

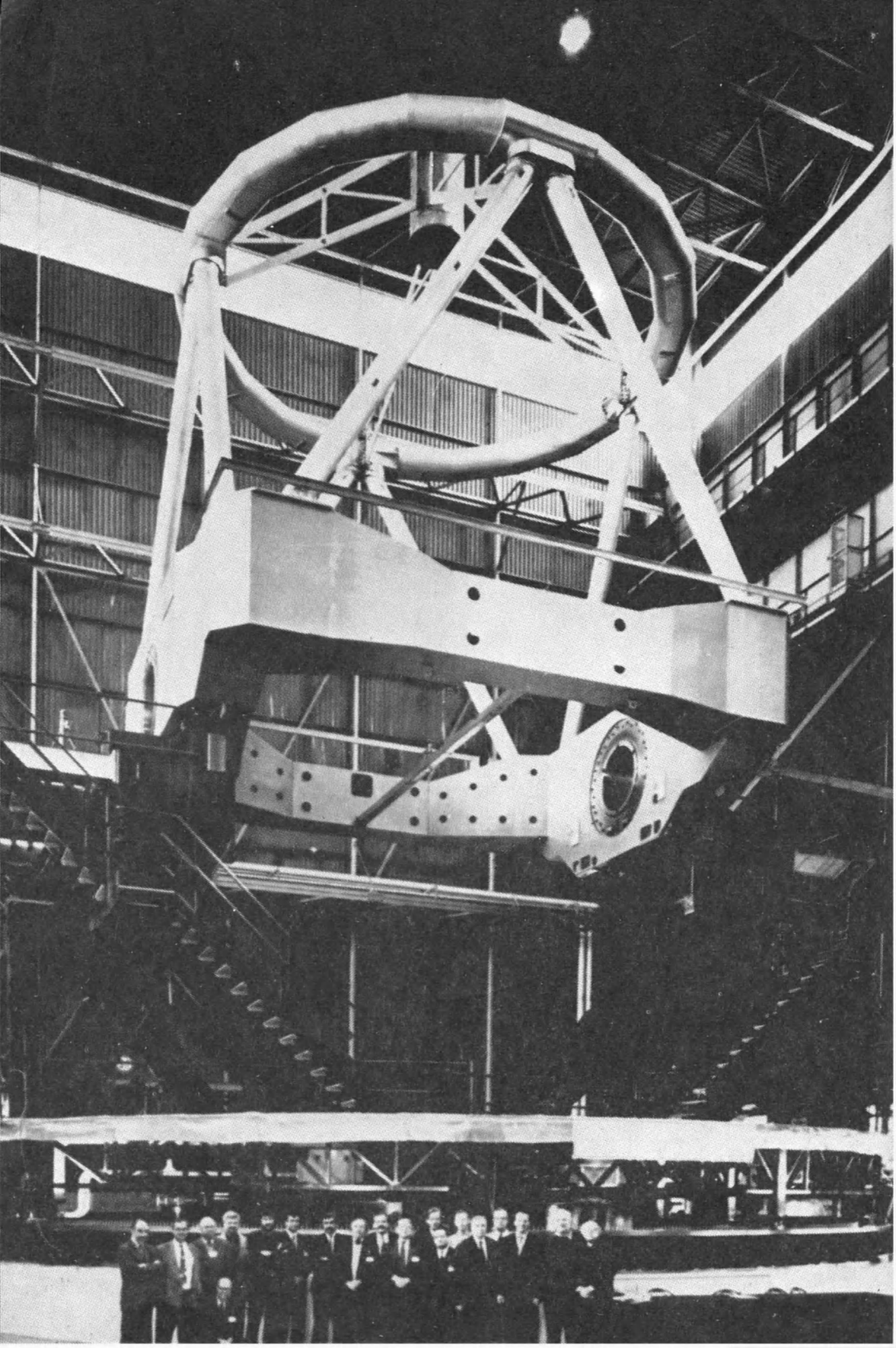
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАРТ — АПРЕЛЬ 2/96



35 лет со дня исторического полета



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



ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

2/96

В номере:

- 3 АВДУЕВСКИЙ В.С., ЛЕСКОВ Л.В. Физика невесомости и космическое материаловедение
- 13 АКСЕНОВ А.А. Шельф Мирового океана и формирование стратисферы
- 23 БЕЛЯКОВ А.С. Землетрясения и подземный звук

ЛЮДИ НАУКИ

- 30 ПЧЕЛОВ Е.В. Жан Пикар (к 375-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 33 ГЕРАСЮТИН С.А. Конгресс астронавтов в Польше

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 38 КСАНФОМАЛИТИ Л.В. SETI – проблема или миф?

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 46 ИВАНОВ К.В. Астрономия в Москве в начале XX в.
- 56 БРОНШТЭН В.А. Ошибка Коперника

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 63 ШИВЬЕВ В.И. Небесный календарь: май-июнь 1996 г.
- 72 ОСТАПЕНКО А.Ю. Звездный ларец

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

- 79 БИРЮЛИН В.И. Применение систем управления базами данных в астрономических расчетах

ПОГОДА ЗЕМЛИ

- 83 БИРМАН Б.А., БАЛАШОВА Е.В. Аномальное и тревожное лето 1995 г.

ФАНТАСТИКА

- 89 ВЕЙЦМАН Э.В. Как взрыв сверхновой
- 95 Люди науки, которым были посвящены статьи, опубликованные в "Земле и Вселенной" в 1965-1979 гг.

Новости науки и другая информация: За уровнем океанов наблюдают из космоса [12]; Землетрясения одного месяца [20]; Новые книги [21, 69, 94]; Переоценка сейсмичности Сахалина [22]; Не начался ли новый солнечный цикл? [37]; Поиск реликтового вещества [37]; Молния и торнадо – взгляд из космоса [55]; Кислотные дожди "растворяют" города Европы [62]; Солнце в октябре-ноябре 1995 г. [70]; К новым полетам на Луну [70]; Приблизить время полетов к звездам! [71]; Фотографируют любители астрономии [78]; Полярные сияния исследует радиолокатор [82]; Лазерный контроль озона над Южным полюсом [88]; Перед полетом к Марсу [96]



In this issue:

- 3 AVDUYEVSKII V.S., LESKOV L.V. Physics of the weightlessness and the cosmical space-age material
- 13 AKSENOV A.A. The World oceanic shelf and the forming of the stratosphere
- 23 BELYAKOV A.S. The earthquakes and the subterrestrial sound

PEOPLE OF SCIENCE

- 30 PCHELOV E.V. Jean Picard (to the 375-years birthday)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 33 GERASYUTIN S.A. A congress of astronauts in Poland

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 38 KSANFOMALITI L.V. SETI – a problem or a myth?

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 46 IVANOV K.V. Astronomy in Moscow in the beginning of 20th century
- 56 BRONSHTEN V.A. The mistake of Copernicus

AMATEUR ASTRONOMY

- 63 SCHIVYOV V.I. Celestial calendar: May-June 1996
- 72 OSTAPENKO A.Yu. The stellar box

COMPUTERING TECHNIQUE IN THE AID TO AMATEUR ASTRONOMERS

- 79 BIRYULIN V.I. Application of control systems on data bases in astronomical calculations

WEATHER ON THE EARTH

- 83 BIRMAN B.A., BALASHOVA E.V. An anomalous and alarming summer of 1995

SCIENCE – FICTION

- 89 VEITSMAN E.V. As a supernova burst

- 95 People of science published in "Zemlya i Vselennaya" in 1965-1979

На 2-й стр. обложки: Представители совета Европейской Южной обсерватории у первого из четырех строящихся 8,2-метровых рефлекторов по проекту Very Large Telescope – Очень Большой телескоп

На 3-й стр. обложки: Печоро-Ильичский таежный заповедник в западных предгорьях Северного Урала. Читайте в № 3, 96 года

На 4-й стр. обложки: Галактика "Водоворот" (M 51) в созвездии Гончих Псов. Снимок московского любителя астрономии А. Санковича (155-мм камера Райта, пленка "Kodak T-Max 400", сделанный на Северном Кавказе. Фотопечать А. Юферева (с применением маскирования), астрофотолаборатория ДНТТМ г. Москвы

Редакционная коллегия:

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

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

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

Физика невесомости и космическое материаловедение



В.С. АВДУЕВСКИЙ,
академик РАН
Институт машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН

Говоря о космонавтике XXI в., имеют в виду широкомасштабные программы промышленного освоения космического пространства и создание многоцелевых исследовательских космических комплексов.

Выход человечества в космос обеспечил прорыв в трех направлениях принципиальной важности – произошла революция в способах наблюдения Вселенной, начались наблюдения Земли из космоса и появилась возможность исследовать поведение вещества в качественно новом состоянии – в невесомости. Последнее из этих направлений до сих пор не получило той оценки, которую оно заслуживает.

Инженерам, которые возьмутся за реализацию этих программ, предстоит опираться именно на достижения нового научного направления – **физики невесомости и космического материаловедения.**



Л.В. ЛЕСКОВ,
доктор физико-математических наук
НПО “Композит”

В настоящее время стало ясно, что космическая деятельность в состоянии сыграть в истории мировой цивилизации роль важного механизма при решении важнейшей задачи – переходе на мо-

дель жизнестойкого развития. Эффективность его использования в незначительной степени будет определяться успехами космического машиностроения и физики невесомости.

Когда в 1974 г. мы, работая в то время в составе ЦНИИМаш, по собственной инициативе приступили к исследованию проблем физики невесомости и космического материаловедения, то эти соображения сыграли для нас решающую роль. Речь шла о том, чтобы научиться использовать космическое пространство с такими его необычными свойствами, как невесомость, вакуум и космическая радиация. В первую очередь имелась в виду неограниченно долгая продолжительность состояния невесомости, чего нельзя достичь в земных условиях. Постараемся обобщить наиболее ценные результаты исследований, проводившихся нашим коллективом в период с 1974 г. в ЦНИИМаш, а с 1987 г. – в НПО “Композит”.

Приступая к исследованию проблем физики невесомости и космического машиностроения, мы знали, что многие физические процессы – тепло- и массообмен, кристаллизация, явления на границах раздела фаз – в невесомости должны протекать не так, как на Земле. Особенности этих процессов еще в 1883 г. изложил К.Э. Циолковский в работе “Свободное пространство”. В 1968 г. на ко-

смическом корабле “Союз-6” первые эксперименты по сварке провел В.Н. Кубасов, а в 1973-74 гг. физические аспекты невесомости исследовались в экспериментах на борту американской орбитальной станции “Скайлэб”. К тому времени, когда наша работа начиналась, это было почти все.

Хотя исходные представления по проблеме были довольно-таки малы, стало ясно, что исследования должны носить комплексный характер, работу предстоит проводить в нескольких прикладных направлениях, объединять которые будет общий научный фундамент – теория тепло- и массопереноса, физика поверхностных явлений, теория фазовых переходов в приложении к почти неисследованному состоянию невесомости. Основным же методом исследования станет физический эксперимент, поставленный на специально разработанной аппаратуре.

Учитывая состояние проблемы на начальном этапе исследований, представлялось целесообразным начать с решения двух взаимосвязанных задач: подготовки проекта правительства о проведении решения о проведении работы и создания комплекса экспериментальной аппаратуры для осуществления первой отечественной многопрофильной программы исследований непосредственно в бортовых условиях.

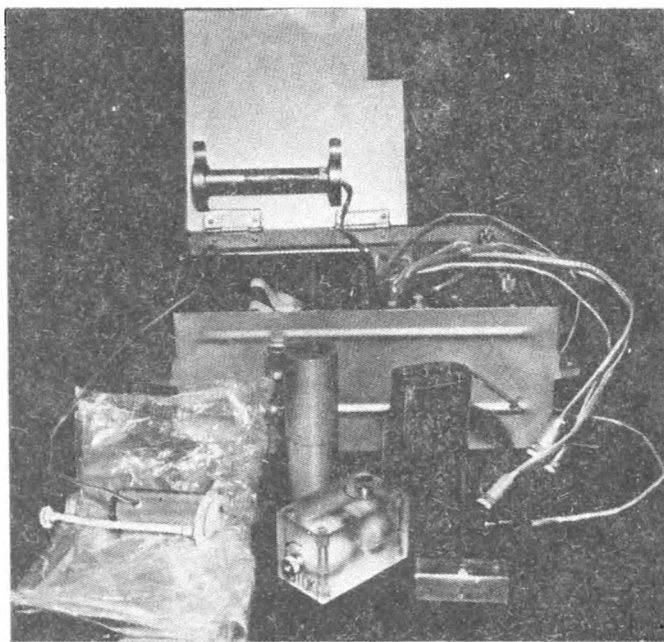
Подготовка правительственного решения по военно-промышленным вопросам продолжалась около года, так как потребовалось согласовать его проект со многими научно-исследовательскими, конструкторскими и производственными организациями. Решение было подписано 28 июня 1976 г. К работе привлекли организации 14 министерств и ведомств, союзной Академии наук и республиканских академий. Главной организацией в области работ по космическому материаловедению и технологии в соответствии с этим решением был определен ЦНИИМашиностроения.

Была открыта тематическая НИР “Техника” (в настоящее время тема “Практика”), научным руководителем которой стал В.С. Авдучевский, а его заместителем Л.В. Лесков. Основные работы по теме поручили коллективу лаборатории, возглавляемой В.В. Савичевым, и сектору А.М. Петрова.

С самого начала нам повезло: в 1975 г. генеральный конструктор ЦСКБ В.Н. Челомей предложил принять участие в научных экспериментах на орбитальной станции “Салют-5”. Приступая к совместной работе с КБ академика Челомея, мы, правда, столкнулись с одной трудностью. Нас предупредили, что нашим экспериментам на станции предстоит играть роль “легенды” – существовал в те времена такой

термин, который означал, что работа делается в основном по заказу Министерства обороны, а говорить на пресс-конференциях и писать в газетах станут исключительно о мирных задачах. Это означало, что мы получим минимум массы аппаратуры и в особенности энергии – всего 20 Вт. Эта трудность не остановила коллектив отдела. В подготовку комплекса экспериментальной аппаратуры активно включились В.В. Савичев, В.Л. Левтов, М.З. Мухоян, С.С. Обыденников, А.М. Петров, О.Н. Цейц.

Составляя программу будущих экспериментов на станции "Салют-5", исходили из необходимости провести научный поиск во многих направлениях одновременно. Решено было исследовать, как затвердевают расплавы, свободно плавающие в невесомости; как происходит образование кристалликов из раствора компонентов; как смешиваются в отсутствие конвекции вещества, разделенные первоначально перегородкой; как под действием сил поверхностного натяжения происходит течение жидкостей, когда на них не действует сила веса; как ведут себя в этих условиях воздушные пузыри в жидкости; как растекается внутри щели пленка жидкого металла.

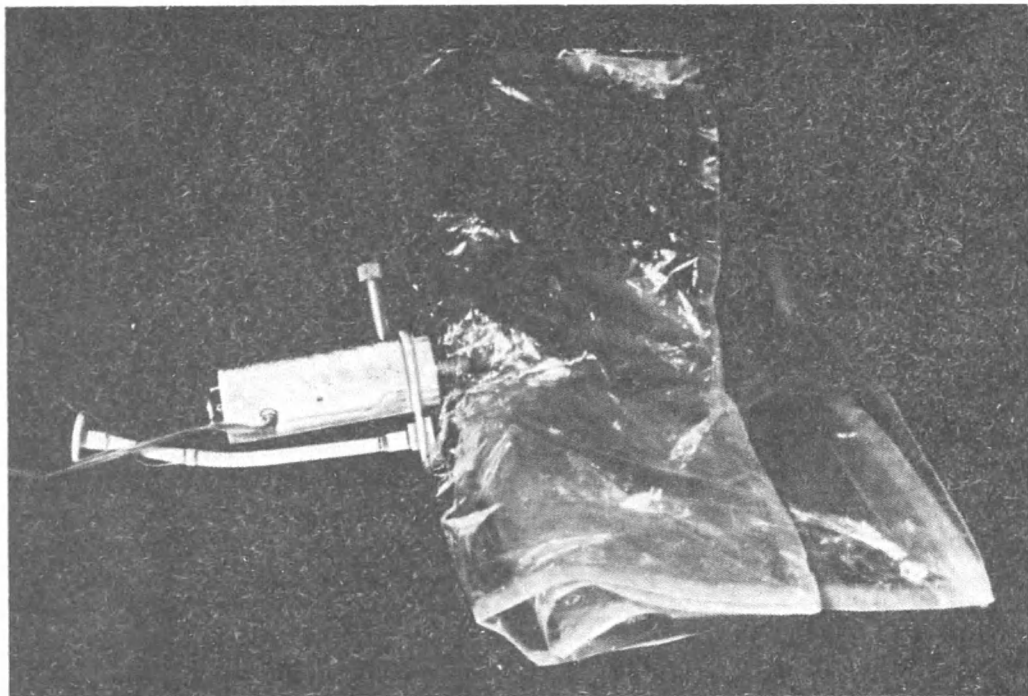


Для проведения этих многопрофильных экспериментов разработали комплект технологической аппаратуры "Физика", в состав которого входили приборы "Сфера", "Поток", "Кристалл", "Диффузия", "Реакция". Некоторые из этих экспериментов были подготовлены совместно с сотрудниками Института кристаллографии АН и ЦНИИ-Материаловедения.

Эксперименты с комплектом аппаратуры "Физика" проводились на борту станции "Салют-5" космонавтами В. Воиновым и В. Жолобовым в июле-августе 1976 г., а в феврале 1977 г. космонавтами В. Горбатко и Ю. Глазковым. Намеченную программу экспериментов удалось выполнить практически полностью. В целом теоретические ожидания постановщиков экспериментов по-

лучили подтверждение, однако некоторые результаты опытов оказались неожиданными: скорость нагрева образцов в резистивной печи была меньше, чем в земных условиях, из-за ухудшения контакта со стенками: кристаллизация эвтектик привела к появлению необычных фаз, а поверхность образцов походила на "ежа" и т.д.

Понимая, что ограничиться проведением экспериментов на борту только орбитальных станций, где возможности для этого, где сравнительно ограничены, было бы ошибкой, мы предприняли поиск и других путей. Решение нашли довольно быстро: договорились проводить эксперименты на борту высотных ракет комплекса "Мир-2", которые запускались с космодрома Капустин Яр для геофизических исследований. Разработ-



Прибор "Сфера" для исследования бесконтейнерной кристаллизации образцов на ОС "Салют-5"

чики ракеты разрешили нам поставить на эту ракету свой модуль, который затем опускался на Землю (без парашюта) с высоты около 500 км. Нагрузки при ударе о грунт превосходили ускорение земного тяготения не менее, чем в сто раз. Зато нас не очень ограничивали массой аппаратуры – можно было рассчитывать на 100-200 кг. А ведь большая масса позволяла придать аппаратуре достаточную прочность, чтобы она выдержала удар о землю, не разрушаясь. Такая аппаратура и была разработана.

Состояние невесомости, наступавшее на борту ракеты после прекращения работы двигателей, продолжалось около 10 мин. За это время надо было расплавить заготовки, отвести от них избыточное тепло и завершить процесс кристаллизации. Эти задачи удалось решить, создав аппаратуру БКТ (блок космической технологии), а затем "Спринт", в которой для плавления образцов использовалось тепло экзотермических химических реакций, а охлаждение осуществлялось с помощью массивной алюминиевой обоймы, работавшей как тепловой насос. Тепловая мощность экспериментальной ячейки достигала 70 кВт, а рабочая температура 1200-

1800°C. В одной сборке размещалось до 30 тепловых ячеек.

Первые технологические эксперименты на борту высотных ракет были проведены в апреле 1976 г. Затем их полеты продолжались ежегодно вплоть до декабря 1982 г., когда завершили программу запусков ракет. Всего при семи запусках высотных ракет за эти годы было проведено около 130 технологических экспериментов. Их готовили и проводили В.В. Савичев, В.Л. Левтов, М.З. Мухоян, М.С. Агафонов, С.С. Обыденников.

Эксперименты на борту высотных ракет помогли осуществить обширную исследовательскую программу. Были получены образцы полупровод-

никовых материалов (германий, кремний), металлов и сплавов, композиционных и эвтектических материалов, сплавов с областью несмешиваемости, оптического стекла, исследованы процессы капиллярного формообразования и бесконтейнерной кристаллизации образцов (медь, серебро, германий). Подготовка и проведение экспериментов, а также анализ полученных результатов осуществлялись в творческом сотрудничестве с рядом организаций (Институты металлургии и физики твердого тела, ФИАН, МИСИС и др.). Стало ясно, что в условиях невесомости происходит существенное улучшение показателей совершенства материалов: снижается плотность дислокаций, более однородным становится распределение примесей, улучшается дисперсность структуры, наблюдаются новые фазы с полезными свойствами.

НАУЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ВЫСОТНЫХ РАКЕТАХ

Важная особенность экспериментов в невесомости состоит в резком увеличении относительной роли эффектов поверхностного натяжения. На примере образцов меди, серебра и германия изучены особенности квазибесконтейнерной кристаллизации, а на примере приготовления слитков меди и кремния по методу А.В. Степанова —

особенности капиллярного формообразования. Отсутствие постоянных контактов расплава чистых металлов с ампулой привело к его значительному переохлаждению и возникновению правильной кристаллографической структуры.

Еще один новый эффект — отрыв расплава от стенок ампулы, как показал анализ, объясняется тем, что в условиях невесомости силы поверхностного натяжения удерживают расплав на микронеровностях стенок ампулы.

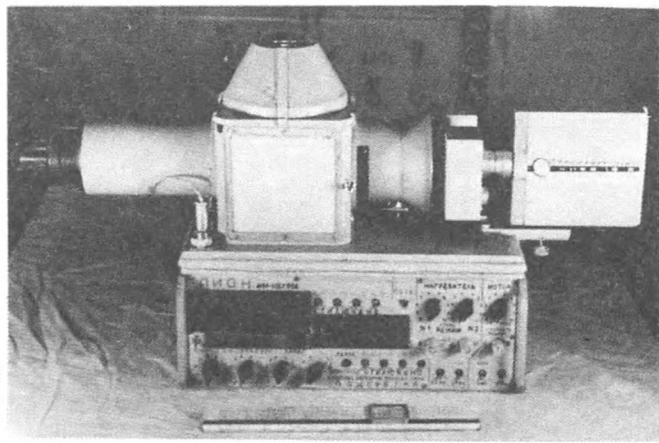
Нестационарный характер процессов теплообмена и отсутствие контакта со стенками обусловили проявление в невесомости ряда эффектов: переохлаждение расплавов ниже температуры кристаллизации, затвердевание образцов из центра, а не с периферии. Значительное уменьшение плотности дислокаций объясняется небольшим термоупругим напряжением в слитках в этих условиях. Поэтому скорость фронта кристаллизации оказалась выше скорости "прорастания" дислокаций из затравочного кристалла. Эти явления позволили получить аномально высокую (до 1 см/мин) скорость роста малодислокационных монокристаллов германия и кремния с равномерным распределением примесей в слитках.

Сравнение результатов опыта на борту высотных ракет и орбитальных станций позволило сде-

лать важный вывод, что режим кратковременной невесомости следует рассматривать как особый класс экспериментов на борту космического аппарата. Главная отличительная особенность этого режима — неустановившийся характер процессов тепло- и массообмена, сопровождающих плавление и затвердевание образцов. В этом режиме конвективные течения различных типов, как правило, не успевают развиться.

Уже первые технологические эксперименты, проведенные на станции "Салют-5" и при запуске высотных ракет, привели к осознанию необходимости безотлагательно приступить к решению двух очередных взаимосвязанных задач. Это — исследование реальной динамической обстановки на борту КА и разработка методов изучения процессов теплообмена, явлений на границе раздела фаз и кристаллизации в реальном масштабе времени. Не располагая достаточно информативно емким экспериментальным материалом по этим двум направлениям, нельзя было рассчитывать на сколько-нибудь серьезное продвижение к созданию научных основ космической технологии.

Для решения первой из этих задач потребовалось разработать прецизионный акселерометр — прибор для измерения малых линейных ускорений. Источником этих микроускорений в квази-



Установка "Пион" для исследования процессов тепло- и массообмена в жидких средах, установленная на ОС "Салют-6"

постоянном диапазоне значений является главным образом лобовое сопротивление атмосферы, а в переменном – работа бортовых систем и двигательных установок, в случае же пилотируемого полета – также и деятельность экипажа и функционирование системы жизнеобеспечения.

ИЗМЕРЕНИЕ МАЛЫХ УСКОРЕНИЙ

В содружестве с Институтом физики Земли АН СССР В.В. Савичевым, С.С. Обыденниковым, В.А. Новиковым, А.Ф. Фроловым, А.Б. Севастьяновым к 1980 г. был разработан бортовой измеритель малых ускорений ИМУ, а позднее его более совершенные модификации. В основу этого прибора положена высокочувствительная схема маятникового акселерометра электро-механического типа с жесткой обратной связью. Прибор доставили на орбитальную станцию "Салют-6" в сентябре 1980 г.

и вскоре начались исследования динамических условий на ее борту. В соответствии с действующими вибрациями можно было выделить несколько основных режимов работы станции. Во-первых, беспилотный режим полета с минимальными ускорениями ($\sim 10^{-5} g_0$). Во-вторых, пилотируемый участок полета (10^{-3} – $10^{-4} g_0$). Один из наиболее напряженных режимов – упражнения космонавтов на тренажере КТФ. В-третьих, режим динамических операций станции (более $10^{-3} g_0$).

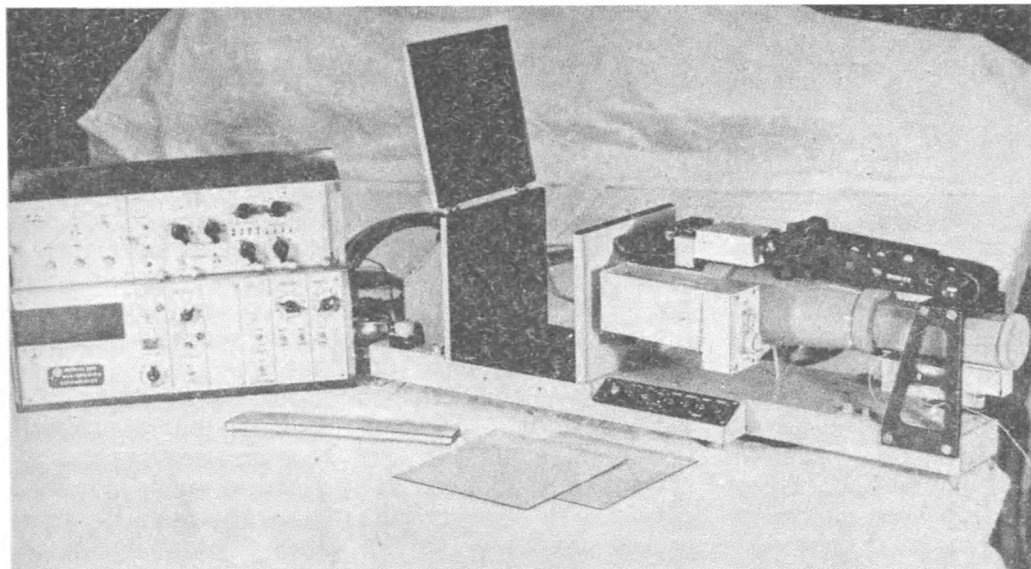
Вибрации на борту орбитальной станции оказывают негативное воздействие на технологические процессы, приводя к значительному ухудшению характеристик образцов. Исследования динамических условий на борту высотных ракет, осуществленные с помощью ИМУ, показали, что уровень микроускорений в этом случае значительно ниже – около $10^{-5} g_0$.

Сравнение динамической обстановки для бес-

пилотных и пилотируемых режимов полета КА, выполненное впервые в мировой практике с помощью прецизионных микроакселерометров, дало возможность сформулировать в 1980 г. рекомендацию о целесообразности использовать для проведения технологических экспериментов автономные КА, например, технологические модули, совершающие полет на некотором расстоянии от базовой станции и периодически посещаемые космонавтами. На борту автономных технологических модулей может быть обеспечен минимальный уровень ускорений $\sim 10^{-5}$ – $10^{-6} g_0$, а также программируемые ускорения, задаваемые специальным вибратором в целях исследования их воздействия на технологические процессы.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ НЕВЕСОМОСТИ

Для проведения этих исследований по физике невесомости в реальном масштабе времени была разработана многоцелевая установка "Пион". Она предназначалась для исследований фундаментального характера. К ним относится влияние реального поля микроус-



корений и вибраций на конвективные течения; роль гравитационных и негравитационных механизмов конвекции; устойчивость границ раздела фаз и вторых фаз в условиях слабых возмущений; динамика и устойчивость течений, индуцированных термокапиллярными эффектами; поведение пограничных слоев; процессы капиллярного формообразования.

В установке "Пион" использован теневой метод исследования неоднородностей в прозрачных жидкостях в сочетании с методом стробоскопируемых меток для визуализации картины течения и определения поля скоростей. Измерение температуры осуществлялось с помощью термодпар. Регистрация оптического изображения осуществлялась с помощью кино- или фотоаппаратуры. Оказалось, что подбирая подходящие прозрачные жид-

кости (глицерин, спирт, сукцинонитрил, камфен, силикон и др.), можно обеспечить моделирование процессов теплообмена в расплавах веществ, представляющих практический интерес.

Прибор "Пион" имел следующие технические характеристики: габариты базового блока $700 \times 400 \times 200$, полная масса 34 кг, напряжение питания 27 В, средний ток 1,5А, габариты капсул $140 \times 140 \times 140$, ресурс 600 часов.

Первые эксперименты с прибором "Пион" были проведены в мае 1982 г. на борту орбитальной станции "Салют-6". В экспериментах "Конвекция-1", "Конвекция-2" и "Дрейф" исследовались конвективные течения в жидкости. Впервые непосредственно в условиях орбитального полета удалось изучить конвективные течения и коллективные движения газовых

Модернизированная автоматизированная установка "Пион-МА" для комплексных исследований проблем физики невесомости (ОС "Мир")

включений в жидкости, индуцированные эффектами поверхностного натяжения на границах раздела фаз.

После испытания аппаратуры "Пион" в 1981 г. проводилась модернизация этого прибора, необходимая для повышения его чувствительности. В 1981-82 гг. был создан модернизированный комплект аппаратуры "Пион-М", доставленный на орбитальную станцию "Салют-7".

Систему штатных измерений прибора "Пион-М" дополнили блоком трехосного акселерометра, смонтированного на специальной приборной платформе. Эксперимен-

ты с прибором "Пион-М" проводились на станции "Салют-7" в сентябре-октябре 1983 г. и в октябре 1984 г. Наряду с продолжением ранее начатого цикла исследований были поставлены и новые эксперименты: "Конвекция-Ц", "Пора", "Термогофр". В них, в частности, впервые в условиях невесомости продемонстрированы возможности управления интенсивностью конвективных течений, индуцированных термокапиллярными эффектами, с помощью поверхностно-активных примесей и путем создания специально профилированного распределения температуры. Впервые были также проведены испытания системы демпфирования вибраций, действующих на борту станции и оказывающих вредное влияние на технологические процессы. С этой целью прибор "Пион-М" закрепили на планшете с помощью резиновых амортизаторов таким образом, чтобы его ось была направлена вдоль оси станции. Измерения микроускорений, выполненные во время этих испытаний, подтвердили действенность системы виброзащиты.

В последующие годы была продолжена модернизация аппаратуры "Пион", в результате которой создан прибор "Пион-МА", находящийся на борту станции "Мир" и в настоящее время. Его основная отличительная особенность – высокий уровень автоматизации, позволивший в несколько раз

поднять производительность труда операторов, ведущих эксперименты.

В 1983 г. на борту станции "Салют-7" была также доставлена зеркально-лучевая печь, предназначенная для исследования в составе аппаратуры "Пион-М" процессов роста кристаллов в реальном масштабе времени. Первый в ряду соответствующих опытов эксперимент "Форма" проведен в 1983 г. Исследовался процесс выращивания кристалла индия методом капиллярного формообразования (метод А.В. Степанова). Эксперимент поставлен совместно с Институтом физики твердого тела АН.

ДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА БОРТУ

Эксперименты с приборами "Пион", "Пион-М" и "Пион-МА" на станциях "Салют-6", "Салют-7" и "Мир", а также исследования, выполненные там же НПО "Научный центр", показали, что уровень микроускорений на борту этих станций недопустимо велик для систематического проведения технологических экспериментов. Опыты по испытанию системы демпфирования позволили сделать вывод, что выход может быть найден, если применить специальную систему гашения бортовых вибраций.

Чтобы решить эту задачу, была начата разработка специальной виброизолирующей платформы –

модуля "Вибрация", предназначенной для значительного снижения уровня ускорений, действующих на технологические установки в диапазоне частот от долей герца до нескольких сотен герц. Испытания платформы на станции "Мир" начаты в 1991 г. Уровень вибраций удастся снизить на один-два порядка.

Автоматические КА обеспечивают приемлемые для технологических экспериментов динамические условия. В апреле 1985 г. была впервые выведена на околоземную орбиту специализированная технологическая лаборатория "Фотон". Чтобы использовать новые возможности для проведения технологических экспериментов, в ЦНИИМашиностроения при участии ЛФТИ имени А.Ф. Иоффе и МИТХТ была создана аппаратура "Бисер" (М.З. Мухоян, А.Ю. Заверняев). В апреле 1988 г. с ее помощью на борту "Фотона" проведены эксперименты по полимеризации латексных сфер и по синтезу цеолитов. В результате выполненных исследований выяснилось, что в условиях невесомости не происходит образования коагулюма, который в земных условиях нарушает процесс эмульсионной полимеризации. Эксперименты с образцами цеолита показали, что в условиях невесомости изменяется его химический состав, а в геле наблюдается резкое снижение скорости обменных процессов.

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА

Наряду с проведением собственных исследований проблем физики невесомости и космического материаловедения, начиная с 1976 г., в ЦНИИ-Машиностроения проводилась большая организационная работа по координации исследований и разработок, определенных правительственной программой. В целях упорядочения работы и уточнения целей на всех последующих этапах исследований ЦНИИМашиностроения принимал участие в подготовке проектов правительственных решений по проблемам космической технологии, которые выпускались последовательно 27 января 1978 г., 13 сентября 1979 г., 27 августа 1981 г., 14 октября 1982 г., 20 марта 1987 г.

Для оперативного руководства деятельностью в области космической технологии и материаловедения был сформирован и регулярно функционировал научно-технический совет, возглавляемый заместителем Министра общего машиностроения А.И. Дунаевым. На заседаниях НТС утверждались программы технологических экспериментов, проводимых на борту пилотируемых и автоматических КА, обсуждались их результаты, рассматривались проекты комплексов технологического оборудования и специализированных КА, пред-

назначенных для решения задач космического материаловедения и производства. В настоящее время эти функции выполняет НТС, возглавляемый первым заместителем Генерального директора Российского космического агентства В.В. Алавердовым (заместители В.С. Авдуевский и Л.В. Лесков).

Опыт, накопленный при проведении исследований, показал, что существует несколько каналов реализации эффективности космической технологии:

1. Непосредственное получение прибыли от производства на КА материалов с улучшенными характеристиками. В настоящее время показано, что создание специализированных автоматических КА типа "Текос" или "Макос", предназначенных для производства в промышленных масштабах некоторых полупроводниковых материалов (арсенид галлия, теллурид кадмия, оксид цинка и др.) будет приносить прибыль.

2. Производство образцов, получение которых в земных условиях невозможно (кристаллы белков, обладающие достаточно крупными размерами и совершенной структурой, чтобы оказался возможным их рентгеноструктурный анализ в целях расшифровки строения; получение эталонных сверхчистых биопрепаратов и т.п.). Подобная работа ведется уже в настоящее время.

3. Развитие фундаментальной и прикладной науки (физика жидкости, теория тепломассопереноса, физика фазовых переходов и поверхностных явлений, измерение теплофизических констант). Значительная часть результатов экспериментальных и теоретических исследований, выполненных к настоящему времени, способствовала решению этих задач.

4. Совершенствование технологии производственных процессов на Земле на основании результатов исследований проблем космической технологии. Эксперименты по исследованию влияния магнитного поля на характеристики образцов, выполненные КБОМ и ГИРЕДМЕТ на КА "Фотон", позволили внести полезные усовершенствования в существующую технологию выращивания полупроводниковых кристаллов.

Чтобы организовать широкое научное обсуждение исследований в области космического материаловедения, в 1981 г. в рамках Гагаринских научных чтений по авиации и космонавтике была организована секция "Проблемы космического производства" (руководители В.С. Авдуевский и Л.В. Лесков), а в рамках научных чтений К.Э. Циолковского – в 1980 г. секция "К.Э. Циолковский и проблемы космического производства" (руководители С.Д. Гришин и Л.В. Лесков). В 1979 г. в Москве был проведен 1-й Всесо-

юзный семинар по гидромеханике и теплообмену в невесомости. В последующие годы эти семинары регулярно проводились в Перми, Черноголовке и Новосибирске. Труды всех этих секций и семинаров были опубликованы.

В 1981 г. от имени ЦНИИ-Машиностроения была опубликована комплексная программа развертывания работ в области космического материаловедения и технологии на период до 1991-96 гг. Предусматривались следующие этапы проведения работ:

1. Исследования и эксперименты по формированию научных основ космической технологии.

2. Переход к мелкокомпабному опытно-промышленному производству некоторых материалов на КА.

3. Развертывание опытно-промышленного производства с использованием специализированного орбитального комплекса.

Последующее развитие работ подтвердило, что в части двух первых этапов прогноз оказался в целом точным. Работа по третьему этапу разворачивается более медленно, чем ожидалось 15 лет назад, — и это неудивительно, если учесть тот тяжелый кризис, в котором в последние годы оказалась отечественная космонав-

тика. Однако в связи с решением о создании совместной российско-американской орбитальной станции "Альфа" появились серьезные основания надеяться, что работа по этому этапу будет также выполнена, хотя и с небольшой задержкой по срокам.

К этому остается добавить, что если финансирование отечественной космонавтики останется на том низком уровне, который предусмотрен правительством, то всю пользу от этой деятельности получат наши теперешние зарубежные партнеры, а нам останется почетная, но бесприбыльная роль авторов научных основ космической технологии.

Информация

За уровнем океанов наблюдают из космоса

Франко-американский ИСЗ "ТОРЕХ-Poseidon", выведенный на орбиту в августе 1992 г., провел высокоточные измерения уровня моря. Установленный на его борту альтиметр достаточно чувствителен, чтобы фиксировать даже миллиметровые изменения в положении зеркала Мирового океана, вызываемые таянием ледников и тепловым расширением воды.

Полученные со спутника данные, обработанные сотрудниками Центра космических полетов NASA им. Годдарда в Гринбелте (штат Мэриленд, США), показали, что уровень моря в настоящее время поднимается в среднем на 3,9 мм в год. Эта скорость существенно больше, чем та, которую ранее называли (2,4 мм/год), основыв-

аясь на полувекových измерениях, проводившихся сотрудниками Торонтского университета (Канада) при помощи обычных морских уровнемеров. По их мнению, космическая альтиметрия неизбежно превосходит по точности наземную, так как последняя может охватывать лишь ограниченные акватории Мирового океана, а спутниковая оперирует глобально.

Американские и канадские специалисты полагают, что ускорение подъема зеркала океана, отмечаемое в последние два года, связано с явлением Эль-Ниньо (катастрофическим потеплением вод в центральной и восточной частях Тихого океана), на этот раз происходящим с беспрецедентной интенсивностью. Чтобы проверить гипотезу, необходимо собрать примерно 10-летний ряд данных, позволяющих отделить краткосрочные колебания от более длительной общей тенденции, связанной, вероятно, с глобальным потеплением.

Рассчитанный первоначально на три года работы "ТОРЕХ-Poseidon" оказался более "жизне-

способным". Лаборатории реактивного движения NASA в Пасадене (штат Калифорния) удалось продлить слежение за ним и обработку данных еще на три года. Однако неизвестно, сохранится ли на такой срок работоспособность приборов, постоянно подвергающихся воздействию космической радиации.

В NASA существует план запуска в 1999 г. аналогичного спутника с альтиметром на борту. Это обойдется в 310 млн долл (расходы будут поделены с Францией). Съемка спутника "ТОРЕХ-Poseidon" может быть перекрыта данными нового ИСЗ и будет обеспечена непрерывность поступления информации и ее частичная взаимопроверка.

На обширный проект космического изучения Земли "EOS", включающий и измерения подъема уровня океана, NASA запросила на 1966 г. 91 млн долл. Общая же стоимость этого проекта до 2000 г. оценена в 7,25 млрд долл.

Science, 1995, 268
New Scientist, 1995, 146

Шельф Мирового океана и формирование стратисферы

Шельф принадлежит континентальной окраине Мирового океана. Ее общая протяженность 350000 км, а длина береговой линии – 777000 км. Это важней-

СТРАТИСФЕРА – ОСАДОЧНАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

Одну трехтысячную часть земного радиуса (2,2 км) составляет средняя толщина слоя осадочных пород, образующих особую оболочку Земли – **стратисферу**.

Академик А.Б. Ронов в работе 1993 г. оценил ее общий объем в 1130 млн км³, а это – одна десятая процента объема нашей планеты и 11% от объема земной коры. Масса же стратисферы составляет всего 0,05% от массы Земли, или 9% от массы земной коры.

Распределение стратисферы крайне неравномерно: оболочка в ряде мест разорвана. На щитах континентов она вообще отсутствует, а



А.А. АКСЕНОВ,
доктор географических
наук
Институт океанологии
РАН
имени П.П. Ширшова

это – 5,9 % площади земного шара. В пределах континентов в области геосинклиналей средняя ее толщина – 11,3 км. Восточно-Европейскую платформу в среднем покрывает слой осадков в 2 км, а на Прикаспийской низменности – в краевом прогибе плиты – 12,8 км.

шая часть окутывающей всю планету оболочки из осадочных пород, концентрирующих в себе большую часть полезных ископаемых.

Стратисфера хотя и весьма мала по объему и массе, но в ней заключены все основные полезные ископаемые: уголь и нефть, газ и горючие сланцы, осадочные руды меди, железа, марганца, агрохимические руды и известь, соли и доломиты. Кроме того, благодаря малой мощности стратисферы можно применять для добычи осадочных полезных ископаемых относительно дешевую технологию. Но прежде должны быть основательно изучены не только толщи осадочных пород, но и процессы их формирования.

Академик Н.М. Страхов сформулировал **сравнительно-литологический принцип**, основывающийся на тщательном и



всестороннем исследовании современного осадкообразования как геохимического процесса. Существуют три основные области современного осадкообразования (седиментогенеза): **континентальные зоны и влажные равнины**, в которых образуется мощная кора химического выветривания, **районы подводного вулканизма и периферия морей и океанов (шельф)**. Следуя принципу Н.М. Страхова, шельф Мирового океана выделяют в качестве особо важной зоны стратисферы.

ДИНАМИКА ЖИЗНИ ШЕЛЬФА

Мировой океан занимает 70% площади Земного шара, а шельфу в океане "отведено" всего 7,6%. По ширине он распределен очень неравномерно. Наибольшей ширины, а потому и большую площадь занимает шельф Евразии в Северном Ледовитом океане. Все окраинные моря его – шельфовые.

У шельфа ничтожно

малые уклоны поверхности и его граница с материковым склоном определяется достаточно четко. Это бровка шельфа. За ней глубины резко возрастают и склон обычно расчленен долинами подводных каньонов.

Резко выделяется прибрежная часть шельфа – **береговая зона**. В ней действием главного экзогенного агента – морского волнения – создается очень высокий энергетический потенциал. Морское волнение крайне неравномерно во времени и пространстве, и поэтому материал, поступающий с суши в процессе денудации, подвергается очень сильному дроблению. Поэтому он закономерно укладывается на подводном береговом склоне и пляже.

Очевидна зависимость распределения осадочных отложений от климатической зональности. На шельфе важная роль в формировании осадочных пород принадлежит характеру **волнения**. Во

Участок берега Охотского моря с характерными осыпями на мысах

внутренних и окраинных морях, где преобладают короткопериодные волны небольшой длины, не испытывающие в береговой зоне полной рефракции, происходит перемещение наносов вдоль берега и образуются разнообразные аккумулятивные формы.

На открытом океанском побережье господствуют длиннопериодные волны большой длины. Рефракция таких волн очень велика и в береговой зоне почти нет перемещения осадочного материала, вдоль берега (аккумулятивных форм, образующихся интенсивно во внутренних морях). Здесь господствуют обширные песчаные пляжи.

Оценки общего объема обломочного материала, поступающего с суши в конечные водоемы стока очень сильно различаются. По мнению



автора наиболее правдоподобной является величина **20-25 млрд т в год**. Более 90% этой массы не проходит в открытую часть океана, а осаждается в пределах континентальной окраины. Лишь около 10% обломочного материала уходит за пределы окраины.

Континентальная окраина включает шельф и материковый склон. Распространено представление, что обломочный материал транзитом транспортируется через шельф на материковый склон и у подножья склона накапливается, создавая толщи осадков, а затем осадочных пород. Автор считает, что не всегда шельф служит только транзиту. При ширине более 20-30 км он становится областью интенсивно-

го накопления осадков, и тогда по приближенной оценке на нем задерживается не менее 10% от общего объема обломочного материала, отлагающегося на континентальной окраине.

В береговой зоне происходит интенсивное дробление обломочного материала. Глыбы и валуны постепенно измельчаются, превращаясь в окатанную гальку. В конкретных районах процесс осложняется местными условиями.

Очень характерные явления наблюдаются, например, на материковом берегу Охотского моря. Это морозное выветривание на мысах, в результате чего из обломков, составляющих осыпи, достаточно быстро образуется окатанная крупная галька, слагающая широ-

Берега Охотского моря на участке с широким пляжем в слабо врезанной бухте

кие пляжи.

На берегах, сложенных рыхлыми, легко размываемыми породами, также весьма существенную роль играют **оползни, обвалы и осы**. Сильно увлажненная земляная масса (например, весной) обрушивается на пляж, неся с собой большое количество рыхлого материала, который во время штормов перераспределяется на шельф и в открытое море. Таким образом, отступление берегового обрыва (клифа) далеко не всегда может быть отнесено к абразионному размыву, хотя применительно к твердым магматическим и осадочным породам это



Вал из кораллов, отделившийся от берега узкую лагуну

так (если не считать морозного выветривания).

Скорость отступления берегового обрыва составляет для прочных скальных пород до 0,01 м/год, для прочных осадочных и эффузивных пород – до 0,2 м/год, для глин и суглинков – 5-8 м/год, для рыхлых нецементированных пород – 15-20 м/год.

Дробление обломков горных пород в береговой зоне приводит в конечном счете к образованию больших масс песчаных частиц. Они обладают значительной устойчивостью и могут быть пере-

мещены волнением на достаточное расстояние вдоль берега.

Устойчивость песка отчасти объясняется явлением, которое было изучено в экспериментальном волновом бассейне: в зоне разрушения волн к песчинкам “прилипают” мельчайшие пузырьки воздуха, смягчающие соударение частиц.

КАРБОНАТЫ ШЕЛЬФА

Исключительно интенсивно идет формирование на шельфе осадков, содержащих углерод, – карбонатов. Это постройки живых организмов – **коралловые рифы**. Зона их распространения ограничена к югу и к северу от

экватора годовой изотермой 21°C. Барьерные и окаймляющие рифы и атоллы широко развиты в Тихом океане. Значительно меньше их в Индийском и Атлантическом океанах. Геологи давно проявляют повышенный интерес к этому замечательному явлению природы. Ведь коралловые известняки – мощные толщи осадочных пород, которые служат коллекторами нефти и природного газа и нередко содержат миллиарды тонн нефти.

Действительно, коралловые рифы – характерное зональное явление шельфа. Громадные мощности коралловых (рифовых) известняков объясняются тем, что при тек-



тоническом погружении (и вообще любом повышении уровня моря) кораллы надстраивают свои колонии. При бурении на некоторых атоллах Тихого океана определена мощность в несколько километров.

Как и все процессы в береговой зоне, нарастание коралловых рифов носит катастрофический характер. Автор дважды посетил в центральной части Тихого океана атолл Фунафути, через который в октябре 1972 г. прошел сильнейший тайфун, вследствие чего на восточной части окаймляющего рифа были разрушены и выброшены на берег все колонии кораллов с глубины более 20 м. Вал из коралловых колоний протянулся на 19 км.

За несколько лет его сцентируют известковые водоросли и он превратится в монолитную известняковую плиту.

Удалось проследить весь процесс восстановления колонии кораллов на северном шельфе о. Новая Гвинея. Там коралловый риф был полностью разрушен землетрясением в ноябре 1970 г. Трижды – в 1971, 1975 и в 1977 гг. – этот район был тщательно исследован экспедициями Института океанологии им. П.П. Ширшова. В 1971 г. разрушенный риф был "колонизован" водорослями. Вторая стадия развития рифа отличается преобладанием губок и началом заселения мягкими кораллами. Колонии герматипных кораллов, перво-

Известняковая плита на атолле Фунафути в центральной части Тихого океана

начально редкие и относительно небольшого размера, к 1977 г. установили свое господство на рифе. Таким образом можно считать, что полностью разрушенный в 1970 г. коралловый риф восстановился за 10 лет. Такой темп роста коралловых рифов подтверждается наблюдениями, проведенными на Гавайских островах, где кораллы были снесены потоками лавы при извержении вулкана.

Другие формы возникновения крупных накоплений карбонатных осад-

ков – ракушечные пляжи и береговые валы, а также крупные аккумулятивные формы. Наиболее подробны данные по аккумуляции ракуши в Азовском море. Очень продуктивные биоценозы образуются на глубине 6-10 м. Частые заморы, характерные для мелководного Азовского моря, приводят к массовой гибели моллюсков, и их раковины образуют прослой в современных илистых осадках. Значительная часть створок раковин (ракуша) достигает малых глубин и образует пляжи и надводные аккумулятивные формы. По оценкам автора ежегодно на пляжи поступает 150-200 тыс. т ракуши. Ею сложена крупная аккумулятивная форма – Арабатская стрелка. Ее длина около 160 км. Постоянная добыча ракуши для насыпки полотна железных дорог никак не влияет на стабильность Арабатской стрелки.

Подобные крупные аккумулятивные формы имеются в западной части Мексиканского залива. Именно ракушей сложены пляжи полуостровов Юкатан и Флорида. Поскольку ракуша очень широко распространенный вид наносов, этот вид аккумуляции не является зональным.

Ракушечный известняк – весьма широко распространенный тип осадочных пород во всех климатических зонах. В ряде случаев он становится коллектором неф-

ти и газа.

Коралловые рифы и лагуны атоллов, а также зона шельфа между береговым и окаймляющим рифом и пляжем, где обычно в осадках господствуют скелеты известковой водоросли халимеда, создают значительные поля карбонатных осадков.

НЕФТЯНЫЕ БОГАТСТВА ШЕЛЬФА

Шельф, несомненно, представляет собой область интенсивного нефтегазообразования. Прежде всего коллекторами нефти и газа служат толщи пористых карбонатных пород. Еще важнее для формирования нефтяных месторождений дельты крупных рек. Их можно считать узлами формирования месторождений нефти и газа.

На современном шельфе за последние 6-8 тысяч лет сформировались огромные накопления речного аллювия в виде выдвинутых и многорукавных дельт. Современные дельты Амазонки, Конго, Нила, Миссисипи, Лены, Волги, Ганга и Брахмапутры, Инда, Хуанхэ, Янцзы – это огромные осадочные тела. Особенно грандиозны дельтовые отложения в области краевых прогибов платформ.

Например, между Гангом и Брахмапутрой, где накапливается материал сноса продуктов выветривания (денудации)

Гималаев и полуострова Индостан, в течение миллионов лет сформировался осадочно-породный бассейн, объем которого в десять раз превышает объем Черного моря.

Современные дельты формируются при продолжающемся подъеме уровня океана (**последледниковой трансгрессии**). Значительная часть дельтовых конусов погрузилась под уровень моря, а часть обломочного материала распределилась на поверхности шельфа. Есть одна особенность в дельтовых отложениях, которая обуславливает возможность формирования многопластовых нефтяных залежей. В период паводка в дельту поступает огромное количество органического вещества. А в межень отлагается тонкозернистый алеврит и ил. Слои, обогащенный органикой, таким образом, консервируется.

На предустьевом взорье органическое вещество также интенсивно накапливается за счет высокой биологической продуктивности вод мелководья. Систематически накапливающиеся осадки погружаются на глубину, где температура и давление обеспечивают переход рассеянного органического вещества в **углеводороды** (нефть и газ). Существует широко распространенное представление о том, что почти все гигантские нефтяные месторождения – это древние дельты.

ПРИБРЕЖНЫЕ РОССЫПИ ТЯЖЕЛЫХ МИНЕРАЛОВ

На шельфе распространены прибрежные россыпи **тяжелых минералов**. Этот тип месторождений формируется только в специфических условиях береговой зоны. Деформированные волны и особенно прибойный поток, помимо дробления и окатывания обломочного материала, сортирует весьма четко песчаные наносы. Такие тяжелые минералы как ильменит, рутил, циркон, монацит, титаномагнетит образуют значительные накопления. При поступлении новых порций песчаных наносов в береговую зону они подвергаются сортировке и таким образом происходит возобновление россыпи. Прибрежные россыпи – единственный промышленный источник минералов, содержащих **титан, цирконий, торий**.

Наиболее типичная область формирования конкретных прибрежных россыпей – **пляж**. В его подводной и надводной частях действует прибойный поток (с очень высокой турбулентностью). Его скорости так велики, что перемещение даже крупной гальки происходит на пляже при каждом шторме. Прибойный поток асимметричен. Прямой же поток, направленный к берегу, обладает вначале большой скоростью, ко-

торая затем падает, а у обратного потока скорость растёт по мере приближения к линии разрушения волн. Эта изменчивая динамическая обстановка определяет специфику отложений частиц различной гидравлической крупности. Происходит их сортировка и **«естественное шлихование»**: накапливается россыпь тяжелых минералов.

Независимо от того, каким путем поступил в береговую зону обломочный материал, его сортировка происходит по единым законам и концентрация тяжелых минералов – ее результат. Прибрежные россыпи – это типичные рудные накопления в береговой зоне.

ВОПРОКИ ГРАВИТАЦИИ

Всего 6-8 тысяч лет назад стабилизировался уровень Мирового океана. В предшествовавшие 17-15 тысяч лет (в позднем плейстоцене и голоцене) уровень океана повысился на 100 м. Таков размах послеледниковой трансгрессии. Однако подъем уровня Мирового океана не был равномерным и в периоды замедления роста уровня шло активное преобразование области шельфа.

При затоплении прибрежных равнин наносы береговой зоны переме-

щались волнением к берегу. Из них формировались береговые валы, которые в ряде случаев сохраняются надолго, свидетельствуя о современных вертикальных движениях в береговой зоне.

Таким образом в береговой зоне и на всем просторстве современного шельфа существует удивительное явление: обломочный материал **с низких гравитационных уровней перемещался на более высокие**. Это движение вопреки гравитации свойственно только береговой зоне.

Итак, шельф, как область, где происходит процесс формирования стратисферы и рудных месторождений. Здесь регулярно поступают огромные массы обломочного материала и происходит глубокая механическая дифференциация геохимически устойчивых частиц. Высокая биологическая продуктивность на шельфе создает накопление органического вещества в виде коралловых и ракушечных известняков. Динамика шельфа и его сложный рельеф способствуют созданию богатых полезными ископаемыми прибрежных россыпей тяжелых минералов. Их комплексная разработка должна быть организована без ущерба окружающей среде. Уникальную зону шельфа необходимо сохранить.

Исполнилось 80 лет Андрею Аркадьевичу Аксенову – известному российскому океанологу, который всю свою жизнь связал с наукой об океане и внес существенный вклад в исследование шельфа мелководной прибрежной зоны – области богатейших рудных ресурсов.

Работая с 1960 г. в Институте океанологии и в течение более двух десятилетий в должности заместителя директора Института, А.А. Аксенов возглавлял крупные экспедиции в просторы Ти-

хого, Индийского и Атлантического океанов на кораблях науки “Витязь” и “Дмитрий Менделеев”. Его усилия по организации международного сотрудничества в исследовании Черного и Балтийского морей отмечены памятной медалью “100 лет Международной геофизики”. В 1992 г. за выдающиеся научные заслуги доктору географических наук А.А. Аксенову присвоено почетное звание “Заслуженный деятель науки Российской Федерации”.

Хорошо известны науч-

но-популярные книги А.А. Аксенова “Загадки океана” и “Человек и океан” (в соавторстве с А.А. Черновым). Его статьи неоднократно публиковались в нашем журнале (Земля и Вселенная, 1971, № 3; 1981, № 1; 1991, № 5).

Редколлегия, редакция и авторский коллектив журнала “Земля и Вселенная” сердечно поздравляют с юбилеем Андрея Аркадьевича, одного из самых активных членов редакционной коллегии, желают ему здоровья и новых творческих успехов.

Информация

Землетрясения одного месяца

Необычно богатым сейсмическими событиями оказался июль 1995 г. Уже 3 июля, около 20 ч по Гринвичу произошло сильное землетрясение близ островов Кермадек (29° ю.ш., 178° з.д.) в Тихом океане, в 1100 км к северо-востоку от Новой Зеландии. Его магнитуда достигала 7,1 по шкале Рихтера. В течение следующих суток зафиксировано еще 4 афтершока с магнитудой более 5. Они вызвали крупные оползни, но пострадавших не было из-за ненаселенности местности.

Через неделю с небольшим (11 июля в 22 ч) еще более сильное землетрясение магнитудой 7,2 обрушилось на Мьянму (быв. Бирма). Эпицентр находился в восточной части провинции Мьянмар, у китайской границы, в точке с коор-

динатами 22° с.ш., 99° в.д. Жертвы и разрушения зафиксированы в бирманском округе Мынглян и в китайской провинции Хунань. Погибли два человека, около 30 – ранены. Пострадали отдельные здания и на территории соседнего Таиланда.

На о. Тайвань подземная стихия заявила о себе 14 июля около 17 ч в районе города Суао. Толчок с магнитудой 5,4 зарегистрирован в 42 км к юго-западу от вулкана Куэй-шань-тао, что 115 км юго-восточнее столицы Китайской республики Тайбей. Стены окрестных домов покрылись трещинами, но из людей никто не пострадал.

Третье землетрясение в Китае произошло 21 июля в провинции Ганьсу, в северной части центральной области страны. Здесь, в пункте с координатами 36,4° с.ш., 103,2° в.д., в верхнем течении р. Хуанхэ произошло землетрясение с магнитудой 5,7. Разрушены десятки домов, погибло 14 человек, 60 – ранено.

Завершился месяц катастро-

фическим землетрясением 30 июля у северных берегов Чили. Рано утром, в 5 ч по Гринвичу, толчок силой 7,8 баллов по шкале Рихтера обрушился на район портового города Антофагаста. Эпицентр – в 40 км к юго-западу. Здесь погибли трое, а по меньшей мере пятьдесят человек получили ранения. В городе Калама, в 145 км от эпицентра, имелись разрушения и раненые. Толчок ощущался на огромном пространстве – от севера Чили и вплоть до южных районов Перу, Ла-Паса в Боливии и Буэнос-Айреса в далекой Аргентине. Два повторных толчка были зарегистрированы в течение 40 мин после главного события, а в пределах следующих 4 суток было 16 афтершоков. Возможно, событие это связано с активизацией вулкана Ласкар, находящегося в 245 км к западу от эпицентра.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Net'work, 1995, 20, 11

За сохранение шельфа

Давно замечено, в пограничных, краевых зонах, где противостоя друг другу и взаимодействуя, контактируют различные природные факторы, жизнь природы активизируется. Одна из таких зон – область шельфа, переходная между океаном и сушей.

На протяжении многих лет проблемами этой важнейшей части Мирового океана занимается известный океанолог доктор географических наук А.А. Аксенов, чья книга “Полезные ископаемые шельфа” издана Институтом океанологии РАН имени П.П. Ширшова в Санкт-Петербурге.

В давно вышедшей монографии “О рудных процессах в верхней зоне шельфа” в 1972 г. А.А. Аксенов рассматривал условия формирования осадочных толщ в прибрежной полосе морей и океанов и рудных концентраций в них тяжелых минералов. Теперь им выполнен тщательный анализ распределения полезных ископаемых на всем пространстве шельфа. Процессы их формирования в геологическом понимании времени идут мгновенно, и значительно быстрее, чем на суше. В них активно участвуют живые организмы: зоо- и фитопланктон, кораллы, создающие грандиозные постройки рифов, и моллюски, оставляющие на дне шельфа мощные толщи ра-



куши, из которой формируется строительный камень, знаменитый ракушечник.

Решающую роль в формировании месторождений фосфоритов играет наблюдающееся на шельфе явление апвеллинга: фитопланктон извлекает из воды и доставляет в прибрежную зону раз в десять больше фосфора, чем поступает в море с речным стоком. Вторичный переыв этих накоплений штормовыми волнами – заключительный акт рудного процесса.

Коралловые рифы и ракушечник служат коллекторами нефти и газа, как и отложения в дельтах крупных рек. Но особенно велики создаваемые на шельфе залежи строительных материалов.

Автор книги проводил исследования в тропических водах и в морях средних широт. В тропиках им установлена огромная роль тайфунов в разрушении коралловых рифов, изучена удивительная способ-

ность кораллов быстро восстанавливать свои колонии.

Особенно интересны исследования, проводившиеся автором в мелководном Азовском море, где каждый год откладывается мощная толща ракуши общей массой около 2 млн т, из которой около 150-200 тыс. т ежегодно поступает в береговую зону. А там за прошедшие времена уже накоплено около 600 млн т. Изменения в гидрохимическом режиме моря, вызванные деятельностью человека, заметно влияют на условия существования зообентоса, производящего ракушу. Богатейшие месторождения строительных материалов – под угрозой исчезновения.

Вообще ландшафтный облик и развитие шельфа в значительной степени определяются воздействием человека. В некоторых случаях ландшафт шельфа отчетливо антропогенный. Часто в него вклиниваются различные техногенные сооружения, нарушающие течение естественных процессов, загрязняющие его, иногда в катастрофических размерах. Спасение в том, чтобы искать методы искусственного регулирования процессов, развивающихся в пределах шельфа с целью стимулирования самоочистки, сохранения и пополнения запасов минеральных ресурсов. Очень перспективна марикультура бурых водорослей. Наряду с другими мероприятиями, она способна предотвратить гибель шельфа. Но сначала, как утверждает автор книги, надо очень хорошо изучить эту сложную и динамичную область Мирового океана в разных регионах и составить всепланетный “кадастр шельфа”.

Переоценка сейсмичности Сахалина

Группа московских сейсмологов из ряда институтов РАН, Государственного комитета по охране недр и Министерства строительства Российской Федерации завершила пересмотр схемы сейсмичности Сахалина. Необходимость в этом была вызвана непредсказанным землетрясением в Нефтегорске в ночь с 27 на 28 мая 1995 г. (Земля и Вселенная, 1995, № 5). При составлении нового сейсмического районирования Сахалина учеными использованы результаты экспедиционных исследований, проведенных в месте катастрофы сейсмологами Объединенного института физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта.

Очаг 9-10-балльного землетрясения 28 мая 1995 г. по форме представлял собой эллипс с длинной осью более 50 км. Он возник на глубине 15-20 км с магнитудой 7,2-7,3 и вспорол эту толщу разрывом вплоть до земной поверхности. В 20-30 км от промышленного пос. Нефтегорска, где сейсмический эффект достиг 8-9 баллов, на расстоянии 30-40 км прослеживается трещина-разрыв шириной до 5-7 м.

Полевыми исследованиями, предпринятыми в первые же дни после события российскими и японскими сейсмологами, установлено, что возникший разрыв земной поверхности совпал с древними сейсмическими смещениями, возникающими здесь примерно каждые 400-500 лет. Но, к сожалению, узнали об этом лишь изучив геологический разрез в уже произошедшем разрыве.

Землетрясение произошло в сейсмической зоне, показанной на карте 1978 г. как 7-балльная. Та-

кой же семибалльной эта зона была представлена и в строительных нормативах, утвержденных Госстроем СССР в 1969 г. Поэтому проектирование и строительство в пострадавшем регионе осуществлялось вообще без каких-либо антисейсмических мероприятий. Не учтено и то, как считает ведущий специалист Объединенного института физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта доктор геолого-минералогических наук В.И. Уломов, что сейсмическая опасность с каждым годом не уменьшается, а растет в прямой связи с хозяйственным освоением сейсмоактивных территорий и воздействием человека на литосферную оболочку Земли.

Основой для адекватной оценки сейсмической опасности служат карты общего сейсмического районирования. Они необходимы при детальном районировании сейсмоактивных территорий, организации рационального землепользования, для долгосрочного государственного социально-экономического планирования. Карта сейсмической уязвимости конкретного региона позволит обеспечить его готовность к подземным толчкам.

Ранее составленная карта оказалась неответчающей реальным природным условиям. К числу ее главных недостатков следует отнести, прежде всего, неполноту и большую неоднородность использованных при ее построении исходных данных. Не исследовались явления миграции сейсмической активности. А они позволяют не только более надежно идентифицировать потенциально опасные сейсмоструктуры, но и выявлять конкретные районы повышенной сейсмической опасности на ближайшие годы (Земля и Вселенная, 1994, № 4). Практически не принимались во внимание оставленные в горных породах следы прошлых крупнейших землетрясений (в том числе на Сахалине).

Профессор В.И. Уломов возглавил группу московских сейсмо-

логов, заново составивших схему сейсмического районирования Сахалина. Для всех городов и населенных пунктов Сахалинской области определены сейсмичность в баллах и повторяемость сейсмических воздействий.

Сейсмологические исследования по проблеме "Сейсмичность и сейсмическое районирование Северо-Восточной Евразии" выполняются институтом с 1991 г. при участии других академических институтов и производственных организаций Российской Федерации и других стран СНГ в рамках Государственной научно-технической программы России "Глобальные изменения природной среды и климата".

Для получения более объективных результатов Временная сейсмическая схема Сахалина составлялась на основе двух разработанных разными группами специалистов альтернативных моделей. Сопоставлялись несколько методических подходов к оценке сейсмической опасности. В частности, независимым образом и разными методами оценены верхний предел магнитуд и повторяемость максимальных возможных землетрясений в каждой из опасных структур и зон возникновения очагов землетрясений. Расчеты повторяемости сейсмических воздействий проведены для четырех периодов времени – 100, 500, 1000 и 10 000 лет.

Оценки сейсмической балльности, приведенные на Временной схеме и в прилагаемом к ней списке населенных пунктов, на 2-3 балла выше тех оценок сейсмических воздействий, что показаны на официально действующей до сих пор карте 1978 г. Они могут быть уточнены при более детальных исследованиях по сейсмическому районированию, которые продолжают.

"Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений" т. 2, № 2, 1995

Землетрясения и подземный звук

Катастрофические землетрясения последних лет в Лос-Анджелесе (Калифорния, США), Кобе (Япония) и в Нефтегорске на Сахалине (Земля и Вселенная, 1995, № 5) наглядно показали, что существующие системы оперативного контроля сейсмической опасности не эффективны и требуют дальнейшего совершенствования. Предсказывать землетрясения в локальном месте, по-видимому,



А.С. БЕЛЯКОВ,
кандидат технических наук
Институт экспериментальной геофизики
Объединенного института физики Земли РАН

ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЙ СИГНАЛ

Английский астроном и математик Джордж Говард Дарвин (1845-1912) в книге "Приливы и родственные им явления в Солнечной системе" пишет, что некто Де Росси из Рима в уединенном пункте установил свой микрофон на глубине 20 м под землей. Ночью он услышал звуки, которые, по его мнению, относятся к "естественным теллурическим

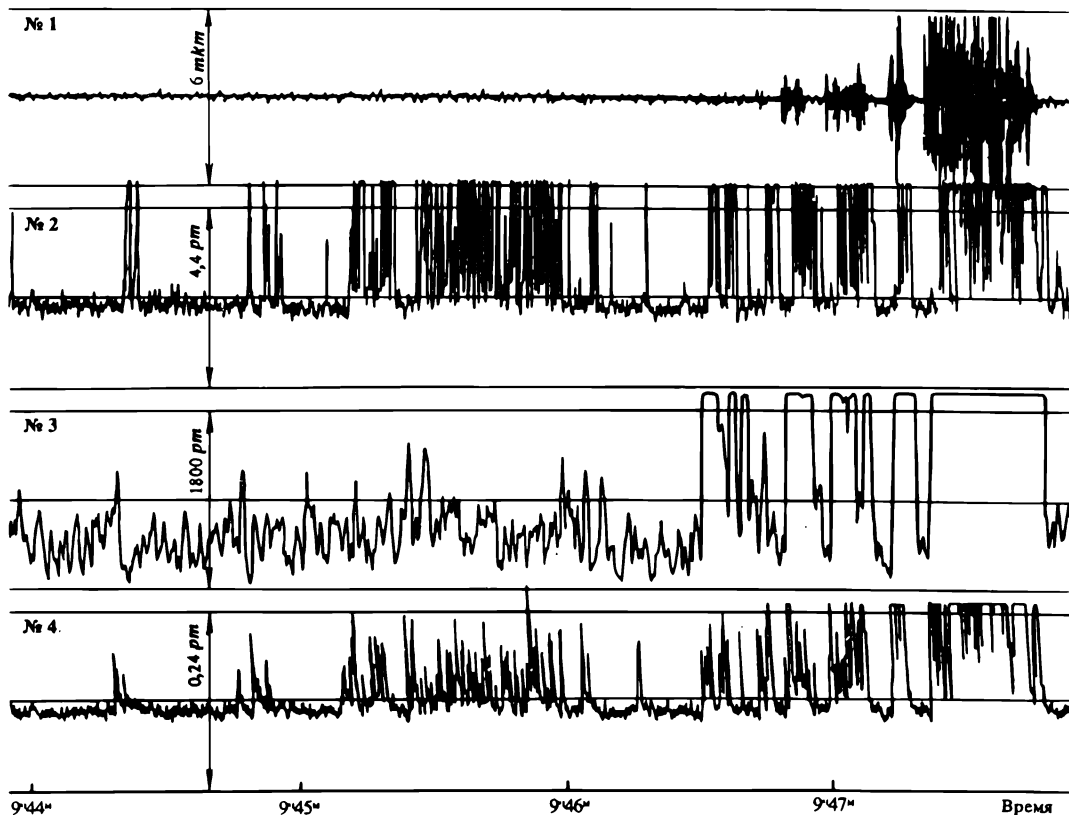
явлениям". Описано это так: "Шумы, взрывы, отдельные и целыми залпами, металлические или колокольные звоны". Все

возможно, но лишь по комплексу признаков, с учетом многих факторов. Один из них – подземный фоновый звук, возникающий в результате нарушения сплошности твердой среды земной коры.

Обнаружение и детальное изучение этого феномена началось с создания в Институте физики Земли приборов нового типа – геофонов с кристаллическим сенсором.

эти звуки, совершенно неразборчивые, перемещивались и достигали наибольшей силы через неправильные интервалы времени, становясь порой "невыносимо громкими", а однажды это произошло среди ночи за полчаса до значительного землетрясения.

Многие очевидцы землетрясений вспоминают о **странных слуховых ощущениях**. На них особенно чутко реагируют животные: собаки, кошки,



Фрагмент записи подземного звука, сигнализирующего о микроземлетрясении на глубине 1336 м: канал 1 – микросейсмсы; канал 2 – звук с частотой 500 Гц; канал 3 – звук с частотой 30 Гц; канал 4 – звук с частотой 1000 Гц

овцы, крупный рогатый скот и даже рыбы. Известный сейсмолог из Новой Зеландии Дж. А. Эйби в своей книге “Землетрясения” приводит пример необычного поведения овец и крупного рогатого скота за 15 мин до подземного толчка. Он объясняет это тем, что животные ощущают какие-то предваряющие землетрясение деформации земной поверхности, ко-

торые находятся за пределами восприятия человека.

Постепенно сформировалось научное направление. Конференция по этой тематике, которая была созвана в Менло Парке в Калифорнии в США в 1976 г., пришла к заключению, что животные действительно ощущают нечто такое, что не доступно органам чувств человека, и могут предупредить о землетрясении.

Профессор Т. Рикитакэ из Института по изучению землетрясений при университете в Токио в своей книге “Предсказание землетрясений” ссылается на классическую япон-

скую литературу, в которой имеются сообщения о том, что местные жители за несколько дней перед землетрясением слышали гул, идущий из-под земли, а за несколько часов до толчков были слышны из недр звуки, подобные взрывам. В 1950 г. в поселке Гарм в Таджикистане за два часа до землетрясения наблюдались интенсивные колебания поверхности в звуковом диапазоне частот. Все это дало возможность Т. Рикитакэ сделать вывод, что изучение колебаний в звуковом диапазоне может оказаться полезным для предсказания землетрясений. Однако практического развития это на-

правление исследований пока не получило. Вероятнее всего так произошло потому, что подземные фоновые звуки в большинстве своем находятся за пределами чувствительности традиционных приборов, используемых в сейсмологических исследованиях. И именно по этой причине существующие прогностические полигоны не оснащены системами контроля подземного звука. А это, по-видимому, необходимо сделать.

Импульсные колебания в земной коре генерируют **звуковое излучение** (акустическую эмиссию), которое в сейсмоактивных участках сливается в непрерывный шум, формирующий **подземный фоновый звук**. Формально каждое нарушение сплошности – землетрясение. Различие только в величине выделенной энергии. В земной коре в процессе эволюции такие нарушения происходят непрерывно; восстановление нарушенной целостности идет под действием горного давления и электрохимических процессов. При движении тектонических плит (Земля и Вселенная, № 5) возможно образование зон со значительной анизотропией внутренних напряжений, которая и приводит к разрушению блоков с выделением механической энергии в виде землетрясения.

По характеру и силе подземного фонового звука определяется начало изменения напряжен-

ного состояния в земной коре. И то и другое характеризуется высокой чувствительностью к изменениям напряженного состояния участков земной коры. Накопление энергии в земной коре обычно происходит в результате взаимодействия изменений статического давления и движения плит при их сжатии. Анизотропная разгрузка очаговых зон подготавливает акт землетрясения. Но в этом случае логично предположить, что и лунно-солнечные приливы играют, хотя и в заметно меньшей степени, такую же роль в активизации процессов в земной коре, как и движение плит (Земля и Вселенная, 1995, № 6). Такое предположение позволяет утверждать, что выделение энергии происходит в основном во время уменьшения напряжений в геофизической среде. Об этом же свидетельствуют и экспериментальные исследования изменчивости акустической эмиссии, проведенные Институтом экспериментальной геофизики в районах с различной сейсмической активностью (Беларусь, Северный Кавказ, Калифорния).

КАК УСЛЫШАТЬ ПОДЗЕМНЫЙ ЗВУК?

Акустические сигналы давно и с успехом используются в сейсморазведке и для неразрушающего контроля инженерных объектов. При этом в качестве измерительных преобразователей приме-

няют приборы, измеряющие либо скорость смещения в частотном диапазоне до 200 Гц, либо ускорение в ультразвуковом диапазоне частот более 20 кГц. Но измерения в этих диапазонах частот оказываются не эффективными при контроле фонового звука в земной коре. В результате исследований, проведенных в Институте экспериментальной геофизики Объединенного института физики Земли Российской академии наук, сделан вывод, что наиболее информативна начальная часть звукового диапазона частот (**от 20 до 2000 Гц**). В более высокочастотной области подземный звук трудно контролировать, так как его уровень очень мал (доли пикометра) и резко уменьшается с увеличением частоты. Надежная регистрация изменения подземного фонового звука позволяет обнаружить в районе контроля начальную стадию развития нарушений в горных породах, за которой последуют горные удары или катастрофические землетрясения.

Работы по созданию специального прибора для измерения подземного звука в нашей стране обосновывались в свое время тем, что тогда на территории бывшего Советского Союза десятая часть населения сосредоточена была в сейсмически опасных районах. Теперь же, в границах современной России, в зоне реальной

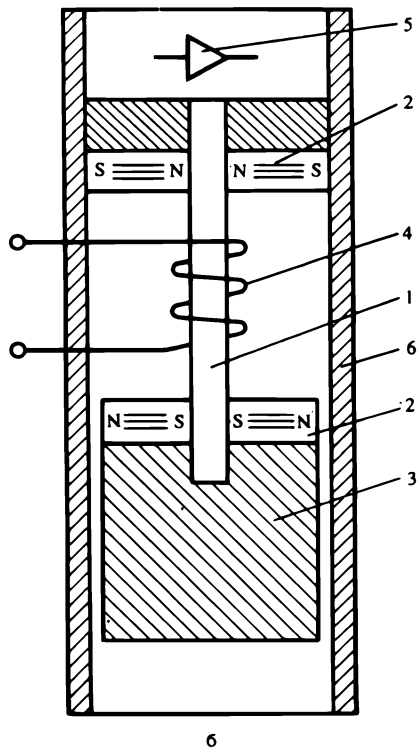
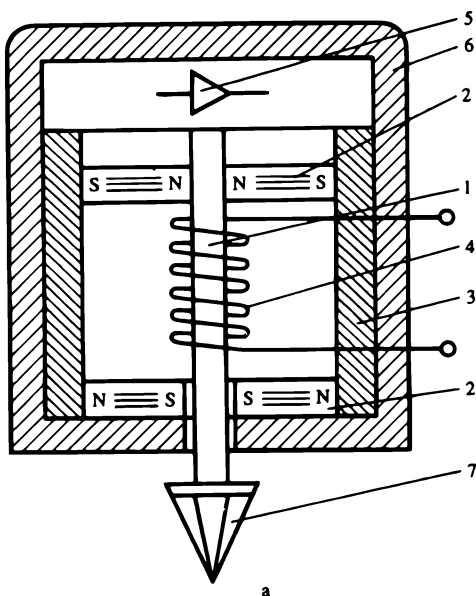


Схема акустического зонда с магнитоупругим сенсором (ПСАК) конструкции А.С. Белякова: а – для поверхностной установки, б – для погруженной в скважину. 1 – чувствительный магнитоупругий элемент, 2 – постоянный магнит, 3 – полюсный наконечник для поверхностного прибора, выполняющий роль инертной массы для прибора в скважине, 4 – измерительная обмотка, 5 – предварительный усилитель сигнала, 6 – корпус прибора, 7 – углубитель (коннектор) для поверхностного прибора

опасности оказалось всего около одной сотой части населения и может быть отчасти поэтому внимание к проблеме контроля сейсмической опасности заметно ослабло: были закрыты многие пункты сейсмических наблюдений.

Однако специалисты-сейсмологи продолжали следить за сейсмоопасными зонами.

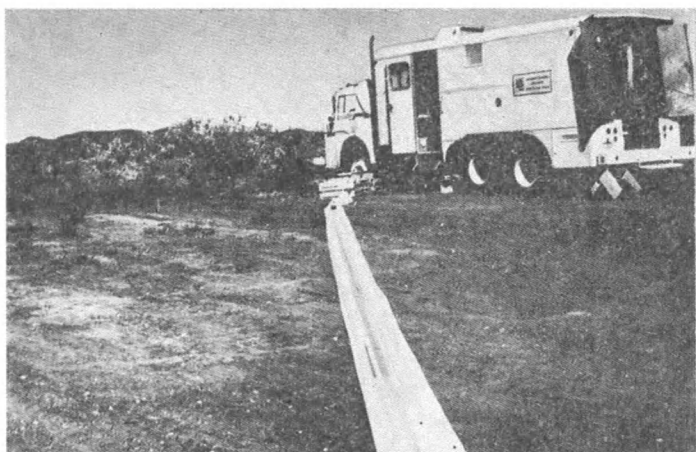
В последнее время их основное внимание было сосредоточено на Камчатке и Северном Кавказе, но неожиданная катастрофа на севере Сахалина (в ночь с 27 на 28 мая 1995 г.) заставила

осознать необходимость развития **локальных сетей контроля сейсмической опасности**, охватывающих все места компактного проживания людей.

Основная цель наблюдения подземного фонового звука – обнаружение на ранней стадии возникновения сейсмической опасности. Объекты исследования – верхняя часть земной коры в сейсмоопасных районах, а также шахты и горные выработки, в которых могут развиваться локальные катастрофические процессы.

Надежный контроль

подземного фонового звука осуществляет специально сконструированный **геофон**, чувствительность которого возрастает с увеличением частоты в соответствии со снижением уровня подземного фонового звука. Это позволяет надежно регистрировать характер изменения очень слабого подземного звука в широкой полосе частот. Немаловажно и то, что приборы для измерения подземного звука, ПСАК (приемник сейсмо-акустических колебаний) или МАГ (магнитоупругий акустический геофон) не только разра-



ботаны и испытаны, но и доведены до промышленного производства и могут быть изготовлены по заказу в ОКБ ИФЗ РАН или воспроизведены по оригинальным чертежам автора заинтересованными организациями. У приборов ПСАК – высокая чувствительность в широкой полосе частот, большой динамический диапазон, они могут быть установлены на земной поверхности, в скважинах и на дне океана. Акустические колебания измеряются ими по трем направлениям.

Магнитоупругий акустический сенсор (МАС) не имеет подвижных частей и не нуждается в обслуживании, а срок его работы не ограничен. Сенсоры МАС разработаны на основе магнитоупругого кристаллического ферромагнетика и могут измерять акустические колебания с чувствительностью до 1 мВ с³/м. Столь высокая чувствительность, незначительный собственный шум (менее 0,1 мкВ) и динамический диапазон более 160 дБ позволяют измерять смещения от 10⁻⁶ м на частоте 1 Гц до 10⁻¹⁴ м на частоте 1 кГц и обнаруживать очень слабый акустический сигнал в высокочастотной области на фоне сильных колебаний с малой частотой.

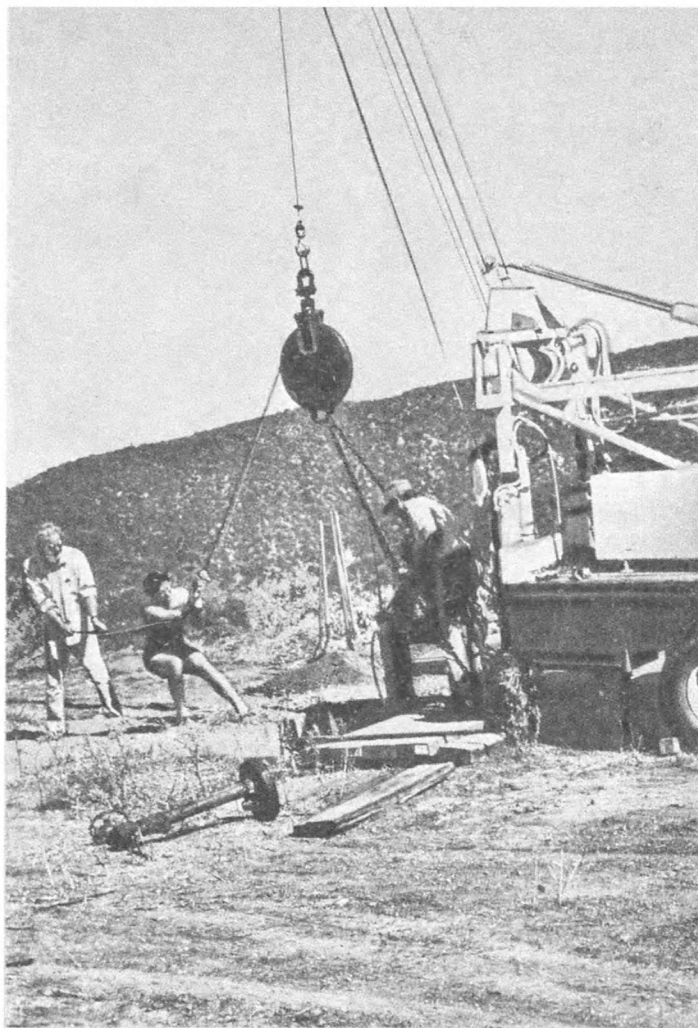
НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ПРОГНОЗА

Регистрируя, обрабатывая и анализируя подземный фоновый звук, а также непосредственно его прослушивая, квалифицированные акустики и сейсмологи найдут новый подход к решению проблемы краткосрочного прогноза землетрясений. Электрический сигнал, несущий информацию о подземном звуке, создает нетрадиционные системы контроля. Практически все население сможет участвовать в оценке сейсмической обстановки. Для этого достаточно непрерывно транслировать сигнал местной УКВ радиостанцией.

Естественный подземный звук, конечно, не симфоническая кантата Густава Малера "Песнь о Земле". Но это и не монотонный шум, а череда весьма разнообразных по ритмам, уровням и частотному составу звуковых образов. Поэтому формализация признаков изменения сейсмиче-

ской обстановки по подземному звуку и их описание встречали большие трудности. Определенный толчок даст использование современного оборудования для приема, регистрации, обработки и визуализации звуковых сигналов в реальном времени. Оно производится многими известными фирмами, но пока не используется в сейсмологических исследованиях. Между тем, в сочетании с новыми геофонами это оборудование позволит объективно фиксировать малейшие изменения характера подземного звука перед землетрясением.

Например, анализаторы амплитудно-частотных спектров фирмы "Larson-Davis" (США), модель 3200, могут работать с несколькими сигналами одновременно и позволяют автоматически, в реальном времени вычислять, запоминать и выдавать на экран натуральные спектры со скоростью до 400 спектров в секунду в виде "водопад-



Российские и американские сейсмологи опускают акустический зонд в глубокую скважину. Паркфилд (Калифорния, США). Фото А.С. Белякова

ного графика”, который очень хорошо отражает малейшие изменения подземного звука и фиксирует параметры каждого отдельного акустического события.

Наибольший эффект может дать контроль подземного фонового звука только в сочетании с другими методами исследования процесса подготовки землетрясения. Поэтому, в первую очередь, его применение рекоменду-

ется в составе комплексных центров по прогнозу землетрясений. Таким центром может стать, например, полигон в Паркфилде (Калифорния, США), где компьютерная система, установленная в Менло Парке, анализирует всю сейсмическую информацию в регионе и дает оценку местоположения и интенсивности землетрясений в течение 3-5 мин после них. Хорошо налажены каналы связи полигона в Паркфилде с

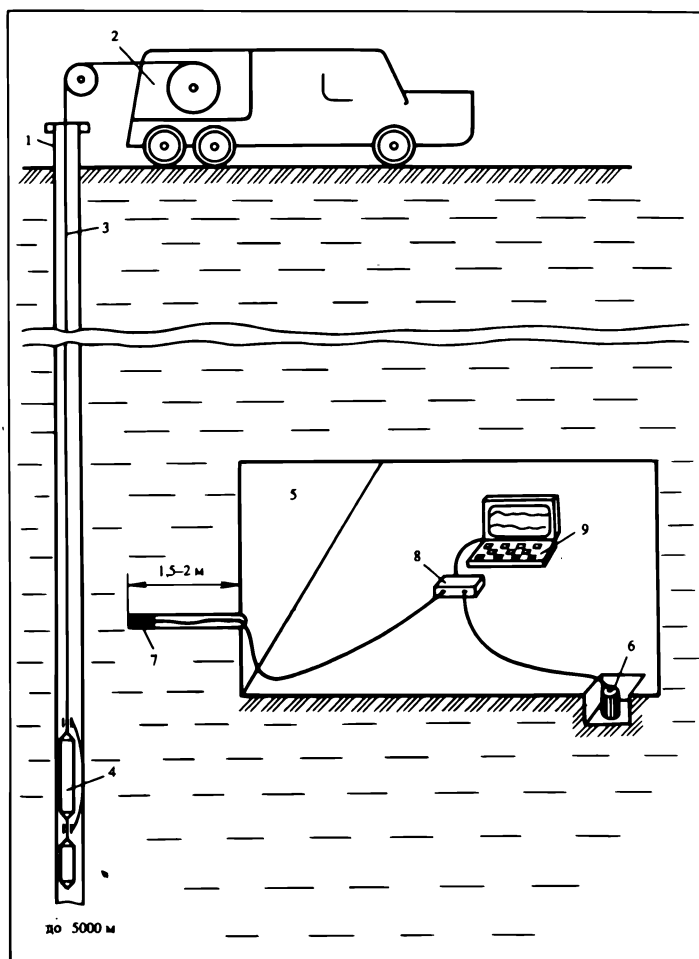
центром обработки в Менло Парке. Там круглосуточно дежурят сотрудники Геологической Службы. Это позволяет надеяться на то, что контроль подземного звука будет быстро и эффективно использован при исследовании тектонического разлома Сан-Андреас для выработки алгоритмов оценки сейсмической обстановки перед землетрясением. Положительный опыт несомненно будет распространен в сейсмоопасные районы всех заинтересованных стран.

Схема измерительной сети состоит из глубокой (до 5000 м) или мелкой (15-20 м) скважины, в которую на бронированном кабеле опускается зонд с установленным в нем геофоном. Если скважина глубокая, для спуска необходим специальный подъемник, в мелкую же зонд может быть опущен вручную. Скважина должна быть оснащена либо кабельной линией связи с местом регистрации, либо передатчиком с частотной модуляцией и источником питания. Минимальное оборудование приемного пункта состоит из источника питания и персонального компьютера с аналого-цифровым преобразователем и мультиплексором и аналоговым 4-х

Комплексная схема акустического контроля верхней части земной коры: 1 – скважина; 2 – каротажный подъемник; 3 – каротажный кабель; 4 – скважинный зонд ПСАК с рессорным прижимом; 5 – шахта (штольня, туннель); 6 – поверхностный геофон; 7 – геофон, установленный в шпуре; 8 – аналоговый полосовой усилитель (4 или 6 полос); 9 – компьютер с аналого-цифровым преобразователем и мультимплексором

или 6-ти полосным усилителем исходного сигнала.

Нам удалось организовать регистрацию поверхностного звука на Северном Кавказе в районе ставшего печально известным города Буденновска. Зонд был погружен на глубину около 2,5 м. Информация об интенсивности потока эмиссионных событий накапливалась в запоминающем устройстве с автономным питанием. Анализ получаемой информации, значительно искаженной со стороны (в основном это шум ветра, дождя и производственные шумы), возможен только со значительным временным сдвигом (более месяца), а сравнение с сейсмической обстановкой в радиусе 100 км от точки контроля – только через несколько месяцев. Такой режим работы позволяет, к сожалению, лишь оценить надежность системы



контроля. Эксперимент показал, что разработанное оборудование может быть установлено в отдаленных местах и длительно работать в автономном режиме.

В настоящее время есть возможность быстро установить в нескольких пунктах наблюдений в скважине или на поверхности (с обязательным уг-

лублением на 15-20 м с тем, чтобы исключить основные помехи) приборы с одинаковыми характеристиками.

Мы приглашаем всех, кто заинтересован, к сотрудничеству.

Работа была выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 93-05-9197).

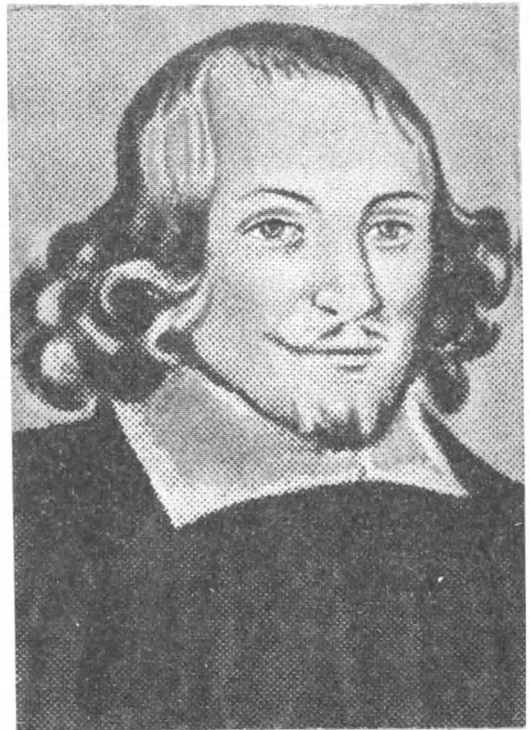
Жан Пикар

(к 375-летию со дня рождения)

Среди деятелей науки прошлого есть немало имен, которые в свое время считались учеными первого плана, а затем их слава померкла, затемненная достижениями последующих столетий, и их имена оказались забыты. К числу таких личностей можно отнести и скромного парижского священника Жана Пикара, чья жизнь – пример беззаветного служения науке. Им воспитана целая плеяда замечательных астрономов. Пикар был истинным тружеником, работавшим буквально до последнего дня и успевшим сделать очень многое.

Однако о его жизни известно очень мало. Исторические источники донесли лишь отрывочную информацию: ученый родился 21 июля 1620 г. на северо-западе Франции, в городе Ла-Флеш провинции Анжу. Здесь находился иезуитский коллегиум, в котором незадолго до рождения Пикара учился молодой Рене Декарт. Возможно, в юные годы Пикар также посещал занятия отцов-иезуитов, дававших неплохую научную подготовку. Во всяком случае, Пикар имел духовное образование и впоследствии принял сан. Вероятно, в конце жизни он стал аббатом одного из монастырей Анжу, совмещая служение Богу с научной работой, но эти данные весьма неопределенны. Тем не менее, в последующие века его считали аббатом, и краткий очерк о нем Д. Араго так и озаглавлен: «Аббат Пикар».

Свой научный путь Пикар начал, будучи ассистентом у знаменитого фран-



Жан Пикар (1620-1682)

цузского астронома, физика и философа Пьера Гассенди, который занимал кафедру математики в Коллеж-Ройяль в Париже. Здесь вместе с Гассенди молодой астроном 21 августа 1645 г. провел наблюдение солнечного затмения –

это был первый шаг Пикара на поприще астрономии. Школа Гассенди дала ему хорошую и основательную подготовку в этой области. Пикар достаточно быстро завоевал авторитет в научном мире и в 1666 г. вместе с аббатом Эдмом Мариоттом выступил одним из инициаторов создания Парижской Академии наук. Как член-учредитель Академии он на протяжении последующих пятнадцати лет принимал самое активное участие во всех научных проектах этой организации.

В 1664 г. Пикар опубликовал свои «Эфемериды», посвятив их королю. В Посвящении он указал, что не смог найти во Франции инструментов, пригодных для определения высот Полярной звезды. Это обращение возымело действие. Людовик XIV, активно покровительствовавший наукам, в 1667 г. отдал приказ о постройке при Академии обсерватории, а Пикар стал одним из самых деятельных ее сотрудников. Здесь он провел свои самые выдающиеся исследования, пригласив к сотрудничеству Филиппа де Ла Гира, Адриэна Озу, Джан Доменико Кассини и Оле Рёмера.

Диапазон научной деятельности Пикара довольно широк. Прежде всего необходимо сказать о тех усовершенствованиях астрономических инструментов, которые помогли ему и другим ученым достигнуть большей точности в результатах различных наблюдений и измерений. В этой области Пикар активно сотрудничал с другими астрономами. Так, совместно с А. Озу он усовершенствовал микрометр с подвижной нитью и провел измерения угловых диаметров Солнца, Луны и планет. Летом 1667 г. Пикар впервые соединил угломерные инструменты – квадрант и секстант с телескопом, в фокусе объектива которого помещались крестообразно натянутые нити. Изображение звезды можно было привести в точку их пересечения, и благодаря этому положение светила удавалось фиксировать со значительно большей точностью. Таким образом возросла точность определения звездных положений и расширились возможности не только астрономиче-

ских, но и геодезических исследований. Новый прибор успешно использовали при измерении длины градуса меридиана, проведенного Пикаром по предложению Академии наук. В 1668 г. Академия выдвинула этот проект с целью уточнить радиус земного шара. Выполнение задания и было поручено Пикару, который взял за основу метод триангуляции, разработанный еще в 1617 г. профессором Лейденского университета В. Снеллиусом, опубликовавшим результаты своих измерений в книге «Батавский Эратосфен». Теперь же Пикар применил и свои усовершенствованные инструменты. В основе его исследования лежало расстояние между пригородом Амьена Сурдоном и предместьем Корбей-Эссонна Мальвуазеном, расположенным в 25 км к югу от Парижа. При измерениях использовался зенитный сектор, с помощью которого определялись зенитные расстояния звезд в меридиане в вышеназванных конечных пунктах для установления разности их широт. Исследование завершилось в 1670 г., и результат оказался превосходным. Пикар определил длину одного градуса меридиана в 57057 туазов, т.е. в 111,21 км, что всего лишь на тридцать метров отличается от современных данных (111,18 км). Этот расчет имел большое значение в развитии геодезии и картографии и позднее был использован И. Ньютоном для подтверждения закона всемирного тяготения. В 1671 г. Пикар опубликовал результаты своей работы в трактате «Размеры Земли».

В это время он приступил к реализации следующего большого проекта, выдвинутого Академией в 1669 г. Речь шла об определении координат знаменитой обсерватории Ураниборг на острове Вён близ Копенгагена, где проводил свои наблюдения великий датский астроном Тихо Браге (1546-1601). Необходимо было сравнить результаты наблюдений, выполненных Тихо в 1576-97 гг. (определение прямых восхождений и склонений звезд, наблюдения над движением планет и т.д.), с теми, которые предполагалось осуществить в Парижской обсерватории.

В течение восьми месяцев 1671-1672 гг. Пикар находился в Дании. Его помощником в этом предприятии стал молодой выпускник Копенгагенского университета Оле Кристенсен Рёмер. Французский ученый заметил необыкновенные способности юноши и после окончания работ пригласил его во Францию. Под руководством Пикара Рёмер проводил исследования в Парижской обсерватории до 1681 г., пройдя прекрасную практику в Академии. Другими ближайшими сотрудниками Пикара были Ла Гир и Кассини, вместе с которыми он участвовал во всех астрономических и геодезических программах Академии. Так, в 1672 г. вместе с Д.Д. Кассини в Париже и одновременно с Ж. Рише, находившимся в г. Кайенне, вблизи экватора (территория Французской Гвианы), Пикар провел наблюдения Марса во время его противостояния. В итоге было определено значение солнечного параллакса в $9,5''$. Это было первое достаточно точное измерение параллакса со времен Аристарха Самосского (III в. до н.э.).

В 1672-74 гг. Пикар принимал участие в многочисленных экспедициях для определения точных координат городов Франции. Продолжением этой работы стало создание вместе с Ф. де Ла Гиrom базисной триангуляционной сети с целью составления новой карты Франции. Пикар не успел закончить работу, и результаты его геодезических наблюдений были опубликованы Ла Гиrom в 1693 г.

Благодаря сильному увеличению телескопов, ослаблявшему фон неба, у астрономов появилась возможность наиболее яркие звезды наблюдать даже днем. Первым это сделал Пикар в 1668 г., когда при ярком дневном свете наблюдал прохождение Арктура через меридиан. Таким образом были открыты новые возможности астрономических измерений.

Еще при основании Академии в

1666 г. Пикар пригласил в Париж Христиана Гюйгенса, уже тогда пользовавшегося большой известностью. Гюйгенс пробыл в Париже до 1681 г. и принимал самое активное участие в создании обсерватории. Здесь он опубликовал книгу «Маятниковые часы» (1673), в которой подводил итоги своих исследований в этой области. Пикар ввел эти часы в практику астрономических наблюдений в Парижской обсерватории и с помощью них начал точные измерения времени при определениях прямых восхождений светил в момент их прохождения через меридиан.

Кроме того, Пикар отметил влияние температуры на величину атмосферной рефракции, в течение длительного времени вел наблюдения Полярной звезды и обнаружил отклонения в ее склонении, доходившие до $10''$ и $15''$. Причину последнего явления Пикар объяснить не смог. Он также первым наблюдал электрический разряд в разреженном газе.

В 1678 г. Пикар основал французский астрономический ежегодник «*Connaissance des temps*» («Познание времени»), который до сих пор издается Парижской Академией. В 1674-75 гг. ученый принял участие в разработке академического проекта по проведению водопровода в замках Марли и Версаль, написав соответствующий трактат, изданный Ла Гиrom в 1684 г.

Последние астрономические наблюдения Пикар провел 12 сентября 1682 г., а буквально через месяц, 12 октября, ученый скоропостижно скончался. Заслуги его были настолько известны, что один из лунных кратеров назван его именем. Кратер «Пикар» расположен в Море Кризисов между кратерами «Прокл» и «Кондорсе», названными в честь последнего великого философа античности и последнего французского энциклопедиста.

Е.В. ПЧЕЛОВ

Конгресс астронавтов в Польше

Со времени полета Юрия Гагарина на корабле «Восток» прошло 35 лет. С того памятного дня космические полеты совершили более 340 астронавтов и космонавтов из 26 стран.

Увидев родную планету со стороны, они стали остро понимать, что этот чудесный мир хрупок и раним, требует бережного отношения и защиты. Осознавая свою ответственность за восстановление экологического равновесия в природе, российские космонавты и американские астронавты выступили с предложением объединить усилия и направить их на охрану среды обитания человека. В 1983 г. в Пушчино под Москвой состоялась учредительная встреча, на которой была учреждена Ассоциация участников космических полетов (АУКП).

«Планета – наш дом» – вот тема первого Конгресса этой новой организации, объединившей представителей летавших космонавтов многих



Эмблема АУКП

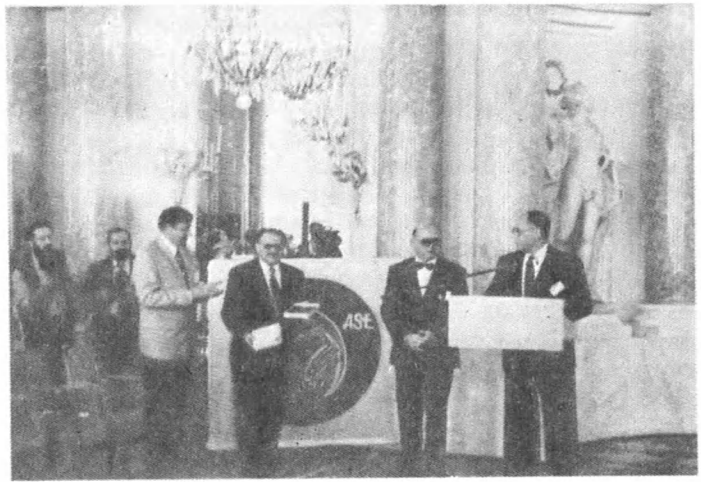
стран. Конгресс состоялся в Париже в 1984 г. Жак-Ив Кусто, известный защитник природы, был награжден первой премией АУКП. При вручении награды он произнес знаменательные слова: «Вы изменили наши представления о человечестве, о космосе, о неизвестном, а это важ-

но, чтобы будущее стало счастливым».

В 1994 г. Конгресс состоялся в нашей стране и был посвящен сохранению уникальной жемчужины природы – озера Байкал.

И вот уже в 11-й раз собрались 50 космонавтов и астронавтов из 12 стран на Конгресс АУКП.

Он прошел в 1995 г. в Польше с 10 по 17 сентября под девизом «Космос и современные общества». В Королевском замке в Варшаве на открытии выступили американский астронавт Джон Фабиан и российский космонавт Алексей Леонов. Вел собрание хозяин Конгресса – первый польский космонавт Мирослав Гермашевский. С большим докладом перед польской прессой, участниками и приглашенными выступил президент Польской Академии наук профессор Лешек Кузьниcki. Тема доклада соответствовала девизу Конгресса: «Социальное развитие земной цивилизации и рост знаний об окружающем мире, современные проблемы и неодолимые условия выхода из кризисной ситуации». Докладчик рассмотрел причины возникновения и суть главных научных открытий, изменивших представления людей о Вселенной, – от Птолемея до космических полетов. Он проследил трансформацию системы «человек-космос», перечислил основные атрибуты современного общества и необходимые условия для поддержания приемлемого уровня цивилизованного развития. Резюмируя, он заявил: «Современное общество – это такое общество, которое высочайшей ценностью счита-



ет качество жизни как настоящих, так и будущих поколений. В итоге такое общество характеризуется постоянной потребностью приобретения знаний (и умений – С.Г.) ...У общества, которое умеет реализовывать идею первенства гуманистических ценностей и качества, популяризовать и воплощать экологическую безопасность, имеются предпосылки добиться статуса современности”...

После торжественного заседания участники и гости Конгресса осмотрели залы Королевского замка (заново восстановлен и стал музеем в 60-е гг.). Во дворе замка состоялась встреча с польской прессой, затем космонавты сфотографировались на память у колонны Сигизмунда III. Состоялась церемония возложения цветов к памятнику Неизвестному солдату, проведены экскурсии по городу. Вечером был торжественный

ужин в старинном парке в Королевских Лазенках, где участники и приглашенные смогли в непринужденной обстановке общаться и завязывать новые знакомства.

В завершающий день пребывания в Варшаве участники осмотрели научные учебные центры и даже смогли выполнить летные тренировки на спортивных самолетах в местном аэроклубе. Желающие совершили экскурсию в Желязову Волю, осмотрели дом-музей, в котором родился великий Ф. Шопен, ознакомились с красивым парком и послушали концерт из произведений композитора. Вечером состоялось заседание в пресс-центре Войска Польского, где участники АУКП поделились опытом внекорабельной деятельности, показали уникальные видеофильмы о состоявшихся полетах по совместной программе «Мир-Шаттл» (сближение «Дискавери» и сты-



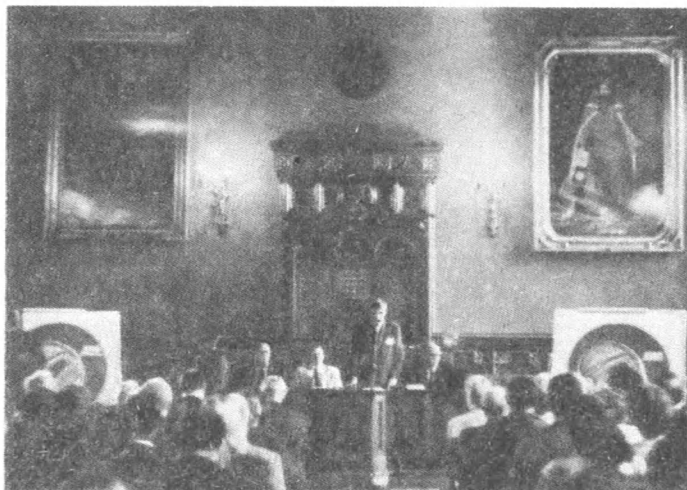
венной деятельности. С большим интересом участники Конгресса прослушали речь ректора этого старейшего учебного заведения о вкладе в науку краковских астрономов и ученых, об истории университета. Выступил с приветственным словом и мэр города Кракова.

Большой доклад («Вклад Польши и поляков в исследование и использование космоса») сделал член-корреспондент Польской Академии наук профессор Богдан Ней. Он затронул предысторию астронавтики, рассказав о важной роли развития представлений о Вселенной. В этом особенно велика заслуга Николая Коперника. В Лодзи в 1929-33 гг. известный пионер космонавтики Ари Штернфельд написал свой фундаментальный труд «Введение в космонавтику». Весомый вклад в американскую астронавтику внес польский инженер-конструктор Мечислав Беккер. Под его руководством на фирме «Боинг» были созданы лунные самоходные аппараты «Ровер». На них совершили лунные путешествия астронавты трех последних экспедиций «Аполлон». Практические ракетные эксперименты проводились коллективом Яцека Вальчев-

ковка «Атлантида» с ОК «Мир»), американские астронавты рассказали о ходе работ по строительству элементов международной станции «Альфа».

На следующий день все переехали в Краков. Здесь были проведены экскурсии по Старому городу и встреча с мэром. 14 сентября в актовом зале Ягеллонского университета прошла торжественная сессия, которую вел Виктор Савиных.

Выступая, космонавт коснулся аспектов научных экспериментов на орбитальных станциях, совершенствования инструментов и аппаратуры, говорил о внедрении в промышленность новых апробированных в космических полетах средств и технологий. Вступительное слово произнес Мирослав Гермашевский, кратко остановившись на значении космических полетов для развития науки и техники, хозяйст-



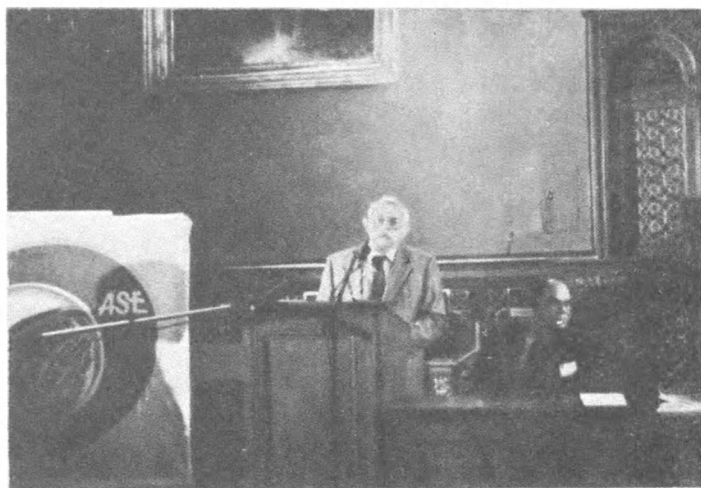
Торжественное заседание в
Ягеллонском университете

ского в Кракове, где в течение 1966-70 гг. были запущены 224 метеорологические ракеты «Метеор» на высоты до 100 км. Первая польская научная аппаратура работала в космосе в 1972 г. на борту спутника «Интеркосмос-6», а в 1973 г. провели эксперимент по измерению радиоизлучения Солнца на спутнике «Интеркосмос-9» (Коперник-500). С того времени польские приборы запускались в космическое пространство 28 раз, из них 12 были установлены на спутниках и 4 на межпланетных станциях. В настоящее время Польша участвует в международных программах: «Коронас», «Апекс», «Интерболл», «Марс-96» и «Кассини». Далее Б. Ней коснулся областей проведения польских космических исследований, практического использования технологий в науке и хозяйственной деятельности, упомянул ученых и учреждения, занимающиеся космическими исследованиями.

В связи с 20-летием полета по программе «ЭПАС» с воспоминаниями выступили участники этого знаменательного события – Томас Стаффорд и Валерий Кубасов.

Большая медаль АУКП и премии авиации

Активный участник Конгресса – австрийский астронавт Франц Фибек



«Хрустальный шлем» были вручены на Конгрессе знаменитому польскому писателю-фантасту Станиславу Лему. Его поздравил Алексей Леонов. В своем ответном слове С. Лем выразил признательность за награды. Он отметил, что когда начал писать о космических путешествиях, то не верил, что доживет до их осуществления. Важным для него стали встречи с космонавтами, которые могли подтвердить правильность изображенных им

событий. С. Лем заявил о своем особом расположении к российской космонавтике. Оказалось, писатель не представлял, что его творчество получит такой огромный резонанс в мире... На этом выступлении сессия закончилась.

Программа Конгресса отличалась насыщенностью поездок, сменой обстановки и впечатлений, калейдоскопом событий и организационной неразберихой. Многие запланированные меропр



ятия не состоялись или были перенесены. Например, была сорвана вечерняя сессия в Ягеллонском университете по теме: «Использование космоса через людей – картина будущего», вместо этого проведено закрытое заседание, куда не допустили прессу.

Работа Конгресса была отмечена выпуском специальной почтовой марки с изображением эмблемы АУКП, корабля «Атлантис» и орбитального комплекса «Мир» на орбите Земли. Был под-

готовлен красочный конверт, в Варшаве прошло гашение штемпелем первого дня и специальным штемпелем – в Кракове.

Интересными и познавательными стали экскурсии по историческим местам Кракова – Королевского замка на Вавеле и музея Коллегиум Майус в Ягеллонском университете, где находятся уникальные астрономические инструменты XV-XVII вв. Перед возвращением в Варшаву были устроены поездки в Закопанэ (там состоялся вечер фольклора)

и на плотках по реке Дунаец, а также посещение заповедника и соляных копей в Величке. Прощальный банкет прошел в галерее Торчинских.

Спонсорами Конгресса были 26 фирм и банков. Такое сложилось впечатление, что организаторы хотели блеснуть культурной программой, в ней даже в какой-то мере растворилась сама идея созыва Конгресса... Почему-то не жаловали на Конгрессе представителей прессы...

С.А. ГЕРАСИУТИН

Информация

Не начался ли новый солнечный цикл?

В настоящее время истекло примерно 9 лет текущего 11-летнего цикла солнечной активно-

сти. Но 12 августа 1995 г., согласно сообщению директора Солнечной обсерватории Биг-Бэр при Калифорнийском технологическом институте (США) Хэла Зирина, на диске светила было отмечено пятно, по-видимому, относящееся к новому циклу. Этот предварительный вывод основывается на том, что магнитная полярность “подозрительно” пятна противоположна по-

лярности других пятен текущего цикла.

Если новый цикл действительно наступит раньше на два года, то очередной максимум солнечной активности будет наблюдаться не в 2001 г., как прогнозировалось, а около 1999 г.

New Scientist, 1995, 147, 11

Поиск реликтового вещества

Согласно принятой космологической гипотезе, часть вещества, образовавшегося во время Большого взрыва, миновала конденсацию, породившую галактики. Это первичное вещество должно почти полностью состоять из водорода и гелия, которые поглощают ультрафиолетовое излучение в определенных диапазонах волн. Поэтому еще в середине 60-х гг. подозревали, что можно попытаться обнаружить водород в межгалактической среде по “провалам” в полосах поглощения ультрафиолетовых спектров квазаров.

В начале 80-х гг. Артур Девидсен из Университета им. Джона

Гопкинса в Балтиморе (штат Мэриленд, США) предложил исследовать линии поглощения, вызванного ионизованным гелием в спектре квазаров (с учетом большого красного смещения в диапазоне около 30,4 нанометров).

Сконструированный для этого А. Девидсеном специальный ультрафиолетовый телескоп был установлен на борту “Шаттла”, запущенного в марте 1995 г. Ученым удалось зафиксировать частично ионизованный водород. Правда, годом ранее группа сотрудников Европейского космического агентства также зарегистрировала поглощение, вызванное межгалактическим гелием. Они использовали космический телескоп им. Хаббла, который, к сожалению, обладает малой чувствительностью в ультрафиолетовом диапазо-

не частот (ниже 120 нанометров). Поэтому помехи, вызванные поглощением водородных скоплений, весьма затрудняли наблюдения.

При новых экспериментах, выполненных в ходе следующего полета “Шаттла” с ультрафиолетовым телескопом на борту, удалось наблюдать аналогичное поглощение излучения от более близкого к нам квазара. Благодаря этому были сделаны оценки плотности скопления межгалактического гелия. Новые данные подтверждают гипотезу о существовании диффузных газов, оставшихся “не востребуемыми” при формировании галактик после Большого взрыва.

New Scientist, 1995, 146, 17

SETI – проблема или миф?

Л.В. КСАНФОМАЛИТИ,
доктор физико-математических наук
ИКИ РАН

Многие проблемы, которыми занимается наука, далеки от интересов читающей публики. Но этого не скажешь о так называемой проблеме SETI. Здесь положение, скорее, обратное. Тем не менее, ученые, чьи имена связаны с этими исследованиями, часто предпочитают оставаться в тени. Причина в том, что даже в научных кругах многие свое отношение к

SETI выражают не иначе, как широкой и недоверчивой ухмылкой. Вместе с тем, «Поиск внеземных цивилизаций» – так расшифровывается аббревиатура SETI – тема, которая привлекает очень квалифицированных людей. Идея обитаемости Вселенной стоила жизни Джордано Бруно, а Исаак Ньютон считал, что обитаемо даже Солнце. Ему это вреда не принес-

ло. Ему было можно. Но это – подробности истории нашей, земной цивилизации.

Рассмотрим две стороны этой проблемы. Первая – неутешительные выводы, к которым приводят итоги первых 35-ти лет радиоастрономических поисков, вторая – физические ограничения, с которыми встречаются проекты межзвездных полетов.

МЫ-ТО ПО КРАЙНЕЙ МЕРЕ СУЩЕСТВУЕМ

Проблема SETI абсолютно уникальна: вся гипотеза о существовании других цивилизаций опирается на один-единственный известный факт – существование самого человечества. Самые тонкие исследования, на которые способна современная астрофизическая наука, пока не дали ни малейшего намёка на присутствие во Вселенной кого-либо еще, кроме

нас. Этот факт, который получил название «Великое Молчание Вселенной», крайне ограничивает оптимистов и поощряет пессимистов.

Физика имеет дело с **наблюдаемыми явлениями**. Поэтому ученые «с интересом, но без уважения» относятся к сообщениям о «летающих тарелках» или феноменах вроде «внечувственного восприятия». Впрочем, здесь надо сделать небольшое отступление. О законах природы мы знаем далеко не

все. Исследователи это понимают, иначе что же еще исследовать? Но ученые, как правило, чем старше, тем консервативнее. Говорят, что как-то Кирхгофу в его преклонные годы (имя Кирхгофа известно каждому школьнику по закону разветвления электрических токов) рассказали о новом открытии. Он саркастически улыбнулся – а разве еще осталось, что открывать? Это в конце-то XIX в.! Подобные же ответы иногда приходится слышать и в

наши дни. Новые открытия в физике даются все труднее, сложнее и дороже. Тем не менее, физику ждет еще немало фундаментальных открытий. Однако они вряд ли существенно изменят то, что уже известно. Строгие знания, которые опираются на известные природные закономерности, – это прочный фундамент современной науки. Гипотезы, разумеется, имеют право на существование, но любая научная гипотеза не должна противоречить известным науке фактам.

Вернемся теперь к гипотезе о существовании других цивилизаций. Она вполне «доброкачественна», более того, неуспех поиска придает какой-то мистический оттенок факту существования нашей собственной цивилизации. Но вот вы, читатель, чему бы вы удивились больше, если бы узнали окончательный ответ о результатах поиска: тому, что цивилизации в конце концов найдены, или тому, что их нет?

В ЛАБИРИНТАХ ГАЛАКТИЧЕСКОЙ РАДИОСВЯЗИ

Когда в начале 60-х гг. XX в. крупные научные силы разных стран всерьез занялись проблемой SETI, как-то не вызывало сомнений, что основным, если не единственным средством поиска разумных сигналов из космоса должно быть **радио**. (По существу, это просто штамп нашего мышления. Так, в прошлом веке, когда не

было радио, некоторые ученые, которые предполагали существование разумной жизни на Марсе, призывали искать на нем огни сигнальных костров, которыми марсиане шлют нам приветы.) Лучшего средства связи, чем радио, мы пока не знаем. Но хотя по земным меркам его считают почти мгновенным (скорость света c , равная 300 000 км/с), для космоса – это очень медленная, долгая связь. Даже для космических аппаратов, исследующих «ближние окрестности», – Солнечную систему. Диалог (вопрос-ответ) с аппаратами «Вояджер» у Нептуна растягивался на 8 часов (Земля и Вселенная, 1990, № 3, с. 41). Для полетов к ближайшим звездам, о которых уже думают ученые, на вопрос-ответ уйдет не менее 10 лет, а «беседы» в пределах нашей Галактики потребуют уже до 200 тысяч лет на один ответ...

К электромагнитным средствам связи относится и **оптическая** (лазерная), которая тоже рассматривается в контексте проблемы SETI. Естественно, оптическая связь такая же медленная, как и радиосвязь.

Нельзя сказать, что грандиозность проблемы не ощущалась учеными еще до того, как первые радиотелескопы были включены в поиски. Как-то во время дискуссии о других цивилизациях и жизни во Вселенной в профессорской столовой Чикагского университета, где собирались специали-

сты «Манхэттенского проекта», кто-то приводил тонкие соображения, почему должны существовать внеземные цивилизации. Присутствовавший при этом Энрико Ферми задал вопрос, на который и сегодня не может ответить ни один оптимист: так где же они все?

Лет через 15 после Ферми пионеры SETI, начиная свой поиск, уже тогда, на первых порах исследований, выделили три подхода к гипотезе обитаемости Вселенной:

– **оптимистический** – разумная жизнь широко распространена в космосе: расстояние до ближайшей цивилизации преодолевается светом не более, чем за десятки или сотни лет (расстояние до 100 световых лет), причем предполагалось, что в принципе возможны посещения;

– **умеренный** – расстояния между отдельными цивилизациями велики, порядка нескольких тысяч световых лет; непосредственные контакты индивидуумов с той и другой стороны с помощью известных нам или даже гипотетических способов путешествий в пространстве исключаются, и даже для автоматов они очень сомнительны;

– **пессимистический** – существует всего одна или несколько цивилизаций на всю Галактику. Так как время их жизни несравненно меньше времени жизни звезды, то такие цивилизации разделены не только расстояниями. Они существуют в

разных «временных срезах» пространства. Понятие одновременности при таких расстояниях теряет смысл.

Оптимистический подход не оправдался очень скоро. Похоже, что не оправдывается и «умеренный» подход. Очень тщательные, хотя и далеко не исчерпывающие «радиопрслушивания» показали, что Космос молчит. (Строго говоря, он шумит, скрипит и даже тикает, как сигналы службы времени, причем некоторые радиосигналы повторяются с очень строгой периодичностью, иногда лучше самых точных часов. Но подробные исследования неизменно показывают, что все сигналы из Космоса – естественного происхождения.) С другой стороны, непрерывно совершенствуются технические средства радиофизики. Чувствительность современных радиосистем далеко превосходит уровни первых лет SETI. Однако ничего похожего на признаки «разумного» радиосигнала найти не удастся. Что это должно значить? Неужели действительно справедлива «пессимистическая» версия?

Остановимся на некоторых подробностях пессимистического подхода. Наибольшие расстояния в нашей Галактике (ее диаметр) – около 100 тысяч световых лет. Время на один вопрос-ответ может достигать, таким образом, 200 тыс. лет. С другой стороны, время жизни любого разумного сооб-

щества, конечно, не беспредельно. В пору обострения «холодной войны» часто высказывалось мнение, что человечеству больше 30-100 лет не протянуть. К концу XX века эта непосредственная угроза уменьшилась, хотя разработки новых видов оружия не прекращаются. Угрозу представляют наши «усилия» по разрушению экологического равновесия, которые приняли огромные масштабы. И все же, по оптимистическим оценкам, земная цивилизация может физически просуществовать от 10 тысяч до нескольких миллионов лет. Тем не менее, ваше сообщение радиоволны доставят удаленному корреспонденту, когда не только нас, но и вообще земной цивилизации может уже не быть. Имеет ли тогда смысл посылать письма? Наша Вселенная существует около 15 млрд лет. И если вероятность возникновения цивилизаций столь низка, то они, как уже говорилось, и существуют разновременно, в разные эпохи, не «пересекаясь»; возможно, задолго до нас или же нескоро после нас.

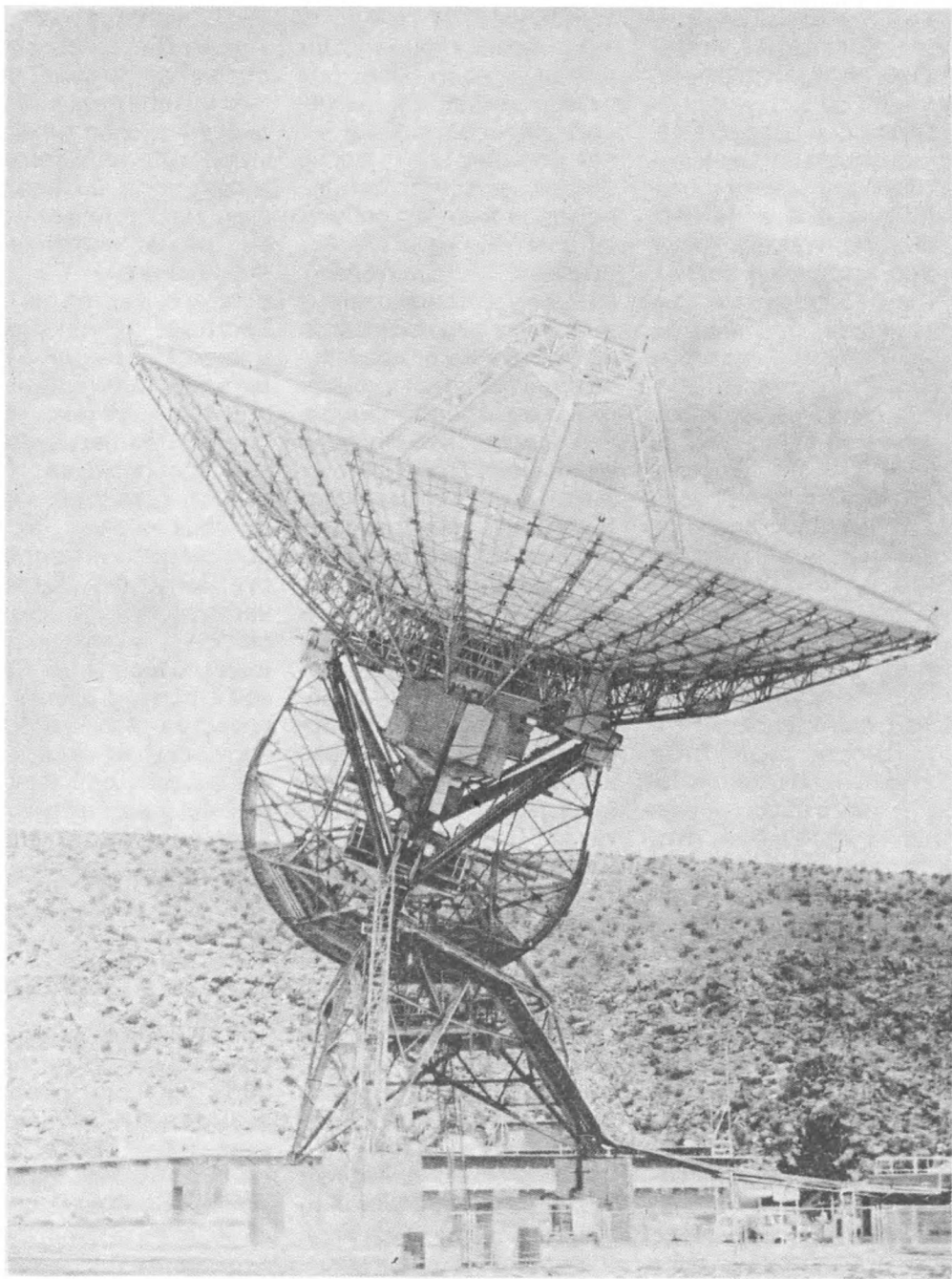
На основе пессимистического подхода возникла еще одна концепция: развитая цивилизация может посылать сведения о своих достижениях, не надеясь на ответ, просто в произвольном направлении. Именно так поступили создатели космических аппаратов «Вояджер», которые поместили на борту аппаратов

записи, относящиеся к различным сторонам культуры земной цивилизации. Аппараты «Вояджер» уже покинули планеты Солнечной системы. В 296 036 году «Вояджер-2» пройдет на расстоянии примерно 4.3 светового года от Сириуса, – ярчайшей звезды зимнего северного неба, находящегося на расстоянии около 9 св. лет от Солнца. Конечно же, надежда на то, что земное послание хоть когда-нибудь кто-то перехватит, совершенно призрачна, но это подводит нас к мысли, что послание совсем не обязательно отправлять в форме радиоволн.

И все же, если не разновременность – причина, то почему молчит Вселенная? Чтобы объяснить феномен «молчания», предлагалось (и предлагается) много различных гипотез. Например:

– космические цивилизации, если они существуют, скорее всего, гораздо старше нас, и говорить с нами им не о чем, как не о чем говорить нам с самыми разумными животными (иными словами, до культуры межзвездного уровня мы еще не доросли);

– контакты цивилизаций с помощью радиоволн встречаются с непреодолимыми техническими трудностями и бесперспективны (одна из таких трудностей определяется физическими причинами: если расстояния между цивилизациями очень велики, и заранее неизвестно, к какой из звезд надо направить луч нашего ра-



диопередатчика, перебор всех миллиардов возможных направлений становится просто нереальным. Создать же всенаправленный радиомаяк, пригодный для межзвезд-

ной радиосвязи, невозможно по техническим причинам);

– радио – не лучший способ связи, есть еще кое-что, что ждет нас в будущем;

Антенна диаметром 34 м, используемая для наблюдений по программе SETI (вместе с другими подобными устройствами)

– космические цивилизации существуют, но исходя из опыта, или в соответствии со своим менталитетом, они предпочитают не общаться с кем-либо. Такая у них философия. Или они почему-то боятся контактов (концепция «звездных войн»);

– мы находимся в «заповеднике», под чьим-то наблюдением, которое предотвращает наши контакты с разумным внешним миром. (Эта мысль многим приходит в голову. В самом деле, если кто-то, идущий впереди, «набил шишки», пытаюсь заменить свой опыт чужим, он мог бы позаботиться, чтобы другие не повторили его ошибки);

– говорить некому, кроме нас. Мы одиноки.

Трудности радиосвязи не ограничиваются выбором нужного направления посылки сообщения. Эта же проблема возникает и у адресата. Чувствительность приемного устройства вместе с антенной достигает фантастических пределов, но только в том направлении, куда наведен радиотелескоп, причем чем острее его луч, тем выше чувствительность. Экспериментами такого рода уже охвачено все небо, но ученые вновь и вновь возвращаются к обзорам, каждый раз повышая чувствительность приемников, сужая полосу пропускания или увеличивая зоркость антенн. К сожалению, это приводит к неразрешимому противоречию: чем острее диаграмма направленности ан-

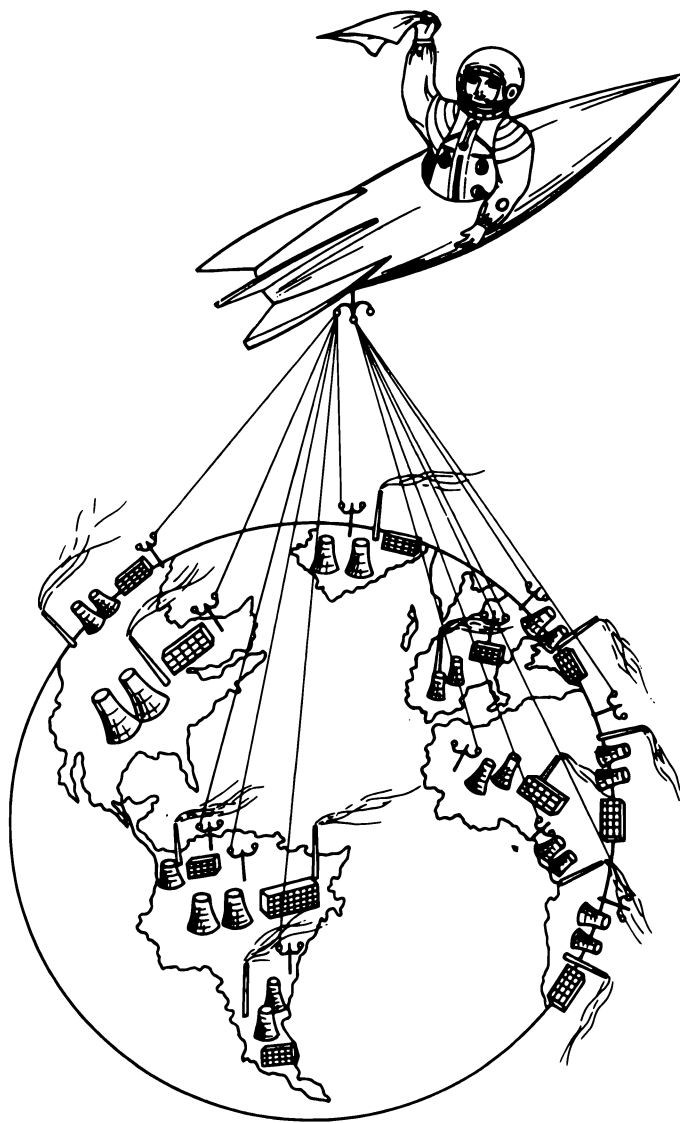
тенны, чем она «зорче» (и чувствительнее), тем меньшую часть неба она охватывает, причем меньшую в квадрате. Если новая антенна вдвое зорче старой, на обзор той же площади неба потребуется в четыре раза больше времени. Следовательно, каждому потенциальному источнику радиосигналов искусственного происхождения придется уделить меньшее время измерений – время наблюдений ограничено огромной стоимостью таких устройств. Но какова вероятность, что отправитель именно в эти отведенные ему короткие секунды, а не в другое время подаст нам сигнал? Ведь у передающей стороны те же проблемы: сколько секунд посылать сигнал к каждому из возможных радиослушателей? На какой частоте? С каким кодом? Возможных параметров так много, что проблему поиска сигналов внеземных цивилизаций давно уже окрестили «поиском иголки в космическом стоге сена». У такого «стога», кроме длины, ширины и высоты много других измерений. Кое-какие «соломинки» уже удалось перебрать. Но результаты неизменно оказываются отрицательными. Это хорошо известно читателям Земли и Вселенной, где было опубликовано много статей по различным аспектам проблемы SETI.

Итак, радиопоиск внеземных цивилизаций за последние 35 лет не привел к сколько-нибудь об-

надеживающим результатам. Несмотря на уже достигнутую весьма высокую чувствительность радиотелескопов (приемлемую для межзвездной связи), для ее реализации необходимо точно знать направление на корреспондента. Поскольку оно остается неизвестным, а гипотеза о множественности отправителей, по-видимому, не подтверждается, углубляется противоречие между требованиями к высокому пространственному разрешению (острой диаграмме направленности антенны), выбором частот и полос, с одной стороны, и необходимостью обзора всей небесной сферы, с другой. Как средство связи между цивилизациями, радио больше годится для односторонней, а не для диалоговой связи из-за медленного распространения радиоволн.

МЕЖЗВЕЗДНЫЕ ПОЛЕТЫ И ЭКОНОМИКА

Уже в первые годы исследований по проблеме SETI рассматривалась возможность **непосредственных, материальных контактов** космических цивилизаций, позволяющих обойти проблемы радиосвязи (но делающих общение односторонним). Например, можно предположить, что некоторая цивилизация с высоко развитой технологией строит автоматизированные космические аппараты, рассчитанные на весьма длительный полет,



Межзвездная экспедиция, если ее попытаться осуществить, станет самым разорительным мероприятием для экономики Земли. Только на первую половину пути пришлось бы затратить столько энергии, сколько все электростанции Земли, вместе взятые, вырабатывают за 10 лет

и оснащает их способностью к самовоспроизведению. Несколько таких аппаратов рассылаются в направлении более или менее «перспективных» звезд, где они исследуют их планеты и, скорее всего, ничего не находят. Используя природные материалы этих планет, аппараты воспроизводят себя, их число удваивается, и начинается полет к сле-

дующим звездам-кандидатам. Оказывается, что таким путем можно было бы исследовать всю Галактику за сотню миллионов лет... Можно представить себе уровень сложности и интеллектуальные способности подобных автоматов, а также эмоции, которые у аборигенов планет вызвало бы такое гипотетическое посещение.

Не слишком очевидно другое. Странники строгих оценок часто подчеркивают, что о полетах к другим звездным системам могут думать только очень наивные люди, и что полет астронавтов к другим звездам абсолютно невозможен, даже если пренебречь его длительностью. Причина здесь – чисто энергетическая, а следовательно – экономическая. Небольшой легковой автомобиль, движущийся со скоростью 100 км/ч, несет кинетическую энергию 400 000 Дж, или чуть больше 0.1 кВт·ч. Предположим, что пилотируемый космический аппарат для полета к Марсу может иметь массу 50 т. Чтобы преодолеть земное притяжение, его минимальная скорость должна быть, как известно, не менее 11 км/с. Это значит, что его кинетическая энергия, как легко убедиться из школьной формулы, превысит 3 000 000 000 000 Дж, или 840 000 000 кВт·ч. Электростанция с мощностью 100 МВт вырабатывает такую энергию за 8.5 часов.

Сколько же понадобится энергии, чтобы направить межзвездный космический аппарат, напри-

мер, к ближайшей звезде, альфе Центавра, удаленной от нас всего на 4.4 св. года? (Это интересная цель. По звездному типу — спектральному классу — эта звезда достаточно похожа на наше Солнце, а если у нее есть планеты, то почему бы им не быть обитаемыми?) Чтобы астронавты дожили до возвращения, все путешествие (туда-и-обратно) должно длиться не более 40–50 лет. Следовательно, необходима средняя скорость полета не менее 0.2 с. Предположим сначала, что это технически осуществимо. Согласно одной из оценок, примем, что масса такого космического аппарата должна составлять не менее 2 тысяч тонн (это главным образом запасы топлива; далее мы увидим, что масса аппарата с топливом должна быть в сотни раз больше). Чтобы эти 2 тысячи тонн разогнать до 0.2 с, потребуется... 10^{15} кВт·ч, или вся та энергия, которую электростанции Земли, вместе взятые, в состоянии выработать за 10 лет! Но и это не все. Естественно, для торможения у цели понадобится такой же расход энергии, но тогда средняя за весь путь скорость упадет в два раза. Чтобы уложиться в намеченный срок путешествия (с учетом разгона и торможения на обратном пути), понадобится увеличить максимальную скорость до 0.4 с, а расход энергии возрастет в 16 раз! Конечно, можно сказать, что надо снизить массу аппарата,

оснастить его самыми эффективными источниками энергии (которые в любом случае пришлось бы захватить с собой и на обратный путь)... Попробуем мысленно так и сделать. И убедимся, что здесь нас подстерегает ловушка, которая делает нереальной всю затею.

Примем, например, что межзвездный аппарат имеет двигатель, обладающий 100-процентным КПД и что его энергопотребление обеспечивается реактором термоядерного синтеза, в котором используется энергия, выделяющаяся при образовании гелия из тяжелого водорода (дейтерия). Таких реакторов пока еще нет, но в водородной бомбе эта реакция происходит (в виде взрыва). Выделяемая при синтезе гелия энергия огромна, в нее переходит 0.6% массы исходного материала. (Заметим, что среднему легковому автомобилю на 300 000 км пробега, т.е. практически на весь срок его службы, понадобилось бы всего 0.1 г такого топлива. Вероятно, в будущем автомобиле будут так же комплектоваться энергоисточниками, как, скажем, колесами.) Вернемся теперь к межзвездному путешествию. Один килограмм дейтерия (горючего) при синтезе гелия способен выделить $1.4 \cdot 10^9$ кВт·ч энергии. Тогда одного горючего понадобится 120 000 тонн, в 60 раз больше принятой выше массы аппарата, а на это и энергии понадобится во столько же раз

больше. Очевидно, что в принятых цифрах что-то не так.

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ БУДУЩЕГО. ГОДЯТСЯ ЛИ ОНИ ДЛЯ МЕЖЗВЕЗДНОГО АППАРАТА?

Оценка эквивалентной мощности земных источников энергии, которая приводилась выше, годится не только для иллюстрации потребностей самого космического аппарата. **Выше мы исходили из того, что если запастись необходимым количеством топлива, то его энергетическая установка сможет обеспечить все его потребности.** Однако несложный расчет может убедить читателя, что среди известных физике самых-самых мощных источников энергии, в том числе и источников будущего, нет ни одного, хотя бы приближающегося по своим свойствам к потребностям межзвездных путешествий, независимо от того, каким легким окажется аппарат. Можно даже исходить из того, что масса аппарата будет пренебрежимо малой по сравнению с массой необходимого для путешествия топлива.

Как уже говорилось, чтобы выполнить два разгона и два торможения, к концу первого разгона должно быть израсходовано не более 1/4 всех запасов топлива (остальное — на торможение и на такие же маневры при возвращении. На самом деле,

зависимость расхода топлива от пройденного пути, как хорошо известно из теории реактивного движения, нелинейная, так как масса остатков топлива непрерывно уменьшается. Но для первой четверти пути ее можно считать близкой к линейной). Таким образом, к моменту достижения максимальной скорости из каждого килограмма почти по 250 г уйдет на максимальный разгон остальных 750 г (не считая массы самого аппарата). Какую же скорость приобретет аппарат? Теоретически, если КПД его двигателей 100%, его кинетическая энергия может быть равна всей израсходованной. Для 250 г полученного гелия это составит энергию $1.2 \cdot 10^{14}$ Дж, или для оставшихся 750 г водорода – скорость $18 \cdot 10^3$ км/с. Таким образом, теоретически достижимая средняя скорость движения такого идеального аппарата (не имеющего массы, и со 100-процентным КПД двигателя) будет в 6.7 раз меньше намеченных выше 0.2 с, а время в пути, даже с учетом постепенного уменьшения расхода топлива, составит 240 лет.

У физиков нет сомнений, что термоядерный синтез, который мы рассматривали в качестве источника энергии, рано или поздно будет приручен. Дейтерия в океанах Земли – сколько угодно, в принципе снабдить им межзвездный аппарат – не проблема. Дейтерий даже можно рассматривать как особый вид по-

лезных ископаемых. Энергосистема такого аппарата была бы полностью автономной, и не требовала бы значительных предварительных затрат от энергосистем Земли. Другое дело – известная физикам еще более эффективная реакция, – аннигиляция. Астрономам она хорошо известна по линии позитрония, присутствующей в спектрах некоторых небесных объектов, где электрон взаимодействует со своей античастицей, позитроном. В результате обе частицы исчезают, оставив после себя максимальное возможное количество энергии в виде квантов гамма-излучения. «Приручение» реакции аннигиляции в качестве источника энергии пока относится к чистой фантастике, но здесь важно не это. Античастиц в природе очень мало, и чтобы создать запасы такого аннигиляционного «топлива» для космического аппарата, **на его синтез надо было бы на Земле затратить такие фантастические количества энергии, которые просто нигде взять.** Только с этой реакцией теоретически можно было достичь в максимуме 0.1 с (точнее, 36 тысяч км/с), и сократить время путешествия до... 130 лет.

Заметим, что кое-где в космосе бушуют процессы, в которых выделяются, по-видимому, еще большие энергии, чем при аннигиляции. Это происходит вблизи «черных дыр», откуда идет мощнейшее излучение. Из об-

ласти «черных дыр» с релятивистскими (т.е. близкими к световым) скоростями выбрасываются огромные массы материи. Здесь природа «намекает», что дело не совсем безнадежно, хотя бы в принципе. Но смогут ли физики когда-либо подступиться к практическому использованию «черных дыр»?

Короче говоря, если физики в будущем не найдут что-то совершенно неожиданное, межзвездные полеты навсегда останутся для человека неосуществимой мечтой. Известного нам источника энергии для полета с требуемыми скоростями в природе нет, а проект с аннигиляционной энергоустановкой способен надолго оставить «без штанов» всю земную экономику. Независимо от степени совершенства космической техники, пилотируемые межзвездные экспедиции были бы невозможны даже для существ, живущих в 4-5 раз дольше нас, по причинам, которые определяются законами физики. Поэтому многие ученые склоняются к мысли, что ожидать межзвездные визиты не приходится. Самостоятельная тема – это гипотетический аппарат, пилотируемый высокоинтеллектуальными искусственными существами с весьма длительным сроком жизни, которые в состоянии затратить на дорогу многие тысячелетия. По-видимому, рассмотренные ограничения к ним не относятся (Земля и Вселенная, 1993, № 6).

Астрономия в Москве в начале XX в.

К.В. ИВАНОВ,
кандидат физико-математических наук
Тульский государственный педагогический
университет

Попытаемся ответить на вопрос: почему в начале XX в. Пулковское перестало играть роль ведущего астрономического учреждения страны? В центре нашего внимания будет не политический фон, приведший к разгрому коллектива Пулковской обсерватории. Мы постараемся показать, что ослабление исследовательской работы Пулковской было тесно связано с изменениями, произошедшими в стиле и методах работы астрономии на рубеже XIX и XX вв. Московские астрономические учреждения и, главным образом, Московская обсерватория оказались лучше подготовленными к внедрению перспективных исследовательских программ в области астрофизики. Это предопределило успех московской астрономии в нынешнем столетии и сделало Москву астрономической столицей Советского Союза. Сегодня, на исходе века, можно определить основные этапы становления московской астрофизической школы и показать, что переход астрономического центра России из Пулкова в Москву был связан не только с административными мерами и репрес-

сиями, а с тематическими и методологическими изменениями в самой астрономической науке.

ОБСЕРВАТОРИЯ МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В течение почти ста лет (начиная с 1838 г.) признанным астрономическим центром России была Пулковская обсерватория, расположенная неподалеку от столицы императорской России – г. Санкт-Петербурга. Плодотворно работавшая там астрономическая школа династии Струве, пользовавшаяся благосклонностью императорской семьи и отличавшаяся строгостью предписаний внутреннего рабочего распорядка, принесла Пулковской обсерватории славу астрономической столицы мира. Прекрасно оборудованная, с персоналом из лучших российских астрономов, Пулковская обсерватория была на голову выше всех других астрономических учреждений, действовавших на территории России, да и за границей.

Однако к началу XX в. у пулковчан появился серьезный конкурент – Обсерватория Московского университета.

Профессор Московского университета В.К. Цераский с 1891 по 1916 гг. был директором Московской обсерватории. За этот период она стала одним из самых крупных астрономических центров России

Начиная с 1890 г. с завидным постоянством директорами Пулковской обсерватории стали назначаться московские астрономы, что заставляло задуматься о достоинствах Московского астрономического сообщества.

Особенно заметным стал рост исследовательских достижений Московской обсерватории после назначения ее директором В.К. Цераского*. Казалось, ничто в его организаторской деятельности не напоминало традиций прославленной пулковской школы. Вместо элитарной изолированности, — открытое сотрудничество со всеми организациями и частными лицами, могущими хоть как-то помочь в проведении научных исследований. Вместо жесткой, не допускающей никаких вольностей, сосредоточенности на разработке однажды сформулированных проблем, — смелое экспериментирование с новыми инструментами и новыми методами исследований. Вместо установившегося академического взгляда на то, что преподавание мешает научной работе, — серьезное отношение к чтению астрономических курсов, позволяющее более гибко воспринимать актуальную исследовательскую проблематику и более гармонично осуществлять передачу навыков научной работы.

Благодаря этому во время перестройки Московской обсерватории, проводившейся под руководством В.К. Цераского с 1901 по 1913 г., московские астрономы сумели определить свои научные задачи в соответствии с магистральными исследовательскими темами астрономии XX столетия и разработать ряд долгосрочных программ,

* О В.К. Цераском см. Земля и Вселенная, 1993, № 5, с. 44.



результатом которых стало множество открытий в области астрофизики.

Чтобы понять важность этих изменений, нужно вспомнить, что на рубеже XIX и XX вв. астрономия интенсивно меняла свой традиционный облик. Разработка методов визуальной и фотографической астрофотометрии и спектрофотометрии, применение законов излучения абсолютно черного тела к моделям звездных атмосфер, статистический анализ распределения звезд в скоплениях, обсуждение проблем звездной эволюции, рождение внегалактической астрономии — все это свидетельствовало, что наиболее актуальными задачами астрономии стали не только астрометрические, но и астрофизические исследования. Всюду появились специализированные астрофизические обсерватории, которые стали играть ведущую роль в проведении астрономических исследований.

Анализ научной деятельности Московской обсерватории показывает, что главными достижениями, принесшими



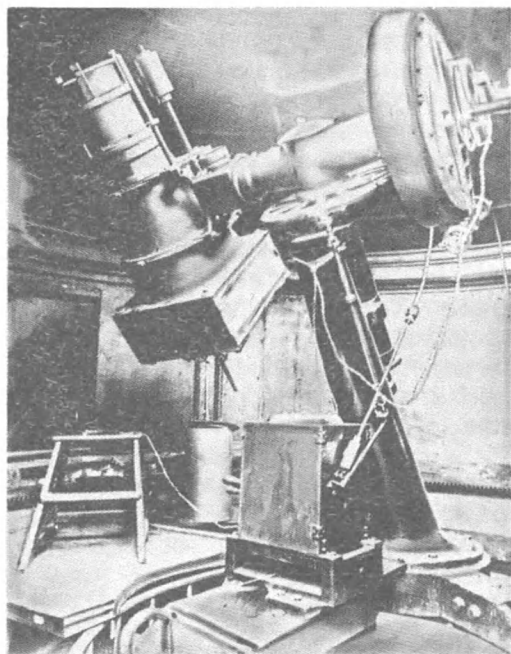
ей мировую известность, были, в отличие от Пулковской обсерватории, не астрометрические наблюдения, а ранние астрофизические исследования, проводившиеся Ф.А. Бредихиным и В.К. Цераским.

Известно, что рождение астрофизики связывают с открытием метода спектрального анализа и с первыми фотометрическими работами, которые стали практиковаться во второй половине XIX в. В России начало астрофизи-

Вид Московской обсерватории на Пресне после реконструкции. Справа – главная башня с 15-дюймовым рефрактором; слева – башня, построенная на средства промышленника А.А. Назарова ("Назаровская"), в которой был установлен 7-дюймовый рефрактор. Фото А.А. Михайлова, 1911 г.

ческих исследований ознаменовалось появлением механической теории кометных форм Ф.А. Бредихина. Это первая астрофизическая теория, которой удалось объяснить на строго научной основе все установленное из наблюдений многообразие форм кометных хвостов и высказать ценные предположения о физико-химическом составе кометного вещества. Теория Бредихина получила признание и стала одной из главных исследовательских программ обсерватории вплоть до середины XX в.

Важный научный вклад в деятельность обсерватории был внесен В.К. Цераским и А.А. Белопольским. Це-



"Экваториальная камера", построенная по проекту В.К. Цераского. С этим астрографом было открыто более 200 переменных звезд. С негативов, полученных на инструменте (при двухчасовой экспозиции можно было различать звезды 14-15^m) началась "стеклянная библиотека" Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга



Так выглядел в 50-х гг. Круглый зал главной башни Московской обсерватории с библиотекой и архивом

раский – пионер в области визуальной астрофотометрии. Его исследования начаты значительно раньше работ Э. Пикеринга в США и Г. Мюллера в Германии. Помимо непосредственно фотометрических исследований звезд и звездных скоплений он занимался методикой фотометрических наблюдений. Ему удалось, например, значительно усовершенствовать конструкцию астрофотометра. Он же впервые обнаружил и исследовал физиологическую ошибку при визуальных фотометрических наблюдениях.

Исследование Цераским солнечного излучения с помощью приобретенного у Политехнического музея сферического зеркала позволило впоследствии Шейнеру довольно точно оценить температуру поверхности Солнца. Помимо этой главной темы, Цераский в разные периоды своей научной деятельности занимался исследованиями, привле-

кавшими его своей нестандартностью и новизной. Им были впервые сфотографированы серебристые облака, за что он получил диплом общества фотолюбителей. Задолго до исследований С. Ньюкомба он стал систематически проводить наблюдения покрытия звезд Луной. Наконец, обладая несомненным изобретательским талантом, он, при участии ведущего европейского астрономеханика Г. Гейде, сконструировал особый тип астрографа – экваториальную камеру – и предложил несколько технических новшеств, значительно повысивших возможности наблюдательной астрономии. Научную деятельность Цераского вообще отличали живость, с которой он реагировал на возможное расширение астрономической тематики, экспериментирование с новыми методами исследований и поразительно точное предвидение тематических и методологических перспектив астрономии. Эти качества позволили В.К. Цераскому в годы, когда он был директором, своевременно и удачно провести реконструкцию обсерватории, которая, по мнению С.Н. Блажко, “не менее существенно изменила обсерваторию,

чем полсотни лет тому назад ее расширение Драшусовым; она же определила на ближайшие десятилетия инструментальные возможности обсерватории и, следовательно, возможную тематику ее наблюдательных работ”.

На протяжении нескольких десятилетий серьезной научной работы Обсерватория Московского университета прочно удерживала приоритет в проведении астрофизических исследований и к началу XX в. успешно разрабатывала несколько долгосрочных астрофизических программ. В их число входили: фотометрические исследования Солнца и звезд и выработка методологии фотометрических наблюдений (В.К. Цераский, А.А. Белопольский); программа поиска, наблюдения и изучения переменных звезд (С.Н. Блажко, Л.П. Цераская); исследование форм кометных хвостов и физико-химических свойств комет (Ф.А. Бредихин, И.Ф. Полак).

Сказанное позволяет сделать следующий вывод. Предпосылки для перехода астрономического центра России (а затем Советского Союза) из Пулков в Москву возникли задолго до 1917 г. и были связаны с приоритетом Обсерватории Московского университета в проведении астрофизических исследований. Т.е. цели ее исследовательской работы более полно соответствовали перспективам развития мировой астрономии XX в.

ПРОЕКТ ГЛАВНОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Следующий шаг, существенно укрепивший статус астрономического сообщества Москвы, связан с проектом создания Главной российской астрофизической обсерватории (ГРАФО).

Потребность в крупном астрофизическом центре стала особенно явственно ощущаться в начале 20-х гг. нашего столетия, когда астрофизика вошла в число преподаваемых в Университете дисциплин. В Соединенных Штатах были уже построены обсерватории Маунт-Вилсон, Ликская и Йеркская, в Германии – астрофизическая обсерватория в

Гейдельберге. В России же, хотя русские астрономы участвовали в международных астрофизических программах, не было ни одной обсерватории такого типа. Исследования в области астрофизики проводились эпизодически, в зависимости от личной увлеченности ученых этой тематикой. Таковыми были, например, работы Ф.А. Бредихина, В.К. Цераского, А.А. Белопольского, В.В. Стратонова, С.Н. Блажко и некоторых других русских астрономов.

Хотя в Московской обсерватории, как мы уже убедились, астрофизика занимала далеко не последнее место, традиции этого учреждения, а также не совсем благоприятное финансовое его положение, не позволяли уделять должного внимания новой для того времени отрасли научного знания. В ряде провинциальных (как правило, тоже университетских) обсерваторий интерес к астрофизике развился настолько, что появился целый ряд специалистов, способных к проведению самостоятельных исследований, но не находивших для этого ни средств, ни поддержки со стороны местной администрации.

Решить проблему постройки крупной обсерватории в условиях социалистического административного режима (с его жесткой ориентацией на централизованное управление всеми сферами государственной жизни) можно было только в Москве. Первый шаг к этому был предпринят выдающимся русским астрономом В.В. Стратоновым. В последние годы своей жизни в России он был деканом физико-математического факультета Московского университета, и его пребывание в этой должности отмечено проведением ряда широкомасштабных мероприятий, одним из которых стало утверждение проекта о создании ГРАФО.

В.В. Стратонов долгое время работал как профессиональный астроном. Наиболее плодотворный период его научной деятельности связан с работой в должности астронома-наблюдателя Ташкентской обсерватории (1893-1904 гг.). Его многочисленные астрофизические исследования, касающиеся главным образом физики Солнца и



Члены Комитета по созданию Главной российской астрофизической обсерватории. В нижнем ряду в центре – профессор В.В. Стратонов, слева от него – профессор В.Г. Фесенков, справа – профессор М.Н. Канищев. В верхнем ряду первая слева – профессор С.В. Орлов, второй справа – К.Ф. Огородников. 1921 г.

звездной астрономии, предвосхитили интересы наблюдательной астрономии XX в. Но, как выяснилось позднее, с астрономической тематикой Стратонова связывали не только профессиональные интересы. После ухода из профессиональной астрономии, он выпустил блестяще оформленную популярную астрономическую книгу “Солнце”, в которой, помимо изложения наиболее важных и интересных астрономических сведений, дал общую мировоззренческую оценку научной деятельности. Потом появились еще три его научно-популярные книги.

В период популяризаторской деятельности Стратонов не потерял связей с научным миром. Наоборот, именно в это время он совершил ряд загранич-

ных поездок, в которых обстоятельно познакомился с инструментальным оборудованием и особенностями работы главных американских и немецких обсерваторий. Не удивительно поэтому, что именно ему принадлежала идея создания в России специализированной астрофизической обсерватории.

В феврале 1920 г. профессор В.В. Стратонов обратился в Научный отдел Наркомпроса с запиской, в которой указывал на своевременность создания в России большой специальной астрофизической обсерватории. Стоявший во главе научного отдела профессор Д.Н. Артёмьев высказал принципиальное согласие с предложением Стратонова и посоветовал ему заняться более детальной его проработкой.

В марте 1920 г. Стратонов разослал отечественным ученым, так или иначе причастным к проведению астрофизических исследований, анкеты и предложил в них выразить мнение по поводу создания обсерватории. Предложение сразу же получило одобрение со стороны ведущих астрономов России. Каж-

дый из опрошенных в довольно пространный форме изложил свое мнение по поводу состояния астрофизики в России и предложил наиболее интересные и, на его взгляд, перспективные направления астрофизических исследований, которые могли бы в ближайшее время проводиться на новой обсерватории.

Проанализировав результаты анкетного опроса, Стратонов представил Научному Отделу Наркомпроса доклад, где изложил Проект создания ГРАФО и условия, которые необходимо для этого выполнить. Было решено учредить Главную Астрофизическую обсерваторию, а также создать Организационный комитет и Астрофизическое Собрание при нем. Эти органы должны были заниматься отысканием и выбором места для постройки Обсерватории, разработкой плана подготовки сотрудников для Обсерватории и, наконец, закупкой приборов.

1 апреля 1921 г. Государственный Ученый Совет утвердил Организационный комитет и Астрофизическое собрание. Однако вскоре произошла печально известная забастовка профессоров Московского университета и многих из них выслали за границу. В число высланных попал главный инициатор проекта астрофизической обсерватории В.В. Стратонов, который, помимо известной научной деятельности, вел очень активную политическую борьбу, отстаивая независимость Московского университета.

Постройка обсерватории в первоначальном виде так и не осуществилась. Но организационная работа, которую провели и Астрофизическое собрание, и Комитет, была все же очень важна и дала неплохие результаты. Проект обсерватории привлек внимание специалистов в области астрофизики. При его обсуждении состоялся первый в России обмен мнениями по поводу перспектив развития астрофизики в России и во всем мире. Был высказан ряд ценных предположений об актуальных темах астрофизических исследований, о наиболее подходящей структуре крупного астрофизического

центра, об инструментальном оснащении новой обсерватории. Все это привлекло во внимание группа молодых астрономов, которые, приехав в столицу из самых разных районов страны, составили инициативное ядро нового учреждения.

По существу, астрофизический центр был создан. Правда, не в той форме, какая предполагалась. Члены Астрофизического собрания, не вышедшие из него после первых заседаний, регулярно собирались в специально отведенном помещении в Трубниковском переулке для обсуждения профессиональных астрофизических вопросов. Сначала эти импровизированные семинары могли посещать все, включая студентов и аспирантов. Затем сформировались магистральные исследовательские темы, которые легли в основу отделов будущего института. Чуть позже были регламентированы принципы отбора специалистов в новое учреждение.

В числе наиболее активных участников семинара – В.Г. Фесенков, С.В. Орлов, Н.Д. Моисеев и В.А. Костицын. Впоследствии они стали сотрудниками Государственного астрофизического института.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АСТРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Пути создания Государственного астрофизического института в России были крайне нестандартны. Замысел постройки глобальной астрофизической обсерватории с сетью вспомогательных институтов завершился организацией небольшого учреждения с очень скромными средствами. Тем не менее усилиями сотрудников нового учреждения было достигнуто давно желаемое объединение организационных усилий в проведении астрофизических исследований. Это не замедлило сказаться на получении хороших исследовательских результатов. ГАФИ можно с полным правом назвать предшественником ГАИШ, а его научный путь – одна из самых впечатляющих страниц в истории советской астрономии.

Василий Григорьевич Фесенков – основатель Государственного астрофизического института в Москве. Научная программа института впоследствии легла в основу деятельности Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга



Для комплектования персонала будущей обсерватории Организационный комитет пригласил в 1921 г. астронома Новочеркасской обсерватории В.Г. Фесенкова, профессора Пермского университета С.В. Орлова, преподавателя того же университета В.М. Щиголева, заведующего Ташкентской обсерваторией В.Н. Милованова и астронома этой обсерватории П.Я. Давидовича. В следующем, 1922 г., в состав научных сотрудников Комитета зачислили бывшего астронома Казанской обсерватории М.К. Грабака, студента Московского университета К.Ф. Огородникова, ученика С.В. Орлова по Пермскому университету Н.Д. Моисеева и Р.В. Куницкого.

После высылки Стратонова руководство Наркомпроса намеревалось закрыть Комитет. Это не произошло только благодаря усилиям принявшего должность председателя Комитета В.Г. Фесенкова*. Последнему удалось сформулировать иную концепцию учреждения и убедить Наркомпрос в целесообразности существования его в новом виде.

В своих воспоминаниях В.Г. Фесенков писал: "Нужно было только формально отказаться от неосуществимой мысли создания крупной обсерватории в мировом масштабе и приняться за кропотливую работу создания небольшого учреждения, оборудованного всем необходимым для измерительных и лабораторных целей... Потребность в такого рода учреждении, когда ряд больших обсерваторий быстро накапливает разнообразный наблюдательный материал, нуждающийся в теоретической разработке и в целях извлечения из него конечных выводов, совершенно несомненна, что подтвер-

ждается возникновением за границей подобных же астрономических институтов-лабораторий и переходом многих обсерваторий из числа более слабо оборудованных в инструментальном отношении почти исключительно на теоретическую работу".

В отчете за 1922 г. Фесенков предложил принять новое Положение о Комитете, "которое отражало бы действительное состояние дела и давало бы возможность, не отказываясь в будущем от устройства в России Главной астрофизической обсерватории... продолжать научную работу наблюдательного и теоретического характера, способствовать работе уже существующих обсерваторий, а также отдельных лиц, и готовить специалистов по этой науке взамен прежних, выбывших из строя за последние тяжелые годы". В мае 1923 г. Положение о Российском астрофизическом институте утвердил Государственный ученый совет.

Проводившиеся Комитетом коллоквиумы, в которых участвовали не только его члены, но и некоторые другие ли-

* См.: Земля и Вселенная, 1989, № 1, стр. 27, 29, 32, 34.

ца (многие из них впоследствии стали сотрудниками ГАФИ), а также издательская деятельность (выпуск двух томов "Трудов ГРАФО", содержащих в основном теоретическую разработку наблюдений, проведенных ранее на Ташкентской, Новочеркасской и Харьковской обсерваториях), не создали нужную базу для полноценного астрономического учреждения. Институту требовалась находящаяся непосредственно в его ведении наблюдательная станция (астрономические инструменты уже имелись). Случай не замедлил представиться.

Весной 1923 г. Институт космической физики (бывший Аэродинамический институт Рябушинского) обратился в Астрофизический институт с просьбой организовать на его территории астрономическое отделение. Предложение приняли, и с осени того же года начались отделка здания и постройка башни с вращающимся куполом, производившиеся в значительной мере самими сотрудниками института и на их личные средства. Построенная небольшая астрофизическая обсерватория стала называться Кучинским отделением института.

Штат института включал пять окончательно оформившихся отделов: фотометрический под руководством В.Г. Фесенкова, отдел комет – С.В. Орлова, звездной статистики – В.Н. Милованова, теоретической астрофизики – В.А. Костицына и астрометрический – А.А. Михайлова*.

Особенно удачной была работа фотометрического отдела и отделов теоретической астрофизики и звездной статистики. Используя инструментальную базу Московской обсерватории, сотрудники фотометрического отдела во главе с Фесенковым развили традиции московской фотометрической школы, внедрив несколько принципиально новых направлений исследований. Одна

из главных тем отдела – изучение рассеяния света в атмосфере. Была создана теория поглощения света в земной атмосфере и предпринята попытка определения светимости неба, исключая влияние земной атмосферы и Солнечной системы (В.Г. Фесенков – 1923-1926, Е.В. Пясковская – 1928). Разработаны конструкции новых, более совершенных фотометров (Фесенков – 1925, 1928), результатом работы с которыми стал каталог звездных температур для 280 звезд.

Отдел теоретической астрофизики занимался проблемами ревизии космогонических теорий (Н.Д. Моисеев – 1930-1935) и теоретическими вопросами взаимодействия гравитирующих масс (Б.М. Щиголов – 1926-1927, Н.Ф. Рейн – 1930, Г.Н. Дубошин – 1927-1928). В.А. Костицыным был детально разработан вопрос о лучистом равновесии звездных атмосфер. Ученый подробно разобрал предшествующие работы Шварцшильда, Джинса и Милна по этому вопросу, а также работы советских астрономов – Пархоменко, Козырева и Амбарцумяна (В.А. Костицын – 1927).

Среди крупных трудов отдела звездной статистики – составление Каталога экваториальных компонентов скоростей 1470 звезд. Р.В. Куницкий и М.М. Гернет, используя идею В.В. Стратонова проанализировать движение звезд в галактической плоскости, совместно изучали распределение близких звезд в Галактике (1926).

Главные направления научной деятельности ГАФИ легли в основу научной работы ГАИШ. Помимо традиционно московских направлений исследования в области изучения переменных звезд, комет и фотометрии Солнца и звезд, астрофизическая школа, созданная Стратоновым и Фесенковым, стала разрабатывать новые исследовательские темы по звездной колориметрии, фотометрии атмосферы Земли и планет, звездной статистике, изучению звездных атмосфер и космогонии. Таким образом, научная работа ГАФИ охватывала многие астрофизические проблемы начала XX в.

* Спустя много лет академики А.А. Михайлов и В.Г. Фесенков, а также профессор Р.В. Куницкий и К.Ф. Огородников были в числе организаторов, а затем и активных членов редколлегии журнала "Земля и Вселенная". – *Прим. ред.*

Создание ГАФИ, безусловно, относится к числу наиболее важных событий в истории российской астрономии. Хотя институт лишь частично удовлетворял тем пожеланиям, которые были высказаны российскими астрономами в 1920 г. при обсуждении проекта Главной Российской астрономической обсерватории, он стал реальным воплощением специализированного астрофизического учреждения, в числе сотрудников которого были лучшие представители астрономической науки того времени.

Процедура учреждения ГАФИ наглядно показала, что российское астрономическое сообщество оказалось подготовленным к поиску эффективных путей развития астрономического знания на рубеже XIX-XX вв. Кроме то-

го, функционирование Комитета по постройке Главной астрофизической обсерватории позволило в чрезвычайно сложный для страны период поддерживать жизнеспособность периферийных астрономических учреждений (в меру сил оказывалась финансовая поддержка) и организовать профессиональную подготовку астрономов. Наконец, теоретические работы сотрудников ГАФИ, налаженная ими издательская деятельность по выпуску двух астрономических изданий – “Трудов ГРАФО” и “Астрономического журнала” дали возможность в значительной мере сократить разрыв между имеющимися в большом количестве результатами наблюдений различных российских обсерваторий и их обработкой.

Информация

Молния и торнадо – взгляд из космоса

3 апреля 1995 г. с помощью ракеты-носителя “Pegasus” был запущен принадлежащий NASA искусственный спутник Земли “ОТД” (“Оптический детектор преходящих явлений”).

Это первый спутник, которому удалось в дневное время суток регистрировать молнии из космоса. Продолжительность такого разряда составляет лишь менее одной тысячной секунды. И днем световая вспышка обычно не заметна. Оборудование ИСЗ в состоянии зафиксировать малейшие изменения яркости изображений продолжительностью до 1/500 с. Прибор был сконструирован NASA для изучения изменений характера молниевых разрядов в ходе глобального потепления климата.

Через две недели после запуска спутника он стал

“свидетелем” внезапного зарождения интенсивной грозы над территорией штата Оклахома (юго-запад США). В продолжение всего 3 мин, пока гроза наблюдалась со спутника, оборудование, размещенное на его борту, зарегистрировало 200 молниевых разрядов, происходивших между облаками и не достигавших поверхности Земли. В момент максимума (через 40 с после того, как тучи попадали в поле зрения ИСЗ) ежесекундно до шестидесяти молний! И через минуту после выхода спутника из района наземными наблюдателями зарегистрировано образование характерной для торнадо воронки со спускающимся к поверхности земли “хоботом”.

По-видимому, есть какая-то связь между накоплением электрических зарядов в облаках и рождением торнадо. Сотрудники Центра космических полетов им. Маршалла NASA в Хантсвилле (штат Алабама) после обработки спутниковых данных установили, что гроза, охватившая 17 апреля Оклахому, отличалась от всех остальных до сих пор известных метеорологам тем, что молнии между облаками вспыхивали в 20 раз чаще, чем между облаками и землей. Обычно же “межоблачные” разряды происходят лишь в 3-4 раза чаще, чем ударяющие в землю.

New Scientist, 1995, 148, 17

Ошибка Коперника

В.А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-математических наук

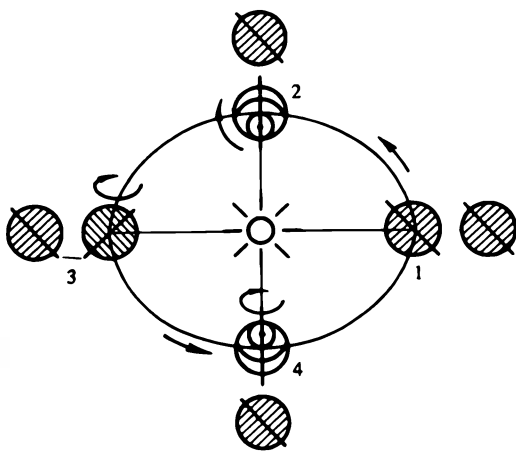
Изучая историю науки и, в частности, астрономии, мы чаще всего знакомимся с открытиями и достижениями ее творцов, с их положительным вкладом в величавое здание звездной науки.

Но история науки порой рассказывает нам и об ошибках, допускаясь классиками астрономии. Об истории одной из таких ошибок, допущенных реформатором астрономии Николаем Коперником, рассказывается в статье В.А. Бронштэна. Из статьи читатель узнает не только о самой ошибке, но и о том, как ученые XVI–XVII вв. пришли, на основании самых различных соображений, к ее пониманию и к обоснованию положения, представляющегося нам вполне естественным, что ось Земли перемещается в пространстве, оставаясь параллельной самой себе. В статье рассказано и о том, кто же первым указал на допущенную Коперником ошибку.



Николай Коперник (1473-1543)

Вращение Земли по Копернику. На орбите – четыре положения Земли и ее оси в случае отсутствия “третьего движения”: ось Земли северным концом всегда направлена в сторону Солнца. Снаружи – положения земной оси при наличии “третьего движения”: ось Земли, поворачиваясь вдоль конуса, занимает всегда одно и то же положение относительно звезд, будучи параллельной самой себе: 1-22 июня, 2-23 сентября, 3-22 декабря, 4-21 марта



ТРЕТЬЕ ДВИЖЕНИЕ ЗЕМЛИ

Как известно, Коперник в своем сочинении "Об обращениях небесных сфер", помимо двух движений Земли: суточного вращения вокруг оси и годичного обращения вокруг Солнца, приписал Земле третье движение, названное им **деклинационным**. Оно заключается в том, что ось Земли описывает конусообразное вращение вокруг перпендикуляра к эклиптике, проходящего через центр Земли, в направлении, противоположном ее годичному обращению, но с периодом не в 26000 лет, как прецессия, а в один год. Это движение было необходимо Копернику, чтобы скомпенсировать поворот земной оси в обратном направлении, который должен иметь место, если земная ось при годичном обращении Земли была бы жестко связана с ее радиусом-вектором.

Надо сказать, что во времена Коперника вращением называлось такое движение, при котором каждая точка вращающегося тела как бы жестко связана с центром вращения. Предполагавшееся им третье движение Земли Коперник описывает в XI главе первой книги своего сочинения. Явление прецессии Коперник объясняет небольшим неравенством периодов орбитального и деклинационного движений Земли и получает достаточно точное значение постоянной прецессии.

Сейчас мы хорошо знаем, что никакого третьего движения (каким его полагал Коперник) Земля не совершает, а дело заключается в том, что земная ось при годовом движении остается параллельной самой себе (если не считать прецессии с периодом в 26000 лет и нутации с периодом в 18,6 года).

КТО ПЕРВЫЙ НАШЕЛ ОШИБКУ?

Интересно, кто из астрономов первым указал на ошибку Коперника и каким путем доказал это? Мнения историков науки здесь расходятся.

Так, Н.И. Идельсон в "Этюдах по истории планетных теорий" (Идельсон Н.И. Этюды по истории небесной механики. М.: Наука, 1976, с. 476) пишет:

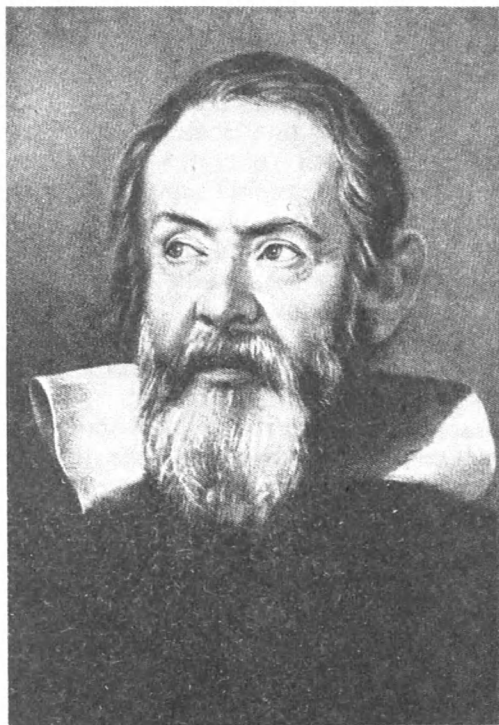
«Галилей уделяет этому вопросу внимание в "Диалоге" ("День третий") и выясняет совершенную ненужность такого вращения земной оси на 360° , создавая при этом ряд правильных понятий кинематики твердого тела». Напомним, что "Диалог" Галилея был издан в 1632 г.

А известный голландский астроном и историк науки А. Паннекук в своей "Истории астрономии" (М.: Наука, 1966, с. 241) сообщает: «Симон Стевин в своих "Математических мемуарах", опубликованных в Лейдене в 1605 г., решительно стал на сторону Коперника и улучшил его теорию, доказав ненужность третьего движения Земли, состоящего в годичном конусообразном движении земной оси. Это он сделал, благодаря более современному взгляду на механику. Он считал, что ось такого быстро вращающегося тела, как Земля, по самой природе своей сохраняет определенное направление в пространстве».

Итак, Симон Стевин (1548-1620), известный голландский математик, механик и военный инженер, занимавшийся также вопросами астрономии, показал ненужность третьего движения Земли более чем за четверть века до Галилея.

О третьем ученом, высказавшем ту же мысль еще раньше, мы узнали из совсем неожиданного источника – "Писем Махатм" (Самара, 1993, с. 13). Кто такие были Великие Махатмы Гималаев? Так называли себя представители узкой секты в Индии, поставившей целью спасение человечества от темных сил во главе с Люцифером (Сатаной). В их братстве существовала строгая иерархия. Высшие члены братства, называемые Великими Махатмами (это слово само означает Великий Дух, или Великая Душа; такое звание было присвоено, например, известному борцу за независимость Индии М.Р. Ганди), или Учителями. Изредка Махатмы общались с представителями западной интеллигенции.

В частности, Махатма Кут Хуми Лал Синг имел в 1880-84 гг. длительную переписку с редактором влиятельной ин-



дийской газеты "Пионер" англичанином А.Т. Синнетом. В некоторых из писем Кут Хуми есть интересные астрономические высказывания, из которых следует, что он внимательно следил за мировой астрономической литературой.

В письме № 1 от 15 октября 1880 г. Кут Хуми пишет: «У. Гильберт Колчестерский, доктор королевы Елизаветы, умер отравленным только потому, что этот истинный основатель опытной науки в Англии имел отважность предвратить Галилея, указывая на ошибочное представление Коперника относительно "третьего движения", которое объяснялось параллельностью земной оси вращения».

Уильям Гильберт из Колчестера (1540-1603) – известный английский физик, основоположник учения о магнетизме и о земном магнетизме в частности. В его труде "О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле", вышедшем в 1600 г., действительно, защищается и анализируется теория Коперника.

Труд Гильберта вышел на пять лет раньше книги Стевина и, если Кут Хуми прав, приоритет в установлении истины в данном вопросе принадлежит Гильберту.

Но и Гильберт не был первым. В "Краткой истории астрономии" А. Берри (М.-Л.: Гостехиздат, 1946, с. 117-118) сообщается, что ландграф Вильгельм IV Гессен-Кассельский (1532-92), занимавшийся астрономией, взял себе в помощники двух искусных наблюдателей: Христиана Ротмана (ок. 1550-1605) и Йоста Бюрги (1552-1632). О Ротмане Берри сообщает следующее: "В начале он был последовательным коперниканцем, но затем обнаружил большую самостоятельность, указав на ненужное усложнение, внесенное Коперником, разложившим движение Земли на три движения, в то время как достаточно было двух". Как сообщается в упоминавшейся книге А. Паннекука (с. 578), предположение о достаточности суточного и годового движений Земли для объяснения наблюдаемых явлений было высказано Х. Ротманом в письме к Тихо Браге от 18 апреля 1590 г. Это письмо впервые опубликовано в томе, содержащем переписку Тихо Браге с Вильгельмом Гессенским и Ротманом, в 1596 г. (еще при жизни Тихо), а затем в 1601, 1610 и, наконец, в 1926 г. в VI томе Полного собрания сочинений Тихо Браге.

Таким образом, Гильберт, Стевин, а тем более Галилей могли знать о содержании письма Ротмана. И каждый следующий астроном мог знать о трудах своих предшественников. Но использовали ли они их? Ссылаются ли они на эти работы?

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

Начнем с "Диалога" Галилея. Устами Сальвиати Галилей неоднократно доказывает, что "третье движение" излишне, достаточно предположить, что ось Земли при ее годовом обращении вокруг Солнца остается параллельной

самой себе. Доказательство носит чисто логический характер, хотя Галилей сопровождает его чертежами и математическими пояснениями (Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира: Птолемеевой и Коперниковой. М.-Л.: Гостехиздат, 1948, с. 271, 281, 283, 285, 286, 294). Сразу же после изложения этого доказательства Галилей (устами Сальвиати) заявляет, что Земля – большой магнит. На реплику Симпличио: “Значит, вы принадлежите к тем, которые сочувствуют магнетической философии Вильяма Гильберта?” Сальвиати (т.е. Галилей) отвечает: “Принадлежу, конечно, и думаю, что моими товарищами будут все те, кто внимательно прочтет эту книгу и ознакомится с его опытами”.

Отсюда следует, что Галилей внимательно читал книгу Гильберта и, в частности, описание его опытов. Часть выводов Гильберта он излагает в “Диалоге” (с. 286-294). Это подтверждает автор комментариев к “Диалогу” А.Н. Долгов: “В 1600 г. Галилей чрезвычайно заинтересовался работой Гильберта и уже с 1602 г. ревностно занялся изучением магнитных явлений (“Диалог”, с. 374). Галилей весьма положительно отзывался об исследованиях Гильберта и лишь в одном месте его упрекает: “По отношению к Гильберту я хотел бы только, чтобы он был немного больше математиком и, в частности, лучше осведомлен в геометрии” (там же, с. 291).

А как же с “третьим движением”? Тремя страницами ниже (с. 294) Сальвиати вновь возвращается к этому вопросу: “Потом мы добавим к этому простому и естественному свойству (сохранению земной осью параллельности самой себе. – В.Б.) магнетическую силу, вследствие которой земной шар тем более устойчиво может сохранять неподвижность”.

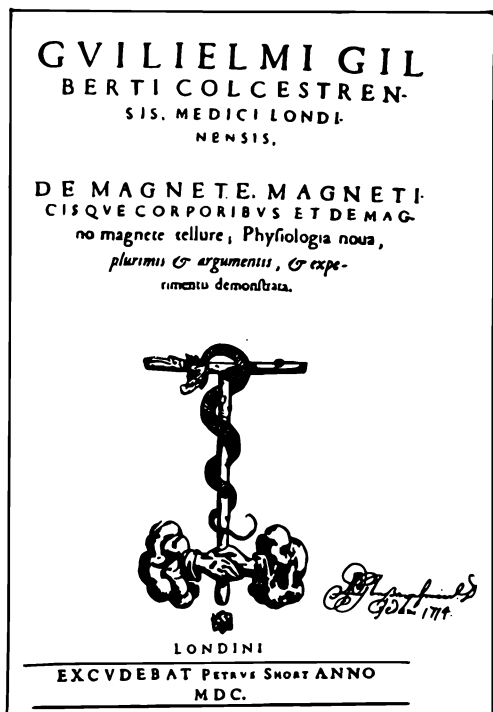
Итак, Галилей использует для подкрепления своих доводов о сохранении параллельности земной оси, основанных на наблюдениях и известных ему (или обоснованных им) законах механи-



ки, еще и свойство намагниченного шара сохранять постоянное направление магнитной оси, которая проходит через оба магнитных полюса (свойство, обоснованное Гильбертом).

УИЛЬЯМ ГИЛЬБЕРТ

Что же говорит по этому поводу сам Гильберт? Обратимся к его фундаментальному труду “О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле” (М.: АН СССР, 1956). Вопросам астрономии посвящена последняя, шестая, книга этого сочинения. В ней содержится критика взглядов Аристотеля и Птолемея на неподвижность и центральное положение Земли и поддержка взглядов Коперника (глава III). В главе IV шестой книги говорится: “Так же поступила бы и Земля в целом (речь идет о постоянной направленности магнита, намагниченного шара. – В.Б.), если бы северный полюс оказался отведенным в сторону от своей истинной направлен-



Титульный лист первого (лондонского) издания книги У. Гильберта "О магните" (1600 г.)

Как же обстоит дело с работами Стевина и Ротмана? О Ротмане как наблюдателе Галилей знал и даже отметил в "Диалоге" (с. 269) одну его ошибку (Ротман утверждал, что высота полюса над горизонтом меняется от лета к зиме), о которой сообщал до него Тихо Браге в одном из своих сочинений. Но о письме Ротмана к Тихо, в котором первый доказывал неправоту Коперника в вопросе о третьем движении, Галилей не пишет и больше ничего о Ротмане не говорит. Не упоминает его и Гильберт.

СИМОН СТЕВИН

Что касается Симона Стевина, то ни его, ни его сочинений Галилей в "Диалоге" не касается. Значит ли это, что труды Стевина (прямого предшественника Галилея в области, например, гидростатики) не были известны Галилею? В его основных сочинениях по механике ссылок на Стевина мы также не находим, а один из комментаторов юбилейного издания избранных работ Галилея (Галилей Г. Избранные труды в 2-х томах. Том 2. Механика. М.: Наука, 1964), Е.Н. Ракчеев прямо пишет: "Галилей не ссылается на Стевина и нет оснований считать, что он был знаком с его трудом" (цит. соч., с. 418). Правда, здесь речь идет о труде Стевина "Начала статики" (1585), но весьма вероятно, что Галилей не читал и астрономических работ Стевина. То обстоятельство, что они были напечатаны сперва на фламандском языке (которого Галилей не знал), не могло служить препятствием, потому что вскоре В. Снеллиус (1591-1626) перевел на латинский язык и издал ряд сочинений Стевина по астрономии.

Однако достоверно известно, что Стевин читал труд Гильберта "О магните". Более того, в своем произведении "Астрономия" (1605, лат. перевод опубликован в 1608) он использует вывод Гильберта о постоянстве направления оси магнита и оси Земли, рассматрива-

ности: северный полюс вернулся бы к Малой Медведице. Вся Земля смотрит на Малую Медведицу в силу постоянства своей природы" (с. 286).

В главе IX той же книги Гильберт повторяет выводы Коперника о движении земной оси (не упоминая о третьем движении), речь идет лишь о прецессии и о предполагавшейся Коперником большой нутации земной оси (ее амплитуда и период, выведенные Коперником, не подтвердились). О третьем движении Земли в большом труде Гильберта не говорится ни слова.

Поэтому можно считать, что Гильберт, хотя и не критиковал представления Коперника о третьем движении, из независимых соображений пришел к выводу о необходимости сохранения направления земной оси. Этот его вывод использовал Галилей для подкрепления своих доказательств и, как мы увидим дальше, Симон Стевин.

Версия Кут Хуми о том, что Гильберт был отравлен за защиту идей Коперника, не выдерживает критики (он умер от чумы).

Симон Стевин (1548-1620). Снимок получен от обсерватории им. Симона Стевина (Нидерланды) при содействии директора планетария г. Амстердама Пита Смолдерса



емой как большой магнит, в качестве основной причины постоянства направления земной оси. Стевин сначала интерпретирует движение земной оси как перемещение параллельно самой себе из чисто геометрических соображений, а затем объясняет такой характер движения и постоянство направления оси Земли именно тем, что Земля – большой магнит. Более того, Стевин переносит свой вывод о земной оси и на другие планеты, утверждая, что оси вращения Луны, Марса и остальных планет, а также оси планетных орбит, сохраняют постоянное направление. Под осью орбиты Стевин понимает нормаль к плоскости орбиты, восстановленную в центре Солнца. Выражаясь современным языком, это означает, что плоскости планетных орбит сохраняют постоянную ориентацию. С точностью до небольших периодических изменений, вызываемых взаимными возмущениями планет, это верно, хотя причина, разумеется, не в магнитной силе, как полагал Стевин, а в свойствах планетных орбит, определяемых законами гравитации.

На письмо Ротмана и изложенные в нем взгляды Стевин не ссылается ни разу, хотя наблюдения Вильгельма Гесенского ему были известны. Стевин приводит их, наряду с наблюдениями Тихо Браге, как пример необходимой, с его точки зрения, международной кооперации в деле сбора и обработки астрономических наблюдений.

ХРИСТОФОР РОТМАН

Обратимся теперь к самому раннему документу – письму Ротмана.^{*} Критикуя третье движение по Копернику, он замечает: "...почему ось и центр (Земли) не совершают двоякое различное движение? Если бы Земля была жестко

прикреплена к некоей орбите и ею приводилась в круговое движение, то это, быть может, имело бы место. Но поскольку Земля свободнейшим образом висит в воздухе, почему, если центр движется, ось тем не менее не может вокруг того же центра совершать нутацию, как того хочет Природа?" И несколькими строками ниже Ротман дает ответ: "Но это можно объяснить другим способом, гораздо более легким, и не нужно для этого тройное движение Земли, но достаточно суточного и годового. И ось Земли в действительности не отражается, чтобы всегда быть направленной параллельно (самой себе) к одной и той же части мира, а потому, по причине малости годичной орбиты (Земли) по сравнению с огромностью Сферы, кажется всегда направленной в одну и ту же точку".

Ротман сообщает, что подробнее этот вопрос изложен им во второй книге его наблюдений. Нам неизвестно, были ли они опубликованы или остались в рукописи. Ротман сурово порицает Коперника за неясность изложения им данного вопроса: "Знаю, что в этом месте мысль Коперника кажется весьма неясной и понимаемой с трудом". И

^{*}Автор благодарен И.В. Лупандину за перевод отрывков из письма Ротмана с латинского языка.

далее: “Но объяснение всего этого дано у Коперника слишком неясно и результат до такой степени перепутан с причиной, что нелегко желающему в этом разобраться”.

Обратим внимание на мнение Ротмана, что Земля свободно висит в воздухе. В те времена ученые еще не представляли себе соотношение между Землей и ее атмосферой, не знали, что атмосфера – лишь газовая оболочка Земли, перемещающаяся (даже в ходе суточного вращения) вместе с ней. Но это нисколько не влияет на ход рассуждений Ротмана.

Как же реагировал Тихо Браге на письмо Ротмана? Он ему не ответил (возможно потому, что ждал приезда казельского астронома к себе). И действительно, в том же 1590 г. Ротман навестил Тихо Браге, и они имели возможность обсудить этот и другие вопросы в личной беседе. Тихо написал комментарий к письму Ротмана, опубликованный в том же шестом томе собрания сочинений Тихо. Поскольку Тихо считал Землю неподвижной, а Солнце обращающимся вокруг нее, вопрос о движении земной оси для него автоматически отпадал. Построения Коперника и Ротмана Тихо называет противоположными и решительно отвергает...

КАКОВ ЖЕ ИТОГ?

Итак, получается, что пальма первенства в установлении ошибки Коперника должна быть по праву присуждена Христиану Ротману. Его мнение и доказательство стали известны не только Тихо Браге, которому было адресовано письмо Ротмана, и не только Вильгельму Гессенскому и Йосту Бюрги, с которыми Ротман работал в Касселе. Благодаря публикации письма в составе сочинений Тихо Браге в 1596 г. с этим письмом должны были ознакомиться и другие астрономы того времени. Но увы! Ни Гильберт, ни Стевин, ни Галилей его даже не упоминают.

Гораздо больше “повезло” Гильберту: его доказательства неизменности направления земной оси были использованы, как мы уже видели, и Стевином, и Галилеем. Правда, это произошло уже после смерти Гильберта.

Взгляды Симона Стевина и его труды остались, к сожалению, неизвестными Галилею, хотя во многих вопросах Стевин был прямым предшественником великого итальянского ученого. Почему так получилось – одна из загадок истории науки.

Информация

Кислотные дожди “растворяют” города Европы

Воздействие кислотных атмосферных осадков на здания и сооружения в городах Западной Европы исследовалось в Колледже Св. Троицы Дублинского университета (Ирландия).

Выяснилось, что среди европейских городов наиболее подвержен “кислотной агрессии” промышленный английский город Манчестер. За 20 месяцев кис-

лотная влага растворила в нем с каждого 1 м^2 сооружения более 120 г камня (песчаника, мрамора или известняка). И это несмотря на то, что общее количество осадков в исследовавшийся период было крайне низким. В небольшом городе Липхукке (графство Гэмпшир, Англия) и Антверпене (Нидерланды) каждый камень, находящийся под открытым небом, потерял более 100 г с 1 м^2 .

А такие известные загрязненностью своей атмосферы крупные города, как Афины, Копенгаген и Амстердам, подверглись воздействию кислотных дождей в значительно меньшей степени (соответственно, чуть более 20, около 40 и 20 г с 1 м^2). Причина этого, по-видимому, в особенностях атмосферной циркуляции.

New Scientist, 1995, 146, 13

Небесный календарь: май-июнь 1996 г.

Летнее солнцестояние*: 21 июня, 2 ч 24 мин, начало астрономического лета в северном полушарии, в южном – астрономической зимы.

13 мая Солнце переходит из созвездия Овна в созвездие Тельца,

20 июня – в созвездие Близнецов.

20 мая, 19 ч долгота Солнца 60°, вступает в знак Близнецов; 21 июня, 2.4 ч долгота Солнца 90°, вступает в знак Рака.

Полнолуние: 3 мая, 11 ч 49 мин

Последняя четверть: 10 мая, 5 ч 05 мин

Новолуние: 17 мая, 11 ч 47 мин

Первая четверть: 25 мая, 14 ч 14 мин

Полнолуние: 1 июня, 20 ч 48 мин

Последняя четверть: 8 июня, 11 ч 07 мин

Новолуние: 16 июня, 1 ч 37 мин

Первая четверть: 24 июня, 5 ч 24 мин

Луна в перигее: 6 мая, 22 ч; 3 июня, 17 ч

Луна в апогее: 22 мая, 17 ч; 19 июня, 7 ч

Луна в восходящем узле: 1 мая, 14 ч; 28 мая, 21 ч; 25 июня, 1 ч

Луна в нисходящем узле: 14 мая, 9 ч; 10 июня, 12 ч

8 мая – максимальная южная либрация Луны по широте, 7°

14 мая – максимальная восточная либрация Луны по долготе, 5°

22 мая – максимальная северная либрация Луны по широте, 7°

29 мая – максимальная западная либрация Луны по долготе, 7°

4 июня – максимальная южная либрация Луны по широте, 7°

10 июня – максимальная восточная либрация Луны по долготе, 6°

18 июня – максимальная северная либрация Луны по широте, 7°

26 июня – максимальная западная либрация Луны по долготе, 8°

Соединение планет с Луной

4 мая, 22.9 ч Плутон на 10° к северу,

8 мая, 0.2 ч Юпитер на 5° к югу,

8 мая, 17.4 ч Нептун на 5° к югу,

9 мая, 5.6 ч Уран на 6° к югу,

13 мая, 12.5 ч Сатурн на 3° к югу,

16 мая, 2.9 ч Марс на 2° к северу,

20 мая, 0.7 ч Венера на 8° к северу,

1 июня, 7.3 ч Плутон на 10° к северу,

4 июня, 5.5 ч Юпитер на 5° к югу,

5 июня, 0.0 ч Нептун на 5° к югу,

5 июня, 11.8 ч Уран на 6° к югу,

9 июня, 21.7 ч Сатурн на 3° к югу,

14 июня, 0.3 ч Меркурий на 0.4° к северу,

14 июня, 0.8 ч Марс на 4° к северу,

28 июня, 16.5 ч Плутон на 10° к северу.

Звездное небо

Около полуночи в мае-июне в области зенита видна голова Дракона. В южной стороне небосвода, высоко над горизонтом располагаются созвездия Геркулеса и Северной Короны, под ними Змееносец и ближе к горизонту – Скорпион (Антарес). Восточнее Скорпиона находится Стрелец, западнее – Весы. Высоко, в юго-западной части небосвода виден Волопас (Арктур), а под ним – со-

* Время всемирное.

Эфемериды планет в мае-июне 1996 г.

Дата 1996 г.	Прямое восхождение $\alpha_{2000.0}$	Склонение $\delta_{2000.0}$	Видимая звездная величина	Видимый угловой диаметр
в 0 ч всемирного времени				
Меркурий				
утренняя видимость (южнее 48° северной широты)				
май	31	3 ^h 14.5 ^m	+14°06'	+1.8 ^m
июнь	4	3 20.8	+14 24	+1.2
	8	3 31.8	+15 11	+0.8
	12	3 45.8	+16 23	+0.5
	16	4 04.2	+17 50	+0.1
	20	4 26.5	+19 27	-0.2
	24	4 52.9	+21 03	-0.5
июль	28	5 23.2	+22 28	-0.9
	2	5 57.2	+23 31	-1.3
Венера				
май	7	5 ^h 38.3 ^m	+27°46'	-4.6 ^m
	15	5 50.0	+27 28	-4.6
	23	5 51.7	+26 39	-4.4
	31	5 42.3	+25 16	-3.9
июнь	8	5 23.9	+23 18	-3.2
	16	5 03.4	+21 04	-3.5
июль	24	4 48.6	+19 09	-4.1
	2	4 43.4	+18 00	-4.4
Марс				
июнь	8	3 ^h 37.7 ^m	+19°17'	+1.4 ^m
	16	4 01.6	+20 35	+1.4
	24	4 25.3	+21 42	+1.4
июль	2	4 49.2	+22 34	+1.4
Юпитер				
май	7	19 ^h 16.5 ^m	-22°13'	-2.5 ^m
	23	19 14.3	-22 18	-2.6
июнь	8	19 08.9	-22 30	-2.6
	24	19 01.2	-22 44	-2.7
Сатурн				
май	7	0 ^h 15.5 ^m	-0°37'	+1.0 ^m
	23	0 21.1	-0 04	+1.0
июнь	8	0 25.6	+0 21	+1.0
	24	0 28.9	+0 38	+0.9
Уран				
май	7	20 ^h 28.3 ^m	-19°41'	+5.7 ^m
	23	20 27.9	-19 42	
июнь	8	20 26.8	-19 47	
	24	20 25.0	-19 54	+5.7
Нептун				
май	7	19 ^h 58.9 ^m	-20°08'	+7.8 ^m
	23	19 58.3	-20 09	
июнь	8	19 57.3	-20 12	
	24	19 55.8	-20 16	+7.8
Плутон				
май	7	16 ^h 11 ^m	8.787 ^s	-7°23'
	23	16 09	28.083	-7 18
июнь	8	16 07	46.158	-7 15
	24	16 06	12.742	-7 15

Эфемериды комет, доступных наблюдениям на небольших телескопах в мае-июне 1996 г.

Дата 1996 г.		$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	m	Δ а.е.	г а.е.
Комета Копфа						
май	1	18 ^h 28.06 ^m	-16° 12.95'	+7.7 ^m	0.92	1.70
	11	18 43.08	-15 56.77			
	21	18 56.00	-15 47.28	+6.7	0.75	1.64
	31	19 6.44	-15 50.31			
июнь	10	19 14.16	-16 11.15	+5.9	0.63	1.60
	20	19 19.10	-16 53.32			
	30	19 21.70	-17 56.18	+5.5	0.57	1.58
Комета Ганна						
май	1	16 ^h 49.87 ^m	-20° 20.18'	+9.7 ^m	1.61	2.52
	11	16 45.03	-20 56.23			
	21	16 38.09	-21 32.69	+9.3	1.49	2.49
	31	16 29.94	-22 08.47			
июнь	10	16 21.68	-22 42.91	+9.3	1.48	2.48
	20	16 14.45	-23 16.05			
	30	16 09.24	-23 48.78	+9.5	1.56	2.48
Комета Мачхолца						
май	1	19 ^h 39.82 ^m	-16° 55.24'	+7.5 ^m	2.16	2.64
	11	19 30.52	-17 45.10			
	21	19 17.94	-18 42.46	+7.4	2.07	2.85
	31	19 02.50	-19 43.71			
июнь	10	18 45.04	-20 43.97	+7.6	2.07	3.04
	20	18 26.76	-21 38.44			
	30	18 09.06	-22 23.92	+8.0	2.21	3.22

звезде Девы (Спика). На юго-востоке, высоко над горизонтом, находится созвездие Лиры (Вега), на востоке – созвездие Лебедя (Денэб), под ними – созвездие Орла (Альтаир). На северо-востоке восходит Пегас, низко над горизонтом видна Андромеда, над ней Кассиопея, а ближе к северному полюсу мира – Цфефэй. На севере невысоко расположены созвездия Возничего (Капелла) и Персея. На западе склоняется к заходу созвездие Льва (Регул). На северо-западе, высоко над горизонтом, видна Большая Медведица.

Наиболее интересные объекты звездного неба, доступные наблюдениям в

небольшие телескопы вечером и ночью в мае-июне: рассеянные звездные скопления – Кома (Волосы Вероники), М 39 (Лебедь), М 11 (Щит), χ и h Персея; шаровые звездные скопления – М 13 и М 92 (Геркулес), М 15 (Пегас), М 53 (Волосы Вероники), М 5 (Змея), М 3 (Гончие Псы), М 10 и М 12 (Змееносец); галактики – М 81, М 82, М 101 (Большая Медведица), М 51 и М 94 (Гончие Псы), М 104 (Дева), М 64 (Волосы Вероники); диффузные туманности – “Северная Америка” (Лебедь);

планетарные туманности – М 57 (Лира), М 27 (Лисичка).

Для более опытных наблюдателей, имеющих

в своем распоряжении телескопы с диаметром зеркала 150-300 мм, доступны многие другие, не менее интересные “жемчужины” звездного неба.

Планеты

Меркурий. В первую неделю мая заканчивается очередной период вечерней видимости Меркурия. 4 мая он пройдет восточную точку стояния, расположенную в 2° южнее Плеяд, сменит направление своего видимого движения на попятное и затем опустится на несколько градусов ниже эклиптики. Приближаясь к Земле, Меркурий обогнет Солнце и 15 мая вступит с ним в нижнее соединение.

Т а б л и ц а 3

Эфемериды некоторых малых планет в мае-июне 1996 г.

Дата 1996 г.		$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	m	Δ а.е	r а.е
Паллада (2). Противостояние 30 апреля 1996 г.						
апрель	27	14 ^h 31.8 ^m	+22°54'	+8.3 ^m	1.78	2.66
май	7	14 23.8	+24 21	+8.5	1.85	2.68
	17	14 16.9	+25 07	+8.6	1.93	2.71
	27	14 11.6	+25 17	+8.8	2.03	2.73
июнь	6	14 08.4	+24 56	+9.0	2.14	2.76
	16	14 07.4	+24 11	+9.2	2.26	2.78
	26	14 08.6	+23 07	+9.3	2.39	2.80
Веста (4). Противостояние 11 мая 1996 г.						
апрель	27	15 ^h 27.4 ^m	-7°14'	+5.7 ^m	1.19	2.17
май	7	15 18.3	-6 50	+5.6	1.17	2.17
	17	15 08.5	-6 38	+5.6	1.17	2.16
	27	14 59.6	-6 42	+5.8	1.19	2.16
июнь	6	14 52.5	-7 04	+6.0	1.24	2.16
	16	14 48.3	-7 43	+6.2	1.30	2.15
	26	14 47.1	-8 37	+6.4	1.38	2.15
июль	6	14 49.1	-9 44	+6.6	1.47	2.15
Церера (1). Противостояние 30 мая 1996 г.						
апрель	27	16 ^h 57.0 ^m	-17°36'	+7.7 ^m	1.89	2.75
май	7	16 51.1	-17 50	+7.5	1.82	2.76
	17	16 43.2	-18 04	+7.3	1.78	2.77
	27	16 33.9	-18 18	+7.0	1.76	2.77
июнь	6	16 24.3	-18 34	+7.0	1.77	2.78
	16	16 15.4	-18 52	+7.4	1.81	2.79
	26	16 08.1	-19 12	+7.6	1.88	2.80
июль	6	16.03.1	-19 36	+7.9	1.96	2.80

27 мая, оказавшись в западной точке стояния, он вновь сменит направление своего видимого движения с попятного на прямое.

Весь июнь Меркурий будет наблюдаться в утреннее время. Однако он будет виден только в южных районах России на широтах менее 48°. Весь период утренней видимости он находится в созвездии Тельца, 21 июня вступит в соединение с Альдебараном (α Тельца, блеск +0.85^m), пройдя в 2° севернее от него (блеск планеты в этот день будет -0.3^m). 10 июня Меркурий достигнет наибольшей западной элонгации (24°) и продолжительность его

видимости начнет сокращаться.

Венера. В мае заканчивается период вечерней видимости Венеры. В пространстве она приближается к Земле, ее фаза уменьшается (в начале мая 0.30), видимый угловой диаметр растет. 4 мая максимальный блеск -4.7^m. 20 мая Венера попадет в западную точку стояния, и, сменив направление своего видимого движения на попятное, она начнет быстро сближаться с Солнцем. Продолжительность видимости будет уменьшаться, и в первых числах июня период вечерней видимости планеты закончится. 10 июня

Венера пройдет ниже соединения с Солнцем и сместится к западу от него. Уже в двадцатых числах июня она начнет проблескивать на северо-востоке в лучах утренней зари, находясь в созвездии Тельца. Начинается период утренней видимости планеты, который продлится до конца года.

23 июня Венера вступит в соединение с Меркурием, пройдя на 2° южнее, а 30 июня - с Марсом, находясь на 4° к югу. В пространстве она будет постепенно удаляться от Земли. Ее видимый угловой диаметр уменьшится с 57.5" в начале июня до 50.0" - в конце. Блеск пла-

Звезда	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	m max	m min	Период
δ Цефея	22 ^h 29.2 ^m	+58°25'	3.5 ^m	4.4 ^m	5.3663 ^d
η Орла	19 52.5	+01 00	3.5	4.4	8.3821
RR Лиры	19 25.5	+42 47	7.1	8.1	0.5669
U Цефея	01 02.3	+81 53	6.8	9.2	2.4930
SS Лебеда	21 42.7	+43 35	7.7	12.4	49.5
R Северной Короны	15 48.6	+28 09	5.7	14.8	
β Лиры	18 50.1	+33 22	3.3	4.4	12.9138

Расчетные максимумы мирид

Звезда	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	m max	m min	Период	Расчетный момент максимума
T Б. Медведицы	12 ^h 36.4 ^m	+59°29'	6.6 ^m	13.5 ^m	256.6 ^d	7 июня
S Б. Медведицы	12 44.0	+61 06	7.1	12.7	225.9	30 июля
R Орла *	19 06.4	+08 14	5.5	12.0	284.2	14 июля
χ Лебеда *	19 50.6	+32 55	3.3	14.2	408.0	5 августа
R Девы	12 38.5	+06 59	6.1	12.1	145.6	6 июня
S Геркулеса	16 51.9	+14 57	6.4	13.8	307.3	13 июля
RT Лебеда	19 43.6	+48 47	6.0	13.1	190.3	31 июля

* – Ниже приведены карты окрестностей со звездами сравнения. Карта окрестностей со звездами сравнения для переменных T и S Большой Медведицы опубликована в "Земле и Вселенной" № 1, 1994 г.

неты растет и достигнет в конце месяца -4.3^m .

Марс. В мае Марс не виден. Находясь в созвездии Тельца, он начнет проблескивать в лучах утренней зари в конце июня. Блеск планеты $+1.4^m$. Условия его наблюдений в конце июня неблагоприятны. 27 июня он пройдет в 6° севернее Альдебарана.

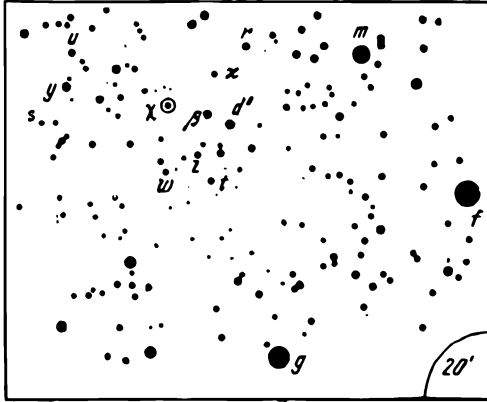
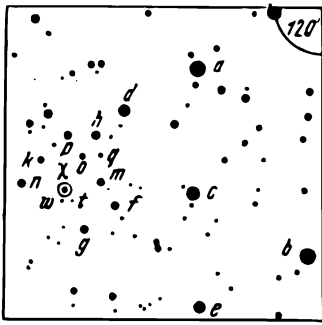
Юпитер. Весь период видимости Юпитер будет перемещаться по созвездию Стрельца. 4 мая он достигнет восточной точки стояния, находясь в это время в 2° к юго-востоку от звезды π Стрельца (его блеск $+2.89^m$). Блеск планеты -2.5^m . В мае-июне Юпитер будет медленно смещаться к западу. Он восходит вечером, а кульминирует около полуночи.

Сатурн. Со второй недели мая Сатурн, находясь в созвездии Рыб, начнет появляться в восточной части небосвода в предутренние часы. 25 мая он пересечет небесный экватор в 22^m к востоку от точки весеннего равноденствия и его склонение станет положительным. К концу июня продолжительность видимости планеты возрастет до 2 часов, блеск $+1.0^m$. Кольцо Сатурна будет выглядеть в виде тонкой светлой ниточки, "разрезающей" планету пополам. Его малая ось меньше $2''$.

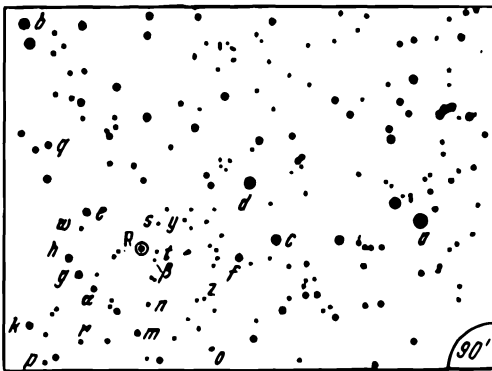
Уран и Нептун. Обе планеты в мае-июне 1996 г. доступны наблюдениям во второй половине ночи, ближе к утру. Уран нахо-

дится в созвездии Козерога в 6° южнее звезды β Козерога, его блеск $+5.7^m$. Нептун расположен западнее Урана на 7° и восточнее Юпитера почти на 1 ч по прямому восхождению, его блеск $+7.8^m$. Обе планеты движутся попятно, и их можно отыскать, пользуясь данными из приведенной таблицы, в небольшой телескоп.

Плутон. Двигаясь попятно, Плутон находится в созвездии Змееносца в 4° юго-западнее звезды ϵ Змееносца недалеко от северной границы созвездия Скорпиона и восточной границы созвездия Весов. Он виден в течение всей ночи, кульминирует около полуночи, и его можно отыскать, используя точные координаты.



Карта окрестностей долгопериодической переменной χ Лебеда со звездами сравнения (внизу более подробная карта): $a = 5.03$; $b = 5.89$; $c = 6.18$; $d = 6.40$; $e = 7.28$; $f = 7.53$; $g = 8.11$; $h = 8.33$; $k = 8.68$; $m = 8.88$; $n = 9.01$; $o = 9.28$; $p = 9.56$; $q = 10.22$; $r = 10.53$; $s = 10.79$; $t = 11.00$; $u = 11.33$; $w = 11.65$; $x = 11.92$; $y = 12.20$; $z = 12.45$; $d^1 = 12.81$; $\beta = 13.40$



Карта окрестностей мериды R Орла. Звезды сравнения: $a = 6.12$; $b = 7.18$; $c = 7.77$; $d = 7.94$; $e = 8.30$; $f = 8.50$; $g = 8.85$; $h = 8.88$; $k = 9.12$; $m = 9.46$; $n = 9.49$; $o = 10.12$; $p = 10.45$; $q = 10.71$; $r = 10.94$; $s = 11.41$; $t = 11.41$; $y = 11.56$; $w = 11.57$; $z = 12.15$; $\alpha = 12.88$; $\beta = 13.24$

Максимумы:

δ Цефея		η Орла	
май	1, 12 ч,	май	4, 19 ч,
	6, 21 ч,		11, 23 ч,
	10, 6 ч,		19, 3 ч,
	17, 15 ч,		26, 7 ч,
	23, 0 ч,		июнь
июнь	28, 8 ч,	9, 16 ч,	
	2, 17 ч,	16, 20 ч,	
	8, 2 ч,	24, 0 ч,	
	13, 11 ч,		
	18, 19 ч,		
	24, 4 ч,		
	29, 13 ч,		

Минимумы:

U Цефея		β Лиры	
май	2, 7 ч,	июнь	1, 5 ч,
	4, 19 ч,		3, 17 ч,
	7, 7 ч,		6, 5 ч,
	9, 19 ч,		8, 17 ч,
	12, 7 ч,		11, 5 ч,
	14, 19 ч,		13, 17 ч,
	17, 6 ч,		16, 4 ч,
	19, 18 ч,		18, 16 ч,
	22, 6 ч,		21, 4 ч,
	24, 18 ч,		23, 16 ч,
27, 6 ч,	26, 4 ч,		
29, 18 ч,	28, 16 ч,		

наты из таблицы, в телескопы диаметром не менее 250 мм.

Кометы и астероиды

В таблицах № 2 и № 3 приведены эфемериды трех комет, доступных наблюдениям любителями астрономии в мае-июне 1996 г. (комета **Копфа**, комета **Ганна** и комета **Мачхолца**) и астероидов: **Паллада**, **Веста** и **Церера**. В Небесном календаре за март-апрель 1996 г. (Земля и Вселенная, 1996, № 1) дано подробное описание указанных комет. В мае-июне 1996 г. будет доступна для наблюдений комета **Хейла-Боппа**, открытая в июле 1995 г. Ее эфемерида приведена в "Земле и Вселенной", 1996, № 1, стр. 76.

В таблицах: Δ – расстояние от Земли, r – расстояние от Солнца в астрономических единицах.

Метеорные потоки

Аквариды (созвездие Водолея). Активность потока с 26 апреля по 15 мая. Максимум 4-6 мая. Радиант $\alpha = 23^{\text{h}}16^{\text{m}}$, $\delta = -3^{\circ}$, средняя скорость 65 км/с. Рой связан с кометой Галлея, как и Ориониды (октябрь). Возможен второй максимум 9-10 мая. В 1996 г. наблюдениям будет мешать полная Луна. Из-за большой скорости и низкого положения радианта можно наблюдать только яркие метеоры со следами. При определении принадлежно-

сти к потоку нужно помнить, что на Аквариды накладывается малый поток **Писциды** (6-10 мая, максимум 8 мая, $\alpha = 0.8^{\text{h}}$, $\delta = +19^{\circ}$).

Переменные звезды

В мае-июне 1996 г. наблюдателям переменных звезд наиболее интересными и доступными для наблюдений объектами будут классические переменные: цефеиды δ Цефея и η Орла, затменные β Лиры и U Цефея (Земля и Вселенная, 1995, № 5), переменная RR Лиры,

карликовая новая SS Лебедя (Земля и Вселенная, 1994, № 4), углеродная звезда R Северной Короны (Земля и Вселенная, 1994, № 2), а также несколько долгопериодических переменных, расчетные максимумы блеска которых приходится на июнь-июль 1996 г. Результаты наблюдений переменных звезд следует отправлять по адресу: 117419 Москва, ул. Донская, д. 37 ДНТТМ, к. 401, обсерватория

В. ЦИВЬЕВ

НОВЫЕ КНИГИ

“Оксфордская библиотека”: “Астрономия”

В 1994 г. издательство “Oxford University Press” выпустило книгу Саймон и Жаклин Миттон “Астрономия”, которая в 1995 г. была переведена на русский язык (издательство “РОСМЭН”, перевод кандидата физико-математических наук И.И. Викторовой, научный консультант доктор физико-математических наук О.Н. Ржига, редактор доктор физико-математических наук В.А. Ацаркин; книга напечатана в Германии).



Книга адресована широкому кругу читателей. Она содержит четыре основных раздела (“Что изучает астрономия”, “Солнеч-

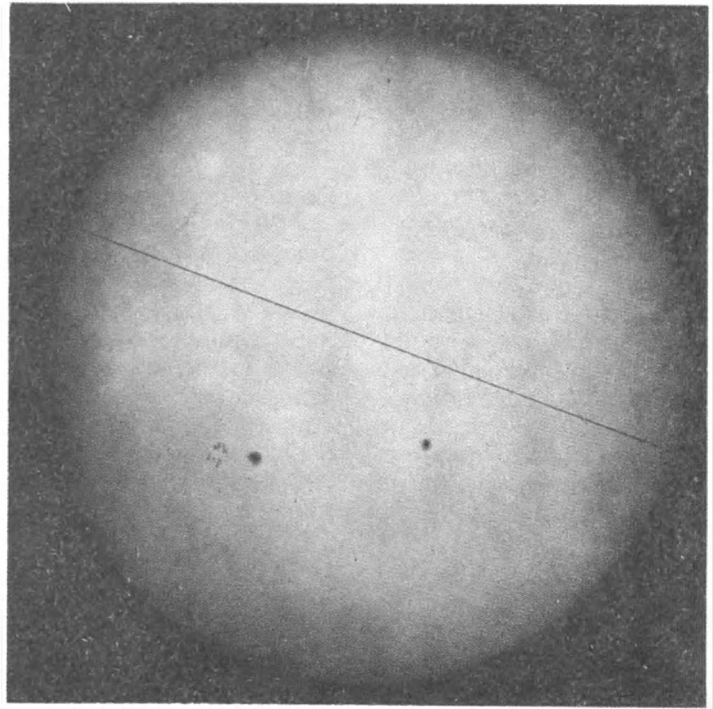
ная система”, “Солнце и звезды”, “Галактика и Вселенная”), а также звездные карты, словарь и алфавитный указатель. Издание большого формата, роскошно иллюстрировано и отличается прекрасным полиграфическим исполнением. Оформление наверняка привлечет внимание читателей, которые найдут здесь множество фотографий и оригинальных рисунков.

Интересно и содержание. Как видно из перечисления основных разделов, структура книги традиционна. Однако немало оригинального обнаруживается в раскрытии каждой темы, в рассказе о каждом небесном теле или о системе небесных тел. В этом убедится каждый, кто прочитает оксфордскую “Астрономию”.

Солнце в октябре-ноябре 1995 г.

В первые дни октября на диске было лишь одно небольшое пятно. 8 октября из-за восточного крыла вышло сравнительно крупное пятно, окруженное ярким компактным факелом. Одновременно, примерно в центре диска, появилась небольшая биполярная группа, которая существовала несколько дней, мало изменяясь. Спустя три дня из-за восточного края примерно на той же широте, что и 8 октября, вышла еще одна также довольно крупная группа пятен. Обе группы пересекли весь диск. В результате вся вторая декада октября оказалась довольно активной для текущей фазы цикла. Число групп пятен менялось в пределах от 2 до 4, пиковые значения индекса W составили около 60 единиц в период 11-14 октября.

К началу третьей декады, ко-



Фотосфера Солнца 14 октября 1995 г. (период наивысшей активности в рассматриваемом интервале времени). В левой нижней части диска группа пятен, давшая вспышку 20 октября

гда занятая пятнами область стала заходить за западный край диска, на восточном крае появи-

лись сначала факелы, а затем и две другие группы пятен. Благодаря им, индекс W сохранился на

К новым полетам на Луну

Японское Национальное управление по использованию космоса совместно с Институтом космических и аэрокосмических наук Министерства образования этой страны решило приступить к практическим шагам, чтобы поставить минеральные ресурсы Луны на службу человеку.

Согласно разработанному пла-

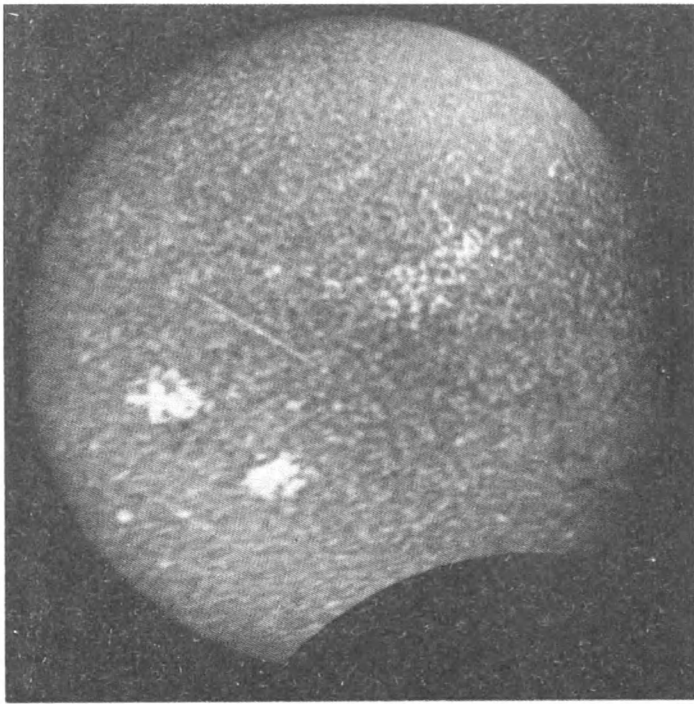
ну, примерно в 2000 г., используя уже имеющуюся ракету (Н-2) выведут на окололунную орбиту спутник массой около 2 т. Приборы, установленные на его борту, проведут съемку лунной поверхности в видимой, инфракрасной, рентгеновской и гамма-частях диапазона излучений. На борту спутника будут установлены лазерный высотомер для топографических наблюдений и ряд приборов, измеряющих радиацию.

Затем на Луну высадят "луноход", который проведет химический анализ геологических пород Луны, необходимый для выяснения вопроса о возможности и целе-

сообразности создания на Луне обсерватории.

Не исключено, что важной частью экспериментов станет поиск там изотопа гелия (He^3), который смог бы стать идеальным топливом для атомных реакторов. На Земле этот изотоп весьма редок (на него приходится порядка 10⁻⁷% общей массы гелия, находящегося в воздухе), но на Луне, как полагают, его очень много. Это вещество способно более эффективно вырабатывать атомную энергию, в отличие от применяемых ныне изотопов водорода – дейтерия (D^3) и трития (T^3).

New Scientist, 1995, 147, 8



Фотография Солнца, полученная во время частного солнечного затмения 24 октября 1995 г. на Са-телескопе Байкальской астрофизической обсерватории. Хорошо видны яркие флоккулы в лучах кальция

уровне около 25 до середины декады, а затем уменьшился до нуля.

Данные за октябрь указывали, что активность на Солнце развивалась в двух зонах, отстоящих друг

Информация

Приблизить время полетов к звездам!

В августе 1995 г. в США было объявлено о создании **Общества межзвездного движения** (Interstellar Propulsion Society) – общественной организации, ставящей своей целью... транспортировку людей

за пределы нашей Солнечной системы. Новое Общество собирается поощрять развитие тех отраслей науки и техники, которые ведут к пилотируемым полетам к другим звездным системам с использованием релятивистских скоростей.

При Обществе будет создана компьютерная библиотека, содержащая возможно более полный комплект книг и документов по данной тематике. Планируется в дальнейшем материально поддерживать исследования по пробле-

от друга по долготе на 180°. Можно было ожидать, что в ноябре будет аналогичная картина. Однако активность сохранилась лишь в первой из указанных зон (одиночное пятно, появившееся 6 ноября и существовавшее без заметных изменений до захода за западный край 17 ноября). В этот период $\bar{W} = 11$, а остальное время $W = 0$. Таким образом, в ноябре \bar{W} оказалось самым низким, начиная с 1987 г.

Итак, в октябре-ноябре уровень активности определялся преимущественно одним активным центром, получившим наибольшее развитие во второй декаде октября. Этот центр был и вспыхечно-активным. В нем 20 октября зарегистрирована протонная вспышка, сопровождавшаяся всплеском сантиметрового радиоизлучения с интенсивностью 500 единиц. Вспышка обусловила возмущенность геомагнитного поля Земли и нарушение условий радиосвязи в высоких широтах.

В.Г. БАНИН,
доктор физико-математических наук

С.А. ЯЗЕВ,
кандидат физико-математических наук

мам межзвездных полетов, выделять субсидии и стипендии, способствовать созданию соответствующих кафедр в высших учебных заведениях.

Среди тех, кто оказывает поддержку новому Обществу, – аэрокосмические компании “Боинг” и “Мартин-Мариэтта”, Исследовательский центр NASA им. Льюиса (все – в США), а также крупная британская фирма “АЕА Технологии”.

New Scientist, 1995, 147, 11

Звездный ларец*

Взглянув в подробный звездный атлас, например, в «SAO» (Smithsonian Astrophysical Observatory), или «Uranometria 2000.0», мы обнаружим, что все небо в окрестностях ковша Большой Медведицы и особенно к юго-востоку от него буквально усыпано значками, отмечающими галактики (они образуют настоящий шлейф, протянувшийся от Большой Медведицы через Гончих Псов к Волосам Вероники). «Uranometria 2000.0» указывает 49 галактик только внутри ковша! Что ж, вдохновляющие перспективы! Подготовим наши телескопы – и в путь.

Начнем с объектов ярких и известных. Но как выделить их среди сотни других, обозначенных на карте? Для этого сначала привычно ищем в их обозначениях букву «М», что означало бы их принадлежность к каталогу Ш. Мессье. Почти все объекты этого каталога –

подлинное украшение неба. Но как и среди земного дворянства, среди «небесного» есть и столбовые (старые его представители), и включенные в небесный «Гербовник» значительно позже. Три таких объекта находятся как раз в той области неба, которую мы намерены исследовать.

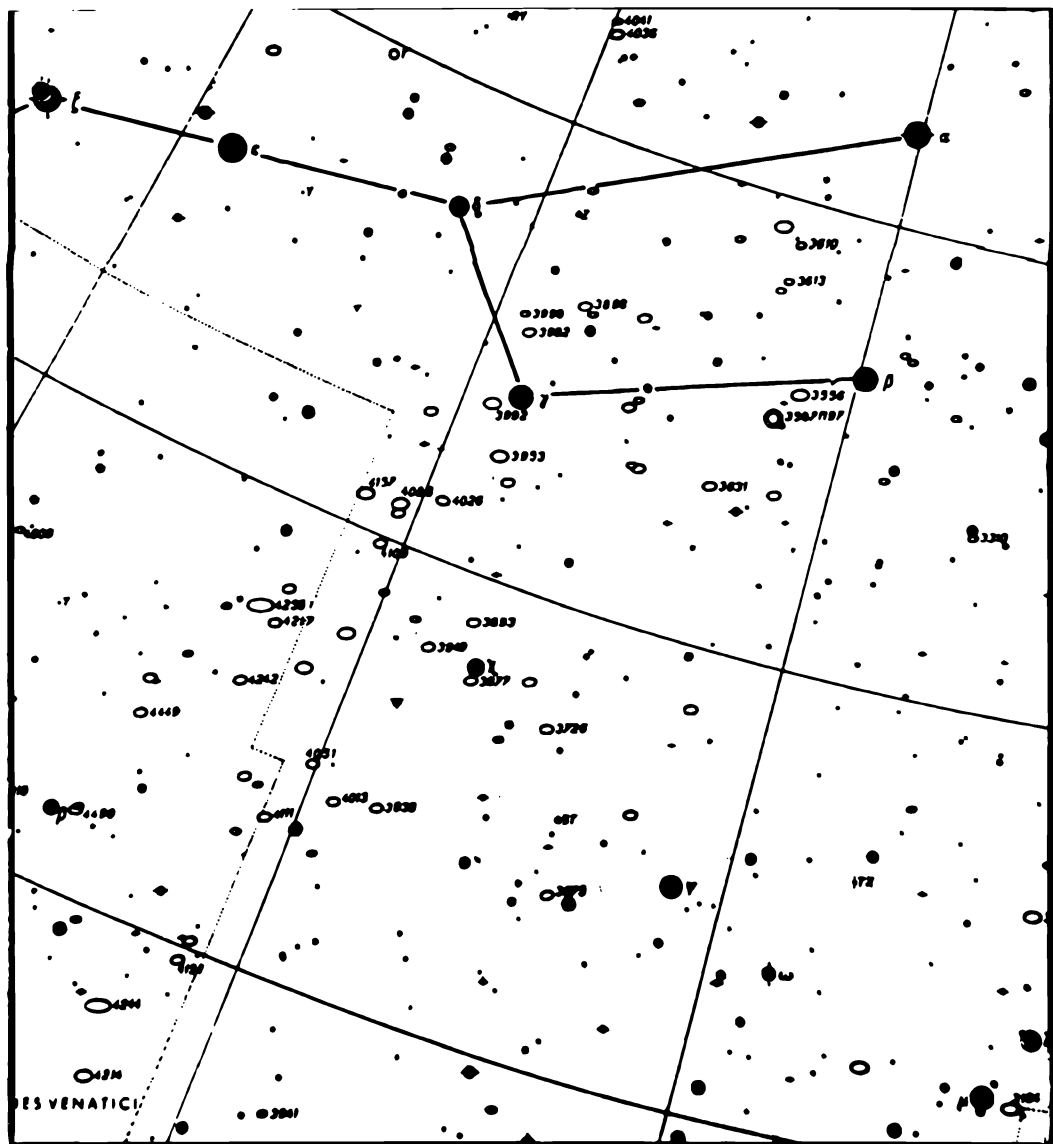
Галактику **М 109**, расположенную вблизи звезды ζ УМа, найти несложно. Ее блеск 10,8^m, и она хорошо заметна даже в 60-мм рефрактор. Рукописные пометки, сделанные Ш. Мессье в личном экземпляре своего «Каталога», свидетельствуют, что он знал о существовании как ее, так и двух других галактик, о которых речь пойдет далее. Все три (как и значительная часть всего каталога Мессье) были открыты в середине XVIII в. учеником и другом Шарля, П. Мешеном. Но по каким-то причинам автор не включил их в последнее прижизненное издание своего главного труда. Лишь в нашем столетии исследователи дополнили «Ка-

талог» еще семью объектами, доведя их общее число до 110.

Спирали **М 109**, столь явственные на фотографиях, в небольшой инструмент заметить нельзя, как и звездочку ~13^m чуть севернее ее ядра. Но телескоп с объективом 25 см и более в ясную ночь покажет и то и другое. При достаточно большом увеличении (150 \times и выше) даже не очень крупные инструменты позволяют различить в **М 109** перемычку (бар) – ведь галактика относится к классу **S(B)b**, а эти образования у таких галактик очень отчетливы. Перемычка будет выглядеть, скорее всего, неярким продолговатым сгущением, пересекающим ядро галактики.

Галактика **NGC 3953** находится в 1,5° южнее **М 109** и почти не отличается от нее по блеску (10,0^m), хотя выглядит чуть меньше. Галактики очень схожи между собой (удивительно, найдя одну из них, Мешен и Мессье не заметили другую). На том же точно расстоянии

* Продолжение. Начало см. в №№ 2-6, 1992; № 6, 1993; №№ 1-4, 1994; № 1, 1995.



от ядра у NGC 3953 видна слабая звезда, что только усиливает сходство.

NGC 3931/3917A располагается в $0,5^\circ$ юго-западнее NGC 3953 и не поражает своей яркостью. Блеск ее около 12^m при размерах $4,6' \times 0,9'$. При слабой центральной конденсации эта галактика – объект для телескопов до 20 см в диаметре. По-

мочь при ее поиске сможет очень прозрачное и темное небо.

Теперь в нескольких градусах юго-восточнее отыщем истинное украшение северного неба – спираль **M 106 (NGC 4258)**. К сожалению, астрономы-любители наблюдают эту галактику довольно редко, а она заслуживает иного. Блеск M 106 – не менее

Карта из звездного атласа А. Бечваржа «Atlas Coeli» поможет читателю познакомиться со значительной частью созвездия Большой Медведицы. В атласе указаны галактики до $12,5^m$ и звезды до $7,75^m$

$8,5^m$, поэтому она доступна даже 5-см биноклю. Фотографический ее размер достигает $20' \times 6'$, но видимый не превышает по-



ловины этих значений, а значит, поверхностная яркость галактики довольно велика. С небольшим телескопом никаких

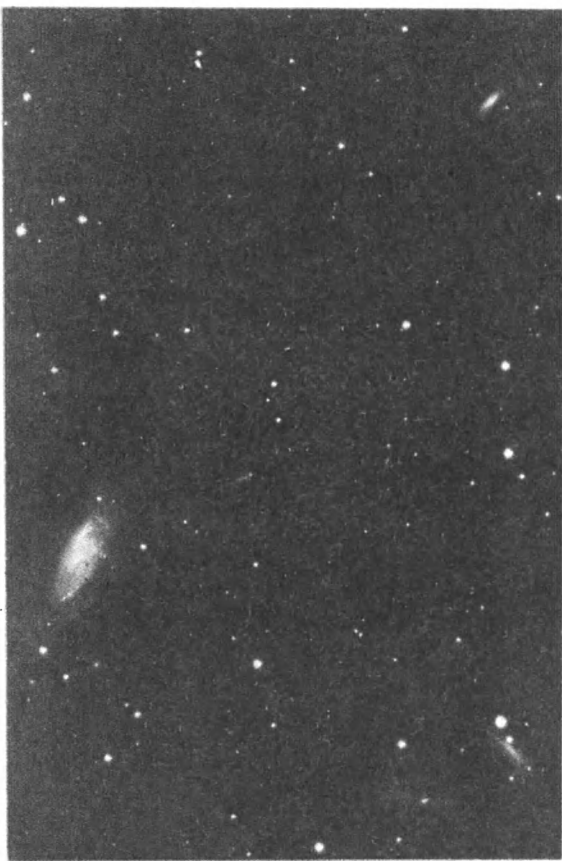
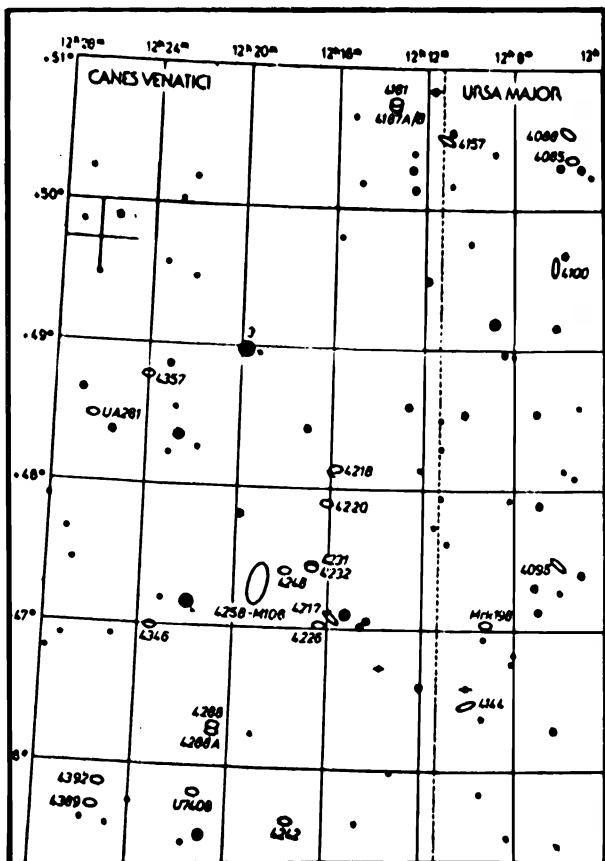
деталей строения рассмотреть не удастся – галактика выглядит ровным параллелограммом с ярким центром. Если небо

Галактика М 109 (NGC 3992) – одна из самых ярких и доступных в созвездии Большой Медведицы и на всем небе. Вверху справа – звезда ζ Ума



достаточно темное, можно разглядеть и слабое прозрачное гало, каким представляются разреженные внешние ее области. 30-сантиметровые и большие телескопы позволяют рассмотреть концы спиральных ветвей, лучше всего заметные у острых углов «параллелограмма».

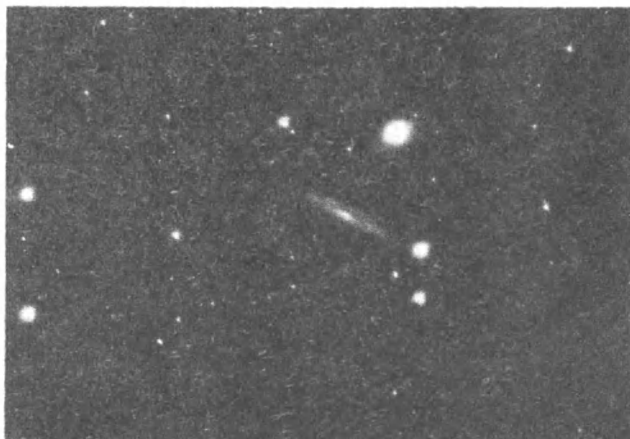
Спиральные галактики NGC 3953 и NGC 3931/3917A. Слабая галактика NGC 6840 имеет блеск около 12,7^m



Как и надлежит настоящей аристократке, М 106 окружена многочисленной и богатой свитой. Из ярких – ближайшая к ней

NGC 4217 имеет блеск чуть слабее 11^м и размеры 3,9' × 1,2'. Она подобна веретену, т.е. спирали видимой в профиле.

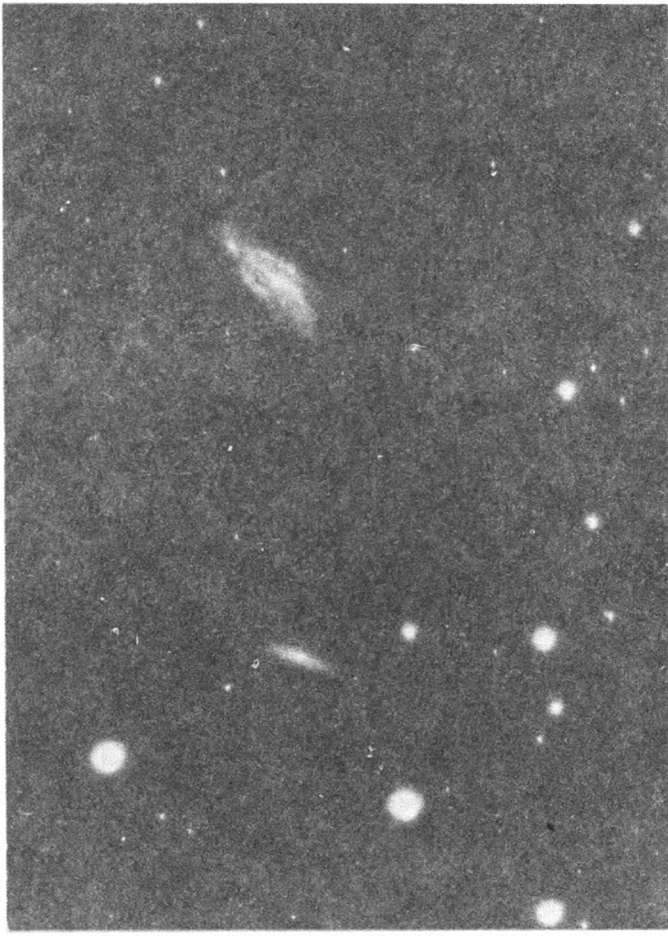
М 106 и ее ближайшее окружение. Фрагмент карты из атласа «Uranometria 2000.0» поможет найти другие интересные объекты этой области



В 20-см телескоп она смотрится очень красиво, а несколько ярких звезд, к которым как бы прильнула эта слабая светлая полоска, придают картине дополнительную прелесть.

NGC 4220 находится чуть севернее NGC 4217 и видна так же хорошо, как и та, в 11-сантиметровый «Мицар» при увеличении

Спиральная галактика NGC 4157



54х, хотя ее интегральный блеск ниже – 11,7^m (меньше видимые размеры 2,5' × 0,4'. Сконденсирована она значительно сильнее, чем соседка.

NGC 4248, что расположена к М 106 ближе остальных, значительно слабее и в «Мицар» уже неразличима. Она имеет блеск 12,6^m и размеры 2' × 1'. Вряд ли ее можно найти с телескопом до 15 см. Соседние **NGC 4231** и **NGC 4232** с визуальным блеском около 14^m представляют интерес только для охотников за небесной «мелочью» с 30-40-

сантиметровыми телескопами.

Чтобы познакомиться с остальным окружением М 106, взглянем на карту. К западу и северо-западу от нее выделяется целых пять галактик, показанных в «Uranometria» овалом. Они представляют собой, на мой взгляд, самую красивую разновидность этих объектов – видимые «с ребра». Следует отметить, все они – спирали класса Sc. (Эта странность – практически полное отсутствие эллиптических галактик – относится ко всему скопле-

нию галактик, по которому мы путешествуем. Объяснения ей автор пока не встречал.)

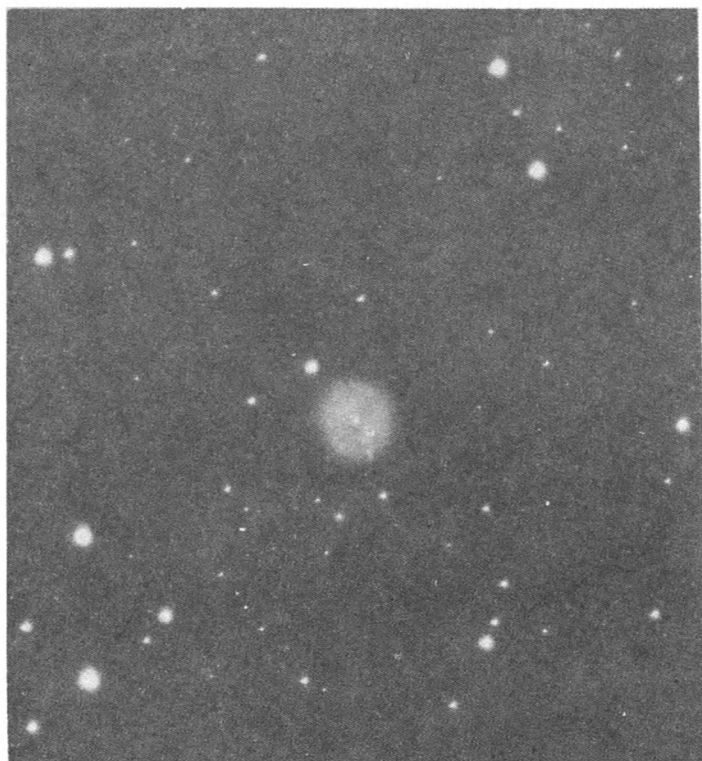
Блеск **NGC 4096**, **NGC 4157** и **NGC 4100** – 11,9^m, а **NGC 4144** – 11,6^m. Размеры первых двух 6' × 1', а у последних – 4' × 1' и 5,3' × 0,7' соответственно. Рассмотрите их внимательно: каждая, несмотря на сходство формальных данных, окажется «на свое лицо».

Галактика **NGC 4088** имеет размеры 5,2' × 1,7' и светит как звезда 10,9^m. Ее можно заметить даже в 8-см рефрактор. На фото она выглядит гораздо интереснее, чем предыдущая четверка – в ней различаются многочисленные неоднородности, столь привлекательные для визуального наблюдателя. Наведя на нее свой 35-сантиметровый «Добсон», я смог рассмотреть, что юго-восточный край галактики выглядит более ярким, в центре различимо яркое ядро, а северо-восточную оконечность ее украшает слабый «хвост», очень похожий на свое фотографическое изображение. Смогут ли читатели рассмотреть какие-то детали **NGC 4088**? Ее спутник, **NGC 4085**, находится в 11' южнее. Он на величину слабее и не представляет собой ничего примечательного, за исключением того, что это еще одна сигарообразная туманность размером 2,3' × 0,5'.

Планетарная туманность «Сова» (M 97) – одна из самых ярких и красивых на небе.

Снимки к статье сделаны на 40-см астрографе Цейсса (1:5) Северокавказской астрономической станции КГУ. Пластины – ZU-21, выдержка – 45 мин

В статье этого цикла, опубликованной в № 2 за 1992 г., упоминалась планетарная туманность «Сова», M 97. Я просил тогда читателей поделиться результатами наблюдений и получил довольно многочисленную почту. К моему удивлению, среди наблюдений оказалось несколько с отрицательными результатами. Например, читатель Р. Гайнутдинов из г. Салават пишет, что с помощью «Мицара» он обшарил всю область, где находится туманность, но не нашел ничего. В то же время С. Даниленко из С.-Петербурга без труда обнаружил ее с 65-мм «Алькором». Видимо, ключевым фактором при поиске подобных объектов является фон неба. К счастью, отыскавших туманность оказалось гораздо больше. Все они сходятся в том, что M 97 – объект несложный. «Глаза совы», темные пятна на фоне светлого диска, А. Санко-



вич из г. Москвы заметил с 155-мм рефлектором, а С. Гуреев из г. Новгорода – даже с «Мицаром».

В заключение взглянем на замечательную галактику M 108, расположенную в одном поле зрения несильного окуляра с M 97. Она внешне напоминает M 82, но более сильно фрагментирована и заметно слабее: блеск – $10,7^m$, а размеры $8' \times 1,5'$. С. Гуреев пишет, что при увеличении $129\times$ «Мицар» отчетливо показывает темные провалы и светлые сгустки

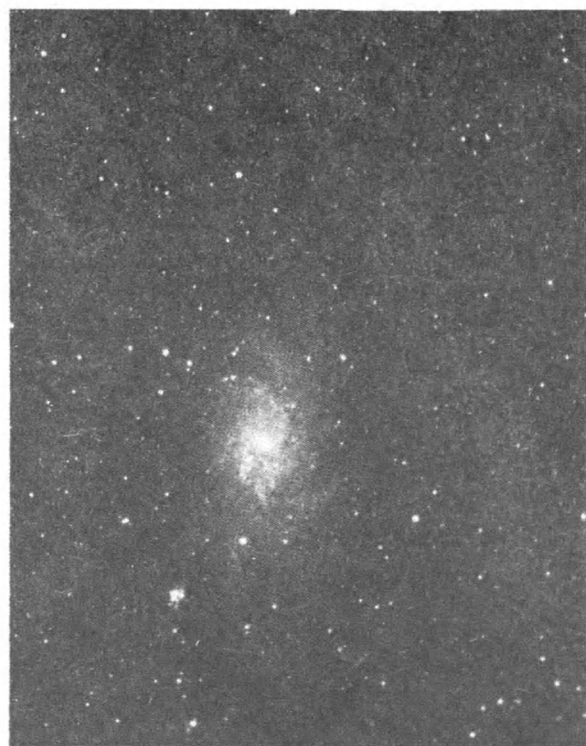
вдоль всей большой оси галактики. В 35-сантиметровый телескоп хорошо видна звезда $11,5-12^m$ вблизи центра и пара слабых, $14-15^m$, звездочек восточной стороны от него.

Надеюсь, приведенные карты помогут читателю совершить и другие путешествия к иным галактикам.

А.Ю. Остапенко
Председатель Московского
клуба любителей астрономии.
117419, Москва, ул. Донская, 37,
к. 401, обсерватория



Комета 6P/Д'Арре 27 августа 1995 г., активно наблюдавшаяся любителями астрономии всего мира в течение нескольких месяцев. Снимок сделан Т.В. Крячко на 40-см астрографе Цейсса (f/5) СКАС КГУ. Фотоэмульсия НТ-1АС, гиперсенсibilизированная в водороде (выдержка 45 мин)



Галактика М33 в созвездии Треугольника. Снимок сделан фотообъективом "Рубинар-500" (f/5,6) московским любителем астрономии А.Ю. Остапенко во время экспедиции Московского Клуба любителей астрономии на Кавказ (осенью 1995 г.). Пленка Kodak T-Max 3200, выдержка 30 мин

Применение систем управления базами данных в астрономических расчетах

Выполнение астрономических расчетов требует громоздких вычислений и операций с многозначными числами. Применение вычислительной техники позволяет значительно облегчить расчеты и ускорить их проведение. Наиболее доступны для любителей астрономии калькуляторы и микро-ЭВМ, однако с распространением персональных ЭВМ появляется возможность доступа к ним у коллективов и у отдельных любителей.

На персональных ЭВМ можно работать в различных программных системах. Возникает вопрос: на чем писать программы – на БЭЙСИКЕ, ПАСКАЛЕ или же на каком-нибудь другом языке. По-моему, наибольшие удобства для программирования астрономических расчетов предоставляют **системы управления базами данных** (СУБД). Наиболее известные из них – Paradox, FoxPro, dBase и т.д. Напомним, что **база данных** (БД) служит для хранения информации и организована в виде таблицы, столбцы которой называются полями (имеющими одинаковый тип данных – числа, символы, даты), а строки – **запи-**

сями. Запись содержит информацию об одном каком-то объекте (звезде, планете и т.д.). СУБД – специализированный язык программирования для создания систем управления данными.

Базы данных хранятся на жестких или гибких магнитных дисках как файлы, имена которых определяются пользователями при их создании, а расширение носит стандартный вид – .dbf. БД могут использоваться различными СУБД, работа которых во многом схожа между собой. Действия с базами данных покажем применительно к среде СУБД FoxPro.¹

Разберем более подробно организацию базы данных планет, Луны и Солнца, в которой будут записаны данные, используемые для расчетов эфемерид. Ее создание осуществляется специальной командой СУБД, во время исполнения которой присваивается имя БД (planet.dbf), задаются: число, типы и размеры полей. Структура БД имеет следующий вид:

¹ Попов А.А. Программирование в среде СУБД FoxPro 2.0. Построение систем обработки данных.– М.: Радио и связь, 1993.

Structure for database: PLANET.DBF

Field	Field Name	Type	Width	Dec
1	NAZVANIE	Character	10	
2	DOLG	Numeric	12	8
3	DOLG1	Numeric	16	8
4	DOLG2	Numeric	12	8
5	DOLG3	Numeric	11	9
6	POLUOS	Numeric	11	7
7	EXCEN	Numeric	11	9
8	EXCEN1	Numeric	11	9
9	EXCEN2	Numeric	11	9
10	EXCEN3	Numeric	11	9
11	NAKLON	Numeric	11	9
12	NAKLON1	Numeric	11	9
13	NAKLON2	Numeric	11	9
14	NAKLON3	Numeric	11	9
15	DOLUZL	Numeric	11	7
16	DOLUZL1	Numeric	11	9
17	DOLUZL2	Numeric	11	9
18	DOLUZL3	Numeric	11	9
19	UGLDIAM	Numeric	10	6
20	FAKBLESK	Numeric	10	8
21	AN	Numeric	11	7
22	AN1	Numeric	13	6
23	AN2	Numeric	11	7
24	AN3	Numeric	11	7
25	ARGPER	Numeric	11	7
26	ARGPER1	Numeric	11	9
27	ARGPER2	Numeric	11	9
28	ARGPER3	Numeric	11	9

БД имеет 28 полей (Field). Их имена (Field Name) образованы от наименований соответствующих данных: название – NAZVANIE (символьный тип); средняя долгота – DOLG, DOLG1, DOLG2, DOLG3 (здесь и далее – числовой тип); большая полуось – POLUOS; эксцентриситет – EXCEN, EXCEN1, EXCEN2, EXCEN3; наклон орбиты к плоскости эклиптики – NAKLON, NAKLON1, NAKLON2, NAKLON3; долгота восходящего узла – DOLUZL, DOLUZL1, DOLUZL2, DOLUZL3; угловой диаметр – UGLDIAM; фактор блеска – FAKBLESK, средняя аномалия – AN, AN1, AN2, AN3; аргумент перигелия – ARGPER, ARGPER1, ARGPER2, ARGPER3.

Для всех полей указываются размеры в символах или разрядах

(Width), а у числовых полей дополнительно – размеры дробной части (Dec). Поля с индексами на конце 1, 2 и 3 служат для размещения вековых членов соответствующих данных. Конкретные значения при вводе взяты из книги Ж. Меёса «Астрономические формулы для калькулятора» (М.: Мир, 1984). Запись данных в БД может делать непосредственно пользователь, открывая командой СУБД окно просмотра и редактирования БД, либо это производит предварительно написанная программа. Программный ввод осуществляется в виде диалога с пользователем, приемом данных из других БД или же файлов других типов.

Во время диалога программа выводит пояснения – комментарии и объекты для ввода значений, при действии команды ввода можно производить контроль вводимых данных. Импорт данных допускается из следующих источников: текстовые файлы, электронные таблицы LOTUS 1-2-3 и Microsoft Excel, файлы систем Framework, Multiplan, Symbolic Link.

Использование данных из БД поясним кратким описанием программы расчета эфемерид, после запуска которой на экране появляется меню, состоящее из названий планет, Луны и Солнца. Выбор объекта расчета осуществляется клавишами перемещения курсора и подтверждается нажатием на клавишу ENTER.

ВЫБЕРИТЕ И НАЖМИТЕ ENTER

Меркурий	Сатурн
Венера	Уран
Марс	Нептун
Юпитер	Плутон
Луна	
Солнце	
Выход	

Солнце в марте 1995 года

День	На 0 часов всемирного времени			Восход ч м	Заход ч м
	Прямое восхождение h m s	Склонение ° ' "	Звездное время ч м с		
1	22 45 52	-7 50 46	10 33 19	6 53	17 29
2	22 49 35	-7 28 12	10 37 15	6 50	17 31
3	22 53 22	-7 5 6	10 41 12	6 48	17 33
4	22 57 4	-6 42 20	10 45 9	6 45	17 36
5	23 0 50	-6 19 2	10 49 5	6 43	17 38
6	23 4 31	-5 56 5	10 53 2	6 40	17 40
7	23 8 15	-5 32 37	10 56 58	6 38	17 42

Эфемериды планет рассчитываются на задаваемое пользователем число расчетных дат. Эфемериды Луны и Солнца рассчитываются на месяц. Поэтому вслед за произведенным выбором появляется либо запрос количества и значений дат (для планет), либо даты начала интересующего месяца, хотя в этом случае расчет легко запрограммировать на год.

Для эфемерид Луны или Солнца удобно использовать встроенные календарные функции СУБД – MONTH () и YEAR (), позволяющие получить из календарной даты (день/месяц/год) числовое значение месяца или года. Применение функции YEAR () дает правильный результат независимо от того, задан год в виде двух или четырех цифр. Например:

MONTH («14/04/95») = 4, YEAR («14/04/95») = 1995.

Предположим, что эфемериды Солнца рассчитываются на март, подпрограмма расчета эфемериды на один день по заданной расчетной дате – efemerid, расчетная дата – rasdat на первом шаге имеющая значение первого дня месяца. Вызов подпрограммы efemerid и увеличение расчетной даты на один день будет происходить в цикле, условие действия которого – пока месяц расчетной даты равен 3 (март). Текст приведен ниже с комментариями, команды программирования и функции написаны пропис-

ными буквами, имена переменных и подпрограммы – строчными.

mes = MONTH (rasdat) – установка контрольного значения месяца

DO WHILE MONTH (rasdat)-mes – начало и проверка цикла

Do efemerid – вызов подпрограммы расчета эфемерид

rasdat = rasdat + 1 – получение следующей расчетной даты

ENDDO – конец цикла.

Данный цикл будет работать, пока расчетная дата не перейдет в апрель. В итоге будут получены эфемериды Солнца с 1 по 31 марта. Поля БД в программе используются как переменные соответствующего типа. Никакого предварительного описания не требуется, что показывает следующий пример. В начале работы подпрограммы efemerid производится пересчет элементов орбиты от эпохи задания (1900,0) к расчетной дате, для сокращения текста приведение элементов будет показано для эксцентриситета. В тексте фрагмента используются переменные: n – номер записи, t0 – эпоха задания элементов орбиты.

USE planet – открытие БД планет

GO n – нахождение записи

t = (rasdat – t0)/36525 – расчет значения юлианских столетий

exc = excen + excen1 × excen2 × t^2 + excen3 × t^3 – расчет эксцентриситета.

Аналогично пересчитываются остальные элементы орбиты. Расчет положения осуществляется по алгоритму, содержащемуся в книге Ж. Меёса. Полученный результат выводится на экран в следующем виде (приведена только часть), вывод осуществляется командами:

G, x, y, SAY N

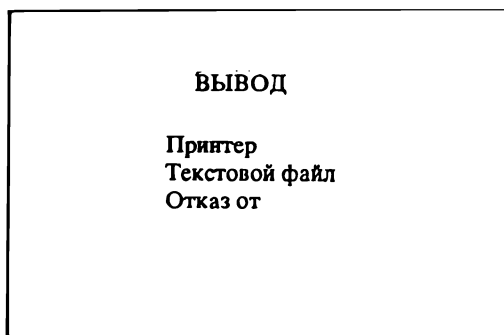
где x, y – координаты строки и столбца на экране

N – переменная, поле БД, сообщение и т.д.

Последующий вывод результатов производится либо на принтер, либо в текстовый файл. Направление вывода запрашивается у пользователя в окне следующего вида.

При выборе принтера происходит распечатка результатов, а перед выводом в текстовый файл в программе формируется его имя, конечный символ которого указывает на месяц расчетов.

У читателя может возникнуть вопрос, какую СУБД лучше всего исполь-



зовать для работы с базами данных. Для выполнения астрономических расчетов можно применять любую СУБД, так как их программирование очень близко друг к другу, а одна и та же БД может использоваться различными СУБД. Вообще, использование той или иной СУБД в астрономических расчетах в значительной мере определяется привычками самого пользователя.

БИРЮЛИН В.И.

(305022, г. Курск, ул. Союзная, д. 69Б, кв. 36)

Информация

Полярные сияния исследует радиолокатор

Европейское космическое агентство намерено осуществить проект "Cluster" с целью изучения ионосферы из внешнего пространства. Предполагается задействовать четыре искусственных спутника Земли, которые должны быть запущены на орбиту в конце 1995 г.

Известно, что проникающие в ионосферу заряженные частицы "солнечного ветра" вызывают по-

лярные сияния, нарушают радиосвязь и, в конечном счете, влияют на погодные условия. Естественным "щитом" планеты, защищающим ее от этих частиц, служит магнитное поле. Однако и сами частицы генерируют свои собственные поля, которые могут искажать земное поле, а иногда и прорываться сквозь него, вторгаясь в ионосферу. Здесь они нарушают обычное состояние электрического поля и порождают "зыбь" в плотностном распределении электронов. Такое явление теперь может наблюдаться при помощи радиолокаторов.

В Лейстерском университете (Англия) под руководством научного сотрудника Кристофера Томаса разработан проект такого аврорального зондирования.

New Scientist, 1995, 147, 18

Аномальное и тревожное лето 1995 г.

БИРМАН Б.А.,
кандидат географических наук
БАЛАШОВА Е.В.,
кандидат географических наук
Гидрометцентр Российской Федерации

В северном полушарии начинается весна. Но мы еще не знаем, чем она закончится и какое лето за ней последует. Строить прогнозы в последнее время становится все труднее. Вот и лето прошлого года сложилось не совсем таким, каким его видели специалисты.

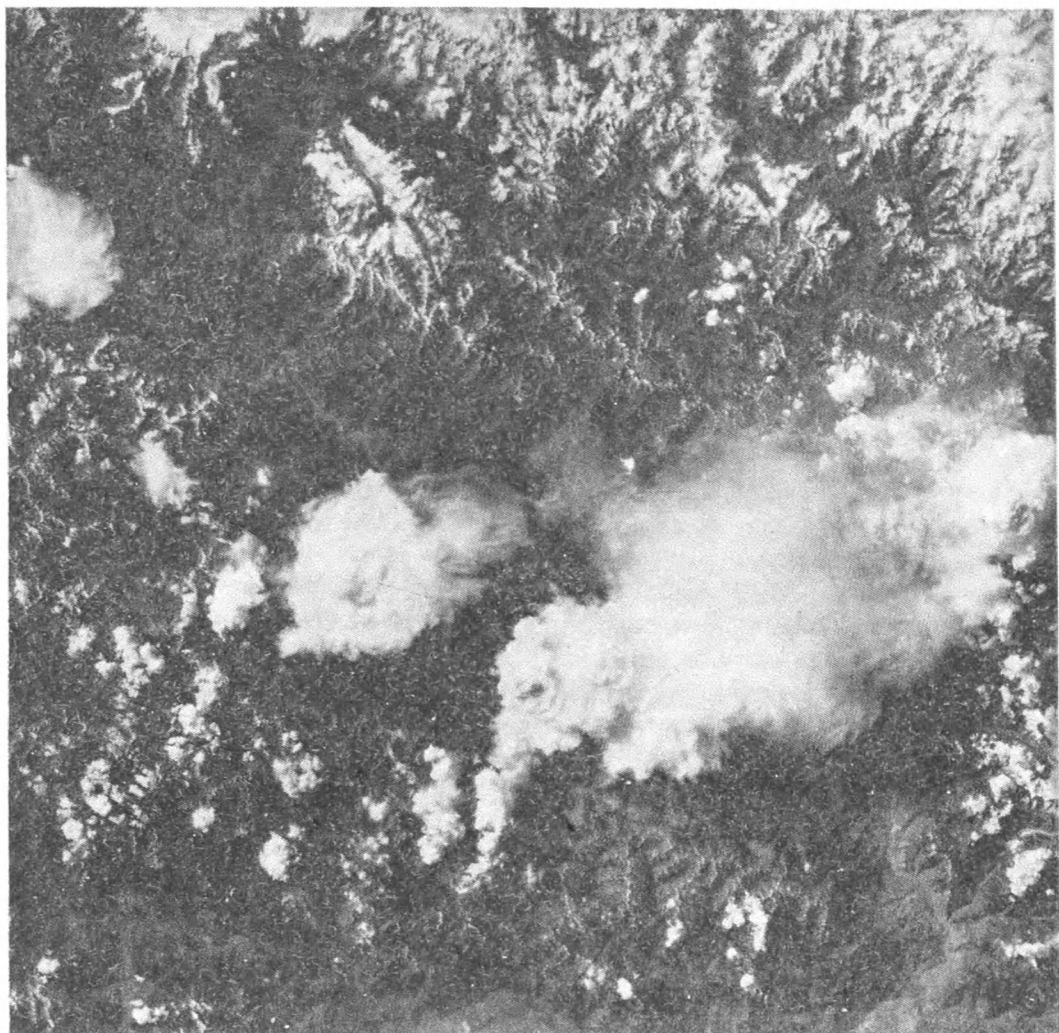
Для большей достоверности прогноза совершенно необходимо знать все о сезоне минувшего года. Всегда интересно сравнить настоящее с прошлым. Особенно, если это касается погоды, которая интересует всех.

Лето 1995 г., по всей вероятности, войдет в историю как исключительно жаркое и сухое в одних областях Земного шара и чрезвычайно дождливое, грозное и штормовое – в других. Подобно весне, лето принесло множество

неприятных сюрпризов жителям ряда стран мира и оставило немало загадок для ученых-метеорологов. Раньше обычного появились в этом году сообщения о разрушительных тропических ураганах и штормах. Необычайная засуха поразила Западную Европу – по сведениям Британской службы погоды подобной ей не было за весь 300-летний период наблюдений – с 1659 г. Исключительно высокие температуры воздуха отмечены в странах умеренного пояса. Столь теплое лето свойственно больше Аравии и Африке. Много воды обрушилось с муссонами и тайфунами на юго-восточную Азию. Все эти неожиданности напоминают снова о том, как мало еще известно человечеству о капризах стихии и причинах, их порождающих.

КАК НАЧИНАЛОСЬ МИНУВШЕЕ ЛЕТО

На территории России исключительно теплая весна перешла в еще более жаркое лето. В июне огромная область положительных аномалий температуры заняла территорию от Прибалтики до Южного Урала и Средней Азии, а также Восточную Сибирь. Наибольшие аномалии наблюдались на Южном Урале – более +5°C, а в районе соленого озера Эльтон в Волгоградской области – даже +5,5°C. Между этими двумя обширными зонами аномального тепла располагалась область холода – в Западной Сибири температуры были на 2-3°C ниже нормы. Довольно прохладно начался июнь и в Западной Европе – здесь отрицательные аномалии неделями держались на уровне 2-4°C.



В то же время в первую неделю июня во многих областях России, Украины и Прибалтики было теплее обычного. В Москве июнь оказался на $3,2^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Столь **жаркий июнь** в средней полосе России вообще чрезвычайно редкое явление.

Год начался с погодных аномалий, они и дальше так и идут одна за другой. Большая часть первого месяца лета была очень **засушливой** в центральных и южных об-

ластях Европейской территории России, в Поволжье, на Урале и во многих районах Сибири – выпало менее 40% от нормы осадков, а местами их не было вообще. В этих условиях зерновые культуры, для которых июнь – время наиболее интенсивного развития, оказались в очень тяжелом положении, и это привело к значительному недобору зерна во многих областях России. Сильная засуха продолжалась примерно

Облака вертикального развития над Гиндукушем. Космический снимок со станции "Салют-6". Август 1978 г.

до последней декады июля. Начавшиеся затем ливни, да еще зачастую с градом, в свою очередь, стали стихийным бедствием. В центральных районах ливни сопровождались штормовым ветром, от него пострадали многие населенные пункты в Липецкой области, а в

республике Марий-Эл ущерб от стихии составил около 300 млн руб.

Ливни привели к **наводнениям** в Алтайском крае: в Барнауле было подтоплено два городских района. Ливни с градом прошли в Астраханской области, уничтожив и повредив многие сельскохозяйственные посадки. Наиболее тяжелые условия сложились в Магаданской области, где ливни местами продолжались около суток без перерыва. Здесь стихия разрушила множество мостов, дорог, водопроводов, теплотрасс и линий электропередач, погубила сотни гектаров пашни и десятки голов скота.

Для жителей США июнь начался с неприятного сюрприза. В начале июня тропическая депрессия в приэкваториальной зоне Атлантики породила первый в этом году тропический шторм, который очень быстро превратился в ураган “Аллисон”, обрушившийся затем на Флориду с грозами, проливными дождями и штормовым ветром. Перед этим “Аллисон” натворила бед в Гондурасе – там во время грозы молния ударила в группу футбольных болельщиков, убив 16 и ранив более 20 человек. Этот ураган “пошеливек на свет” очень рано; обычно тропические циклоны возникают в конце лета и особенно осенью. Эти циклонические вихри, зарождающиеся в области экваториальной депрессии (зоны затишья), где сходятся

пассаты Северного и Южного полушарий и которая совершенно необязательно располагается на экваторе, обладают колоссальной энергией – на несколько порядков больше самого мощного ядерного заряда. Это наиболее страшные стихийные явления на Земле. В Северном полушарии их наблюдают в три раза чаще, чем в Южном. Развитие тропического циклона зависит от температуры воды в океане. Поэтому постоянно они стремятся идти в сторону самых теплых вод, от которых черпают запасы энергии. А поскольку максимальные значения температуры воды в океане отмечаются всегда в августе-сентябре, то и тропические циклоны бушуют именно в это время года. С ведущими воздушными потоками – в тропиках это восточные ветры, пассаты – тропические циклоны выходят на сушу, где быстро затухают, при этом энергия ветра приносит огромные разрушения. Они нередко выносятся вдоль океанских течений (Гольфстрима в Атлантике и Куроисио в Тихом океане) в умеренные широты, где превращаются в циклоны внетропических широт.

Скорости ветра в тропических циклонах – исключительно велики. Отмечены случаи, когда они достигали силы 70-90 м/с и даже более 100 м/с. Масса бедствий приносится ими на сушу, но не менее страшна встреча с ними в океане. Под дейст-

вием ураганного ветра, который к тому же все время “крутится” – меняет направление, – в океане образуются так называемые “пирамидальные” волны, запросто ломающие самое прочное судно, как спичку, лишь только нос корабля попадает на одну из вершин такой волны, а корма – на другую. Сильнейшие ливни с грозами дополняют картину этого грозного явления природы.

Итак, ураган “Аллисон”, выйдя на Флориду, через сутки потерял свою силу. Практически весь июнь над Флоридой располагалась фронтальная зона: бушевали ливни с грозами, местами очень сильные, которые привели к разрушениям мостов и дорог. Сильные дожди при довольно низкой температуре наблюдались практически весь июнь на западе США – температура была ниже нормы на 5°C. Лишь в конце месяца наконец потеплело, а в Калифорнии и Вашингтоне даже стало жарко – до 33°C. Но на большей части территории США и Канады июнь был очень сухим.

Очень жаркий июнь пережили Марокко, Мавритания и Нигер: до 47°C поднимался столбик ртути. Еще жарче было в Пакистане – местами температура доходила до 51°C. Летний муссон, который обычно начинается в июне, в этом году сильно опоздал. Лишь в первой декаде июля метеорологи отметили медленное его начало.

По всей территории центральной и западной Индии, южного Пакистана и части юго-восточной Индии и Шри-Ланки дефицит осадков наблюдался в течение первых 39 дней муссонного сезона. Такая сильная **задержка муссона** – обычное последствие Эль-Ниньо.

“МАКУШКА ЛЕТА”

Июль начался на Европейской территории России с похолодания, причем столь значительного, что средняя месячная температура июля оказалась на 2°C ниже нормы. Холоднее всего было в Архангельской области, к тому же, здесь выпало более двух норм осадков. В Москве месяц оказался чуть-чуть холоднее нормы – всего на 0,5°C. Это произошло из-за компенсации резким потеплением похолодания начала месяца.

На остальной территории бывшего Союза ССР июльские температуры были близки к норме. Обильные дожди прошли в Центральном районе России, на Южном Урале, в Новосибирской области, в Казахстане и Средней Азии. Очень много осадков выпало в Приморском крае, на Сахалине и на юге Камчатки. В Приморском крае ливни привели к наводнениям, нанеся большой урон экономике. Очень сильные дожди прошли на Украине. В Харькове они привели к наводнению с чрезвычайными последствия-

ми – из-за прорыва канализации под угрозой отравления оказался весь бассейн реки Северный Донец.

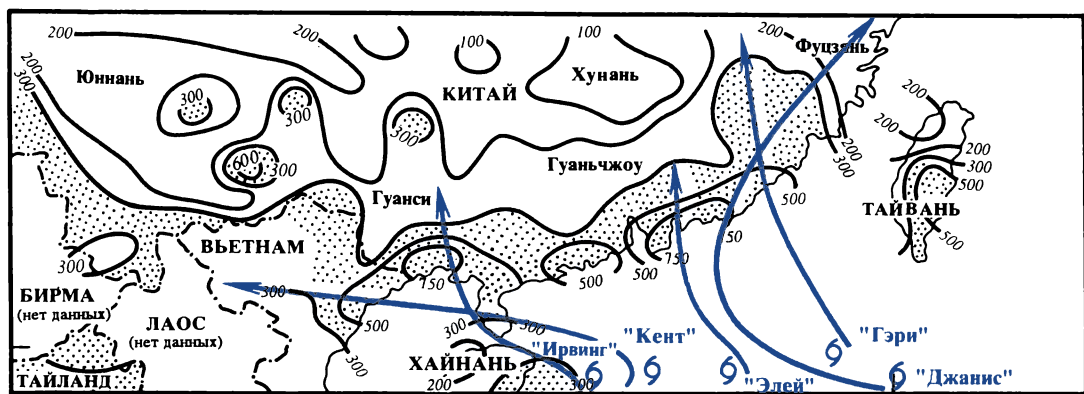
Зато в Западной Европе июль выдался очень **жарким и засушливым**. Жара обрушилась на Францию (местами до 44°C), Испанию и Португалию (до 42°C). Аномалии температуры в этих странах достигли 6-12°C. Также жарко было в Австрии, Германии, Швейцарии, Чехии. Из-за перегрева, обезвоживания организма, солнечного удара и внезапной остановки сердца в одной лишь Испании погибли десятки людей. Та же тревожная картина наблюдалась в США – во многих местах температура воздуха достигала 42-45°C. Исключительно высокое содержание влаги в горячем воздухе привело к тому, что так называемые эффективные температуры (в медицинской метеорологии ими характеризуют ощущение степени тепла или холода организмом человека) доходили до 49°C. В штатах Небраска и Канзас (США) отмечено много смертельных случаев, но особенно пострадали жители Чикаго, где от жары погибло около 400 человек.

В то время как в Европе, Америке, Африке и на Ближнем Востоке люди задыхались от жары, жители Индии, Пакистана, Китая и стран юго-восточной Азии страдали от другой беды – тропических ливней с разрушительными наводнениями. Эти яв-

ления были связаны, с одной стороны, с опоздавшим муссоном, который, как бы наверстывая упущенное, с удвоенной силой обрушился на Индию и Пакистан, а с другой – с тропическими штормами, выходящими на юго-восточную Азию, юг Китая и Японию. На территории Китая почему-то особенно страдали районы в нижнем течении реки Янцзы и Шанхай, расположенный в ее устье. Практически весь июль здесь шли сильнейшие ливни (местами более 300 мм) с наводнениями, сильными разрушениями и повреждениями сельскохозяйственных угодий; о жертвах не сообщалось.

В Северной Корее от проливных дождей и наводнений, вызванных тайфуном “Фей”, пострадало более 5 млн человек; ущерб от стихии составил около 15 млрд долларов. На севере Индии муссонные дожди унесли жизни свыше 600 человек. В Камбодже и Вьетнаме также прошли сильнейшие тропические ливни с наводнениями. От ливней сильно пострадали и южные районы Ирана, где полностью или частично разрушены более 20 деревень, погибло множество домашнего скота, были жертвы и среди людей.

Август на Европейской территории России прошел, в общем, спокойно, температуры были близки к норме. Зато в Восточной Сибири и на Колыме сформировались очаги



крупных положительных аномалий. В Новосибирской области аномалии превысили $+3^{\circ}\text{C}$, а на Колыме $+4^{\circ}\text{C}$. На севере Европейской территории России, на Северном Урале и на юге Западной Сибири осадков было достаточно – в норме и выше нормы. По-прежнему шли проливные дожди в Приморском крае и на Сахалине – местами более двух месячных норм. В то же время в Центральном районе России, в Южном Поволжье, на юге Западной Сибири и в Средней Азии дождей было мало, или же их вовсе не было. За исключением урагана, пронесшегося в ночь с 31 июля на 1 августа над Свердловской областью, повредившего линии электропередач и сорвавшего крыши с многих зданий, других опасных стихийных явлений на территории России не было.

ЖАРКИЙ И ДОЖДЛИВЫЙ АВГУСТ

Август не принес облегчения в Западную Европу – там продолжались сильная жара и засуха. В

Австрии, Швейцарии, на Британских островах, в странах Бенилюкс и на юге Норвегии аномалии температуры превысили 6°C . Суточные аномалии в Манчестере достигли даже $+10^{\circ}\text{C}$. На Иберийском полуострове повсюду температуры были около $+35^{\circ}\text{C}$, а местами до 42°C . И, как и в предыдущие месяцы, практически без капли дождя. Исключением была Гвадалахара в Испании, там неожиданно прошли сильнейшие ливни, принявшие характер стихийного бедствия.

На территории США август также был очень жарким, но, в отличие от Европы, дождливым. С Карибского моря шли тропические штормы и ураганы, принося сильные ливни с грозами и штормовым ветром. От этих явлений особенно страдала Флорида. Начало августа отмечено появлением мощного урагана "Эрин" и тропического шторма "Дин". Ветер, достигший 140 км/час , разрушил здания, вырвал с корнем множество деревьев и унес несколько человеческих жизней. Затем поя-

Суммы осадков (мм) и пути тропических штормов и тайфунов 23 июля-6 сентября 1995 г. Точками отмечены районы, где выпало более 300 мм осадков.

1 – тропические штормы (ветер силой более 12 м/с , но менее 29 м/с); 2 – тайфуны (ветер силой более 29 м/с) (по данным *Weekly Climate Bulletin*, Washington, D.C.)

вились тропический шторм "Габриэла" и ураган "Феликс", а в конце месяца – тропический шторм "Джерри". Здесь продолжалась сильная жара: в Калифорнии температуры достигали 40°C , а в Аризоне – 42°C , в штатах Огайо и Атланта – $32-38^{\circ}\text{C}$. Благодаря высокой влажности воздуха эффективные температуры достигали $40-50^{\circ}\text{C}$. Множество пожилых людей и даже людей среднего возраста не смогли пережить столь тяжелые погодные условия.

В августе продолжались сильнейшие муссонные дожди в Индии и Пакистане (местами до 550 мм), которые ослабли только в конце месяца. От необычайно сильных ливней в Маньчжурии и Северной Корее

произошло несколько широчайших разливов воды, неофициально объявленных “наводнениями века”. Расходы воды в некоторых реках достигли 8300 м³/с (согласно местным хроникам, это максимум за последнюю тысячу лет). Разрушены сотни тысяч домов, без крова осталось более миллиона людей. Причиной этих бедствий стали тропические штормы “Гэри”, “Элен”, “Ирвинг”, “Кент” и тайфун “Джанис”. От них также пострадали многие области Индокитая, юго-восточного Китая, Японии и Филиппин. Вблизи города Сан-Фернандо ко всем прочим бедам присоединились кипящие грязевые потоки со склонов вулкана Пинатубо, вызванные ливнем и ураганном ветром, принесенными “Кентом”.

В ЮЖНОМ ПОЛУШАРИИ

В Южном полушарии в июне-августе – зима. В конце июня, наконец-то, окончилась засуха на Гаваях, которая продолжалась более 9 месяцев. В начале июня прекратились ливни в Южной Америке, и здесь настала **сильная засуха**. В Аргентине и прилегающих к ней районах Парагвая дождей все лето практически не было. К тому же, с середины июля здесь установились **необычные холода**. В Чили, Аргентине, Парагвае и Уругвае температуры опустились на 2-4°C ниже нормы. В южных районах Аргентины столбик термометра опускался до -8°C, а на юге Чили – до -11°C. Чилийское правительство объявило о катастрофическом положении на юге страны, где

самый сильный за последние 40 лет снегопад отрезал от внешнего мира множество деревень и привел к гибели домашнего скота. Даже на 22° ю.ш. отмечены заморозки, что является очень большой редкостью для этих широт. Холода продолжались здесь весь август.

В Австралию также пришли холода – аномалии здесь во многих районах составили 4-5°C ниже нормы. Заморозки отмечены даже на 20° ю.ш. Однако в 20-х числах августа снова стало очень тепло – температура поднялась сразу на 6°C выше нормы.

Вот таким было прошедшее лето 1995 – столь же аномальное и тревожное, как и предшествовавшие ему зима и лето. К сожалению, не везде удалось синоптикам достаточно точно предсказывать события этого лета...

Информация

Лазерный контроль озона над Южным полюсом

С начала 1995 г. на американской южнополярной станции Амундсен-Скотт, расположенной на Южном географическом полюсе, начал работать лазерный радиолокатор (лидар), используемый для изучения атмосферного озона. Исследования осуществляют сотрудники Университета штата Иллинойс (США).

Луч лидара проникает на высоту более 100 км, что позволяет со-

ставлять трехмерные карты химического состава атмосферы и ее физического состояния в течение круглого года.

Частично рассеиваемый, а частично отражаемый ледяными частицами, каплями влаги и другими примесями в атмосфере, лазерный луч принимается на земле 14-дюймовым телескопом. Поскольку различные вещества рассеивают лучи с разной длиной волн, полихромный лазер позволяет измерять их концентрацию в атмосфере. Стало возможным также следить за изменениями размеров и формы ледяных кристаллов в процессе формирования озонной “дыры” над Антарктикой.

Трудности вызываются проблемами с электроснабжением и пе-

регрузкой энергогенераторов на станции Амундсен-Скотт, поскольку лидарное оборудование (особенно мощный 26-ваттный пульсирующий инфракрасный лазер) потребляет столько энергии, что зачастую приходится отключать энергоемкие приборы и оборудование.

Наряду с озониметрией, лидар будет использован и для решения других научных задач.

С помощью точно настроенного желтого лазерного луча, возбужденного свечением атомов натрия на 100-километровой высоте, ученые определяют изменение высоты газовой оболочки Земли и проследят за прохождением через нее гипотетических гравитационных волн.

Science Times, 1995, 24, 4

Как взрыв сверхновой

Э.В. ВЕЙЦМАН

I

–Звездолетчик Горинг! – раздалось в комнате. – С вами хочет говорить комиссар Вишневский.

–Какой еще комиссар? – удивился астронавт.

–Комиссар по охране общественного порядка 19-го участка. Он уверяет, что по очень важному делу.

–Ладно, соедините, – разрешил звездолетчик, и тут же на квадратном экране видеотелефона появилось лицо Вишневского.

–Звездолетчик Горинг? – осведомился комиссар.

–Допустим.

–Я беспокою вас по очень важному вопросу, – медленно сказал Вишневский.

–Это я уже слышал от робота, – колко ответил Горинг и по старой привычке, приобретенной им за долгие годы пребывания в космосе, выпалил в лицо изумленному комиссару: – У вас тридцать секунд на весь доклад!

Вишневский укоризненно показал голову:

–Сэр, мы же на Земле, а не там...

После последних слов комиссар выразительно посмотрел вверх.

–Извините, – смутился Горинг. – Знаете, по старой привычке... Так в чем дело?

–Должен вам сказать, – комиссар ухмыльнулся, – что писатели несколько не преувеличивают, изображая вас, звездолетчиков, этакими нелюдимами и бирюками.

Горинг моментально парировал:

–Ну, мы, астронавты, не имеем возможности возвращаться в космосе в столь пестром обществе, как полицейские комиссары на Земле.

–Это вы абсолютно верно заметили, – Вишневский хмыкнул, – абсолютно верно... Так я насчет вашего сына.

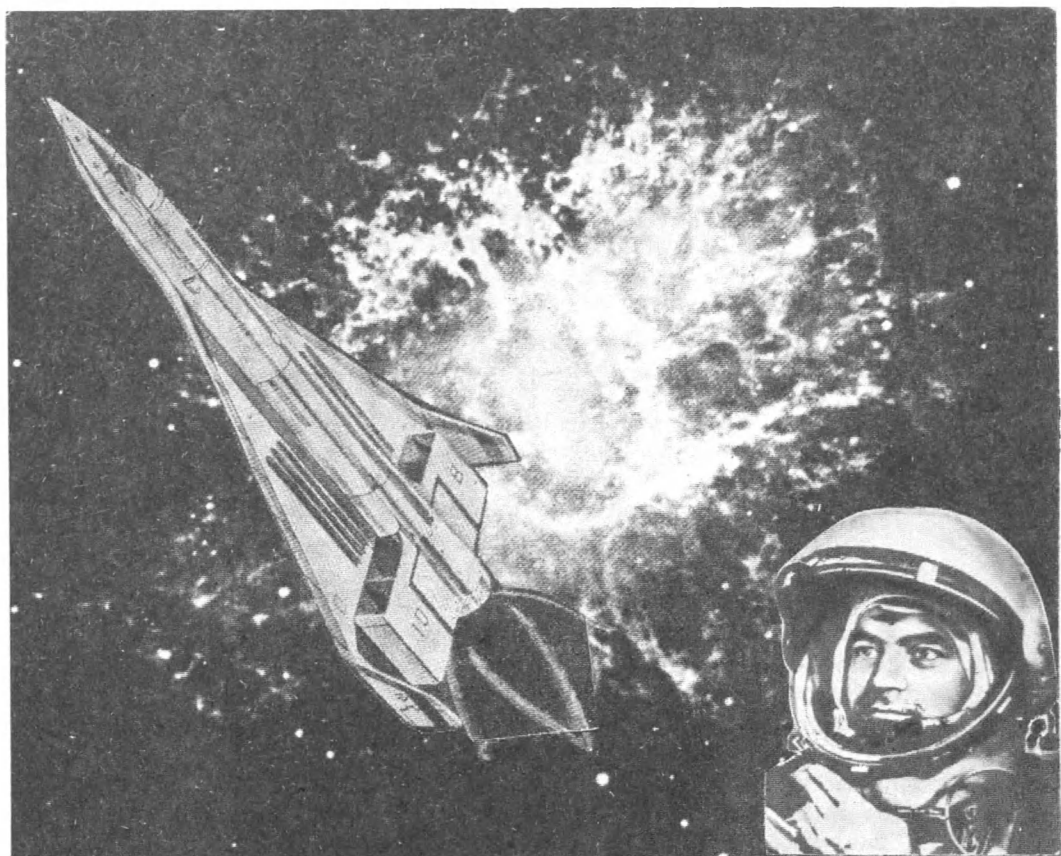
–Артура?

–Его самого...

Комиссар выжидательно посмотрел на собеседника. Тот, однако, прекрасно умел владеть собою и не подал вида, что последние слова полицейского произвели на него известное впечатление.

–Ну чего вы хотите от Артура, комиссар? Парень родился в космосе и вырос в космосе. А известно ли вам по-настоящему, как там – в звездолете сверхдальнего радиуса действия? Да в нем повернуться негде! Одни приборы и ЭВМ. А на Земле? Солнце, небо, море! Большие красивые города, рестораны, женщины, черт возьми!.. Ну, набезобразничал...

–Если б, – вздохнул Вишневский.



–Так что же, комиссар, приключилось экстраординарного? Почему вы беспокоите человека в одиннадцать вечера?

–Послушайте, – мягко сказал полицейский, – давайте-ка я дам указание патрульному вертолету подлететь к вашему коттеджу и доставить вас ко мне.

–Это еще зачем? – удивился Горинг. – Разве видеотелефона, изобретенного черт знает когда, недостаточно, чтобы нам договориться?

–Недостаточно, – ответил Вишнеvский. – Я обязан составить протокол непосредственно при вашем участии!

–Насколько я знаю, комиссар, составление протокола при участии родителей... – голос Горинга дрогнул.

–О, я не хочу сказать, звездолетчик, что ваш сын погиб. Отнюдь нет... Весьма вероятно, он цел и невредим... Короче, я дам распоряжение пилоту. До скорой встречи, сэр!

Экран видеотелефона погас, и почти в тот же момент в комнату быстро вошла жена Горинга.

–Гревилл, – спросила она мужа, – с кем ты разговаривал об Артуре?

–Почему ты не спишь, Элис? – ответил Горинг вопросом на вопрос.

–Как я могу спать, если Артура уже три дня нет дома! Он даже не дает о себе знать! Гревилл, с кем ты разговаривал?!

–Звонил Бернардский, – спокойно ответил звездолетчик, – интересовался нашей жизнью и, в частности, Артуром.

–Бернардский? Нам? В одиннадцать вечера? Он же знает, как ты не любишь поздних звонков.

–Он звонил по просьбе “Центра”...

Но Элис Горинг уже не слушала мужа. Она подошла к нему и, сев на ручку кресла, обняла супруга за шею.

–Гревилл! Я уже сутки не нахожу себе места... С Артуром что-то случилось... Сегодня днем мне удалось заснуть на полчаса. Мне приснился сон. Очень странный.

–Проснувшись ты, конечно, тотчас бросилась к пятому тому парапсихологического справочника? – улыбаясь спросил Горинг.

–Не смейся, дорогой, бросилась.

–Ну и что?

–Как бы тебе это понятней объяснить... Сны подобного рода, как правило, не поддаются расшифровке, поскольку при минус “К” тенденции система матричных уравнений Гольштейна-Черногорова не имеет решений. Но такие сны могут сниться, если кто-нибудь из близких совершает путешествие по времени на очень большие отрезки и против темпотока.

Горинг рассмеялся.

–И ты еще можешь смеяться?! – вспыхнула Элис, отстраняясь от мужа.

–Элис, дорогая, – мягко сказал звездолетчик, вставая с кресла, – сейчас во всем мире всего три машины времени, и охраняются они куда тщательней, чем в свое время ценности английской короны. А этот сорви-голова Кларк рискует “прокатиться” на любой из них туда или сюда только лет на сорок-пятьдесят... Или ты полагаешь, что наш Арт, переодевшись хорошенькой девочкой, сумел добраться до Кларка, вечно окруженного женским полом, и уговорить душку-хронолетчика прокатиться вместе лет на тысячу в прошлое?.. Ну, ну... ладно... Не плачь... Завтра я запрошу комиссариат, и они отыщут нашего разбойника. Иди-ка спать.

Внезапно где-то совсем рядом застрекотал мотор геликоптера, а еще через несколько секунд бесстрастный голос робота громко отчеканил:

–Звездолетчик Горинг! Звездолетчик Горинг! Пилот Армгейм просит Вас занять место в кабине.

–Это от Бернардовского, – сказал жене Горинг. – Звездолет Кука попал в переплет где-то в поясе астероидов. Меня срочно вызывает “Центр”. До утра, дорогая!..

Горинг обнял жену, старающуюся прочесть правду по лицу мужа, и затем неторопливо пошел к выходу.

II

–Ну, звездолетчик Горинг, – торжественно сказал Вишневецкий, после того как астронавт уселся напротив него в кресло, – коньяка или же виски с содовой?

–Не пью, – последовал лаконичный ответ.

–Значит, писатели и в этом не соврали, – удовлетворенно пробурчал комиссар. – Звездолетчики действительно никогда не пьют.

–Почти никогда, – сказал Горинг и добавил немного спустя: – Приступим к делу?

–А мы уже приступили, – дружелюбно ответил Вишневецкий. – Каждое ваше слово фиксируется, а электрон-секретарь по записям составит протокол по раз и навсегда заданной ему программе.

–Пока что фиксировать нечего.

–Может быть, – согласился Вишневецкий, наливая себе виски и разбавляя его содовой.

–Так что же случилось, комиссар?

–Хотя Вы и знаменитый звездолетчик Горинг, но вопросы буду задавать я!

–Сколько вам угодно...

–Отлично, если согласны.

Вишневецкий отхлебнул из стакана и попросил Горинга рассказать что-нибудь о сыне.

–Что именно вас интересует, комиссар?

–Всё, – ответил Вишневецкий.

– Должен признаться, я не хотел его рождения, – начал Горинг.

– Не рекомендовано космическим уложением?

– Да, не рекомендовано. Но только в космосе можно понять целесообразность подобных рекомендаций. Короче, я не хотел его появления на свет. Однако он все-таки родился... Надеюсь, комиссар, Вас не интересует, как случилось, что моя жена забеременела на расстоянии нескольких десятков световых лет от Земли?

– Абсолютно не интересует, – заверил звездолетчика Вишнеvский.

– Тем лучше... Я пытался уговорить Элис не рожать. Какое! Что ж, ее можно было понять. При возвращении на Землю ей было бы слишком много лет, чтобы иметь детей. И пускай власть командира звездолета в космосе подобна власти древнего диктатора, он, однако, не может приказать женщине не рожать... Артур появился на свет... Спустя четыре месяца после своего зачатия...

– То есть как это? – на лице у Вишнеvского было написано неподдельное изумление.

– А вот так, комиссар... Разумеется, я не имею права рассказать все. Как вы, конечно, догадываетесь, немалая часть информации, касающейся нашей экспедиции, засекречена и еще долго будет оставаться совершенно закрытой для подавляющего большинства землян. Но неделю назад правительство сняло гриф секретности с некоторых сведений... Так вот. Артур был зачат во время взрыва сверхновой, оказавшейся относительно недалеко от нашего звездолета.

– Как понимать “относительно недалеко”?

Горинг ответил не сразу. Похоже, он решал что имеет право рассказать, принимая во внимание конфиденциальность информации. Наконец последовал ответ:

– Понимать надо так. С одной стороны, расстояние, на котором от сверхновой находился наш звездолет, было вполне достаточным, чтобы он не был сожжен или даже безнадежно поврежден при взрыве. Но, с другой стороны, расстояние это оказалось явно недостаточным, чтобы гарантировать нас от негативных последствий информационно-релятивистских эффектов. Комиссар, вам понятно, о чем я говорю?

– Не очень, – честно признался Вишнеvский.

– Попробую объяснить подоходчивей. При взрыве сверхновой в ее окрестности, как оказалось, происходят не только искажения пространства-времени, но, что значительно важнее, их трансляция. Короче, имеет место некий синхронный сдвиг вдоль пространственно-временной и информационной осей. Словом, на шесть месяцев мы оказались сдвинутыми в пространство и время, адекватные информационному пространству и времени шестнадцатого столетия христианского летоисчисления. Мы вдруг очутились в информационно-вселенском поле эпохи Высокого Возрождения, в поле времен Рафаэля и Леонардо, Шекспира и Коперника, Генриха VIII и Филиппа II. Вы и представить не можете, что творилось в звездолете в эти шесть с лишним месяцев. Не стану вдаваться в подробности, отмечу лишь следующее. Физические и биологические процессы начали протекать с совершенно иными скоростями в этом сдвинутом и искривленном пространстве. Например, нормальный период внутриутробного развития человеческого плода сократился с девяти месяцев до четырех... Артур родился вполне здоровым во всех отношении младенцем. Вот только родился-то он фактически в шестнадцатом веке.

– Когда?!

– В шестнадцатом! Вы, комиссар, должно быть, знаете как влияет мировое информационное поле на психику индивидуума, начиная с момента его зачатия.

Полицейский в ответ кивнул головой.

– Ну так вот. Артур был зачат и рожден в информационном поле шестнадцатого столетия, и этим все сказано. Мы же – и космонавты, и роботы, и компьютеры – в период нахождения в информационном поле столь далекого прошлого оказались не от мира того. В прямом и переносном смысле. Чужой мир начал нас усиленно отторгать. У людей начались острые психические расстройства, компьютеры и роботы стали ломаться или дьявольски чудить. Один лишь мой сын чувствовал себя, похоже, превосходно. И не удивительно, он-то был фактически дома... Ценой невероятных усилий нам удалось вырваться из этой информационно-временной ловушки. Но многих членов экипажа мы не-

досчитались; кроме того, была безвозвратно утрачена часть ценной информации, находящейся как в памяти центральной бортовой ЭВМ, так и в памяти персональных компьютеров... Нам удалось справиться с трудностями, и мы наконец легли на обратный курс – к родной Земле. И вот тут-то начались сложности с Артуром. Теперь он оказался не от мира сего; во всех смыслах. В мальчишке царила частичка иного бытия, и она изо всех сил пыталась слиться с целым... Впрочем, если б даже Артур и не родился в шестнадцатом веке, то все равно проблем, связанных с его существованием на звездолете, было бы хоть отбавляй.

Судите сами. Когда мы прилетим на Землю, парню будет что-то около двадцати лет. К этому возрасту каждый нормальный человек обязан приобрести профессию и, помимо специальных знаний, кое о чем иметь представление. Словом, сыну следовало дать образование – специальное и общее. Попробуйте, дайте! Ну математика, физика, химия, астрономия, кибернетика – это еще куда ни шло. Но мировая литература, языки, география, элементарная физическая география!.. Мы, конечно, делали, что могли. Но так ли много мы могли?!.. Когда Артуру было восемь, он пристрастился к чтению. К чтению литературы сугубо для взрослых, ведь никому из членов экипажа не могло перед отлетом прийти в голову снабдить свои электронные библиотечки детскими произведениями... Господи! У пилота Барроу были сплошь порнографические романы и комиксы, у штурмана Хавкина – одни поэты 43-го века. Астроном Эмми Хьюз предпочитала любовные романы, а второй астроном Мак Каски – фантастику. На борту было что угодно, только не сказки про звездного мальчика. Однако Артур увлекся произведениями из личной библиотечки погибшего физика Фролова. Библиотечка эта сильно пострадала при аварии, и добрую половину закодированного в ней нельзя было воспроизвести. Фролов страстно увлекался древнеанглийскими авторами второго тысячелетия христианской эры и, как следствие этого, древнеанглийским и древнейшей историей Британии. И вот мой Артур начинает бредить какой-то там войной “Алой и Белой розы”, каким-то там Нарло или Марло (не помню, как правильно) и, наконец, древнеанглийским. А в один прекрасный момент он заявил, что хочет быть поэтом и драматургом. Он, видите ли, собирается писать трагедии по-древнеанглийски в духе этого Карло, да еще на сюжеты из древней истории! И попробуйте доказать пятнадцатилетнему сопляку (да еще на расстоянии многих световых лет от Солнца!), что на Земле уже никому не нужны трагедии в духе этого Карло, да еще на древнеанглийском. Какое! Он не верит нам. Он просто убежден: его обманывают, потому что хотят сделать физиком, астрономом, математиком, – словом, кем угодно, только не создателем драм в духе Нарло. Как-то случайно я застал его за следующим занятием: Артур переводил на древнеанглийский стихи из трагедии, которую он недавно начал писать. Я их и сейчас помню:

“Я герцогство против гроша поставлю,
Что до сих пор в себе я ошибался.
Клянусь, хоть это мне и не понятно,
Я для нее мужчина хоть куда”

Увидев меня, Артур поспешил спрятать написанное и смутился. Тогда я решил раз и навсегда объяснить с сыном. После двухчасового разговора мы решили, что я не буду противиться его увлечениям, он же со своей стороны обещал в совершенстве изучить математику, химию, кибернетику, физику, основы парапсихологии, астрономию. Он выполнил свое обещание. Я – тоже... Мы вернулись к Солнцу. Это было, как Вы знаете, два месяца назад... И через две недели после возвращения Артур сказал мне, что проклинает день, когда он впервые ступил на Землю.

– Не понравилось, значит, под солнышком? – задумчиво произнес Вишневский.

– Нет!..

(Продолжение следует)

НОВЫЕ КНИГИ

Вселенная школьника

Издательство “Просвещение” выпустило в 1995 г. книгу Е.П. Левитана “Твоя Вселенная”.

Эта книга адресована школьникам младших III-IV классов и может стать основным пособием для ребят, изучающих одноименный факультативный курс (Земля и Вселенная, 1994, № 2).

Книга, открывающаяся обращением автора к будущим астрономам, включает 37 небольших очерков, из которых 4 знакомят детей с Солнцем, 6 – Луной и Землей, 12 – со звездами, 8 – с планетами и малыми телами Солнечной системы, 3 – Галактикой и строением Вселенной, 4 – вопросам происхождения небесных тел.

В отличие от других детских книг автора (“Малышам о звездах и планетах”, “Сказочные приклю-



чения маленького астронома”, “Звездные сказки”) в новой книге не используются сказочные персонажи или сюжеты. Это своего рода курс “детской астрономии”, дающий возможность детям получить ответы на многие интересую-

щие их вопросы. А вопросы, интересующие детей, самые различные: почему восходит и заходит Солнце, почему Луна бывает такая разная, почему звезды падают с неба, можно ли долететь до Большой Медведицы, можно ли узнать свою судьбу по звездам, откуда взялись Солнце, Луна, звезды, Вселенная?.. В книге сделана попытка в доступной и достаточно увлекательной форме ответить на подобные вопросы. Что же касается необычного для нашей учебной и научно-популярной литературы названия книги, то оно отражает современную тенденцию гуманизации и гуманитаризации школьной астрономии (Земля и Вселенная, 1983, № 5; 1990, № 1).

Художникам С.Н. Волкову и Г.Г. Волковой принадлежит оригинальное оформление книги. Издание подготовлено в редакции, создающей в “Просвещении” книги для учащихся начальной школы (заведующая редакцией Л.А. Виноградская, редактор книги – Н.А. Пудикова).

НОВЫЕ КНИГИ

Школьный календарь на 1995/96 учебный год

“Школьный астрономический календарь” давно уже стал важнейшим дополнением к учебнику “Астрономия-XI”. Кроме того, им часто пользуются любознательные школьники VII-X классов. Календарь ежегодно выпускает издательство “Просвещение”. В 1995/96 учебном году – это уже 46 выпуск.

Последние семь лет составитель календаря – кандидат физико-математических наук М.Ю. Шевченко, заведующая редакцией физики и астрономии – Н.В. Хрусталь, редактор – Н.В. Филонович.

В “Предисловии” к школьному календарю сообщается, что эфе-



мериды вычислены по данным Астрономических ежегодников, которые много лет подготавливаются Институтом теоретической астрономии РАН (ответственный редактор ежегодников член-корреспондент РАН В.К. Абалякин).

Основные разделы “Школьного астрономического календаря”: “Календарь-справочник наблюдателя” (здесь публикуется информация об астрономических явлениях на каждый месяц учебного года), “Памятные даты” (история астрономии, физики, космонавтики; персоналия), “Подвижная карта звездного неба”, “Приложения” (системы счета времени, восход и заход светил, фазы Луны, затмения, общие условия видимости планет, гелиоцентрические долготы планет, информация о метеорных потоках, звездах, звездных скоплениях, галактических туманностях, галактиках).

Из рубрики “Астрономический калейдоскоп” школьники узнают о “самых, самых, самых кометах”. В конце книги приводится таблица параметров наиболее интересных комет, которые наблюдались более одного раза.

Люди науки, которым были посвящены статьи, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965-1979 гг.

Амбарцумян Виктор Амазаспович	1968,5	Мейнес Венинг	1967,2
Астапович Игорь Станиславович (к 70-летию со дня рождения)	1978,2	Михайлов Александр Александрович	1968,3
Бааде Вальтер	1969,1	Молоденский Михаил Сергеевич (к 70-летию со дня рождения)	1979,4
Блажко Сергей Николаевич (к 100-летию со дня рождения)	1971,1	Оппольцер Теодор	1966,6
Богоров Вениамин Григорьевич	1971,1	Остапенко-Кудрявцев Борис Павлович	1978,3
Винаградский Владимир Иванович	1974,4	Паренаго Павел Петрович (к 70-летию со дня рождения)	1976,5
Виноградов Александр Павлович (некролог)	1976,3	Пастухов Андрей Васильевич	1971,2
Ворошилова-Романская Софья Васильевна	1972,4	Певцов Михаил Васильевич	1975,5
Гагарин Юрий Алексеевич	1976,2	Пикельнер Соломон Борисович (некролог)	1976,2
Галилео Галилей	1965,1	Попов Василий Васильевич (к 80-летию со дня рождения)	1967,1
Гамбурцев Григорий Александрович (к 90-летию со дня рождения)	1993,4	Попов Павел Иванович (некролог)	1969,4
Ганский Александр Петрович (к 100-летию со дня рождения)	1971,3	Прянишников Василий Иосифович	1965,3
Герцшпрунг Эйнар	1968,6	Руднева Евгения Максимовна	1981,4
Гипатия, дочь Теона	1970,1	Русанов Владимир Александрович	1975,1
Глушко Валентин Петрович (к 70-летию со дня рождения)	1978,6	Семенов Федор Алексеевич	1968,1
Грингауз Константин Иосифович (некролог)	1993,5	Субботин Михаил Федорович (к 100-летию со дня рождения)	1993,5
Гюйгенс Христиан	1973,3	Тихов Гавриил Адрианович (к 100-летию со дня рождения)	1975,6
Добровольский Алексей Дмитриевич (к 70-летию со дня рождения)	1977,4	Федынский Всеволод Владимирович (некролог)	1978,6
Драверт Петр Людовикович	1979,2	Ферсман Александр Евгеньевич	1977,3
Евдокимов Николай Николаевич (к 100-летию со дня рождения)	1968,4	Фесенков Василий Григорьевич	1969,3
Ефремов Иван Антонович	1977,5	Фламарион Камилл (к 125-летию со дня рождения)	1967,2
Зубов Николай Николаевич	1976,1	Франк-Каменецкий Давид Альбертович	1970,5
Казakov Сергей Алексеевич	1973,4	Хайкин Семен Эммануилович (некролог)	1969,1
Каплан Самуил Аронович (некролог)	1979,1	Хвостиков Иван Андреевич (некролог)	1969,6
Кассини Джан Доменико	1976,1	Цераский Витольд Карлович (к 125-летию со дня рождения)	1974,6
Кеплер Иоганн (к 400-летию со дня рождения)	1971,6	Циолковский Константин Эдуардович	1972,5
Койпер Джерард	1974,5	Чеботарев Глеб Александрович (некролог)	1975,6
Королев Сергей Павлович	1970,2; 1972,2; 1976,3; 1977,2	Чикин Александр Андреевич (к 100-летию со дня рождения)	1966,4
Котельников Владимир Александрович	1978,5	Шаронов Всеволод Васильевич	1976,4
Красовский Валерьян Иванович	1977,4	Швидковский Евгений Георгиевич	1971,1
Красовский Феодосий Николаевич	1969,3	Шепли Харлоу (к 80-летию со дня рождения)	1966,2
Крошкин Михаил Галактионович (некролог)	1974,4	Шистовский Константин Николаевич	1969,5
Кукаркин Борис Васильевич (некролог)	1975,1	Шкловский Иосиф Самуилович (к 60-летию со дня рождения)	1976,4
Кулик Леонид Александрович	1975,3	Шмидт Берхард	1965,6
Куницкий Ростислав Владимирович (к 80-летию со дня рождения)	1970,6	Шмидт Отто Юльевич (к 75-летию со дня рождения)	1966,5
Ленский Юрий Наумович	1979,5	Штернберг Павел Карлович	1965,2
Майкельсон Эйнар (к 125-летию со дня рождения)	1978,1	Энгельгардт Василий Павлович (к 150-летию со дня рождения)	1978,4
Марков Александр Владимирович (некролог)	1969,3	Эпинус Франц-Ульрих Теодор	1975,1
		Ярковский Иван Осипович	1965,4

Напоминаем, что подписаться на II полугодие 1996 г. Вы сможете по каталогу газет и журналов издательства "Известия", который должен быть во всех почтовых отделениях.

Интересующиеся подпиской в редакции москвичи и жители Подмосквья могут позвонить по телефону 238-42-32.

Информация

Перед полетом к Марсу

В Центре космических полетов NASA им. Джонсона в Хьюстоне (штат Техас) в августе 1995 г. осуществлен очередной эксперимент. Научный сотрудник американской аэрокосмической компании "Локхид-Мартин" английский химик Найджел Пакэм добровольно провел две недели в герметически закупоренном помещении площадью 3 × 3 м.

Цель исследований – проверка возможности автономного дыхания человека в замкнутой атмосфере с растительностью, производящей кислород. Необходимую для существования растений двуокись углерода получали как продукт дыхания человека.

Подобные искусственные экологические системы, по словам руководителя исследований в области регенеративных систем жизнеобеспечения NASA Дональда Хенниджера, необходимы для подготовки предстоящих в будущем полетов на Марс, продолжительность которых не позволит брать на борт корабля достаточный запас воды и кислорода.

Герметичное помещение состояло из двух отделений, связанных между собой, в одном из которых, оборудованном компьютерным терминалом, жил Н. Пакэм, а в другом размещалось пшеничное "поле" из 30 тыс. растений. Оказалось, что это "поле" с избытком обеспечивало "космонавта" кислородом. Сам же он "производил" углекислый газ в недостаточных количествах. Поэтому для обеспечения растений оптимальным объемом необходимого им углекислого газа временами приходилось закачивать его извне.

В 1996 г. NASA планирует провести эксперимент с участием четырех человек, помещенных в камеру больших размеров, где воздух и вода будут регенерироваться только с помощью химических веществ. Двуокись углерода, содержащаяся в воздухе, будет превращаться в метан и воду, молекулы которой под воздействием электрического тока разлагаются, отдавая кислород.

Продолжительность первого эксперимента – 15 суток, следующего, в 1997 г. – 3 месяца, а к концу десятилетия – 1 год.

Эти эксперименты заметно уступают по сложности осуществлявшейся в пустыне штата Аризона операции "Биосфера-2", которая, однако, не может служить моделью будущего космического полета из-за большой величины использовавшейся тогда камеры и не пригодной поэтому для запуска к Марсу.

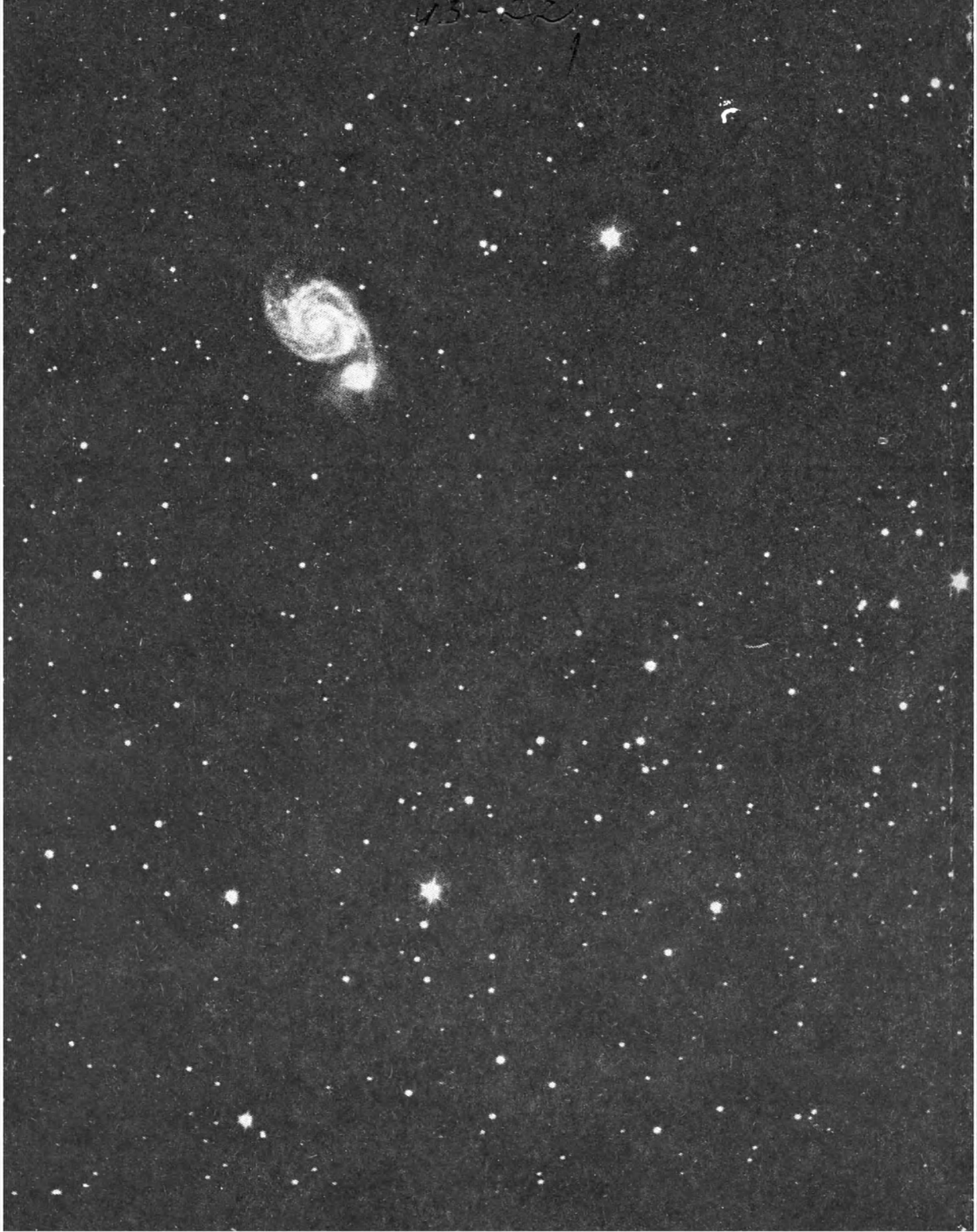
New Scientist, 1995, 147, 5

Заведующая редакцией Г.В. МАТРОСОВА. Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин
Зав. отделом астрономии А.Ю. Остапенко
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин
Художественный редактор М.С. ВЬЮШИНА. Литературный редактор Е.А. НИКИТИНА.
Мл. редактор Л.В. РЯБЦЕВА
Корректоры В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова.
Номер оформила: Р.В. Ермакова, Ю.А. Тюришев.
Обложку оформила М.С. Вьюшина

Сдано в набор 5.1.96 г. Подписано в печать 12.03.96. Формат бумаги 70 × 100 1/16
Офсетная печать. Уч.-изд.л. 10,5. Усл.-печ.л. 7,8.
Усл.-кр. отт. 27,4 Бум. л. 3,0 Тираж 2680 экз.
Заказ № 3759

Адрес редакции: 117810, ГСП-1, Москва, Маро́новский пер., д. 26
ж-л "Земля и Вселенная"
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Московская типография № 2 РАН: 121099 Москва, Г-99,
Шубинский пер., 6





«Наука»

Индекс 70336