

вовал **Фритьоф Нансен**. Семнадцатью годами ранее он прошел на своем “Фраме” вдоль северных берегов европейской и азиатской России, направляясь к месту начала дрейфа через Северный Ледовитый океан. Теперь он имел возможность снова побывать в ранее посещенных им местах – на Ямале, Таймыре, Диксоне, в устье Енисея. “Страной будущего” назвал тогда Нансен Сибирь, в те времена еще не затронутую хозяйственной дея-

тельностью человека и сохранявшую ненарушенной природную среду.

Большую часть XX в. та область Арктики, что примыкает к северным берегам России, была практически закрыта для иностранных исследователей. Только в последние годы положение стало меняться. Исследование Арктики **становится интернациональным делом.**

#### В РОССИЙСКИХ ПОЛЯРНЫХ МОРЯХ

После того как исследование в Северном Ледовитом океане в 30-е гг. проводили исключительно суда Главсевморпути, а в последующем – дрейфующие станции “Северный полюс” (СП), в 90-е гг. практически единственным исполнителем океанографических работ в Полярном бассейне становится **Мурманский морской биологический институт** (ММБИ) Кольского научного центра РАН. Институт и ранее проводил исследования, но ему удалось, по словам его руководителя члена-корреспондента РАН Г.Г. Матюшова, “значительно расширить район проведения исследований и перевести их на качественно новый методический и технический уровень”. И в этих исследованиях приняли участие ученые из других стран Европы. Зачастую это были международные экспедиции.

В 1993 г. сотрудники ММБИ работали в Полярном бассейне и в море Лаптевых совместно с

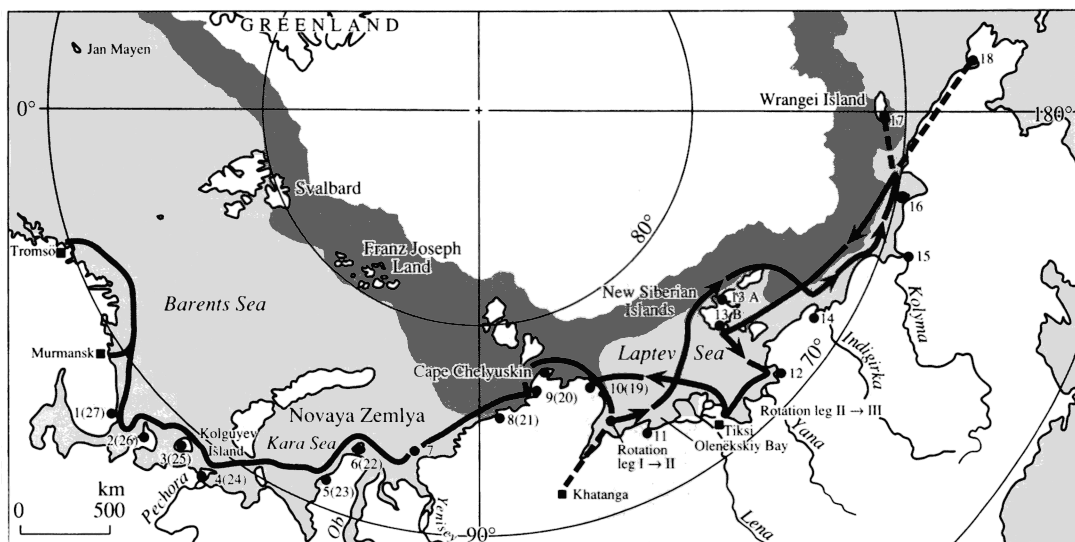
**германской экспедицией на ледоколе “Polarstern”** (“Полярная звезда”). Другие иностранные исследователи базировались на судах ММБИ. Они получили также возможность использовать построенную институтом в 1991 г. биостанцию на о. Гукера (Земля Франца-Иосифа). В полевых работах участвовали специалисты из Института океанологии Академии наук Польши, Института морских и полярных исследований им. А. Вегенера (Германия), университетов г. Тромсе (Норвегия) и штата Огайо (США). Были проведены наблюдения параметров морской воды в проливах, интенсивности ледникового стока, изучались сообщества планктона и бентоса, жизнь обитателей птичьих базаров и морских млекопитающих.

Вместе с сотрудниками **Норвежского полярного института** исследованы **пути миграции моржей**: специальные трансмиттеры, установленные на бивнях животных, передавали через спутник информацию об их передвижении. В результате выяснено, что моржи Шпицбергена (Свальбарда), Новой Земли и Земли Франца-Иосифа принадлежат к одному стаду, перемещающемуся между этими архипелагами. Норвежские орнитологи приняли участие в уникальных подсчетах с самолетов численности популяции зимующих на побережье Кольского полуострова **морских птиц и тюленей**, в результате которых

впервые обнаружены крупнейшие в мире скопления (около четверти мировой популяции) редкого, строго охраняемого вида – стеллеровой гаги. За последние 50 лет в Баренцевом море резко сократилась численность таких базарообразующих птиц, как толстоклювые и тонкоклювые кайры, и это оказало существенное влияние на **экосистему Ледовитого океана.**

Международные экологические исследования позволили получить сведения об уровне радиоактивного и токсичного загрязнения арктических экосистем. Отечественные приборы не обладали необходимой разрешающей способностью, поэтому было использовано оборудование **Финского центра ядерной и радиационной безопасности и норвежских институтов.** Благодаря кооперации ученых разных стран наконец стали известны степень загрязнения в донных осадках и содержание загрязняющих веществ и живых организмов, представляющих все уровни трофической цепи морских экосистем – от планктона до птиц и млекопитающих. Обнаружено, что **антропогенное воздействие на экосистемы арктических морей** усугубляется глобальными изменениями климата.

В 1996 г. океанологи и морские геологи из Швеции и России участвовали в большом океанском плавании (вплоть до Северного полюса) **шведского ледокола “Оден”.**



Маршрутная карта экспедиции *Tundra Ecology-94* с обозначением пунктов полевых исследований (журнал *AMBIO*, 1999, v. 28, № 3)

Впервые был исследован гидрологический режим океана над подводным хребтом Ломоносова, пересекающим его дно в центральной области. Получены новые данные о рельефе дна.

Продолжает свою работу многолетняя Арктическая экспедиция Института проблем эволюции и экологии. Организованная еще в 1956 г. академиком ВАСХНИЛ Е.Е. Сыроечковским, в последние 10 лет она стала международной. В ней участвуют специалисты-биогеографы из Германии, Франции, Великобритании и других стран, и работает она не только на Таймыре, где было положено начало, но и на Чукотке и арктических островах.

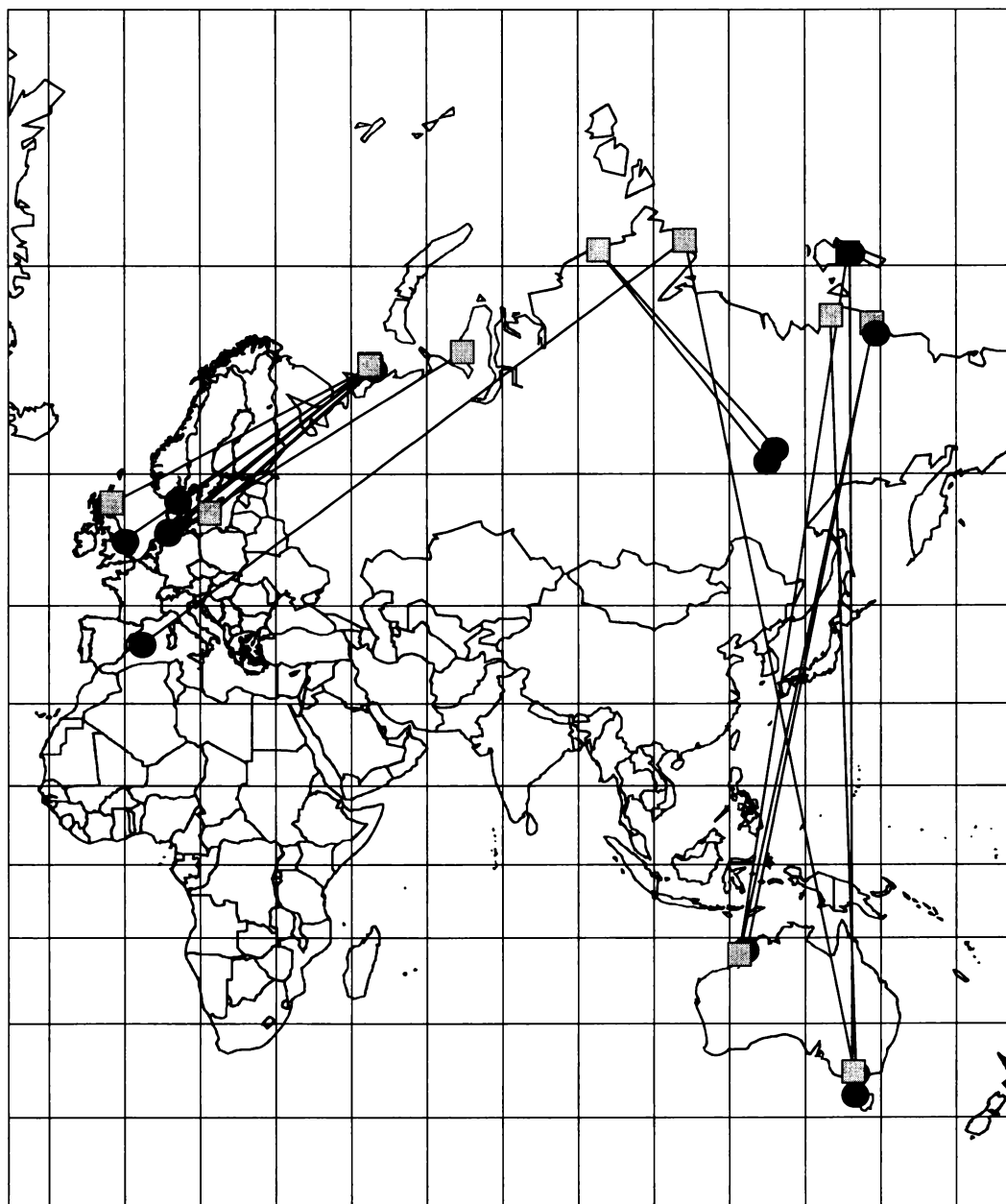
Особое место в ряду последних арктических экспедиций принадлежит шведско-русской экологической экспедиции, работавшей в тундре Северной России, по сути, первой циркумполярной. Именно она обозначила переход от локальных исследований в Арктике к целостному познанию, которое невозможно без объединения усилий ученых разных стран.

“ЭКОЛОГИЯ ТУНДРЫ-94”

Идея экспедиционных экологических исследований всего пространства тундры Евразии и Северной Америки принадлежит группе шведских экологов университета г. Лунда, руководимой профессором Т. Алерстамом. Замысел экспедиции впервые обсужден в сентябре 1991 г. в отеле “Нобель” в норвежской столице Осло, где встретились шведские и российские ученые, и среди них – профессор

университета г. Лунда С.А. Бенгстон и российский зоогеограф и эколог академик Всероссийской академии сельскохозяйственных наук Е.Е. Сыроечковский. В последующие два с половиной года состоялось, по крайней мере, десять совещаний, на которых разрабатывалась концепция совместных исследований на побережье Северного Ледовитого океана. На заключительной встрече в Москве в декабре 1992 г. согласованы основные аспекты исследовательской программы, маршруты экспедиции, график их выполнения.

Российская группа предложила программу изучения биоразнообразия в тундре, динамики ее изменений в границах экосистем, вызванных локальным и глобальным влиянием антропогенных факторов. Очень ценно, что результаты экспедиции можно сопоставить с материалами, ранее полу-



ченными российскими учеными.

Специалисты 15 научных институтов (среди них девять академических) и четырех университетов России приняли участие в экспедиции, получившей официальное название **"Tundra Ecology-94"**

(**"Экология тундры-94"**). Со шведской стороны в экспедиции работали 70 ученых из университетов **Швеции, Норвегии, Дании, Финляндии, Исландии, Великобритании и США.** Зоогеографы из Института морфологии животных и экологии РАН Е.Е. Сыроеч-

*Карта перелетов птиц, гнездящихся в тундре Евразии, по данным кольцевания, проводившегося экспедицией Tundra Ecology-94 (журнал AMBIO, 1999, v. 28, № 3)*

ковский, Е.В. Рогачева, Н.В. Вронский исследовали видовое разнообразие

птиц – орнитофауну тундры. Их шведские коллеги изучали популяции животных: лемминга, дикого северного оленя и морских млекопитающих в прибрежных водах. Изучение основных типов растительных сообществ, их пространственно-временной структуры курировала группа сотрудников Института ботаники им. В.Л. Комарова РАН. Исследованием природной организации экосистем в Арктике и общей тенденции их изменения, включая палеогеографический аспект, занялись сотрудники Института географии РАН С.В. Горячкин, Р.И. Злотин, М.В. Глазов.

Экспедиция базировалась на российском научно-исследовательском судне “Академик Федоров”, известном своими многократными рейсами в Антарктику. Судно проследовало от Кольского полуострова до острова Врангеля. На этом пути вертолеты доставляли группы исследователей на один или несколько дней для проведения полевых работ в 17 точках арктического побережья. Большая часть их посещения вторично – на обратном пути.

К востоку от Енисейского залива преодолеть тяжелые льды научно-исследовательскому судну помогли ледоколы “Тай-

мыр” и “Ямал”, прокладывая проход в ледяном поле. Благодаря им без больших трудностей удалось обогнуть полуостров Таймыр, и экспедиция приблизилась к северной оконечности Евразии – мысу Челюскин, где на берег высадились две полевые партии.

Несмотря на тяжелые ледовые условия, на востоке все же удалось организовать полевые исследования в устье р. Оленёк, где сохранилось довольно большое стадо дикого северного оленя. А дальше из-за невозможности пробиться через плотный лед к устью р. Яны пришлось изменить маршрут. Решено было идти к Новосибирским островам, используя Великую Сибирскую польню. Там, на о. Бельковском, изучена большая колония птиц – один из крупнейших в Арктике птичьих базаров. На ледяных полях к северу от Новосибирских островов замечено стадо более чем из 200 моржей, принадлежащих к виду, занесенному в Красную книгу России.

Ледовые условия оставались сложными, но “Академик Федоров” без ледокольной поддержки прошел мимо устья Индигирки, в дельте которой, на берегу Гусиной бухты, был установлен один из полевых лагерей экологической экспедиции. Команда умело провела корабль к дельте Колымы, представившей особый интерес для ученых, работавших там несколькими отрядами. Одновременно большая группа ученых провела исследования на территории Государственного природного парка на о. Врангеля, куда ее доставили вертолеты. А другая группа высадилась в материковой тундре Чукотского полуострова, на мысе Шелагском, и затем переместилась. Временная станция этого отряда на берегу Колочинской губы стала самой восточной. На мысе Йенретлен экологи установили каменный монумент с национальными флагами Швеции и России, в металлическом ящике помещена мемори-

---

Скопление костей и бивней мамонта на западном побережье Таймыра. Их возраст определен как наименьший среди мировых находок – 4 тыс. лет. Фото Ф.Д. Романенко





альная запись о шведско-русской экспедиции, повторившей через 115 лет путь “Веги” А.Э. Норденшельда.

Первыми объектами экологических исследований на обратном пути “Академика Федорова” стали Новосибирские острова. В тундре дельты Яны был завершён отбор образцов костей и бивней мамонтов для определения их возраста. Этим занимались на протяжении всей экспедиции геологи из Москвы Л.Д. Сулерджицкий и Ф.А. Романенко (Геологический институт РАН и МГУ). Найдены останки мамонтов, ещё четыре тысячи лет назад обитавших на о. Врангеля. Вертолетом группа участников экспедиции доставлена в **дельту Лены**, где учреждён Государственный природный заповедник и строится биологическая станция имени Норденшельда. Затем – снова северо-восточное побережье Таймыра, мыс Челюскин. Посещен небольшой архипелаг Комсомольской правды из девяти островов, открытых еще в первой половине XVIII в.

русскими мореплавателями В. Прончищевым и С. Челюскиным. Следующая остановка корабля – в бухте о. Диксон. Отсюда вертолет доставил группы исследователей в последние точки наблюдений: на о. Белый и западный берег полуострова Ямал, на о. Колгуев, полуостров Канин и, наконец, побережье Кольского полуострова. 8 сентября 1994 г. “Академик Федоров” прибыл в шведский порт Гётеборг. Завершилась “полевая” часть шведско-русской экспедиции “Экология тундры-94”, и начался ее последний, наиболее трудоемкий и продолжительный этап – обработка и анализ полученных материалов. Их объем настолько велик, что первичная обработка, анализ и публикация ее материалов потребовали нескольких лет.

В результате получены самые последние данные о состоянии природной среды в Арктике и о неуклонно продолжающихся процессах ее загрязнения, в том числе обнаружены **необратимые из-**

*Система государственных заповедников и национальных парков Российской Арктики. 1–10 – существующие заповедники и национальные парки; 11–25 – заповедники, рекомендованные к организации международной экспедицией (по Е.Е. Сыроечковскому и Е.В. Рогачевой)*

**менения в тундровой биоте на генетическом уровне.** Они внушают серьезные опасения.

“ТУНДРА СЕВЕРО-ЗАПАДА-99”

Опыт экспедиции “Экология тундры-94” и отработанная в ней методика комплексных исследований на обширной территории на протяжении одного сезона с применением современных транспортных средств были использованы в следующей экспедиции, организованной через пять лет. Ее название – **Tundra Northwest-99** (“Тундра Северо-Запада-99”). Летом 1999 г. экспедиция работала на островах **Канадского арктического архипелага**. Базируясь на борту канадского ледокола береговой охраны, исследовательские отряды вертолетом доставля-

лись в различные точки по ходу маршрута и оставались там на несколько дней для проведения полевых работ. Исследования включали пять крупных тем: трофические взаимодействия в тундре, биоразнообразии, трофические структуры в пресноводных экосистемах, воздействие климатических изменений на экосистемы и их антропогенное загрязнение. Материалы экспедиции еще не опубликованы, но яс-

но, что в результате двух международных проектов (хотя результаты последнего еще и не опубликованы) получен уникальный материал о **современном состоянии циркумполярной зоны тундры**, включая и евразийскую, и американскую части.

Таким образом, в 90-е гг. XX в. наметился переход к новому этапу в арктических исследованиях (Земля и Вселенная, 1996, № 1), принимаю-

щих как и в Антарктике, международный характер. В южной полярной области уже давно научные исследования проводятся исключительно на основе сотрудничества ученых из разных стран мира. Это закономерно, потому что две полярные области занимают на Земле особое место и играют важнейшую роль в жизни нашей планеты.

*В.А. МАРКИН,  
кандидат географических наук*

---

## Информация

---

### Морфология планетарных туманностей

Планетарные туманности – одна из поздних стадий эволюции звезд с начальной массой от  $1 M_{\odot}$  до  $8 M_{\odot}$ . Их можно разделить на три группы: круглые, эллиптические и биполярные. Наряду с изменением формы, при этом меняются их параметры: уменьшается прозрачность, варьирует химический состав и, вероятно, меняется распределение в пространстве – увеличивается концентрация к галактической плоскости. Астрономы расценили эти свойства как признаки, что планетарные туманности в этой последовательности формируются из звезд, возрастающих по массе. Но оставались

сомнения, не есть ли отмеченные свойства лишь следствие наблюдательной селекции, вызванной увеличением поглощения света при приближении к плоскости Галактики, которое к тому же трудно учесть из-за малой точности определения расстояний до планетарных туманностей. (К примеру, расстояние до Неп 2428 оценивается от 6 до 8 тыс. св. лет.)

Поэтому астрономы из Института Космического Телескопа (STScI) решили исследовать планетарные туманности в Большом Магеллановом Облаке с помощью Космического Телескопа им. Хаббла. Типичный размер туманностей на расстоянии БМО – около  $0,5''$ , но большая разрешающая способность КТХ позволила детально изучить их. Всего получены данные по 44 туманностям (27 в рамках целевой программы и 17 изученных ранее). Обнаружилась зависимость

между морфологией туманности, химическим составом и физикой центральной звезды. Например, в круглых туманностях повышено содержание углерода и меньше азота, чем в биполярных и квадрупольных.

Получилось, что звезды с массами от  $1 M_{\odot}$  до  $4 M_{\odot}$  порождают вокруг себя симметричные туманности, а более тяжелые, до  $8 M_{\odot}$ , – туманности сложной формы. Подтверждается и теория звездной эволюции, согласно которой более массивные звезды в ходе эволюции успевают преобразовать углерод в азот. Отмечено несколько случаев асимметричных планетарных туманностей, появившихся у маломассивных звезд. Возможно, у звезды-протенитора имелся близкий компаньон либо планетная система.

Newsletter STScI, v. 17, № 1.  
March 2000



## Отечественные космонавты

Мы начинаем публиковать (в алфавитном порядке) краткие биографии всех наших космонавтов, совершивших космические полеты. За 40 лет после полета Ю.А. Гагарина выполнено 92 запуска (из них 2 аварийных) космических кораблей серий "Восток", "Восход", "Союз", "Союз Т" и "Союз ТМ". Многие из 93 космонавтов, побывавших в космосе до 2001 г., работали и на борту орбитальных станций "Салют-1,3-7" и "Мир", совершили полеты на американских кораблях много разового использования "Спейс Шаттл". В тексте



**Авдеев Сергей Васильевич** (р. 1956), 74-й космонавт, 274-й астронавт мира. Родился в г. Чапаевске Самарской обл. Мечтал стать физиком-ядерщиком, но после окончания Московского инженерно-физического института вместо Центра ядерных исследований в Дубне его распределили в КБ.

встречаются сокращения: ЭО – основная экспедиция (длительная) и ЭП – экспедиция посещения (кратковременная) на орбитальный комплекс "Мир", с порядковым номером программы; STS – номер программы полета КК "Спейс Шаттл"; ЦПК ВВС – отряд космонавтов Центра подготовки космонавтов, состоящий из военных летчиков. После номера основной экспедиции иногда указывается название международной программы, а после номера корабля, на котором космонавт стартовал, – номер КК возвращения. Например,

С 1979 г. по 1987 г. он, работая инженером в НПО "Энергия", испытывал аппаратуру КА, в том числе гамма-телескоп "Гамма-1", имеет несколько изобретений. Кандидат технических наук, кандидат в мастера спорта по легкой атлетике (прыжки в высоту). Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (8-й набор) в 1987 г. С 1990 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-14 и -20" по программам ЭО-9, -10, -11 и -17. Принял участие во французской и немецкой космических программах. Выполнял 3 полета в качестве бортинженера экипажа

ЭО-26/27/ "Персей" – космонавт участвовал в 26-й и 27-й основных экспедициях и международной программе "Персей", "Союз" ТМ-28/29 – стартовал на корабле "Союз ТМ-28" и совершил посадку на "Союзе ТМ-29". При подготовке материала использованы отечественные издания, в их числе энциклопедия "Космонавтика" (М., 1986), сборники "Освоение космического пространства в СССР. 1957–1986 гг.", журнал "Новости космонавтики", а также зарубежные источники.

жей КК "Союз ТМ-15, -22 и -28/29" на ОК "Мир": 27.07.1992–1.02.1993 (ЭО-12/"Антарес"), 3.09.1995–29.02.1996 (ЭО-20/"Евромир-95") и 13.08.1998–28.08.1999 (ЭО-26/27/"Персей"). Совершил 10 выходов в открытый космос общей длительностью 1 сут 17 ч 32 мин. Установил мировой рекорд по общей продолжительности полетов – 747 сут 14 ч 14 мин 11 с. Герой России. Награжден орденом "За заслуги перед Отечеством", французским орденом Почетного легиона, медалью NASA "За космический полет", другими орденами и медалями.



**Аксенов Владимир Викторович** (р. 1935), 36-й космонавт, 79-й астронавт мира. Родился в с. Гиблицы Рязанской обл. С детства мечтал летать на самолетах, поэтому после окончания в 1953 г. Мытищинского машиностроительного техникума стал курсантом Чугуевско-

го военного авиационного училища летчиков. С 1957 г. по 1973 г. работал конструктором в ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия"), в 1963 г. закончил Всесоюзный заочный политехнический институт, кандидат технических наук. В летно-испытательной лаборатории ОКБ-1 занимался испытаниями систем космических кораблей и составлял документацию полетов. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (3-й набор) в 1973 г. Выполнил 2 полета в качестве бортинженера общей длительностью 11 сут 20 ч 11 мин

47 с: 15–23.09.1976 на КК "Союз-22" (программа "Радуга") и 5–9.06.1980 на КК "Союз Т-2" и ОС "Салют-6". Ушел из отряда космонавтов в 1988 г. Работал Генеральным директором НПО "Планета", с 1996 г. – председатель президиума общественной организации "Духовное наследие России". Дважды Герой Советского Союза. Награжден двумя орденами Ленина, орденом Карла Маркса (ГДР), золотой медалью Чехословакии "За заслуги в развитии науки", другими орденами и медалями. Почетный гражданин городов Гагарин, Рязань и Касимов.



**Александров Александр Павлович** (р. 1943), 55-й космонавт, 123-й астронавт мира. Родился в Москве в семье сотрудников ГИРД, участвовавших в создании и запуске в 1933 г. первой отечественной ракеты "ГИРД-09".

Пошел по стопам родителей, с 1964 г. по 1978 г. работал техником, а после окончания в 1969 г. вечернего факультета МВТУ им. Н.Э. Баумана инженером-конструктором в ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия"). Принимал участие в создании системы управления КК "Союз", кандидат технических наук. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (4-й набор) в 1978 г. С 1981 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз Т-5, -8, -10, -13 и -15" и "Союз ТМ-2". Выполнил 2 полета

в качестве бортинженера общей длительностью 309 сут 18 ч 03 мин: 27.06–23.11.1983 на ОС "Салют-7" (КК "Союз Т-9") и 22.07–29.12.1987 на ОС "Мир" (КК "Союз ТМ-3/2"), 2 выхода в открытый космос общей продолжительностью 5 ч 45 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1993 г. Работает начальником летно-испытательной службы РКК "Энергия", занимается подготовкой космонавтов. Дважды Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.



**Артюхин Юрий Петрович** (1930–1998), 30-й космонавт, 71-й астронавт мира. Родился в д. Першутино Московской обл. Пошел по стопам отца, летчика. Закончил в 1950 г. Серпуховское военное авиационно-техническое училище и до 1952 г. слу-

жил техником в авиационной эскадрилье Забайкальского военного округа. После окончания в 1958 г. Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е. Жуковского остался работать на кафедре авиационных приборов инженером по автоматиза-

ции двигателей, кандидат технических наук. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (2-й набор) в 1963 г. С 1965 г. по 1980 г. проходил подготовку в составе экипажей "Восход-3", "Союз" и программе полетов на военной ОС "Алмаз" ("Салют-2 и -3", транспортные корабли снабжения). Выполнил полет 3–19.07.1974 в качест-



**Арцебарский Анатолий Павлович** (р. 1956), 71-й космонавт, 248-й астронавт мира. Родился на Украине под Днепропетровском. Мечтал летать на самолетах. В 1979 г. окончил Качинское высшее военное училище летчиков, затем служил в авиационных частях. Ос-

ве бортинженера экипажа КК "Союз-14" на ОС "Салют-3" длительностью 15 сут 17 ч 30 мин 28 с. Выбыл из отряда космонавтов в 1982 г. До 1988 г. служил в ЦПК заместителем начальника по научно-исследовательской и испытательной работе, а затем занимался математическим обеспечением тренажеров корабля "Буран" в

воил несколько типов самолетов, получил квалификацию "Военный летчик первого класса", полковник. В 1985 г. отобран в группу летчиков-испытателей Государственного научного испытательного института ВВС им. В. Чкалова (2-й набор) для подготовки по программе "Буран". Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (9-й набор) в 1988 г. В 1989–90 гг. проходил подготовку в составе экипажа КК "Союз ТМ-11". Выполнил полет 18.05–10.10.1991 в качестве командира экипажа ЭО-9 продолжительностью 144 сут

НПО "Молния". Ушел на пенсию в 1992 г. Герой Советского Союза. Награжден орденом Ленина, польским орденом "Крест Грюнвальда", другими орденами и медалями, почетным дипломом ФАИ. Почетный гражданин городов Калуга, Клин, Ленинск, Джезказган (Казахстан), Даугавпилс (Латвия) и Варна (Болгария).

15 ч 22 мин 20 с на КК "Союз ТМ-12" и ОК "Мир", 6 выходов в открытый космос общей длительностью 1 сут 07 ч 48 мин. В 1993 г. переведен на должность инструктора-космонавта Российской академии наук. Ушел из отряда космонавтов в 1994 г. Окончил Военную академию Генерального штаба в 1996 г., в последнее время – вице-президент Федерации космонавтики России и руководитель фонда сохранения ОК "Мир". Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.



**Атков Олег Юрьевич** (р. 1949), 57-й космонавт, 137-й астронавт мира. Родился в с. Хворостянка Саратовской обл. Посвятил свою жизнь медицине. После окончания в 1973 г. 1-го Московского

медицинского института им. И.М. Сеченова работал в Научно-исследовательском институте кардиологии, там же закончил ординатуру и аспирантуру. Автор нескольких изобретений и научных работ в области ультразвуковых методов диагностики сердечных заболеваний, доктор медицинских наук. С целью углубленного исследования работы сердечно-сосудистой системы человека в условиях невесомости институты АН СССР разра-

ботали программу и приборы. Чтобы провести цикл медицинских экспериментов на борту станции, его отобрали в 1977 г. от Академии медицинских наук для длительной экспедиции. После окончания общекоsmической подготовки в 1980–83 гг. готовился в отряде космонавтов к полету. Выполнил полет 8.02–2.10.1984 в качестве космонавта-исследователя на КК "Союз ТМ-10/11" и ОС "Салют-7" длительностью 236 сут 22 ч 49 мин. С 1988 г.

работает в Российском кардиологическом научном центре в Москве, профессор. С 1991 г. – заве-

дующий кафедрой Российского государственного медицинского университета. Герой Советского

Союза. Награжден орденом Ленина и индийским орденом “Кирти Чакра”.



**Аубакиров Токтар Онгарбаевич** (р. 1946), 72-й космонавт, 256-й астронавт мира. Родился в г. Каракалинске в Казахстане. Стремился стать летчиком. В 1969 г. закончил Армавирское военно-воздушное училище летчиков, а в 1976 г. – школу летчиков-испытате-

лей. Служил в различных авиационных частях, освоил несколько типов самолетов. С 1976 г. работал летчиком-испытателем в КБ А.И. Микояна, за испытание новых типов самолетов в 1988 г. удостоен звания Герой Советского Союза. В 1990 г. ему присвоено почетное звание “Заслуженный летчик-испытатель СССР”. Без отрыва от летной службы в 1976 г. закончил МАИ. Отобран в 1991 г. для полета на станции “Мир” по Казахской космической программе. Выполнил полет 2–10.10.1991 в качестве космонавта-исследователя экс-

педиции посещения на ОК “Мир” (КК “Союз ТМ-13/12”) длительностью 7 сут 22 ч 12 мин 38 с. В 1991-92 гг. продолжил работу в КБ А.И. Микояна. С 1992 г. – заместитель министра обороны Республики Казахстан, а с 1993 г. – Генеральный директор Национального аэрокосмического агентства Казахстана, советник Президента Казахстана по космосу, генерал-майор ВВС Казахстана. Награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, “Знак Почета”, другими орденами и медалями, удостоен звания Герой Казахстана.



**Афанасьев Виктор Михайлович** (р. 1948), 70-й космонавт, 238-й астронавт мира. Родился в г. Брянске. После окончания в 1970 г. Качинского военного авиационного училища летчиков до 1976 г. служил в истребительном полку ВВС в составе Воздушной армии Группы советских войск в Германии. С 1977 г. по 1988 г. служил летчиком-испытателем Государственного научного испыта-

тельного института ВВС им. В. Чкалова (г. Ахтубинск Астраханской обл.). Освоил свыше 40 типов самолетов, налетал более 2000 ч. Без отрыва от службы окончил вечерний факультет МАИ, в 1980 г. получил диплом инженера. В 1985 г. отобран в группу летчиков-испытателей Государственного научного испытательного института ВВС им. В. Чкалова (2-й набор) для подготовки по программе “Буря”. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (9-й набор) в 1988 г. С 1988 г. по 1998 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз ТМ-10, -17 и -27” по программам ЭО-6, -7, -14 и -25. В 1991–92 гг. прошел подготовку в группе космонавтов по програм-

ме командира корабля-спасателя. В 1995 г. окончил Гуманитарную академию Вооруженных сил России. Выполнил 3 полета общей продолжительностью 545 сут 22 ч 34 мин в качестве командира экипажей КК “Союз ТМ-11, -18 и -29” на ОК “Мир”: 2.12.1990–26.05.1991 (ЭО-8), 8.01–9.07.1994 (ЭО-15) и 20.02–28.08.1999 (ЭО-27). Совершил 7 выходов в открытый космос общей длительностью 1 сут 14 ч 24 мин. С 1998 г. – заместитель командира отряда космонавтов ЦПК ВВС. Герой Советского Союза. Награжден орденом “За личное мужество”, другими орденами и медалями.



**Баландин Александр Николаевич** (р. 1953), 68-й космонавт, 226-й астронавт мира. Родился в

г. Фрязино Московской обл. В детстве увлекся конструированием. После окончания в 1974 г. МВТУ им. Н.Э. Баумана работал в НПО "Энергия" инженером-конструктором. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (4-й набор) в 1978 г. С 1981 г. проходил подготовку в группе космонавтов и в составе экипажей КК "Союз ТМ-6 и -7" по программам ЭО-3/4 для

работы на ОК "Мир". Выполнил полет 5.09.1989–11.02.1990 в качестве бортинженера ЭО-6 длительностью 179 сут 01 ч 17 мин 57 с на КК "Союз ТМ-8/9" и ОК "Мир". Совершил 2 выхода в открытый космос общей продолжительностью 10 ч 47 мин. Ушел из отряда космонавтов и РКК "Энергия" в 1994 г. Герой России. Награжден орденами и медалями.



**Батурин Юрий Михайлович** (р. 1949), 90-й космонавт, 382-й астронавт мира. Родился в Москве. Мечтал стать журналистом, но по совету родителей и учителей поступил в МФТИ. Увлечен космонавтикой и, несмотря на повороты судьбы, остался ей верен. После окончания в 1973 г. учебы на факультете "Аэрофизики и космических исследований" МФТИ до 1980 г. работал инженером в НПО "Энергия". Занимался системами солнечной ориентации и управления движением КК "Союз Т". В 1975 г. подает заявление о приеме в от-

ряд космонавтов, но не проходит из-за зрения. У него появляется новое увлечение – политология и право. В 1980 г. заканчивает вечернее отделение Московского юридического института и переходит на работу в Институт государства и права АН СССР. В 1981 г. закончил вечернее отделение факультета журналистики МГУ, защитив диссертацию по теме "Европейский парламент", стал кандидатом юридических наук, разработал ряд законопроектов. В 1990–92 гг. работал консультантом помощника Президента СССР М.С. Горбачева. После его отставки стал советником председателя телекомпании "Останкино" по юридическим вопросам и консультантом программы "Итоги" (1992–93 гг.). В 1993 г. стал помощником Президента РФ Б.Н. Ельцина по юридическим вопросам, а в 1994–96 гг. работал помощником

Президента РФ по национальной безопасности. В 1996 г. назначен Секретарем Совета обороны РФ. До 1998 г. оставался помощником Президента РФ по вопросам обороны и безопасности. Преподает в МГИМО, профессор МФТИ и факультета журналистики МГУ, автор книг по политологии, праву и кибернетике. Решил еще раз попробовать себя в профессии космонавта и в 1996 г. прошел тренировки в ЦПК. В 1997 г. зачислен в отряд космонавтов. Выполнил полет 13–25.08.1998 в качестве космонавта-исследователя по программе экспедиции посещения ЭО-26 общей длительностью 11 сут 22 ч 41 мин 33 с на КК "Союз ТМ-28/27" и ОК "Мир". В 1999 г. стал заместителем командира отряда космонавтов ЦПК ВВС. Награжден орденами и медалями, лауреат премии Союза журналистов СССР.



**Беляев Павел Иванович** (1925–1970), 10-й космонавт, 14-й астронавт мира. Родился в с. Челищево Вологодской обл., мечтал стать путешественником. Когда началась война, хотел пойти добровольцем на фронт, но его не взяли. Работал на заводе. К окончанию войны закончил Ейское авиационное училище летчиков, участвовал в боевых действиях на Дальнем Востоке. Затем



**Береговой Георгий Тимофеевич** (1921–1995), 12-й космонавт, 32-й астронавт мира. Родился в с. Федоровка на Украине. С ранних лет увлекался авиацией, занимался в аэроклубе и незадолго до войны закончил Луганскую школу военных летчиков. Храбро сражался в штурмовой авиации на различных фронтах, трижды горел в самолете, был командиром эскадри-

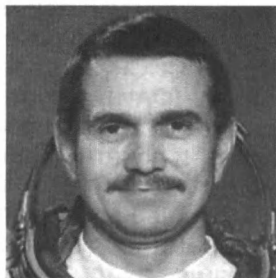
продолжил службу в ВВС, освоил 7 типов истребителей. В 1959 г. окончил Военно-воздушную академию (ныне им. Ю.А. Гагарина). Пришел в отряд космонавтов в 1960 г., когда он создавался (1-й набор). Готовился к полетам по программам “Восток”, “Восход” и лунной программе. Выполнил полет 18–19.03.1965 длительностью 1 сут 02 ч 02 мин 17 с в качестве командира КК “Восход-2”. Когда второй член экипажа А.А. Леонов вышел в открытый космос, П.И. Беляев контролировал работу его автономной системы жизнеобеспечения и управлял кораблем. Во время полета произошло несколько сбоев в работе систем корабля. Из-за отказа автоматической системы

льи, а 185-й боевой вылет сделал 9 мая 1945 г. под г. Брно в Чехословакии. За отвагу и героизм он удостоен звания Герой Советского Союза. После войны закончил высшую офицерскую школу, а затем курсы летчиков-испытателей. В 1948–64 гг. работал летчиком-испытателем, в 1956 г. закончил Военно-воздушную академию (ныне им. Ю.А. Гагарина). В 1961 г. ему присвоено почетное звание “Заслуженный летчик-испытатель СССР”. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (2-й набор) в 1964 г. Готовился к полетам на КК “Союз”. Ему довелось испытывать новый корабль после гибели В.М. Комарова, и он сделал этот трудный шаг. Выполнил полет

ориентации пришлось применить ручное управление. Корабль приземлился в незапланированном районе – в тайге под г. Пермь. Два дня космонавты находились в глубоком снегу, на морозе, ожидая спасателей. П.И. Беляев надеялся еще раз полететь в космос, но умер после операции из-за язвы желудка. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями, в том числе иностранными, Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР. Удостоен звания Герой Болгарии, Вьетнама и Монголии. Почетный гражданин городов Калуга, Пермь и Вологда. Его именем назван кратер на Луне.

26–30.10.1968 на КК “Союз-3” длительностью 3 сут 22 ч 50 мин 45 с. Вскоре после запуска пытался с помощью ручного управления состыковать свой корабль с беспилотным КК “Союз-2”. Выправляя возникший крен, израсходовал много топлива и его не хватило на повторное сближение и стыковку. В оставшиеся до приземления дни провел несколько экспериментов. Г.Т. Береговой ушел из отряда космонавтов в 1969 г. Работал в ЦПК, затем его назначают начальником ЦПК (1972–87 гг.). В 1975 г. защитил диссертацию, стал кандидатом психологических наук. Удостоен Государственной премии в 1981 г. Мечтал еще раз полететь в космос, но не позволил возраст. Ушел

в отставку в 1987 г. в чине генерал-лейтенанта. Много занимался общественной работой, автор книг и статей, возглавлял научно-экологическое движение "Космос-землянам", посетил



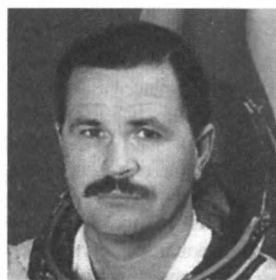
**Березовой Анатолий Николаевич** (р. 1942), 51-й космонавт, 107-й астронавт мира. Родился в п. Энем в Адыгее. После окончания школы работал токарем на заводе "Нефтемаш" в г. Новочеркасске Ростовской обл. Увлёкся авиацией и в 1965 г. окончил Ка-

много стран в целях пропаганды отечественной космонавтики. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, Золотой медалью им. Ю.А. Гагари-

чинское высшее военное училище летчиков, затем служил в авиационных частях. Освоил несколько типов самолетов, получил квалификацию "Военный летчик первого класса", полковник. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (5-й набор) в 1970 г. Без отрыва от тренировок и подготовки к полетам в ЦПК закончил в 1977 г. Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина. С 1975 г. по 1990 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз-21, -23 и -24" и по программе полетов на военной ОС "Алмаз", КК "Со-

на (ФАИ), другими орденами и медалями, в том числе иностранными. Ему присвоено звание Герой Болгарии. Почетный гражданин нескольких городов России и Болгарии.

юз Т-11 и Т-13" и ОС "Салют-7", КК "Союз ТМ-6" и ОС "Мир". Выполнил полет 13.05–10.12.1982 на КК "Союз Т-5/7" и ОС "Салют-7" в качестве командира длительной экспедиции. Продолжительность полета 211 сут 09 ч 04 мин 32 с, совершил выход в открытый космос длительностью 2 ч 33 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1992 г. Работает вице-президентом Федерации космонавтики России. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями, французским орденом Почетного легиона.



**Бударин Николай Михайлович** (р. 1953), 82-й космонавт, 326-й астронавт мира. Родился в п. Киря в Чувашии. После службы в армии работал фрезеровщиком на заводе экспериментального машиностроения – производственной базе НПО "Энергия". В 1979 г. окончил вечерний факультет МАИ по специальности "Производство летательных аппаратов", одновре-

менно работая мастером, а затем инженером-испытателем на Контрольно-испытательной станции НПО "Энергия" (1976-88 гг.). В 1985 г. подал заявление о приеме в отряд космонавтов. Зачисления пришлось ждать 3 года, он напряженно занимался самосовершенствованием. В 1989 г. принят в отряд космонавтов РКК "Энергия" (9-й набор). С 1991 г. по 1998 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-21 и -25" по программам ЭО-18 и ЭО-23 для работы на ОК "Мир", а также в Космическом центре пилотируемых полетов им. Л. Джонсона (США) по программе полета на КК "Атлантис". Стартовал 27.06.1995 г. на корабле "Атлантис" (STS-71) в составе

американо-российского экипажа в качестве специалиста полета. Через 2 дня "Атлантис" состыковался с ОК "Мир", после совместной работы международного экипажа корабль 4.07.1995 г. расстыковался и совершил посадку, а А. Соловьев и Н. Бударин продолжили работу на станции "Мир". Выполнил полет 27.06–11.09.1995 длительностью 75 сут 11 ч 20 мин 21 с в качестве бортинженера ЭО-19, приземлился на КК "Союз ТМ-21". Совершил 3 выхода в открытый космос общей продолжительностью 14 ч 32 мин. Продолжает готовиться к полетам в отряде космонавтов. Герой России. Награжден орденами и медалями, медалью NASA "За космический полет".



**Быковский Валерий Федорович** (р. 1934), 5-й космонавт, 9-й астронавт мира. Родился в г. Павловский Посад Московской обл. Мечтал стать моряком, но, еще учась в школе, занимался в Московском аэроклубе и связал свою жизнь с авиацией. В 1955 г. закончил Качинское военное авиационное училище, затем служил в истребительной авиации. Зачислен в отряд космонавтов “гагаринского” набора. С 1960 г. по 1982 г. проходил подго-

товку по программе полетов на КК “Восток”, “Восход”, “Союз” и орбитальных станциях “Салют”, по лунной программе. Выполнил 3 полета в качестве командира корабля общей длительностью 20 сут 17 ч 47 мин 21 с: 14–19.06.1963 на КК “Восток-5” (в групповом полете с кораблем “Восток-6”, пилотируемым В.В. Терешковой), 15–23.09.1976 на КК “Союз-22” (программа “Радуга”) и 26.08–3.09.1978 на КК “Союз-31” и ОС “Салют-6” (программа “Интеркосмос”, совместно с немецким космонавтом З. Йеном). Без отрыва от подготовки к полетам в 1968 г. закончил Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского, в 1973 г. стал кандидатом технических наук. Ушел из отряда космонавтов в

1982 г. Работал в ЦПК, вел общественную работу, посетил многие страны, пропагандируя отечественную космонавтику. Ушел в отставку в 1992 г. в чине полковника. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, медалью де Лаво (ФАИ), золотой медалью “За выдающееся отличие” и почетным дипломом Королевского аэроклуба Швеции, многочисленными орденами и медалями, в том числе иностранными. Удостоен звания Герой Болгарии, Венгрии и ГДР. Почетный гражданин нескольких городов России, Болгарии и Польши.

*(Продолжение следует)*

*С.А. ГЕРАСЮТИН,  
Е.П. ЛЕВИТАН*

## Информация

### **Российские двигатели на американской ракете**

24 мая 2000 г. с космодрома Канаверал успешно стартовала новая американская РН “Атлас-3А” со спутником связи “Eutelsat W4”. На первой ступени ракеты установлен российский двигатель РД-180, созданный НПО “Энергомаш” им. В.П. Глушко (г. Химки Моск. обл.), так как в 1995 г. эта фирма победила в международном конкурсе. НПО “Энергомаш” и американская фирма аналогичного профиля “Pratt & Whitney” создали совместное предприятие для коммерческого использования российских ЖРД. Для обеих сторон разработка РД-180 стала прорывом в области высоких технологий.

С июля 1957 г. стартовали более 550 ракет-носителей семейства “Atlas”. По сравнению с предыдущим вариантом (“Atlas-2AS”) значительно упростили конструкцию (на 10 тыс. деталей стало меньше) и снизили стоимость нового носителя. Грузоподъемность РН увеличена на 20% (масса КА, выводимого на геостационарную орбиту, возросла с 3.5 до 4.5 т). Повысилась и его надежность: вместо 9 двигателей установлено всего 2 – на первой и второй ступенях. Двигатель РД-180, размещенный в хвостовом отсеке первой ступени ракеты, поставляется в США в собранном виде.

Жидкостный кислородно-керосиновый двухкамерный двигатель РД-180 обладает более высокими характеристиками, чем аналогичные американские. Этого показателя достигли используя замкнутую схему работы с до-

жиганием отработанного газогенераторного газа, что делает его экологически чистым. Стартовая тяга двигателя – 390 тс (в вакууме – 423 тс), удельный импульс 311–337 с, соотношение компонентов топлива – 2.72, сухая масса – 5.3 т. Широкий диапазон дросселирования (уменьшение тяги двигателя) в пределах 40–100% упростило управление траекторией полета РН, а встроенная система диагностики теперь позволяет следить за работой двигателя.

Новая модификация РН “Атлас” будет применяться до 2004 г. Ее впоследствии заменит более дешевый и эффективный носитель “Атлас-5” (первый запуск в 2002 г.), на котором также планируется установить РД-180.

По материалам НПО “Энергомаш” им. В.П. Глушко и фирмы “Lockheed Martin”



## Новые виды энергетики и транспорта в XXI веке

О.А. ЧЕМБРОВСКИЙ,

доктор технических наук

В статье показаны новые методы преобразования “геофизической” энергии (молекул воздуха и внутреннего теплообмена) в электрическую. Колоссальными запасами энергии, скрытыми в стихийных природных процессах – тайфунах и циклонах, – по мнению автора, можно воспользоваться в прикладных целях, в том числе и в космонавтике. Автор занимался изучением такого рода природных явлений и вскрыл их механизм, на



основе которого предполагается создать новые виды энергетических установок и транспортных средств.

Когда статья готовилась к печати, пришло

печальное известие: 14 ноября 2000 г. скончался О.А. Чембровский. Олег Александрович был первым вице-президентом Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, генеральным директором Научно-технического центра “Альтернатива”, заслуженным деятелем науки и техники России, профессором, академиком Нью-Йоркской Академии наук, генерал-лейтенантом ВВС, Героем Советского Союза.

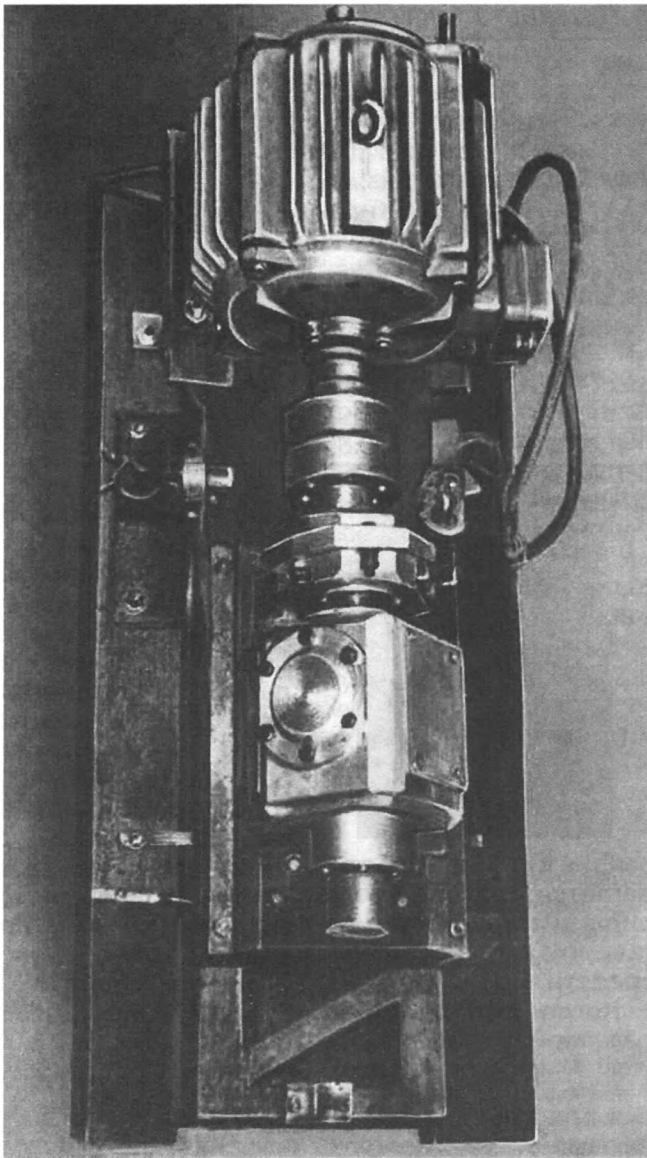
Основой жизни на Земле является энергетика в широком ее понимании. Без энергии нет устроенного быта. Это касается отопления и водоснабжения, электрооборудования в промышленности и домашнем хозяйстве, радио и телевидения. Энергия приводит в движение автомобили и железнодорожные составы, теплотходы и самолеты, космические системы. Без надежного энергоснабже-

ния страдают горнодобывающая и машиностроительная промышленность, сельское хозяйство. Д.И. Менделеев сказал: “Топить нефтью и газом все равно, что топить ассигнациями”. Атомная энергетика грозит черными пятнами и накоплением радиоактивных отходов. Парниковый эффект (накопление  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли, в том числе в результате сжигания традиционных топ-

лив) приводит к глобальным наводнениям вследствие таяния материковых льдов.

Особая проблема – наземный транспорт. Крупные города им перенасыщены. Количество машин превышает пропускную способность автомагистралей. Расширение и строительство новых автотрасс почти не влияет на уменьшение пробок на дорогах.

Вопрос перевозок на громадной территории на-



Экспериментальный прибор "Тверца", использующий "интродинамический" резонансный процесс (1963 г.)

Ясно, что и в целом перед человечеством в начале XXI в. стоят задачи в области энергетики и транспорта, для решения которых необходимо развивать наукоемкие технологии.

Ученые давно стремятся получить энергию из новых источников. Это направление сводится к проблеме добычи и освоения **"геофизической" энергии** на Земле и в космосе. Пожалуй, "геофизической" можно назвать лишь часть энергии космоса. Наиболее известны такие виды энергии, как электромагнитная, гравитационная, межмолекулярная, биофизическая и другие.

В различных областях деятельности человек давно применяет на практике законы взаимодействия электрических и магнитных полей. Хотя их физическая сущность еще до конца не понята. Специалисты многие годы пользуются **изоморфизмом**, т.е. однотипностью формальных математических описаний динамики процессов в полях разной физической природы. Это позволяет моделировать процессы, протекающие в аэродинамике, электродинамических и электронно-вычислительных машинах.

В природе происходят такие непознанные явления, как тайфуны, торна-

шей страны не решить только за счет роста наземной транспортной сети. Необходимо создать транспортную систему, не требующую дорожного строительства. Россия не может довольствоваться сложившейся ситуацией. Движение на железных дорогах осуществляется со средней скоростью, не превышающей 15 км/ч, и

только в пределах рельсовых путей. Водный транспорт ограничен судосходностью морей и рек, а на Севере – еще и сезонами навигации. России необходим бездорожный и не использующий аэродромы большегрузный транспорт, способный обеспечить быстрое сообщение между любыми пунктами страны.

до, смерчи, сезонные перелеты птиц и насекомых на тысячи километров. Вероятно, в этих случаях используются различные виды “геофизической” энергии. Примеры концентрации энергии (в сочетании с ее рассеиванием) в различных средах заставили искать новые технологии, ведущие к решению главной проблемы – преобразования “геофизической” энергии в электрическую или механическую требуемого свойства.

Автор посвятил данной проблеме более 50 лет. В результате исследований автор открыл способ взаимного поддерживания двух процессов (струйного и турбулентного) при формировании динамических сил в замкнутой системе только за счет внутреннего теплообмена (О.А. Чембровский “Принципиальные концепции дианавтики”, ВИНТИ, ж. “Транспорт”, 1997, № 5). В 1963 г. прошли испытания созданного автором экспериментального прибора “Тверца” (назван в честь места испытаний, проводившихся в г. Тверь), использующего новый вид энергии. В объеме 8 см<sup>3</sup>, наполненном тиоколом (жидкий каучук), создавался специальный “интердинамический” резонансный процесс, протекающий в замкнутом пространстве и сопровождаемый большим энерговыделением. Прибор за счет внутренних процессов генерации сил развил тягу в несколько десятков тонн. В 1952 г., используя относительную влажность воздуха менее 100% в при-

боре, наполненном жидким тиоколом, упругость паров которого достигала примерно 1 атм при изменении температуры на 1° С, мы реализовали стабильный механический процесс, демонстрирующий возможности получения энергии из атмосферы.

В 1972–75 гг., являясь заместителем председателя президиума Дальневосточного научного центра АН СССР (ныне Дальневосточное отделение РАН), автор поставил вопрос о выяснении причин зарождения тайфунов и смерчей. Исследования в Тихом океане показали, что первопричина этих природных явлений – **вихревые процессы**, взаимодействующие с гравитационным полем Земли. В тот же период мы проводили анализ сверхдальних перелетов птиц и насекомых. В работах принимали участие биологи и орнитологи. Изучались данные исследований метаболизма живых организмов. Надо сказать, что ранее, в 1935 г., находясь в Уругвае, автор был свидетелем перелета саранчи из Африки в Южную Америку. Тучи насекомых пролетели тысячи километров без традиционного питания (биологических энергоносителей), т.е. без пополнения энергией. Как показали исследования на Дальнем Востоке, преодолевая огромные расстояния, эти насекомые должны были съесть злаковых культур в 50 раз больше собственной массы. Одновременно с нами подобный анализ прово-

дил М.К. Тихонравов, в тот период – заместитель главного конструктора ракетно-космических систем академик С.П. Королёва. Интересно, что мы независимо друг от друга определили **энергетическое качество** динамической силы, рождаемой крыльями данных биологических объектов к единице мощности, затрачиваемой на ее формирование. Нами получен важный результат: если у рукотворного вертолета эта величина составляет 4–6 кг на одну лошадиную силу, то у птиц – около 150–200 кг, у саранчи – до 400 кг, а у шмеля – более 1000 кг (!).

Процессы в торнадо аналогичны процессам в системах, работающих по энергосберегающим технологиям. Так появилась первая подсказка природы: возможно преобразовывать “геофизическую” энергию в любой другой вид энергии (электрическую, механическую). Так возникло представление о **“торсионном топологическом когерентном вихревом процессе”** (ТТ КВП), характерном для поведения торообразных вихревых потоков (Земля и Вселенная, 1996, № 6). Устройство для преобразования “геофизической” энергии в электрическую или механическую названо автором “Торнадо” или энергосиловым блоком (ЭСБ).

Одно из важных свойств ТТ КВП – осуществление двух независимых циклов. Первый – замкнутый “интердинамический” процесс обеспечи-



вает получение неуравновешенной силы (как в приборе “Тверца”). Второй цикл – ротационный процесс использует эту неуравновешенную силу, развиваемую ее момен-

том для приведения в действие преобразователя мощности, создающего электрическую или механическую силу.

Если, например, взять как энергоноситель воз-

*Смерч – один из видов действия “интродинамических” процессов в природе*

дух теплоемкостью  $0.24 \text{ ккал/кг} \times \text{град}$ , то при его расходе  $1 \text{ кг/с}$  при скорости  $40 \text{ м/с}$  ( $140 \text{ км/ч}$ ) необходим диаметр трубы  $15 \text{ см}$ , обеспечивающий такой расход. При прохождении воздуха через прибор “Торнадо”, снизив температуру только на  $1^\circ \text{C}$ , – можно получить мощность  $1 \text{ кВт}$ . Если в качестве рабочего тела будет использована вода (теплоемкостью примерно в 4 раза больше воздуха), при тех же условиях можно достигнуть мощности  $4 \text{ кВт}$ . Плотность воды в 1000 раз выше воздуха, поэтому диаметр трубы должен быть примерно  $0.5 \text{ см}$ .

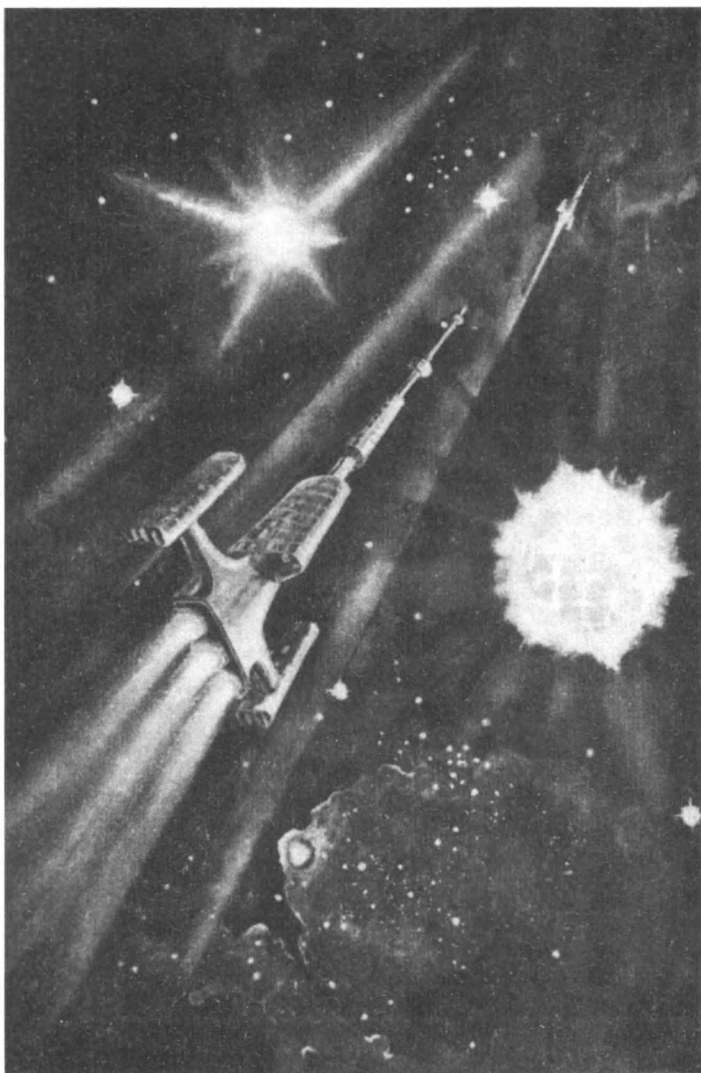
В настоящее время во многих странах мира ведутся упорные работы над созданием установок, в которых используются процессы типа торнадо. Исследуются схемы с применением жидких и газообразных топлив магнитных и электромагнитных процессов.

Наличие “интродинамических” процессов в ЭСБ, как мы видели на примере “Тверцы”, создает неуравновешенную силу, которая может стать основой принципа неракетных двигателей. Двигательные установки, приводящие в движение устройства с “интродинамическими” процессами, будут применяться в космонавтике и на любых транспортных средствах.

*Энергосиловые установки типа "Торнадо" будут использоваться в космонавтике. Рисунок А. Леонова "Космический корабль в созвездии Цфефей"*

Такого рода системы помогут решить многие задачи сельского хозяйства. Например, транспортировку сельскохозяйственных продуктов без необходимости их перегрузки, с минимальными потерями. Кроме того, при осуществлении сельскохозяйственных технологий данная система позволит реализовать технологии безопорного земледелия (без применения опоры на грунт) – с воздуха. В сельском хозяйстве могут быть созданы ЭСБ "Торнадо" мощностью 5–10 кВт, обеспечивающие обогрев дома и другие бытовые услуги (работы на приусадебном участке, добычу воды и др.). Для муниципальных целей (на крыши домов устанавливаются ЭСБ) – виды энергоснабжения без использования линий электропередачи. Отпадает необходимость в ГЭС, что вернет большие, ныне заболоченные, прекрасные луга и сельскохозяйугодия.

Вероятно, появится возможность создавать аэрокосмические **неракетные аппараты** многоразового использования, успешно совершающие полеты как в космосе, так и в атмосфере, со скоростями ниже орбитальных. Такие аппараты должны уметь не только зависать над заданной точкой земного шара, осуществляя рет-

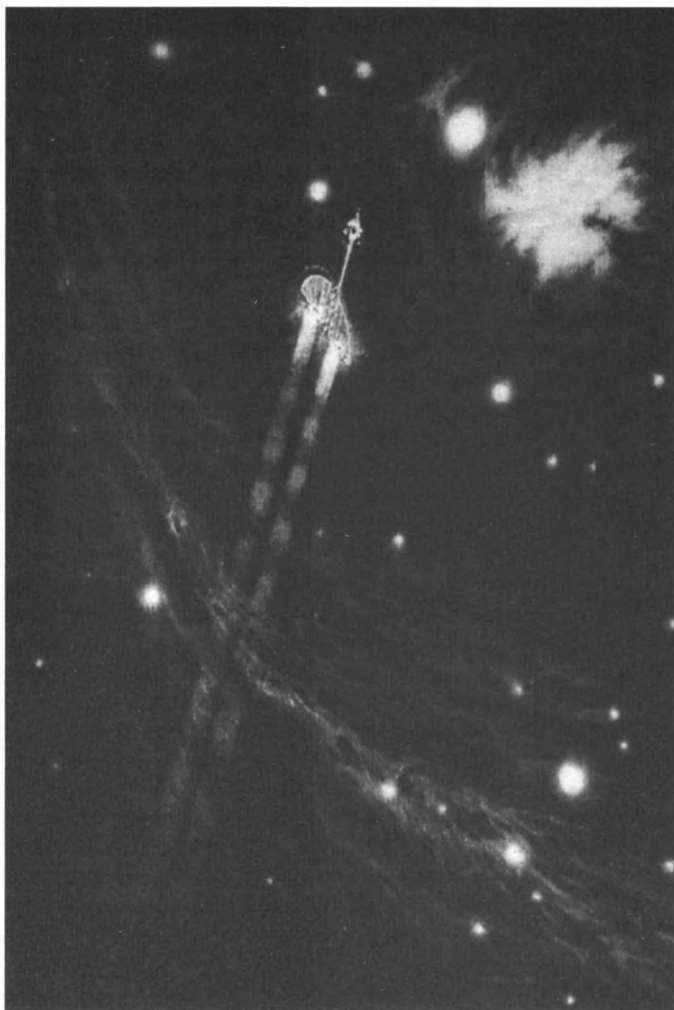


рансляцию радио- и телепрограмм на небольших высотах в атмосфере, но и достигать высоты околоземных орбит, как у обычных спутников. Около 30 атмосферных спутников, находящихся на высоте 50 км, потребуют в сотни раз меньших затрат, чем орбитальные при организации глобальной системы связи.

Космический аппарат размером с микроавтобус, оснащенный ЭСБ, может

осуществить перелет на Луну при земных перегрузках, достигнув максимальной скорости около 100 тыс. км/ч всего за 3 ч (!). Экипаж будет находиться в комфортных условиях, так как аппарат будет постепенно увеличивать скорость при отлете с Земли и уменьшать при торможении.

Можно использовать и **лунные ресурсы** для выработки энергии. В литосфере Луны скопилось



большое количество энергоемких  $\text{He}^3$  и  $\text{He}^4$ . Следует заметить, что несколько тонн гелия-3 с таким же количеством земного дейтерия способны за год выработать достаточно экологически чистой энергии, чтобы удовлетворить потребности в энергетике такой страны, как США. Межпланетный корабль, снабженный ЭСБ "Торнадо", доставит космонавтов на Марс... всего за 3,5 сут с такой же перегрузкой, что и при полете на Луну.

На базе ЭСБ "Торнадо" можно создать трансконтинентальные и межконтинентальные **транспортные системы**, не пользующиеся аэродромами при взлете и посадке, способные при полете на высоте 50 км со скоростью около 6000 км/ч доставить пассажиров из Владивостока в Москву примерно за 1,5 ч. Интерес представляет также применение ЭСБ "Торнадо" при воздушном сообщении в условиях города. Исчезнут транспортные пробки: "тре-

*С помощью нового вида энергетике – "торсионного топологического когерентного вихревого процесса" – станут возможными пилотируемые полеты к другим мирам. Рисунок А. Соколова "Электроракета набирает скорость"*

ть измерение" откроет путь к быстрым перемещениям, а также будет возможна парковка такого транспорта не только на земле, но и на крышах домов.

Следует отметить, что применение на транспорте ЭСБ "Торнадо" может открыть путь к эксплуатации комбинированных летательных аппаратов, не использующих аэродромы для взлета и посадки грузоподъемностью 1500–2000 т, т.е. равных по грузоподъемности железнодорожному составу (О.А. Чембровский "Ретроспектива и перспектива архистатики и амфибийности транспорта", ВИНТИ, ж. "Транспорт", 1993, № 8).

Другая проблема, решаемая с помощью ЭСБ "Торнадо", – **защита Земли от падения крупных космических тел**. Увести от Земли крупный небесный объект размером около 1 км, мчащийся со скоростью 50 км/с и более, можно лишь в том случае, если он обнаружен на расстоянии 3–4 млн км. Поэтому в будущем, вероятно, необходимо организовать, например на Луне, дежурство космических аппаратов, оснащенных такими установками. КА переводят небесный объект на безопасную для Земли траекторию, сооб-

шив ему импульс в несколько десятков м/с, например за счет взрыва заряда из гелия-3.

Итак, в настоящее время нам видятся безграничные революционные возможности “Торнадо” в энергетике и на транспорте XXI в. Сейчас разрозненные группы исследователей практически без какого-либо финансирования ведут изыскания в этой области. По значимости рассматриваемая проблема более важна, чем некогда хорошо финансировавшаяся атомная энергетика. Поэтому встал во-

прос об осуществлении внебюджетного финансирования через создаваемый попечительский совет высокого уровня. Совет станет той основой, которая позволит взять более решительный старт для создания ЭСБ “Торнадо”.

Мне известно, что сегодня уже близка к реализации установка со сроком окончания экспериментальных работ через несколько месяцев. Вслед за этим намечаются испытания и изготовление в течение 4–5 мес. серийных образцов

первого поколения блоков мощностью 5–10 кВт. Уже через несколько лет планируется начать выпуск серийных образцов “Торнадо” мощностью до 300 кВт в качестве источников электроэнергии для использования в муниципальных целях. Одновременно с этим может начаться разработка комбинированных летательных аппаратов грузоподъемностью 50 и 100 т с безаэродромной эксплуатацией со сроком окончания через 5 лет с момента открытия финансирования.

---

## НОВЫЕ КНИГИ

---

### Летопись университетской астрономии

Заглавие не иносказательно. Перед нами действительно летопись, написанная в стиле древнерусских летописных сводов. Указывается год, а затем дается перечень важнейших событий, имеющих отношение к астрономии, которые происходили в это время в Санкт-Петербургском университете. Составители, В.В. Иванов и Т.М. Максимова, разделили историю университетской астрономии на девять периодов.

Начало – 8 января 1891 г., когда в Главном педагогическом институте учреждена кафедра астрономии. (Через месяц институт был преобразован в университет.) В первые годы событий было не так уже мно-

го. Велось преподавание астрономии, кафедру возглавляли выдающиеся астрономы В.К. Вишневский, А.Н. Савич, причем последний был единственным преподавателем астрономии в университете в 1840–76 гг. Затем к чтению лекций допущен С.П. Глазенап.

В 1880 г. принято решение о постройке обсерватории – начался второй этап университетской астрономии. Появился первый телескоп – шестидюймовый рефрактор – подарок любителя астрономии.

“Четверть века эволюции”: 1891–1916 гг. На следующем этапе, в 1917–41 гг., произошла “Астрофизическая революция” – основной тематикой работ стала астрофизика. Далее идет “Активное двадцатилетие” – 1941–61 гг. Начало их – война. Часть астрономов – на фронтах, часть – в эвакуации, выполняют работы оборонного значения. Позже – драматические тогда, сейчас кажущиеся нелепыми эпизоды борьбы с космополитизмом.

Два следующих этапа, 1960–81 гг. и 1981–91 гг., характеризуются неуклонным ростом количества и значимости достижений университетской астрономии. Последний период, “Новая жизнь”, с 1992 г. по 1998 г. – резкое усиление международного обмена, работа астрономов за рубежом, потеря филиалов, расположенных в бывших республиках СССР, переход на финансирование по грантам. А как расценить тот факт, что зарплата главного научного сотрудника в 1997 г. в четыре раза меньше средней по Петербургу? И, несмотря на это, – продолжающееся совершенствование материальной базы, усиление активности в научной работе и новые достижения.

Для “Летописи...” отобраны действительно самые интересные факты, иногда совершенно неожиданные и всегда дающие возможность почувствовать дух эпохи.

## НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ:

### март–апрель 2001 г.

Таблица I

**АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В МАРТЕ–АПРЕЛЕ 2001 г.**

Дата	Время UT	Событие
Март 3	2 <sup>ч</sup> 03 <sup>м</sup>	<b>Луна в первой четверти</b>
Март 4	0 <sup>ч</sup> –1 <sup>ч</sup>	Покрытие Луной звезды ζ Тельца (3.0 <sup>м</sup> )
Март 9	17 <sup>ч</sup> 13 <sup>м</sup>	<b>Полнолуние</b>
Март 8	8 <sup>ч</sup> 54 <sup>м</sup>	Луна в перигее (359775 км)
Март 11		Меркурий в наибольшей западной элонгации, 27°
Март 16	20 <sup>ч</sup> 45 <sup>м</sup>	<b>Луна в последней четверти</b>
Март 25	1 <sup>ч</sup> 21 <sup>м</sup>	<b>Новолуние</b>
Март 20	13 <sup>ч</sup> 30 <sup>м</sup> 58 <sup>с</sup>	Весеннее равноденствие
Март 20	11 <sup>ч</sup> 24 <sup>м</sup>	Луна в апогее (405474 км)
Март 30		Венера в нижнем соединении
Апрель 1	10 <sup>ч</sup> 49 <sup>м</sup>	<b>Луна в первой четверти</b>
Апрель 5	10 <sup>ч</sup> 04 <sup>м</sup>	Луна в перигее (364810 км)
Апрель 8	3 <sup>ч</sup> 22 <sup>м</sup>	<b>Полнолуние</b>
Апрель 15	15 <sup>ч</sup> 31 <sup>м</sup>	<b>Луна в последней четверти</b>
Апрель 17	6 <sup>ч</sup> 05 <sup>м</sup>	Луна в апогее (404506)
Апрель 21	22 <sup>ч</sup>	Максимум метеорного потока Лирид
Апрель 23		Меркурий в верхнем соединении
Апрель 23	15 <sup>ч</sup> 26 <sup>м</sup>	<b>Новолуние</b>
Апрель 30	17 <sup>ч</sup> 08 <sup>м</sup>	<b>Луна в первой четверти</b>

Таблица II

### СОЛНЦЕ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			(λ = 0 <sup>h</sup> , φ = 50°)		(λ = 0 <sup>h</sup> , φ = 56°)	
Март 1	22 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 52.56 <sup>s</sup>	-7°33'35.8"	6 <sup>ч</sup> 43 <sup>м</sup>	17 <sup>ч</sup> 42 <sup>м</sup>	6 <sup>ч</sup> 51 <sup>м</sup>	17 <sup>ч</sup> 34 <sup>м</sup>
11	23 24 59.76	-3 46 74.9	6 22	17 59	6 26	17 55
21	0 01 35.62	+0 10 21.4	6 01	18 15	6 00	18 16
31	0 38 00.84	+4 03 39.2	5 39	18 30	5 33	18 36
Апрель 10	1 14 33.34	+7 53 19.9	5 18	18 46	5 07	18 57
20	1 51 33.00	+11 27 46.8	4 57	19 02	4 42	19 17

Пример: вычислить время восхода Солнца в Москве (φ = 55°45', λ = 2°30') 24 марта 2001 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте 50° восход Солнца 24 марта произойдет в 6<sup>ч</sup>01<sup>м</sup> + 0.3 × (5<sup>ч</sup>39<sup>м</sup> – 6<sup>ч</sup>01<sup>м</sup>) ≈ 5<sup>ч</sup>54<sup>м</sup>. Аналогично найдем для широты 56°: время восхода – 5<sup>ч</sup>52<sup>м</sup>. Теперь интерполируем по широте: 5<sup>ч</sup>54<sup>м</sup> + 0.96 × (5<sup>ч</sup>52<sup>м</sup> – 5<sup>ч</sup>54<sup>м</sup>) ≈ 5<sup>ч</sup>52<sup>м</sup>. А теперь приведем к поясному времени: 5<sup>ч</sup>52<sup>м</sup> + 3<sup>ч</sup> – 2<sup>ч</sup>30<sup>м</sup> = 6<sup>ч</sup>22<sup>м</sup>.



**Меркурий**

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \varphi = 56^\circ)$	
Март 1	21 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 14.9 <sup>s</sup>	-14°49'16"	8.6"	0.6 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>
11	21 42 19.1	-14 27 05	7.2	0.2	5 53	15 03
21	22 29 28.1	-11 30 05	6.3	0.0	5 41	15 32
31	23 25 11.2	-6 21 13	5.6	-0.2	5 25	16 21
Апрель 10	0 27 35.5	+0 41 34	5.2	-0.7	5 06	17 28
20	1 38 29.3	+9 10 48	5.0	-1.7	4 46	18 53

**Венера**

Март 1	0 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 39.6 <sup>s</sup>	11°48'22"	43.4"	-4.6 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	21 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>
11	0 53 36.1	13 41 27	50.5	-4.5	6 08	21 04
21	0 41 26.8	13 27 01	56.9	-4.3	5 19	20 09
31	0 20 25.4	10 51 34	59.2	-4.0	4 36	18 51
Апрель 10	0 03 04.1	7 08 48	55.7	-4.3	4 02	17 32
20	23 59 00.4	4 13 44	48.7	-4.5	3 37	16 32

**Марс**

Март 1	16 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 07.6 <sup>s</sup>	-20°39'26"	7.8"	0.5 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>
11	16 42 10.0	-21 30 03	8.5	0.3	1 45	9 09
21	17 00 55.4	-22 11 19	9.3	0.1	1 30	8 42
31	17 17 54.6	-22 44 56	10.3	-0.2	1 12	8 15
Апрель 10	17 32 36.2	-23 13 19	11.4	-0.4	0 52	7 46
20	17 44 21.3	-23 39 23	12.6	-0.7	0 28	7 15

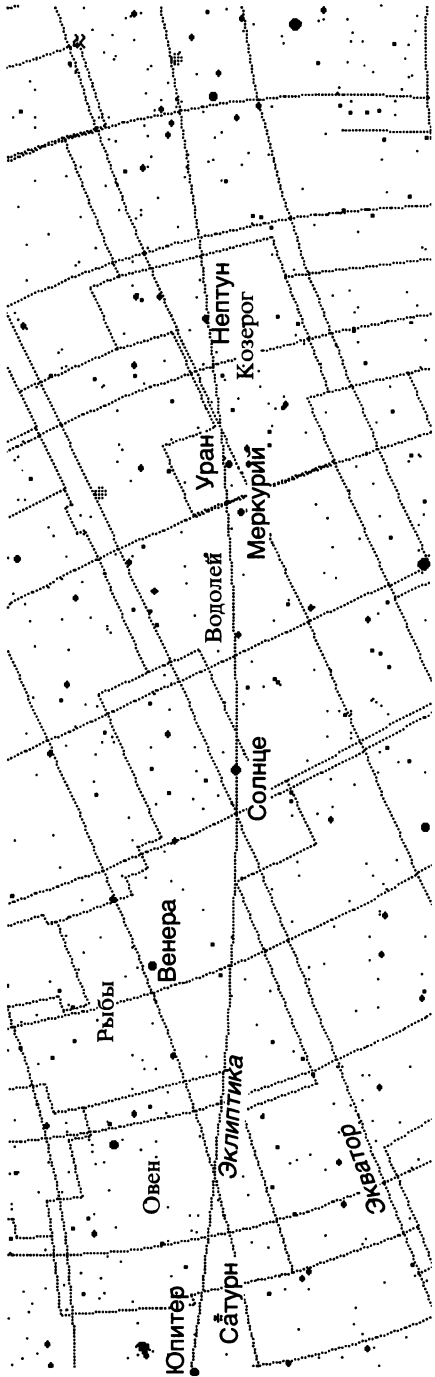
**Юпитер**

Март 1	4 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup> 53.5 <sup>s</sup>	+20°13'26"	38.7"	-2.3 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>
11	4 09 56.1	20 29 05	37.5	-2.2	8 34	1 12
21	4 15 58.5	20 46 27	36.5	-2.2	7 58	0 41
31	4 22 53.5	21 04 51	35.6	-2.1	7 23	0 11
Апрель 10	4 30 33.6	21 23 35	34.7	-2.1	6 49	23 42
20	4 38 51.7	21 42 01	34.0	-2.0	6 15	23 14

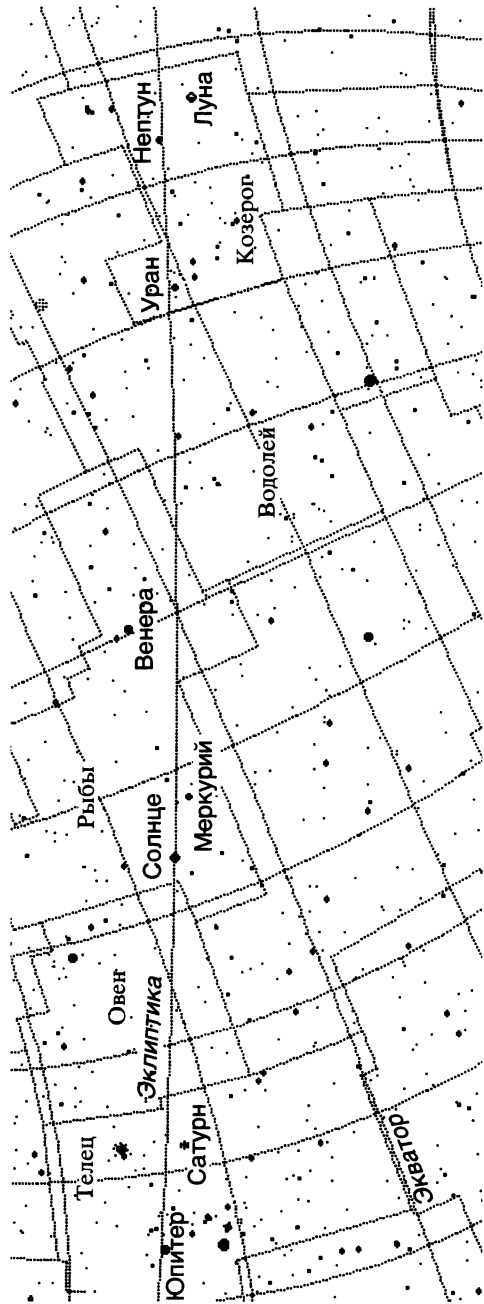
**Сатурн**

Март 1	3 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 17.3 <sup>s</sup>	17°11'24"	17.8"	-0.1 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>
11	3 36 05.5	17 23 42	17.6	0.0	8 24	0 13
21	3 39 28.5	17 37 34	17.3	0.0	7 47	23 39
31	3 43 22.2	17 52 36	17.0	+0.1	7 09	23 06
Апрель 10	3 47 42.2	18 08 26	16.9	0.1	6 32	22 33
20	3 52 23.8	18 24 40	16.7	0.2	5 56	22 00

Примечание: В таблицах II, III прямое восхождение и склонение даются на 0<sup>h</sup>UT.



Солнце и планеты Юпитер, Сатурн, Венера, Меркурий, Уран и Нептун на эклиптике 16 марта 2001 г.



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн, Меркурий, Венера, Уран и Нептун на эклиптике 16 апреля 2001 г.

**ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНЕТАХ, ВИДИМЫХ  
В МАРТЕ–АПРЕЛЕ 2001 г.**

В марте – период вечерней видимости **Венеры**. В конце месяца в течение нескольких суток планету можно увидеть как вечером, так и утром. В апреле – период утренней видимости, планета видна короткое время на фоне зари. Она будет находиться в созвездиях Водолея и Рыб.

**Марс** можно увидеть во второй половине ночи в созвездии Весов. В первой

декаде марта он будет находиться вблизи яркой красной звезды Антареса, что в переводе с греческого означает “соперник Марса”.

Планеты-гиганты **Юпитер** и **Сатурн** – в вечерней видимости, продолжительность которой постепенно сокращается. Обе планеты находятся в созвездии Тельца.

Таблица IV

**МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ**

Название потока	Созвездие	Радиант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		$\alpha$	$\delta$			
Виргиниды	Дева	13 <sup>h</sup>	-4°	30	10	25.01–15.04
ζ-Воотиды	Волопас	14 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	12°		10	10.03–12.03
Урса-Майориды	Большая Медведица	10 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	55°		20	1.04–2.04
Лириды	Лира	18 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	33°		12	19.04–25.04
η-Аквариды	Водолей	22 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	-1°	66	60	19.04–28.05

В. А. ЮРЕВИЧ

## Информация

### **Черные дыры и галактики – что старше?**

В ядрах ряда галактик обнаружены сверхмассивные черные дыры. Но что появилось раньше – черная дыра или галактика? Возможны три варианта ответа на этот вопрос. Сначала появилась черная дыра, притягивающая к себе удаленные газовые облака, из которых постепенно формировались звезды галактики. Или

первыми сложились галактики, в центре которых начали расти черные дыры. И, наконец, оба объекта созрели одновременно.

С помощью Космического Телескопа им. Хаббла были исследованы 33 галактики с черными дырами, находящиеся на расстояниях до 120 млн св. лет. Оказалось, что звезды в ядрах галактик имеют быстрое орбитальное движение. По их скоростям оценены массы черных дыр – от 3 млн до 2 млрд  $M_{\odot}$ . Затем астрономы изучили характер движения звезд в балдже – сферическом облаке, окружающем ядро. Там звезды находятся далеко от черной

дыры, поэтому на их движение должны влиять, в основном, масса и степень компактности самого балджа. Выяснилось, однако, что между орбитальной скоростью звезд балджа и массой черных дыр существует четкая зависимость: чем массивнее черная дыра, тем быстрее движутся звезды.

По мнению исследователей, наиболее вероятное объяснение этого явления – эволюционная связь между балджем и черной дырой. Одно и то же событие привело когда-то к параллельному возникновению и балджа, и черной дыры.

Science, 2000, 288, 1946

## Смена юных астрономов в “Орленке”

Во Всероссийском детском центре (ВДЦ) “Орленок” на Черном море осенью 1999 г. в течение месяца проводилась “Смена юных астрономов”, организованная “Орленком” при содействии САО РАН. На смену прибыли 50 юных любителей астрономии из 11 регионов России (Москва и область, Алтай, Брянск, Волгоград, Иваново, Ростов, Самара, Карачаево-Черкессия, Кабардино-Балкария). Московскую область представляли автор этих строк Алексей Худяков и Михаил Вишерт – кружковцы обсерватории “Вега” (гор. Железнодорожный). Пять человек прибыли из Московского городского дворца творчества детей и юношества МГДТДиУ: Вика Путаньш, Егор Киселев, Вячеслав Авдеев, Илья Карпелюк и Стас Короткий. Из “астрономов” были сформированы два отряда (9-й и 11-й), включенные в один из пяти лагерей ВДЦ – “Звездный”.

ЛАГЕРЬ С ПЕРВОГО ВЗГЛЯДА

Сначала мы приехали в г. Туапсе, проведя в поез-



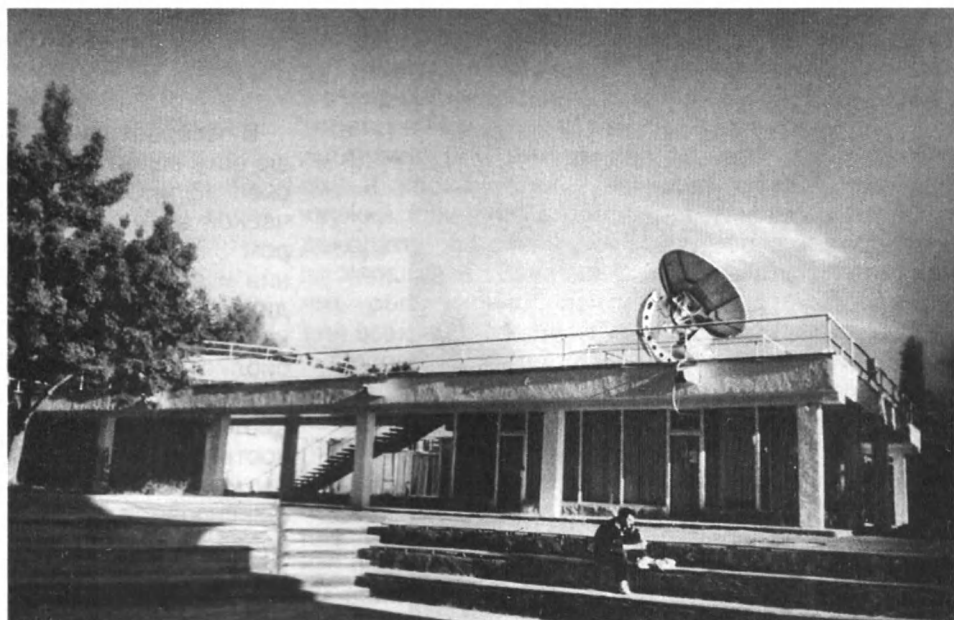
де 36 ч, а затем на автобусе добрались до “Орленка” в 50 км от города. Я ехала в лагерь в первый раз и совсем не знала, что там меня ждет и что представляет из себя лагерь.

Лагерь расположен в низине, окруженной со всех сторон горами, но не очень высокими. Широкие аллеи, набережная, пляж, множество южных растений, названий которых я тогда не знала. Но так благоустроена лишь средняя часть, где находятся лагерь “Штормовой”, “Стремительный” и наш “Звездный”. На территории Орленка (330 га) есть и аэродром, и уголки ди-

кой природы, где нет даже тропинок, а только трава под ногами и деревья вокруг. Люди сюда ходят редко. На территории есть даже развалины старого замка, к которым мы, к сожалению, так и не сходили. Говорят, что там даже есть привидения, и уж, конечно, “много болот и змей, и можно куда-нибудь провалиться”. И все же очень жалко, что мы там не были.

Пляж на меня особого впечатления не произвел. Но если пройти немного влево, то там, за лагерем “Солнечный”, у моря есть место “Плачущие скалы” – камни, из которых постоянно капают капли воды. Там – выходы известняка, и по берегу лежат большие камни до метра высотой. По ним можно передвигаться только переступая с одного на другой. Среди камней, лежащих в море, можно найти очень красивые морские камешки, которых на пляже и в помине нет. Поэтому это место очень привлекало меня.

Еще одна особенность лагеря – лестницы и ступеньки. Куда ни пойдешь,



езде, на каждой дорожке, увидишь какую-нибудь ступеньку или крутой подъем. Одно из самых тихих мест лагеря, где вокруг почти дикий лес, называется "Звездная лестница". В ней 210 ступенек, и ведет она на обсерваторию.

#### ОБСЕРВАТОРИЯ

Здесь самое высокое место в лагере. Каждый день мы несколько раз совершали своеобразную зарядку – подъем и спуск по "Звездной лестнице".

Здание обсерватории одноэтажное. В нем несколько комнат. Среди них библиотека с книгами по всем разделам астрономии и зал, где проводятся астрономические мероприятия: встречи с учеными, викторины, игры. На плоской крыше обсерватории ведутся наблюдения неба, фотогра-

фирование небесных объектов. Рядом со зданием обсерватории – башня с вращающимся куполом. На вершину башни ведет винтовая лестница с 80 ступеньками. Под куполом главное "сокровище" обсерватории – 300-мм рефлектор. Здесь мы проводили много времени, рассматривая различные объекты звездного неба.

Для нас, московской делегации, приехавшей в "Орленок" ради звездного неба и обсерватории, она стала почти что домом. С 9 ч 30 мин и до 11 ч мы занимались в лабораториях, а затем переходили в библиотеку. Со 2 октября сформировалась группа в лаборатории "Наблюдения Солнца", куда вошли и шесть человек из московской делегации. В первые дни, пока не начались школьные занятия, мы наблюдали Солнце и после обеда, часов до 16.

*Здание обсерватории Всероссийского детского центра "Орленок". На крыше – радиотелескоп "Аэлита"*

---

#### ЛАБОРАТОРИИ

Так назывались кружки, организованные в обсерватории для изучения разных отраслей астрономии. Их было шесть: Астрофотография, SETI, Наблюдения Солнца, Галактика, Астрофизика, Космические катастрофы. Почти все москвичи посетили "Астрофотографию", которую вел Г.Ф. Коршунов. Мы изучали способы фотографирования, приборы, учились работать с фотопленками и пластинками. По окончании смены сделанные нами фотографии звездного неба мы увезли с собой. Даже когда занятия в лабораториях уже закончились, мы



В обсерватории на крыше есть еще и радиотелескоп "Аэлита" с параболической антенной диаметром 3 м. Пульт управления и осциллограф находились внизу, в библиотеке. Когда мы работали в библиотеке, то включали и "Аэлиту", помня что радиотелескопу облачность – не помеха. Однажды мы действительно зафиксировали какой-то всплеск около 11 час, когда антенна смотрела в сторону созвездия Девы, в район крупного скопления галактик. Сигнал шел регулярно около двух недель, каждый раз запаздывая на 5-10 мин. Кто знает, что это было? Не думаю, что нам посчастливилось действительно принять сигнал от "братьев по разуму"... Хотя кто знает?

И еще раз о наблюдениях Солнца. В лаборатории "Наблюдения Солнца" занимались Леша, Стас, Илья, Слава, Егор и я. Каждый день, пока держалась хорошая погода, мы поднимали на крышу телескоп "Цейсс-80" и через фильтр зарисовывали пятна на поверхности Солнца, а потом вычисляли число Вольфа и заполняли таблицу. Мы попали как раз на пик солнечной активности (значения чисел Вольфа у нас доходили до 260!). Позже, построив график усредненных чисел Вольфа, полученных нами, и сопоставив его с данными САО, мы

все равно отпрашивались в обсерваторию, чтобы позаниматься в библиотеке.

Наблюдения – важная и интересная часть программы "Смены юных астрономов", но, к сожалению, ясных ночей было не так уж много. Мы старались не терять их, но это не всегда получалось. По мнению начальства, существовали более "важные мероприятия", и было особенно обидно, если в это время над тобой – чистое звездное небо. Все же нам удавалось наблюдать и в большой телескоп на башне, и фотографировать небо на крыше обсерватории. Потом проявляли отснятое. Однажды мы встали в 5 ч утра, чтобы наблюдать звезд-

ный поток Драконид, пик которого приходится на утро. Но увидели лишь три метеора и один яркий красный болид, впрочем, к Драконидам не принадлежащий.

Небо в "Орленке" великолепное, засветки, как около Москвы, почти нет. Многие звезды у нас никогда не видны, а некоторые можно увидеть совсем в другом положении. Например, Большая Медведица по утрам располагалась вертикально, хвостом вниз. Серп убывающей Луны висел рогами вверх, чего у нас тоже никогда не видела. Млечный Путь очень ясный, а туманность Ориона видна отчетливо, как на фотографии.

выяснили, что графики почти совпадают, хотя полученные нами числа Вольфа оказались почему-то в два раза больше.

В шутку сравнили числа Вольфа и степень активности нашего отряда. Почти совпало. Позже Леша придумал числа Волка, определяющие степень активности отрядов. Формула такова:

$V = 10u + i$ , где  $u$  – число инцидентов, а  $i$  – число участников.

### ЖИЗНЬ ЛАГЕРЯ

В отряде, куда попали делегации Москвы и Московской области, – 21 человек, в том числе из Иваново, Волгограда, Самары. Жили в двух комнатах. Девочек было шесть.

Вставали мы в 8 ч утра, через 15 мин шли на зарядку, которую часто прогуливали. Иногда после зарядки шли с вожатыми к морю до завтрака, который был в 9 ч. У нашего отряда было двое вожатых – Сергей и Оксана, которые повсюду нас сопровождали, даже в обсерваторию. Как будто мы сами пойти не можем. В первые дни мы после завтрака много ходили по лагерю. Когда началась работа лабораторий, мы проводили все время до обеда в обсерватории. Только в дни, когда было жарко,

после занятий шли купаться, да и то не все, некоторые так и оставались в обсерватории. После лабораторий мы должны были идти в ДАК (Дом авиации и космонавтики) на кружки, технического или декоративно-прикладного характера. Занятия в них обязательны почти для всех.

После обеда по рабочим дням – учеба в школе, по 5 уроков каждый день. (В выходные дни – тихий час до 16 ч, а затем какие-нибудь отрядные дела или прогулка). В школу нас провожали и встречали вожатые. После школы, в 19 ч – ужин. А после ужина могло быть много событий: либо наблюдения на обсерватории, либо экскурсия с другими отрядами. Иногда вожатые вели нас в ДКС (Дом культуры и спорта), где проходят открытия и закрытия смен, праздники, спектакли, которые ставил для нас вожатский отряд “Вега”, дискотеки. Мы, московская делегация, на дискотеки не ходили, предпочитали обсерваторию или проводили свободное время в холле. В 21 ч – второй ужин, но мы часто задерживались на обсерватории и на него не успевали. Отбой – в 22 ч. Ночные наблюдения, к сожалению, в программе не предусматривались.

28 дней смены прошли быстро, и уезжать было жалко, так мы привыкли к “Орленку”. Последние два дня мы прощались с “Орленком”, зашли на “Плачущие скалы”, взобрались на один из самых высоких холмов в лагере, откуда открывался великолепный вид на море, и можно было видеть настоящий дикий южный лес и поляны. Как раз когда уезжали, начала устанавливаться хорошая погода, звездное небо стало чистым, и на нем сияла почти полная Луна, будто прощаясь с нами. В последний день мы прошли по всем аллеям, стараясь как можно больше запомнить, ходили босиком по морю, прощаясь с ним. Я нашла камень с дыркой и красивую раковину, как будто подарок моря на прощанье. Когда сели в автобус, почему-то уже не было жалко уезжать, только немного грустно. Мы уезжали 26 октября, и нас провожал широкий красный закат над морем – последнее впечатление “Орленка”. Мы увозили с собой только фотопленки и воспоминания о светлых и хороших днях, проведенных в лагере “Орленок”.

*АННА СИЛАНТЬЕВА,  
гимназия № 2  
гор. Железнодорожного,  
10-й класс*

## Какими были Леониды-99?

В 1999 г., как и предсказывалось (Земля и Вселенная, 1992, № 5), долгожданный метеорный дождь Леонид состоялся. И хотя он уступал по интенсивности дождю 1966 г., совпавшему с прохождением перигелия кометы Темпеля–Туттля – прародительницей потока (часовое число метеоров тогда достигало 140 000!), – все-таки ожидания многочисленных наблюдателей метеоров оправдались. В 1998 г. в пик максимума наблюдалось не более 500–600 метеоров в час, а в 1999-м кратковременный метеорный дождь состоялся с часовым числом леонид до 5000!

В 1999 г. основной пик численности с достаточно острым профилем пришелся на 18 ноября, 02<sup>h</sup>00<sup>m</sup>–02<sup>h</sup>05<sup>m</sup> по Всемирному времени, УТ (долгота Солнца 235,°29). За 10–15 мин до основного максимума многие наблюдатели отмечали предварительный пик активности с часовым числом до 3500 метеоров.

Из особенностей Леонид-99 следует отметить изобилие слабых метео-

ров при почти полном отсутствии ярких болидов (более 50% всех леонид – слабее +3<sup>m</sup>). Яркие леониды появились, в основном, после главного максимума. Небольшой пологий вторичный пик активности потока наблюдался 18 ноября около 19<sup>h</sup> по Всемирному времени.

Над большей частью Европы (и европейской частью России в том числе), к сожалению, стояла сплошная облачность. В России только **Ю.В. Нестеров** (г. Ливны Орловской области) провел наблюдения Леонид в две смежные ночи 16–18 ноября. И если он отмечал активность в ночь с 16 на 17 ноября как обычную и невысокую, с часовым числом до 20 метеоров, то в период от 2 ч ночи до 6 ч утра по московскому времени (22<sup>h</sup>–2<sup>h</sup>УТ) 18 ноября при не очень благоприятных погодных условиях он насчитал 564 леониды, из которых 372 были слабее +3<sup>m</sup>. Следы от ярких, быстрых, белых и бело-голубых метеоров достигали в длину 60–70°. Интересно, что помимо главного радианта Ю.В. Нестеров на-

считал шесть вторичных радиантов!

Приведем данные об активности потока в 1999 г., полученные автором от зарубежных наблюдателей по сети Internet и Всемирной метеорной организации (ВМО).

**Канарские острова, Испания.** Виктор Руис отзывается о ночи 16–17 ноября: “Активность очень низка, дождя не предвидится”.

“Ночь с 16 на 17 ноября, похоже, будет ясная над всей **Великобританией**, – замечает Нейл из Западного Суссекса, – но пока число леонид низкое”.

Большинство наблюдателей отмечают отсутствие ярких метеоров потока Леонид. Так, **А. Родригес (Куба)** подчеркивает это: “16–17 ноября активность леонид очень низка, фактически не было ни одного яркого метеора”.

Базисные радионаблюдения в **Японии** с помощью 7-м диполя, направленного в зенит, и передатчика (50 МГц) на расстоянии 150 км дали в эту ночь среднее зенитное часовое число леонид – 56. Роста Сторк подтверждает



ет эти данные из **Чехословакии**.

Так же как и в России, во многих точках мира, например в Медельине (Колумбия, Южная Америка), наблюдатели сожалеют: небо полностью закрыто облаками.

Одна из ведущих международных любительских метеорных организаций – Голландское метеорное общество – организовала экспедицию на восточное побережье Испании, в район Валенсии. Каспер тер Куиле фиксирует: “В 1<sup>h</sup>00<sup>m</sup> по Всемирному времени 17 ноября численность леонид наконец начала расти! В 1<sup>h</sup>25<sup>m</sup>: число леонид резко повышается! За одну минуту наблюдатели заметили 5 метеоров”.

И вот наступает ночь с 17 на 18 ноября. Первые сообщения посыпались из **Испании** – от экспедиции Голландского метеорного общества. Наблюдатели не скрывают восторга: “Да! Свершилось! Мы наблюдали много, много, много леонид, падающих с неба. Наши опытные наблюдатели оценивают численность в 30 метеоров в минуту. Максимум между 2<sup>h</sup> и 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup>UT”, – и далее под утро – это было необычное, прекрасное шоу, численность леонид даже выше, чем ожидалась”.

---

*Последовательные фотографии болида из метеорного потока Леонид, полученные 18 ноября 1999 г. в 1 ч 56 мин UT в Санремо (Италия). Фото М. Чианезе и К. Арбоньера*



**Иордания.** Мохамед Одох с 2<sup>h</sup>00<sup>m</sup> по 2<sup>h</sup>14<sup>m</sup> насчитал 770 метеоров, а любитель астрономии Роберто Гавер из Шарм-эль-Шейха (Египет) при прозрачности неба до +6.7 (!) за 2 ч до максимума – 2129 метеоров. Арвинд Паранджпие сообщил из Индии о максимальном количестве метеоров в час – 2359.

**Испанские наблюдатели,** работавшие под руководством Х.Т. Родригеса (факультет астрономии и астрофизики Университета Валенсии) сбились со счета при наблюдении леонид, когда в максимуме вынуждены были отмечать только общую численность метеоров, не успевая попутно оценивать их яркость!

Оптимистические сообщения поступили из **Германии.** Ганс Зекл констатирует, что сплошная облачность полностью рассеялась после 0<sup>h</sup>15<sup>m</sup>UT и появилось множество ярких леонид, следы которых пылали на небе около секунды. Часовое число достигло 120, начался резкий рост числа метеоров. “По меньшей мере каждые 4–5 с появлялось по метеору. Однажды я увидел четыре метеора, одновременно промчавшихся по небу”. Другие наблюдатели в Германии в это же время – около 2<sup>h</sup>00<sup>m</sup>UT – насчитывали от 10 до 15 леонид в минуту. Но вскоре небо над Центральной Европой опять затянуло облачностью. Пер Тьюберг Алдриш (Копенгаген) вел счет метеоров в редкие просветы

между почти сплошными облаками. А на юге Европы – **во Франции, Бельгии и на Мальте** – по этой же причине не было видно звездного неба.

Печальная ситуация с погодой была и в **Италии** – наблюдатель из Сардинии Массимо Диониси во время двух небольших прояснений отметил в 00<sup>h</sup>24<sup>m</sup>–00<sup>h</sup>44<sup>m</sup> и 01<sup>h</sup>30<sup>m</sup>–02<sup>h</sup>30<sup>m</sup> потрясающую активность леонид – не менее 15 метеоров в минуту, в том числе два болида (–8<sup>m</sup>) со следами, державшимися на небе по 3–4 мин. В это же время на озере Комо (Италия) при почти чистом небе корреспондент журнала “Астрономия” Коррадо Ламберти дал более точную оценку численности леонид в максимуме – “около одного метеора в секунду”, и среди них всего два “не очень впечатляющих” болида.

Можно позавидовать наблюдателям из **Израиля,** у которых было “чистое ясное небо, сухо и спокойно, температура +15° по Цельсию”. Неудивительно, что они представляют “выдающиеся результаты” своих наблюдений – число леонид достигало 70 в минуту, что дает более 4000 в час или до 5000 в момент максимума. Очень высокая активность сохранялась на протяжении 34 мин! Наибольшее количество метеоров было блеском от +1<sup>m</sup> до +5<sup>m</sup>, но изредка попадались и болиды со следами, державшимися более 20 с. “Лучший метеорный ливень, засвидетельство-

ванный многими. Только прошлогодний неожиданный ливень болидов в ночь с 16 на 17 ноября 1998 г. превосходит шоу этого года, но только в аспекте ярких метеоров, а не по их общему количеству”, – отмечает глава секции малых тел Солнечной системы астрономической ассоциации Израиля Илан Манулис.

Но не всем наблюдателям удалось порадоваться шторму леонид даже при чистом небе: Рафаэль Хааг из Бразилии, отметив, что “небо ясное, преград для наблюдений никаких”, при предельной видимости +5,5<sup>m</sup>–+6<sup>m</sup> в период с 4 до 7 утра 18 ноября, увидел всего 42 метеора! **Короткий и острый максимум потока этого года прошел над Евразией.**

Еще меньше повезло североамериканцам. Джордж Зай из **Южной Калифорнии,** наблюдав почти 4 ч при хорошей погоде, после 6<sup>h</sup>00<sup>m</sup>UT с сожалением отметил низкую активность. Его соотечественник Мел Бартельс: “Здесь, в горах штата **Орегон,** под ясным небом мы видели после полуночи 4 метеора леонид...”

Северо-Американская Метеорная Сеть получила за дни вблизи максимума более 7200 отчетов о наблюдениях Леонид и признала наблюдательную кампанию этого года лучшей за всю историю метеорных наблюдений.

*М.В. ГОРШЕЧНИКОВ  
610002 Киров а/я 2045*

## Труды Московского космического клуба

Пятый сборник трудов Московского космического клуба, продолжающий серию его научных публикаций совместно с Академией космонавтики им. К.Э. Циолковского ("Космос и человек. Российская космонавтика на новом этапе". Вып. 5; Под ред. С.А. Жукова, Б.Н. Кантемирова, Л.В. Лескова и др. – М., 1999). Сборник посвящен актуальным проблемам российской космонавтики, прогнозам вариантов ее развития до середины XXI в. В книгу включены результаты исследований, выполненных творческим коллективом членов клу-

ба по заказу Центрального научно-исследовательского института машиностроения в 1996-97 гг.

Сборник содержит два раздела и приложения. Первый раздел, "Анализ долгосрочных тенденций развития отечественной и зарубежной космической техники и ее влияния на геополитические и экономические факторы развития мирового сообщества", посвящен долгосрочному многовариантному прогнозу развития мировой и российской космонавтики. Оцениваются возможности космических технологий в решении приоритетных задач человечества, роль и место России в мировой космонавтике. Даются рекомендации по совершенствованию концепции космической деятельности России.

Во втором разделе приведены некоторые экономические

аспекты космической деятельности и сделан комплексный анализ ее коммерциализации, рассмотрены организационные методы решения космических программ, а также правовые вопросы.

В приложение вошло философское эссе члена клуба В.С. Шашкова "О некоторых причинах и следствиях эволюционных процессов". Завершается сборник анализом результатов исследований психофизических качеств операторов, проведенных на кафедре физического воспитания МГТУ им. Н.Э. Баумана по заказу РКК "Энергия" им. С.П. Королёва.

Сборник рассчитан прежде всего на специалистов, занимающихся изучением возможных путей развития космонавтики, а также на широкий круг читателей.

## Информация

### Где родились тела Облака Оорта?

Астрономы предполагают, что за орбитами планет Солнечной системы находится гигантское скопление малых небесных тел – Облако Оорта. Изредка некоторые из этих тел появляются в окрестностях Солнца. Уместно вспомнить комету Хейла–Боппа. Новая информация о результатах наблюдений этой

кометы продолжает поступать. 29 марта 1997 г., когда комета находилась вблизи перигелия, с полигона в штате Нью-Мексико, США, была запущена ракета на высоту 300 км. На ее борту находились небольшой телескоп и спектрограф. С помощью этих приборов в спектре кометы обнаружены линии аргона. Этот газ практически не взаимодействует с другими химическими элементами, и потому можно предположить, что он остался в первозданном виде в ядре кометы со времени ее формирования.

Температура кипения аргона – 40 К. Значит, ядро кометы

Хейла–Боппа сформировалось при температуре не выше этой и с тех пор не подвергалось значительному нагреву. Следовательно, оно могло зародиться только за пределами орбиты Урана, вероятнее всего вблизи орбиты Нептуна. До сих пор большинство специалистов считают, что тела Облака Оорта сформировались вблизи Юпитера и Сатурна и затем были выброшены гравитационным воздействием этих планет на их нынешние орбиты.

Science, 2000, 288, 2123

## Как рождаются звезды

Книги по астрономии для профессионалов, изданные в последнее десятилетие в России, можно пересчитать по пальцам. Между тем они совершенно необходимы: число статей, публикуемых в научных журналах, растет, и ученому стоит больших усилий следить за литературой по своей научной тематике, не говоря уже о том, чтобы оставаться на

уровне современных познаний в других областях науки.

В.Г. Сурдин (“Рождение звезд”, М., “Эдиториал УРСС”, 1999) взял на себя труд объединить современные теоретические представления и данные наблюдений в одной книге, посвященной большой астрономической проблеме – рождению звезд. Об актуальности этой темы говорит открывающий книгу исторический обзор, в котором описано развитие взгляда человека на природу межзвездного вещества и механизм образования звезд. В астрономии почти невозможно обойтись без сложных (и дорогостоящих) приборов, к тому же, в отличие, например, от физика астроном лишен возможности проводить эксперименты и проверять на практике теоретические выводы. Поэтому до конца XIX в., а в значительной степени и до середины XX в., теория образования звезд ограничивалась только умозрительными рассуждениями. Невершенство наблюдательной техники и крайне малый объем информации привели, в частности, к тому, что только что родившимися звездами астрономы считали (как мы теперь знаем) умирающие и уже умершие светила.

Если не считать ранних и оттого еще более удивительных прозрений, начало теории звездообразования связано с именем английского физика Дж. Джинса (1877–1946). Впервые получив уравнения гидродинамики с учетом самогравитации вещества, он определил условия, при которых газовое облако не удержи-

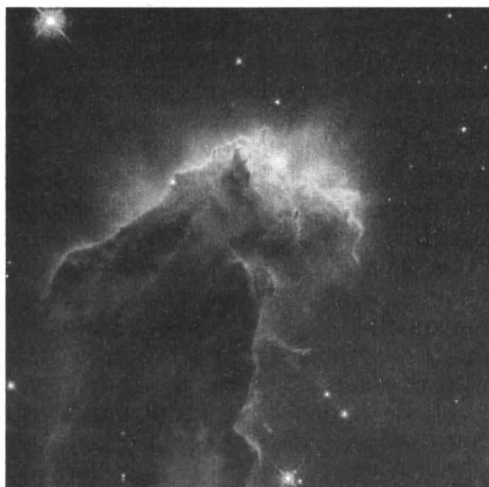


мо сжимается под действием собственной тяжести. С тех пор критическая масса облака, неустойчивого по отношению к собственной гравитации, называется **пределом Джинса**, хотя его первоначальная теория и претерпела существенные изменения.

В основной части книги рассмотрен широкий круг вопросов, который, несмотря на ее название, не ограничивается собственно процессом рождения звезд. Тому можно назвать, по крайней мере, две причины. Во-первых, рождение звезд – “коллективный процесс”, и его невозможно рассматривать в отрыве от эволюции галактики в целом. Во-вторых, хотя со времен Джинса теория звездообразования продвинулась очень далеко, предсказываемый ею момент рождения звезды остается сокрытым от человеческих глаз. Поэтому процесс формирования звезды приходится изучать на основании данных о том, что происходит до, после и вокруг него. Так что вполне закономерно включение в книгу сведений и об общих характеристиках звезд, об устройстве межзвездной среды, о круговороте вещества в Галактике, о стимулированном звездообразовании, о звездных агрегатах.

Рождение звезды рассматривается в книге с двух точек зрения: физической и галактической. Физическая картина рождения звезды обрисована уравнениями и остается по необходимости идеализированной. Галактическая картина этого процесса позволяет увидеть место, занимаемое реальной рождающейся звездой в реальном мире.

С физической точки зрения формирование звезды начинается с уплотнения межзвездного вещества до той степени, когда в нем начинает действовать **гравитационная неустойчивость**. Рассмотрение физической картины звездообразования в книге начинается с изложения джинсовской теории неустойчивости неподвижной среды, в которую затем вводятся различные усложняющие факторы, которые могут стабилизировать коллапс или ускорить его: движение среды, ее многокомпонентность, внешнее давление и магнитное поле. Рассказано также о негравитационных механизмах уплотнения межзвездного газа: неустойчивости Рэ-



*Газопылевые облако в туманности M16 (созвездие Змеи) – место рождения звезд. Фрагмент снимка, полученного с помощью Космического Телескопа им. Хаббла*

ля–Тейлора и Паркера, тепловая неустойчивость, ударные волны.

С момента начала **гравитационного коллапса** анализ неустойчивости сменяется более сложными (численными) моделями. Автор рассказывает о классических моделях протозвездных облаков и о современных двух- и трехмерных гидродинамических моделях, позволяющих воспроизвести не только основные характеристики коллапса, но и сопровождающие его более сложные динамические процессы – фрагментацию и образование околозвездных структур (пылевых коконов, газопылевых дисков, биполярных истечений вещества из протозвезд).

Поскольку непосредственно коллапс пока удалось пронаблюдать лишь в нескольких случаях, теорию звездообразования приходится проверять по наблюдениям на этапах, предшествующих коллапсу и следующим за ним. Читатель найдет в книге описание структуры и динамики областей звездообразования и межзвездной среды в целом, основных индикаторов рождения звезд, процессов, сопровождающих самые ранние стадии эволюции новорожденной звезды. Обсуждаются наблюдательные проявления этих стадий (объекты Беклина–Нейгебаузера и Хербига–Аро, звезды ти-

на FU Ориона, Т Тельца и другие). Отдельная глава посвящена процессам в околозвездном веществе: биполярным истечениям, протопланетным дискам и пр.

Конечно, описанием физической теории и известных наблюдательных фактов о процессах рождения звезд можно было ограничиться. Это, бесспорно, достойная тема для отдельной монографии. Но картина рождения звезды была бы неполной без описания того окружения, в котором оно происходит и с которым связано многочисленными нитями.

Один из способов косвенного исследования рождения звезд заключается в исследовании звездного ансамбля в Галактике. Хотя за время жизни звезд их параметры изменились, каждая хранит в себе признаки того, какой она была при рождении. Важнейшим параметром, в значительной степени определяющим характер эволюции звезды, является ее масса. Распределение звезд по массам отражает не только будущее Галактики, но и условия, в которых эти звезды образовались. В одной из глав обсуждается как форма начальной функции масс звезд, так и ее пределы: минимальная и максимальная возможные массы. Нижний предел звездных масс (порядка  $0.1 M_{\odot}$ ) связан с тем, что гравитационное сжатие должно обеспечить нагрев, достаточный для загорания термоядерных реакций. Формально максимальное значение массы звезды обусловлено требованием ее устойчивости по отношению к давлению собственного излучения и равно приблизительно  $100 M_{\odot}$ . Однако теория звездообразования указывает, что в зависимости от химического состава протозвездного облака предельная масса звезды, которая *может образоваться*, оказывается меньше массы звезды, которая в принципе *может существовать*.

Исследование ансамбля звезд в Галактике важно еще и потому, что рождение звезд – это процесс с обратной связью. Некоторые факторы, как стимулирующие уплотнение межзвездного вещества, так и препятствующие ему, сами обязаны своим возникновением молодым звездам. Ударные волны, порожденные звездным ветром и вспышками сверхновых, ионизационные фронты,

мощное ультрафиолетовое излучение разрушают маломассивные сгустки газа и пыли, но одновременно ускоряют сжатие более плотных облаков межзвездного вещества. Отсюда – представления о стимулированном, саморегулируемом и равновесном звездообразовании в Галактике, описанию которых в книге отведено большое место.

Второй по важности параметр рождающейся звезды – ее химический состав, поэтому она оказывается связанной не только с соседними звездами, но и со звездами предыдущих поколений, в которых синтезировались химические элементы, определяющие тепловой баланс звезды и скорость протекания в ней термоядерных реакций. Помимо проэволюционировавших звезд на химический состав межзвездного (протозвездного) газа, а значит, и на параметры образующихся в Галактике звезд оказывает влияние обмен веществом с межгалактической средой...

Одним словом, познание процесса зарождения межзвездного облака, его коллапса, фрагментации, нагрева и охлаждения, загорания в нем термоядерных реакций и, наконец, рождения звезды оказывается невозможным без понимания множества других процессов, казалось бы, напрямую с образованием звезд не связанных. Конечно, в небольшой книге сложно не только описать, но даже упомянуть их все. Автору с той или иной степенью детализации удалось затронуть все основные аспекты этой проблемы.

Книга основана на курсе лекций для студентов астрономического отделения физического факультета МГУ, поэтому для ее чтения желательна физическая и математическая подготовка. Книга написана живым, образным, но также и лаконичным языком с неожиданно проscalaзывающими меткими, ироническими замечаниями. Ее можно порекомендовать как профессиональным астрономам, желающим познакомиться с последними “веяниями” теории звездообразования, так и представителям других наук, интересующимся астрономией.

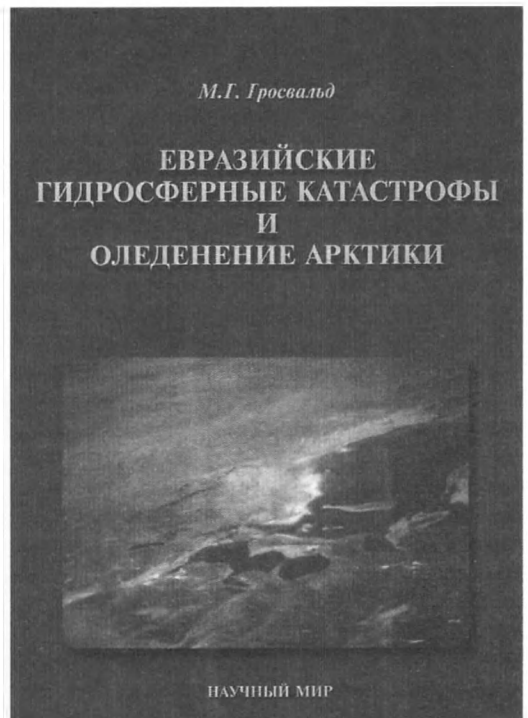
Д.З. ВИБЕ,  
кандидат физико-математических наук  
Институт астрономии РАН

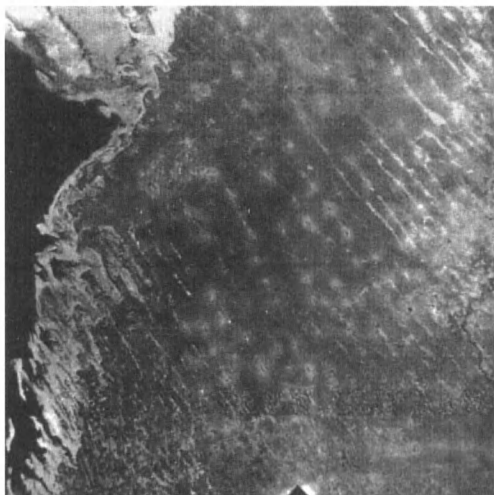
## Реальные следы “Всемирного потопа”

В издательстве “Научный мир” вышла книга известного **русского гляциолога и геоморфолога, почетного члена Русского географического общества М.Г. Гросвальда “Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики”**. В предисловии к ней ответственный редактор издания академик В.М. Котляков предполагает, что книга многим покажется неожиданной. “Не часто бывает, – пишет он, – что так вот сразу, без основательной “обкатки” на семинарах и конференциях, выдвигается по-настоящему крупная новая идея”. Книга представляет собой совершенно оригинальное исследование в области **планетарной геоморфологии**. Это (даже увлекательное!) описание, отличное от устоявшейся в науке картины Северной Евразии, всего Северного полушария в позднем плейстоцене и особенно в момент перехода к голоцену (125–130 тыс. лет назад).

Книга – результат постепенного, на протяжении более 20 лет, формирования представлений автора **о характере последнего оледенения в Северном полушарии**. Вместе с американскими коллегами Т. Хьюзом и Дж. Дентоном он пришел к выводу о распространении арктического ледникового покрова на всю Северную Евразию. Панарктический ледниковый покров толщиной более 3 км был частью грандиозного ледникового комплекса, включавшего, подобно Антарктическому покрову, шельфовые ледники в Центральной Арктике.

Основная идея автора состоит в том, что в течение плейстоценовых оледенений континентальная палеогидрология Северной Евразии определялась существованием полярных ледниковых покровов, объединенных в единую гляциодинамическую систему. Влияние гигантских ледников двояко. Они подпруживали сток рек, текущих на север, что приводило к формированию больших озер, перераспределению стока по системе





*Следы катастрофических потоков в Восточном Приаралье. Простираение древних ложбин, прослеженных по космическим снимкам, не совпадает с направлением современных речных долин. Фрагмент космокарты Госцентра "Природа"*

каналов и образованию интегрированных трансконтинентальных систем дренажа. А во время дегляциации периодически генерировали мощные "гидросферные катастрофы" – **серии трансконтинентальных катастрофических меганаводнений**.

"Последний вывод стал возможен, – пишет автор, – лишь сравнительно недавно, когда развернулись исследования Земли из космоса и появилась **космическая картография**".

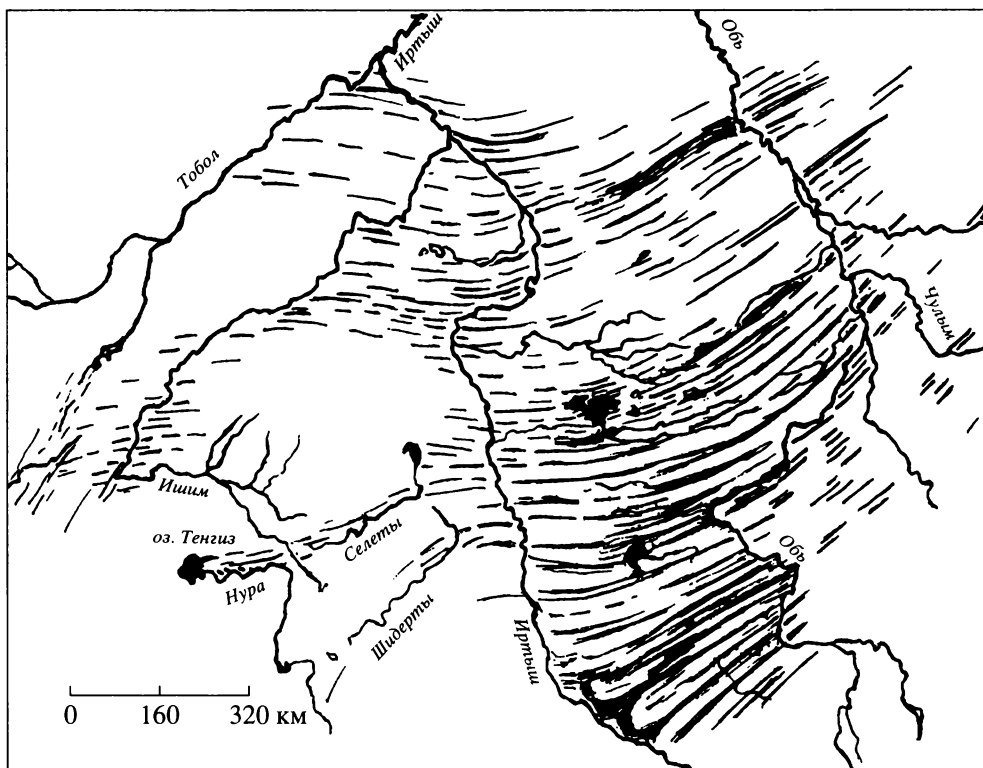
Этот вывод во многом базируется на особенностях земного рельефа, обнаруживаемых на космических снимках. Основная часть доказательства – непрерывная система, или **зона ложбинно-рядовых форм**, простирающаяся с СВ на ЮЗ по равнинам и возвышенностям севера Центральной Евразии. Эти гряды и ложбины, особенно четко видимые из космоса, представляют собой крупные параллельно вытянутые формы – каналы, продольные полосы, котловины и каплевидные холмы. Их называли сибирскими гривами, или буграми Бэра, потому что впервые описал их 150 лет назад выдающийся естествоиспытатель России К.М. Бэр. Система этих ландшафтов протягивается от высокоширотной Арктики вдоль Урала, а дальше – поперек Средней и Западной Сибири к Тургайскому плато, Туранской и Северо-Каспийской низменностям и далее, в Черное море и к европейским продолинам.

М.Г. Гросвальд проследил и реконструировал еще одну систему параллельных каналов, долиноподобных ложбин, холмистых (друмлинных) полей и углублений, которая протягивается от арктических подводных каналов меридионально на юг, по обоим склонам Урала, и открывается в Каспийский и Аральский бассейны. На Тургайском плато (Казахстан) и к северу от него находится район пересечения этих двух систем.

Прежде рассматриваемые формы относили к разным ландшафтам и считали, что они имеют различное происхождение – золотовое, тектоническое, береговое и обычное флювиальное (речное). Между тем, по мнению М.Г. Гросвальда, эти геоморфологические комплексы произведены мощными катастрофическими потоками, т.е. они – **следы меганаводнений**. Им восстановлены два пути катастрофических потоков: "сибирский" (длина – 7000 км и ширина – 1000 км) и "уральский", немного меньших размеров. Количественным методом американского геолога В.Р. Бейкера определены параметры меганаводнений. Их пиковые расходы достигают 1 млрд м<sup>3</sup>/с, скорость потока – 30–40 м/с, общий объем меганаводнения составляет приблизительно 1 млн км<sup>3</sup>. Таким образом, мощность евразийских меганаводнений и вовлекаемых в них объемов воды сопоставима с марсианскими палеопотопами (Земля и Вселенная, 1999, № 3).

Ни талые воды в приледниковых озерах, ни донное таяние полярного ледникового покрова не могут объяснить появление такого грандиозного количества воды и энергии. По оригинальной гипотезе М.Г. Гросвальда, меганаводнения были результатом катастрофических **выбросов вод из глубин Северного Ледовитого океана**. Предполагается, что подпруженный ледниками океан превратился в огромное **Арктическое подледниковое озеро**. Оно возникло, ког-





да пролив Фрама перекрыли потоки льда, стекавшие из ледниковых покровов Гренландии, Баренцева моря и Центральной Арктики.

Прорывы подледникового озера-океана происходили в виде внезапных катастрофических реакций на постепенное наращивание потенциальной энергии в системе, образуемой подледниковым озером с Мировым океаном. Энергия нарастала из-за перепада высот, обусловленного, с одной стороны, аккумуляцией снега и льда на шельфовом леднике в Центральной Арктике, а с другой – понижением уровня Мирового океана. Перепад уровней мог достигать 1000–1200 м, а потенциальная энергия системы –  $10^{22}$  Дж.

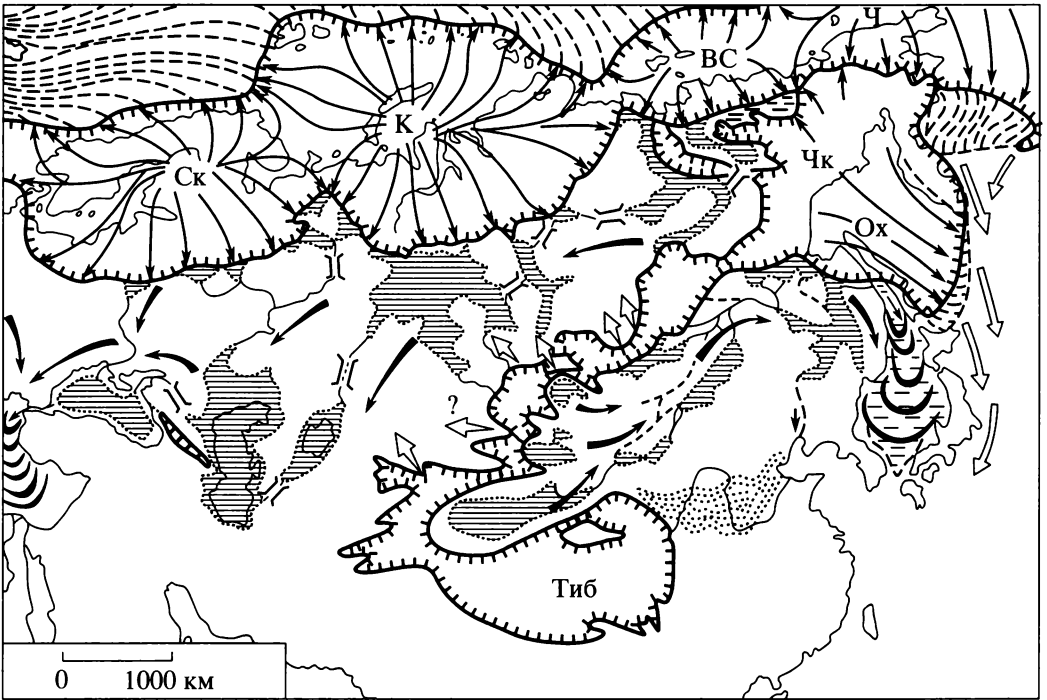
Меганаводнения Евразии происходили приблизительно 12, 10 и 7 тыс. лет назад, а также в течение каждого из главных ледниковых периодов прошлого. Вероятно, они были синхронны с коллапсами ледникового покрова при дегляциации, массовыми выбросами айсбергов, катастрофическими повышениями уровня Мирового океана и резкими

*Древние гряды-ложбинные комплексы в Западной Сибири, направленные перпендикулярно современным речным долинам. Фрагмент космокарты на базе снимков со спутников типа "Метеор"*

перестройками в североатлантической системе океан-атмосфера. Евразийские катастрофические потоки, видимо, определяли в этом комплексе **общий ритм значительных глобальных изменений**. Меганаводнения не могли не повлиять существенно на геоморфологию, палеогидрологию, биогеографию континента.

М.Г. Гросвальд открывает в книге **новые черты ледникового периода**, загадке тайны которого посвящена вся его многолетняя деятельность. Предлагаемая им картина – результат слияния нескольких глобальных концепций. Вот главные из них.

В периоды максимумов оледенений существовал единый Панарктический ледниковый покров, состоящий из кольца ледниковых щитов, обрамляющих ги-



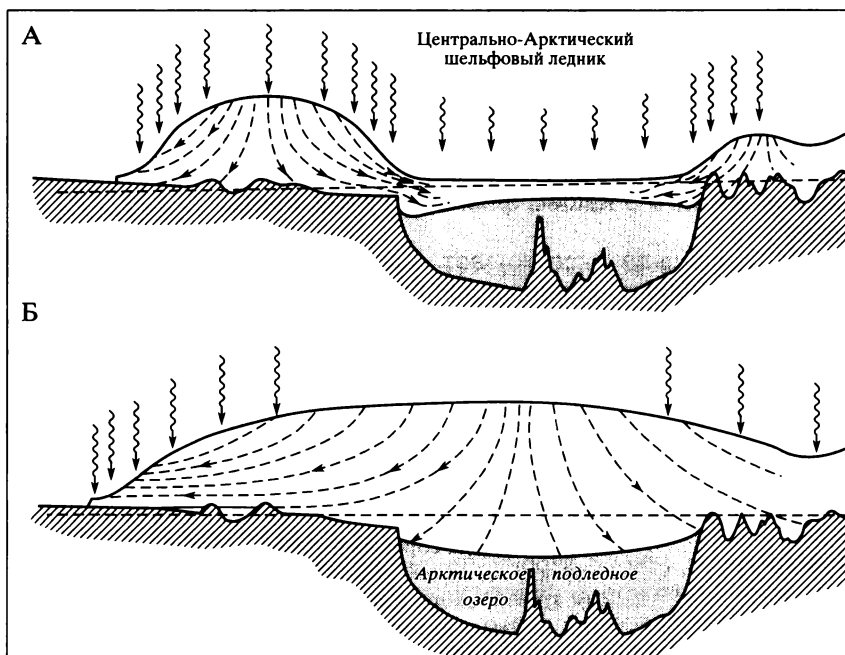
Принципиальная схема позднеледниковой оледенения и системы приледникового стока Северной Евразии. 1 – ледниковые покровы с линиями движения льда и горно-ледниковые комплексы (Ск – Скандинавский, К – Карский, ВС – Восточно-Сибирский, Ч – Чукотский, ЧК – Черско-Колымский, Ох – Охотский, Тиб – Тибетский); 2 – плавучие шельфовые ледники; 3 – приледниковые озера; 4 – ложбины, выработанные водными потоками; 5 – течение воды в приледниковых системах; 6 – прорывы горных ледниковых озер; 7 – дрейф скопленных айсбергов; 8 – моря с талой водой на ледяном покрове; 9 – послеледниковые лёссы в Китае

гантский шельфовый ледник Центральной Арктики. В ледниковые периоды ледниково-подпрудные моря-озера объединялись в невиданных размеров бассейны стока в океаны. Панарктический покров прервал связь Северного Ледовитого океана с Атлантическим, и поэтому возник подледниковый океан, намного превосходящий по объему запасы придонных талых вод под ледниковыми щитами. Вода этого океана неоднократно прорывалась на сушу, создавая ката-

строфические потоки в периоды дегляциации.

На этом фоне гипотезы о ледниковом горно-покровном вале от Тянь-Шаня до Чукотки, соединявшем Панарктическое оледенение с Центральноазиатским, или о катастрофических прорывах громадных ледниково-подпрудных озер в сибирских горах, ответственных за многие черты рельефа, выглядят важными, но не определяющими деталями.

Идея очередной концепции возникла у автора как логическое следствие из предыдущей, но для каждой из них он находит независимую систему фактов, объясняемых ею и ее обосновывающую. В то же время каждая из концепций предоставляет новые аргументы в пользу реальности предыдущей. Картина, предлагаемая автором, свойственны внутренняя непротиворечивость и цельность. Ее следует либо принимать, либо отвергать полностью. Но аргументы в пользу излагаемых в книге концепций достаточно основательны.



Предложенная М.Г. Гросвальдом система объясняет множество геоморфологических и геологических особенностей Северной Евразии, которые рассматривали до сих пор независимо друг от друга. Автор обнаружил их на космических снимках и проследил на всем пространстве Северной Евразии. Становится понятен резкий перерыв в геологических напластованиях Западной Сибири и отложениях Средиземного моря, колебания уровня океана и другие, прежде не объяснимые явления. Естественным образом геоморфологический подход приводит к анализу гидролого-гидравлического и климатического материала. В частности, учтено, что смещающиеся при похолодании системы атмосферных фронтов и циклонов к югу способны были обеспечить влагой реконструируемые ледниковые покровы. И в настоящее время циклоны имеют тенденцию усиливать интенсивность осадков у краев ледниковых покровов Гренландии и Антарктиды. Автор выявляет механизм резких колебаний системы атмосфера–океан–оледенение при переходе от ледниковой эпохи к межледниковьям. Эти колебания, установленные

*Эволюция Панарктического ледникового покрова после перекрытия пролива Фрама. А – начальная стадия развития Арктического шельфового ледника; Б – стадия единого сверхщита с вершиной у Северного полюса. Между стадиями А и Б равновесие щита нарушилось (гипотеза М.Г. Гросвальда)*

анализами ледовых кернов и пыли, не имели до сих пор физического объяснения.

Особенно впечатляют **макромасштабный взгляд** автора на природную систему Земли в целом и аналогия с ближайшей к нам планетой – Марсом. Именно рассмотрение грандиозных следов гидросферных катастроф, некогда бушевавших на этой планете, подтолкнуло автора к поиску объяснения мифов о "всемирном потопе" у многих народов Земли. "Всплывание" Западной Антарктиды, как альтернативное объяснение, потребовало бы значительно больше времени, чем прорывы подледниковой воды.

"Без... катастрофических потопов, – пишет В.М. Котляков, – картина глобальных изменений послеледниковий оставалась неполной. Мы еще увидим, как они встанут в ряд с такими события-

ми этих эпох, как внезапное повышение уровня океана, коллапсы ледниковых щитов, выбросы айсбергов и похолодания климата, которые записаны в изотопном составе льда Антарктиды и Гренландии... **Работа открывает еще одну страницу в книге о нашем физическом мире**".

Книга М.Г. Гросвальда заслуживает внимательного прочтения. В ней рассмотрена целая группа коренных вопросов геоморфологии и палеогеографии. Она открывает широкий простор как

для дискуссий, так и для конкретных полевых исследований в самых разных районах Евразии. Думается, что "возмутительная" гипотеза автора заставит многих специалистов в самых разных областях знаний переосмыслить имеющиеся у них факты.

*А.Н. КРЕНКЕ,*

*доктор географических наук*

*А.Ф. ГЛАЗОВСКИЙ,*

*кандидат географических наук*

*Институт географии РАН*

## Информация

### Поиски новых звезд

Новая звезда – это один из компонентов двойной системы, где есть белый карлик, собирающий на своей поверхности вещество, выбрасываемое в пространство другой звездой – красным карликом. При достижении некоторого критического предела накопленного вещества в нем начинается ядерное горение водорода. За несколько часов яркость звезды возрастает в миллион раз, и в течение нескольких недель звезда излучает столько энергии, сколько наше Солнце за 10 000 лет. Примерно раз в два-три года одна из новых звезд нашей Галактики становится достаточно яркой, чтобы быть видимой невооруженным глазом.

Затем звезда сбрасывает оболочку, которая удаляется с большой скоростью. Основные черты явления уже давно объяснены учеными, но детали процесса все еще представляют интерес. Кроме того, наблюдения новых в далеких галактиках помогают определять расстояния до этих галактик.

Вспышки новых звезд – редкое явление. Несмотря на их важность для науки, обзоры далеких галактик с целью их поиска не были популярны среди астрономов. Работа с 4-метровыми телескопами требовала десятков часов мониторинга нескольких галактик, чтобы достичь успеха. Например, в 1987 г. канадские астрономы на 4-м франко-канадско-гавайском телескопе нашли 9 новых после 56 ч мониторинга трех гигантских эллиптических галактик в скоплении Девы.

Подобные наблюдения провели в течение 8 ночей в январе

2000 г. на 8,2-м зеркале "Анту" Очень Большого Телескопа Европейской Южной обсерватории в Чили. Экспозиции длились по 20 мин на трех длинах волн. Наблюдалась галактика NGC 1316 (скопление в созвездии Печь). Галактика находится на расстоянии около 70 млн св. лет, и его уточнение важно для знания шкалы расстояний во Вселенной.

На снимках найдены 4 новые звезды. Это позволило оценить темп появления новых в NGC 1316 – около 100 в год (примерно в 3 раза чаще, чем в Млечном Пути).

Открытие четырех новых в скоплении галактик в Печи за три часа наблюдательного времени показало, что эффективность ОБТ при поисковых наблюдениях новых возросла в 10 или более раз по сравнению с наблюдениями на "обычных" 4-м телескопах.

ESO Press Release 17/00

## Отечественная астрономия за тысячу лет

Изложить тысячелетнюю Историю астрономии в нашей стране – такая цель стояла перед авторским коллективом книги **“История астрономии в России и СССР”** (Москва, “Янус-К”, 1999, 592 с., 1000 экз.). Издание (приуроченное к 275-летию РАН) редактировал академик В.В. Соболев (1915–1999). Увы, книга была подписана в печать (22.02.1999) уже после его ухода из жизни и посвящена его памяти (Земля и Вселенная, 1999, № 3).

Осознание в процессе работы необъятности темы, очевидно, и вынудило заметно сузить рамки замысла: *“Особое внимание [в книге] уделяется второй половине XX в.”*

Правда, последнее десятилетие века не отражено в книге по ряду причин. (Материал книги готовился в основном во второй половине 80-х гг.). Главное – в 1991 г. произошел распад единой государственной основы нашей астрономии. Изменилась сама страна... Так что 90-е гг. – “это совсем другая история”...

Конечно, огорчает вынужденная установка на облегченное освещение всего гигантского периода до второй половины XX в. К счастью, в те же 90-е гг. у нас появились еще два фундаментальных историко-астрономических труда, почти идеально превентивно (!) дополнявших “Историю...” по ее наименее освещенным периодам! Получился интересный комплекс из трех независимых “хороших и разных” монографий, которые, при минимальном дублировании, достаточно

полно охватывают всю тысячелетнюю историю отечественной астрономии – от древности до 90-х гг. XX в. Поэтому, рецензируя в основном именно заключительную, “соболевскую” книгу этого нечаянного трехтомника, нельзя не описать, хотя бы кратко, и две предшествующие монографии этой трилогии.

Первая из них – **“Очерки истории отечественной астрономии (с древнейших времен до начала XX века)”** (Киев, “На-



# ОЧЕРКИ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АСТРОНОМИИ

С древнейших  
времен  
до начала  
XX в.

НАУКОВА ДУМКА

укова думка”, 1992, 512 с., 700 экз., редактор И.А. Климишин, отв. секретарь И.Д. Зосимович). Монография эта стала своеобразным памятником прежней истории нашей астрономии (реально – до 1918 г.), когда изменилось само понятие “Отечество”... В ее двух почти равных по объему частях (“Становление и развитие астрономии с древнейших времен” и “Развитие основных направлений в XIX–начале XX вв.”) участвовало свыше 50 авторов. В первой части представлены практически все регионы оказавшегося уже “бывшим” Союза: сама Россия (две главы), Средняя Азия, Закавказье (три главы), Украина и Прибалтика. Во второй части – тематические главы: Фундаментальная астрометрия и астрономические постоянные; Практическая астрономия; Изменение широты и движение полюсов; Небесная механика; Астрономическая фотография; Фотографическая астрометрия; Спектроскопия; Звездная астрономия; Астрофизика. В приложении – “Основные этапы развития отечественной астрономии с древнейших времен до конца XVIII в.” и “Хронология важнейших событий и открытий в отечественной астрономии (1800–1917 гг.)”, сжатые в 17 страниц петита, и именной указатель (около 1000 имен).

Среди авторов – такие известные специалисты и историки астрономии, как А.Ф. Богородский, П.Г. Булгаков, Б.А. Воронцов-Вельяминов, Г.Г. Георгобиани, Е.А. Гребеников, А.Н. Дейч, Н.Б. Дивари, О.В. Добровольский, А.И. Еремеева, К.А. Куликов, А.Е. Майстров, Г.П. Матвиевская, О.А. Мельников, Н.И. Невская, А.А. Немиро, К.Ф. Огородников, Л.П. Осипков, Э.С. Парсамян, Д.Д. Положенцев, В.Г. Тейфель, Б.Е. Туманян, В.П. Цесевич, В.П. Щеглов, Х.Т. Ээлсалу... К сожалению, из-за задержек с изданием 11 авторов из 53 уже не увидели эту книгу.

Содержание “Очерков...” ограничивается “сверху” 1917 г., между тем как в “Истории...” “зона особого внимания” начинается с середины XX в. Таким образом, в “сумме” этих книг “ослаблен” лишь период с 1918 г. до середины XX столетия.

Тем более удачно, что между “Очерками...” (1992) и “Историей...” (1999) вы-



шла в свет еще одна независимая фундаментальная работа по истории в основном именно отечественной астрономии, освещающая как раз этот период! Это – “**Астрономия на крутых поворотах XX века**” (Дубна, “Феникс”, 1997, 480 с., 1000 экз., редактор-составитель А.И. Еремеева). Книга охватывает время, фактически, от 30-х до конца 50-х гг., фактически же – с 1917-го до 1957 г. Она создана по материалам научно-мемориальной конференции, состоявшейся в апреле 1995 г. в Пулково и посвященной 50-летию Победы. Монографию создал еще более солидный коллектив авторов – 94.

Кратко опишу эту хронологически центральную компоненту фактического трехтомника истории отечественной астрономии. Сами за себя говорят названия глав-разделов: 1. Контрасты развития советской астрономии в предвоенное десятилетие [реально – с Октября]; 2. Астрономы на фронте [воспоминания ветеранов и очерки об астрономах, погибших в боях]; 3. Астрономия для фронта; 4. Судьбы астрономических центров в районах боевых действий, в блокаде и оккупации; 5. Создание новых и деятельность старых астрономических центров в тылу; 6. Военная техника и новейшая технология на службе астрономии; 7. Успехи астрономии в годы войны и в первое послевоенное десятилетие. Среди приложений – именной указатель (на 1083 лица); аннотированный указатель авторов. Отличают книгу прекрасная полиграфия, высокохудожественное оформление А.В. Биркле, довольно обстоятельное английское резюме и, вопреки дурному обычаю, честный список опечаток!...

Приведу весьма показательные фрагменты из откликов на книгу двух очень разных “авторов-читателей”. Начну с письма Л.Г. Лейтейзен (Лауреат Сталинской премии 1953 г. В пред- и военные годы – одна из первых разработчиков фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) на номерном заводе, где создавалась тогда секретнейшая новая техника для армии, после войны нашедшая органичное применение в астрономии). Лидия Гавриловна пишет: «...Когда мне принесли книгу “Астрономия на крутых по-

воротах XX века”, большую, прекрасно изданную, и в разговоре, между прочим, предложили написать отзыв о ней, я приняла это за шутку. Что я могу написать о книге, в которой пойму только несколько статей, касающихся моей специальности? “А вы прочтите ее всю”, – посоветовали мне. Я послушалась и начала ее читать всю подряд. Она оказалась такой интересной, что я забросила всю беллетристику, пока не дочитала ее до конца...»

Среди авторов крупные ученые с именами, известными миру, и рядовые работники. Люди, посвятившие астрономии всю жизнь и имеющие к ней только косвенное отношение (в их числе автор этого письма). Необычайные, иногда почти фантастические, судьбы людей в нашем непростом времени. Различие мировоззрений, разнообразие мест проживания: от двух столиц и далеких провинций, где были обсерватории, до Европы и Америки, где жили вынужденно или добровольно российские ученые.

Узнала я, что астрономия, наука, казалась, далекая от земных дел, обеспечивала армию необходимыми сведениями, для чего во время войны строились и специально оборудовались новые обсерватории, вместо разрушенных или оккупированных на западе. [...]

Было интересно узнать о жизни и работе обсерваторий далеких, мало известных, но немало сделавших для науки, в которых нашли применение своим силам многие ученые из обсерваторий, пострадавших от войны, а также и о таких, как Пулково, разрушенное войной, где работы, нужные для фронта, продолжались до последней возможности. [...]

Хорошо, что в книге приведены имена людей, не успевших много сделать для науки, погибших в ГУЛАГах и на войне.

Даже в статьях, посвященных чистой науке, в которых я мало что понимала, были интересны их результаты. Большое вам спасибо за такую интересную книгу.

Лейтейзен Лидия Гавриловна (род. 11.5.1910)».

И – из письма академика Е.К. Харадзе, основателя (1932) и с тех пор руководителя Астрофизической обсерватории

на г. Канобили в Грузии (приютившей в войну ряд астрономов), экс-президента Грузинской АН: "...Очень благодарен за [...] книгу "Астрономия на крутых поворотах XX века" [...]. Я "жадно" ознакомился с нею. Это – книга века. Ее создатели [...] заслужили большую похвалу и благодарности [...].

*Е. Харадзе*".

Возвращаюсь, однако, к "Истории...". В ней 10 глав. **1.** Общий обзор [истории мировой астрономии] (В.В. Соболев). **2.** Астрометрия (А.П. Гуляев, М.С. Зверев). **3.** Небесная механика (К.В. Холшевников). **4.** Физика Солнечной системы (А.А. Гурштейн, И.Н. Минин). **5.** Физика Солнца (Г.Б. Гельфрейх, Э.В. Кононович). **6.** Физика звезд (В.Г. Горбацкий). **7.** Галактическая астрономия (Н.В. Воцинников, Л.П. Осипков). **8.** Внегалактическая астрономия (В.А. Гаген-Торн, А.Д. Чернин). **9.** Астрономия в университетах (А.П. Гуляев, А.К. Колесов). **10.** Научные учреждения (В.А. Гаген-Торн, А.К. Колесов). Книгу завершает именной указатель (988 лиц).

На фоне содержательных тематических глав 2-8 не впечатляет обзорная первая глава. Ну разве можно на одной странице даже сжато изложить историю мировой астрономии "в древности и средние века"?! Меньше двух страниц отводится на революционные в астрономии XVI–XVII вв., по три – на XVIII и на XIX в., по пять-шесть – на первые три четверти XX в. и три на последнюю (с 1976 г. по... 1986 г.).

Как редактор, В.В. Соболев свою задачу выполнил с блеском. Книга оказалась выдающимся трудом по истории отечественной астрономии. Уже глава "Астрометрия" читается как роман приключений (духа!). Кстати – и в этой, и в последующих главах (в строгом единстве подхода чувствуется влияние редактора), – очень аккуратно представлен мировой уровень исследований.

Через всю историю астрометрии проходит проблема системы координат – и этапы ее освещаются во второй главе весьма ярко. Здесь и естественная, но свежая тогда идея Н.М. Днепровского, Б.П. Герасимовича и Б.В. Нумерова (1932) – привязать такую систему к

практически неподвижным на небе внегалактическим туманностям (ныне – к еще более далеким квазарам); и парадоксальная альтернатива того же Нумерова – опираться, напротив, на астероиды, подвижнее которых на небе разве что кометы! О практической же роли такого, вроде бы далекого от повседневной практики понятия, как фундаментальная система координат, убедительно говорит то, что на совещания по этой "абстракции" в Казань (1942) и Москву (1943) из блокадного Ленинграда специально доставляли руководителя Астрономического института И.Д. Жонголовича!

Для этой и большинства других статей книги характерна открытость горизонтов: указание белых пятен и "черных дыр" в нашей науке.

Из чтения главы "Небесная механика" я впервые за полвека своего "знакомства" с великим Л. Эйлером глубоко осознал и масштаб его гения, и роль его в мировой науке. Фантастически простая (как у Больцмана или Эйнштейна!) формула Эйлера: ( $e^{-\pi} = -1$ ) до сих пор потрясает умы... А ведь у Эйлера имеется еще не менее полудюжины результатов, каждого из которых достаточно, чтобы автор его был причислен к узкому кругу величайших гениев всех времен и народов... Даже "мелкие" (по мерам Эйлера) его результаты были бы достаточны, чтобы прославить ученого: пример – доказательство ничтожности масс комет. А ведь чуть ранее Бюффон в своей (первой научной!) космогонии ударом кометы о Солнце "производил" всю планетную систему.

В.К. Холшевников печально констатирует: "Время безжалостно стирает память о талантах, оставляя в ней лишь гениев"... А ведь такой талант, как Ж.-Н. Делиль, отец европейской астрономии в России, учитель и Ломоносова, и Эйлера, еще должен был убеждать молодого Эйлера в правильности ньютоновой теории тяготения (с. 88)! Другой замечательный талант, слава которого померкла в лучах славы Эйлера, – А.И. Лексель (любимый ученик Эйлера, ставший позже "глазами и руками" ослепшего гения) – доказал, в частности, что открытая Гершелем странная "комета" на самом деле – планета-гигант (Уран).



Вместе с хорошо известными приложениями небесной механики в космонавтике, автор, думается, очень уместно привлекает внимание к ее космогоническим аспектам – в связи с теорией О.Ю. Шмидта. (Кстати, очень поверхностно оцененной в книге.)

Далее. *“Пожалуй, наиболее ярким событием математической небесной механики после 1916 г. стало возникновение [с 1954 г.] КАМ-теории”* (Колмогоров, Арнольд – СССР. Мозер – США) в фундаментальной проблеме динамических свойств систем с гравитацией. Любопытно, что автор главы 3 еще в 1980 г., изменив подход, дал результат для реального интервала масс планет, снизив требования в теореме... на добрую сотню порядков!

Четвертая глава – *“Физика Солнечной системы”* – самая маленькая. В ней сначала перечисляются отдельные результаты *“докосмической эры”*. (Например: *“...В 1832 г. купец-астроном Ф.А. Семенов [...] наблюдал метеорный поток Леонид и высказал предположение о родстве метеоров с кометами.”*) Интересно! Купец!.. До Олмстеда! До Скиапарелли!.. Но в основном глава 4 посвящена советским космическим исследованиям. Справедливо, как *“очень большой успех советской космонавтики”*, характеризуется миссия АМС “Венера-15 и -16” (1983 г.). Этот эксперимент на годы опередил аналогичные американские исследования (с. 163). К сожалению, публикация его результатов (первая карта радиояркостной температуры Венеры), насколько известно рецензенту, из-за позиции “шефа” проекта академика А.Ф. Богомолова ограничилась заметкой в *“Астрономическом Циркуляре”* ведущих исполнителей (В.А. Назаркин, В.И. Еремеев, В.В. Кутяшов и др.).

В главе 5 очень уместны акценты на таких, в описываемые времена “изгонявшихся из истории” ярких именах, как Б.П. Герасимович и А.Л. Чижевский.

В интересной главе 6 среди авторов первого советского звездного электрофотометра не назван П.Г. Куликовский. Несколько удивляет и крайне субъективное изложение истоков и основных представлений концепции звездных ассоциаций В.А. Амбарцумяна.

Очень содержательна глава 7 – *“Галактическая астрономия”*. Так, серьезный историко-научный интерес представляет здесь совершенно новый взгляд на И.Г. Медлера, ревизирующий представления о нем, как эпигоне Канта, Ламберта и Гершеля!

...Революция в звездной космогонии XX в. началась в конце 40-х гг. с идеи В.А. Амбарцумяна о звездных ассоциациях. Конечно, многое было тут интуитивно, недостаточно обосновано и впоследствии отпало. Однако осталось главное: звезды рождаются и в нашу космогоническую эпоху, и именно группами. (Сравните далеко ушедшую вперед концепцию *“звездных комплексов”* Ю.Н. Ефремова.) Одним из важных направлений звездной динамики стало теперь развиваемое В.А. Антоновым (термодинамика и теория устойчивости звездной системы). Звездная динамика – один из труднейших разделов статистической динамики как ветви фундаментальной физики. Ведь звездная система, в отличие от обычных термодинамических, не имеет состояния статистического равновесия из-за своей принципиальной незамкнутости и, главное, из-за *“отвратительного”* характера силы взаимодействия – гравитации...

В последней из *“тематических”* главе 8 наиболее интересно дана генеральная, уже классическая (с 30-х гг., М.П. Бронштейн) проблема физики XX в., – создание теории *“квантовой гравитации”*. Она органична и для космологии, обещая решение проблемы *“физической сингулярности”* – как в космологической эволюции, так и в пресловутых *“черных дырах”*.

Впрочем, во внегалактической астрономии и космологии есть проблемки и *“попроче”*. Например, какова природа современной структурности наблюдаемой Вселенной? Может быть, это совокупность знаменитых *“блинов”* Я.Б. Зельдовича и трехмерная сеть их пересечений (впервые угаданная еще Гершелем)? Не поддается *“проблемка”* решению... Даже теперь, когда нам открылась структура метagalактического реликтового фона излучения. Возможно, корни ее также уходят в глубины кван-

товой гравитации... Дискуссионность ряда положений главы 8 только украшает ее. Но вот удивительный “ляп”. Два прекрасных результата Ю.Н. Ефремова приписаны... Ю.И. Ефремову, известному астроному, ранее работавшему в ГАИШ.

Но книга в целом очень полезна и актуальна. Ее (хотя бы “местами”...) с интересом и пользой прочтут и астроном,

квалифицированный специалист, и преподаватель астрономии, и изучающий астрономию студент, и увлеченный “любитель”, и вообще широкие круги естествоиспытателей и гуманитариев, увлекающихся историей исследования Вселенной.

*Ф.А. ЦИЦИН,*

*кандидат физико-математических наук*

## Информация

### **Коричневый карлик вблизи Солнца**

Коричневые карлики занимают промежуточное положение между звездами и планетами. Их масса ( $< 0.08 M_{\odot} \approx 80$  масс Юпитера) недостаточна для начала ядерных реакций, но гравитационное сжатие способно нагреть их до значительных температур. Изучение коричневых карликов помогает лучше понять процессы формирования звезд и планетных систем. Для этого желательны исследовать коричневые карлики, различающиеся по массе, возрасту и другим свойствам.

До сих пор открыто несколько десятков коричневых карликов. Только три из них – компоненты двойных систем. Самые молодые – члены рассеянного скопления Плеяды, возраст которого около 120 млн лет.

Группа ученых, возглавляемая Ральфом Неухаузером из Института внеземной физики им. Макса Планка (Германия),

предприняла поиски молодых коричневых карликов – компонентов двойных систем – на небольших расстояниях от Солнца. Молодые звезды – редкое явление в солнечных окрестностях. Только после успешного обзора со спутника ROSAT стало известно около 100 таких звезд возрастом менее 100 млн лет на расстояниях до 300 св. лет.

В работе были задействованы телескопы ТНТ (Телескоп Новых Технологий) и ОБТ (Очень Большой Телескоп) Европейской Южной Обсерватории, снабженные инфракрасными камерами. Первый шаг – получить снимки с высоким разрешением звезд каталога и их окружения. Но близкие к ним объекты могут оказаться звездами фона. Поэтому нужно убедиться, что это действительно компаньоны звезды по сходству собственных движений и что это коричневые карлики по виду спектров.

У одной из исследованных звезд близкий компонент (TW-5 B) был обнаружен ранее, в 1998 г., с помощью Космического Телескопа им. Хаббла. Это звезда TWA-5, входящая в ассоциацию молодых звезд вокруг переменной звезды TW Нуа (TW Гидры).

Расстояние до нее – около 180 св. лет. Возраст – около 12 млн лет. Снимки на телескопах “Кьюен” ОБТ с прибором ФОРС-2 (Земля и Вселенная, 2000, № 2) от 21 февраля 2000 г. и “Анту” ОБТ с прибором ISAAC (Земля и Вселенная, 1999, № 3) от 16 апреля 2000 г. подтвердили, что мы действительно имеем дело с коричневым карликом. Его параметры: светимость в 400 раз слабее солнечной, температура поверхности  $2200^{\circ}\text{C}$ , спектральный класс M9, расстояние от главной звезды – 110 а.е., период обращения – около 900 лет. Масса определена менее уверенно – от 15 до 40 масс Юпитера. Это близко к границе между планетами и коричневыми карликами – около 10 масс Юпитера.

В наблюдениях была достигнута наивысшая разрешающая способность телескопов – 0.18", что позволило уверенно определить свойства коричневого карлика, в 100 раз менее яркого, чем главная звезда, и находящегося от нее на угловом расстоянии около 2". Программа продолжается, в ходе ее астрономы надеются получить изображения экзопланет.

ESO Press Release 16/00 21 July  
2000

### Тысячелетие климатических перемен

В марте 2000 г. в Обсерватории по изучению Земли им. Ламонта и Доэрти (штат Нью-Йорк, США) ведущие климатологи мира провели конференцию “Малая ледниковая эпоха и средневековый теплый период”. На ней рассмотрены причины сильных колебаний климата в минувшем тысячелетии.

Теперешнему росту глобальных температур предшествовал Малый ледниковый период (XIII–XIX вв.), характеризовавшийся заметным похолоданием. Он сменил период средневекового потепления (между 1000 г. и 1300 г.), когда преобладала относительно теплая погода в те или иные сезоны в некоторых районах земного шара. Современные данные температурных измерений в скважинах, пробуренных на ледниковом куполе Гренландии, а также в отдельных точках Антарктиды, свидетельствуют о том, что около 1000 г. там

было теплее, чем в недавние десятилетия. Однако, например, измерения годовых колец на спилах старых деревьев в Южной полушарии не подтверждают потепления, якобы наступившего 1000 лет назад. А такое же дендрологическое исследование в Северном полушарии, напротив, говорит в его пользу: потепления были по крайней мере в отдельные летние сезоны. Картина достаточно сложная и запутанная. И все-таки можно считать установленным, что к середине XVI в. глобальные температуры были ниже, чем в предыдущие столетия. Почти повсеместно наступали горные ледники, являющиеся отличным показателем температурных изменений. В большинстве регионов Малый ледниковый период завершился в середине или конце XIX в. Но и в это время случались потепления (например, в XVIII в.).

Малая ледниковая эпоха завершилась к началу XX в. Сокращение массы льда, накопленной за предшествующие столетия, и поныне продолжается почти в любом регионе мира.

Итак, в XX в. глобальные температуры возрастали в беспрецедентном для всего тысячелетия темпе, а последние 50 лет

истекшего тысячелетия были, вероятно, самыми теплыми за несколько тысяч лет. И вряд ли случайно, что сопутствующее этому увеличение концентрации двуоксида углерода в атмосфере сегодня значительно, чем в любое время за последние 420 тыс. лет. Зависимость температуры от концентрации  $\text{CO}_2$  несомненна.

В следующем столетии содержание углекислого газа в атмосфере скорее всего удвоится. Накопление тепловой энергии в океанах также сыграет свою роль. Все это может привести к существенным изменениям климата и нашей среды обитания.

Science, 2000, 288, 1353

*Заметно сократившийся в размерах ледник Дана (высота 3660 м над уровнем моря) в горах Сьерра-Невада (штат Калифорния, США) в 1883 г. — слева и в 1985 г. — справа. Снимки, сделанные из одной точки, показывают, насколько уменьшились за столетие размеры ледника*



### Новые данные об антарктическом озере Восток

Международная группа специалистов опубликовала результаты длительного изучения уникального антарктического озера Восток. В составе группы – Ж. Жюзель из Лаборатории наук о климате в Жиф-сюр-Иветт (Франция), Ж.Р. Птит из Лаборатории гляциологии и геофизики в Сен-Мартенд'Эре (Франция), Р. Суше из Брюссельского университета (Бельгия), российские ученые Н.И. Барков и В.Я. Лизенков (Арктический и Антарктический институты), Н.И. Васильев из Горного института (Санкт-Петербург) и другие. В своей работе они использовали и более ранние труды А.П. Капицы из МГУ им. М.В. Ломоносова (Земля и Вселенная, 1995, № 3), Дж. К. Робина (Полярный институт им. Р. Скотта, Кембридж, Великобритания), И.А. Зотикова (Институт географии РАН).

В Восточной Антарктиде, под 3–4-км покровом льда, обнаружено 68 озер разной величины и глубины. Озеро Восток, спрятанное подо льдом толщиной около 3743 м, – крупнейшее из них. Его площадь достигает 14 тыс. км<sup>2</sup>

(230 км в длину и 50 км в ширину). По своим размерам оно сравнимо с известным озером Онтарио, входящим в систему Великих озер Северной Америки.

Установлено, что водная масса озера сохраняется в жидком состоянии благодаря геотермальному подогреву, высокому давлению (около 350 атм) и надежной теплоизоляции мощным ледяным и снеговым покровом. На станции Восток начали бурение льда до подстилающих ледниковый щит пород. Но, достигнув глубины 3623 м (120 м от водной поверхности), его приостановили, чтобы не нарушить изолированность бассейна от внешнего мира (продолжающуюся, по всей видимости, не менее 1 млн лет). В подледном озере, возможно, сохранились древние микроорганизмы. Часть “озерных” организмов оказалась в слое льда, намерзающего снизу. Нижняя часть ледяного покрова (около 210 м) сложена льдом, образовавшимся при замерзании самого озера. Содержание в нем дейтерия и кислорода-18 существенно отличается от окружающего “ледникового” льда. Очевидно, озеро возникло при более теплом климате, чем в последние 420 тыс. лет, в которые образовалась толща льда над озером.

Подледный бассейн – “живая” система, в которой происходит эффективная циркуляция влаги. Верхний слой льда (3310 м) содержит богатую палеоклиматическую информа-

цию, охватывающую четыре полных оледенения, прерываемых межледниковьями. Следующий за ним слой (до 3539 м) – переходный от гляциального (ледникового) льда к аккреционному, а ниже, вплоть, очевидно, до дна – перемороженная озерная вода.

Опубликованы и результаты микробиологического исследования на станции Восток, проведенного Д.М. Карлом из Университета штата Гавайи в Гонолулу (США), Д.Ф. Бердом из Квебекского университета в Монреале (Канада). Они пришли к выводу, что жизнь в подледном озере, по-видимому, существует, судя по ледяным кернам, несмотря на экстремальность условий – крайне низкие температуры, отсутствие солнечной энергии, недостаток питательных веществ. Концентрация микроорганизмов в озерной воде составляет от  $2.8 \times 10$  до  $3.6 \times 10^4$  клеток в 1 мм<sup>3</sup>. Внешне они очень похожи на распространенные по всей Земле бактерии, грибы, водоросли. И это – вопреки изолированности данной среды от атмосферы на протяжении миллионов лет.

Некоторые специалисты считают подледное озеро Восток возможным аналогом условиям, гипотетически существующим в подледном океане на спутнике Юпитера – Европе, где также ряд исследователей допускают наличие простейших форм жизни.

Science, 1999, 286, 2094, 2138,  
2141, 2144

**Указатель проблемных статей,  
опубликованных в журнале “Земля и Вселенная”  
в 1995–2000 гг.\***

**Астрономия**

- |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|
| Акимов А.Е., Шипов Г.И., Логинов А.В., Ломоносов М.Н., Пугач А.Ф. Торсионные поля Земли и Вселенной   | 1996, 2 | Лучков Б.И., Озеров Ю.В. Гамма-диагностика солнечных вспышек                                    | 1997, 4 |
| Бахтигараев Н.С. Геостационарные спутники и их наблюдения   | 1998, 3 | Малофеев В.М. Уникальный пульсар Геминга  | 1998, 6 |
| Белоус М.Л. Сверхновые на космологических расстояниях   | 1998, 2 | Матвеевко Л.И. Супerrрадиотелескоп  | 1995, 4 |
| Бисикало Д.В. Как происходит обмен веществом в двойных звездах  | 1999, 1 | Микиша А.М. Столкновение небесного тела с Землей. Предотвращение катастрофы                     | 1995, 4 |
| Бронштэн В.А. Мини-кометы в Солнечной системе   | 1998, 5 | Панферов А.А., Попов С.Б. Объекты Херbiga–Аро   | 1995, 1 |
| Вдовыкин Г.П. Космические стимуляторы возникновения жизни   | 1995, 3 | Попов С.Б. Что происходит в центре Галактики  | 1995, 5 |
| Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р. Динамическая эволюция кометно-астероидного вещества в Солнечной системе | 2000, 6 | Попов С.Б. Новорожденные нейтронные звезды  | 2000, 2 |
| Горчаков Е.В., Курносова Л.В. Космическое гамма-излучение высоких энергий                             | 1996, 3 | Слыш В.И. Космические мазеры и звездообразование  | 1998, 1 |
| Гринин В.П., Тэ П.С. Звезды с молодыми протопланетными дисками  | 1995, 6 | Смирнов М.А., Микиша А.М., Барабанов С.И. Поиск метеоритов и обнаружение их в метеорных потоках | 1996, 4 |
| Дамбис А.К., Расторгуев А.С. Шкала расстояний во Вселенной  | 2000, 1 | Сурдин В.Г. Галактика, в которой мы живем   | 1996, 3 |
| Емельянов Н.В. Необычные явления в системах спутников планет  | 1997, 3 | Татевян С.К. Форма Земли по наблюдениям спутников   | 1998, 2 |
| Ефремов Ю.Н. От звездных ассоциаций к звездным комплексам   | 1998, 1 | Тутуков А.В. Происхождение планетных систем   | 1999, 6 |
|   |         | Уральская В.С. Внешние области Солнечной системы  | 1999, 5 |
|   |         | Федорова А.В. Необычный этап в эволюции звезды  | 1998, 4 |
|   |         | Фридман А.М., Хоружий А.В. Гигантские антициклоны в галактиках                                  | 1999, 3 |
|   |         | Цицин Ф.А. Вселенная фракталов  | 1997, 6 |
|   |         | Черепашук А.М. Черные дыры и звезды Вольфа–Райе   | 1999, 3 |
|   |         | Чурюмов К.И. Катастрофа на Юпитере  | 1996, 1 |

\* Продолжение. Начало см. в №№ 1–6 за 1995 г.

- Чурюмов К.И. Комета Хейла–Боппа – уникальный объект для любительских наблюдений 1997, 1
- Шустов Б.М. Галактика: прошлое, настоящее, будущее 2000, 3
- Космонавтика**
- Авдеевский В.С., Лесков Л.В. Физика невесомости и космическое материаловедение 1996, 2
- Александрович Н.Л., Арефьев В.А. Итоги работы орбитальной обсерватории “Рентген” 2000, 6
- Боярчук А.А., Шустов Б.М. Обсерватория “Спектр-УФ” – окно в ультрафиолетовый космос 1999, 2
- Брюханов Н.А., Хамиц И.И. Новые модули российского сегмента Международной космической станции 2000, 6
- Газенко О.Г., Григорьев А.И., Малашенков Д.К. Космическая биология и медицина на рубеже столетий 2000, 5
- Галимов Е.Н. Космические исследования в ГЕОХИ им. В.И. Вернадского: достижения, проблемы, перспективы 1999, 6
- Герасютин С.А., Левитан Е.П. Заря новой эры космических станций 1999, 2
- Кардашев Н.С. Радиотелескоп больше Земли (“Радиоастрон”) 2000, 4
- Качур П.И. С самолета – в космос 1995, 2
- Климов С.И., Родин В.Г., Григорян О.Р. Излучение и контроль “космической погоды” 2000, 3
- Ковражкин Р.А., Зеленый Д.М., Баклунов А.М. Проект “Интербол” 1997, 3
- Коптев Ю.Н. Космонавтика на пороге XXI века 1999, 5
- Коптев Ю.Н. Российская космонавтика: состояние и перспективы 1997, 5
- Коптев Ю.Н. Современное состояние и перспективы развития российской пилотируемой космонавтики 1996, 5
- Кузнецов Р.О. Результаты экспедиции “Марс Патфайндер” 2000, 4
- Миненко В.Е. Перспективно ли создание малоразмерных космических аппаратов 1997, 2
- Осипов В.Г., Шошунов Н.Л. Космические тросовые системы: история и перспективы 1998, 4
- Сурков Ю.А., Кремнев Р.С. Пентраторы для исследования тел Солнечной системы 1995, 4
- Сюняев Р.А., Терехов О.В. “Спектр–Рентген–Гамма” 1997, 2
- Сюняев Р.А., Терехов О.В. Обсерватория “Гранат”: 9 лет на орбите 1998, 6
- Титов Д.В. Исследования атмосферы и климата Марса 1999, 4
- Уткин В.Ф. Международная космическая станция и программа научно-прикладных исследований 1995, 4
- Шкуратов Ю.Г. Итоги полета “Клементины” 1997, 5
- Науки о Земле**
- Авсюк Ю.Н. Изменение географических широт и движение полюсов Земли (факты, оставшиеся необсужденными) 1998, 2
- Аксенов А.А. Шельф мирового океана и формирование стратосферы 1996, 2
- Анненков В.В. Глобальные изменения и география 1996, 5
- Беляков А.С. Землетрясения и подземный звук 1996, 2
- Вартанян Г.С. Подземные воды предупреждают о землетрясениях 1996, 4
- Васильев А.А. Прогноз погоды сегодня и завтра 1995, 6
- Витязев А.В. Импаکتы в ранней истории Земли 2000, 2
- Войтов Г.И., Яковлев М.П. Геодинамика и метан 1996, 6
- Городницкий А.М. Магнитная начинка океанической коры 1995, 1
- Грачев А.Ф. Сага о солнечном гелии в мантии Земли 1998, 5

- Грачев А.Ф. Геодинамическая причина биосферных катастроф 2000, 5
- Гросвальд М.Г. Следы великих гидросферных катастроф на Марсе и Земле 1999, 1
- Груза Г.В. Тенденции изменения климата 1997, 4
- Груза Г.В., Ранькова А.Я., Клещенко Л.К. Эль-Ниньо и его слабое эхо 1998, 4
- Звягинцев А.М., Крученицкий Г.М. Близка ли разгадка озоновой проблемы? 1996, 1
- Иванов-Холодный Г.С. Солнечная активность и геофизические процессы 2000, 1
- Капица А.П. Подледниковое озеро Восток: географическое открытие в Антарктиде 1995, 3
- Корякин В.С. Сокращение оледенения Новой Земли на фоне вращения планеты 1997, 1
- Котляков В.М., Данилов А.И. Глобальные изменения в Антарктике 1999, 4
- Котляков В.М., Захаров В.Г. Динамика края ледникового покрова Антарктиды 1995, 6
- Котляков В.М., Захаров В.Г., Хмельевская Л.В. Ледники Антарктиды и блокировка атмосферной циркуляции 1997, 3
- Кропоткин П.Н. Нефть из живого или живое из нефти? 1995, 2
- Лазарев А.И. Земля из космоса через рассеивающие среды 1995, 5
- Левитин А.Е., Фельдштейн Я.И. Грозы космической погоды 1997, 6
- Левитин А.Е., Фельдштейн Я.И. Живопись Космоса – полярные сияния 1998, 3
- Лосев К.С., Ананичева М.Д. Проблемы эмиссии парниковых газов 2000, 4
- Николаев А.В. Как управлять землетрясениями 1999, 3
- Сидоренков Н.С. Эль-Ниньо и свободная нутация Земли 1999, 2
- Соболев Г.А. Академическая наука против сейсмической опасности 1999, 5
- Сывороткин В.Л. Дегазация Земли разрушает озоносферу 1998, 1
- Хаин В.Е. Геодинамика становится глобальной 1995, 5
- Яншин А.Л. Экологические следствия начавшегося глобального потепления климата Земли 1995, 1

### Самый далекий гамма-всплеск

Одна из проблем, наиболее активно разрабатываемых астрофизиками в настоящее время – выяснение природы таинственных явлений, названных гамма-всплесками (Земля и Вселенная, 1999, № 5). Это короткие вспышки жесткого гамма-излучения, длящиеся от долей секунды до нескольких минут. Точные положения удалось установить для небольшого их числа. С 1997 г. астрономы идентифицировали около 20 оптических объектов, ассоциированных с гамма-всплесками.

Оказалось, все они находятся на космологических расстояниях. Из этого следует, что за время вспышки (несколько секунд) выделяется столько энергии, сколько даст Солнце за все время своего существования, т.е. за 10 млрд лет. Гамма-всплески – самые мощные явления во Вселенной.

Хотя есть свидетельства, что гамма-всплески приходят из районов активного звездообразования в далеких галак-

тиках, тем не менее природа самих взрывов остается загадкой. По-видимому, они связаны со смертью очень массивных короткоживущих звезд. Важную информацию можно получить и о свойствах облаков газа в давней Вселенной, впечатавших свои спектральные линии в спектр источника гамма-всплеска. Поэтому так важны их наблюдения.

Один из гамма-всплесков был зарегистрирован 31 января 2000 г. на трех спутниках (Ulysses, NEAR, Konus). Он получил обозначение GRB 000131 (GRB – gamma ray burst). По разнице времени прибытия сигнала на каждый спутник определено направление на гамма-всплеск (область размером около 1/10 видимого диска Луны в созвездии Киля).

Астрономы Европейской Южной Обсерватории провели наблюдения гамма-всплеска на первом 8.2-м зеркале “Анту” Очень Большого Телескопа на горе Параналь (ночи с 3 на 4 и с 5 на 6 февраля). В этой области найден быстро теряющий блеск слабый оптический объект (24.4<sup>m</sup> во вторую ночь). Он и был признан источником оптической составляющей гамма-всплеска (послесвечения). По его

цвету оценили красное смещение  $z$  объекта – от 4.35 до 4.70.

Для уточнения расстояния нужно было исследовать спектр. Его изображение и было получено 8 февраля с помощью прибора ФОРС-1 (Земля и Вселенная, 1999, № 1) при трехчасовой экспозиции. Объект был уже так слаб, что на щель спектрографа его пришлось ставить “вслепую”. Характерный излом в спектре, вызванный поглощением в межгалактическом водородном облаке, выявлен на длине волны 670.1 нм, куда сместилась линия  $L_{\alpha}$  с волны 121.6 нм. Отсюда красное смещение облака – 4.5, и это – нижний предел для красного смещения GRB 000131. Теперь он – самый дальний зарегистрированный гамма-всплеск (прежде таким считался объект с красным смещением  $z = 3.42$ ). Он произошел, когда возраст Вселенной составлял только 10% от своего нынешнего. Тогда формирование нашей Галактики только начиналось, а до появления в ней Солнца оставалось еще 6 млрд лет.

ESO Press Release 20/00  
17 October 2000



Ф.СП-1

# АБОНЕМЕНТ

70336

на ~~револю~~ (индекс издания)  
~~журнал~~

## Земля и Вселенная

(наименование издания)

Количество комплектов

на \_\_\_\_\_ год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, имя, отчество)

### ДОСТАВочная КАРТОЧКА

70336

на ~~револю~~ (индекс издания)  
~~журнал~~

пв место ли-тер

## Земля и Вселенная

(наименование издания)

Стои-мость	подписки	_____ руб. _____ коп.	Количество комплектов
	пере-адресовки	_____ руб. _____ коп.	

на \_\_\_\_\_ год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(адрес)

Кому

(фамилия, имя, отчество)

## ***Дорогие читатели!***

***Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу “Пресса России” (I полугодие 2001 г., с. 184) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.***

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

**Художественные редакторы** М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.

**Литературный редактор** О.Н. Фролова.

**Мл. редактор** Л.В. Рябцева.

**Корректор:** Н.А. Горелова.

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

**Обложку оформила** М.С. Вьюшина.

Сдано в набор 17.11.2000 Подписано в печать 15.01.2001. Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

Офсетная печать Уч.-изд.л. 12,2 Усл.печ.л. 9,1 Усл.кр.-отт. 9,2 тыс. Бум.л. 3,5

Тираж 979 экз. Заказ № 4274

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91

Учредители: Президиум РАН,

Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН

Академиздатцентр “Наука”

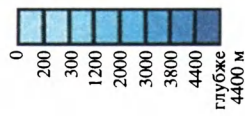
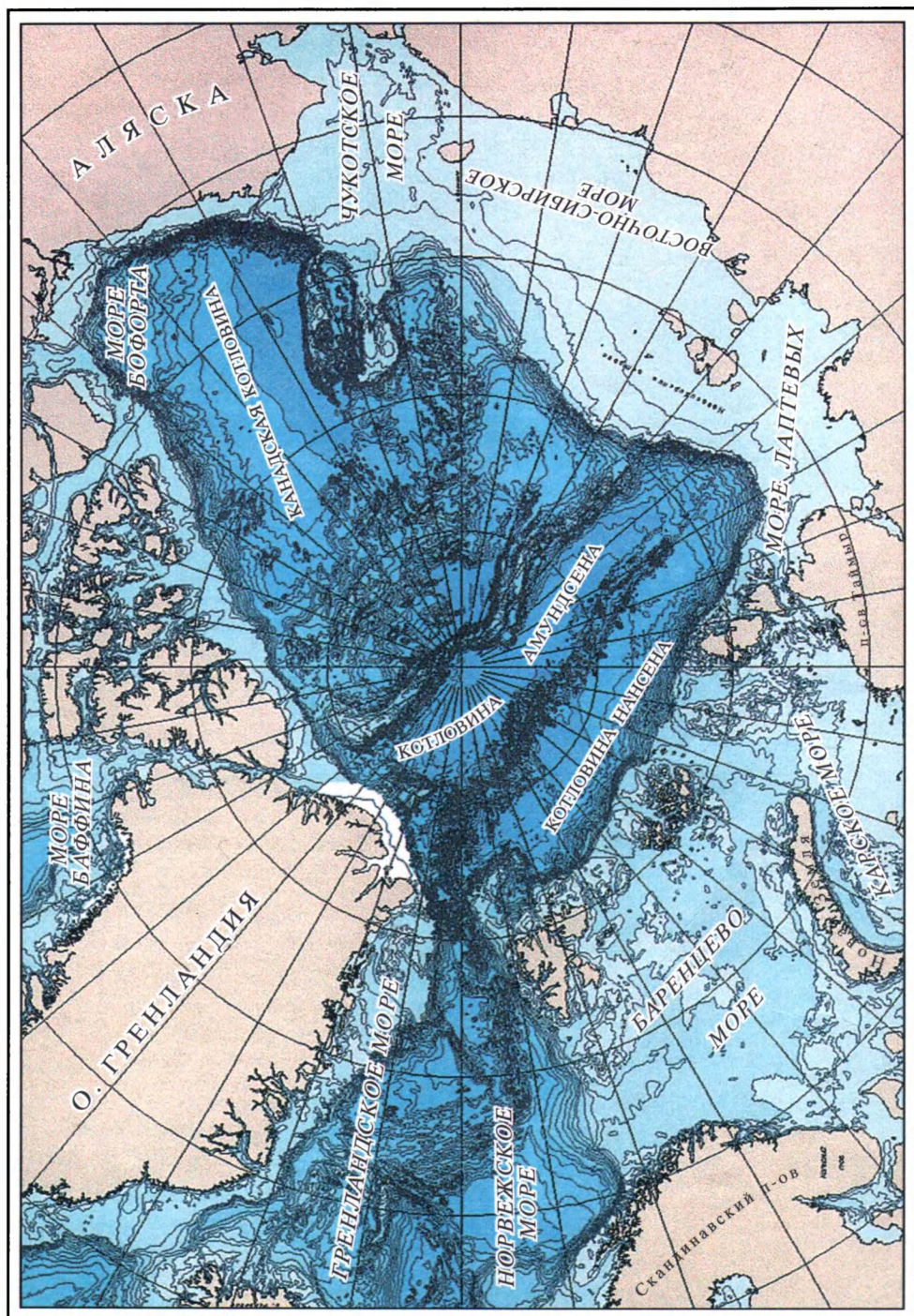
Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 117810 Москва, Мароновский пер., 26

Телефоны: 238-42-32, 238-29-66

Отпечатано в ППП “Типография Наука”

121099 Москва, Шубинский пер., 6





“Наука”  
Индекс 70336