

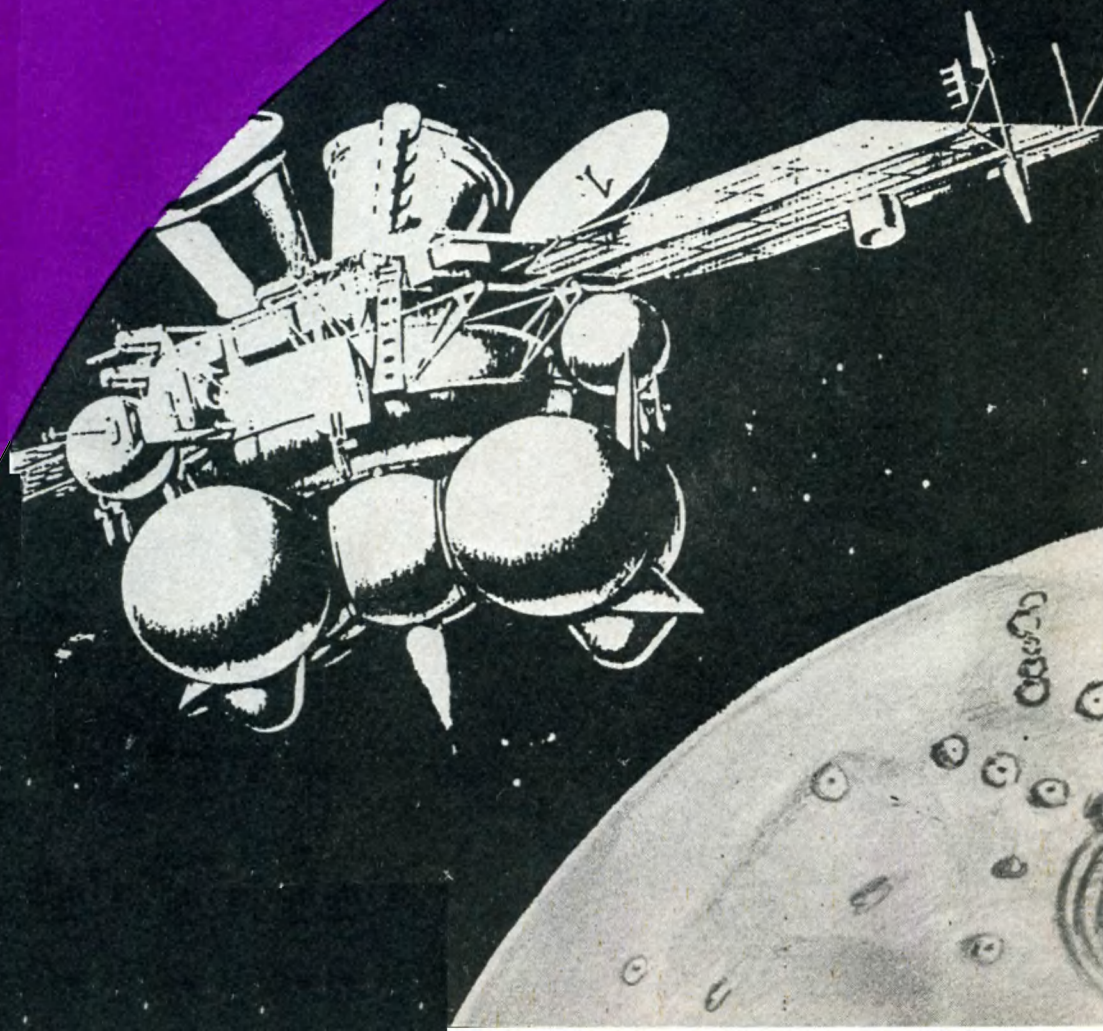
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

ИЮЛЬ-АВГУСТ

4/94

ISSN 0044-3946

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА





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



ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Новости науки и другая информация: Супервулкан Марса на геологической карте [16]; Магнитное поле Гаспры [17]; Водородная сверхоболочка галактики [17]; Мощная вспышка гамма-излучения [28]; Новые книги [28, 86, 93]; «Музей» палеонтологии создан самой природой [37]; Если жар вулкана растопит льды... [42]; Лес очищает атмосферу всего на треть [46]; Загадочный червь кембрия [47]; Снега Гренландии становятся чище [47]; Галактика, ее гало и спутники [51]; Полярная перестает быть цефеидой? [57]; Несколько слов по поводу [70]; Очень далекая молодая звезда [92]; Ответы на вопросы читателей [103]; Планетарные туманности в галактике NGC 1399 [103]; Фотографируют любители астрономии [106]

В НОМЕРЕ:

- 3 МОРОЗ В. И. Российские космические проекты: исследования Марса
18 КОМБЕРГ Б. В. Квазары — 30 лет спустя
29 УЛОМОВ В. И. Синоптические явления в литосфере и прогноз сейсмической погоды
38 КРУТЬ И. В., ШИРЯЕВА А. С. Геономия — наука о Земле как целостной системе

ЭКОЛОГИЯ

- 43 ГАНЖА А. Г. Природная основа исторического развития

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- 48 Земля — с «Шаттла»
49 Мониторинг радиационного баланса

ЛЮДИ НАУКИ

- 52 ЛУПИШКО Д. Ф., ЛУПИШКО Т. А. Николай Павлович Барабашов (к 100-летию со дня рождения)
58 БИРЮКОВ А. В. «Патриарх» российской географии Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский
66 МИТРОФАНОВА Л. А. Музыка в жизни М. С. Зверева

ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА

- 72 Телескоп им. Э. Хаббла — ремонт на орбите

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 80 БОРИСОВ А. С., ДЕРЕВЯНКО О. С., ЗАЙЦЕВ В. Н., САЛОМАТИН В. С. «Луноход»: рождение проекта

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 87 ЛЕВИТАН Е. П. XXI век — век Ауровилей

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 94 СЕЛЬЯНОВ А. Д. Небесный календарь: сентябрь — октябрь
98 ОСТАПЕНКО А. Ю. Звездный лагерь: август-сентябрь
104 ШИВЬЕВ В. И. Наблюдателям переменных: SS Лебеда

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 108 МАРКИН В. А. Гибель почвы означает гибель жизни

КОСМИЧЕСКАЯ ПОЭЗИЯ

- 110 МАРИЧЕВА Л. М., КАВЫРШИНА Д. А. «И звезды люблю я...»



Всероссийское объединение издательских, полиграфических и книготорговых предприятий «Наука»

© Российская академия наук
журнал «Земля и Вселенная», 1994 г.

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

IN THIS ISSUE:

- На 1-й стр. обложки: Космический аппарат «Марс-94». В его нижней части находится автономная двигательная установка, окруженная сферическими топливными баками. Она будет отделена после перевода космического аппарата на орбиту искусственного спутника Марса.
- 3 MOROZ V. I. Russian cosmical projects: the investigations of Mars
18 KOMBERG B. V. Quasars — 30 years later
29 ULOMOV V. I. Synoptical events in the lithosphere and the prognosis of the seismic weather
38 KRUT' I. V., SHIRYAEVA A. S. Geonomy — a science on the Earth as a complete system

ECOLOGY

- 43 GANZHA A. G. Natural base of historical evolution
INTERNATIONAL COOPERATION

- 48 The Earth photographed from the «Shuttle»
49 The monitoring of the radiative balance

THE MEN OF SCIENCE

- 52 LUPISHKO D. F., LUPISHKO T. A. Nikolai Pavlovich Barabashov (to the 100-th anniversary of birthday)
58 BIRYUKOV A. V. The «patriarch» of Russian geography Pyotr Petrovich Semenov-Tyan-Shansky
66 MITROFANOVA L. A. The music in the life of M. S. Zverev

FOREIGN COSMONAUTICS

- 72 The Hubble's telescope — reparation on the orbit

ON THE HISTORY OF SCIENCE

- 80 BORISOV A. S., DEREVYANCO O. S., ZAJTSEV V. N., SALOMATIN V. S. The «Lunokhod»: the birth of the project

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 87 LEVITAN E. P. The XXI century — a century of the Aurovilles

AMATEUR ASTRONOMY

- 94 SELYANOV A. D. Celestiar calender: September-October
98 OSTAPENKO A. Yu. The stellar box: August-September
104 TSHIVYOV V. I. For variable stars observers: SS Cygni

THE BOOKS ON THE EARTH AND SKY

- 108 MARKIN V. A. The ruin of the soil means the ruin of the life

COSMICAL POETRY

- 110 MARICHEVA L. M., KAVYRSHINA D. A. «And I love the stars...»

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

Российские космические проекты: исследования Марса

В. И. МОРОЗ,
доктор физико-математических наук
Институт космических исследований РАН

Наша страна, находясь в условиях жестокого кризиса, тем не менее, предпринимает вызывающие уважение усилия для того, чтобы не потерять завоеванные десятилетиями позиции в освоении космоса. Одной из крупных тем, по которым



пока поступают финансовые ресурсы, остаются исследования Марса. Почему это направление признается чрезвычайно важным, что предусматривается программой ближайших лет? Ответ на эти вопросы — на следующих страницах.

ПОЧЕМУ МАРС?

В Солнечной системе есть две планеты, похожие на нашу и потому привлекающие особое внимание — это Венера и Марс. В то же время они доступнее, чем любые другие тела Солнечной системы, для исследований с космических аппаратов (КА), кроме, конечно, Луны. Первые попытки направить КА к Венере и Марсу относятся к началу шестидесятых годов, т. е. они начинались через несколько лет после выхода на орбиту первого искусст-

венного спутника Земли. Освоение космоса стало тогда предметом соревнования двух сверхдержав, в котором СССР поначалу лидировал. Наша «Венера-4» (1967 г.) первой совершила успешное «путешествие» на другую планету и послала оттуда на Землю результаты проведенных там прямых измерений. Это казалось настоящим чудом, и, пожалуй, именно после ее полета стало ясно, что в изучении Солнечной системы началась новая эпоха — космическая.

Прошло четверть века, космическое первенство нашей страны было утрачено, когда вступили в действие такие «постоянно действующие факторы», как общий экономический и технический потенциал. Но оставались отдельные узкие направления, где лидирующее положение удавалось сохранять. Если Америка шла по Солнечной системе широким фронтом от Меркурия до Нептуна, то мы в основном концентрировались на одном ее объекте — Венере. Жизнь показала, что

эта стратегия для нас оптимальна и, наверное, такой и останется в обозримом будущем, подтверждая мысль, отстаивавшуюся еще М. В. Келдышем.

В середине 80-х гг., однако, венерианская тематика оказалась в значительной мере исчерпанной. Надо было остановиться, занявшись углубленным изучением полученных данных, а для эксперимента, для полетов КА выбрать другую цель. Подобной тактики придерживались американцы в исследованиях Марса. После весьма успешной экспедиции «Викинг» (1976 г.) они 16 лет не направляли КА к этой планете, но в эти годы не иссякал поток научных результатов по интерпретации огромного массива данных, полученных в ходе этой программы.

Сейчас пришло время вновь серьезно заняться Марсом. Сформулированы и осознаны новые задачи, предложены, разработаны и даже частично испытаны (у самого Марса) в ходе экспедиции «Фобос» новые средства экспериментальных исследований. Идея послать к Красной Планете серию новых экспедиций овладела умами в России, США, Европе, Японии, причем речь уже идет скорее о сотрудничестве, чем о конкуренции. Наша страна хорошо подготовлена для такой работы: ее космическая промышленность располагает целым рядом готовых технических решений, которые можно использовать для исследований Марса. Прежде всего, это космический аппарат (типа «Фобос»), способный не-

сти весьма развитый комплекс научной аппаратуры. Он специально создавался для полетов во внутренней части Солнечной системы. Это самый большой по возможному объему и разнообразию полезной нагрузки космический аппарат, когда-либо создававшийся для полетов к другим планетам. Такого еще не было ни у кого — ни у NASA, ни у ESA. Единственным «живым» прототипом марсохода остается наш «Луноход», путешествовавший когда-то по Луне. Таким образом, со стороны производственно-технического задела российской марсианская программа обоснована безупречно. Что же касается экономики, то и здесь имеются серьезные аргументы: максимальное использование готовых разработок означает минимальную стоимость, а кооперация с зарубежными космическими агентствами и научно-исследовательскими организациями позволяет привлекать их средства при реализации программы.

Наш выбор в пользу Марса, как новой цели для долговременной программы исследований Солнечной системы, был сделан в 1987 г. Экспедиция «Фобос» (1989 г.) может рассматриваться как ее первый шаг, хотя осознано это было не сразу. Заметим, что значительная часть ее научных задач была выполнена, хотя наиболее амбициозные замыслы, вроде сближения до 50 м с поверхностью Фобоса и

высадки на него малых станций, не удалось воплотить в жизнь. Сейчас мы понимаем, что такую сложную «акробатику» стоило бы оговаривать как не полностью гарантированную (пусть при этом и самую интересную) часть программы: получится — прекрасно, нет — не стоит объявлять экспедицию неудачной. Трудно сказать, пойдет ли урок на пользу.

Почему же столь велик интерес к исследованиям именно Марса? Причин несколько: первая — поверхность Марса и состав его атмосферы несут следы глубоких изменений, сложной эволюции, говорят о том, что в далеком прошлом атмосфера планеты была более мощной, климат более мягким, сам Марс имел гидросферу; существовали открытые водоемы, текли реки. Если удастся разобраться в эволюции атмосферы и климата Марса, это поможет пониманию истории и прогнозу будущего нашей планеты. А вообще Марс (и Венеру тоже) можно рассматривать как полигон для проверки геофизических и геохимических теорий. Вторая — на Марсе при наличии гидросферы в прошлом могла сформироваться и биосфера, зародиться жизнь. Марс, по-видимому, остается единственным уголком Солнечной системы за пределами Земли, где это могло произойти. Обнаружение следов марсианской биосферы, живой или вымершей, было бы величайшим открытием в

истории науки. Заметим, что важнейшей научной задачей экспедиции «Викинг» был поиск на Марсе живых организмов или следов их жизнедеятельности. К сожалению, ничего подобного найдено не было, но как любил говорить основатель и первый директор ИКИ академик Г. И. Петров, жизнь на Марсе можно открыть, но нельзя закрыть. Если будет получен отрицательный результат, обязательно останутся сомнения: там ли искали, то ли и так ли. И действительно, после «Викингов» возникло немало новых идей и подходов в этой области.

Третья — Марс первая планета, на которую высадутся космонавты. Перед этим следует как можно более тщательно исследовать ее при помощи автоматов. И будем помнить прогноз К. Э. Циолковского о том, что человечество не останется на Земле на вечные времена, что вся Солнечная система станет его домом. Луна и Марс, наверное, будут осваиваться первыми. Уже сейчас на серьезном научном уровне обсуждается тема преобразования атмосферы и климата других планет.

Незадолго до распада СССР были сформированы и приняты двадцать государственных научно-технических программ (ГНТП), посвященных различным областям фундаментальных и прикладных наук. Они имели высший приоритет при определении финансирования научных исследований. Единственной из этой двадцатки свя-

занной с космосом была ГНТП «Марс». Она предусматривала последовательность нескольких космических экспедиций, постепенно включающих все более сложные элементы: спутники, посадочные аппараты разных типов, в том числе сеть малых станций, марсоходы, аэростатные станции. Завершающим был проект доставки образца марсианского вещества на Землю вкоре после 2000 г. Первая экспедиция планировалась на 1994 г. и ее начали готовить уже с 1988 г. Вначале предполагался запуск двух идентичных КА. В 1991 г. проект изменили, разделив на два: один КА запускается в 1994 г., следующий в 1996 г. Распад СССР не привел к отказу от этих планов, и, хотя сроки их реализации (как бы ни хотелось их сохранить) могут измениться, оба проекта («Марс-94» и «Марс-96») вошли в недавно утвержденную Федеральную космическую программу России.

Проект «Марс-94» предусматривает запуск искусственного спутника Марса (орбитального аппарата) с научными приборами для дистанционных исследований поверхности и атмосферы и прямых исследований околопланетного пространства. Аппарат доставит на планету две малых автономных станции (МАС) для прямых исследований атмосферы и поверхности и два пенетратора для прямых исследований грунта на глубинах до нескольких метров.

Проект «Марс-96» включает исследования при помощи орбитального

аппарата, аэростатной станции, малого марсохода, пенетраторов, возможно, также будет и малая станция.

Из числа других государств СНГ в осуществлении этих проектов будут участвовать Казахстан и Украина. На территории Казахстана находится полигон Байконур, а запуск КА к Марсу пока возможен только оттуда, а на Украине, в Евпатории, расположен Центр дальней космической связи (ЦДКС), который необходим для управления КА в полете и для приема телеметрической информации. Принимать данные можно также в пунктах, расположенных на территории России (Усурийск, Медвежья Озера под Москвой), но управление КА в ближайшие годы без ЦДКС вряд ли будет возможным. Да надо ли так уж стремиться к полной независимости и в этой области? Похоже, что все государства СНГ заинтересованы в сближении, и это станет, наверное, доминирующей тенденцией близкого будущего.

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ

Что нового мы узнаем о Марсе? Ведь там успешно работали две американские экспедиции «Маринер-9» (1971 г.), «Викинг-1, -2» (1976 г.), несколько наших «Марс-3» (1971 г.), «Марс-4, -5, -6» (1974 г.), «Фобос-2» (1989 г.). Есть все основания надеяться, однако, что «Марс-94» и «Марс-96» существенно продвинут исследования по многим направлениям,

основными из которых можно считать следующие.

Строение (морфология) поверхности, геология. Будет впервые осуществлено картирование значительной части поверхности планеты с разрешением около 10 м (ТВ-съемка со спутника при помощи камеры высокого разрешения). Такие карты позволят геологам глубже понять природу и процессы образования разнообразных геологических форм: ударных и вулканических кратеров, долин (которые могли быть «прорыты» и лавой, и древними реками, и ледниками, и образоваться вследствие тектонических явлений), карстовых провалов, останцов, наносов и т. д. Для планетной геологии это интереснейший материал. Особое внимание будет уделено картированию предполагаемых мест посадки будущих экспедиций. Уже подготовлен перечень таких районов, они выбраны так, чтобы быть не только перспективными с научной точки зрения, но и безопасными.

В экспедициях «Марс-94» и «Марс-96» большое внимание уделяется получению изображений не только со спутников, но также и с помощью миниатюрных ТВ-камер малых станций, пенетраторов, марсохода. Эти панорамные изображения тоже представляют большой интерес: пока такие панорамы были получены только в двух точках планеты — в местах, где работали «Викинг-1 и -2». Поэтому мы знаем, как

выглядит поверхность Марса с разрешением от миллиметров до метров только в этих точках. «Марс-94» добавит еще четыре (в местах посадки малых станций и пенетраторов), а «Марс-96» еще несколько сотен, а может быть и тысяч (вдоль трассы полета аэростатной станции и пути движения марсохода).

Другая проблема в изучении поверхности — это **гипсометрия** (т. е. картирование высот) в планетарных масштабах. Имеющиеся сейчас гипсометрические данные недостаточно надежны. Новый банк данных о высотах на Марсе будет создан в результате измерений со спутника (стереоскопическая ТВ-съемка и спектральная съемка в полосах CO_2).

Съемка в тепловом (инфракрасном) диапазоне даст сведения о структуре грунта (от нее зависят тепловая инерция и, соответственно, суточное изменение температуры поверхности). Первый опыт получения изображения Марса в этом диапазоне был приобретен в экспедиции «Фобос» и дал весьма обещающие результаты.

Элементный и минеральный состав пород. Эти исследования тоже могут проводиться как дистанционно со спутника, так и локально при помощи приборов, установленных на посадочных средствах. Локальных измерений пока было всего два (в местах посадки «Викингов»). Малые станции и пенетраторы добавят еще четыре. Инструментальные средств-

ва — рентгеновский флуоресцентный, альфа-протонный, нейтронный и гамма-спектрометры. Эти приборы (в специальном очень миниатюрном исполнении) измеряют содержание элементов по их характеристическому жесткому излучению, возбуждаемому искусственно или природному.

Гамма-спектрометры на спутнике «Марс-94» проведут **глобальное картирование элементного состава**, а инфракрасные — минерального. Эта работа была начата на КА «Фобос-2». Особый интерес среди подобных задач представляет поиск осадочных пород (карбонатов), районы залегания которых, если они будут обнаружены, укажут на расположение исчезнувших марсианских озер и морей.

Запасы летучих веществ (вода, углекислота) в грунте и на поверхности (в полярных шапках). На Марсе несомненно есть «криолитосфера» — обширные зоны вечной мерзлоты в средних и высоких широтах. Вместе с водным льдом в полярных шапках они составляют современный марсианский эквивалент земной гидросферы. Подозревается, что вечной мерзлоте принадлежит большая роль в формировании поверхности многих областей Марса, но прямых данных о глубине ее залегания на разных широтах пока нет. Ожидается, что впервые они будут получены со спутника «Марс-94» при помощи длинноволнового радиолокатора. Этот же прибор, по-видимому, позволит «пробить» по-

лярные шапки и получить оценки их толщины.

Внутреннее строение планеты — о нем пока мало что известно. На Земле основной метод этих исследований — сейсмометрия, поэтому именно его и будут использовать для изучения «внутренности» Марса. На малых станциях и пенетраторах будут установлены соответствующие датчики для разведки сейсмической обстановки на Марсе. Для обнаружения сейсмических колебаний на фоне других эффектов очень важно иметь по крайней мере два разнесенных сейсмометра. Такие приборы были на обоих посадочных аппаратах «Викинг», но один из них «заклинило» и в результате никаких данных о марсианской сейсмической активности получить тогда не удалось. Может быть, теперь повезет больше.

С помощью приборов, установленных на пенетраторах, будет сделана первая попытка измерить потоки внутреннего тепла планеты. Важным источником сведений о внутреннем строении планеты явится гравитационное поле; его характеристики уточнят по траекторным измерениям. Помимо этого, на спутниках, малых станциях, пенетраторах, марсоходе будет измеряться магнитное поле, а оно тоже зависит от внутреннего строения.

Температура и давление атмосферы, ветер, турбулентность. Их измерения вблизи поверхности (до одного метра) будут производиться аппарату-

рой малых станций и пенетраторов постоянно. Эти данные, как показал опыт посадочных аппаратов «Викинг», дают основу для понимания марсианских метеорологических процессов на самых разных масштабах времени и пространства (от «погоды» в данном регионе до характеристик общей циркуляции атмосфер).

Плохо известна зависимость от высоты температуры атмосферы, давления и плотности. До сих пор получены всего три вертикальных профиля атмосферы при помощи прямых измерений («Марс-6», «Викинг-1 и -2»). Во время спуска малых станций «Марс-94» будут получать еще два.

Особенно плохо изучен планетарный пограничный слой — часть атмосферы толщиной в несколько километров, прилегающая к поверхности. Метеорологические измерения на азростатной станции «Марс-96» закроют этот пробел.

Глобальное картирование атмосферных температур и давлений на высотах от 0 до 60—70 км (с разрешением около 5 км) будет проводиться со спутника длинноволновым инфракрасным спектрометром, а также ослабление радиосигнала КА во время «радиозаходов» и «радиовосходов» (метод радиопросвечивания). Такие измерения уже проводились, но атмосфера Марса изменчива, и необходимо расширение базы наблюдательных данных.

Газовый состав атмосферы. Имеющиеся сведения о нем недостаточ-

ны. Основные газы нам известны (основная составляющая атмосферы — углекислый газ, около десятка других, включая азот, аргон, CO, водяной пар, озон), но данные о таких, как, например, гелий и формальдегид, имеют лишь очень предварительный характер. Гелий — продукт радиоактивного распада и его концентрацию важно знать для оценки содержания радиоактивных веществ в коре. А формальдегид — возможный участник процессов предбиологического синтеза. Оба газа будут исследоваться дистанционными (спектральными) методами, а гелий еще при помощи масс-спектрометра (прямые измерения в верхней атмосфере) на спутнике «Марс-94». Хотя и оптические и масс-спектрометрические данные о гелии будут относиться к верхней атмосфере (выше 150—200 км), но по ним можно будет судить и о полном его количестве. Что же касается самой верхней атмосферы, то может оказаться, что в некотором (и притом большом) интервале высот этот газ вообще преобладает.

Почти нет данных о том, как меняется с высотой содержание даже уверенно идентифицированных газов, а без этого трудно понять химические процессы в атмосфере. Специальные оптические спектрометры на спутнике «Марс-94» будут измерять спектральный состав света Солнца и ярких звезд, визируя их вблизи края планеты (метод

спектрометрии затмений Солнца и звезд). Это позволит определить зависимость содержания от высоты для части атмосферных газов. Очень сложна и изменчива картина горизонтального распределения водяного пара. Ее регистрировали прежде, используя инфракрасные спектрометры на всех марсианских спутниках, и такие наблюдения будут продолжены («Марс-94»).

Аэрозоли. Взвесь минеральной пыли и конденсата всегда присутствует в атмосфере Марса и участвует в процессах, определяющих ее температуру, динамику, химический состав. Имеющиеся данные о характеристиках марсианского аэрозоля недостаточны и противоречивы, поэтому их предстоит расширять и уточнять, проводя измерения на малых станциях (датчик прозрачности атмосферы), спутнике (по влиянию на спектральные и фотометрические свойства системы «атмосфера + поверхность») и марсоходе (счетчик частиц и лазерное зондирование) и аэростатной станции (счетчик частиц).

Динамика атмосферы. К ней относятся общая циркуляция атмосферы, ветры в пограничном слое, локальные конвекция, турбулентность. Метеорологические измерения дадут основные сведения, необходимые для воссоздания картины этого сложного комплекса явлений. Добавим, что будет продолжено изучение удивительного феномена — глобальных пылевых бурь, который не имеет земных аналогов и

плохо понимаемого до сих пор. Для этого изменят телевизионное наблюдение форм и движений облачных структур.

Верхняя атмосфера (нейтральные газы и ионосфера). Под ней условно понимается область газовой оболочки Марса, расположенная выше 100—120 км. Это очень протяженная и самая «нежная» ее часть откликающаяся на все: изменения солнечной активности, гелиоцентрического расстояния (при движении Марса по его довольно эксцентричной орбите), динамического состояния нижней атмосферы. Как и в атмосфере Земли, на таких высотах газы частично ионизованы. Концентрация нейтральных и ионизованных атомов в верхней атмосфере будет измеряться масс-спектрометром спутника «Марс-94», а самую внешнюю часть атмосферы — водородную корону предстоит исследовать при помощи УФ-спектрометра. Полная же массовая плотность верхней атмосферы Марса будет определяться по торможению спутников, как это делается на Земле со времен ИСЗ-1.

Полную электронную концентрацию в ионосфере предстоит измерять несколькими методами, в том числе «радиопросвечиванием» и длинноволновой радиолокацией. Все эти данные необходимы для понимания процессов эволюции марсианской атмосферы, так как до сих пор наблюдается процесс диссипации (убегания) газов из нее.

Взаимодействие солнечного ветра с Марсом.

При обтекании планеты плазмой солнечного ветра свойства последней изменяются. Характер этих изменений зависит от того, имеет ли планета собственное магнитное поле и насколько развита ее ионосфера. На спутнике «Марс-94» имеется комплекс приборов, предназначенных для прямых измерений характеристик плазмы солнечного ветра, будут измеряться ионный и энергетический состав, плазменные волны, магнитное поле. Может быть, наконец, удастся более уверенно выделить собственное магнитное поле Марса, сильно «замаскированное» явлениями, возникающими при взаимодействии с солнечным ветром.

«МАРС-94» И «МАРС-96»

В основном конструкция аппаратов «Марс-94» и «Марс-96» та же, что и у КА «Фобос», но в нее был введен ряд мер для увеличения надежности. Полная масса орбитального аппарата «Марс-94» около 6 т. Ориентация трехосная, поддерживается маленькими двигателями, которые управляются оптическими датчиками, направленными на Солнце и звезду Канопус. Имеется АДУ — двигательная установка, позволяющая корректировать траекторию и, в частности, осуществлять торможение после подхода к Марсу. Выведение в космос аппаратов «Марс-94» и «Марс-96» планируется произвести надежной ракетой «Протон». Источником энергии являются панели солнечных батарей.

НАУЧНАЯ АППАРАТУРА «МАРС-94»

| Прибор/эксперимент | Масса (кг) | Страна |
|--|------------|---|
| Приборы для исследования поверхности и атмосферы | | |
| HRSC — стереоскопическая ТВ-камера с разрешением 10 м. | 24 | ФРГ, Россия |
| WAOSS — широкоугольная стереоскопическая камера. | 8 | ФРГ, Россия |
| ОМЕГА — картирующий спектрометр, диапазон 0.35—5 мкм, прибор оптимизирован для исследований поверхности. | 30 | Франция, Италия, Россия |
| ПФС — инфракрасный фурье-спектрометр, диапазон 1.25—45 мкм, прибор оптимизирован для исследований атмосферы. | 40 | Италия, Россия, Польша, ФРГ, Франция, Испания |
| СПИКАМ — комплекс приборов для исследования атмосферы методом спектрометрии затмений и звезд. | 40 | Бельгия, Россия, Франция |
| УФС — ультрафиолетовый фотометр на линии He 584A, H 1215A и др. | 12 | ФРГ, Россия, Франция |
| СВЕТ — картирующий спектрофотометр, диапазон 0.26—2.7 мкм. | 12 | Россия |
| ТЕРМОСКАН — картирующий радиометр теплового ИК-диапазона. | 25 | Россия |
| РЛК — длинноволновый радиолокатор. | 35 | Россия, ФРГ |
| ФОТОН — гамма-спектрометр. | 20 | Россия |
| ПГС — гамма-спектрометр высокого спектрального разрешения. | 38 | Россия, США |
| НЕЙТРОН-С — нейтронный спектрометр. | 10 | Россия |
| МАК — масс-спектрометр для исследования нейтрального и ионного состава верхней атмосферы. | 12 | Россия, Финляндия |

Приборы для исследования околопланетной плазмы и солнечного ветра

| | | |
|--|----|--|
| АСПЕРА-С — энерго-масс-анализатор ионов и детектор нейтральных частиц. | 12 | Швеция, Россия, Финляндия, Польша, США, Норвегия, ФРГ |
| ФОНЕМА — быстрый всенаправленный энерго-масс-анализатор ионов. | 10 | Великобритания, Россия, Чехия, Франция, Ирландия |
| ДИМИО — всенаправленный ионосферный энерго-масс-спектрометр. | 7 | Франция, Россия, ФРГ, США |
| МАРИПРОБ — комплекс спектрометров ионосферной плазмы. | 8 | Австрия, Бельгия, Болгария, Чехия, Венгрия, Ирландия, США, Россия |
| МАРЕМФ — спектрометр электронов и магнитометр. | 12 | Австрия, Бельгия, Великобритания, Венгрия, ФРГ, Ирландия, Россия, США, Франция |
| ЭЛИСМА — комплекс для исследования плазменных волн. | 13 | Франция, Болгария, Великобритания, ЕКА, Польша, Россия, США |
| СЛЕД-2 — спектрометр энергичных заряженных частиц. | 3 | Ирландия, Словакия, ФРГ, Венгрия, Россия |

Приборы для астрофизических исследований

| | | |
|--|----|---|
| СОЯ — спектрометр солнечных осцилляций. | 1 | Украина, Россия, Франция, Швейцария |
| ЭВРИС — фотометр звездных осцилляций. | 8 | Франция, Россия, Австрия |
| ЛИЛАС-2 — спектрометр гамма-всплесков. | 6 | Франция, Россия |
| РАДИУС-М — радиационно-дозиметрический комплекс. | 35 | Россия, Болгария, Греция, США, Франция, Чехия |

Научно-служебные системы

| | | |
|--|-----|--------|
| АРГУС — платформа для наведения приборов HRSC, WAOSS, ОМЕГА. | 135 | Россия |
|--|-----|--------|

| | | |
|---|----|-------------|
| ЗУ и контроллер для них. | 25 | ФРГ |
| НК — навигационная камера. | 6 | Россия |
| ПАИС — платформа для наведения приборов СПИКАМ-Е, ФОТОН, ЭВРИС. | 70 | Россия |
| МОРИОН — система управления научными приборами. | 25 | Россия, ЕКА |

Эксперименты, не требующие установки приборов на борту

Исследования гравитационного поля.

Исследования верхней атмосферы по торможению КА.

Зондирование атмосферы методом радиозатмений КА.

Бистатическая радиолокация Марса.

Радиопросвечивание солнечной короны.

Орбитальный аппарат 300 км (в периапсисе), диаметр Термоскан для «Марс-96» будет нести максимальную (в апоапсисе) около 22 000 км и тепловом инфракрасном диапазоне. Часть оптических приборов и один спектрометр. Зато на его борту установят десантный аппарат, который доставит на поверхность планеты аэрозатный зонд и марсоход (Земля и Вселенная, 1993, № 6, с. 13). Предусматривается, что первая из этих двух экспедиций нацеливается преимущественно на исследования с борта орбитального аппарата, а вторая — при помощи посадочных средств.

Вскоре после выхода КА на орбиту от него отделятся и совершат посадку малые станции и пенетраторы. Полученная ими научная информация будет периодически передаваться на спутник и затем ретранслироваться на Землю. Расчетное время активного функционирования всех элементов экспедиции — не менее года.

Наиболее сложен комплекс приборов, предназначенный для дистанционного зондирования поверхности и атмосферы: телевизионные камеры HRSC и WAOSS, оптические спектрометры (перекрывающие широкий диапазон длин волн — от 584 Å до примерно 50 мкм), спектрометры для анализа гамма- и нейтронного излучения планеты, радиолокатор РЛК, ра-

диометр Термоскан для картирования планеты в инфракрасном диапазоне. Часть оптических приборов и один спектрометр размещены на поворотных платформах (их две, Аргус и Паис), обеспечивающих автоматическое наведение по заданной программе.

Другой комплекс приборов предназначен для прямых измерений физических свойств плазмы: распределение ионов и электронов по энергиям, по направлениям, ионный состав, волновые процессы, магнитное поле. Эти исследования проведут не только в окрестностях планеты, но и на трассе перелета Земля — Марс. Здесь же будет работать несколько астрофизических приборов, в их числе прибор СОЯ для исследования солнечных осцилляций, фотометр Эврис для обнаружения звездных осцилляций (таких наблюдений пока не было), анализаторы космических лучей и гамма-всплесков.

Масса научных прибо-

НАУЧНАЯ АППАРАТУРА МАЛЫХ СТАНЦИЙ

| Прибор/эксперимент | Масса, кг | Страна |
|--|-----------|----------------------------|
| MIS-комплекс для измерений T, P, ветра, влажности, прозрачности атмосферы. | 0.4 | Финляндия, Франция, Россия |
| DPI-комплекс для измерений T, P, плотности во время спуска. | 0.2 | Россия |
| Альфа-протонный и рентгеновский спектрометры. | 0.6 | ФРГ, Россия, США |
| ОПТИМИЗМ — магнитометр и сейсмометр. | 1.5 | Франция, Россия |
| PanCam — панорамная ТВ-камера. | 0.2 | Финляндия, Франция, Россия |
| DesCam — камера для съемки во время спуска. | 0.3 | Франция, Россия |
| МОКС — прибор для определения содержания окисления пород. | 1.0 | США, Россия |

ров спутника, платформ дельное ЗУ обслуживает решающим небольшой и других «обслуживающих» систем, таких как рономер Омега.

запоминающие устройства (ЗУ), около 500 кг.

После каждого прохождения периаписа (ближайшей к планете точке) орбиты (где включается «на всю катушку» большинство приборов) будет накапливаться очень большой объем информации — до 2 Гбит. Специальная автоматическая система (МОРИОН) собирает ее, записывает в своем запоминающем устройстве, «упаковывает», подает команды на приборы. От-

Передатчик информации будет проводиться на участках орбиты, далеких от периаписа. Скорость передачи, выбираемая в зависимости от отношения сигнал/шум, может достигать 132 кб/с.

МАЛЫЕ СТАНЦИИ

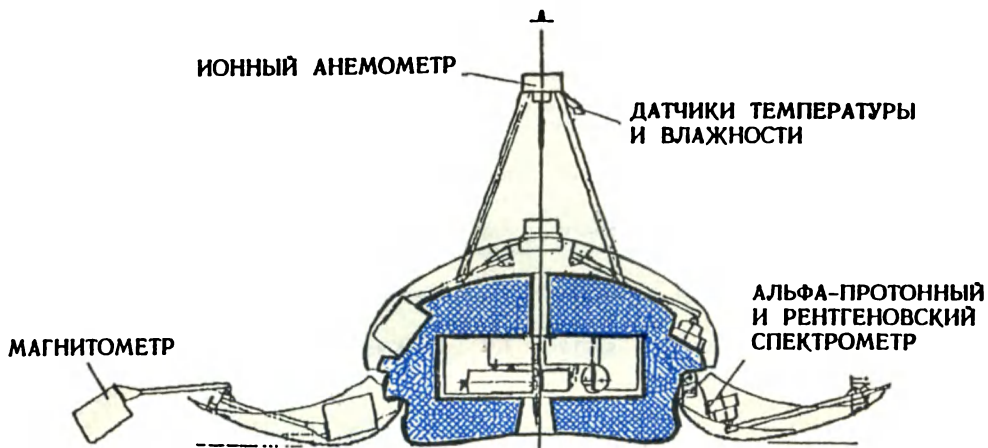
В последние годы возник интерес к малым космическим аппаратам для исследования планет — относительно недорогим, дальнейшей проработки

объем задач, построенным из компактных систем с высокой степенью интеграции. Малые автономные станции (МАС) и пенетраторы относятся к этому классу аппаратов, который может поднять и удержать в руках один человек.

Первоначально идея малых автономных станций (МАС) состояла в том, чтобы «разбросать» по всей планете 20-30 крошечных (с массой несколько килограммов) метеостанций. В ходе дальнейшей проработки

НАУЧНАЯ АППАРАТУРА ПЕНЕТРАТОРОВ

| Прибор/эксперимент | Масса, кг | Страна |
|---|-----------|------------------------|
| ТВ-камера | 1 | Россия |
| МЕКОМ — метеокомплекс | 0.4 | Россия, Финляндия |
| ПЕГАС — гамма-спектрометр | 0.8 | Россия |
| АНГСТРЕМ — рентгеновский спектрометр | 0.4 | Россия, ФРГ |
| АЛЬФА — альфа-протонный спектрометр | 0.3 | Россия, ФРГ |
| НЕЙТРОН-Р — нейтронный спектрометр | 0.2 | Россия, Румыния |
| ГРУНТ — акселерометр | 0.1 | Россия, Великобритания |
| ТЕРМОЗОНД — измеритель профиля температуры грунта | 0.3 | Россия |
| КАМЕРТОН — сейсмометр | 0.3 | Россия, Великобритания |
| ИМАП-6 — магнитометр | 0.25 | Россия, Болгария |



Малая автономная станция — общий вид в развернутом положении

от этой идеи пришлось уйти довольно далеко: станция «Марс-94» МАС весит около 30 кг, с ее помощью предполагается провести измерения физических характеристик атмосферы во время спуска, а затем длительный цикл метеорологических и сейсмометрических исследований на поверхности. Одна ТВ-камера, направленная вниз, будет работать во время спуска, другая после посадки сделает панорамную съемку окрестностей. На месте посадки осуществят измерения элементного состава вещества поверхностного слоя, степень его окисления. В состав метеокомплекса войдет миниатюрный оптический прибор для измерений атмосферной прозрачности и яркости неба. Масса научных приборов вместе

с компьютерной системой управления, радиосистемой, системой электропитания не превысит 8 кг. Источник энергии — два радиоизотопных генератора.

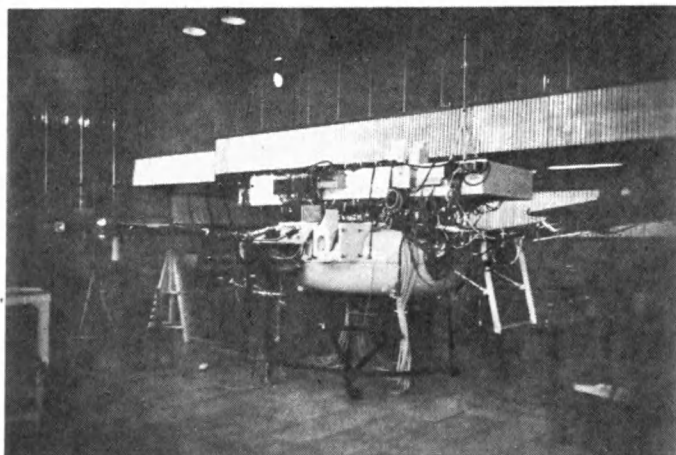
При посадке на планету МАС постепенно снижает скорость (сначала тормозной экран, потом — парашют). Расчетная величина скорости перед контактом с поверхностью — около 20 м/с, т. е. посадка должна получиться довольно мягкой. После нее раскрываются опорные панели, обеспечивающие устойчивость.

Посадка пенетратора совершается по-другому: он «врубается» в поверхность со скоростью около 80 м/с (перегрузки достигают 500 g), разделяясь на две части, соединенные кабелем. Верхняя остается на поверхности, нижняя внедряется в грунт на глубину до 3—4 м. Основная цель этого эксперимента — добраться до вещества, не тронутого процессами

эрозионного перемешивания, и провести анализ его состава. Приборы пенетраторов тоже миниатюрные, их около десятка, но суммарная масса не превысит 4 кг.

В работе над проектом «Марс-94» изготовление самого космического аппарата и его системы поручено организациям промышленности, среди которых НПО им. С. А. Лавочкина. Эта фирма спроектировала и изготовила все наши КА, запустившиеся к планетам. Естественно, она работает в сотрудничестве с множеством других промышленных и научно-производственных организаций, разрабатывающих и изготавливающих отдельные системы (бортовой компьютер, система электропитания, оптические датчики ориентации, радиосистема и т. д.), но в конце концов именно НПО им. Лавочкина произведет сборку КА, его испытания, и будет управлять им в полете.

Макет аппарата «Марс-94», установленный в ИКИ для совместных электрических испытаний его научных приборов и систем. На испытаниях проверяется правильность прохождения команд, вывода телеметрической информации. Снимок сделан в июне 1993 г., когда шли испытания т. н. технологических образцов научных приборов. Это пока не те приборы, которые направляются к Марсу, но по всем электрическим связям с КА они эквивалентны летным



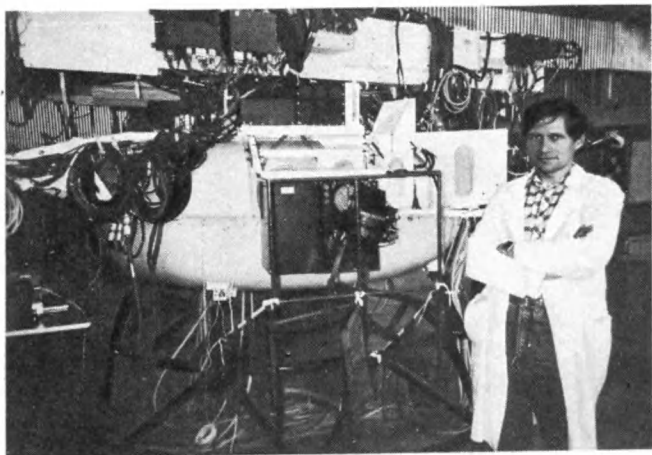
За научные приборы и обслуживающие их системы отвечает Российская Академия наук (РАН). Главным по проекту выступает Институт космических исследований (ИКИ РАН). В проекте активно участвуют еще два академических института: Институт геохимии и аналитической химии (ГЕОХИ) им. Вернадского, Институт радиоэлектроники (ИРЭ). ГЕОХИ «ведет» перенетраторы и два эксперимента на спутнике (Фотон и Нейтрон-С), ИРЭ — радиолокатор РЛК и радиофизические эксперименты (см. табл. 1). Остальными приборами спутника, а также платформами, системой МО-РИОН, малыми станциями занимается ИКИ. Все институты также имеют своих смежников, которым заказаны приборы, системы, либо их узлы, а часть приборов делается прямо в институтах. Комплексные же испытания приборов спутника на полномасштабном его макете («имитаторе») проводятся в ИКИ. На этих испытаниях

проверяются все электрические связи приборов с системами спутника. Руководят проектом «Марс-94» директор ИКИ академик РАН А. А. Галеев и Генеральный конструктор НПО им. Лавочкина член-корреспондент РАН В. М. Ковтуненко. В разработке и изготовлении научных приборов значительная роль отведена ученым и инженерам других стран. Это сотрудничество имеет самые разные формы: в одних случаях оно осуществляется на уровне космических агентств (Франция, ФРГ, США), в других — институтами и лабораториями. Без активного привлечения международной кооперации такой широкий фронт исследований невозможен — не хватило бы ни материальных, ни интеллектуальных ресурсов. Тем не менее проект «Марс-94» по своему статусу не может называться международным, поскольку самая ответственная и дорогая его часть, а именно, космический

аппарат, его запуск, работа с ним в полете — целиком обеспечивается Россией, «Марс-94» — российский проект с международным участием.

Для общей координации работ создан Международный научный совет проекта (МНС), который собирается один раз в год и обсуждает состояние дел. Однако МНС и учреждаемые им для изучения некоторых вопросов (например, уточнение характеристик орбиты) рабочие группы — лишь совещательные органы, все же решения принимает российское руководство проекта.

Каждый эксперимент с международным участием «ведет» группа ученых и инженеров из нескольких лабораторий разных стран. Ее возглавляет научный руководитель обычно из организации, которая взяла на себя ответственность за сборку прибора, его лабораторные испытания и установку на космический аппарат. В некоторых случаях имеется два научных ру-



Технологический образец прибора ПФС (инфракрасный спектрометр), установленный на торе. Рядом с ним научный сотрудник А. В. Григорьев — ведущий специалист по прибору

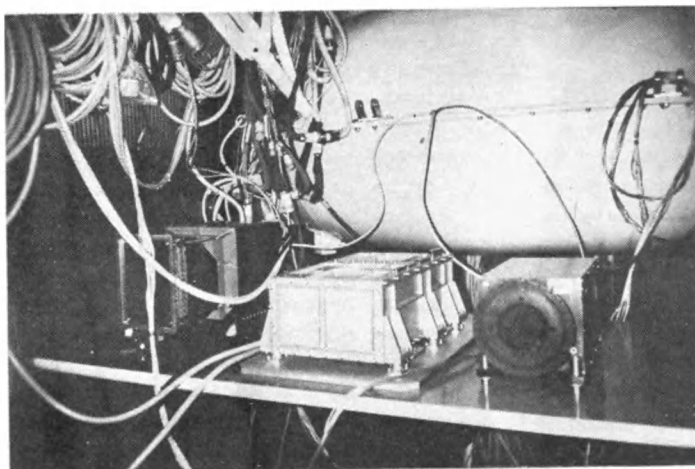
ководителя, причем один из них обязательно российский. И всегда среди активных участников эксперимента имеются российские ученые, защищающие его интересы, ведущие испытания прибора на космическом аппарате и т. д.

Варианты международной кооперации в научных экспериментах самые разные. По большей части это разделение ответственности по узлам; например, в приборе ПФС узел входной оптики с управляющей им электроникой (сканер) и приемники излучения постав-

ляет Россия, интерферометр и главный электронный блок — Италия, блок питания — Польша, элементы блока бортовой калибровки — Германия. Французские и испанские инженеры макетировали подсистемы главного электронного блока, Итальянский Институт физики межпланетной среды отвечает за сборку прибора и его калибровку, а ИКИ — за все испытания при стыковке с КА. Кроме того большая группа ученых из всех стран-участниц готовится к обработке данных и их интерпретации. Конечно,

кооперация сложная, но работоспособная. Создан интернациональный коллектив, члены которого хорошо знают и понимают друг друга. Объединены не только материальные и производственные ресурсы, но также опыт многих людей, причем, именно этот опыт оказывается особенно важным.

Сейчас, когда пишутся эти строки (январь 1994 г.), все работы идут по графику, предусматривающему старт в октябре, но положение очень напряженное. В прошлом году финансирование проекта оставалось близ-

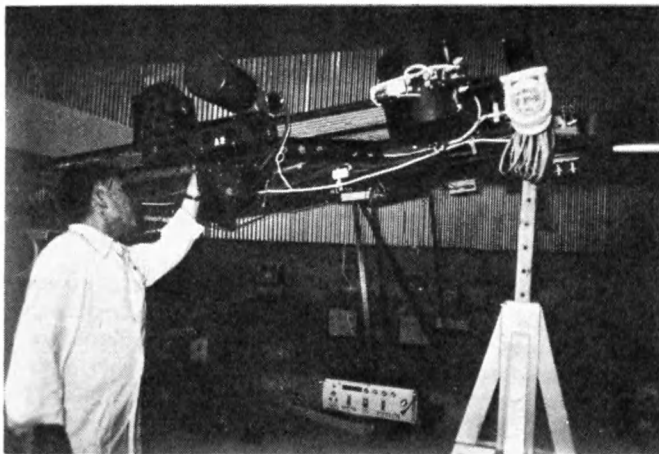


Технологические образцы телевизионных камер — слева направо: WAOSS, HRSG, навигационная

ким к нулю первые шесть месяцев. Инфляция же быстро обесценивала даже то небольшое, что выделялось. Во второй половине года Российское космическое агентство (РКА) упорядочило финансовое обеспечение проекта, взяв на себя всю ответственность за него, но многие месяцы уже были потеряны, больше нет резерва времени, столь необходимого в работах такого рода — с жесткими, заданными самой природой сроками. Любая заминка в поставках систем КА в испытаниях приведет к тому, что старт в октябре станет или невозможным или чрезмерно рискованным, ведь временное «окно», подходящее для старта, очень узкое.

Что будет, если не успеем? — Тогда экспедиция сможет стартовать на два года позже планового срока. Будет время сделать все, чтобы экспедиция стала максимально надежной.

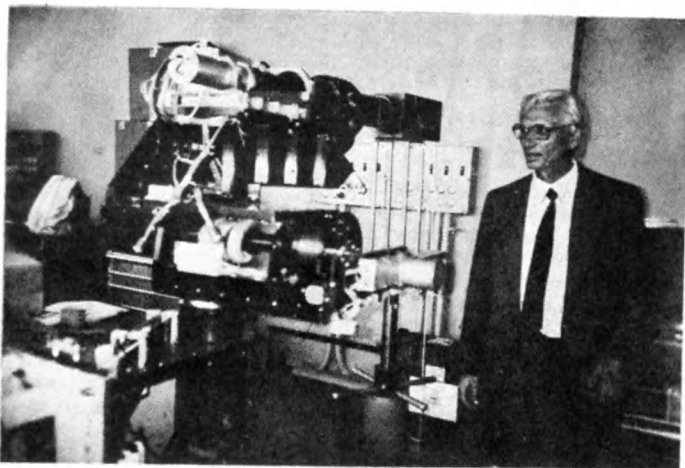
Напомним, что после преждевременной гибели КА «Фобос-2»



Технологические образцы приборов, установленных на одной из солнечных панелей. Слева направо: МАРИПРОБ, ФОНЕМА, ЛИЛАС-2. Рядом инженер В. Н. Цветков из группы, ведущей в ИКИ комплексные исследования на имитаторе

случилась еще одна дии, но и возросла ответственность за его успешное осуществление. Вместе с тем и у нас и за рубежом есть влиятельные люди, желающие «вытолкнуть» «Марс-94» в октябре 1994 г. неизвестно, произошло ли это или нет (Земля и Вселенная, 1993, № 6, с. 101). Научное значение проекта «Марс-94» возросло после этой трагедии, но и возросла ответственность за его успешное осуществление. Вместе с тем и у нас и за рубежом есть влиятельные люди, желающие «вытолкнуть» «Марс-94» в октябре 1994 г. неизвестно, произошло ли это или нет (Земля и Вселенная, 1993, № 6, с. 101). Научное значение проекта «Марс-94» возросло после этой трагедии,

Платформа ПАИС с одним из приборов (ЭВРИС) во время наладки в ИКИ. ЭВРИС — вверху слева; перед его входным окном установлена «искусственная звезда» — лабораторный источник света для испытаний. Рядом с платформой — ее главный конструктор В. С. Трошин



что Россия в срок выполняет свои международные обязательства, что российская космическая промышленность твердо стоит на ногах, несмотря на штормовую погоду в экономике, а зарубежные инвестиции, которые ей нужны, идут ей впрок. Зарубежные же «энтузиасты» имеют в виду другое: экономическое и политическое положение России в 1996 г. может настолько ухудшиться, что старт станет тогда невозможным даже при готовом КА. На подобные опасения есть простой ответ: если это произойдет, если дела в России не начнут улучшаться, вряд ли старт к Марсу вообще понадобится.

СТОИМОСТЬ ПРОЕКТА

Здесь мы подошли к самому острому вопросу: сколько стоит проект и,

если очень дорого, не следовало ли от него вообще отказаться? В ценах 1989 г. стоимость проекта составляет около 500 млн руб. Чтобы перейти к ценам января 1994 г., надо умножить эту цифру, видимо, на 1000. Иностранцы вложили в научные приборы около 150 млн долл. и не менее 80% средств уже освоено.

Итак, безусловно, проект очень дорогой, но ведь космические исследования вообще не дешевы, хотя и очень нужны для народного хозяйства (связь, разведка природных ресурсов, метеорология) и обороны. Только небольшая доля средств, идущих на космос, планируется для обеспечения нужд фундаментальной науки. Расходы на космос сокращать надо, но вряд ли стоит жертвовать при этом наукой. Остановив проект «Марс-94», мы по-

теряем на десятилетия, а может быть и навсегда, передовые позиции в одном из немногих научно-технических направлений, где они у нас были. Эта точка зрения находит понимание на высших уровнях власти: расходы, планируемые на космическую деятельность, в 1994 г. стали меньше, чем 2-3 года назад, но их общий объем все-таки достаточен для поддержания отрасли. Доля же, резервируемая на научные космические проекты, даже увеличилась. Происходит своего рода конверсия в космосе. Так что есть все основания надеяться на успешное завершение проекта «Марс-94» (причем не так уж страшно, если он «сползает» на два года) и на продолжение программы исследования Марса с участием России.

Информация

Супервулкан Марса на геологической карте

Хотя еще неизвестно, осуществится ли в наступающем XXI столетии путешествие людей на космическом корабле к Марсу, планетологи не могут не учитывать в своих исследованиях этой возможности. Для всякого путешествия прежде всего нужна карта, и геолог из МГУ И. В. Шалимов составил карту для достаточно обширного участка поверхности Марса, притом в масштабе — 1 : 2 000 000 (в 1 см — 20 км). Он

выбрал район расположения наиболее крупной возвышенности на, в общем-то, довольно ровной плоскости — вулканический массив Олимпус Монс, вершина которого возвышается над марсианской поверхностью.

Гигантский вулканический массив, открытый еще в XVIII в. итальянским астрономом Кассини и названный тогда Никс Олимпика (Снега Олимпийские), находится в северном полушарии Марса на границе Амазонской равнины и поднятия Фарсида. Его общая площадь — свыше 2 млн км² (почти с территорию Индии!). Уменьшенная копия этого вулкана вулканов существует на Земле — вулкан Мауна Лоа на Гавайских островах относится к типу щитовых вулканов. Конус Олимпа высится на жестком цоколе округлой формы диаметром около 500 км. Его

ограждает уступ высотой от 4 до 7 км. Максимальный размер кальдеры супервулкана — 60 на 80 км, ее глубина — 5 км. Вокруг вершины — концентрические ореолы лавовых покровов разного возраста, образующие полого спускающуюся равнину.

Множественно наслаивались потоки лавы, перекрывая друг друга. Сначала излились базальты, образовавшие при остывании грядовый рельеф. Потом произошло блоковое поднятие горы, вызванное вздутием глубинного расплава магмы. Оно сопровождалось растрескиванием слагающих гору пород. По трещинам, уходящим глубоко в недра, поднялись новые базальтовые потоки, и, наконец, произошло извержение из жерла картера.

Вестник МГУ, сер. геол., 1993, № 4, с. 29

Магнитное поле Гаспры

Группа научных сотрудников Университета штата Калифорния в Лос-Анджелесе (США), возглавляемая Маргарет Кивелсон, опубликовала результаты магнитных измерений, выполненных в октябре 1991 г. во время сближения американского космического аппарата «Галилей» с астероидом Гаспра.

За 1 мин до минимального (около 1,6 тыс. км) расстояния

между ними бортовой магнитометр зарегистрировал мгновенное изменение направления магнитного поля окружающего пространства. Через 3 мин после того как аппарат прошел расстояние 1,3 тыс. км, это поле обрело свою первоначальную направленность.

Известно, что любое тело, обращающееся вокруг Солнца, вносит изменения в структуру окружающего магнитного поля, нарушая солнечный ветер — поток заряженных частиц, истекающий от светила. Однако подсчеты показывают, что Гаспра с ее поперечником около 14 км сама по себе способна исказить магнитное поле в пространстве диаметром не более нескольких десятков километров, а наблюдавшиеся переме-

ны охватывали несколько тысяч километров.

Выступая с докладом на конференции Американского геофизического союза, состоявшейся в Балтиморе (штат Мэриленд) в мае 1993 г., М. Кивелсон высказала мнение, согласно которому столь значительное нарушение межпланетного магнитного поля вызывается собственной магнитосферой Гаспры. По-видимому, интенсивность этого поля на поверхности небольшого астероида вполне сравнима с магнитным полем Земли.

Гаспра — первый астероид, подвергшийся магнитным (правда, пока лишь косвенным) исследованиям.

New Scientist, 1993, 138, 16

Водородная сверхоболочка галактики

Сотрудники Каптейновского астрономического института в Нидерландах Р. Ранд и Т. ван дер Хюльст изучали строение спиральной галактики NGC 4631 в созвездии Гончих Псов. Эта галактика расположена сравнительно недалеко от нас — в 25 млн св. лет. Размерами она несколько уступает Млечному Пути.

Наблюдения велись на радиотелескопе Вестерборкской обсерватории (Нидерланды). Цель — картировать скопления нейтрального водорода, излучающего в линии 21 см. В ходе работы открыты две гигантские водородные оболочки, окружающие эту галактику. Одна диаметром 10 тыс. св. лет,

другая — 6 тыс. св. лет. Большая из них имеет массу $(100 + 200) \cdot 10^6 M_{\odot}$, меньшая — $(50 + 100) \cdot 10^6 M_{\odot}$. По-видимому, обе эти оболочки продолжают расширяться и ныне. Если принять во внимание огромные массы, вовлеченные в процесс, и скорость расширения оболочек, становится ясным, что требуется энергия, во много триллионов раз превышающая энергию, выделяемую Солнцем за год.

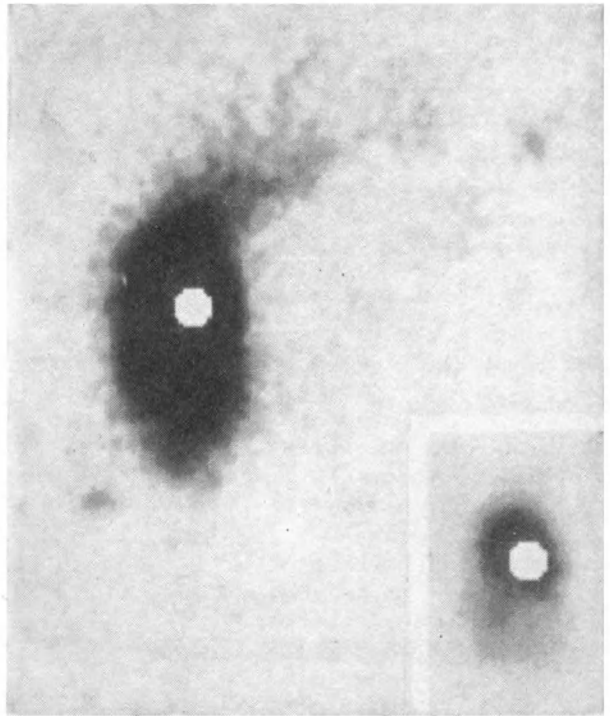
Возможны два пути образования этих оболочек. Во-первых, когда-то могло взорваться множество сверхновых звезд. Обычно в сверхновые превращаются массивные звезды, которые в начале своей жизни были горячими голубыми звездами. Такие звезды нередко образует разреженные скопления — «ОВ-ассоциации», в которые входит по несколько десятков массивных звезд, разбро-

санных на расстоянии сотен св. лет друг от друга. Однако Р. Ранд и Т. ван дер Хюльст подсчитали, что для возникновения столь гигантских оболочек необходимо было бы около 10^5 звезд, «производящих» сверхновые, а такие размеры «ОВ-ассоциации» еще никто не наблюдал.

Во-вторых, две небольшие галактики или два газовых облака могли «упасть» на данную галактику, вызвав к жизни волну звездообразования и вспышек сверхновых. Вокруг галактики NGC 4631 обращаются по меньшей мере три галактики. Любая из них, если она «свалится» на центральную галактику, в состоянии образовать сверхоболочку.

Astronomical Journal, 1993, 95, 1354
New Scientist, 1993, 138, 1877

Оптическое изображение хозяйской галактики квазара 3С 48. Сам квазар (закрыт непрозрачным кружком) расположен в 4'' от центра туманности, которая по своим свойствам напоминает больше спиральную, чем эллиптическую галактику



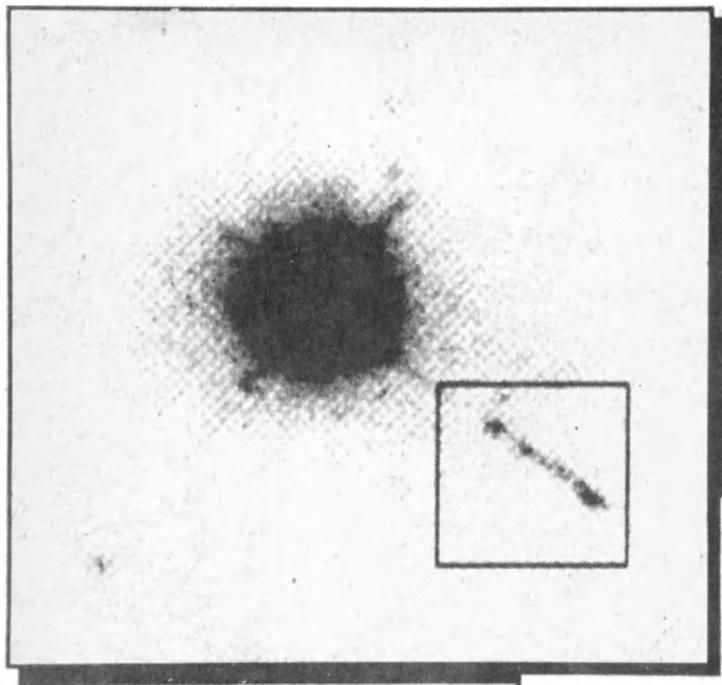
трами и цветами (Г. Аро — 1956 г., Б. Е. Маркарян — 1960 г.). Но, пожалуй, из всех наблюдателей ближе всего к обнаружению квазаров подошли Ф. Цвикки и Т. Хьюмасон еще в конце 30-х годов (обзоры звезд ярче 15^m на высоких галактических широтах). Они обнаружили голубые объекты неясной природы и планировали провести обзор до больших звездных величин. Подозревали, что голубые звездочки, являясь далекими звездами короны Галактики, принадлежат к первому поколению и поэтому обеднены металлами. Через 30 лет выяснилось, что среди объектов Хьюмасона-Цвикки был, по крайней мере, один квазар (HZ 46 с красным смещением $\sim 0,045$).

Неоценимый вклад в проблему активности ядер галактик внесла радиоастрономия, бурно развивающаяся после второй мировой войны. Уже в конце 40-х годов радиоастрономы обнаружили несколько дискретных источников радиоизлучения в созвездиях Лебедя, Девы, Центавра, Тельца, Кассиопеи. В начале 50-х годов часть из этих источников отождествили с оптическими объектами — остатками сверхновых (Крабоидная туманность в Тельце и туманность в Кассиопее) или гигантскими

эллиптическими галактиками в центральных областях скоплений (например, в Лебедь, в Деве, в Печи) или групп галактик (например, в Центавре). Еще в 1953 г. И. С. Шкловский высказал блестящую идею о синхротронной природе излучения Крабовидной туманности в диапазоне от радио до оптики, а в 1954 г. распространил ее на излучение выброса из ядра галактики M87 в центре скопления в Деве. (Кстати, этот выброс еще в начале века видел на своих фотографиях Г. Кертис.) В 1954 г. В. Бааде и Р. Минковский выдвинули гипотезу о столкновительной (катастрофической) природе радиоисточников (РИ), отождествленных с E-галактиками (т. е. радиогалактик). Они основывали свои выводы на раздвоенном виде в оптике галактики,

отождествленной с радиогалактикой в Лебедь. Против такой интерпретации выступил И. С. Шкловский, который полагал, что мощное радиоизлучение от них связано с поставкой релятивистских электронов от многочисленных вспышек сверхновых, происходивших на раннем этапе образования E-галактик (фаза «взрывающейся» галактики). Такие «вспыхивающие» в оптике радиогалактики И. С. Шкловский предлагал искать по мощным линиям излучения в их спектрах.

Начиная с 1956 г. все аспекты феномена активности ядер галактик попадают в поле научных интересов директора и основателя Бюраканской обсерватории академика В. А. Амбарцумяна, который обобщил свои взгляды на незвездную природу этого явления в



Оптическое изображение квазара 3С 273. Виден голубой тонкий выброс, наиболее яркая часть которого начинается в $-15''$ от самого квазара

из 3С (3-й Кембриджский каталога, выполненного на 178 МН₂ для источников с потоками больше 9 Ян. Теперь дело было за оптическими астрономами. Уже в конце 1960 г. Аллан Сендидж — ученик знаменитого открывателя расширения Вселенной Э. Хаббла, наблюдатель на самом большом в то время 5-метровом телескопе (Паламарская обсерватория, США) — доложил на 107 Ежегодном Собрании Американского Астрономического Общества об отождествлении радиоисточника 3С 48 со «звездочкой» 16^m , окруженной красной туманностью с угловыми размерами $6'' \times 12''$. Вскоре он нашел ее слабую переменность, что было бы странным для галактики, но согласовывалось с понятием «радиозвезды». К 1964 г. еще несколько РИ были отождествлены со «звездочками». Это были 3С 196, 3С 286 и 3С 273. Но к удивлению спектроскопистов линии в спектрах этих «звездочек» не были похожи на линии ионов известных элементов, которые встречались в спектрах нормальных звезд. Временно эти «непомянутые звездочки» получили название «interlopers» — мешающие (вторгнувшиеся), так как они портили красивую идею о существовании радиозвезд. Это уже был вызов звездной

своем докладе на XI Сольвейском конгрессе (1958 г.). В. А. Амбарцумян считал, что активность может быть связана с существованием гипотетических «D-тел», оставшихся с ранних этапов развития Вселенной в недрах звезд и ядер массивных галактик. И хотя эта гипотеза в настоящее время имеет лишь исторический интерес, однако ее логика позволила ученому первым почувствовать необычность процессов, наблюдаемых в активных ядрах некоторых галактик. (Хотя в начале века еще великий Джинс упомянул о такой возможности.)

Помимо отождествленных к концу 50-х годов сильных РИ, радиоастрономы наблюдали много

более слабых дискретных источников, которые оставались «беспризорными», так как не имели привязок к оптическим объектам. Появилось даже предположение, что эти РИ могут быть звездами. Для их надежного отождествления требовалась угловая точность в секунды дуги в определении их координат. В те годы, когда еще не было крупных радиотелескопов и интерферометров, такую точность мог обеспечить лишь метод покрытия Луной этих РИ. К началу 60-х годов таким способом английский радиоастроном К. Хазард с коллегами на австралийском 70-метровом РТ получили точные координаты нескольких ярких РИ



Учитель (Яан Оорт) и ученик (Маартен Шмидт) на Конгрессе IAU в Праге (1967 год). Фото автора

спектрскопии. Поэтому на получение спектров таких «звездочек» были брошены лучшие силы астрономов. За разгадку спектра ЗС 48 взялись Дж. Гринстейн и Т. Метьюз, а спектра ЗС 273, отождествленного со звездой -13^m с голубым $20''$ тонким выбросом, взялся ученик знаменитого голландского астронома Яана Оорта американский астроном Маартен Шмидт, работавший на 5-метровом Паломарском телескопе. М. Шмидт, с которым автор разговаривал на конференции в Тбилиси в 1989 г., сказал, что ученый за свою жизнь может сде-

лать не больше одного значительного открытия. В 1963 г. М. Шмидт такое открытие сделал... В спектре ЗС 273 было видно несколько линий излучения, не поддающихся отождествлению. Но, оценив отношение длин волн этих линий, М. Шмидт обратил внимание на то, что эти отношения совпадают с отношениями длин волн в бальмеровской серии линий излучения водорода: если все длины волн сдвинуть в красную область спектра на величину Z , равную $(\lambda - \lambda_0)/\lambda_0$, где λ — наблюдаемая длина волны линии, а λ_0 — лабораторная. Но ведь с такой

ситуацией астрономы сталкивались еще с 20-х годов после открытия Э. Хабблом расширения Вселенной. Ведь это же космологическое красное смещение! Так был найден ключ к расшифровке спектров «interloopers» — они оказались внегалактическими объектами: у ЗС 273 красное смещение составляло $Z = 0,158$, а у ЗС 48 — было $Z = 0,367$. Следовательно, голубая «звездочка», отождествленная с ЗС 273, находится от нас на расстоянии не менее 700 Мпс, т. е. в 1000 раз дальше туманности Андромеды! А ЗС 48 — еще в 3 раза дальше. Это было полной неожиданностью для астрономов. Ведь они привыкли, что внегалактические объекты всегда протяженные звездные системы, т. е. галактики. А тут перед ними оказались «звездopodobные» внегалактические объекты, светимость которых была в сотни раз выше светимости гигантских звездных систем, состоящих из сотен миллиардов звезд. Пришлось включить эти вновь обнаруженные объекты, получившие название квазизвездные источники — квазары, в существующую картину Мира. Но как в нее вписываются квазары? В. А. Амбарцумян заявил, что квазары — это предсказанные им «голые ядра» (т. е. D-тела), из которых со

временем будут рождаться галактики. И. С. Шкловский, не вдаваясь в полемику относительно природы квазаров, предсказал, что в силу своей «звездообразности» КЗИ могут быть переменными в оптическом диапазоне. Это подтвердила проверка, выполненная по фототеке ГАИШ в том же году Ю. Н. Ефремовым и А. С. Шаровым: была выявлена переменность ЗС 273 (на $\sim 0^m,3$). Через два года ученик И. С. Шкловского Г. Б. Шоломицкий обнаружил переменность в радиодиапазоне СТА-102. Открытие вызвало сенсацию после намека И. С. Шкловского на возможную искусственность полученного сигнала. Я. Б. Зельдович в это же время пытался подвинуть своих учеников на построение для КЗИ функции светимости по пяти уже отождествленным квазарам и думал о возможности построения для них хаббловской диаграммы — зависимости $m(Z)$. Из-за явной недостаточности статистики эти попытки успехом не увенчались. Я. Б. Зельдович и его ученики приступили к теоретической «осаде» этого феномена¹. Вместе с И. Д. Новиковым они оценили нижний предел массы квазаров, основываясь на физическом постулате о существовании эддингтоновского предела, при

котором давление излучения на окружающую плазму уравнивается гравитационным притяжением центрального тела. В 1964 г. В. Л. Гинзбург, Л. М. Озерной и С. И. Сыроватский опубликовали работу о механизме излучения ЗС 273, в которой, исходя из гипотезы о синхротронной природе его оптического излучения, делали вывод о существовании и мощного гамма-излучения от квазара. В 1965 г. Н. С. Кардашев с автором указали на существование для КЗИ зависимости между цветом их непрерывного излучения и красным смещением. В принципе, на основе такой зависимости можно было бы по наблюдаемым цветам (U, B, V) оценивать красное смещение квазаров. Однако зависимость оказалась сложного вида и оценка Z была неоднозначной. Впоследствии стало ясно, что эта зависимость связана с влиянием на цвет КЗИ очень сильных линий излучения в их спектрах, смещенных на разную величину при разных Z. В 1965 г. кроме радиосильных КЗИ в астрофизику «ворвались» гораздо более многочисленные радиослабые квазизвездные галактики — квазаги (КЗГ). Честь их обнаружения принадлежит А. Сендиджу, который в своей работе пытался доказать, что все голубые звездочки с $m > 16$, расположенные на высоких галактических широтах, также представляют собой квазизвездные объекты на внегалактических расстояниях. По

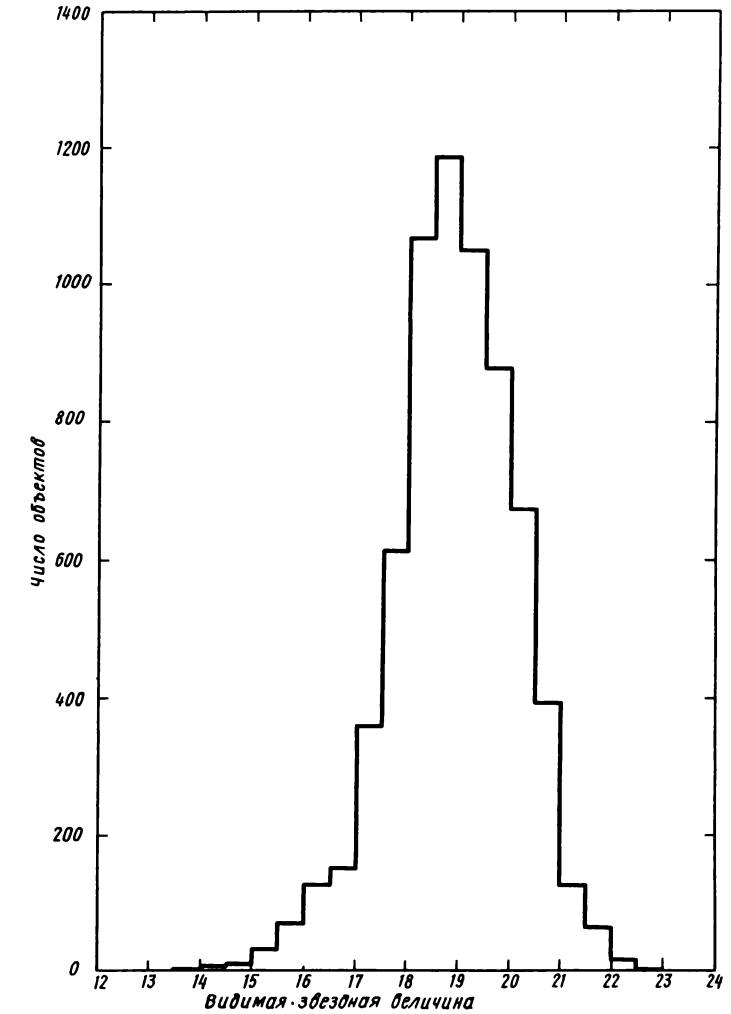
его оценке, пространственная плотность КЗГ превышает плотность КЗИ при тех же видимых звездных величинах примерно в 500 (!) раз. Однако очень быстро выяснилось, что всегда очень осторожный А. Сендидж на этот раз ошибся в 10 раз, т. е. 90% его объектов на самом деле оказались голубыми звездами короны нашей Галактики (о которых говорили еще Цвикки с Хьюмасоном) и лишь 10% — действительными квазагами, плотность которых в пространстве примерно в 50 раз выше, чем плотность радиосильных КЗИ. Интересно, что отношение пространственных плотностей радиоспокойных КЗГ к радиосильным КЗИ оказалось примерно таким же, как и отношение пространственных плотностей обычных эллиптических галактик к радиогалактикам. Уже это совпадение наводило на мысль о существовании тесной связи между квазарами и яркими массивными галактиками. Доводы в пользу такой связи еще больше укрепились после обнаружения Дж. Кристианом в 1973 г. вокруг «близких» квазизвездных объектов (КЗО) туманных образований, напоминающих галактики (эти образования получили название хозяйских галактик). Для относительно близких и не слишком ярких квазизвездных объектов удалось получить спектры их хозяйских галактик (чисто звездные спектры, но только линии в них смещены, как и у самих КЗО, в красную область). Таким

¹ После одной из неудачных попыток Я. Б. Зельдович сочинил даже стихотворение, которое начиналось так: «Модель квазара не прошла: ну что ж, тем хуже для квазара!»

Распределение квазаров по видимым звездным величинам. (Данные из каталога А. Hewitt and G. Burbidge, 1993.)

образом, доказали, что квазары — очень яркие ядра далеких галактик. Это открытие поставило крест на попытках ряда астрофизиков во главе с известными Джеффри Бербиджем и Халтоном Арпом не связывать красные смещения КЗО с космологическими причинами. Ведь только космологическим расширением можно было объяснить такие же красные смещения гигантских звездных систем, окружающих КЗО. Пытаясь доказать некосмологичность красных смещений в спектрах КЗО, прекрасный наблюдатель Х. Арп нашел несколько изумительных примеров «связи» между КЗО и близкими по углу галактиками с совершенно разными красными смещениями. Однако все они оказались игрой случая.

Обнаружение в глубинах Метагалактики таких необычных по своим свойствам объектов, какими оказались квазары, открыло, с одной стороны, перед астрофизиками новые горизонты, но, с другой, поставило ряд сложных вопросов. И прежде чем продолжить наш рассказ о квазарах, следует остановиться на их основных свойствах, которые удалось выявить за 30 лет исследований этих удивительных «маяков Вселенной».



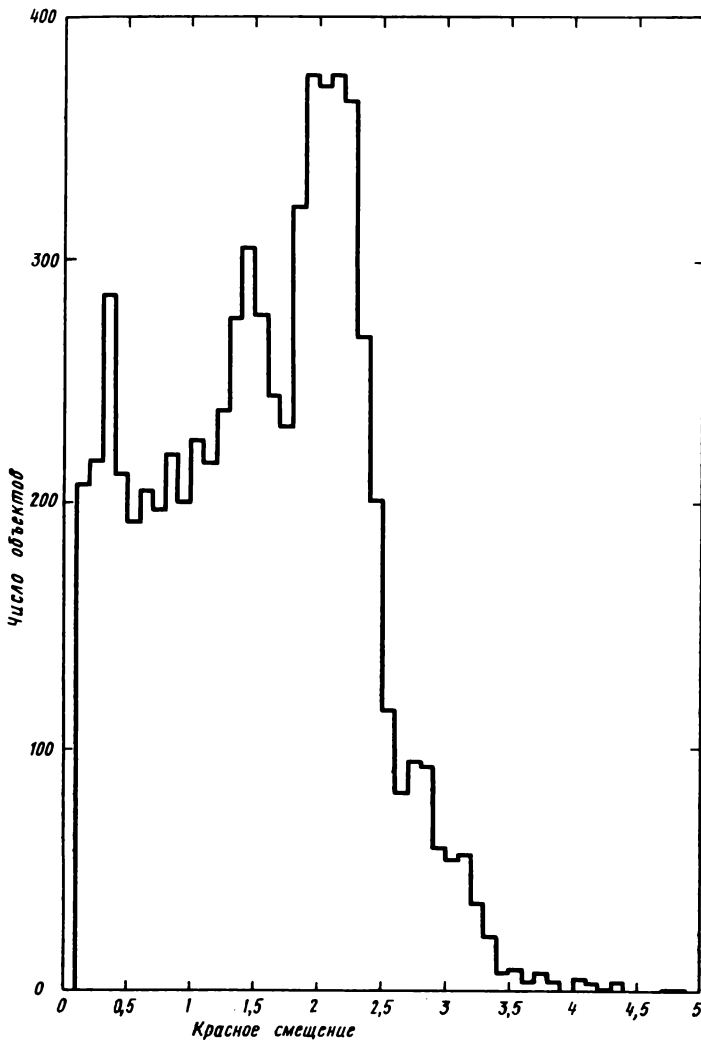
ОБЩИЕ СВОЙСТВА КВАЗАРОВ

А. Распределение КЗО по видимым звездным величинам показывает, что КЗО, в основном, — довольно слабые объекты. Поэтому не удивительно, что в обзоре, выполненном Цвикки и Хьюмасоном ($m < 15^m$) обнаружить квазары было сложно.

Общее число обнаруженных и отождествленных КЗО достигло к концу

1993 г. 10 000 в диапазоне красных смещений от 0,04 до 5 (!)². Распределение КЗО по красным смещениям обнаруживает три пика (максимумы при $Z = 0,3$; 1,4 и 2). Это понятно, потому что при таких красных смещениях в диапазон наблюдений

² $Z = 5$ соответствует эпохе, когда возраст Вселенной составлял примерно 1/6 от ее нынешнего возраста ($T_0 = 12$ млрд. лет при постоянной Хаббла $H_0 = 75$ км/сек/мпс).

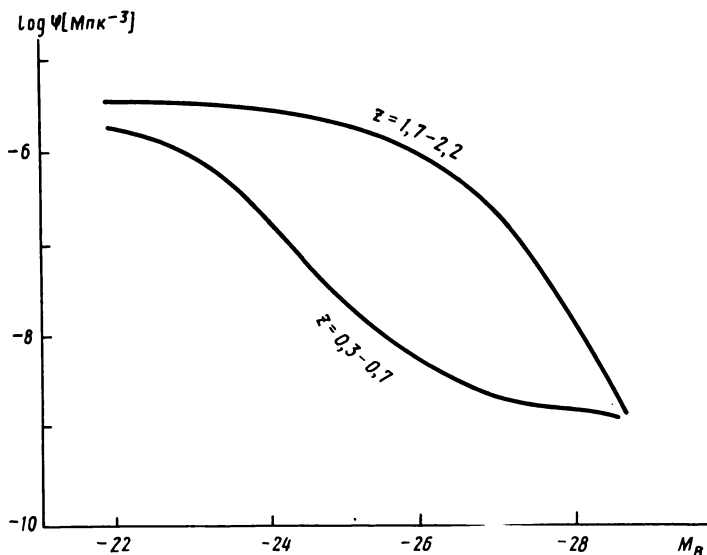


Распределение квазаров по красным смещениям. Пики обусловлены попаданием в диапазон наблюдений ($\lambda > 3300 \text{ \AA}$) самых сильных у. ф. линий излучения квазаров: Mg II (2800), C IV (1550) и L_{α} (1216)

($\lambda > 3300 \text{ \AA}$) входят самые сильные в спектрах КЗО линии излучения (Mg II, 2800 \AA ; C IV, 1550 \AA и L_{α} , 1216 \AA). Резкий обрыв числа наблюдаемых КЗО при $Z > 2,3$ объясняется, по-видимому, истинным уменьшением их пространственной плотности на ранних эпохах. Это означает, что основная масса КЗО рождается при $Z \approx 2-2,5$, а при меньших и больших Z темп их образования ослабевает. Здесь мы подходим

к очень интересной проблеме — существованию разных поколений квазаров. Она, в свою очередь, связана с вопросом о характерном времени жизни КЗО, которое, из разных соображений, не может быть существенно больше 10^7 лет. Причем более яркие квазары живут меньше, чем более слабые. Вообще, астрономы условились называть квазаром объекты с абсолютной звездной величиной ярче, чем -23^m ,

т. е. объекты, превосходящие по светимости ярчайшие галактики. Распределение КЗО по абсолютным звездным величинам показывает, что средний квазар имеет $M_v = -28^m$ (т. е. в 100 раз светимее, чем ярчайшие галактики), а наиболее яркие из известных КЗО достигают $M_v = -32^m$, т. е. еще в 40 раз ярче. Энерговыведение этих квазаров может достигать 10^{48} эрг/с. Функция светимости (число КЗО данной светимости в единице сопутствующего объема) для КЗО имеет разный вид для КЗО на разных красных смещениях. Причем, наибольшее отличие в пространственных плотностях КЗО наблюдается при средних M_v . Такие особенности функции светимости КЗО объяснимы как различным временем их жизни при разных светимостях, так и существованием различных поколений квазаров. Последнее может быть связано с тем, что в разные космологические эпохи формирование массивных галактик и ядер в них идет с неодинаковой скоростью, которая сильно зависит от средней плотности вещества в данном объеме. Там, где

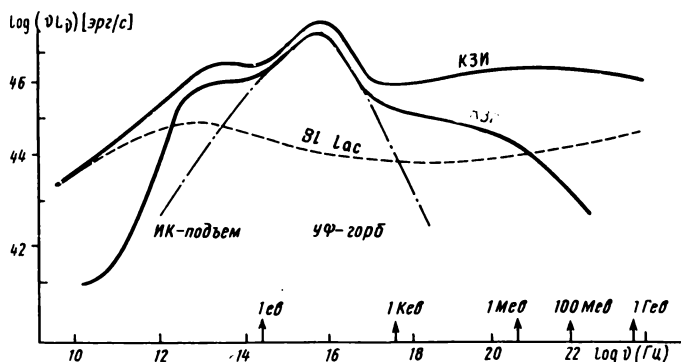


Функция светимости (число квазаров в данном интервале яркости в 1 Mpc^3 сопутствующего объема) для квазаров в диапазоне $Z = 0,3-0,7$ и $1,7-2,2$. Видно, что наибольшая эволюция светимости (или числа) попадает на квазары средней яркости ($M_B = -26$)

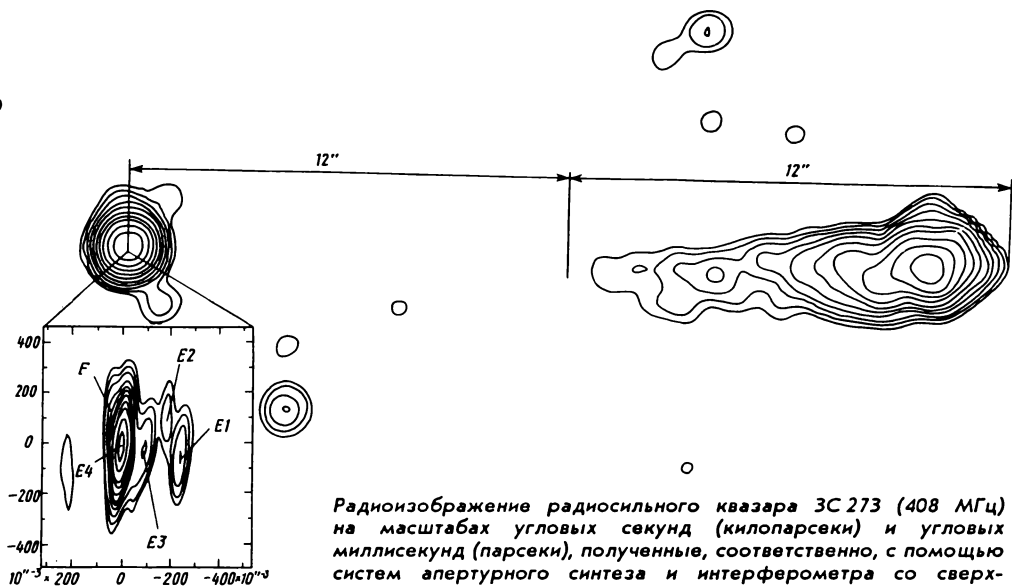
средняя плотность выше, иерархического скучивания также выше и скорость образования галактик и их ядер, часть из которых становится квазарами. Наблюдения, подтверждающие такую схему. Например, далекие КЗО возникает там, где идет формирование скопления галактик, а последние поколения КЗО могут быть связаны уже с областями с меньшей плотностью, где в более поздние эпохи возникают группы галактик. Такая схема формирования более массивных систем из менее массивных при слиянии последних получила название модели

центральных галактик субскоплений, входящих в состав более крупного скопления. В таком случае даже в поздние космологические эпохи ($Z < 0,5$) могут возникать очень яркие КЗО, которые на функции светимости лежат в той же области, где и КЗО, сформировавшиеся при $Z \approx 2,5$, т. е. гораздо раньше.

Б. Теперь самое время поговорить о наблюдаемом энерговыделении квазаров в разных диапазонах длин волн (от радио- до гамма-). Почти сразу после открытия КЗО выяснилось, что их непрерывный спектр имеет нетепловую природу и грубо может быть представлен зависимостью $F_\nu \sim \nu^{-\alpha(\nu)}$, где F_ν — поток излучения; ν — частота; α — показатель спектра, связанный с диапазоном наблюдений. Для оценки энерговыделения КЗО на разных частотах удобнее рассматривать энергетический



Энергетический спектр ($\nu F_\nu - \nu$) для радиосильных (КЗИ) и радиослабых (КЗГ) квазаров. У КЗИ слабее выражен ИК-подъем, но зато энергетический спектр тянется (иногда даже с подъемом) в область жесткого γ -излучения. В области УФ мягкого рентгена виден «бугор», связанный с излучением горячих звезд от околоядерной области



Радиоизображение радиосильного квазара 3C 273 (408 МГц) на масштабах угловых секунд (килопарсеки) и угловых миллисекунд (парсеки), полученные, соответственно, с помощью систем апертурного синтеза и интерферометра со сверхдлинной базой

спектр, т. е. зависимость $\nu F_\nu \approx f(\nu)$. Такая зависимость показывает, что, во-первых, есть различие в виде энергетического спектра между радиосильными КЗИ и радиослабыми КЗГ. И, во-вторых, что в области ИК-излучения и в области от УФ-излучения до мягкого рентгена заметный вклад в нетепловое излучение КЗО дает и тепловая компонента. ИК-тепловой «бугор» гораздо сильнее проявляет себя у радиоспокойных КЗГ. «Бугор» в области УФ и мягкого рентгена связан, по-видимому, с околоядерным диском (излучение горячих звезд этого диска) и с рассеянным излучением на веществе диска жесткого излучения ядра. Жесткое рентгеновское и гамма-излучение, по-видимому, обусловлено рассеянием более мягких квантов на

релятивистских электронах, ускоряемых вблизи ядра (обратный Комpton-эффект). Темп энерговыделения квазаров во всем электромагнитном спектре (от радио- до гамма-) может достигать фантастической величины $\sim 10^{48}$ эрг/сек (!). За время своей жизни ($\sim 10^7$ лет) квазар может выделить энергию порядка 10^{62} эргов, что соответствует полной переработке в энергию массы $\sim 10^8 M_\odot$ (!). Интересно, что суммарное энерговыделение квазара примерно равно энергии релятивистских частиц, накопленных в протяженных радиокомпонентах мощных радиогалактик. Это косвенное подтверждение возможной эволюции радиоквазаров в радиогалактики. Нетепловое излучение КЗО переменное. Причем, как правило, обнаруживается несколько компонент

с разными характерными временами переменности от десятков (и даже сотен) лет до часов. В оптическом диапазоне яркость КЗО может иногда возрасти в 100 раз за месяц. При таких гигантских вспышках выделяется порядка 10^{53} эргов (примерно 100 вспышек сверхновых!). Природа этой переменности до сих пор не совсем ясна. К тому же, возможно, что в разных диапазонах длин волн она может быть разной. Лучшее всего переменность исследована в оптическом и радиодиапазонах. Как правило, изменение блеска в оптике предшествует изменению светимости в радиодиапазоне на месяцы и даже годы. В рамках синхротронной теории излучения это может свидетельствовать о том, что оптическое излучение возникает в более близких к «центральной машине»



Выбросы из ядра гигантской E-галактики M 87 в скоплении Дева в оптическом и радиодиапазоне. Угловое разрешение на $\lambda = 2$ см (VLA) и на $\lambda = 3270 \text{ \AA}$ (на Космическом телескопе) равны примерно $1''$.

областях, где и магнитные поля сильнее. К сожалению, наблюдения в оптическом диапазоне не позволяют получать с Земли угловые разрешения лучше $1''$, которое для квазаров соответствует линейным размерам порядка килопарсек.

Лишь с помощью космического телескопа им. Хаббла это разрешение может быть улучшено в десятки раз. В радиодиапазоне с помощью систем апертурного синтеза (база достигает десятков километров) также можно получать радиокарты с похожим угловым разрешением. А вот глобальной сети интерферометров (базы до 10 000 км) доступны радиокарты радиоисточников с угловым разрешением вплоть до долей миллисекунд в миллиметровом диапазоне (это соответствует линейным размерам порядка нескольких парсек). Структура ядерных радиоисточников при таком разрешении выглядит как цепочка отдельных компонент разной яркости, вытянутых, как правило, в одну сторону от компоненты, считающейся ядром. Эти компоненты со

временем изменяют свою яркость и размеры, удаляясь от ядра по сложным винтообразным траекториям.

Скорость компонент по мере удаления от ядра возрастает, хотя, как правило, одна компонента прослеживается на протяжении всего нескольких лет и сказать что-либо о ее поведении за более длительный срок не представляется возможным.

При исследовании движения околоядерных радиокомпонент в некоторых компактных сильнопеременных РИ выявилась интересная особенность: скорости их удаления от ядра превышают скорость света! Это открытие Дж. Бербидж использовал как аргумент против космологической природы красных смещений у КЗО. Однако, как было показано в ряде работ, данный феномен можно согласовать с выводами теории относительности, если выброс этих компонент происходит на самом деле со скоростями несколько меньшими скорости света, но под углами, меньшими, чем 10° к лучу зрения или если радиоизлучающая об-

ласть представляет из себя бегущий по неоднородностям внешней среды «световой зайчик». Читатели «Земли и Вселенной» имели возможность получить об этом подробную информацию.

Ленинградские астрофизики Е. А. Белоконов и М. К. Бабаджанянц, анализируя оптическую переменность «сверхсветовых» РИ обнаружили интересную закономерность в их кривых блеска: моменту появления вблизи ядра «сверхсветового» радиокомпонента соответствует вспышка в оптическом диапазоне. Другими словами, если бы в оптике мы могли иметь такое же разрешение, как и в радиодиапазоне, то, по всей вероятности, в оптическом диапазоне также наблюдались бы «сверхсветовые» компоненты. Кстати, на гораздо больших масштабах хорошее совпадение картин в радио и оптике действительно наблюдается: например, 1,5 кпк выброс из ядра близкой радиогалактики M 87 (в скоплении Дева) выглядит совершенно одинаково в радио и в оптике.

(Окончание следует)

Мощная вспышка гамма-излучения

31 января 1993 г. американский спутник GRO (Gamma-Ray Observatory) зарегистрировал в созвездии Девы необычно мощный гамма-всплеск. Его энергия в 10 раз превысила энергию самого яркого из гамма-всплесков, наблюдавшихся за 25 лет, а яркость в 100 раз выше любого постоянного гамма-источника в нашей Галактике.

Сразу же после сообщения об этом открытии многие наземные обсерватории и самолеты-лаборатории направили свои приборы в соответствующую часть неба, но подходящий объект, который можно было бы принять за источник этого излучения, не нашли.

Интенсивность данного всплеска указывает на то, что его излучение направлено узким, сфокусированным лучом. По мнению С. Вусли (США), подобные «струи» гамма-излучения могут возникать во время вспышки сверхновой или при столкновении двух нейтронных звезд, обращающихся вокруг общего центра.

Но теоретикам, пытавшимся объяснить, почему излучение не распространяется изотропно во все стороны, а образуется узкий луч,

приходится очень трудно. Ведь если гипотеза сфокусированного потока верна, то при всех подобных взрывах лишь очень незначительная часть излучения должна быть направлена в сторону Земли, а это противоречит наблюдательным данным.

За два года пребывания на орбите спутник GRO зарегистрировал 591 гамма-всплеск, которые равномерно распределены по всему небу. Х. Кувелиот считает это свидетельством того, что подобные вспышки происходят не в нашей Галактике, а в миллиардах св. лет от нас.

New Scientist, 1993, 138, 13

НОВЫЕ КНИГИ

Лекции по космонавтике

Новая книга профессора И. В. Мещерякова «Введение в космонавтику» (Москва, 1993) содержит краткие тексты лекций, освещающие вопросы физики космоса, особенности движения спутников, их запуска и управления в полете.

В предисловии к книге отмечено, что «автор не стремился изложить фактический материал как полные необходимые знания специалисту в области космонавтики, а главным образом, через этот материал попытаться пробудить в читателе интерес к новому, развивающемуся представлению о космосе с позиций материального и духовного осмысления окружающего нас мирового пространства, к пониманию необходимости не только извлечения сиюминутной пользы, но и сохранения нашей среды обитания, порожденной космосом, побудить к поиску истины без слепой веры в ранее полученные знания и усвоенные постулаты». Многолетний педагогический опыт автора, накопленный во время работы в Военной академии им. Ф. Э. Дзержинского, послужил основой для отбора содержания учебного материала и оптимальной формы его изложения.

В книге семь глав.

Первая книга — «Физические свойства космического пространства, влияющие на полет ИСЗ» —



дает представление читателям о ближнем, дальнем и открытом космосе. Характеризуя космическую среду, автор сообщает основные сведения о вакууме, причем, не ограничиваясь данными о космическом вакууме наших дней, рассказывает и о физическом вакууме, флуктуации которого привели в прошлом к появлению раздувающейся Вселенной. Такую стыковку «классических» и новейших представлений автор практикует и при рассмотрении многих других вопросов, например, связанных с гравитацией. Отдельные парагра-

фы первой главы посвящены радиационным поясам Земли, солнечному ветру и световому давлению.

Вторая глава — «Искусственные спутники Земли, выведенные на орбиту» — начинается с рассмотрения двигателей и движителей. Затем разъясняются условия и время существования ИСЗ. Заключительный параграф главы — «Космическая система «Земля-Луна».

«Маневрирование космических аппаратов» — название третьей главы книги. Здесь рассмотрены роль и сущность маневров, связь изменения скорости космического корабля с расходом топлива, оценки качественных и количественных характеристик маневров.

В главе «Космические системы» читатель знакомится со спутниковыми системами связи, космическими навигационными системами, а также с применением космонавтики в геодезии, метеорологии, изучении природных ресурсов Земли и т. д.

Пятая и шестая главы книги содержат самые необходимые сведения о командно-измерительном комплексе и космодромах.

«Возможные направления применения космической техники в решении глобальных экологических проблем» — седьмая глава книги. В нее автор включил, наряду с установившимися в науке сведениями о воздействии космоса на Землю, и разнообразные новые, нетрадиционные идеи, которым предстоит дальнейшая разработка, научно и практически обоснование.

Синоптические явления в литосфере и прогноз сейсмической погоды

В. И. УЛОМОВ,
доктор физико-математических наук
Объединенный Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта, РАН

«Теперь нам известно, что неравновесность — поток вещества или энергии — может быть источником порядка.»

И. ПРИГОЖИН, 1984 г.

В результате исследований геодинамики и сейсмичности Центральной Азии выявлена упорядоченность иерархической слоисто-блоковой структуры литосферы. Обнаружены деформационные волны, определяющие направленность развития



сейсмогеодинамических процессов. Эти и другие явления положены в основу разработки новых методов сейсмического районирования и долгосрочного синоптического прогноза сейсмической погоды.

НЕ ХАОС, А ПОРЯДОК

До сего времени нерешенной проблемой сейсмологии остается определение местоположения потенциальных очагов, ве-

личины и повторяемости максимальных землетрясений (Земля и Вселенная, 1968, № 3, с. 23; 1978, № 6, с. 6). **Сильные и катастрофические землетрясения** по-прежнему внезапны, неожиданны,

непредсказуемы ни во времени, ни в пространстве. Одна из причин отставания этой области сейсмологических знаний — недостаточное использование современных геодинамических моделей.

Они должны адекватно отражать структурное и динамическое **единство геофизической среды** и в то же время **вероятностно-детерминистский характер** протекающих в ней сейсмогеодинамических процессов. Структуры, казалось бы, хаотичной сейсмичности обнаруживают ярко выраженные закономерности в **пространственно-временном распределении очагов землетрясений**, обусловленные нелинейным и неустойчивым деформационным взаимодействием **иерархии геоблоков** и литосферных плит.

Преобладающее число очагов континентальных землетрясений, представляющих наибольшую опасность своими разрушительными последствиями, расположено на относительно небольших (5—20 км) глубинах в **верхней части земной коры**. Реже они охватывают всю литосферу. Очаги приурочены к разрывным тектоническим нарушениям и другим менее прочным участкам внешней оболочки Земли, структура которой, в свою очередь, **предопределена** предыдущими геологическими эпохами и современными тектоническими движениями. Связь региональных геоструктур и сейсмичности наиболее ярко выражена в глобальных масштабах и обусловлена, главным образом, взаимодействием перемещающихся по астеносфере литосферных плит; их активные границы четко очерчены эпицентрами многочисленных землетрясений.

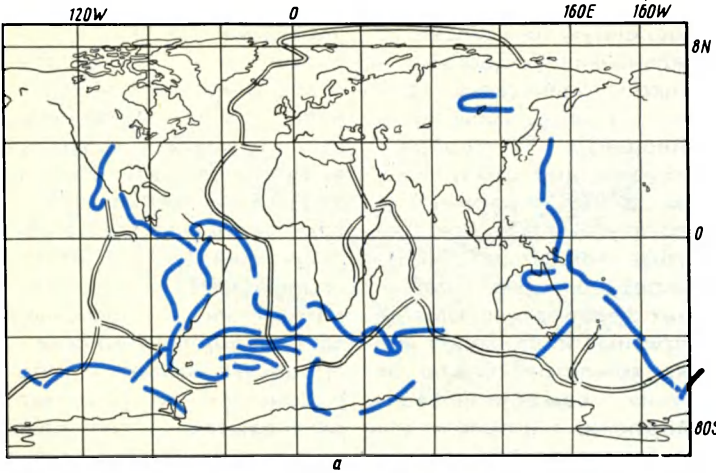
Наиболее упорядочены по своим размерам и местоположению зоны столкновения и погружения (субдукции) **дугообразных участков литосферных плит** по периферии океанов и их реликты на континентах. Менее консолидированные по сравнению с самими плитами и крупными геоблоками, такие участки и целые регионы чаще всего становятся ареной современного горообразования и сейсмической активности. Среднестатистическая горизонтальная протяженность этих регионов, как и средняя величина расстояний между их геометрическими центрами составляет около трех тысяч километров.

Местоположение и размеры очагов землетрясений внутри самих регионов, в свою очередь, подчинены геометрии **долгоживущих активных разломов земной коры** и всей литосферы. Они не рассеяны хаотично в пространстве, а расположены преимущественно в одних и тех же местах, наименее благоприятных для свободного проскальзывания (крип) бортов разломов. Такие неблагоприятные для **криповых тектонических движений** и, следовательно, наиболее опасные в сейсмическом отношении участки приурочены к пересечениям разломов (к дислокационным тектоническим узлам) или к резким их изгибам. Размеры разломов и расстояния между ними, как оказалось, обусловлены толщиной и свойствами соответствующих слоев,

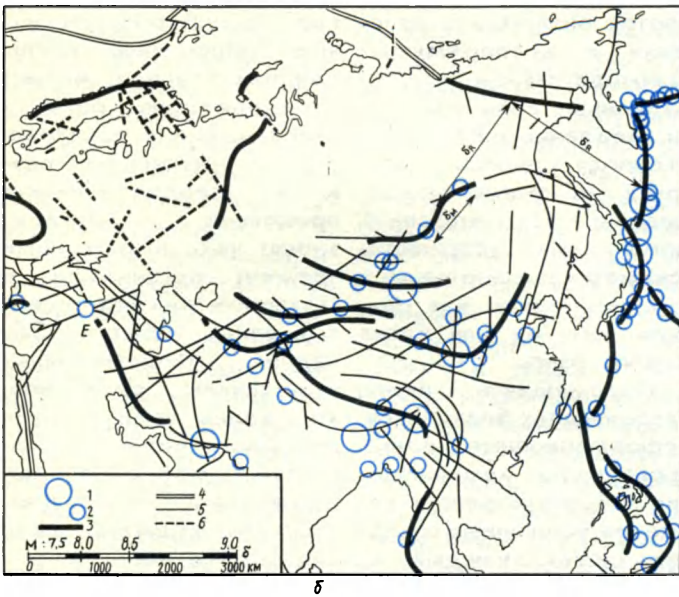
подвергшихся в геологические эпохи трещинообразование. Чем толще слой, расчлененный разломами на блоки, тем мощнее и протяженнее сами разломы, тем больше межразломное расстояние и крупнее образованные ими геоблоки. И наоборот, с уменьшением толщины слоев уменьшаются размеры разломов и геоблоков, а в итоге и протяженность самих очагов землетрясений.

Обнаружено, что упорядоченные межузловые расстояния, и, соответственно, размеры геоблоков, к тому же имеют и ярко выраженную тенденцию **группироваться по рангам**, примерно удваивая от ранга к рангу свои размеры в плане и по глубине. Это интересное явление, скорее всего, связано с регулярностью удвоения глубины залегания основных границ раздела в земной коре и верхней мантии.

Фундаментальной закономерности скачкообразного и «самоподобного» изменения физических свойств вещества с удвоением глубины, видимому, подчинены все глубинные горизонты, начиная от ядра Земли (2900 км) и вплоть до земной поверхности, включая структуру речных террас и даже почвы. **Фрактальную** (самоподобно дробную) структуру разломообразования легко обнаружить и в растрескивании концентрически слоистых конкреций и иных геологических образований.



Глобальное распределение сейсмоактивных регионов (а) и региональная структура сейсмичности Евразии (б): 1, 2 — соответственно очаги землетрясений с $M=8,5$ и $M=8,0$; 3 — оси сейсмогенерирующих конвергентных структур (зоны субдукции); 4 — оси дивергентных (рифтовых) зон; 5 — оси очаговых зон менее крупных ($M=7,5$ и менее) землетрясений; 6 — предполагаемые очаговые зоны землетрясений с $M=5,0$ и менее; δ — шкала преимущественных расстояний в масштабе карты между геометрическими центрами регионов (δ_R) и между эпицентрами ближайших пар очагов землетрясений (δ_m), соответствующих магнитуд M ; Е — очаг Эрзинджанского землетрясения 1939 г.



статистического анализа распределения расстояний δ между эпицентрами ближайших пар очагов землетрясений фиксированной величины, т. е. имеющих примерно одинаковые размеры L , магнитуду M и энергетический класс K , связанный с сейсмической энергией E (джоули) выражением $K = \log E$. Как оказалось, преднестатистические межэпицентральные расстояния δ (метры), как и размеры (протяженность) самих очагов L , можно описать следующими простыми соотношениями:

$$\delta = 2^k \sqrt{3,5}, \quad L = 2^k / \sqrt{3,5}.$$

«Загадочная двойка» здесь как раз и свидетельствует об изменении размеров очагов и соответствующих расстояний между эпицентрами примерно в 2 раза при переходе от одного энер-

Природа такой упорядоченности полностью еще не раскрыта, однако отмеченный порядок — несомненный факт. Именно он диктует регулярность в иерархии тектонических разломов, геоблоков, а в конечном итоге — очагов землетрясений: чем крупнее землетрясения, тем дальше друг от друга расположены их очаги.

Чтобы оценить размеры областей, ответствен-

ных за энергетический потенциал, т. е. максимальную возможную магнитуду землетрясений, и, следовательно, определить геометрические размеры соответствующих геоблоков, мы исследовали пространственное распределение очагов землетрясений разной величины на территории континентальных сейсмоактивных регионов в Центральной Азии. Это осуществлено путем

гетического класса к другому. В магнитудной классификации землетрясений такое удвоение величин L и δ примерно соответствует шагу в 0,5 единицы магнитуды. Кроме того, из уравнений видно, что величина отношения δ/L постоянна, составляет 3,5 и не зависит от значений E и M (инвариант по отношению к энергетическому классу и магнитуде). Примечательно, что и в механике разрушения твердых сред этот параметр, близкий к 3,5, также имеет непосредственное отношение к пространственному распределению возникающих трещин.

Таким образом, всюду мы обнаруживаем «магическую» упорядоченность в виде самоподобия в соотношении иерархии размеров геоблоков и очагов землетрясений — во всем огромном интервале объемов, энергии и магнитуд. Эти зависимости распространяются и на глобальные масштабы. В частности, рассматривая среднестатистическую величину расстояний между сейсмоактивными регионами (около 3 тыс. км), можно получить оценку экстремальной магнитуды, равную 9,0, близкую к предельной из реально наблюдающихся магнитуд.

САМООРГАНИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

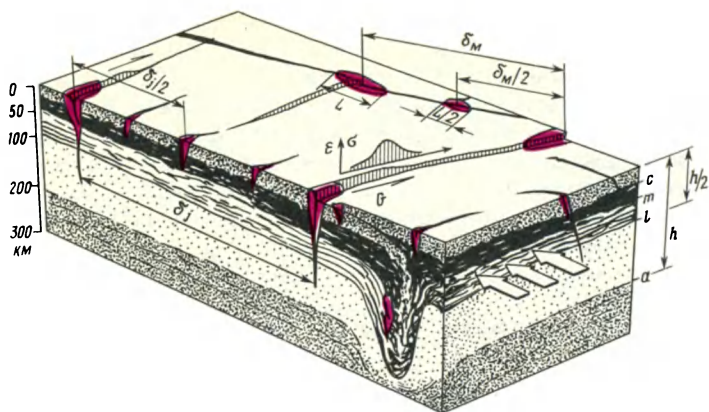
Иерархическая исто-блоковая структура предопределяет особую нелинейную реакцию литосферы на деформаци-

онные воздействия, обусловленную не столько локальными процессами на микроскопическом уровне (что свойственно сплошным средам), сколько деформированием всей иерархической структуры в больших пространственных масштабах. Определяющую роль в этих процессах играют дискретные подвижки в очагах землетрясений и явления самоорганизации. Медленные и практически асейсмичные деформационные процессы, например, плавное скольжение бортов разломов в сочетании с кооперативным взаимодействием деформационных волн разгрузки, медленно распространяющихся вдоль разломов из очагов произошедших землетрясений, могут стать «спусковым крючком» землетрясений в соседних очагах, как правило, того же или более низкого ранга.

Перемещаясь вдоль разделяющих блоки швов, деформационные волны провоцируют возникновение землетрясений в наименее устойчивых соседних очагах, каждый из которых, в свою очередь, становится источником своих волн разгрузки. Совместные действия многих очагов способны привести систему разломов в согласованное сейсмогеодинамическое состояние и породить элементы самоорганизации в развитии сейсмических процессов. Как оказалось, хотя каждое землетрясение — случайное явление, в целом сейсмический процесс достаточно детерминирован: очаги не

рассеяны хаотично, а укладываются в относительно узкие пространственно-временные каналы (ПВК). При этом закономерности миграции выявляются тем надежнее, чем меньше (вернее, оптимальнее) энергетический диапазон исследуемых очагов землетрясений, поскольку сейсмогеодинамические процессы наиболее упорядоченно (но различно) развиваются на каждом из масштабных иерархических уровней.

Как показала практика, такие структурно-устойчивые уединенные волны деформирования играют определяющую роль в направленности пространственно-временного развития геодинамических процессов. Они приносят ярко выраженный элемент организации в стохастический поток сейсмических событий. Обладая двойственными свойствами солитонов, эти волны ведут себя подобно и волнам, и частицам, стабильно выдерживая в течение длительного времени свои кинематические и динамические параметры. Подпитываясь упругой энергией сдавленной литосферными плитами геофизической среды, солитоноподобные деформационные волны создают в узлах пересекающихся или искривляющихся разломов разнообразные зацепы, а затем, «срезая» их, провоцируют местные землетрясения. «Геосолитоны», образно говоря, систематически «снимают урожай» созревших в



Трехмерный фрагмент Среднеазиатского региона: 0 — земная поверхность, границы — с, m, l, а соответственно, Конрада, Мохововичича, подошвы литосферы и астеносферы. На переднем плане виден реликт зоны субдукции под Памиром и Гиндукушем, погружающийся под напором Индийской плиты (три большие стрелки) на глубину до 300 км. Геон G, распространяющийся вдоль Южно-Тяньшаньского разлома и эпюра упругих напряжений (σ) и деформаций (ϵ) в его пределах

сфере их действия очагов землетрясений. Их роль в сейсмической погоде литосферы можно уподобить деятельности метеорологических солитонов — циклонов и антициклонов, диктующих ту или иную погодную обстановку в воздушной оболочке Земли.

Известно, что «классические» солитоны при взаимодействии между собой или с некоторыми другими возмущениями практически не разрушаются, а расходятся вновь, сохраняя свою структуру почти неизменной. При столкновении с какой-либо неоднородностью солитоны не только замедляются или ускоряются, но и могут отклоняться от направления своего первоначального движения. Под действием трения одни солитоны затухают и прекращают свое существование, другие лишь замедляются и даже могут остановиться, не исчезая вовсе. Эти и другие свойства классических солитонов присущи и «геосолитонам». Мы называем их «геонами» (G). Этим подчеркнута их право на существование в

литосфере аналогично родственным им солитонам в атмосфере и гидросфере Земли. Кстати, впервые структурно-устойчивая уединенная волна была обнаружена именно на водной поверхности 160 лет назад в августе 1834 г. шотландским ученым С. Расселлом. Он же и назвал ее волной переноса или «большой уединенной волной» (great solitary wave). От слова solitary и был несколько позже образован термин «солитон», не случайно созвучный электрону, протону, циклону и другим волноподобным частицам и объектам. Этой же аналогии следует и наш термин — геон.

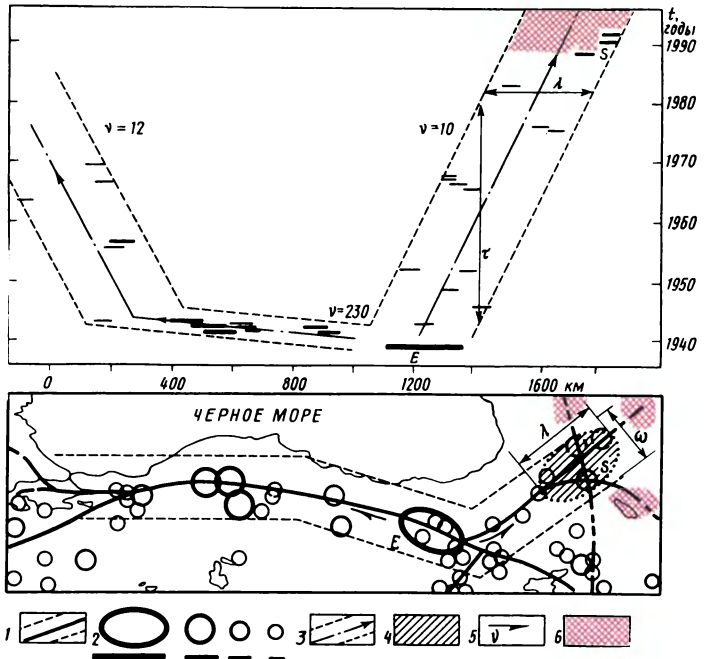
Геоны — это не те расходящиеся кругами и быстро затухающие в литосфере гипотетические деформационные волны, о которых сообщалось ранее рядом исследователей и в том числе в 1966 г. автором. Геоны движутся вдоль тектонических разломов и обусловлены механическим взаимодействием деформационных волн разгрузки в очагах происходящих

землетрясений, а также плавными перемещениями бортов разломов в условиях всеобщего деформирования литосферы. Попросту говоря, посредством геонов происходит самоорганизованное последовательное (энергетически более выгодное) «вспарывание» геологических разломов.

ПРОГНОЗ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ

Движение геонов нами четко прослежено вдоль разломов литосферы Центральной Азии. Обнаружена также реакция низкопотенциальных геонов на подготовку сильнейших землетрясений в соседних более крупных разломных зонах. Как правило, она проявлялась за 10—15 лет до возникновения этих землетрясений, что могло бы в свое время служить достаточно надежным прогностическим признаком. Физический смысл наблюдаемой сейсмогеодинамической реакции разломов и межблочных швов, вдоль которых движутся геоны, состоит в их

Сейсмогеодинамические процессы в Северной Турции и долгосрочный прогноз сейсмической обстановки на Кавказе: 1 — тектонические разломы и ширина полосы (пунктир) с принадлежащими им очагами землетрясений; 2 — очаг Эрзинджанского землетрясения 1939 г. с $M = 8,0$ и очаги землетрясений с меньшими магнитудами; 3 — пространственно-временные каналы (ПВК) сейсмогеодинамической активизации и их оси (штрих-пунктир); 4 — перемещающаяся на северо-восток область сейсмогеодинамической активизации (ОСА); 5 — направление и скорость V . (км/год) перемещения ОСА; λ , ω — ее протяженность и ширина, τ — продолжительность активизации в конкретном пункте ОСА ПВК—3; 6 — период очередной активизации и местоположение наиболее опасных зон; пунктирными кружками показаны землетрясения в Грузии в 1991 г. ($M = 7,0$) и в 1992 г. ($M = 6,3$); S — Спитакское землетрясение 1988 г. ($M = 7,0$)



«запирании» или «отпирании», в зависимости от механизма очага (надвиг, сброс, сдвиг) готовящегося по соседству землетрясения. Так, в случае «запирания», т. е. сдвливания бортов разлома, геоны замедляются, могут остановиться и даже сменить направление движения на обратное. При «отпирании», сопровождающемся ослаблением общего сдвливания бортов разломов, движение геонов еще больше ускоряется.

Слежение за перемещением геонов на земной поверхности позволяет составлять своеобразные синоптические (совместно обозреваемые) карты долгосрочного прогноза

сейсмической обстановки. Однако, если благодаря «самоорганизованности» движение самих геонов в течение определенного времени в значительной мере предопределено как в пространстве (размер геона), так и во времени (относительная стабильность скорости его перемещения), то провоцирование очагов землетрясений в их пределах носит менее определенный характер. С той или иной степенью вероятности землетрясения могут произойти в любом месте области геона, как в его фронтальной, так и в тыловой частях, что зависит от степени «готовности» очага и типа его механизма.

Вероятностным путем можно определить местоположение потенциальных очагов землетрясений по уже известным очагам.

А затем вести целенаправленный поиск предвестников землетрясений, принимая необходимые превентивные меры. Так, угроза сейсмической активизации на Кавказе могла бы быть обнаружена по крайней мере за 10—15 лет до Спитакской катастрофы 1988 г. (Земля и Вселенная, 1990, № 5, с. 25), если бы структура региональной сейсмичности и сейсмический режим изучались не на локальной территории, как это, к сожалению, продолжает практиковаться местными сейсмологами, а в крупных регионах, сейсмогенетически связанности с изучаемой территорией. Например, была известна «миграция» очагов сильных землетрясений вдоль Северо-Анатолийского разлома в северной Турции. Наиболее крупным здесь было 10—11-бал-

льное Эрзинджанское землетрясение 1939 года ($M = 8,0$). Сброс деформаций в этом очаге сыграл существенную роль в провоцировании целой серии сильных землетрясений в Центральной Анатолии.

Очаги всех последующих подземных толчков укладываются в четкие пространственно-временные каналы, являющиеся **годографами геонов**, возникших в результате Эрзинджанского землетрясения. Как и следовало ожидать, перемещение более мощного по магнитуде ($M = 7,0—7,5$) и менее длительного по времени активизации (10 лет) геона на практически прямолинейном участке Северо-Анатолийского разлома происходит с очень высокой скоростью (230 км/год). На участках же ветвления Северо-Анатолийского разлома в его западном и восточном окончаниях движение деформационных волн резко замедляется — до 12 и 10 км/год соответственно, длина волны укорачивается, а период их деятельности существенно возрастает и достигает 35—40 лет. Волны как бы «разливаются» по менее крупным и более узким каналам.

Перемещаясь в северо-восточном направлении со скоростью около 10 км/год, область сейсмической активизации (ОСА) протяженностью около 350 км в среднем каждые 4—6 лет вызывает в своих пределах возникновение землетрясения с $M = 6,0—7,0$. К моменту Спитакского зем-

летрясения южные границы Кавказа уже оказались расположенными в пределах фронтальной части надвигающегося с юго-запада сейсмического «циклона». Вероятность возникновения очередного крупного сейсмического события возрастала с каждым годом. В 1989 г. нами официально (в печати) было указано на предстоящую новую сейсмическую опасность на Кавказе и возможность возникновения здесь серии землетрясений, подобных Спитакскому. Прогноз оправдался спустя два года после этой публикации: в апреле 1991 г. аналогичное по магнитуде **Рача-Джавское** землетрясение произошло в северной части Грузии, в пределах перемещающейся на северо-восток все той же ОСА, примерно в 180 км севернее Спитакского очага, «подчинившись» приведенной выше зависимости преимущества расстояний от энергетического класса и магнитуды землетрясений. Следующим стало сильное **Барисахосское** землетрясение с $M = 6,3$, случившееся в 1992 г. примерно в 100 км восточнее предыдущего, и вновь на эпицентральной расстоянии, соответствующем его магнитуде.

Имея в виду **групповой характер развития сейсмических событий**, можно предположить, что наиболее сейсмоопасный интервал времени продлится по крайней мере до 2000 г., а **потенциально опасными районами** могут оказаться и некото-

рые участки Северного Кавказа.

Совершенно не исключено также, что наблюдаемая сейсмогеодинамическая активизация, охватившая в последние годы Кавказ, восточную Турцию, иранский Прикаспий, и аномальное **повышение с 1978 г. уровня Каспийского моря** могут быть следствием одного и того же крупномасштабного геодинамического процесса. Судя по историческим источникам и древним персидским картам, можно полагать, что в недалеком прошлом (предположительно, в X—XIII вв.) в результате аналогичных или более катастрофических геологических процессов под воду погрузился некогда сухопутный перешеек, соединявший оба берега Каспия (от Апшеронского мыса до Краснодарского залива) и деливший нынешний Каспий на два моря. И сегодня эта подводная перемычка тектонически активна, она трассируется очагами землетрясений с глубиной расположения очагов свыше 100 км, напоминая о древней зоне субдукции.

Другим примером крупномасштабных и межрегиональных сейсмогеодинамических процессов, сопровождающихся крупнейшими землетрясениями с $M = 8,0—8,5$, может служить более чем столетняя миграция сейсмической активизации со средней скоростью 35 км/год в северо-восточном направлении вдоль протяженной полосы, пересекающей сей-

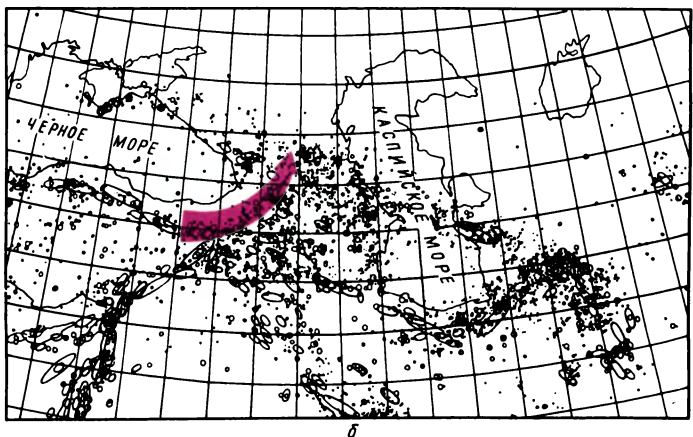
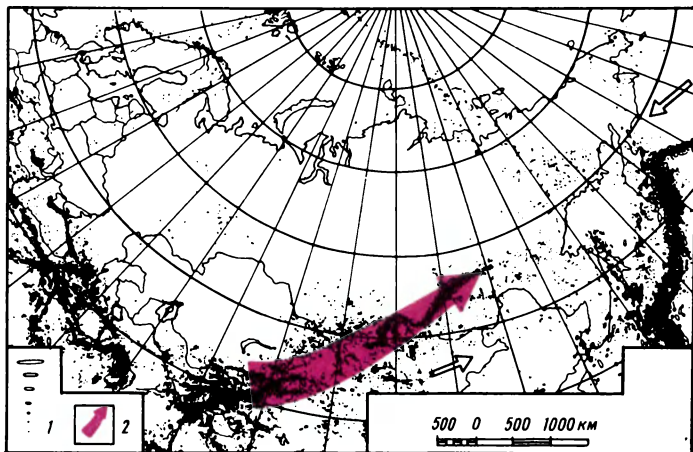
Сейсмичность Северной Евразии (а) и укрупненный фрагмент Иран-Кавказ-Анатолийского сейсмоактивного региона (б).

1 — Очаги землетрясений разных магнитуд
2 — Направление миграции сейсмической активизации (перемещение геон)

сеismoактивные регионы Средней Азии, Алтая, Саян и Забайкалья. Если этот процесс продолжается и в настоящее время, то весьма высока опасность возникновения в ближайшие годы очередного крупного землетрясения, например, на юге Сибири.

ГЛОБАЛЬНАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ

Сейсмичность России и сопредельных с ней стран обусловлена принадлежностью их территории к самому крупному и чрезвычайно сложному в тектоническом и сейсмогеодинамическом отношении Евразийскому континенту — арене интенсивного взаимодействия восьми литосферных плит (Земля и Вселенная, 1994, № 3, с. 80). Более двадцати стран пересекают основные внутриконтинентальные сейсмоактивные регионы Евразии. Только на территории России свыше 20% ее площади подвержено сейсмическим воздействиям, превышающим по интенсивности 7 баллов по принятой у нас в стране 12-балльной шкале и требующим проведения антисейсмических мероприятий при их народно-хозяйственном освоении. Более 5% территории России занимают



чрезвычайно опасные 8—9-балльные зоны. К ним относятся Северный Кавказ, Алтай, Саяны, Прибайкалье, Становое нагорье, Якутия и весь Дальний Восток, включая Камчатку, Сахалин и Курильские острова. Более 20 миллионов человек проживает в сейсмоактивных районах страны, в том числе свыше 4 миллионов — в 9-балльных и более опасных зонах.

Исключительно редко сейсмоактивные регионы протяженностью в тысячи километров располагаются в пределах одного и того же государства, даже таких крупных, как Рос-

сийская Федерация и Китай. Следовательно, для адекватного изучения структуры сейсмичности и динамики сейсмических процессов необходимо международное сотрудничество. Такая работа, начиная с 1991 г., уже ведется по проблеме «Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии» (руководитель работ — автор этих строк) в соответствии с Государственной научно-технической программой Российской Федерации «Глобальные изменения природной среды и климата». В исследованиях принимают уча-

стие ученые из десятков институтов академий наук России, Украины, Беларуси, Молдовы, республик Прибалтики, Закавказья, Средней Азии и Казахстана, а также сейсмологи Китая, Вьетнама и Монголии.

С 1992 г. исследования скоординированы с новой Международной программой оценки глобальной сейсмической опасности (Global Seismic Hazard Assessment Program —

GSHAP), а круг участников значительно расширился. Итоги этих исследований — лучшее понимание природы сейсмогенеза и более реалистичная оценка сейсмической опасности на территории Северной Евразии. На этой основе можно создать международную карту сейсмического районирования с новыми элементами долгосрочного прогнозирования сейсмической опа-

ности. Не исключено, что в недалеком будущем по аналогии с метеорологией окажется возможным широкомасштабный прогноз сейсмической погоды благодаря регулярному составлению специальных синоптических карт, характеризующих направленность развития сейсмогеодинамических процессов в крупных регионах, на трансрегиональном и глобальном уровнях.

Информация

«Музей» палеонтологии создан самой природой

Случайная находка в 1956 г. дорожных рабочих, чинивших шоссе в 300 км от Сиднея (штат Новый Южный Уэльс, Австралия), — скопление отпечатков древних рыб в песчаниковых породах — лишь через 37 лет стала объектом исследований. В июле 1993 г. начала работать специальная экспедиция, возглавляемая палеонтологом Алексом Ричи из Австралийского музея в Сиднее. За

десять суток экскаватором «подняли» около 70 т песчаниковых плит, несущих на себе «автографы» более чем 3 тыс. давно вымерших рыб — настоящий естественный «музей» палеонтологии водных позвоночных. Около 350 миллионов лет назад в этом месте от жесточайшей засухи погибло множество рыб, запертых в пересыхающем водоеме. В девонскую эпоху водоем был частью большого озера, охваченного длительной засухой. «Следы жизни» отлично сохранились, так как погибающих животных равномерно засыпал слой за слоем песок. Иногда на одном квадратном месте насчитывается до пятидесяти экземпляров. Некоторые из рыб были совсем не сплюснены. Это позволяет изучать их методами компьютерной осевой томографии.

Ученым удалось обнаружить представителей по крайней мере

трех ранее неизвестных родов рыб, длина которых достигала 1,6 м. Они родственны открытому в 1956 г. очень редкому роду ископаемой рыбы, у которой грудные плавники, очень похожие на ноги первых на планете земноводных, расположены непосредственно у головы и снабжены костями.

Недавно в 20 км к юго-западу от места удивительной находки обнаружено еще одно «кладбище» древних водных позвоночных, возраст которых около 370 млн лет. Там находятся превосходно сохранившиеся остатки тысяч рыб, принадлежащих к неизученному роду и к одной разновидности позднедевонской «бронированной» рыбы.

New Scientist, 1993, 140, 1894

Геонимия — наука о Земле как целостной системе

И. В. КРУТЬ,
доктор геолого-минералогических наук
Институт истории естествознания и техники
им. С. И. Вавилова РАН
А. С. ШИРЯЕВА,
кандидат философских наук



С обострением конфликта человечества со средой обитания становится все более ясным, что проблема взаимоотношений человека и природы не может быть решена без понимания Земли как системы многообразных связей и взаимодействий. Единая наука о Земле, органично объединяющая географию, геологию, геофизику, геохимию, планетологию, экологию, должна занять центральное положение в современном естествознании. Название для этой науки предложено еще в конце XIX в.



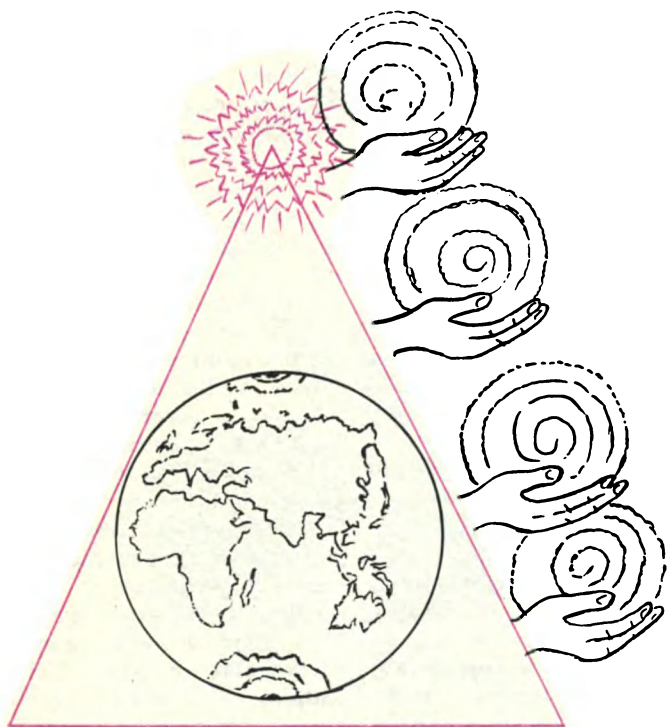
ЕДИНСТВО КОСМОСА И ЗЕМЛИ

Едва ли не главное понятие всей античной мысли — Космос. Оно означало для греческих философов вообще упорядоченное, организованное бытие, противопоставленное неорганизованному, беспорядочному Хаосу. Потом Космосом стали называть лишь внеземную природу. Но такой подход искажал природу вещей.

Как и Космос, Земля — грандиозное материальное тело-система, включающая в себя подсистемы разного уровня. Системе создают связи и взаимодействия между ее материальными элементами. Под организацией тел-систем понимаются не сами вещи-тела, а отношения между ними, т. е. структуры, взаимодействия, движение, развитие. Эти структуры вещественны, они связыва-

ют, соединяют вещи-тела в одно целое.

Познавая Землю в рамках отдельных наук, мы расчленим самое систему на части, но в этом случае невозможно постичь законы более общие, чем физические, химические или географические. Древние считали Землю центром Космоса. И хотя геоцентризм давно отвергнут, в нашем сознании Земля, несомненно, занимает центральное



место. По сложности и совершенству организации она неизмеримо превосходит все известные нам объекты космического пространства. Во всяком случае, организация Земли значительно разнообразнее и сложнее по структуре, чем у родственных ей планет Солнечной системы. Эта особенность предопределяет **уникальность Земли**, наиболее ярко выражающуюся в существовании жизни и разума.

Все планеты земной группы имеют более или менее развитые **географические оболочки**, представляющие собой интеграцию двух или более агрегатных биосфер.

Но на Земле географическая оболочка получает несравнимо большее развитие: только здесь системно сосуществуют литосфера, гидросфера, атмосфера. Наконец, взаимодействуя с космическими геосистемами, органический мир Земли образует еще одну оболочку — **биосферу**, которая отчасти гармонично, но в большей степени дисгармонично включает антропогенный компонент, отсутствующий на других планетах Солнечной системы.

Земля — **Мезокосм**. В нем концентрируются многие явления макрокосма (под которым еще Аристотель обозначил

Вселенную), хотя и далеко не все (нет, например, гравитационного коллапса или термоядерных природных реакций). Вместе с тем мезокосм образует среду для микрокосма (мир человека), также не повторяющего его во многих чертах. Если бы макро-, мезо-, микрокосмы были идентичны, то разумеется, они слились бы в один недифференцированный объект. Но их единство достигается различиями, скрепленными сплетением взаимосвязей.

На Земле мы имеем неразрывно связанные **цепи иерархических организаций**, генетически и структурно взаимообуславливающих друг друга, начиная с внутриатомного уровня и таких систем, как кристаллы, минералы, и до уровня геосфер и Земли в целом. Картина эта очень сложна, но единство и целостность «системы Земля» доказывается уже тем, что без ее геофизической организации невозможно было бы существование геохимической, а без той и другой — геологической и географической организаций. Без них, в свою очередь, — биологической организации и всей экосферы, включающей и человечество, прежде всего в качестве биопуляции.

ИЕРАРХИЯ ГЕОСФЕР

Системный подход к исследованию Земли предполагает разработку **типологии (таксономии)** естественных тел, земных объектов. Пока она хо-

рошо разработана, пожалуй только в биологии (виды, роды, семейства организмов). В геолого-географических науках нет такого сквозного каркаса понятий и таксонов. Мы привыкли к упрощенной иерархии **геосфер**, обходясь упрощенными понятиями о литосфере, гидросфере и атмосфере. Между тем, необходимо признать реальность существования других «сфер» на иных уровнях организации.

Картина геосфер как компонентов системы Земли — полииерархическая, развивающаяся и, отчасти, саморегулирующаяся система. Эту картину рисуют как бы два художника, два организующих потока идут навстречу друг другу: эндогенный — от центра Земли (**прямая иерархия**) и экзогенный — из Космоса (**контриерархия**). Если бы геосферная организация ограничивалась данными характеристиками, Земля оставалась бы обычным астрономическим объектом. Но Земля обладает еще уникальными **интегральными геосферами**. Они не входят в состав главных вещественных (литосфера, атмосфера и др.) и полевых (грависфера, магнитосфера и др.) геосфер, хотя в пространственно-временном отношении, конечно, согласно или несогласно совмещаются с ними. Это сложные самоорганизующиеся, **«надвещественные»** системы. Их субстрат вещественный и полевой, но сущность не в нем, а в структуре, во взаимосвя-

зях и в взаимодействиях, в организованности и саморазвитии.

Организация природы упорядочивает объекты в системах естественных тел, их отношений и свойств: они развиваются в зависимости друг от друга, и каждый уровень содержит потенцию образования объектов более высокой организации. Процесс идет дискретно, прерывисто, как бы квантами (порциями) организации.

В многоступенчатой организации Земли базисное положение принадлежит физическим полям и веществу, организованному на уровнях элементарных частиц, атомов и их агрегатов. Взаимодействие полей и вещества, энергии и массы (массэргии, по предложению М. Джиммера, 1967) формирует **геомассэргосферу**. Базисная для Земли, эта сфера в то же время — подсистема более грандиозной гелиомассэргосферы, физической системы Большого Солнца.

Аналогично и поле тяготения Земли (грависфера) — подсистема универсального гравитационного поля Вселенной. Иной, более сложный уровень организации — **геоэлектромагнитосфера**, которую В. И. Вернадский называл электромагнитной геологической оболочкой. На уровне тяжелых субатомных частиц (адронов) выделяется геоадроносфера, поля которой «заморожены» в веществе в еще большей степени, чем электронные поля. Геонуклоносфера

формируется системой тяжелых элементарных частиц. Уровню атомов отвечает геоатмосфера, а молекулярному уровню — **геомолесфера**.

Эти уровни переходны к геохимической организации Земли, объединяющей простые и сложные химические соединения в элементарные геосистемы, а их — в геологическую оболочку. Она объемлет вещество твердой Земли, которую мы предлагаем назвать «террасферой» (литосфера — лишь верхняя ее часть). Географическая оболочка формируется взаимодействием литосферы, гидросферы и атмосферы, при участии ионосферы и полевых геосфер. Она соединяет в себе геосистемы широкого диапазона уровней организации и таких подсистем сравнительно мелкого масштаба, как, например, водные и воздушные вихри, минералы, фации, урочища, ландшафты...

В Мировом океане аналогом последних служат «меершафты» (от немецкого «меер» — море) в поверхностных морских слоях, взаимодействующих с атмосферой. В глубинах морей им соответствуют вассершафты (от немецкого «вассер» — вода) и меербоденшафты (от немецкого «боден» — дно) — подводные донные ландшафты. Множество таксонов разного уровня образуют геосистемы, включающиеся вместе с геосферами и Землей в целом в единую таксономическую систему.

Географическая оболочка как совокупность



Н. Я. Грот (1852—1899), профессор Московского университета, основатель журнала «Вопросы философии и психологии», предложивший в 1884 г. термин «геономия»

ландшафтов (меершафтов) представляет собой естественную основу для человеческой деятельности, это фундамент социосферы. Хотя непосредственно с географической оболочкой может взаимодействовать лишь материальная компонента социосферы (техносфера). Несомненна ее огромная роль в развитии общества.

НА ПУТИ К ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ЗЕМЛИ

Отраслевые науки исследуют те или иные части Земли, ее фрагменты, подсистемы, уровни организации, структурные уровни взаимодействия,

Земля же как целостная система должна стать объектом **обобщающей интегральной науки**. К осознанию этой идеи наука шла на протяжении столетий.

Еще в XVII в. голландский географ Б. Варениус представлял себе Землю как нечто единое целое, вводя понятие о «земноводном шаре». Впрочем, задолго до него Аристотель утверждал, что Земля — живое существо, проходящее в процессе своего развития стадии юности, зрелости и старости. В 1749 г. французский естествоиспытатель Ж.-Л. Бюффон издал свою «Теорию Земли». И это, по существу,

был взгляд на Землю как на единую систему. **Учение о геосферах** начинается развиваться с комплексного космосоведения А. Гумбольдта (1808) и регионального землеведения К. Риттера (1804). Австрийский геолог Эд. Зюсс (автор многотомного труда «Лик Земли») с 1875 г. стал противопоставлять усиливающейся дифференциации наук о Земле синтетическую концепцию геосфер. Зюссовская таксономия, включающая, по крайней мере, семь земных оболочек и слоев, явилась итогом того, что сделано науками о Земле к концу XIX столетия и в то же время основой их дальнейшего развития. В начале XX в. было выделено несколько слоев в литосфере, атмосфера разделена на тропосферу и стратосферу, открыто существование ионосферы. В 1910 г. русский географ П. И. Броунов впервые обосновал представление о **географической оболочке**. В 30—40-х гг. работами А. А. Григорьева (см. статью в предыдущем номере журнала) и С. В. Калесника создано стройное учение о географической оболочке, формирующейся на пересечении нескольких геосфер. Учение развил И. П. Герасимов, исследовавший тончайший слой почвы,

педосферу, функции которой чрезвычайно важны для сохранения жизни на Земле.

В геологии с 30-х гг., начиная с работ Б. Л. Личкова, развивается научное направление, отводящее исключительную роль в эволюции Земли космическим факторам — космогеология. С этой концепцией непосредственно связана новая глобальная тектоника (Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 26), объясняющая многие черты строения литосферы процессами конвекции в мантии.

Подводя итог историческому обзору развития геологии как науки, известный историк геологии Б. П. Высоцкий заметил в 1977 г.: «Возможно, мы находимся в начальной стадии завершения большого цикла общих идей с возвратом на новой основе к разработке «теории Земли». Создание этой теории — высокая цель науки о Земле в целом, включенной в классификацию наук, составленную русским философом Н. Я. Гротом,

под названием «геономия». Классификация Н. Я. Грота, опубликованная в 1884 г., различает четыре стадии развития знания, каждой из которых соответствуют науки: конкретные (описательные), конкретно-абстрактные (статика и динамика, история процессов), абстрактные (теоретическая наука о веществе и силах) и абстрактно-конкретные (о всеобщих законах данной науки). Определенной стадии, по Н. Я. Гроту, соответствуют названия наук с окончаниями одного типа: «-графия», «-гения», «-логия» и «-номия».

Важнейший этап в определении объекта исследования геономии составили работы В. И. Вернадского, который различал геосферы двух родов: выделяемые по одному особому параметру (по температуре, фазе, виде энергии и др.) и формирующиеся как многокомпонентные системы (земные оболочки), охватывающие несколько геосфер. Это — земная кора, географическая

оболочка, биосфера. При этом земная кора рассматривалась им как набор «былых биосфер», а внутри современной биосферы, согласно Вернадскому, постепенно оформляется специфическая сфера разума (ноосфера), в процессе эволюции которой должно восстанавливаться нарушенное экологическое равновесие, иначе биосферу ожидает разрушение, неизбежно затрагивающее и другие геосферы.

Объединяющая весь комплекс наук о Земле геономия начинается с установления иерархии систем и соотношений между ними в рамках единой сверхсистемы Земли. Геономический синтез образует каркас общей теории Земли. Увенчавшая геономию, она станет фундаментом общей экологической теории, без которой все усилия по оптимизации отношений между человечеством и природой и преодолению глобального экологического кризиса могут оказаться тщетными.

Информация

Если жар вулкана растопит льды...

Опасность вулканической активности значительно усугубляется, если на них размещаются ледники: огонь и лед несовместимы. Такая ситуация складывается на Камчатке, где мощный центр оледенения располагается на вулканических конусах. Миллионы тонн льда сковали склоны крупнейшего

вулкана полуострова — Ключевской сопки. Уже не раз извержения этого вулкана вызывали сильнейшие селевые потоки. Во время извержения 1944-45 гг. таким селем был вынесен материал объемом 200 млн м³, вызвав увеличение расхода в р. Камчатке до нескольких тыс. м³/с.

Теоретический расчет тепло- и массопереноса в леднике на склоне Ключевской, произведенный камчатскими вулканологами, определил в верхней зоне вулкана интенсивность потока тепла — 1 Вт/м², а критическая мощность ледника, существующего в Крестовском желобе не менее 100 лет, составляет 70 м. После достижения критической мощности возможны потеря ледником, подогреваемым

снизу, устойчивости и срыв льда вниз по склону. Из трех желобов Ключевской наиболее опасен Козловский, заполненный льдом, лавой и пирокластическими породами.

Модель расчета критического состояния оледенения Ключевской сопки имеет универсальный характер и может быть распространена на другие вулканические районы Земли, например, Мексику, Чили, где из-за плотности населения к угрозе гляциально-вулканического селя следует относиться с особым вниманием.

*Вулканология и сейсмология,
1994, № 4, с. 43*

Природная основа исторического развития

А. Г. ГАНЖА
ИИЕТ РАН

Задолго до возникновения жизни сложилась на Земле система круговорота вещества и энергии, различных взаимосвязей, циклов, ритмов. По мере освоения планеты жизнь постепенно становилась сопоставимой с другими силами глобального масштаба (тектоникой, климатом и т. д.). Эта новая сила внесла в установившуюся систему «неживой» природы множество изменений, что на какое-то время нарушило ее равновесие. Но затем, в процессе «притирания» друг к другу этих двух систем (природы и общества), постепенно установилась новая, более сложная система их равновесия — биосфера. Хотя социальное начало имеет свою надприродную логику развития, в той или иной мере всем сферам общественной жизни свойственна природная предопределенность. Ведь человек — звено эволюции, часть природы, и он может существовать лишь благодаря постоянному обмену с ней.

ПРИНЦИП ОТБОРА В ИСТОРИИ ОБЩЕСТВА

В процессе приспособления многих поколений людей к привычным условиям «своей» территории (климат, рельеф, флора, фауна и т. д.) у них постепенно, первоначально с помощью метода «проб и ошибок», вырабатывались свои, характерные лишь для данной конкретной местности, традиции в виде определенных стереотипов природопользования, и связанных с ними, стереотипов мышления, поведения (аналог биологической наследственности). Традиции были тем сильнее, чем дольше жила данная группа в привычных условиях. Пока условия оставались неизменными, практически не было стимулов к конкуренции между отдельными индивидуумами или группами.

Обычно очень немногие способны к независимому от традиций

мышлению, поступкам, выходящим за рамки общепринятых, различным нововведениям (их именуют «еретиками», «диссидентами») за что обычно подвергались гонениям, изгнанию, даже истреблению. Окружающие незнакомые территории, отличающиеся по природно-климатическим условиям, воспринимались людьми как враждебные, опасные, «чужие», а потому запрещенные традицией. Поэтому с ростом населения его «излишки» первоначально «рассасывались» по территории с привычными условиями, эксплуатируя ее «дедовскими» методами, поскольку необходимость в развитии производительных сил (в изменении традиции) не ощущалась. Когда же освоение «своей» территории заканчивалось, все больше увеличивалась плотность населения, потому что и новые поколения, боясь «неизвестного», оставались

на «земле предков». Это в конце концов приводило к истощению ресурсов, пересыщению территории отходами хозяйственной деятельности, к разрушению местных биоценозов, а значит со временем вызывало изменение привычных условий существования — «демографо-экологический кризис», который ускорял ее процесс отбора среди населения территории.

«Еретики» («пассионарии» по Л. Н. Гумилеву), окруженные теперь многочисленными последователями, уже не такие беззащитные перед властью, могли вступать в конкурентную борьбу не только с нею, но и между собой, углубляя кризис. Естественным выходом из него было сокращение населения, часть которого могла погибнуть в междоусобной борьбе или от эпидемий, вызванных скученностью. Оставшиеся удовлетворялись ресурсами территории, а местные биоценозы могли в той или иной мере восстановиться, что позволяло обществу продолжать жить по старым традициям.

Прогрессивный же выход обеспечивало развитие производительных сил, когда с победой «еретиков»-новаторов внедрялись различные нововведения (новые продукты питания, более совершенные орудия труда и производственные технологии, новые способы организации общества и т. д.). В этом случае постепенно развивалась новая природообщественная система со значи-

тельно изменившимся набором традиций, часть из которых — бывшие новации. Благодаря увеличению «емкости» на той же территории могло нормально жить большее население. Так, например, скотоводу для самообеспечения нужна территория, гораздо меньшая, чем охотнику, земледельцу — меньшая, чем скотоводу, горожанину — меньшая, чем селянину и т. д.

А дальше снова возрастали «нагрузки» на природу, увеличивалось «демографическое давление», назревал новый кризис.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ «СОЦИАЛЬНОЕ ВРЕМЯ» ЭВОЛЮЦИИ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

Мучительно долго, болезненно — от кризиса к кризису, — преодолевая консерватизм традиций, общество накапливает опыт взаимоотношений с природой, пока не приходит к новому типу (этапу) ее эксплуатации. Можно выделить несколько последовательно сменяющих друг друга таких этапов: охота, скотоводство, земледелие.

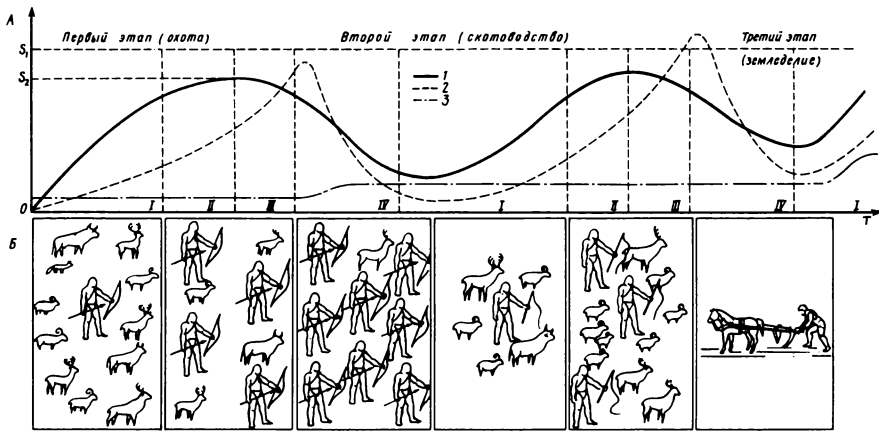
Однако в реальной истории эти этапы не всегда «прослеживаются», и это связано зачастую с размерами территории их родины. Например, на небольшой территории древнего оазиса археологи могут и «не заметить» этапа перехода от охоты к скотоводству из-за ограниченности территории пастбищ, ибо время существования данного способа добычи

необходимого продукта сильно сокращалось, а его «следы» были перепаханы наследниками скотоводов — земледельцами.

Разные способы эксплуатации природы в одно время и у одного народа могут сосуществовать, являясь либо главными, либо подсобными. Причем последним чаще всего остается способ, представляющий предшествующий этап развития. Различные ступени эксплуатации природы нередко принимаются за особенности развития того или иного народа, но скорости развития их разные, поэтому и охотничьи, и скотоводческие, и земледельческие народы соседствуют, взаимодействуя друг с другом.

Достигнутый на каком-то этапе уровень развития производительных сил часто позволял эксплуатировать и часть соседней территории, раньше считавшейся для этого недоступной. «Террасное» земледелие на склонах гор, обводнение пустынь, осушение болот, вспашка с помощью тяглового скота «твердых» земель, повышение плодородия земель с помощью унавоживания и т. д., т. е. «первичная» обработка территории старого ареала давала возможность обработать еще часть неиспользуемой ранее территории. С увеличением населения процесс повторялся.

Существовавшие еще в глубокой древности контакты между отдельными народами возникали спорадически, не были длительными и потому не



Эволюция взаимодействия общества и природы

А. График освоения растущим населением территории и интенсивность эксплуатации природы: 1 — волны освоения территории (изменение размеров освоенных площадей); 2 — рост численности населения; 3 — изменение продуктивной емкости территории (количество продукта с единицы площади в единицу времени); S_1 — площадь территории с привычными условиями; S_2 — площадь «приращения» территории. I—IV — фазы эволюции общества: I — начальная фаза: общество еще не имеет достаточного опыта взаимоотношений с природой, традиции еще не закрепились как стереотипы; II — фаза наибольшей адаптации к территории проживания, традиции наиболее устойчивы; III — фаза «переэксплуатации» территории под влиянием роста населения; IV — фаза демографо-экологического кризиса: традиции не помогают выжить в новых условиях. Б. Смена господствующих типов природопользования: от охоты к скотоводству и земледелию

Со временем, однако, это положение меняется все сильнее и сильнее благодаря тому, что одни цивилизации «приращивали» себе все больше новых территорий, а другие осваивали новые земли за счет своих мигрантов. С каждым годом становится все меньше «свободной» земли. Отсюда степень влияния разных цивилизаций (этносов, государств и т. д.) друг на друга зависит от расстояния между ними, уровня развития и прочности традиций, фаз (этапов) развития, на которых находится то или иное общество, плотности и численности его населения.

ПРОШЛОЕ В НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ

Современная цивилизация во многом «маскирует» роль демографического давления на среду в процессе развития производительных сил: демографическая политика правительств, широкий международный обмен и международная

помощь позволяют населению отдельных регионов гораздо меньше зависеть от их собственных территорий. Но мировая цивилизация накопила и достаточно опыта для того, чтобы преодолевать недостатки «естественного» отбора, в том числе путем всемирной компьютеризации общественной жизни. Цепи мощных компьютеров, соединенные в единые государственные, а затем и в глобальные «банки информации», помогут отобрать из «океана» вторичного всю накопленную человечеством оригинальную информацию, систематизировать ее, выявить пределы безвредных для природы актов человеческой деятельности. Это позволит экологизировать экономику и общественную жизнь, «проигрывать» на компьютерах сложнейшие, опаснейшие и дорогостоящие реформы, находить наиболее способных и перспективных руководителей среди всего населения. Такие «банки» позволят понять, что только

оказывали значительного влияния на их развитие.

гом отдельных этапов эволюции природы и общества можно определить, какие изменения в систему природы внес человек, а что является природными закономерностями, независимыми от человеческой деятельности. Сопоставляя эту информацию можно выяснить, что в природе «поддается поправке» и как обойти то, чего «подправить» нельзя.

У части природных закономерностей — большие, вплоть до миллионлетних, периоды колебаний, ограничивающие «работу» других, менее длительных циклов в развитии природы и общества, или деформирующие их в местах «временных пересечений» с ними.

Внутри меньших циклов «работают» еще более мелкие и т. д.

Многие природные циклы несопоставимы по времени с жизнью даже нескольких поколений людей и тем, кто застигнут ими, кажутся катастрофой, внезапной и необъяснимой. Однако уже в древности жрецы начинали собирать факты о таких явлениях, записывали свои наблюдения и создавали своеобразный «банк». В наше время наука позволяет довольно детально и относительно точно изучать указанные процессы, а значит и измерять их цикличность, предсказывая очередные «всплески» и «спады».

Под воздействием человечества нарушается

равновесие биосферы, по словам В. И. Вернадского, «не случайного образования на поверхности планеты, на ее границе с космической средой...»

Оно (равновесие) восстанавливается, если общество в рамках биосферы образует новую, еще более совершенную систему, названную Вернадским ноосферой («сферой разума»). Но и тогда вся Земля будет восприниматься лишь как остров в океане космоса, как освоенный, привычный мир, окруженный новым, неизвестным, чуждым. И возможно возникнет необходимость распространения в эти неведомые миры...

Информация

Лес очищает атмосферу всего на треть

В Центре по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской Академии наук завершена работа по оценке запасов и ежегодного накопления (депонирования) углерода через поглощение углекислого газа в лесах Российской Федерации. Расчет сделан по специально разработанной методике, учитывающей практически всю фитомассу лесных массивов страны. Результаты значительно отличаются от прежних ориенти-

ровочных расчетов. Впервые реально учтен вклад преобладающих пород в возрастных классах российских лесов. Для этого были использованы сведения о распределении лесов России по площадям, породам, возрастам и продуктивности, а также материалы опытных измерений запасов фитомассы и удельного содержания углерода в деревьях, кустарниках и травах в различных регионах страны. При подсчете общей площади лесного фонда приняты во внимание не только сплошь покрытые лесом территории, но и другие категории земель (вырубки, редины, гари, питомники, сады, пастбища, усадьбы и проч.). В пределах покрытой лесом площади запасы углерода и его годичный прирост рассмотрены по возрастным группам: молодняки, средневозрастные, приспевающие и перестойные. Наиболее «запасливы» на углерод леса среднего возраста,

а среди пород — хвойные, в особенности — лиственница.

Всего на площади лесного фонда России (1,2 млрд га) в живой фитомассе запас углерода оценивается в 41,2 млрд т. Это составляет в среднем около 34,8 т на гектар. За год на той же площади накапливается за счет прироста древесины 212 млн т углерода. Эти показатели достаточно велики и говорят об огромных лесных ресурсах России и о том, сколь опасным может быть высвобождение этого углерода. Ведь увеличение в атмосфере содержания углекислого газа усилит «парниковый эффект», грозящий Земле перегревом.

Однако объем ежегодных выбросов углерода при сжигании разных видов топлива и при лесных пожарах составляет около 650 млн т, т. е. все бескрайние леса России очищают воздух от углерода каждый год всего лишь на треть.

Лесоведение, 1993, № 5, с. 3

Информация

Загадочный червь кембрия

Одна из старейших загадок палеонтологии — волбортелла. Без малого столетие продолжают споры среди палеонтологов о ее внешнем виде. Ископаемые остатки этого животного — конусообразные раковины (длиной несколько миллиметров) не столь уж редко находили в относящихся к кембрийскому периоду (около 620 млн лет назад) геологических породах Восточной Европы и Северной Америки. Вымерла волбортел-

ла примерно полмиллиарда лет назад.

Одни представляли себе, что внутри каждой раковинки жил червячок, который или «заякоривался», «прилипая» концом к морскому дну, или же зарывался в донные осадочные породы. Другие видели в волбортелле своеобразную улитку, ползающую по дну, волока за собою крошечный «домик». А некоторые палеонтологи считали каждую отдельную «волбортеллу» лишь частью некоего более крупного животного, например, зубом какого-то хищного кембрийского моллюска.

В конце 1993 г. научный сотрудник Университета штата Калифорния в Дейвисе (США) Даллас Райан, работая в горах Восточной Калифорнии, обнаружил хорошо сохранившиеся остатки волбортеллы, которые, к тому же, были «комплектны»: несколько

раковин оказались симметрично вытянутыми вдоль двух общих осей, сходясь на самом кончике воедино.

Стало очевидным, что отдельные раковинки образовывали общий, более крупный внешний скелет живого существа, длина которого достигала по крайней мере 2 см, а возможно, и больше. Был сделан вывод, что внешний скелет волбортеллы был своеобразной «броней» для нее, защищавшей от хищников, подобной той, что обладают современные членистоногие. Стало быть, уже миллиарды лет назад в кембрийских морях отношения между жертвой и хищником были вполне установившимися.

Geology, 1993, 21, 805
New Scientist, 1993, 140, 16

Информация

Снега Гренландии становятся чище

Анализ химического состава образцов снега и фирна на поверхности и в верхних слоях ледников Гренландии за период более чем с 1967 по 1989 г., выполненный в лаборатории гляциологии и геофизики в Гренобле (Франция), дал неожиданно оптимистичные результаты. Оказалось, что снежные осадки, выпадавшие в конце 60-х гг., содержали в семь раз большее количество свинца, чем

в конце 80-х. Концентрации двух других тяжелых металлов — кадмия и цинка — сократились за те же годы более чем вдвое.

Исследователи полагают, что подобная тенденция к «очищению» нижних слоев атмосферы над Северным полушарием от токсических, загрязняющих ее агентов прямо связана с принимаемыми за последние два десятилетия в Америке и Западной Европе мерами по снижению промышленных выбросов. Особенно эффективным, по-видимому, было прекращение практики добавления свинца в автомобильное горючее. Выпадающие в Гренландии осадки приносятся в значительной мере с воздухом, поступающим в Арктику из Канады и США, где количество свинцовых добавок в бензин с 60-х гг. сократилось на 90%. Количество меди

в слоях снега и фирна снизилось незначительно, поскольку этот металл в отходах промышленного производства присутствует в меньших количествах.

Однако совсем чистым нынешний снег и фирн ледников Гренландии все же считать нельзя. В нем содержится в 25 раз больше свинца, чем, скажем, пять тысяч лет назад. К сожалению, эти данные нельзя отнести ко всей Арктике. Ведь основной «поставщик» загрязнений в ее атмосферу — промышленность на территории бывшего Союза, где по-прежнему неблагоприятно с экологией. В особенности беспокоят Европу выбросы предприятий цветной металлургии на Кольском полуострове.

New Scientist, 1991, 131, 13

Земля — с «Шаттла»

С 3 по 11 февраля 1994 г. состоялся первый полет американского космического корабля «Discovery» (Shuttle-STS-60) с участием российского космонавта-исследователя. Им был Сергей Крикалев, выполнявший совместно с американскими коллегами программу, составленную специально для этого полета в Институте географии РАН при техническом обеспечении НПО «Энергия». В Хьюстоне (США) состоялось обсуждение первых результатов полета. Участник со стороны России — кандидат географических наук Л. В. Десинов, заведующий лабораторией дистанционных методов Института географии РАН. Именно он разработал первую программу комплексных географических исследований из космоса с помощью фотосъемок.

Идея совместных исследований с орбиты принадлежала Сергею Крикалеву. В NASA ее поддержали и решили включить российского космонавта в состав экипажа в очередном полете космического челнока. Программа исследований

состояла из визуальных наблюдений и фотографирования поверхности Земли и интерпретации снимков, а также испытание в условиях космического полета спектрональной пленки «СН-10».

Одновременно съемки одних и тех же объектов проводились с борта российской орбитальной станции «Мир» (на американской пленке «Кодак» и российской «СН-10»). Две космических лаборатории пролетали над одними и теми же районами планеты, но с некоторым смещением во времени: «Шаттл» появлялся после «Мира» точно через пять часов. Получены съемки, дублирующие и взаимно дополняющие друг друга.

Всего в программу наблюдений и съемок включено 80 объектов (из 600 обследуемых при полетах, организуемых NASA). Реально плановые и перспективные съемки выполнены по всем материкам и океанам между параллелями 60° северной и южной широты. Особое внимание было обращено на города России: вокруг них на засне-

женной поверхности четко выделялись ореолы загрязнения. Обследованы Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Казань, Челябинск, Самара и еще более 20 российских городов. Тщательно засняты и некоторые территории в штате Техас, атоллы в Тихом океане, ледники Патагонии, горы Южной и Северной Африки. Вулканы подверглись внимательному изучению в двух регионах — в Тихом океане (Индонезия, Япония, Курилы, Камчатка) и в Южной Америке (Перу, Боливия, Чили), геологические структуры — в зоне Великих Африканских разломов и в районе Байкальского рифта. Специально засняты места экологического бедствия — Аральское море, озеро Чад в Африке и пока еще благополучные леса в долине индийской реки Брампутра. Об очагах лесных пожаров, бушевавших на острове Мадагаскар, в Австралии и в Аргентине немедленно сообщалось на Землю. Все телеграммы, отправлявшиеся с «Шаттла» и принимавшиеся там, транслировались на борт

«Мира» и наоборот. Сотрудничество было тесным и непосредственным, и результат несомненно значителен, что показало обсуждение полета в Хьюстоне.

Л. В. Десинов привез из Хьюстона 4,5 тысячи качественных снимков. Институт же готов их предоставить всем, кто пожелает использовать эти материалы в научных или практических целях. Разнообразную информацию могут извлечь из этой космической съемки географы, геологи, экологи, океанологи, гляциологи, биологи и другие специалисты.

Снимки, сделанные на российской спектрозональной пленке СН-10, разработанной московским НИИ «Химпроект», представляют особый ин-

терес: на них изображение окрашено в условные цвета, придающие ему повышенную контрастность. Эта пленка до сих пор времени не была знакома астронавтам США, и она получила у них очень высокую оценку.

Проделанную работу можно считать началом нового этапа в совместных исследованиях США и России в космосе. После того как корабль приземлился по просьбе американских коллег продолжались съемки со станции «Мир» двенадцати районов, выбранных по согласованию с Институтом географии. Намечены следующие полеты «Шаттла» (в апреле и августе), во время которых будут выполняться совместные исследования по двум регионам; один — ледо-

вый покров Эльбруса, другой — леса близ города Изюм под Харьковом (Украина). На этот раз наблюдения будут вестись с орбиты радаром, а Институт географии обеспечит наземные наблюдения, синхронные с космическими. Наконец, в январе 1995 г. состоится полет на «Шаттле» российского космонавта, во время которого будет обследована новая серия регионов земного шара. Предполагается разработать программу исследований для американского космонавта на орбитальной станции «Мир». Принято решение о создании нескольких рабочих групп (на первом этапе — 5-6) с координацией их деятельности Институтом географии и NASA.

Мониторинг радиационного баланса Земли

24 марта 1994 г. в Российском космическом агентстве (РКА) состоялась пресс-конференция, посвященная программе по космической метеорологии и, в частности, запуску французского прибора для измерения радиационного баланса Земли (СРРБ) на российском метеорологическом спутнике «Метеор-3». Устроители пресс-конферен-

ции — Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и Национальный центр космических исследований Франции КНЕС (Тулуза). Первый совместный российско-французский проект «Метеор-3/СРРБ» реализован в рамках Российской программы метеорологиче-

ских исследований из космоса.

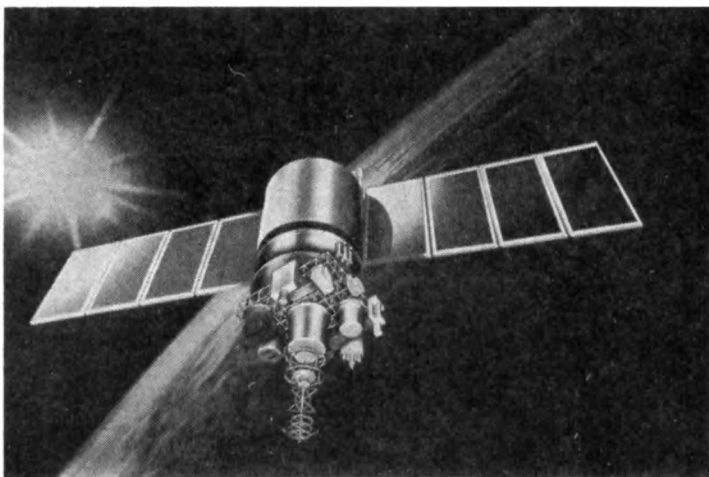
Заместитель генерального директора РКА доктор технических наук Ю. Г. Милов подчеркнул, что в современных условиях все большую роль в мониторинге окружающей среды играют космические системы, использующие методы дистанционного зондирования Земли из космоса. РКА

Российский метеорологический спутник «Метеор-3», запущенный с космодрома Плесецк 25 января 1994 г.

работает над созданием перспективной космической системы такого зондирования, составной частью которой является программа по космической метеорологии. С 1967 г. в нашей стране была введена в эксплуатацию экспериментальная космическая система, базировавшаяся на метеорологических космических аппаратах «Метеор» второго поколения. Главная цель создания этой системы — получение глобальных данных о физическом состоянии атмосферы, суши и Мирового океана, необходимых для прогноза погоды, оценки радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве, ледовой обстановки в морях, обеспечения метеорологической информацией авиации, морского транспорта. Важнейшая научная задача — изучение глобальных изменений климата и окружающей среды.

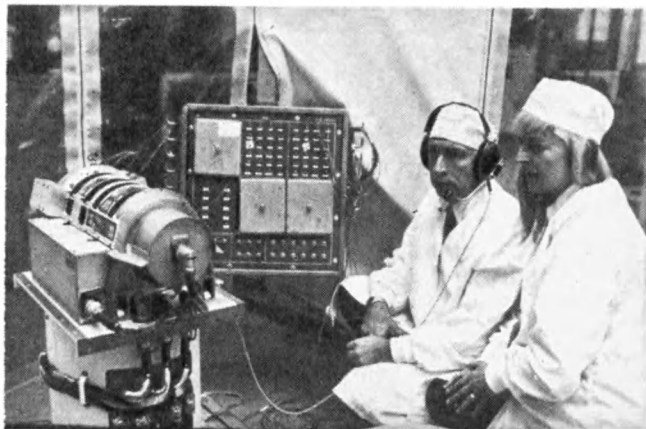
Климат определяется, в первую очередь, взаимодействием радиационных потоков у поверхности Земли. Поэтому в программе долгосрочного научно-технического сотрудничества России и

Сканирующий радиометр радиационного баланса, сконструированный в Национальном центре Космических исследований Франции и установленный на российском метеорологическом спутнике «Метеор-3»



Франции в исследовании и мирном использовании космического пространства приоритет отдан проекту «Радиационный баланс». Предполагается проводить глобальные наблюдения составляющих радиационного баланса Земли в различных участках спектра с метеорологических спутников типа «Метеор», последовательно запускаемых с помощью ракетоносителя «Циклон» с космодрома Плесецк (близ Архангельска). На борту спутника «Метеор-3» третьего поколения, запущенного 25 января 1994 г. Лабораторией Динамической метеорологии Национального центра космических исследований Франции при участии российских предприятий НПО «Планета», НИИ электромеханики и лаборатории атмосферных исследований Германского космического агентства ДАРА установлен сканирующий радиометр радиационного баланса.

Это позволит вести непрерывные глобальные наблюдения отраженной от Земли солнечной радиации и собственного теплового излучения Земли. Генеральный директор



Национального центра космических исследований Франции Жан-Даниель Леви, научный руководитель Робер Кандель и ответственная за проект Николь Табарье подробно рассказали о сканирующем радиометре. Измерения энергетической плотности уходящего излучения производятся одновременно в четырех участках спектра, три из которых — в коротковолновой области (от 0,2 до 0,7 мкм), один — в длинноволновой (от 10,5 до 12,5 мкм). Проекция пучка на Землю составляет квадрат со стороной в 60 км.

Баланс излучения на верхней границе атмосферы зависит от распределения температу-

ры и влажности, облачности, обмена энергией между различными районами через океанические течения и атмосферную циркуляцию. В конечном счете он определяет эволюцию климата планеты. До сих пор еще не ясна ее направленность, роль в ней «парникового эффекта» и наблюдающееся падение концентрации озона в атмосфере («озоновые дыры»). Французские ученые уверены, что многие из этих проблем удастся решить с помощью нового радиометра. Он должен работать на «Метеоре-3», рассчитанном на два года, и на следующих спутниках, запуски которых намечены на 1995 и

1997 гг. Технический руководитель проекта Р. С. Салихов (НИИ электромеханики, г. Истра) поделился планами модернизации «Метеора-3» и соответствующих средств наземного комплекса приема, обработки и распределения информации. Будет обновлен и космический комплекс на геостационарной орбите («ЭЛЕКТРО»). Это позволит российской космической системе гидрометеорологического обеспечения войти в единую мировую систему метеорологического и экологического мониторинга природной среды.

В. А. МАРКИН

Информация

Галактика, ее гало и спутники

Более десяти лет назад научная сотрудница Института им. Карнеги в Вашингтоне Вера Рубин предположила, что вокруг галактик существует гало, корона из невидимой темной материи. К такому заключению она пришла, изучая движение звезд в соседних галактиках.

В 1982 г. астрофизики Дональд Линден-Белл из Кембриджского университета (Великобритания) и Дуглас Лин из

Университета штата Калифорния в Беркли (США) высказали мнение, согласно которому подобное гало может окружать и нашу Галактику. Оно должно проявлять себя, замедляя движение «спутниковых» галактик, например, Большого и Малого Магелланова Облака.

Известно, что чем больше удалена звезда от центра Галактики, тем медленнее она движется по своей орбите (галактический год Солнца — 200 млн лет). Д. Линден-Белл и Д. Лин исследовали истинное движение 250 звезд, входящих в состав Большого Магелланова Облака. Полученные фотографии были сопоставлены со снимками, сделанными с 1974 по 1989 г. на 4-метровом телескопе обсерватории Серро-Тололо в Чили. Оказалось, что скорость движения Большого Магелланова Об-

лака, находящегося в 170 тыс. св. лет от нас, достигает 220 км/с.

Отсюда следует, что для того, чтобы наша Галактика могла бы удержать «при себе» Большое Магелланово Облако, она должна обладать массой, которая в 10 раз превышает массу всех ее звезд и газа. Эта масса порядка 600 млрд масс Солнца. Следовательно, только гало из невидимой материи содержит значительную часть массы галактики. Размеры гало тоже очень велики. Оно должно простираться на 600—800 тыс. св. лет от Солнца. Получается, что Большое Магелланово Облако основную часть времени находится внутри гало. Вероятно, когда-нибудь Магелланово Облако сольется с десятком других карликовых галактик, обращающихся вокруг нашего Млечного Пути.

New Scientist, 1993, 138, 14

Николай Павлович Барабашов

(к 100-летию со дня рождения)

Имя выдающегося ученого-астронома Николая Павловича Барабашова хорошо известно в научных кругах, особенно среди ученых, которые занимаются исследованиями Луны и планет. Ему выпала удивительная судьба — жить и работать в то время, когда чисто наблюдательная наука, астрономия, становилась наукой экспериментальной, когда человек шагнул в космическое пространство и сделал первые шаги по Луне, когда автоматические межпланетные станции передали на Землю первые снимки невидимой стороны Луны, когда с близкого расстояния удалось рассмотреть полярные шапки и вулканы на Марсе, когда Венера слегка приоткрыла тайный покров своих мощных облаков, когда реальностью стало изучение лунного грунта в земных лабораториях. Научная деятельность Н. П. Барабашова была неразрывно связана с этими научными достижениями, и многие выводы и научные предсказания, сделанные им после многочасовых наблюдений в телескоп, подтвердились еще при его жизни. И Луна, и Марс, и Венера, и другие планеты Солнечной системы в течение более чем полувека оставались объектами научных исследований ученого. С его именем связан период становления и развития нового направления астрофизики — исследований Луны и планет Солнечной системы.

Родился Николай Павлович Барабашов 30 марта 1894 г. в Харькове.



Николай Павлович Барабашов (1894—1971)

Отец его был известным в городе медиком, профессором. Он заведовал глазной клиникой и кафедрой Харьковского университета. Мать закончила Харьковскую консерваторию, но полностью посвятила себя семье, воспи-

танию четырех детей. В доме часто звучала музыка, Николай Павлович очень ее любил, сам играл на скрипке.

В Первой Харьковской гимназии Н. П. Барабашов учился легко и увлеченно. Много читал, особенно поразила его детское воображение книга Камилла Фламариона «Живописная астрономия». Однажды мальчику подарили подзорную трубу, он навел ее на небо и впервые «так близко» увидел Луну и Венеру, кольца Сатурна и спутники Юпитера. В гимназические годы увлекался фотографией и сделал снимки Луны. Астрономия заворочила его, захотелось самому постронить телескоп. Пятнадцатилетний юноша опубликовал во французском журнале «Астрономия» и в «Известиях Русского общества любителей мироведения» свои первые сообщения о наблюдениях солнечных пятен, Марса, Венеры.

Отец Н. П. Барабашова неоднократно ездил в научные командировки в Париж. В очередной раз он взял и сына, который давно мечтал увидеть своего кумира — Фламариона. Встреча состоялась. Французский ученый по достоинству оценил пытливого ум и любознательность юноши, а на прощание подарил книгу с автографом «Моему новому коллеге Н. Барабашову от согражданина неба. К. Фламарион».

В 1912 г. гимназия окончена с серебряной медалью. Вопросы о том, кем быть, не стояло. Все было решено заранее — университет и астрономия... Случай свел бывшего харьковского гимназиста с профессором астрономии Юрьевского (ныне Тартуского, Эстония) университета К. Д. Покровским. Профессор посоветовал будущему студенту поступить в этот университет, так как обсерватория при нем оснащена приборами и инструментами значительно лучше, чем обсерватория университета в Харькове. В 1912 г. Н. П. Барабашов стал студентом физико-математического факультета Юрьевского университета.

Учебу пришлось прервать из-за тяжелой болезни — туберкулез легких. Н. П. Барабашов возвратился в родной Харьков. Лечение было длительным и мучительным. Продолжилось оно в

Италии, куда отец повез единственного сына к опытным врачам. Окончательного выздоровления не наступило. Всю последующую жизнь эта болезнь преследовала Николая Павловича, и он вынужден был с ней бороться, но от своей мечты не отступился. В 1915 г. он поступил на физико-математический факультет Харьковского университета. С этого времени вся его научная, педагогическая и общественная деятельность неразрывно связана с Харьковским университетом и астрономической обсерваторией.

После окончания университета в 1919 г. Н. П. Барабашова оставили на кафедре астрономии для подготовки к профессорскому званию, но без права на получение стипендии. Это были трудные годы гражданской войны. Пришлось временно устроиться преподавателем в школе, позднее его зачисляют в штат обсерватории... завхозом, и только в 1922 г. он назначен на должность астронома-наблюдателя.

Направление научной деятельности Н. П. Барабашова в эти годы во многом было предопределено темой, предложенной ему приват-доцентом Харьковского университета В. Г. Фесенковым (окончившим этот же университет семью годами раньше). Речь шла об определении альбедо Земли по наблюдению пепельного света Луны.

Первые результаты принесли известность молодому ученому. Было установлено, что лунные моря, независимо от их положения на диске, достигают максимальной яркости при минимальном значении угла фазы (тогда направления падающего и отраженного лучей почти совпадают). Николай Павлович объяснил этот эффект **сильной шероховатостью и изрытостью лунной поверхности**. Продолженные в дальнейшем комплексные исследования оптических характеристик лунной поверхности — закона отражения, показателя цвета, степени поляризации, спектрального хода альбедо — привели к заключению, что поверхность Луны сложена вулканическими породами базальтового типа, пористость которых достигает 60—70%, а размер зерен — от долей миллиметра

до нескольких миллиметров. Вместе с тем, лунный грунт должен быть достаточно связанным и пористым веществом, чтобы выдержать космический аппарат или космонавта. Позже эти результаты, как известно, подтвердились при непосредственном изучении лунной поверхности с помощью орбитальных и посадочных космических станций, а также при изучении образцов лунных пород, доставленных на Землю. Именно поэтому в приветствии Астрономического совета академику Н. П. Барабашову по случаю его 75-летия говорилось: «Вам дано было пережить редчайшую для астронома радость: подтверждение космическими станциями Ваших выводов, сделанных у телескопа, о строении лунной поверхности».

Но все это будет значительно позже, в далекие 60-е годы, а сейчас, в начале 20-х, в стране царит разруха, холод и голод, в плохом состоянии инструменты, часты перерывы в снабжении электроэнергией. Наблюдения почти прекращены... И все-таки в 1922 г. на капитальный ремонт астрономической обсерватории ассигнуются значительные средства. Став научным сотрудником обсерватории, Н. П. Барабашов активно взялся за астрофизические исследования. Круг его научных интересов в эти годы включал исследования переменных и новых звезд, наблюдения метеорных потоков и комет, но главным образом — изучение Луны и планет. В 1930 г. он становится директором обсерватории. С этого времени исследования лунной поверхности и планет прочно вошли в тематику работ Харьковской астрономической обсерватории.

Для исследования физической природы Луны и планет Н. П. Барабашов, начиная с 30-х годов, успешно применил и усовершенствовал метод **фотографической фотометрии**. В частности, для учета влияния фотографической иррадиации и дифракции на распределение яркости по диску планеты был предложен метод «искусственной планеты». А полученные наиболее существенные результаты даже перечислить-то не очень легко: квадзеркальный характер отражения све-

та атмосферой Венеры; альbedo, цвет деталей поверхности Марса и закон отражения света; двухкомпонентная (поверхностная и атмосферная) природа полярных шапок, существенное изменение во времени соотношения аэрозольной и газовой составляющих атмосферы, величина барометрического давления марсианской атмосферы; оптическая толщина надоблачного слоя атмосферы Юпитера, закон потемнения к краю и его изменение от года к году; наличие вещества во внутреннем кольце Сатурна вплоть до самого диска планеты...

С 1933 г., после возрождения Харьковского университета, Николай Павлович возглавил кафедру астрономии. В 1936 г. без защиты диссертации по совокупности опубликованных научных работ ему присваивают звание доктора физико-математических наук. Много труда и энергии потребовалось Н. П. Барабашову, чтобы создать в обсерватории преданный науке коллектив людей.

30-е годы — сложные годы. Это энтузиазм и задор молодых, великие стройки, индустриализация и коллективизация страны, и в то же время — это страшный голод на Украине, Кубани, в Поволжье, массовые репрессии... Страна наращивала военные мускулы. На науку выделялись бюджетные крохи. Однако поле деятельности обсерватории расширялось с каждым годом, и новые наблюдательные задачи требовали ее коренной реконструкции. С трудом изыскиваются средства на закупку необходимых инструментов. Ряд приборов пришлось строить самим. Н. П. Барабашов совместно с ленинградским оптиком-механиком Н. Г. Пономаревым сконструировал, а затем в 1935 г. изготовил в мастерской обсерватории первый отечественный спектрогелиоскоп. Этот инструмент, модернизированный позже в спектрогелиограф, и поныне используется для наблюдений по программе Службы Солнца.

Создание астрономических инструментов — еще одна грань таланта ученого. За свою жизнь, начиная с юношеских лет, он достаточно много шлифовал зеркал для самодельных



Н. П. Барабашов в рабочем кабинете

телескопов. Изготовленный им еще в студенческие годы 270-мм рефлектор Н. П. Барабашов в 1931 г. передал обсерватории. На нем в течение многих лет проводились наблюдения Луны и планет. В частности, на этом телескопе были получены перед лунным затмением уникальные фотографии Луны, по которым в 1948—50 гг. ученица Николая Павловича В. А. Федорец составила «Харьковский фотометрический каталог лунной поверхности». Каталог известен не только в нашей стране, но и за рубежом, он неоднократно использовался как основа для изучения фотометрических особенностей деталей лунного диска и выполнения различного рода светотехнических расчетов, необходимых при космических исследованиях Луны.

В 1943—46 гг. Н. П. Барабашов — ректор Харьковского университета. Много сил в эти годы было отдано восстановлению Университета, разрушенной и разграбленной астрономической обсерватории. Переживший страшные годы войны, коллектив обсерватории пополнился молодыми и

способными астрономами — учениками Николая Павловича, которые под его руководством продолжили исследования Луны и планет.

Первые искусственные спутники Земли, первые космические межпланетные станции вдохнули новую жизнь в науку о Солнечной системе. Понадобились заключения ученых-астрономов о поверхностном слое Луны, об облаках Венеры, о полярных шапках и атмосфере Марса. В полной мере проявилась прозорливость Н. П. Барабашова, еще в 1949 г. выступившего с инициативой создать Комиссию по физике планет при Астросовете АН СССР. Планетная комиссия под его руководством сыграла огромную роль в координации планетных исследований в СССР, в подготовке специалистов в области планетоведения, в расширении исследований Луны и планет и вовлечении в эту работу обсерваторий, обладающих крупными инструментами. Иными словами, она создала предпосылки для будущего развития советской космической науки.

При деятельном участии Н. П. Барабашова с 1953 г. началось издание «Известий комиссии по физике пла-

нет», а с 1967 г. регулярно начал выходить и новый журнал «**Астрономический вестник**», посвященный исследованию тел Солнечной системы.

На основе фотографий, полученных с борта АМС «Луна-3», совместными усилиями ГАИШ, Пулковской и Харьковской обсерваторий был создан первый «**Атлас обратной стороны Луны**», одним из авторов и редакторов которого является Н. П. Барабашов. Получил также известность и признание первый **фотометрический каталог деталей поверхности обратной стороны Луны** по данным АМС «Зонд-3», созданный харьковскими астрономами под руководством академика.

Многочисленные результаты исследований физической природы Луны и планет Н. П. Барабашов обобщил в ряде монографий: «Исследования физических условий на Луне и планетах» (1952 г.), «Результаты фотометрических исследований Луны и планет на Харьковской астрономической обсерватории за 40 лет» (1957 г.), «О методах фотографического фотометрирования планет» (1966 г.) и др. Общий список работ включает свыше 500 научных статей, монографий, учебных пособий, научно-популярных брошюр и статей.

Несмотря на существовавшую тенденцию к закрытости советской науки, имя Н. П. Барабашова было хорошо знакомо планетологам за рубежом. В 20-е годы он публиковал свои статьи в немецком журнале «*Astronomische Nachrichten*». После войны поддерживал связь с французским ученым О. Дольфюсом, американцами Дж. Койпером, Х. Юри и многими другими. Интересно высказывание одного американского ученого в рецензии на вышедшую в США в 1961 г. книгу «Планеты и спутники». Отметив, что почти все работы по фотометрии и поляриметрии Луны выполнены в Европе, автор не без горечи заметил: «Создается впечатление, что в Северной Америке Луны в это время не было». Приоритет советских ученых в данной области — огромная заслуга Н. П. Барабашова.

Исследования в области планетоведения принесли ученому заслуженную известность и повысили авторитет

Харьковской астрономической обсерватории. Н. П. Барабашов внес большой вклад в расширение ее материальной базы. В 60-х годах его усилиями создана загородная наблюдательная станция обсерватории, расположенная в 75 км от Харькова. На станции установлены и функционируют 70-см рефлектор АЗТ-8, хромосферный телескоп АФР-2, построен лабораторный корпус.

Свыше 50 лет — стаж педагогической деятельности Николая Павловича в Харьковском государственном университете на кафедре астрономии и в других вузах Харькова. Им подготовлены сотни молодых специалистов-астрономов. Многие из учеников профессора Барабашова, став кандидатами и докторами наук, работают в различных астрономических учреждениях.

Николай Павлович был крупным **популяризатором науки**. Эту деятельность он начал еще в годы гражданской войны, выступая с лекциями перед красноармейцами, рабочими. Будучи уже известным ученым, академиком, Николай Павлович постоянно выступал по радио и телевидению, на страницах газет и журналов. Он пользовался большим авторитетом среди широкой аудитории и всегда старался ответить на многочисленные письма. Благодаря инициативе и энергии Н. П. Барабашова 36 лет назад в Харькове был открыт **планетарий**, носящий в настоящее время имя Юрия Гагарина.

Несмотря на большую занятость научно-педагогической деятельностью и постоянную борьбу со своим недугом, Николай Павлович находил силы для активной государственной деятельности (он был депутатом Верховного Совета СССР двух созывов).

Заслуги Н. П. Барабашова перед отечественной наукой оценены по достоинству. Он награжден четырьмя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, медалями. В 1969 г. ему было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда. Именем академика АН УССР и заслуженного деятеля науки УССР Н. П. Барабашова назван один из кратеров на поверхности Марса и астероид

№ 2883, открытый Н. С. Черных 13 сентября 1978 г.

Умер Николай Павлович Барабашов 29 апреля 1971 г. Всего три месяца он не дождался очередного великого противостояния Марса. За свою долгую жизнь ученый наблюдал три великих противостояния «Красной планеты», каждое из которых обогащало науку новыми данными, новыми открытиями... Но остались ученики. Уже после смерти Н. П. Барабашова ими проведены наблюдения в течение нескольких противостояний Марса и Сатурна, получены новые важные результаты, касающиеся природы пылевых бурь на Марсе, объяснения обнаруженных особенностей рассеяния света кольцами Сатурна. Продолжаются спектрофотометрические и поляриметрические исследования ультрафиолетовых образований в атмосфере Венеры, составлена серия карт оптических параметров лунной поверхности, выполнен цикл работ по изучению закона отражения света лунной поверхностью и другими безатмосферными телами Солнечной системы. Проведены фотометрические и поляриметрические исследования образцов лунного грунта. Совершенствуя методики наблюдений, ученики Н. П.

Барабашова разрабатывают методы повышения пространственного разрешения, необходимые не только в планетной, но и в звездной астрономии. С конца 70-х годов начаты и с каждым годом все более интенсивно проводятся исследования малых планет — астероидов (Харьковская астрономическая обсерватория — координирующее учреждение в странах СНГ). Работы харьковских ученых по фотометрии и поляриметрии астероидов признаны за рубежом. Они регулярно докладываются на международных семинарах, конференциях, симпозиумах, публикуются в зарубежных изданиях. Астрономическая обсерватория поддерживает тесные научные контакты с учеными-астрономами США, Италии, Польши и Швеции.

Созданная Николаем Павловичем Барабашовым харьковская планетная школа продолжает плодотворную работу — дань уважения светлой памяти ученого, для которого изучение тел Солнечной системы было смыслом всей его жизни.

Д. Ф. ЛУПИШКО, кандидат физико-математических наук, заместитель директора Астрономической обсерватории ХГУ

Т. А. ЛУПИШКО, младший научный сотрудник Астрономической обсерватории ХГУ

Информация

Полярная перестает быть цефеидой?

Уильям Шекспир наделил Юлия Цезаря «характером, постоянным, как у Северной звезды». Если он имел в виду Полярную, то тут он ошибся. Хотя ошибка эта — не без предвидения, свойственного гению...

Полярная звезда находится на расстоянии более чем 300 св. лет от нас. Это ближайшая и самая яркая из звезд, принадлежащих к классу цефеид — желтых сверхги-

гантов, которые периодически то расширяются и становятся ярче, то сжимаются и тускнеют. Большую часть текущего века желтое свечение Полярной колебалось примерно на 10% от среднего своего состояния. Но в начале 80-х гг. канадский астроном Армандо Арельяно Ферро обнаружил уменьшение наполовину этих световых вариаций.

Продолжая подобные наблюдения на обсерватории им. Дейвида Денлопа, научные сотрудники Торонтского университета (Канада) Дональд Ферни, Карл Кампер и Сара Сигер установили, что процесс «успокоения» Полярной звезды зашел дальше: ныне переменность ее составляет лишь 1% или $0,01^m$. Спектральные наблюдения (эффект Доплера) свидетельствуют об уменьшении пульсаций Полярной. Не исключено,

что в самое ближайшее время Полярная перестанет быть цефеидой (согласно теории, она должна находиться в стадии цефеиды десятки тысяч лет).

Причину «разрастания» и охлаждения Полярной звезды канадские ученые видят в увеличении периода ее пульсации. Чем он дольше, тем крупнее сама цефеида. Ныне период пульсации Полярной составляет 3,97 сут, но ежегодно возрастает на 3 с. Однако само по себе увеличение размеров Полярной не может ответить на вопрос, почему ее пульсации замедляются. Это пока загадка.

Astrophysical Journal, 1993, 274, 755
New Scientist, 1993, 138, 14

«Патриарх» российской географии Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский

Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский (1827—1914) еще при жизни изведal вкус большой и заслуженной славы. И хотя приставка «Тянь-Шанский» была присоединена к его фамилии только в 1906 г. (это, кстати, исключительно редкая и почетная награда), известность в научном мире он приобрел еще в молодости.

Большинство ученых посвящает себя какой-либо одной отрасли знания, часто узкоспециальной. Семенов-Тянь-Шанский относился к той редкой категории исследователей, которые, обладая многогранным талантом, вносят заметный вклад во все научные дисциплины, которыми занимаются.

ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЬ

Тридцатилетний магистр ботаники Петр Семенов, проникнув в 1856 г. к Иссык-Кулю и в горную систему Центрального Тянь-Шаня, стал первооткрывателем этой горной страны для науки. Он первым увидел Тянь-Шань глазами ученого.

За год до этого события П. П. Семенов слушал в Берлинском университете лекции Карла Риттера о Высокой Азии. И таинственность Тянь-Шаня — «Небесных гор» — увлекла его воображение.

— Я смогу умереть спокойно, если вы привезете мне вулканические породы с Тянь-Шаня, — сказал престарелый Александр Гумбольдт (ему шел 86-ой год) Семенову, специально добившемуся приема у великого географа.

Весной 1856 г. Семенов подал в Совет Русского географического общества просьбу о снаряжении экспедиции на Алтай и в некоторые районы Средней Азии. Официальной целью экспедиции был сбор материалов для дополнений ко второму тому монографии К. Риттера «Землеведение Азии». Прямо заявить о своем намерении проникнуть в Тянь-Шань Петр Петрович не мог. Дело в том, что только что поражением России закончилась Крымская война. Державы-победительницы, и в первую очередь Англия, ревниво следили за всеми действиями русских в Азии.

К тому же многочисленные азиатские владыки с большой подозрительностью относились к чужестранцам. Так, в 1857 г. в Кашгарии, на пути к Тянь-Шаню с юга, был схвачен и обезглавлен Адольф Шлагинтвейт — товарищ Семенова по Берлинскому университету. Годом позже русский исследователь Средней Азии Н. А. Северцов попал в плен к кокандцам, был несколько раз ранен и чудом спасен русскими пограничными властями.

Из Петербурга Семенов выехал в начале мая 1856 г. Через Москву, Нижний Новгород, Казань, Екатеринбург он прибыл в Омск, где находился генерал-губернатор Западной Сибири, которая уже входила в состав Российской империи. Получив в Омске разрешение губернатора, Семенов отправился через Барнаул, Семипалатинск (где встретился со ссылкой



Достоевским) в укрепление Верное (нынешний г. Алма-Ата).

Из Верного он до наступления холодов успел дважды побывать на Иссык-Куле, исследовав западные и восточные его берега. На зиму возвратился в Барнаул, а весной следующего года опять был в Верном.

Путь на Тянь-Шань преграждали не только неприступные горы, но и враждовавшие между собой киргизские племена «сарыбагыш» и «богу». Поэтому из Верного Семенов вышел с довольно большим отрядом казаков (58 человек); к тому же было заранее извещено, что в случае кровавых стычек между племенами русский отряд встанет на сторону племени «богу». «Сарыбагыши», прослышав о появлении сильного русского отряда, быстро откочевали с побережья Иссык-Куля.

Семенов стал посредником между враждующими сторонами. Он, по существу, был первым посланцем русского народа к горцам Тянь-Шаня,

которых называли тогда «кара-кыргизами» или «дикокаменными» и представления о которых были весьма приблизительными. Как и в прошлом году, ученый совершил две поездки. В первую из них ему удалось пересечь хребет Терской-Алатау, выйти на высокие плоскогорья (тяншанские сырты) и открыть для науки верховья Нарына — главного истока Сыр-Дарьи. Затем Семенов пересек Тянь-Шань еще по одному, более сложному маршруту, вышел в бассейн Тарима, главной реки большой бессточной области Центральной Азии, и увидел исполинский пик Хан-Тенгри с его огромными ледниками. «Гора Хан-Тенгри,— писал он впоследствии,— слегка опоясанная венцом облаков, возвышалась крутою и довольно острою пирамидою над двумя десятками белоснежных вершин, ее окружающих, и при полном блеске на солнечных лучах белоснежного покрова всей группы, превосходила своею красотою всякое описание».

С восхождения на ледник, названный потом ледником Семенова, начались гляциологические исследования на Тянь-Шане. Семенов возвестил о том, что в открытой им горной стране ледников несметное количество и именно они являются источниками великих рек Азии. Но главное, он установил ошибочное расположение схемы хребтов, намеченной Гумбольдтом. Нет в Небесных горах вулканов, на склонах которых можно было бы собрать те самые обломки вулканических пород, которые ждал в Берлине Гумбольдт.

В книге «Путешествие на Тянь-Шань» Петр Петрович ярко описал не только горы, их геологическое строение, растительность, животный мир, но и весь ход экспедиции, включая такие приключения, как охота на тигров и медведя. Исследования, проведенные Семеновым, произвели настоящий переворот во взглядах на Тянь-Шань. Он установил, что Иссык-Куль — бес-

сточное озеро, опроверг ошибочное предположение Александра Гумбольдта о вулканическом происхождении Тянь-Шаня и предложил схему расположения хребтов этой горной страны, открыл в ней обширные долинные ледники, питающие реки Средней Азии. Определенная им снеговая линия оказалась на Тянь-Шане гораздо выше, чем в горах Европы и Кавказа. Этот географический феномен Семенов совершенно справедливо объяснил значительной сухостью климата Центральной Азии. Он обнаружил закономерную смену по вертикали пяти высотных географических зон. И это тоже было важным открытием...

В день пятидесятилетней годовщины первой экспедиции Семенова ему было «высочайше позволено именоваться в нисходящем потомстве Семеновым-Тянь-Шанским».

ЖИЗНЬ «ПО ГУМБОЛЬДТУ»

Петр Петрович Семенов родился 2 января 1827 г. в одном из помещичьих имений Рязанской губернии. Его отец — П. Н. Семенов, участник Отечественной войны 1812 г., за отличие в Бородинском сражении был награжден золотой шпагой с надписью «За храбрость». Выйдя в отставку и поселившись с женою в родовом поместье Урусово, Петр Николаевич построил по собственному проекту новый дом. Он был похож на замок, но главная его особенность — к нижнему этажу примыкала оранжерея, бывшая под надзором хозяйки дома.

Начальным образованием детей (а их было трое) родители занимались сами, используя для обучения игры. Будущий великий путешественник навсегда запомнил географическое лото с названиями стран, материков, рек и городов. Эта игра пробудила в нем интерес к далеким странам, неведомым землям.

Счастливое детство кончилось рано, неожиданно и трагично. В 1837 г., когда Петру было всего четыре года, во время поездки в дальнюю деревню его отец заразился тифом и умер. Не выдержав потрясения, заболела мать. Через некоторое время она

встала на ноги, но оказалась погружена в глубокую депрессию, за которой последовало тяжелое душевное заболевание, будто стеной отгородившее ее от детей.

От одиночества мальчика спасали лишь книги и общение с природой. Его рано привлек мир растений. Здесь, наверное, сыграла свою роль домашняя оранжерея. Он придумывал свои условные названия растениям и старался узнать как можно больше, совершая все более далекие экскурсии за пределы усадьбы.

Лишь в январе 1841 г. появился у него домашний учитель — немец-ботаник, познакомивший мальчика с системой Линнея. «Крейте познакомил меня с ботанической номенклатурой и систему Линнея так основательно, что я начал с успехом определять растения по его книгам», — вспоминал Петр Петрович. И хотя он учился затем в школе гвардейских подпрапорщиков и кавалерийских юнкеров, которую окончил первым учеником, любовь к природе определила его дальнейшую судьбу. У него не было сомнений в избрании естественного отделения физико-математического факультета Петербургского университета. Петербургский университет блистал в те годы именами многих выдающихся ученых. Среди них юному Семенову больше всего запомнились физик, академик Э. Х. Ленц, зоолог и географ С. С. Куторга. Университетский товарищ Н. Я. Данилевский ввел Семенова в кружок Петрашевского, познакомил его с постоянными членами кружка. Однако их идеи были чужды Семенову, всегда стоявшему за преобразования «сверху», за либеральные реформы. В дискуссиях петрашевцев он совсем не участвовал, поэтому не был арестован, хотя и задержан жандармами, когда вместе с Данилевским, ставшим его близким другом, находился «в поле».

Сразу же по окончании университета Семенов совершил с Данилевским ботаническую экспедицию, пройдя пешком из Петербурга в Москву через Новгород. В 1849 г., после избрания Семенова действительным членом Императорского Русского географическо-



го общества, основанного лишь четыре года назад, он разработал вместе с Н. Я. Данилевским план комплексного исследования черноземного пространства России. В Вольном экономическом обществе проект был принят, Семенову и Данилевскому поручили его осуществление. В мае 1849 г. они выехали в экспедицию. Тогда, на берегу речки Красивая Меча и был арестован Данилевский, Семенову пришлось одному завершать путешествие. Им был собран богатейший материал, ставший основой магистерской диссертации «Придонская флора в ее отношениях к растительности Европейской России».

Последовало и первое поручение Русского географического общества — привести к порядку быстро разрастающуюся библиотеку. Для молодого ученого такое занятие было очень полезно: систематизируя научную литературу, он познакомился со многими выдающимися трудами отечественных и зарубежных географов.

Вскоре Семенов был избран секретарем отделения физической гео-

графии общества. А когда в 1850 г. московский купец Голубков пожертвовал Совету географического общества 20 000 руб. на издание русского перевода 9-томного труда К. Риттера «Землеведение Азии», то подготовку издания поручили Семенову, только что вернувшемуся из кратковременной экспедиции к устью Эмбы, где работал под руководством академика К. М. Бэра, изучавшего Каспийское море. Общение с крупнейшим естествоиспытателем XIX столетия, безусловно, было очень полезно для молодого ученого.

Весной 1853 г., после внезапной смерти жены, Петр Петрович по настоянию врачей отправился за границу: проехал Германию, Францию, Италию, Швейцарию. Особенно много путешествовал в Альпах, побывал на ледниках и озерах. 17 раз восходил на Везувий, спускался в кратер и наблюдал вблизи одно из извержений. К началу летнего семестра 1853 г. он приехал в Берлин и поступил в число студентов университета; слушал лекции по географическим и геологическим дисциплинам, которые должны были помочь ему подготовиться к задуманному уже тогда путешествию на Тянь-Шань.

В Берлинском университете Семенов познакомился с будущим знаменитым исследователем Китая Фердинандом Рихтгофеном и с братьями Шлагинтвейтами, увлекшимися вскоре изучением Гималаев и Каракорума. Возник своеобразный международный проект Исследования Тянь-Шаня: Рихтгофен решил проникнуть в горную страну с востока, Адольф Шлагинтвейт — с юга, Семенов — с севера. Удача сопутствовала только ему.

Когда весной 1855 г. Петр Петрович вернулся в Петербург, перед ним стояли две задачи: закончить перевод первых трех томов «Землеведения Азии» и организовать экспедицию на Тянь-Шань. Обе были им выполнены. Но это было только начало жизни, продолжительной и плодотворной, поч-



ти такой же долгой, как у А. Гумбольдта — 87 лет. И хотя Семенов путешествовал значительно меньше Гумбольдта, его теоретический и организаторский вклад в науку дает возможность сопоставить его с автором «Космоса» и назвать «Российским Гумбольдтом». Как верно подметил еще выдающийся географ Л. С. Берг, «оба эти деятеля были величинами одинакового калибра».

Подобно Гумбольдту, П. П. Семенов-Тян-Шанский был ученым чрезвычайно широкого кругозора. Им организованы два грандиозных географических издания. С 1881 по 1901 гг. выходил богато иллюстрированный 20-томник «Живописная Россия», а с 1899 по 1914 гг. — «Россия. Полное географическое описание нашего отечества» (до начала войны вышло 19 томов). Эти уникальные книги могут рассматриваться как памятник великому русскому географу.

Но он был авторитетом не только в географии, но и в таких далеких друг от друга науках, как статистика и энтомология. В 1864-75 гг. занимал должность директора Центрального Статистического Комитета, а в 1875-97 гг. — председателя Статистического Совета. В 1870 г. под его руководством проведен I-й Всероссийский Статистический съезд, стимулировавший развитие земской статистики в России. По существу, была организована первая в России всеобщая перепись населения.

Самое капитальное его сочинение по статистике — «Географическо-статистический словарь Российской империи», пять томов которого вышли под редакцией Семенова в 1863-85 гг. «Семеновский словарь» до сих пор остается основным справочником по географии и статистике России середины XIX в.

Результатом увлечения энтомологией, начавшегося еще в детстве, стала

обширнейшая коллекция насекомых, и сегодня поражающая воображение. В 1882 г. им было издано на собственные средства «Краткое руководство по собиранию жуков, или жесткокрылых и бабочек, или чешуекрылых». А в 1889 г. автор этого пособия избирается председателем Русского энтомологического общества.

Важнейший эпизод биографии П. П. Семенова — участие в подготовке реформы 1861 г., отменившей крепостное право; он был членом-экспертом редакционной комиссии по подготовке крестьянской реформы. Свой труд, посвященный этой исторической реформе, Семенов назвал «Эпоха освобождения крестьян». Он вышел в 1909-11 гг. в двух томах объемом более 1000 стр.

Вопросы экономического положения крестьян продолжали глубоко его интересовать и в последующем. Ими он занимался в Сенате, членом которого он был назначен в 1882 г., и в Государственном Совете, куда был

введен пятнадцатью годами позже. Участие в деятельности высших государственных органов позволяло Семенову поддерживать деятельность **Географического общества**, фактическим руководителем которого он был с 1873 г.

И еще одна, самая неожиданная сторона его деятельности — **искусствоведение**. Он не только собрал большую коллекцию произведений нидерландской живописи и графики (700 картин и 3500 гравюр), которую передал в 1910 г. Эрмитажу, но и написал книгу «Этюды по истории нидерландской живописи» (издана в двух частях в 1885-90 гг.). Почетным членом Петербургской Академии художеств Семенов стал намного раньше — в 1874 г. (его первое почетное звание!). Потом избирался почетным членом 53 русских и зарубежных научных учреждений. Сам же он выше всего ценил принадлежность к Русскому географическому обществу, действительным членом которого был более 60 лет.

ВО ГЛАВЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

После 1860 г., когда П. П. Семенова избрали в Русском географическом обществе (РГО) председателем отделения физической географии, а в особенности с 1873 г., когда он стал **вице-председателем общества**, сам он практически не проводил полевых исследований. Его главной заботой стала организация исследований на территории России, интерпретация их результатов, подготовка изданий их трудов. За 45 лет его руководства РГО снаряжено **более 170 экспедиций** и поездок, как тогда говорили «с научными целями». Больше всего их направилось в Сибирь и на Дальний Восток (32), затем — в Центральную Азию (29). Многие экспедиции работали в разных районах Европейской России, на Кавказе и в Закавказье. Одна за другой отправлялись они для исследования гор, долин и ледников Кавказа, Алтая, Тянь-Шаня, Памира, для изучения российских озер, последствий землетрясений, растительности, почв, климата.

Результаты исследований публиковались в двух периодических изданиях РГО, редактировавшихся П. П. Семеновым — в «Известиях РГО» и «Записках РГО». Громадное значение для отечественной географии имела публикация в 1856 г. труда К. Риттера «Землеведение Азии» в русском переводе П. П. Семенова. Это был творческий перевод с предисловием и дополнениями. В предисловии к первому тому Семенов обобщил теоретические основы географической науки. Он различал «географию в обширном смысле, или науку о строении земного шара как целого, и «географию в тесном смысле слова», или страноведение.

Задача первой — изучение законов земного шара «с его твердой, жидкой и воздушными оболочками, законов отношения его к другим планетам и обитающим на нем организмам». Она состоит из ряда естественных наук. Первая — астрономическая география, изучающая Земной шар «в отношении к планетной системе и действительному ее строению». Задача второй — изучение физической географии Земли, «со всеми явлениями, замечаемыми в ее твердой, жидкой и воздушной оболочке», а кроме того — этнографические и статистические изыскания. «Географию в тесном смысле» полагал Семенов состоящей из математической, пластической (имеющей дело с рельефом) и политической (исследующей воздействие человеческого общества на изменения лика Земли).

Большое внимание в «Предисловии» уделено географической терминологии. В русский научный и литературный язык впервые был введен целый ряд терминов: «нагорье», «плоскогорье», «горная или альпийская страна», «предгорье», «котловина», «водоем», «речная область». Теоретические принципы, высказанные Семеновым, базировались на материале, собранном Риттером, и в то же время они органично дополняли его, что образовало с систематическим описанием отдельных областей Азиатского континента гармоничное целое.

Не только открытия новых географических объектов ставили П. П. Се-

менова—Тянь-Шанского в ряд крупнейших ученых мира. Его огромная деятельность в роли организатора географической науки в России и крупного теоретика, активно формировавшего основы географии как самостоятельной науки, позволяет говорить о нем как о патриархе русской географии, давшем начало многим нынешним ее направлениям.

В своих работах П. П. Семенов-Тянь-Шанский неоднократно отмечал, что географ-исследователь должен собирать все основные данные, служащие полному географическому описанию исследуемой территории. Многосторонность наблюдений, полагал он, важна в том отношении, что позволяет понять взаимосвязи в природе — в том числе и в историческом аспекте. Геологические и ботанические исследования, метеорологические наблюдения, данные о хозяйственной деятельности населения и т. д., должны представлять собой не обособленные наблюдения, а материал для общей географической характеристики местности.

Проведение научных экспедиций и издание собранных данных требовало, разумеется, больших средств. Правительство выделяло обществу ежегодные субсидии; немалые средства жертвовали частные лица. Однако, когда и этих денег было недостаточно, Семенов умел добиться дополнительных ассигнований, используя свой авторитет, приближенность к власти и знакомства в высших ее «сферах».

Ему удавалось избегать ошибок, потому что он хорошо разбирался в людях. Иногда устраивал своего рода испытания. Получив какой-то проект, он его автору предлагал начать с исследований где-нибудь в Тамбовской или Рязанской губернии, обещая всемерную поддержку... при печатании трудов. Такого рода предложения никогда не отвергались истинными исследователями.



П. Семенов

Всем известны путешествия Н. М. Пржевальского по Центральной Азии, идея которых зародилась у него под воздействием сообщений об экспедиции Семенова на Тянь-Шань. Когда 28-летний Пржевальский познакомился в Петербурге с Семеновым и изложил ему свой план, он не имел ни опыта, ни имени исследователя. Семенов посоветовал сначала отправиться в почти неизвестный Уссурийский край. Это путешествие сделало имя Пржевальского широко известным в России, после чего Семенову было намного проще добиться разрешения и средств для экспедиции в Центральную Азию.

Подобное произошло и с проектом экспедиции, который представил в 1869 г. географическому обществу Н. Н. Миклухо-Маклай. Согласно его программе, главной ее целью должно было стать изучение влияний внешних факторов природы на организмы низших животных фауны Тихого океана. Хорошо понимая, что такая узкая программа не могла бы встретить поддержки в

правительственных сферах, Семенов сумел убедить Миклухо-Маклая в необходимости ее расширения. Хорошо известно, что именно эти «второстепенные» пункты программы — антропологические и этнографические исследования, физико-географические наблюдения — принесли Миклухо-Маклаю всемирную славу.

Умеренный либерал по своим взглядам, Семенов-Тян-Шанский отличался заметной терпимостью по отношению к чужим убеждениям. По его настоянию в работу Русского географического общества были вовлечены политические ссыльные Г. Н. Потанин, И. Д. Черский, А. Л. Чекановский, Н. М. Ядринцев, В. И. Дыбовский и др. Для многих ссыльных он выхлопотал амнистию или смягчение условий ссылки. Когда в 1874 г. был арестован П. А. Кропоткин, занимавшийся в то время составлением отчета о своем путешествии в Финляндию, П. П. Семенов-Тян-Шанский исходатайствовал разрешение узнику продолжать научную работу.

Создав в 1895 г. «Историю полувековой деятельности Императорского Русского географического общества», Петр Петрович начал подводить итоги своей деятельности. Ему удалось совершить многое из задуманного, остальное воплотили его ученики и соратники по географическому обществу. Большинство из его восьмерых детей тоже работали в областях, так или иначе связанных с кругом интересов отца. Наибольших успехов в науке достиг Вениамин Петрович Семенов-Тян-Шанский (1870-1942), автор выдающихся трудов по географии и экономике.

Примерно в эти же годы Петр Петрович начал писать свои мемуары. Это он делал так же добросовестно и обстоятельно, как и все другое: воспоминания заняли четыре тома. Они увидели свет уже после смерти автора: Петр Петрович скончался 26 февраля 1914 г., на восьмидесят восьмом году. В следующем году вышел в свет третий том его мемуаров, затем — четвертый (в 1916 г.). Эти тома посвящены эпохе освобождения крестьян; видимо, из-за особо важного общественного звучания они были изданы в первую очередь. В 1917 г. вышел первый том. А вот второй, посвященный путешествию в Тянь-Шань, ждал своего часа 30 лет. Его издали отдельной книгой в 1947 г. (переиздан в 1958 г.). С тех пор работы Семенова-Тян-Шанского ни разу не переиздавались, хотя имя его и сегодня постоянно вспоминается географами России.

И сегодня Русское географическое общество осознает себя продолжателем традиций, заложенных П. П. Семеновым-Тян-Шанским. За лучшие работы наиболее выдающимся географам присуждается регулярно Золотая медаль его имени. Память о нем закреплена в географических названиях: есть на Тянь-Шане ледник Семенова и пик Семенова-Тян-Шанского. Даже на карте Антарктиды можно встретить его имя. А у выхода из Боомского ущелья, по которому прошел Петр Петрович к Иссык-Кулю, в 1982 г. поставлен памятник, на котором написано: «Великому русскому путешественнику от киргизского народа».

А. В. БИРЮКОВ, Русское географическое общество

Музыка в жизни М. С. Зверева

*Он не искал — минутно позабавить,
Напевами утешить и пленить;
Мечтал о высшем! Божество прославить
И бездну духа в звуках озарить.*

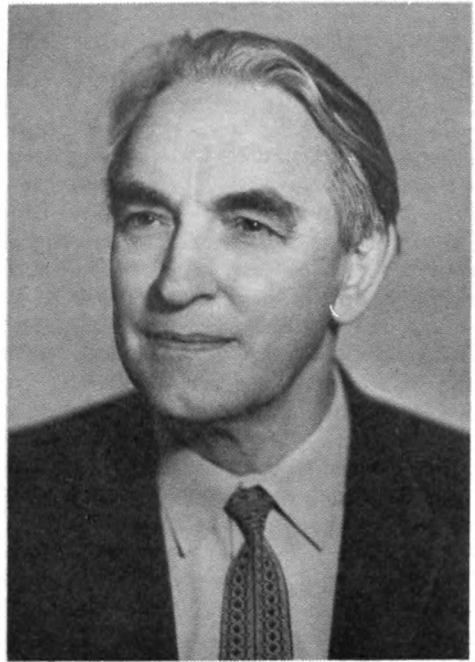
В. Я. Брюсов

В ночь на 17 ноября 1991 г. оборвалась жизнь астронома Митрофана Степановича Зверева (Земля и Вселенная, 1992, №4, с. 44.— Ред.). Он был одним из авторитетных, ведущих ученых, имя которого хорошо известно в нашей стране и за ее пределами.

Митрофан Степанович родился 16 апреля 1903 г. в городе Воронеже в семье священника. Отец его, Степан Егорович, окончил Московскую духовную академию и был направлен в воронежскую духовную семинарию преподавателем истории.

В доме родителей Митрофана Степановича была небольшая подзорная труба, которую Митроша (так звали Митрофана Степановича в детстве) выносил каждый ясный вечер на балкон дома и любовался звездами. Вскоре он стал замечать, что звезды имеют разный цвет и «уложены» в какие-то фигуры. Позже он узнал, что эти фигуры называются созвездиями. Дневное время, свободное от занятий в гимназии, мальчик посвящал музыке.

Родители Митрофана Степановича, особенно мать Александра Михайловна, считали, что увлечение астрономией для сына — детская забава, а его призвание — музыка. Подтверждением этому стало выступление девятилетнего Мит-



Митрофан Степанович Зверев (1903 — 1991)

роши в благотворительном концерте дворянского собрания Воронежа, где он отлично исполнил бравурный вальс Вильсберга.

В 1920 г. Митрофан Степанович одновременно поступил в Воронежский



музыкальный техникум по классу рояля и в университет на физико-математический факультет. В то же время продолжал увлеченно заниматься в кружке любителей астрономии, основателем, организатором и руководителем которого он был. Работа в кружке велась на высоком научном уровне. Именно тогда Митрофан Степанович стал наблюдать переменные звезды, в частности, в созвездии Большой Медведицы.

В 1923 г. Митрофан Степанович с отличием закончил музыкальный техникум. Он получил, кроме премии, направление в Московскую консерваторию для дальнейшего совершенствования в области фортепианной музыки. В консерватории ему очень повезло: его приняли в фортепианный класс к известному пианисту и замечательному педагогу, ректору консерватории профессору К. Н. Игумнову.

Однако звезды его манили и притягивали... Невольно вспоминаются строки из стихотворения любимого им композитора А. Н. Скрябина

Играет М. С. Зверев (ГАИШ, 1947 г.)

...он любоваться научил
Величием, блеском, красотой
В пространстве тонущих светил.
Видимо, «величие, блеск, красота»
светил прочно и навсегда вошли в
душу Зверева.

О том, что Митрофан Степанович успешно занимался в консерватории, свидетельствует характеристика, которую ему дал профессор К. Н. Игумнов при переходе на высшую ступень. «Зверев. Весьма вдумчивый и культурный, с хорошими музыкальными способностями и несколько менее узко пианистическими. Работать умеет и может»¹.

Первый сольный концерт Митрофана Степановича, еще студента консерватории, состоялся в 1928 г. в филармонии г. Воронежа. Вспоминают, что концерт

¹ Я. Мельштейн. Константин Николаевич Игумнов. Москва, 1975, с. 216.

прошел с большим успехом и покориł слушателей безукоризненно четкой, глубоко проникновенной игрой и интересной интерпретацией произведений. В программе звучали Бах, Лист, Прокофьев, Шопен.

Митрофан Степанович был человеком обаятельным, доброжелательным, сердечным, внимательным и скромным. Он всегда находил общий язык с людьми, независимо от занимаемого ими положения. О скромности Митрофана Степановича говорит следующее: многие из его друзей не знали, что он занимался композицией. В студенческие годы им написана музыка к поэме Блока «Двенадцать», исполнявшаяся с большим успехом.

В течение многих лет Зверев не решался показать специалисту-астроному результаты своих наблюдений и вычислений переменных звезд, выполненных им в Воронеже. После долгих раздумий решился он на ответственный шаг и обратился к С. Н. Блажке с просьбой посмотреть его работу. Блажке встретил юношу приветливо, доброжелательно и тут же стал внимательно читать работу. Наконец он сказал: «Вам, молодой человек, нужно быть астрономом!» Блажке как бы благословлял Митрофана Степановича на стезю астрономии.

Но не только это сыграло решающую роль в судьбе Зверева. Митрофан Степанович, всегда взыскательно критически относившийся к своим музыкальным способностям, понял, что быть выдающимся пианистом он не сможет, а посредственным — не хотел. Долго шла внутренняя борьба между музыкой и астрономией, кончилась она в пользу последней. Вопрос «рояль или звезды» был решен окончательно.

Но как же музыка, которой отдано столько лет труда, сил и лишений? Как показало время, она им никогда не была оставлена. Музыка и астрономия шли рядом до конца его жизни.

В 1929 г. Митрофан Степанович окончил консерваторию и в том же году поступил в Московский университет на третий курс по специальности астрономия и геодезия. В то время у него уже была семья, мизерной стипендии не хватало, поэтому при-

шлось изыскивать дополнительные средства. Он стал давать частные уроки музыки и фортепианной игрой сопровождать тогда еще не озвученные кинокартины.

В 1931 г. Зверев закончил университет и стал сотрудником Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (ГАИШ). Работая в ГАИШе, Митрофан Степанович всегда охотно выступал в Московском доме ученых как в сольных, так и симфонических концертах. В праздничные дни играл в ГАИШе среди друзей — любителей музыки.

В начале 30-х гг. Митрофан Степанович впервые посетил Пулковскую обсерваторию, где состоялась конференция по переменным звездам. Прекрасная рабочая атмосфера, активная наблюдательная обстановка и дружный коллектив произвели на него большое впечатление.

С некоторыми пулковскими астрономами его сблизила музыка. В свободное от заседаний время Митрофан Степанович бывал в доме Б. В. Нумерова, где находился прекрасный рояль, фисгармония и небольшой орган. Играли в четыре руки, а иногда играл один Митрофан Степанович. Исполнялись произведения Рахманинова, Скрябина, Баха, Бетховена, Листа и др. С удовольствием играл на рояле Митрофан Степанович и у П. И. Яшнова.

После этой поездки Зверева не оставляла мечта работать в Пулковской обсерватории. Желание осуществилось только в 1951 г., когда Митрофан Степанович был назначен заместителем директора Главной астрономической обсерватории РАН.

В 1952 г. Зверев вместе с семьей переехал в Пулково.

В те годы (1944—1952) полным ходом шли работы по восстановлению из руин Пулковской обсерватории, варварски разрушенной немецкими войсками в 1941—1943 гг. Митрофан Степанович активно включился в эту сложную нелегкую работу. Но всеми силами и помыслами стремился как можно скорее приступить к научной работе, особенно наблюдательной. Как только был смонтирован и установлен меридианный круг Тепфера, Зверев с при-

сущей ему энергией и энтузиазмом начал исследование инструмента, а затем — систематические наблюдения звезд для составления каталога слабых звезд (КСЗ).

В старом Пулкове музыкой занимались многие астрономы и члены их семей. Были и замечательные вокалисты. Но обсерватория не имела большого зала, где можно было бы собираться и музицировать. Поэтому музыкальные вечера проходили в домах А. А. Белопольского и А. А. Кондратьева.

В новом Пулкове для проведения ученых советов, симпозиумов и других мероприятий был построен отличный, вместительный конференц-зал, где стоял рояль известной фирмы «Стейнвейн и сыновья».

И там 27 июня 1955 г. состоялся фортепианный концерт из произведений А. Н. Скрябина. Исполнитель — М. С. Зверев, вступительное слово — Н. М. Морина. Митрофан Степанович своей благородной, безупречно четкой, одухотворенной игрой сумел увлечь присутствующих. Концерт прошел с большим успехом и оставил сильное впечатление.

С этого времени и по 1986 г. включительно Митрофан Степанович только в Пулковской обсерватории дал 26 фортепианных концертов. Все они прошли успешно. Были и тематические лекции-концерты, иногда на них с кратким вступительным словом выступал сам Митрофан Степанович, например, о Бетховене, Скрябине, но это случалось редко. Он предпочитал рассказывать о музыкальных произведениях богатым языком звуков, а не словами.

5 марта 1971 г. состоялся концерт, посвященный С. Есенину. Стихотворения сопровождалась прекрасно подобранными Митрофаном Степановичем лирическими фортепианными произведениями, им же исполняемыми.

Кроме Пулковской обсерватории Зверев охотно и успешно выступал с концертами в С.-Петербургском доме ученых им. Горького, в С.-Петербургском университете, в музыкальной школе Московского района им. Е. Мравинского. В 1980 г. Митрофан Сте-

панович выступил в Московском доме ученых. Концерт был посвящен 100-летию со дня рождения Н. К. Метнера. В 1981-82 гг. Зверев дал два концерта в музее им. А. Н. Скрябина. Все концерты в его исполнении проходили с большим успехом и оставляли у слушателей самые лучшие впечатления. Репертуар исполняемых произведений поистине был огромный: Бах, Бетховен, Шопен, Шуберт, Шуман, Лист, Моцарт, Рахманинов, Чайковский, Метнер, Бородин, Лядов. Однако предпочтение и любовь Митрофан Степанович отдавал произведениям А. Н. Скрябина, который был его кумиром. Зверев глубоко чувствовал и понимал сложные, подчас трудные музыкальные произведения этого композитора.

Для Митрофана Степановича музыка была не временным увлечением, данью моде, а внутренней потребностью. Об этом свидетельствуют его слова: «Если я не поиграю хотя бы 20—30 мин в день, для меня этот день не полноценный...»

В доме Митрофана Степановича был очень хороший рояль — «Бехштейн». До сих пор многие сохраняют в памяти замечательные вечера, проведенные в радушной семье Зверевых.

Еще в 30-х гг. у Митрофана Степановича появилась идея охватить наблюдениями звезды южного полушария. К этому он вернулся в 1960 г. Зверев остановил свое внимание на обсерватории южного полушария в Чили, расположенной на горе Серро-Калан в 12 км от Сантьяго. Преодолев многие препятствия, с большим трудом он добился осуществления Пулковской астрометрической экспедиции в Чили. Вопрос был решен положительно, и в 1962 г. Митрофан Степанович вылетел в Чили заключать договор о работе. В эти нелегкие годы Зверев осуществил еще одну свою идею: создал фотографический вертикальный круг. По разработанному им чертежам конструктор — механик Д. С. Усанов в пулковских механических мастерских изготовил фотографический вертикальный круг — ФВК, который получил имя М. С. Зверева.

В 1963 г. под руководством начальника экспедиции (Митрофана Сте-

пановича) пулковские астрометристы вылетели в Чили. Туда же был отправлен и новый астрометрический инструмент ФВК, с большим успехом использованный для составления каталога слабых звезд Южного полушария.

Устроившись в обсерватории Серро-Калан, Митрофан Степанович сразу взял напрокат рояль.

То время было триумфом космической науки нашей страны. Выступления Зверева на лекциях проходили с большим успехом и вызвали неизменный интерес. На встречах Митрофан Степанович с удовольствием играл на рояле, главным образом произведения русских композиторов.

Однажды вечером в обсерваторию прибыл сенатор Сальвадор Альенде. Митрофан Степанович с большим увлечением рассказал ему о задачах и работе экспедиции, о связи чилийских и советских ученых. Альенде, посмотрев на звездное небо в телескоп, заметил: «Да... звезды не так коварны, как люди». Много лет спустя после трагедии, происшедшей в Чили, Зверев вспоминал эту фразу С. Альенде.

Побывали в обсерватории и писатели нашей страны: С. С. Смирнов, М. Алигер, поэт М. Дудин. Митрофан Степанович увлеченно рассказывал им о работе, показывал звезды в телескоп; потом пили русский чай, после чего Зверев с удовольствием играл на рояле. М. Алигер позже написала воспоминания об этой обсерватории и о Звереве, а М. Дудин посвятил Митрофану Степановичу стихотворение, которое так и назвал: «Астроном Зверев играет в обсерватории Сантьяго Скрябина»...

К столетию Московской консерватории Митрофан Степанович дал большой фортепианный концерт в национальной библиотеке Сантьяго. В газетах писали о Звереве, что он «пианист, упавший с неба», «звезда первой величины в музыке». Говорили о «вселенской игре русского астронома». Это лишний раз подтверждает безграничную, постоянную любовь и преданность ученого музыке.

1990—91 гг. для Зверева были очень тяжелыми: он перенес две операции и, кроме того, серьезно ушиб

левую руку и не мог в течение нескольких месяцев играть на рояле.

Но вот, к радости друзей, Митрофан Степанович заявил, что, наверное, в конце октября 1991 г. сможет дать дома небольшой концерт. Была составлена программа из двух прелюдий Баха, двух мазурок Шопена и двух мазурок Скрябина. Второе отделение полностью посвящалось Скрябину.

Концерт Митрофан Степанович почти полностью подготовил, но все по разным причинам откладывал. Решили, что в конце ноября обязательно концерт состоится. «Но судит Рок! Не будет кончен труд». (В. Брюсов).

Рассказом о несостоявшемся концерте я заканчиваю мои воспоминания о Митрофане Степановиче Звереве — уникальном человеке современности, замечательном ученом и музыканте-пианисте. Его имя увековечено в названии малой планеты, на обратной стороне Луны, в его научных трудах и его фотографическом вертикальном круге.

Л. А. МИТРОФАНОВА,
Пулково

Несколько слов по поводу

Это было 30 лет назад... Волею судьбы, которую в то время олицетворял президент ВАГО профессор Дмитрий Яковлевич Мартынов, меня (тогда ученого секретаря ЦС ВАГО) бросили «на прорыв». Дело в том, что «совершенно неожиданно» многолетние усилия ВАГО по созданию нового научно-популярного журнала увенчались успехом. Появилось решение об организации журнала «Земля и Вселенная», и в сентябре 1964 г. нужно было срочно сформировать редакцию и приступить к работе над первым номером. Я был в августе в отпуске, но Дмитрий Яковлевич нашел меня и вызвал для «важной беседы». Суть ее была проста: мне поручалось временно (хотя бы на 1-2 месяца) возглавить редакцию. Я пытался отказать, ссылаясь на отсутствие опыта редакционной работы и на свои собственные, совершенно другие, «твор-

ческие планы», но Д. Я. Мартынов настоял на своем, сказав, что пару месяцев поработать в редакции необходимо, чтобы наладить дело. Я согласился, нырнул в бездну редакционной работы и не заметил, что уже через месяц в ЦС ВАГО был уже другой ученый секретарь — В. А. Бронштэн... Так «кратковременная работа в редакции» чуть-чуть затянулась — на 30 лет!

Но почему я об этом вспоминаю сейчас в связи со статьей о М. С. Звереве? А потому, что именно Митрофан Степанович был первым автором нашего журнала. Я начинал в журнале с «абсолютного нуля» — не было ни сотрудников, ни статей, ни идей. Многие мечтали об открытии нового журнала, но, когда журнал был создан, никто особенно не торопился хотя бы написать для него научно-популярную статью. Никто, кроме Митрофана Степановича! Он написал статью о работе пулковских астрометров в Чили (Земля и Вселенная, 1965, № 1). Статья, конечно, оказалась хорошей, но в редакционной правке явно нуждалась. Стараясь изо всех сил, я попытался ее отредактировать и отправил в Ленинград на визу автору. Однако ответа не последовало, как, впрочем, и других статей, которые были мною заказаны уважаемым астрономам и геофизикам. Но в конце концов статьи стали появляться, и заботы, связанные с ними, уже не составляли времени для грусти о статье М. С. Зверева.

И вдруг... И вдруг в один прекрасный день распахивается дверь пер-

вой редакционной комнатки в полуподвале известного дома на Ленинском проспекте и на пороге вырастает огромная фигура члена-корреспондента АН СССР М. С. Зверева. Не переступив порог, Митрофан Степанович громко спросил: «Кто здесь Левитан?!». Он мог бы и не спрашивать, потому что, кроме меня, в комнате никого не было. И мне, разумеется, ничего не оставалось как представиться грозному автору.

Последовало многозначительное «А-а-а...». Митрофан Степанович расположился рядом со мной и, порывшись в портфеле, молча извлек рукопись статьи. Я ждал приговора и скоро его услышал: «Сначала меня буквально взбесило то, что Вы сделали с моей статьей. Я хотел тут же позвонить в Москву и наговорить Вам много неприятных слов. Но дела отвлекли меня, и я просто забыл об этой статье, которая лишь дня два назад снова попалась мне под руку. Я вновь прочитал ее и... она, знаете ли, мне очень понравилась! Спасибо, будем друзьями!»

Сказав это, Митрофан Степанович величественно удалился, а я запомнил навсегда эту встречу с первым автором журнала «Земля и Вселенная». На протяжении последующих десятилетий Митрофан Степанович проявлял неизменный интерес к журналу, стремился поддерживать его своим авторитетом большого ученого и прекрасного человека.

Е. П. ЛЕВИТАН

Телескоп им. Э. Хаббла — ремонт на орбите

ПРОГРАММА «СПЕЙС ШАТТЛ» — САМЫЙ ГЛАВНЫЙ ПОЛЕТ

Две чрезвычайно важные космические программы США, осуществляемые Национальным агентством по аэронавтике и освоению космического пространства (NASA) — проекты «Спейс Шаттл» и «Космический телескоп им. Э. Хаббла» (КТХ) — с самого начала оказались тесно взаимосвязаны. Задуманные в начале 70-х гг., они привлекали, пожалуй, наибольшее внимание средств массовой информации всего мира. Первой из них в общепознательном повествовании реализовалась более или менее успешно, хотя и с опозданием в несколько лет (если, конечно, не считать катастрофы «Челленджера» и неоправдавшиеся надежды на резкое снижение удельной стоимости транспортировки с ее помощью грузов в космос). Второй повезло меньше. Сразу после выведения в космос «Космического телескопа им. Э. Хаббла» (КТХ), этого самого дорогого в исто-

рии научного прибора, выяснилось, что при изготовлении его оптической части допустили ошибки: сферическая абберрация главного зеркала не позволяла достичь и десятой доли планировавшегося разрешения. Поэтому телескоп, который должен был открыть новую эру в астрономии, оказался не лучше любого крупного наземного инструмента (Земля и Вселенная, 1992, № 1, с. 29). Правда, оправившись от шока, вызванного этим, ученые все же смогли несколько исправить положение, разработав сложнейшие алгоритмы компьютерной обработки изображений. В результате через год после выведения телескопа в космос на Землю все же стали поступать замечательные снимки, немного реабилитировавшие NASA в глазах общественности (Земля и Вселенная, 1993, № 5, с. 96; 1994, № 2, с. 88). Но на борту спутника-обсерватории случались и другие неполадки (отказы гироскопов, нарушения в компьютерах), а кроме того, обнаружилась еще одна неприят-

ность — оказалось, что сделанные неправильно панели солнечных батарей каждый раз при пересечении им границ света и тени во время его движения вокруг Земли.

Поэтому, чтобы «сохранить лицо», NASA пришлось начать разработку внеплановой экспедиции к телескопу (следующая намечалась в 1996 г., а за время службы телескопа, рассчитанного на 15 лет, его дважды должны были посетить обслуживающие команды). За три года подготовки к ней изготовили новые приборы, в которые ввели оптические элементы для компенсации сферической абберрации, новые панели солнечных батарей, новые гироскопы, а также другие агрегаты и устройства.

Чтобы установить все это на телескопе за один недолгий космический полет, для него сформировали самый опытный в NASA экипаж. Командиром назначили Ричарда Кови — это его 4-й полет, пилотом — Кеннета Бауэрсокса (2-й полет), полетными специалистами —

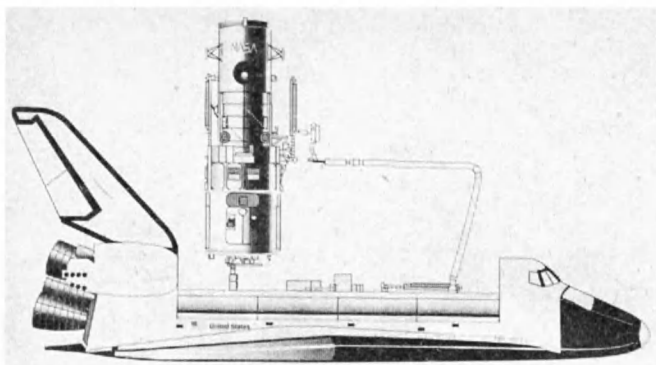


Рисунок показывает, в каком положении космический телескоп им. Э. Хаббла был закреплен для ремонта в грузовом отсеке космического корабля «Индевор». Один из астронавтов, стоя на конце стрелы дистанционного манипулятора, держит специальными захватами свернутую солнечную батарею, другой, укрепившись на корпусе телескопа, помогает ему

Стори Масгрейва (5), Клода Николье (астронавт Европейского космического агентства), Томаса Эйкерса (3), Джеффри Хоффмана (4) и Кэтрин Торнтон (3). Их подготовка началась в марте 1992 г., причем в течение 10 месяцев они работали по 70 ч в неделю.

ЗАПУСК И ВСТРЕЧА С «ХАББЛОМ»

28 октября 1993 г. космическая транспортная система, в состав которой входил корабль «Индевор» (его пятый полет), была вывезена на стартовый комплекс. В течение последующего месяца проводились многочисленные проверки и другие операции по подготовке к полету. 28 ноября начался предстартовый отсчет, а сам старт назначили на 1 декабря. Но, когда астронавты заняли свои места в корабле, полет был отложен из-за метеорологических условий.

Повторная заправка внешнего топливного бака системы началась вечером 1 декабря, и через несколько часов на старт вновь прибыли астронавты. В 9 ч 27 мин

2 декабря «Индевор» покинул стартовый стол. В начале третьей минуты полета отделились твердотопливные ускорители. Через 8,5 мин были выключены маршевые двигатели, и «Индевор» оказался на расчетной орбите с перигеем высотой 396 км, апогеем в 570 км, наклоном 28,47° и периодом обращения 94,33 мин. Орбита проходила существенно выше, чем при выведении по «стандартной» схеме (в связи с необходимостью экономить топливо для орбитальных маневров).

Осмотр грузовой кабины корабля после открытия его створок убедил астронавтов, что оборудование и приборы успешно перенесли старт. Помимо блоков, которые предстояло установить на телескопе, там располагались две широкоформатные кинокамеры (IMAX) и более 280 инструментов и приспособлений для ремонта.

На четвертом витке командир корабля, выполнив первый маневр, увеличил перигей орбиты «Индевора» до 505 км. Апогей остался на высоте 571 км, что обеспечивало скорость сближения с

«Хабблом» в 3,9° за виток. Полет (его номер STS-61) имел существенные ограничения на продолжительность сближения и количество топлива для маневров. В сущности, в распоряжении экипажа была всего одна попытка.

2—3 декабря. Второй день полета. Основная задача дня — проверка и подготовка скафандров, испытание манипулятора и оборудования для выхода в космос. В этот же день прекратилось выполнение научной программы телескопа. После очередного маневра «Шаттл» оказался на орбите высотой 561—587 км, на расстоянии 1091 км от телескопа и корабль приближался к нему со скоростью 111 км за виток. В 11 ч 00 мин астронавты «Индевора» отправились спать.

3—4 декабря. Третий день полета. Подъем состоялся в 18 ч 57 мин. В этот момент корабль и телескоп разделяло 352 км. В 21 ч 34 мин Кови и Бауэрсокс выполнили несколько маневров для уточнения высоты апогея. «Перехват» КТХ начался в 01 ч 35 мин. Приблизившись на расстояние 15 км, астронавты заметили, что одна из панелей

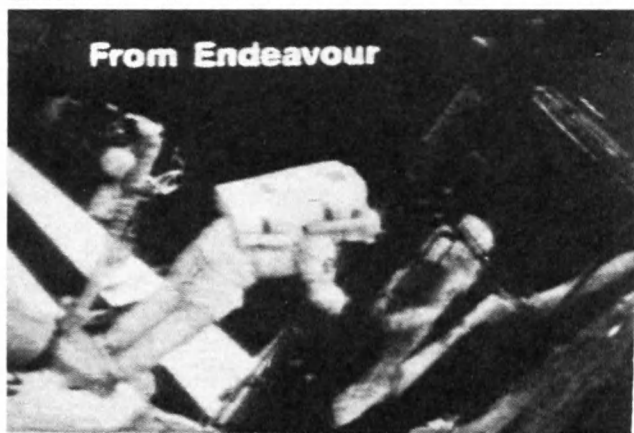
Эти снимки, сделанные с экрана телемонитора, показывают некоторые моменты работ по ремонту космического телескопа. Вверху: двое astronauts, С. Масгрейв и Д. Хоффман, готовятся к замене гироскопа. Внизу: С. Масгрейв пытается закрыть одну из дверей отсека гироскопов

солнечных батарей изогнута. Последовало еще четыре маневра, и спустя 45 мин Кови подвел «Индевор» к «Хаббл» на расстояние 9 м. Затем Клод Николье выполнил захват телескопа манипулятором корабля.

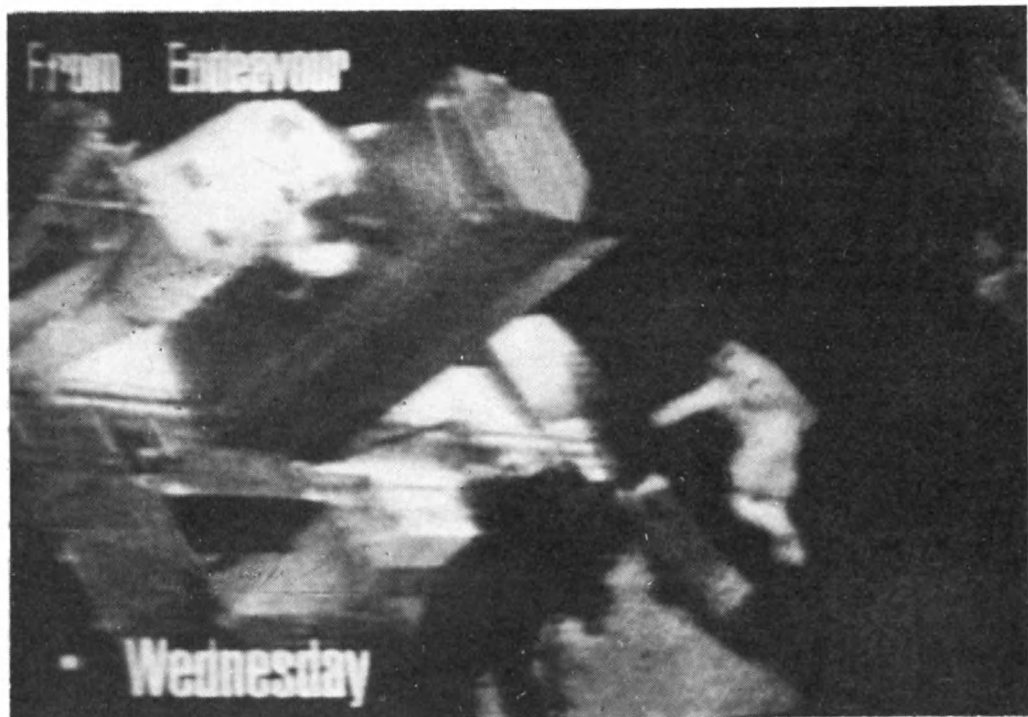
Телескоп оставался на вытянутой «руке» корабля около часа, затем Николье осторожно опустил его на рабочий стол в грузовом отсеке и зафиксировал. Астронавты осмотрели поверхность телескопа в бинокли, отметив двойной изгиб несущей опоры одной из панелей.

ПЕРВЫЕ ВЫХОДЫ В КОСМОС

4—5 декабря. Четвертый день полета. Первый этап работы с КТХ должны были выполнять С. Масгрейв и Д. Хоффман. Выйдя через шлюзовую камеру в грузовой отсек корабля, Хоффман закрепился на конце дистанционного манипулятора, и Николье перевез его в дальний конец грузового отсека к телескопу. Масгрейв добирался туда «своим ходом». Приблизившись к возвышающемуся над ними на высоту четырехэтажного дома телескопу, астронавты, после подготовительных операций, начали снимать дефектные блоки, содер-



жащие по два гироскопа деформациями каждый, и заменять их новыми. Вслед за этим необходимо для того, заменили два блока электроники гироскопов, а затем — восемь предохранительные звездные датчики). Пока на Земле решали что делать, астронавты занялись подготовкой первой неприятность. В какой конструкции для временного закрепления солнечных батарей. Еще два часа попыток закрыть дверцу не принесли успеха, и астронавтам пришлось заняться этим вдвоем. Масгрейв сумел надавить на ее нижнюю часть, и замки сверху и снизу закрылись



Один из самых ответственных моментов экспедиции: замена высокоскоростного фотометра на блок корректирующей оптики «COSTAR». К. Торнтон, закрепившаяся на манипуляторе (слева), держит в руках прибор, Т. Эйкерс готовится руководить операцией

одновременно. В 06 ч 27 мин астронавты уже были в шлюзовой камере, и общая продолжительность выхода составила 7 ч 54 мин (это второй по длительности в истории космических полетов. Самый длительный — 8 ч 29 мин — выполнили Т. Эйкерс, Р. Хиб и П. Тютт 13—14 мая 1992 г.).

В 7 ч 10 мин на борт поступила команда убрать солнечные батареи КТХ. Левая батарея свернулась полностью, а правая же (изогнутая) — лишь на

30%. Пришлось прекратить попытки свернуть ее.

5—6 декабря. Пятый день полета. Задачей дня была замена солнечных батарей. В 22 ч 25 мин Т. Эйкерс и К. Торнтон разгерметизировали шлюзовую камеру и вышли в грузовой отсек. Торнтон стала первой женщиной, выходящей в открытый космос во второй раз. Кэтрин зафиксировалась на конце манипулятора, и Николье подвез ее к телескопу. Эйкерс отсоединил батарею от корпуса телескопа, разорвав электрические соединения. Эта операция проводилась на теневой стороне 58-го витка, чтобы батарея не вырабатывала ток. В 23 ч 43 мин К. Николье отвел манипулятор с Торнтон на 7,5 м от корабля. Кэтрин «подняла» 160-килограммовую панель над головой и разжала руки.

Было решено просто «выбросить за борт» неисправную панель, не пытаясь вернуть ее на Землю. Она должна сгореть в атмосфере примерно через год. В 00 ч 17 мин Торнтон извлекла из контейнера новую панель и примерно через час установила на место старой. Была заменена и левая батарея. Выход продолжался 6 ч 36 мин.

ЗАМЕНА НАУЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

6—7 декабря. Шестой день полета. Экипаж был разбужен в 19 ч 02 мин, а в 22 ч 47 мин Масгрейв и Хоффман вышли в открытый космос. Масгрейв закрепился в нижней части телескопа, а Хоффман «подъехал» на манипуляторе к люку широкоугольной и планетной камеры (WF/PC). Хоффман

Расположение апертур научных приборов «Хаббла» после ремонта (сравните с прежним — Земля и Вселенная, 1992, № 1, с. 30). Обратите внимание, что поле зрения ШУПК-2 теперь состоит из трех крупных (для съемки в эквивалентном фокусе 1:48) матриц и одной маленькой (для съемки с фокусом 1:96). В отличие от предыдущей конструкции, блок зеркал не поворачивается для смены этих режимов, а работа в них ведется одновременно



взялся за ручки камеры, и Николье начал медленно отводить манипулятор назад. Извлечение прибора прошло безукоризненно: двухметровая камера вышла, как ящик из стола. Хоффман закрепил ее, а затем извлек из контейнера новую. Установка на место — самый опасный момент операции, ведь на конце камеры находится зеркало, которое легко может быть повреждено при любом толчке. Хоффман с большими предосторожностями задвинул камеру на место. Через 35 мин с Земли сообщили, что первый тест камеры прошел успешно.

Теперь астронавтам предстояла замена магнитометров, расположенных вблизи входного отверстия телескопа. Во время этой операции не обошлось без неожиданностей: две внешние панели корпуса одного из старых датчиков магнитометров отвалились в руках у Хоффмана. При потере изолирующего покрытия магнитометр мог начать выделение газов, опасных для оптики телескопа. Обсудив поло-

жение, руководители полета приняли решение изготовить крышки из подручного материала (экранно-вакуумной изоляции) и установить их во время одного из последующих выходов. Масгрейв и Хоффман возвратились в шлюзовую камеру, пробыв в открытом космосе 6 ч 47 мин.

7—8 декабря. Седьмой день. Задача четвертого выхода оказалась очень серьезной. К. Торнтон и Т. Эйкерс должны были извлечь из телескопа один из четырех основных его приборов (высокоскоростной фотометр) и заменить его блоком корректирующей оптики «COSTAR». Выполнение этого задания позволило бы полностью восстановить оптические характеристики трех остальных инструментов.

Как и в предыдущие выходы, астронавты покинули корабль раньше графика. Торнтон, как обычно, «приехала» к те-

лескопу на стреле манипулятора, а Эйкерс добрался «пешком». Когда Кэтрин вручную открыла замки отсека научных приборов, Эйкерс пролез внутрь и отсоединил необходимые электрические разъемы. Торнтон ухватилась за рукоятки прибора, и Николье отвел манипулятор с нею от телескопа. Достав из контейнера «COSTAR» двухметровый «ящик» массой 290 кг, Торнтон по командам своего напарника постепенно поставила его на место. Закрепив вынутый фотометр в контейнере из-под «COSTAR», астронавты приступили к выполнению второй задачи выхода: установке сопроцессора для бортового компьютера «Хаббла», для чего Эйкерс и Торнтон поменялись местами работы.

Бортовой компьютер телескопа, DF-224 — это цифровая ЭВМ общего назначения. Он работает с 24-битовыми словами,

Эта схема поясняет действие блока корректирующей оптики «COSTAR»

имеет один основной и два запасных сопроцессора, три блока памяти по 48 Кб, отвечает за выполнение команд, форматирование данных для передачи на Землю и за ориентацию солнечных батарей на Солнце, а остронаправленных антенн — на ретрансляционные спутники TDRS. За время полета «Хаббла» отказали два из шести блоков памяти (при работе необ-

Один из первых результатов испытания новой, скорректированной оптики «Хаббла». Слева: наземное изображение очень яркой звезды Вольфа—Райе, обозначаемой обычно Мельник—34 или 30 Золотой Рыбы—гигантской области звездобразования в Большом Магеллановом Облаке. В центре: снимок, сделанный прежней широкоугольной и планетной камерой КТХ. Хотя деталей здесь видно гораздо больше, чем на наземном изображении, влияние сферической аберрации, все же слишком сильно. Справа: изображение, переданное с борта «Хаббла» после ремонта, в январе 1994 г. Как видно новая ШУПК-2 дает превосходное изображение, аберрация отсутствует, стали видны многочисленные слабые звезды



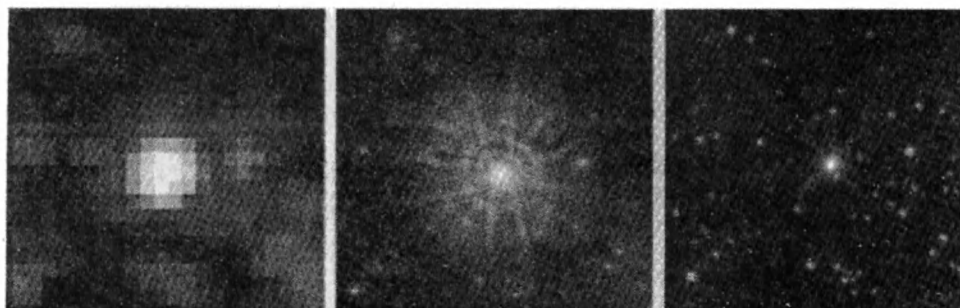
ходимы три). Поэтому для надежности пришлось установить сопроцессор, оснащенный дополнительным блоком памяти. В 04 ч 41 мин центр управления сообщил, что на новый процессор подано питание и что его установка прошла успешно. После этого астронавты вернулись в корабль. Продолжительность составила 6 ч 50 мин.

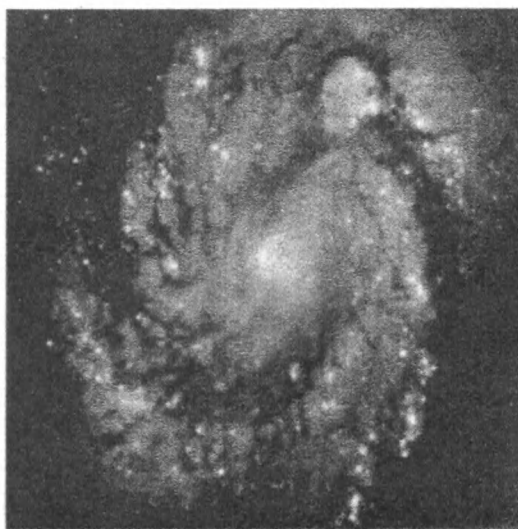
ПОСЛЕДНИЙ ВЫХОД

8—9 декабря. Восьмой день. В 21 ч 27 мин Кови и Бауэрсокс выполнили коррекцию орбиты «Индевора», чтобы подготовиться к выведению

«Хаббла» на более высокую орбиту. При одном включении началась вибрация телескопа в грузовом отсеке, поэтому двигателям пришлось срочно выключать, но орбита поднята до 595 км.

Пятый выход начался в 22 ч 30 мин. Работа по замене блока электроники привода солнечной батареи, управляющего ее ориентацией, включала многочисленные электрические соединения и была закончена к двум часам ночи. За это время от астронавтов пытались «улететь» три винта. Два из них просто поймал Масгрейв, а один удалось схватить Николье с по-





Сравнение изображений центральной части ядра галактики M100, сделанных до (слева) и после ремонта, позволяет оценить замечательные возможности новой ШУПК-2. Новый прибор делает заметными многочисленные мелкие детали строения галактики, недоступные ранее

мощью манипулятора. Пока астронавты возились с «чертовыми винтиками», наземные специалисты выяснили, что выполнить подготовительную операцию по развертыванию новых солнечных батарей невозможно. Механизм развертывания не перевел штанги крепления из вертикального положения в горизонтальное, после чего можно было бы начать разматывание «свернутых в трубочку» панелей. После двух часов безуспешных попыток, разобравшись в ситуации поручили Масгрейву и Хоффману. Клод Николье поднял их на манипуляторе к месту крепления штанг, и Масгрейв слегка

потянул каждую из них вниз. Заклинивание прекратилось, и штанги медленно опустились в заданное положение.

К 03 ч 30 мин астронавты выполнили еще одну задачу — установили дополнительный блок переключателей и кабель для Годдардовского спектрографа высокого разрешения. Это позволяет избежать периодических сбоев в системе питания инструмента.

Затем астронавты переместились к верхней части телескопа и установили самодельные крышки на магнитометры «Хаббла». В оставшееся до развертывания солнечных батарей время они укладывали оборудование и инструменты. Из грузового отсека они наблюдали за развертыванием солнечных батарей. После этой операции астронавты упаковали инструменты и в 05 ч 51 мин вернулись в корабль. Продолжительность выхода составила 7 ч 21 мин, а всего же за пять вы-

ходов они проработали в космосе 35 ч 28 мин. В 6 ч 55 мин успешно развернулись остронаправленные антенны телескопа, и руководители полета сообщили, что преодолены появившиеся трудности с компьютером телескопа, на который был ранее установлен сопроцессор, и шестого выхода не потребуется.

ВЫВЕДЕНИЕ «ХАББЛА» И ОКОНЧАНИЕ ЭКСПЕДИЦИИ

9—10 декабря. Девятый день полета. Предстояло подготовиться к завершающему этапу — отделению «Хаббла» от корабля. Однако вскоре выяснилось, что есть нарушения в передаче телеметрических данных. Для уточнения причин неисправности NASA решило отложить операции как минимум на два витка. В 00 ч 30 мин центр управления сообщил, что отделение назначено на 5 ч 26 мин.

Клод Николье захватил

телескоп при помощи манипулятора и через 40 мин экипаж дал команды на отключение от системы электропитания корабля. Раскрылись захваты, и Николье привел телескоп в положение для выведения. Потом он, «разжав» захваты манипулятора, освободил КТХ. Почти немедленно солнечные батареи телескопа были сориентированы на Солнце, и телескоп связался со своим центром управления через спутник TDRS. В 8 ч 35 мин начался телефонный разговор экипажа с президентом США Б. Клинтонем и вице-президентом А. Гором, поздравившими астронавтов с успешным завершением задания.

10—11 декабря. Десятый день полета был выходным. Астронавты отдыхали, наблюдали за «Хабблом», который был виден как самая яркая из звезд. Кроме необходимых предпосадочных операций, выполнили съемки Земли камерой IMAX.

11—12 декабря. Одиннадцатый день полета. Экипаж начал готовиться к посадке. Астронавты провели несколько пресс-конференций.

12—13 декабря. Двенадцатый день полета. Экипаж был разбужен около 17 ч 00 мин, готовясь к сходу с орбиты, астронавты закрыли створки грузового отсека, надели скафандры и закрепились в креслах. В 23 ч 14 мин Кови и Баузрсокс включили на торможение двигателя системы орбитального маневрирования, и в 05 ч 25 мин «Индевор» коснулся колесами посадочной полосы космического центра им. Дж. Кеннеди во Флориде.

Семеро астронавтов сделали то, о чем специалисты NASA даже боялись говорить вслух — полностью выполнили программу первого ремонта космического телескопа. К «Хабблу» запланированы еще три полета — в 1997, 1999 и в 2002 г.

СТОИМОСТЬ РЕМОНТА

NASA оценивает свои затраты на ремонт космического телескопа в 692 млн долл. Полет космического корабля «Индевор» и ремонтные работы составляют основную часть этой суммы —

429 млн долл. ESA истратило на новые панели солнечных батарей 12 млн долл. 86,3 млн долл. ушло на разработку и постройку новых приборов, из них на ШУПК-2 — 23,8 млн, а на «COSTAR» — 49,9 млн.

Эти огромные средства NASA пришлось изыскивать, отрывая их от других программ, поскольку ни Конгресс, ни налогоплательщики не согласились бы платить такие средства после конфуза с оптикой «Хаббла», тем более, что NASA порядком поиздержалась, когда строила новый космический корабль «Индевор» вместо погибшего «Челленджера». Все эти обстоятельства заставляют сейчас специалистов агентства пересматривать первоначальные смелые планы по замене в ближайших полетах к «Хабблу» его научных приборов на инструменты нового поколения.

*По материалам
бюллетеня «Новости
космонавтики»,
Информационным ма-
териалам NASA и
STScI*

«Луноход»: рождение проекта

А. С. БОРИСОВ, О. С. ДЕРЕВЯНКО, В. Н. ЗАЙЦЕВ,
В. С. САЛОМАТИН
НПО «Энергия»

Прошло более двадцати лет с того дня (17 ноября 1970 г.), когда «Луноход-1» — первый советский лунный самоходный аппарат — «ступил» на поверхность Луны. Его работа оказалась чрезвычайно плодотворной — он прошел по Луне путь в 10,5 км (время работы 301 сут), передав на Землю более 200 панорам и 20 тыс. снимков поверхности, а также собрав огромный научный материал. Через два года (16 января 1973 г.) «Луна-21» доставила второй автоматический аппарат — «Луноход-2». Как возникла идея посылать автоматы на Луну, как оттачивалась их конструкция и проходили испытания?

В июне 1960 г. Постановление ЦК КПСС придает лунной тематике, до этого разрабатывавшейся в нашей стране в инициативном порядке, директивный характер. Тогда было принято решение о посылке на Луну, помимо пилотируемых кораблей с экипажами, автоматического самоходного.

В начале 60-х гг. Опытное конструкторское бюро (ОКБ-1) возглавлял академик С. П. Королев. Проектным отделом, где разрабатывалась лунная тематика, руководил доктор технических наук, профессор М. К. Тихонравов (Земля и Вселенная, 1991, № 6, с. 54), работавший еще в 30-е годы вместе с С. П. Королевым в ГИРДе. Этот отдел и начал разработку вопросов, связанных с доставкой малогабаритного аппарата, или «Лунохода» (как был сразу же окрещен новый аппарат) на поверхность Луны, и попытался определить возможность его «мягкой» посадки. Первые расчеты показали, что при использовании имев-

шихся ракетных средств для этого потребуется создать дополнительную тормозную ракетную ступень, которая затормозит посадочную платформу с аппаратом и обеспечит «мягкое» соприкосновение ее с лунной поверхностью. В этом случае масса самоходного аппарата может быть примерно 600 кг.

Накопленный к тому времени в ОКБ, руководимом С. П. Королевым, научный и практический опыт позволял определить состав аппаратуры на борту «Лунохода» и сформулировать предварительные требования к его системам.

В 1961—62 гг. к работам по «Луноходу» С. П. Королев привлек ученых, занимавшихся ранее лунной проблематикой, а также некоторые учреждения, накопившие знания о Луне. Среди них — Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ, Горький), где под руководством профессора В. С. Троицкого про-

изводились радиолокационные измерения характеристик лунной поверхности, Астросовет АН (при непосредственном участии доктора физико-математических наук А. Г. Масевич), Пулковскую Главную и Крымскую астрофизические обсерватории, собравшие бесценные сведения о природе Луны (профессор В. А. Крат, академик А. А. Михайлов, академик А. Б. Северный).

В своем конструкторском бюро Сергей Павлович продолжал наращивать интенсивность работ по созданию «Лунохода». В 1963 г. специалисты, занимавшиеся проектированием, были оформлены в отдельную группу, научным руководителем которой стал М. К. Тихонравов. В обязанности сотрудников вошли определение общего облика аппарата и его компоновка, постоянный учет массы и «привязка» последней к средствам доставки на Луну, предварительные расчеты схемы полета. В условиях жесточайших ограничений массы всех узлов предстояло определить оптимальный состав бортовых технических систем и средств, их номинальные и предельно допустимые параметры.

К этому времени исследования в Научно-исследовательском институте Госкомитета автотракторного и сельскохозяйственного машиностроения (НАТИ), которому первоначально было поручено изготовление шасси «Лунохода», показали, что эта область промышленности не сможет обеспечить соблюдение заданных технических параметров.

КОНЦЕПЦИЯ «ЛУНОХОДА»

Проведенные в отделе М. К. Тихонравова инженерные расчеты и проектные проработки показали, что существовавшие к тому времени в отечественной космонавтике аппаратура и технологии позволяли создать принципиально новый аппарат. После же отказа НАТИ (в мае 1963 г.) пришлось перерабатывать проект «Лунохода». Были скорректированы некоторые технические параметры. Например, ужесточались требования к массовым характеристикам шасси:

эта величина уменьшилась со 120 до 85—100 кг.

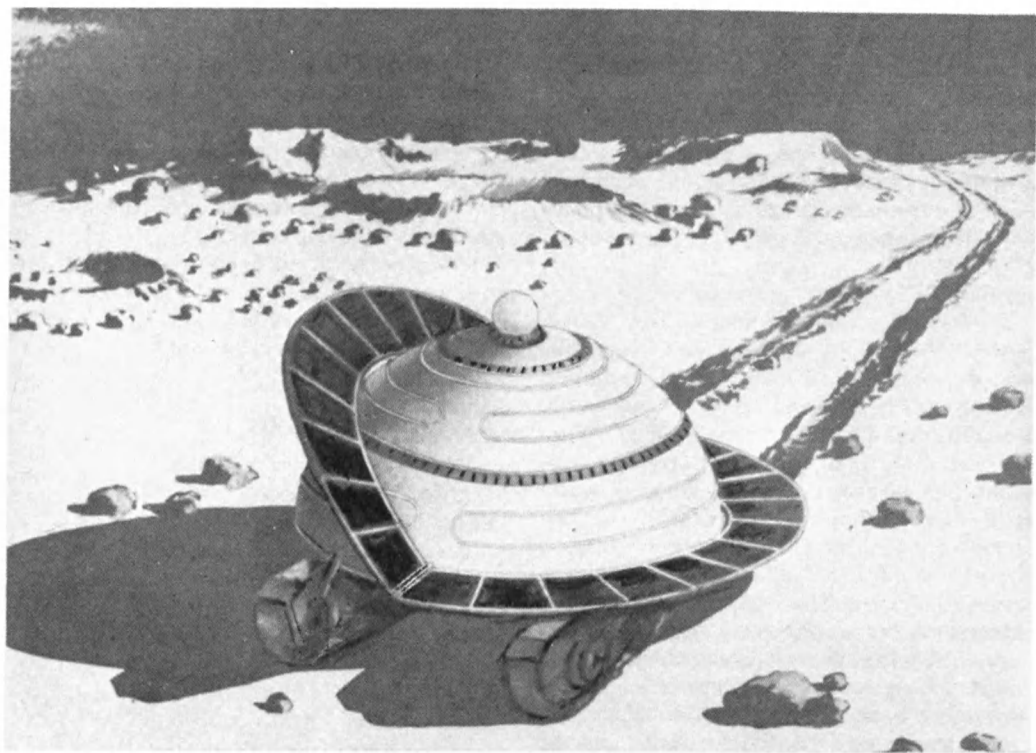
В целом же требования к «Луноходу», как к космическому объекту, оставались прежними:

- продолжительная работоспособность в жестких условиях Луны,
- минимальная масса при максимальной проходимости,
- дистанционная радиотелевизионная или автономная программная управляемость движением «Лунохода»,
- высокая надежность.

ВСЕ НАЧИНАЕТСЯ С АНАЛИЗА

Следует отметить, что хотя в изучении поверхности Луны и традиционными методами и новыми (радиолокация, фотографирование комическими аппаратами) к тому времени советская и мировая наука достигла значительных успехов, все же знаний для принятия инженерных решений по вопросам, возникавшим при создании «Лунохода», пока еще недоставало. Проблемы удивительным образом смыкались одна с другой и, не разрешив одну, невозможно было приступить к следующей; расчет и проектирование тормозной ракетной ступени связаны со знанием траектории полета; траектория полета, в свою очередь, зависит от выбора района посадки, последний определяется как выбранной схемой полета, так и свойствами лунной поверхности.

Но начинать надо было с прогноза механических свойств лунного грунта. Были установлены рабочие контакты с ГАИШ МГУ, Пулковской и Бюранской обсерваториями, со специалистами по радиолокации Луны и специалистами Геологического института АН СССР. М. К. Тихонравов внимательно следил за ходом работ, отклоняя поспешные и легковесные выводы. Так, например, при подготовке технического задания (ТЗ) на шасси «Лунохода», желая сделать его максимально проходимым, мы, молодые инженеры, выставили требование преодолевать уклон величиной 45°. Когда пришли согласовать это задание к Михаилу Клавдиевичу, он прочел ТЗ и пояснил, что эта цифра очень за-



Один из вариантов «Лунохода»

вышена и что при таком угле наклона начинается естественное осыпание сухого грунта. Чтобы убедить составителей документа в нереальности выдвинутых требований, он тут же спросил: «Какой самый значительный уклон на улицах Москвы?». Москвичи, разумеется, знают, что наибольший уклон на московских улицах — в районе Трубной площади, но никто из присутствующих не знал его величину. «Вот поезжайте туда и померьте», — посоветовал Михаил Клавдиевич Тихонравов. Поехали, измерили. Оказалось, уклон всего лишь 12° . Этот случай доказал, что максимализм — не лучшее решение в труде проектировщика новой техники и в последующих ре-

дакциях ТЗ величина преодолеваемого уклона была уменьшена.

Обработка большого количества снимков различных участков лунной поверхности, анализ естественных геометрических характеристик лунных кратеров и их распределения позволили подтвердить правильность выбора габаритных и компоновочных параметров аппарата. Однако имевшаяся информация не позволяла ответить на вопрос о прочностных свойствах и несущей способности грунта, особенно на наклонных поверхностях лунных кратеров. М. К. Тихонравов поддержал идею об изучении механических свойств возможных аналогов лунного грунта. Организовали поездку на древние вулканы Армении, где для изучения были отобраны образцы вулканических шлаков и различных фракций туфов, возможно наиболее близких «родственников» лунных грунтов, что позволило незамедлительно приступить к отработке характеристик движителя, зависящих от их свойств (абразивный износ и др.). Однако это оставалось лишь предположениями, часто мнения

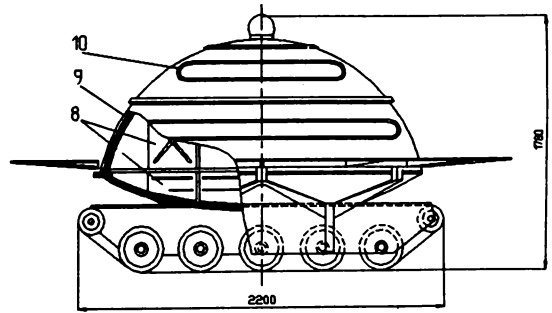
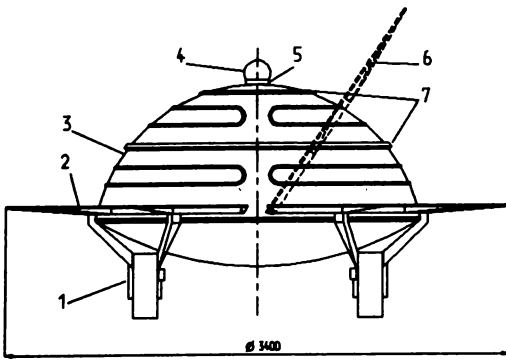


Схема устройства одного из вариантов «Лунохода»: 1 — шасси; 2 — панель солнечной батареи; 3 — приборный контейнер; 4 — астропол; 5 — датчик положения Земли; 6 — положение панели СБ при низком Солнце; 7 — целевая антенна; 8 — приборы бортовой автоматики; 9 — тепловой экран; 10 — радиационная поверхность СТР

эксплуатационных температур в герметичном приборном объеме) система энергопитания, состоящая из солнечной батареи и буферного электронаккумулятора. Запасенной в накопителе энергией предполагалось обогревать отсек электронаккумулятора в течение продолжительной морозной лунной ночи. Днем этот же электронаккумулятор позволил бы интенсифицировать движение «Лунохода» на труднопроходимых участках маршрута.

специалистов расходились, и это вынуждало проектировать «Луноход» с различными вариантами компоновок движителя. Поскольку «Луноход» должен был вести активную жизнь в жестких условиях перепада температур, проектировщиков особенно беспокоили ночные морозные условия. Прорабатывались различные варианты проектов, но прежде всего решили выявить реальное влияние лунных температур на жизненно важные системы аппарата. Стандартные блоки серебряно-цинковых батарей зарядили и поместили в термокамеру, где поддерживалась температура жидкого азота. Через двое суток часть батарей вышла из строя. Пришлось начать специальные исследования... Так постепенно формировался предварительный облик «Лунохода».

Специалисты ОКБ просчитывали и оценивали различные варианты терморегулирования Лунохода (в том числе и с использованием радиоизотопного источника энергии), но наиболее приемлемым оказался традиционный — термостатирующая замкнутого типа (обеспечивающая заданный интервал

ПРОБЛЕМА УПРАВЛЯЕМОСТИ

Новой для всех стала задача выбора характеристик телевизионной системы управления «Луноходом» с Земли. Из-за ограниченных электроэнергетических возможностей аппарата некоторые специалисты предлагали использовать на нем так называемое «медленное телевидение», т. е. уйти от общепринятого телевизионного стандарта и, за счет сокращения количества передаваемых кадров, снизить бортовое энергопотребление. Однако при этом управлять «Луноходом» пришлось бы, глядя на медленно (или скачкообразно) меняющуюся картину лунного пейзажа. По остальным требованиям к телевизионной системе, таким, как обзорность, разрешающая способность получаемого изображения и целесообразность для наземного оператора, управляющего движением лунохода, иметь перед собой изображение лунного ландшафта, готовых ответов также не было. Поэтому при содействии М. К. Тихонравова, пока к работам по «Луноходу» не подключились спе-

циалисты по системам управления, мы приступили к экспериментальному поиску, создали платформу, установили на нее комплект телевизионных средств от корабля «Восток» и затем смонтировали ее на автомобиле ГАЗ-69. Затем поочередно садясь за «баранку», пытались двигаться на автомобиле по приборам, глядя на ландшафт только на экранах мониторов. Испытания убедили в необходимости максимального обзора в горизонтальной плоскости (вплоть до круговой панорамы) и помогли определить и другие требования к телевизионной системе «Лунохода».

ОБЛИК АППАРАТА

Компоновка аппарата определялась также не без проблем. Например, исследования показали, что при движении «Лунохода» солнечная батарея, которая для получения максимального энергопритока должна отслеживать положение Солнца над горизонтом, и параболическая радиоданная антенна, обеспечивающая двухстороннюю связь «Лунохода» с наземным пунктом управления, будут часто затенять друг друга. После трудного поиска было решено использовать на «Луноходе» антенну с так называемой «ножевой» диаграммой направленности (в виде лепестка, сжатого в горизонтальной плоскости и растянутого в вертикальной). Направленность такой антенны на Землю должна была поддерживаться (с использованием специального датчика Земли) электронной коммутацией ее элементов, разворачивающих излучающий «лепесток» в направлении Земли (по сигналам датчика). Солнечная батарея в этом случае компоновалась из двух подвижных полукольцевых секций и возможность «радиозатмений» была исключена.

Поскольку минимальная масса герметичной конструкции обеспечивается при сферической форме ее корпуса, «Луноход» приобретал следующий компоновочный облик: на силовую основу (кольцевой шпангоут) устанавливалась приборная рама с радиоэлектронной аппаратурой и электроавтомата-

тикой, на него же подвешивались блоки буферной батареи (электронакопителя). Нижняя часть герметичного корпуса имела форму шарового сегмента, верхняя — форму полусферы, опирающейся «экватором» на силовую шпангоут. На внешней поверхности полусферы размещались два кольцевых пояса щелевых излучателей радиотелевизионной антенны. Полюсную зону приборного контейнера «Лунохода» занимал «астрокупол» с системой астроориентации аппарата и телекамерой, позволяющей вести панорамный обзор лунного ландшафта.

Но самым сложным при проектировании оставался вопрос о характеристиках движителя. Слишком много было неопределенностей! Поэтому приняли решение вести разработку двух вариантов шасси: колесного, для случая, если лунный грунт окажется плотным, и гусеничного, если лунный грунт окажется сыпучим, пылеобразным. Учитывая, что на Луне вес «Лунохода» станет вшестеро меньше, чем на Земле, расчетная ширина гусеничной ленты оказалась небольшой и компоновка «Лунохода» приобрела завершенный вид, напоминая одновременно и грозный боевой танк и экзотическую «масленку с шишечкой», как образно выразился один наш знакомый.

ЗАВЕРШЕНИЕ ПРОЕКТА

Во исполнение указания Д. Ф. Устинова (в то время министра оборонной промышленности), в мае 1963 г. работы по созданию шасси «Лунохода» были переданы в Ленинградский всесоюзный институт ВНИИ-100. Туда же в октябре 1963 г. направили переработанное техническое задание, где уже указывались и некоторые новые характеристики аппарата: масса «Лунохода» — до 900 кг, диаметр приборного контейнера — 1800 мм, максимальная скорость передвижения по Луне — до 4 км/ч, предельное энергопотребление в течение 10 мин — до 1000 Вт, при номинальном энергопотреблении — до 250 Вт.

Определение основных параметров аппарата позволило, наконец, завер-

шить компоновку посадочной лунной платформы, которая должна была принять на себя основные ударные нагрузки при осуществлении «мягкой» посадки «Лунохода» на Луну. Для различных вариантов была проработана общая компоновочная схема, связывающая воедино тормозной ракетный блок, «Луноход» и посадочную платформу со средствами, обеспечивающими выезд его на поверхность.

Подключение к проектным работам специалистов ВНИИ-100 придало работам динамичность. Начался медико-психологический отбор операторов для управления «Луноходом», а также исследования по подбору смазочных материалов. К концу 1964 г. информация от головных разработчиков была обнадеживающая, смежники подтверждали возможность выполнения заданий, заложенных в проект. Теперь требовалось подключение к работам по «Луноходу» не только новых трудовых коллективов, но и значительных средств. С. П. Королеву предстояло в очередной раз преодолеть межведомственный барьер.

Несмотря на свою огромную занятость текущими делами, Главный конструктор находил время заниматься финансовыми и организационными вопросами проекта. 29.04.65 г. один из заместителей направил С. П. Королеву служебную записку, содержание которой можно трактовать, как попытку сдержать темп работ по созданию «Лунохода». Сергей Павлович реагирует молниеносно и жестко. На записке размашисто пишет: «Считаю, что договор надо подписать немедленно! Эскизный проект смотреть надо! Помогать ВНИИ-100 тоже надо. 30/IV. С. Королев».

«ЛУНОХОД» ПЕРЕЕЗЖАЕТ В ХИМКИ

В те годы Сергей Павлович начал освобождать свое КБ от работ по автوماتическим аппаратам для венерианской, марсианской и лунной тематики. Таким образом он старался сосредоточить основные творческие силы коллектива на создании новой мощной ракеты-носителя. Новый носитель позволил бы резко расширить

возможности исследования планет Солнечной системы. Настал черед и «Лунохода». Королев предложил передать проект «Лунохода» в КБ, руководимое Георгием Николаевичем Бабакиным (в г. Химки). Как быть? Не очень-то хотелось отдавать в чужие руки выстраданный в творческом поиске проект. Но день настал. Собрав чертежи, мы поехали в Химки. Г. Н. принял нас в своем кабинете, пригласил своих специалистов, и начался процесс «вживления» новых людей в нашу работу.

Мы понимали: нам предстоит расставаться либо с тематикой «Лунохода», либо с предприятием в Подлипках (ОКБ-1 — Ред.). Наступил день, когда Г. Н. пригласил к себе и предложил перейти работать к нему, в химкинское КБ. Мы все были патриотами «фирмы» и очень верили в талант Королева, в его целеустремленность, волю, энергию, беспредельную преданность идее. В сравнении с ним, в нашем представлении, Г. Н. был всего лишь последователем, воспринявшим одно из научно-технических направлений, предложенных С. П. Королевым, и поэтому при очередной встрече с Г. Н. Бабакиным мы сообщили ему о своем решении вернуться на работу в Подлипки.

Лунная тематика в Химках прижилась. Созданные под руководством Г. Н. Бабакина «Луноходы» были доставлены на Луну, исследовали ее поверхность. Советский Союз продемонстрировал свои интеллектуальные и технические возможности. Вскоре были реализованы и другие проекты (собственные разработки химкинских специалистов), в том числе и проект по доставке образцов лунного грунта.

Что же касается «луноходной» программы, то сегодня очевидно, что потенциальные возможности, заложенные в эту программу, оказались значительными и далеко еще не исчерпаны. Вот лишь два примера того, как можно использовать их. После того, как были созданы и отработаны в реальных условиях средства телевизионного управления автоматами на космических расстояниях, напрашивал-

ся следующий шаг — создание телевизионно-управляемых средств для использования на Земле, в тех экстраординарных условиях, где использовать человека бесполезно или опасно. После того, как было создано и отработано в реальных условиях малогабаритное транспортное средство, способное двигаться по бездорожью в экстремальных условиях, следовало создать малогабаритное транспортное средство (минитрактор) для использования на Земле, например, в полярных областях (в Арктике, Антарктиде), в зонах радиационного заражения (что

и было сделано: мы все помним робота, расчищавшего крыши энергоблоков Чернобыльской АЭС. — Прим. ред.).

Общество, создавшее совершенно новые технические средства, получившее огромный интеллектуальный потенциал, пока еще не востребовало в полном объеме знания, навыки и многолетний опыт создателей космической техники. Хочется верить, что знания и опыт, которые получены при создании и эксплуатации «Луноходов», не раз еще найдут свое применение.

НОВЫЕ КНИГИ

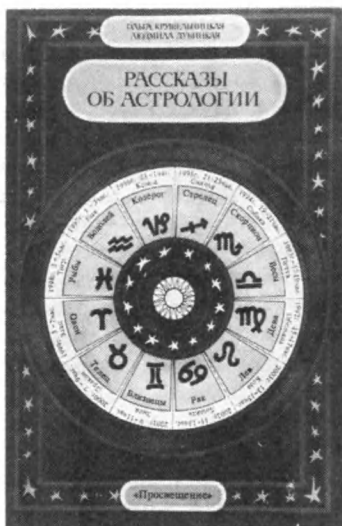
Астрологическая азбука

Издательство «Просвещение» в 1993 г. выпустило книгу О. Б. Крушельницкой и Л. Ф. Дубицкой «Рассказы об астрологии». Авторам хотелось, «чтобы читатели могли сами составить некоторое представление об астрологии, полагаясь не на чужие оценки, а на собственное знакомство с фактами».

В книге три главы.

Первая из них — «Наука или суеверие?» — содержит ряд занимательно написанных очерков об ироничном отношении к прогнозам, Нострадамусе, жизнях до «просветления» и т. д.

«Школа домашнего астролога» — название второй главы. Из нее школьники узнают о мужском и женском «характере планет», об астрологических представлениях о Солнце, Луне, Меркурии, Венере, Марсе, Юпитере, Сатурне, Уране, Нептуне, Плутоне, Хироне, а также — о Фазтоне, Прозерпине (?), Черной Луне (?) и т. д. Сообщается, конечно, и о том, как «планеты» управляют определенными знаками Зодиака. Стихии Огонь, Земля, Воздух и Вода «составляют очень мощное целое — фактиче-



ски весь круг Зодиака», поэтому ряд очерков посвящен им и проблеме их гармонии. Подробно характеризуется (с точки зрения астрологической традиции) каждый знак Зодиака, восточный «кругзверей» (Крыса, Бык, Тигр и т. д.), «камни-талисманы», соответствующие знакам Зодиака (бриллиант, сапфир и т. д.), а затем и с основными «аспектами планет» (трин и др.).

Третья глава — «Что может звездочет» — напоминает о существовании множества родственных астрологии «проблем», относящихся к области хирологии (форма кисти рук), физиогномики, иридологии, морфоскопии (знания о

родинках, веснушках и т. п.), графологии и т. д. Ведь астрологи видят в руке отражение планет, поэтому большой палец для них Венера, указательный — Юпитер и т. д. ... Разумеется, не забыта и хиромантия — гадание по линиям руки, ибо на ладони есть не только линии жизни, сердца, судьбы, здоровья и др., но и горы Юпитера, Сатурна, Солнца и Меркурия, Венеры, Марса, Луны... А далее следует рассказ о магии чисел, дается представление о нумерологии, которая «устанавливает соответствие между цифрами и планетами, а также внутренними качествами человека, его жизненными задачами». Заключительные параграфы третьей главы посвящены медицинской астрологии и, наконец, элементарному рассмотрению некоторых гороскопов. Авторы отмечают, что гороскоп — «не лотерейный барабан», в нем нет «формулы счастья», «но если вы готовы ради нее потрудиться, то звезды отнесутся к этому благосклонно».

Страницы «Вместо послесловия» авторы назвали «Мы ждем перемен». Читателю напоминают, что грядет «Эра Водолея» (с 2003 г. до 2160 г.). А ведь Нептун в Воле долее «экзальтирует, поэтому с ним настанет духовное возрождение и в странах Водолея, например, в России»...

Авторам трудно отказать в юморе, с которым написана их книга. Но что останется в голове школьников, прочитавших книгу, это уже вопрос не очень смешной, а весьма серьезный!

XXI век — век Ауровилей

Е. П. ЛЕВИТАН,
доктор педагогических наук
Международная академия информатизации

А где же оно, завтра, это светлое, чудное завтра? Мы забыли о нем. Мы забыли потому, что мы утратили поиски, утратили утонченный вкус, который устремляет нас к улучшению, к мечтам, к сознанию. Мечты для нас сделались снами преходящими, но ведь неумоющий мечтать и не принадлежит к жизни будущей, не принадлежит к роду человеческому с высоким образом.

Н. К. Рерих

«Познание прекрасного», 1932 г.

«ЛАБОРАТОРИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА»

В марте 1993 г. «Курьер ЮНЕСКО» в статье египетского писателя и журналиста Лотфаллаха Солимана рассказал о городе мечты. Этот «город земных чаяний», выросший в Индии на голом пустыре Бенгальского залива и отмечивший в 1992 г. свой четвертьвековой юбилей, стал воплощением мечты известного индийского теософа Шри Ауробиндо и французской художницы и прорицательницы Миры Альфассы. Философ умер в

1950 г., художница (ставшая известной как Мать) XX 23 года спустя, а город с его взвездным по архитектуре Матримандиром — гигантским шаром, воплощающим прекрасную «душу» Ауровиля — растет на месте бывшей пустыни, стремясь стать «мостом между прошлым и будущим». И, главное, Ауровиль с его, казалось бы, культовым Матримандиром не есть центр новой религии, а «место для тех, кто пытается постичь себя» в тишине и сосредоточенности без каких-либо запрограммированных медитаций.

Ауровиль появился в XX в., но автору этих строк он представляется визитной карточкой века грядущего, когда такие и еще более чудесные города вырастут на разных континентах нашей планеты. Это будут центры формирования космического сознания землян, возрождения и развития их духовности.

АНТРОПОКОСМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ДУХОВНОСТИ

Одна из глубинных причин политического и экономического кризиса в России и ряде других

стран видится в потере духовности и смысла жизни. Но даже те, кто с этим соглашается, расходятся во мнении о том, что, собственно, понимать под словом «духовность». Духовность часто отождествляют с религиозностью, эрудированностью, начитанностью, интеллигентностью и т. д. Но скорее всего наиболее фундаментальным и общим может оказаться представление, что духовность личности неотделима от осознания человеком своей неотъемлемости от Природы, Мира, Вселенной, от стремления к высшим ценностям и идеалам Смысла, Истины, Добра и Красоты. Из такого антропокосмического понимания естественной сущности духовности, которое обсуждалось в статье автора, опубликованной год назад (Земля и Вселенная, 1993, № 3, с. 56—64), вытекает, вероятно, наиболее адекватная интерпретация образованности, религиозности и общей культуры человека, включая, конечно, культуру экологическую.

Антропокосмические идеи восходят к давним временам. Люди издавна ощущали свою связь с Космосом. Но трактовали ее по-разному: был и суеверный страх перед силами природы, было и очеловечивание Вселенной, было и провозглашение Человека венцом Вселенной и ее повелителем. Пожалуй, лишь в XX в. эволюция антропоцентрического мировоззрения привела к антропокосмизму. Полвека

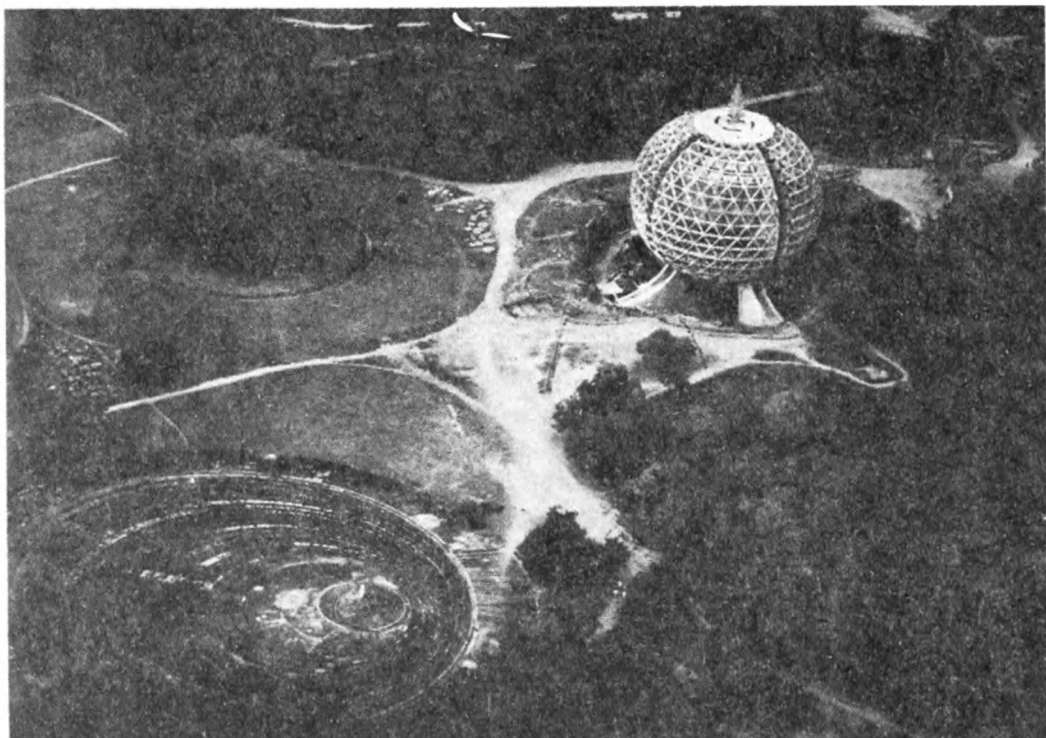
назад термин «антропокосмизм» предложил русский натуралист и философ Николай Холодный (1882—1953), подчеркивавший, что, согласно новому миропониманию, человек перестает рассматриваться как центр мироздания. Однако человек — не просто одна из органических частей мироздания, но и мощный фактор его эволюции. Последнее созвучно идеям великого русского ученого Владимира Вернадского (1863—1945) — старшего коллеги Холодного, автора известного труда «Научная мысль как планетное явление».

СОВРЕМЕННЫЙ АНТРОПОКОСМИЗМ

Обратиться к идеям антропокосмизма нас заставляет необходимость поиска выхода из ситуации, возникшей в последние десятилетия и даже годы в связи с обострением глобальных проблем человечества и возникновением региональных кризисов в России и ряде других стран. Мы ищем путь обретения утраченной духовности. Но наличие глобальных проблем человечества (прежде всего проблем экологических) и резкий скачок в наших представлениях о Вселенной, ставший возможным благодаря достижениям астрономии и космонавтики, поднимают антропокосмические представления на новую ступень. Мы не можем вернуться к прежним представлениям о че-

ловеке как микрокосмосе, как не можем опираться на какую-либо из прежних чувственно-наглядных картин мира.

Современная картина Мира иная. Она связана с открытием неимоверной сложности мироздания с его бесчисленными скоплениями и сверхскоплениями галактик, разработкой гипотезы о далеком прошлом и далеком будущем Вселенной, невиданной ранее «стыковкой» микромира и мегамира в этой взрывающейся, загадочной, непредсказуемой и, быть может, вообще «случайной» Вселенной. Таков, как известно, в самых общих словах, костяк современной астрономической картины мира — картины эволюционирующей Вселенной. «Человека с улицы» потрясает грандиозность этой картины. И если ему предстоит задуматься над этим, он скорее ощущает себя ничтожеством в храме мироздания, чем представителем Мирового разума, имеющего какое-то великое космическое предназначение. Несмотря на существование различных представлений об этом предназначении, его еще предстоит понять. Но мы уже сейчас понимаем, что для появления и развития человека понадобилась длившаяся миллиарды лет эволюция нашей Вселенной. В гипотетических других вселенных привычные нам формы жизни вообще едва ли осуществимы, как, впрочем, там едва ли могут оказаться такой же, как наш, набор элементарных ча-



Матримандир — «душа» Ауровилля, «павильон божественной любви», — сооружаемый уже свыше 20 лет. Диаметр конструкции 36 м. Диаметр внутреннего круглого зала — 24 м, а высота 16 м. Посреди зала находится большой хрустальный шар, к которому с помощью установленного на крыше геостата направляются лучи Солнца. Строительство Матримандира близится к завершению. Вокруг этого необычного сооружения предполагают устроить озеро и разбить цветники. Амфитеатр, просматривающийся на переднем плане, расположен точно в центре Ауровилля и вмещает около 3 тысяч зрителей. («Курьер Юнеско», 1993, март, с. 49)

стиц, констант физических взаимодействий и даже привычная нам трехмерность пространства. Да и в нашей Вселенной жизнь и разум довольно редки. Сегодня уже ясно, что

Земля — уникальная планета Солнечной системы, а за пределами Солнечной системы обнаружить своих «братьев по разуму» пока не удается. Но именно уникальность природы Земли составляет основу экологического императива — требования сделать все, чтобы на века и тысячелетия сохранить Землю как редкий оазис Вселенной, «космический корабль», на котором живут и мчатся во вселенских пространствах миллиарды людей, населяющих нашу планету. И хотя «на вопрос о своей окончательной сущности» мир отказывается давать «окончательные ответы» (Станислав Лем, «Фиаско», 1987 г.), лучшие из землян всегда будут стремиться к познанию самых сокровен-

ных тайн Вселенной и освоению ее беспредельного пространства, неисчерпаемых ресурсов и источников энергии.

КОСМИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И КОСМИЧЕСКОЕ ЧУВСТВО

Мы убеждены, что для преодоления отчуждения современного человека от породившей его и неразрывно связанной с ним Вселенной нужно решить фундаментальную социально-культурную проблему, которую сегодня можно обозначить как формирование космического мышления. Безусловно, это — комплексная проблема, поскольку космическое мышление можно рассматривать как

научное воззрение на строение и эволюцию Вселенной и представление о Человеке Разумном (как результате эволюции нашей Вселенной) и Человеке Ответственном, сознательно возлагающем взятую на себя ответственность за настоящее и будущее Разума (Земля и Вселенная, 1993, № 3, с. 56—64).

Формирование космического мышления должно быть одной из сквозных, генеральных идей дела просвещения и образования людей. К числу психологических предпосылок формирования космического мышления относятся **мотив** (нынешняя общественная ситуация), **интерес** людей разного возраста к постижению проблем мироздания, и, вероятно, врожденное **космическое чувство**, разные аспекты которого исследовали многие ученые — датский философ Харальд Гёффдинг (1843—1931), Карл Густав Юнг (1875—1961) — один из создателей психоанализа, упомянутый выше Николай Холодный и другие.

Есть основания думать, что из всех живых существ, обитающих на Земле, космическое чувство, объединяющее в себе любовь к природе и «все элементы эстетического и интеллектуального восприятия космоса» (Н. Холодный), свойственно только людям. Конкретные проявления космического чувства прослеживаются при анализе древнейшего мифотворчества, зарождения самых древних, а потом мировых и новейших религий. В

последние годы пробуждением космического сознания и чувства у многих людей в Москве и России занимаются различные организации, к числу которых, например, относится международная классическая философская школа «Новый Акрополь», возглавляемая талантливым педагогом и психологом, профессором Еленой Мусулин.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

«А вокруг Ауровиля мир погружен в страдания...» — этими словами заканчивает свою статью Солиман. К сожалению, это так. Льетесь кровь невинных людей, на Земле много нищих и голодных, еще много необразованных и просто безграмотных. Очень трудно живет многим людям сегодня и в многострадальной России. Где уж тут, казалось бы, говорить о ликвидации повсеместной астрономической безграмотности, процветающей даже в развитых странах? Не фантазируем ли мы, не опережаем ли мы время на десятки или даже сотни лет, настаивая на необходимости уже сегодня формировать у людей космическое мышление и космическое сознание? Уверен, что не торопимся! Боюсь, что опаздываем, потому что вроде бы совершенно абстрактные (на первый взгляд!) представления о Вселенной на самом деле нередко оказываются естественнонаучной основой общественно-политических

концепций. Это отдельная и большая тема, а потому здесь придется ограничиться лишь одним, но весьма поучительным примером...

...Вскоре после второй мировой войны философы и психологи, социологи и журналисты, политики и экономисты пытались осмыслить феномен поверженного фашизма. Работавшие в США психолог Эрих Фромм (1900—1980) и философ, социолог Теодор Адорно (1903—1969), французский журналист Луи Повель и известный французский химик Жак Бержье — лишь некоторые из тех, кто стремился нетривиальным образом объяснить, как Германия из цитадели западной цивилизации молниеносно превратилась в чудовищную нацистскую машину уничтожения миллионов людей. В конце 40-х годов появилась книга американского исследователя во главе с Т. Адорно «Авторитарная личность», а лет тридцать назад — брошюра Луи Повеля и Жака Бержье «Утро магов» (недавно переведенная на русский язык). В этой работе, в частности, прослеживается связь между приверженностью Гитлера к мистике и его «практической деятельностью». Справедливо подчеркивается, что в основе мистических построений лежат примитивная картина мира и универсальное объяснение всего и вся. Гитлер был буквально загипнотизирован бредовыми «теориями» ледяного мира и полой Земли. Раскрытые с по-

мощью обширного научно-политического аппарата, эти «теории» были использованы для изгнания из Германии современной науки и ее лучших представителей. Именно эти «теории» овладели умами людей и, в известной степени, определяли военные решения Гитлера, а, в конечном итоге, вероятно, сыграли не последнюю роль в приведении Германии к катастрофе и к гибели десятков миллионов людей. Как далек, казался бы, был этот ужасный финал от умозрительной «теории» о вечной борьбе между льдом и огнем, придуманной в 20-х годах неким «ученым» Гансом Горбигером, и столь же научной «теорией» о том, что «Земля полая и населена внутри», до которой додумался еще в 1818 г. Клепс Саймс — бывший пехотный капитан из Огайо! Тот, кто написал «Майн Кампф», в свое время подковыкался в двух планах — мистическом и пропагандистском, причем первый во многом «обосновывал» второй. Гитлер и приближенные к нему заявляли, что законы природы могут быть приостановлены, а Вселенную, представляющую собой лишь иллюзию, можно изменить «силой действенной мысли посвященных». Они черпали свои силы в таких тайных обществах, как ТУЛЕ (вершина Черного Ордена) и Аненербе (занималось исследованием «будущих путей, проторенных предками»). Мистика, тайные общества, допотопные «теории» ока-

зались благодатной почвой, которая помогла вырастить зловещую фигуру появившегося и стремительно развивавшегося фашизма. Об этом нельзя забывать, потому что, вернувшись в день сегодняшней, мы разве не обнаружим вокруг себя расцветающие повсеместно оккультизм и мистику? Так ли уж безобидны они на фоне пробивающейся наглой поросли неофашизма?..

НООСФЕРНЫЙ ПУТЬ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

В последние годы намечилось серьезное изменение в стратегии развития человеческой цивилизации. Если раньше она была ориентирована на выживание, то сейчас (после форума на правительственном уровне, состоявшегося в Рио-де-Жанейро в июне 1992 г.) устремлена к устойчивому развитию. Реализация новой стратегии может возродить интерес к ноосферным идеям, восходящим к трудам Эдуарда Леруа, Тейяра де Шардена, Владимира Вернадского, Константина Циолковского. Недавно, как известно нашим читателям (Земля и Вселенная, 1993, № 3, с. 56—64), в России вышла в свет интересная книга с многозначительным названием — «Путь в ноосферу» (концепция выживания и устойчивого развития цивилизации), автор которой, профессор А. Д. Урсул, возглавляет Академию космонавтики им. К. Э. Циолковского,

Академию ноосферы и Ноосферно-экологический институт. Суть ноосферной концепции сводится к тому, что в будущем в биосфере появится ноосфера, т. е. сфера, где главной силой станет разум человека, восторжествуют принципы устойчивого экобезопасного развития и идеалы гуманизма. С этой точки зрения, развитие человеческой цивилизации представляет собой процесс ноосферогенеза. Основные ступени становления ноосферы — уже ушедшие в прошлое палеолитическое и агронеолитическое общества, индустриальное общество (в котором мы живем), а далее — общества будущего: **информационное, экологическое и космическое...** В этой схеме город Ауровиль, по-видимому, можно рассматривать как единственный пока еще островок одной из грядущих ступеней развития нашей цивилизации. Тем более важно добиться, чтобы Международный консультативный центр Ауровиля проводил бы в этой «лаборатории человечества» эксперимент по **плановому формированию ноосферного космического мышления и сознания.**

ПРОЕКТ ДЛЯ ЮНЕСКО

Поскольку проблему формирования космического сознания в свое время придется решать многим странам, осознающим необходимость возрождения духовности, хотелось здесь еще раз

обратить внимание на проект автора «Системное распространение научной информации о строении и эволюции Вселенной как один из важнейших путей возрождения духовности современного общества». В основу проекта положена идея непрерывного астрономического образования, которое, согласно концепции автора, должно осуществляться на протяжении всех лет обучения в общеобразовательной школе. Начинать следует с первых классов начальной школы, а еще лучше со старшего дошкольного возраста (дети в этом возрасте неизменно проявляют интерес к таким книжкам автора, как «Малышам о звездах и планетах» и «Сказочные приключения маленького астронома»).

Международная координация проекта возмож-

на под эгидой ЮНЕСКО и Международного астрономического союза (Комиссия по преподаванию астрономии, Комиссия № 41). Главным центром осуществления проекта мог бы стать Ауровиль, а со временем число подобных «лабораторий» стало бы, вероятно, постепенно увеличиваться. Но уже сейчас в разных странах можно создать региональные организационные центры. Например, такой Центр в России объединил бы усилия Международной академии информатизации (куда автор представил свой проект), Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (Отделение космического образования), Академии ноосферы, Российской академии образования, Астрономического и

Астрономо-геодезического общества.

Важную роль в осуществлении предлагаемого проекта должны играть научно-популярные журналы. В России это прежде всего «Наука и жизнь» и «Земля и Вселенная». Ответственные журналы есть во многих странах. Думается, этой проблеме должны будут уделять внимание и журналы ЮНЕСКО, и специальный журнал по проблемам космического сознания, который хорошо бы издавать в Ауровиле. Это полностью соответствовало бы Хартии города, согласно которой «Ауровиль станет местом непрерывного образования, местом материальных и духовных поисков живого воплощения истинного единения человечества».

Информация

Очень далекая молодая звезда

Почти все молодые звезды Млечного Пути лежат в плоскости его диска, где находится относительно большое количество космической пыли и газа — того «сырья», из которого и образуются звезды нового поколения. В этот диск также входят и некоторые старые звезды, например, Солнце.

Наше светило расположено от центра Галактики на расстоянии 27 тыс. св. лет, а граница Галактики находится от этого центра в 65 тыс. св. лет. До сих пор ученые полагали, что все звезды за этой границей — старые. Опровержением этого мнения стало открытие,

сделанное недавно Эженем де Жесусом, Стюартом Фогелем и Робертом Грюндлем из Университета штата Мэриленд (Колледж-Парк, США) совместно с Сетом Дайджелом из Гарвардско-Смитсоновского астрофизического центра в Кембридже (штат Массачусетс, США).

Группа работала на 1,5-метровом телескопе Маунт-Паломарской обсерватории в штате Калифорния, наблюдая излучение ионизованного водорода молекулярного облака (обнаружено в 1992 г. С. Дайджелом совместно с П. Таддеусом из Гарвардско-Смитсоновского центра). Это облако поперечником около 260 св. лет, расположенное далеко за краем диска Млечного Пути, — самый удаленный из всех известных подобных объектов. Молекулярные облака часто порождают звезды. Астрономы ищут области, где водород ионизируется горячими голубыми звездами. Возраст таких молодых звезд составляет лишь несколько миллионов лет. «Оди-

нокая» голубая звезда обладает настолько высокой температурой, что она в состоянии ионизовать весь водород в окрестностях на расстояниях в десятки или даже сотни св. лет.

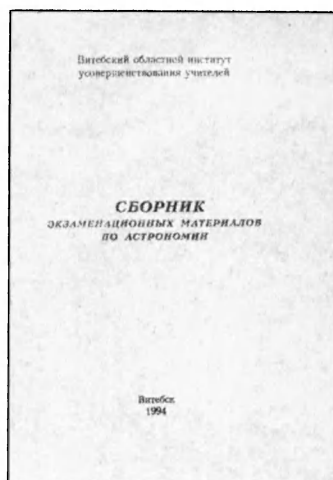
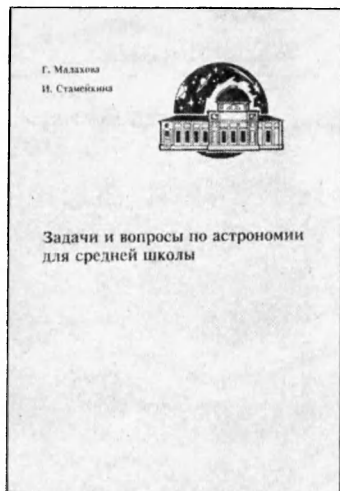
Астрономы обнаружили в созвездии Кассиопеи молодую звезду, находящуюся втрое дальше от галактического центра, чем Солнце. Она расположена в плоскости галактического диска, примерно в 90 тыс. св. лет от него и в 25 тыс. св. лет за краем Галактики. Рядом с ней то молекулярное далекое облако, которое было открыто в прошлом году. Искали звезду, «ответственную» за ионизацию водорода. И в юго-восточном направлении от облака обнаружили голубую звезду. Впервые ее наблюдали еще 20 лет назад, но не знали, что она находится так далеко от центра Млечного Пути.

Astrophysical Journal Letters
New Scientist, 1993, 138, 15

Мини-задачки по астрономии

Учителям астрономии для проведения уроков, составления домашних заданий, контрольных и проверочных работ, а также для подготовки учащихся к экзаменам по астрономии и олимпиадам нужен дидактический материал (задачи, вопросы и т. д.). И хотя такой материал сейчас включается в учебники по астрономии и существуют задачки, потребность в нем по-прежнему есть. Это связано с различными причинами — одних учителей не совсем удовлетворяет то, что они находят в учебниках, другие — просто не имеют в своем распоряжении задачников и сборников вопросов и задач по программированному и традиционному обучению. Поэтому опытные методисты, успешно работающие в разных городах России и «ближнего зарубежья», стараются выпускать в помощь учителям астрономии необходимые им брошюры.

Так, например, в 1993 г. в Ярославле были изданы «Задачи и вопросы по астрономии для средней школы». Авторы пособия — Г. Малахова и И. Стамейкина — хорошо известны учителям астрономии своими многочисленными



публикациями (ведь именно в Ярославле в свое время выпускались сборники «Астрономия в школе»). На этот раз они составили задачник в соответствии с программой по астрономии. В каждом его разделе имеются необходимые методические указания и варианты контрольных работ. Задачи и вопросы даны с ответами (а иногда и с решениями). Есть и рекомендации по проведению самостоятельных астрономических наблюдений.

В качестве еще одного примера отметим «Сборник экзаменационных материалов», выпущенный в Витебске в 1994 г. Составил этот сборник тоже очень известный методист В. А. Голубев — заведую-

щий кабинетом астрономии Витебского института усовершенствования учителей. Сборник содержит не только задачи (с анализом решения), но и ряд полезных таблиц (экваториальные координаты и физические характеристики ярких звезд, географические координаты ряда городов, элементы орбит и физические характеристики тел Солнечной системы, яркие галактики, технические данные школьных телескопов и др.). К каждому из 17 экзаменационных билетов по астрономии подобраны варианты задач и указан необходимый справочный материал. В последнее время, кроме этого «Сборника», опубликованы еще ряд других работ В. А. Голубева, полезных учителям и учащимся.

Дорогие читатели „Земли и Вселенной“!

Напоминаем, что подписаться на I полугодие 1995 года Вы сможете по каталогу газет и журналов издательства „Известия“, который должен быть во всех почтовых отделениях.

Небесный календарь: сентябрь-октябрь

День осеннего равноденствия 23 сентября, 6^h19^m>

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СОЛНЦЕ — ЗЕМЛЯ — ЛУНА

Новолуние: 5 сентября 18^h34^m; 5 октября 3^h56^m.

Первая четверть: 12 сентября 11^h35^m; 11 октября 19^h18^m.

Полнолуние: 19 сентября 20^h01^m; 19 октября 12^h19^m.

Последняя четверть: 28 сентября 0^h24^m; 27 октября 16^h45^m.

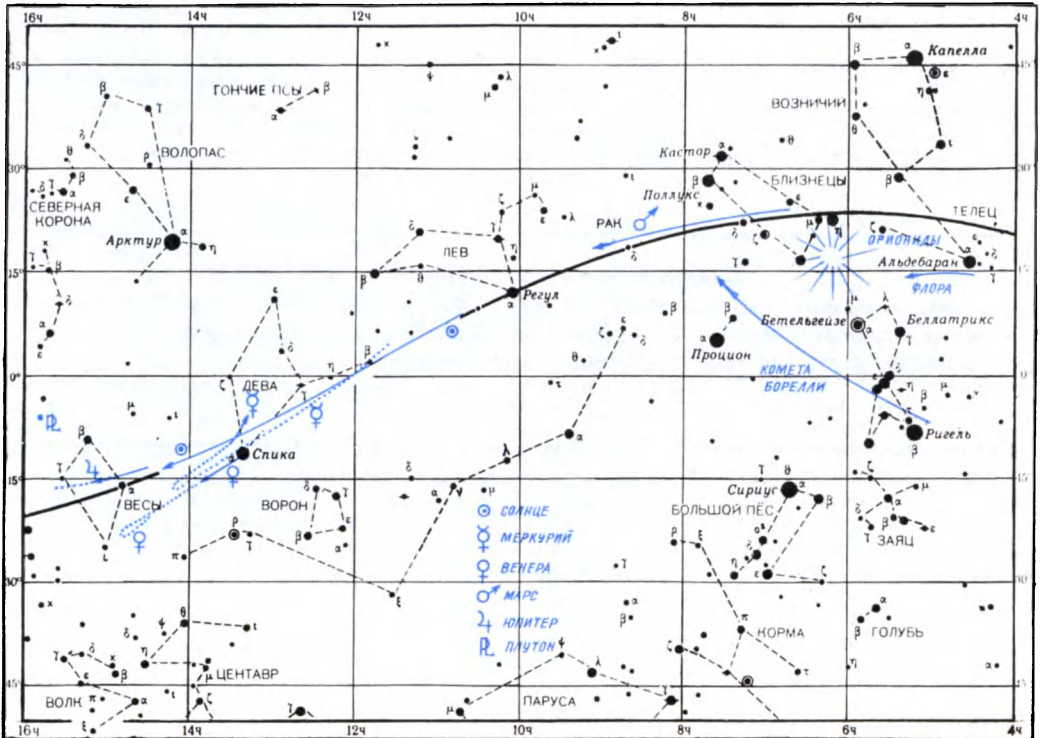
Перигей:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Сентябрь



Октябрь



8 сентября 15^h; видимый диаметр диска Луны 32'43".

6 октября 14^h; видимый диаметр диска 33'10".

Апогей:

24 сентября 12^h; видимый диаметр диска 29'29".

22 октября 2^h; видимый диаметр диска 29'26".

Максимальная либрация Луны по долготе:

3 сентября — 5°53'; 17 сентября + 5°37';

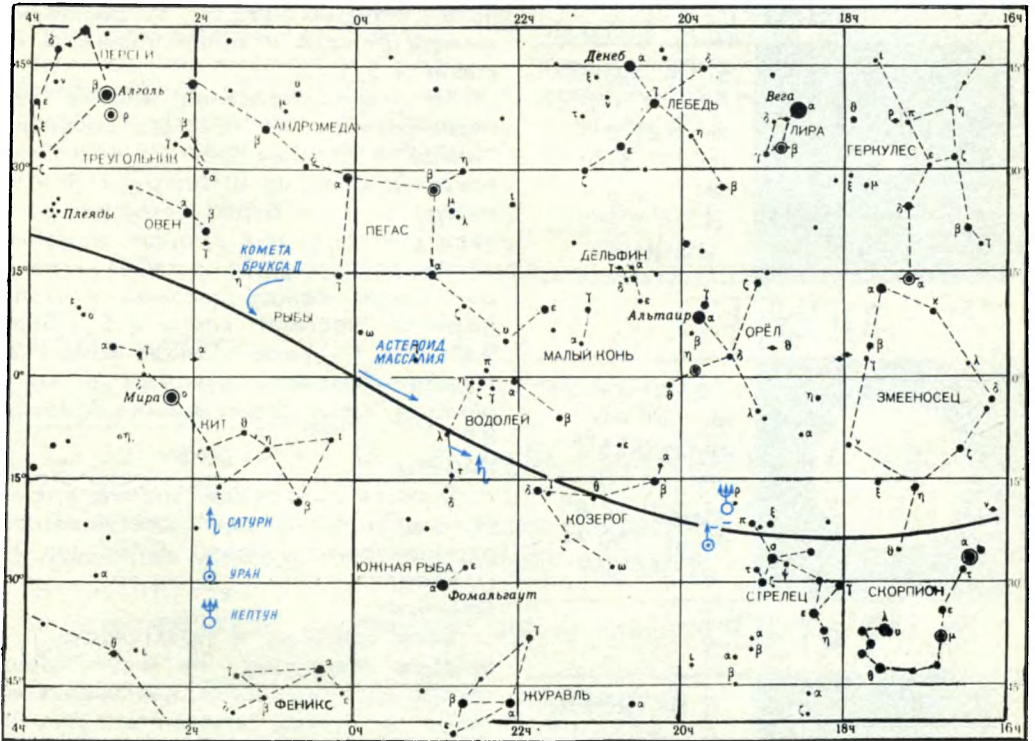
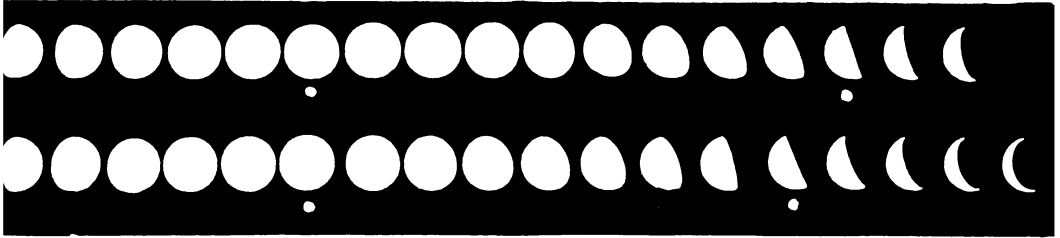
1 октября — 6°49'; 13 октября + 6°49';
29 октября — 7°27'.

Максимальная либрация Луны по широте:


4 сентября + 6°37'; 17 сентября — 6°37';

1 октября + 6°45'; 14 октября — 6°45';
29 октября + 6°50'.

14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31




♀ МЕРКУРИЙ



29 ОКТЯБРЯ
 α : $13^h 19^m$
 δ : $-7^\circ 02'$
 m : $+1,0$
 d : $8,6''$
 Φ : $0,28$
 УТРОМ


10''

♀ ВЕНЕРА



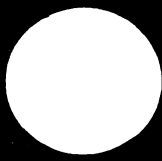
7 СЕНТЯБРЯ
 α : $13^h 44^m$
 δ : $-14^\circ 27'$
 m : $-4,5$
 d : $28,7''$
 Φ : $0,40$
 ВЕЧЕРОМ

♂ МАРС




1 ОКТЯБРЯ
 α : $8^h 01^m$
 δ : $+21^\circ 30'$
 m : $+1,0$
 Φ : $0,9$
 d : $5,9''$
 НОЧЬЮ

♃ ЮПИТЕР



15 СЕНТЯБРЯ
 α : $14^h 40^m$
 δ : $-14^\circ 36'$
 m : $-1,9$
 $d_{\text{эв.}}$: $32,8''$
 $d_{\text{пол.}}$: $30,7''$
 ВЕЧЕРОМ

♄ САТУРН



1 ОКТЯБРЯ
 α : $22^h 38^m$
 δ : $-10^\circ 48'$
 m : $+0,6$
 $d_{\text{эв.}}$: $18,7''$
 $d_{\text{пол.}}$: $42,5''$
 НОЧЬЮ

ЯВЛЕНИЯ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

На карте экваториальной области неба нанесены пути видимого движения Солнца, планет (сплошная линия — в период видимости, прерывистая — в период невидимости), астероидов Флора и Массалия, периодических комет Брукса 2 и Борелли; показано расположение радианта метеорного потока Орионид.

Астероиды

В сентябре — октябре любителям будут доступны несколько астероидов. Два, яркость которых наибольшая и условия наблюдений наиболее благоприятные, показаны на карте.

Почти параллельно эклиптике в созвездии Рыб перемещается малая планета 20 Массалия. В эти месяцы ее можно будет наблюдать в течение всей ночи, а 18 сентября она вступает в противостояние с Солнцем. В этот день ее блеск достигает максимального значения (9.5^m), а расстояние между Землей и малой планетой составит 1.5 а. е.

Во второй половине ночи в сентябре-октябре на границе созвездий Тельца и Ориона можно попытаться отыскать астероид 8 Флору. Найти эту малую планету будет нетрудно в начале сентября; она пройдет недалеко от Альдебарана. 7 сентября угловое расстояние между звездой и малой планетой составит всего 1.5° , блеск 9.8^m . Но с каждым днем блеск астероида возрастает и уже в конце октября Флора будет видна как звезда 8.9^m .

Кометы

В рассматриваемый период времени любителям будут доступны две периодические кометы: П/Брукса 2 и П/Борелли.

Планеты

Весь сентябрь и практически весь октябрь Меркурий не виден. Лишь только в самых последних числах октября он станет заметен в лучах утренней зари. В эти дни он движется в нескольких градусах к северу от звезды Спика (α Девы), которая поможет отыскать планету незадолго перед восходом Солнца.

В сентябре заканчивается период вечерней видимости Венеры. Только

в первые две недели месяца ее еще можно будет наблюдать в лучах вечерней зари. В эти дни ее блеск составит $-4,3^m$.

Во второй половине ночи в сентябре-октябре на небе нельзя не заметить красноватую звезду. Это планета *Марс*. В этот период времени он перемещается по созвездиям Близнецов (в сентябре), Рака и Льва (в октябре). Расстояние между планетой и Землей уменьшается, а блеск планеты увеличивается (с $+1,1^m$ в начале сентября до $+0,7^m$ в конце октября).

Увидеть *Юпитер* в эти месяцы можно будет вечером в созвездии Весов. В сентябре продолжительность его видимости составит около часа, но угловое расстояние между ним и Солнцем уменьшается, и уже во второй половине октября он скроется от наземного наблюдателя в лучах вечерней зари.

Наилучшие условия для наблюдений в сентябре-октябре у *Сатурна*. Он виден на протяжении всей ночи в созвездии Водолея. 1 сентября планета вступает в противостояние с Солнцем, имея в эти дни свой наибольший блеск $+0,5^m$.

Уран и *Нептун* находятся недалеко друг от друга в созвездии Стрельца и имеют одинаковые условия видимости. В сентябре их можно наблюдать в первой половине ночи, а в октябре — вечером.

Плутон расположен в созвездии Весов и его можно увидеть в сентябре вечером, но только лишь в телескоп с диаметром объектива не менее 250 мм.

Метеорные потоки

Метеорный поток *Дракониды* активен с 6 по 10 октября. Максимум 9 октября. Радиант потока $\alpha = 17^h40^m$, $\delta = 54^\circ$ (на карте не указан). Условия для наблюдения потока в этом году благоприятны (период активности потока приходится на новолуние).

Ориониды наблюдаются с 14 по 26 октября, но к сожалению в этом году максимум потока совпадает с полной Луной. В ясную же безлунную ночь в день максимума потока (22 октября) обычно можно насчитать до 50 метеоров в час. Радиант потока $\alpha = 6^h20^m$, $\delta = 16^\circ$.

СЕЛЬЯНОВ А. Д.

ВНИМАНИЮ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ!

ФИРМА «ОМЕГА» ПРЕДЛАГАЕТ:

- * отечественную и зарубежную литературу по астрономии
- * атласы звездного неба, каталоги
- * годовую подписку на журналы «ASTRONOMY» «SKY and TELESCOPE»
- * высокочувствительные фото пленки для астрофотографии
- * различные приспособления и запасные части к телескопам «МИЦАР» и «АЛЬКОР»
- * астрономические программы для компьютеров типа IBM PS/AT, SPECTRUM
- * телескопы, бинокли, подзорные трубы

Телефон для справок: (095) 250-09-85

Чтобы получить бесплатный каталог,
просьба прислать нам (РОССИЯ, 121002, МОСКВА, А/Я 2)
конверт со своим адресом.

Звездный ларец: август-сентябрь

Среди десятков звездных объектов созвездия Цефея, раскинувшегося на краю Млечного Пути между зенитом и северным Полюсом мира, нет ни одного, попавшего в знаменитый каталог Мессье. Однако это не означает, что здесь нет ничего, что могло бы заинтересовать астроном-любителя. Как и в любом созвездии, расположенном вблизи плоскости нашей Галактики, в Цефее можно встретить множество разнообразных рассеянных звездных скоплений и туманностей всех типов — и планетарных, и газовых эмиссионных, и газовой-пылевой отражательных.

Простирается же созвездие от Млечного Пути до самой Полярной звезды, с которой, кстати, удобно начать наш небольшой обзор звездных глубин Цефея и его ближайших окрестностей. Наведем телескоп на эту самую, пожалуй, известную звезду. При достаточном увеличении возле яркого желтоватого огня Полярной ($-2,2^m$) (на расстоянии $12''$) можно увидеть спутник $9,0^m$. Еще

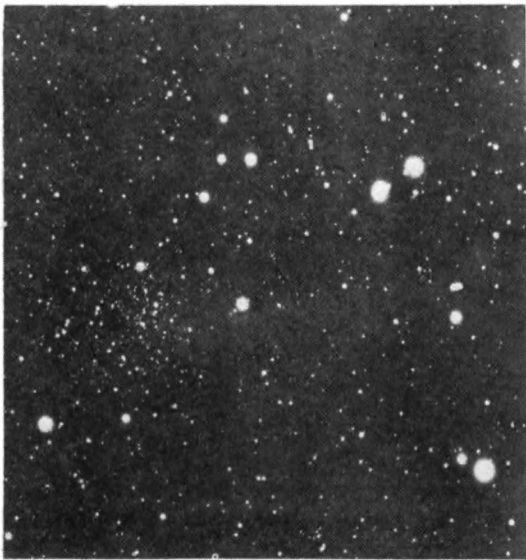
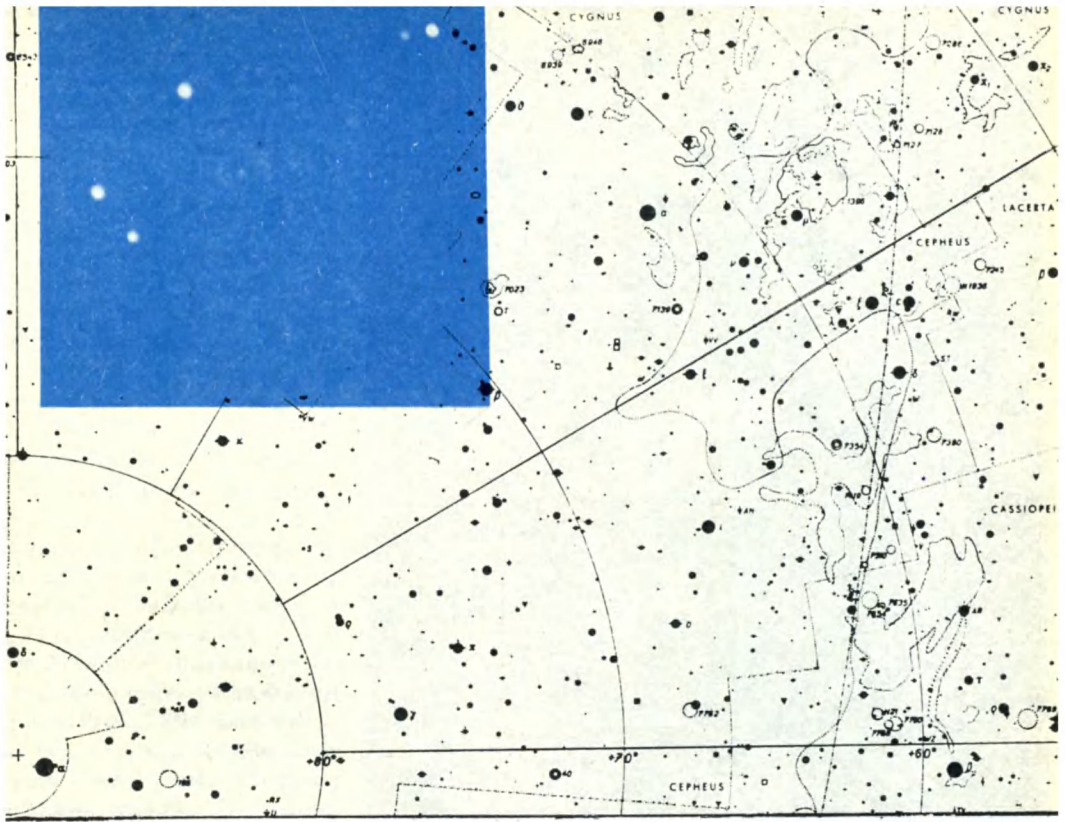
два спутника, 13^m и 12^m , находятся, соответственно, на расстояниях $43''$ и $83''$ от нее.

А теперь перейдем к основной цели нашего путешествия — изучению туманных небесных объектов. В 4° от Полярной находится одно из уникальнейших рассеянных звездных скоплений неба — **NGC 188**. Оно привлекает к себе внимание не своими внешними достоинствами — они довольно скромны, а почтенным возрастом, который оценивают от 5 до 12 млрд лет. Поэтому NGC 188 считается одним из трех самых древних объектов этого типа (да и многих других) на небе. Для его успешного поиска лучше всего иметь телескоп с диаметром объектива в $15\text{--}20$ см, хотя может подойти и более скромный. В 11-сантиметровый «Мицар» в самые лучшие ночи здесь можно рассмотреть большое, около $15'$ диаметром, круглое туманное пятно. Если все 120 его звезд собрать в одну точку, она светила бы как звезда $8,1^m$. Но поскольку этот свет распределен по значительной

площади, то даже при сколько-нибудь существенной засветке скопления не удастся найти и в $20\text{--}25\text{-сантиметровый}$ телескоп. Такого инструмента обычно достаточно (при большом увеличении), чтобы разрешить его на отдельные звезды, хотя лишь редкие из них имеют блеск более 12^m .

Планетарная туманность **NGC 40** в $12,5^\circ$ южнее от NGC 188, хотя и не входит в число самых ярких, все же представляет собой весьма приятный объект. Ее блеск — $10,7^m$, размеры $60'' \times 38''$, и поиск ее не доставит наблюдателю особых хлопот. «Мицар» покажет здесь маленькое туманное пятнышко, отчетливо выделяющееся среди звезд, даже при небольших увеличениях, а 35-сантиметровый телескоп — центральную звезду 12^m на фоне симпатичного овала, по краю которого угадывается кольцо.

Рассеянное скопление **NGC 7762** в 5° юго-западнее туманности состоит из 70 звезд, заметно сгущенных к середине окружности размером $15'$. Все они имеют блеск от



На карте из звездного атласа «Coeli» А. Бечваржа отмечен маршрут небольшого «небесного путешествия», которое читатель может совершить, вооружившись довольно скромным (10—15 см в диаметре) телескопом. Слева — рассеянное звездное скопление NGC 188 (группа небольших звезд у верхнего края снимка). На фото север — вверху, тогда как на карте — Полярная звезда слева

12 до 15^m. Одним словом, западу в созвездии Кас-средненькое, ничем не сиопеи. Это М 52 (на выделяющееся скопле-карте, воспроизводимой ние, чего не скажешь о здесь, оно отмечено лишь его соседу в 7° к юго-как NGC 7654). Прекрас-

ная группа из сотни звезд была открыта Ш. Мессье 7 сентября 1774 г. во время наблюдения одной из комет. Каждый видит



Необычная диффузная туманность NGC 7635 в Кассиопее включает в себя замечательный «газовый пузырь». Снимок сделан с 5-метровым телескопом обсерватории Маунт-Паломар

Если вам удастся заметить туманность, сообщите, как, с каким инструментом и при каких условиях это удалось.

Рассеянное скопление **NGC 7510** в двух градусах западнее — замечательное создание природы. Его форма, напоминающая наконечник стрелы с чуть согнутым острием, надолго запоминается. Размер **NGC 7510** — лишь $3'$, а интегральный блеск шести десятков звезд — $7,9^m$. Скопление **NGC 7419** в $2,5^\circ$ западнее — еще меньше — всего $2'$. Оно насчитывает около 40 звезд общим блеском $10-10,5^m$.

Переведя телескоп еще на 2° к западу, можно найти планетарную туманность **NGC 7354** (для этого пригодится карта из «Земли и Вселенной», 1992, № 5, с. 94). Яркий овал размером $28'' \times 20''$ имеет визуальный интегральный блеск $12,2^m$. Отыскать ее в «Мицар» вполне возможно, достаточно лишь применить большое, более $100\times$, увеличение. Блеск центральной звезды ($15,0^m$) явно недостаточен для любительского телескопа. Планетарная туманность **NGC 7139** окажется значительно более трудным объектом — ее визуальный блеск лишь $13,3^m$, а размеры значительны — $86'' \times 70''$, и поэтому она имеет очень

в этой картине что-то свое, причем увиденное зависит от характеристик телескопа. Дж. Гершель описывал его как «большое, богатое, круглое, сильно сжатое». У. Смит, автор классического путеводителя по небу XIX века «Круг небесных объектов», отмечал «неправильное, но с некоторым намеком на треугольные очертания, с яркой оранжевой звездой 8^m в центре...» и «...напоминающее птицу с раскинутыми крыльями». 20-сантиметровый инструмент позво-

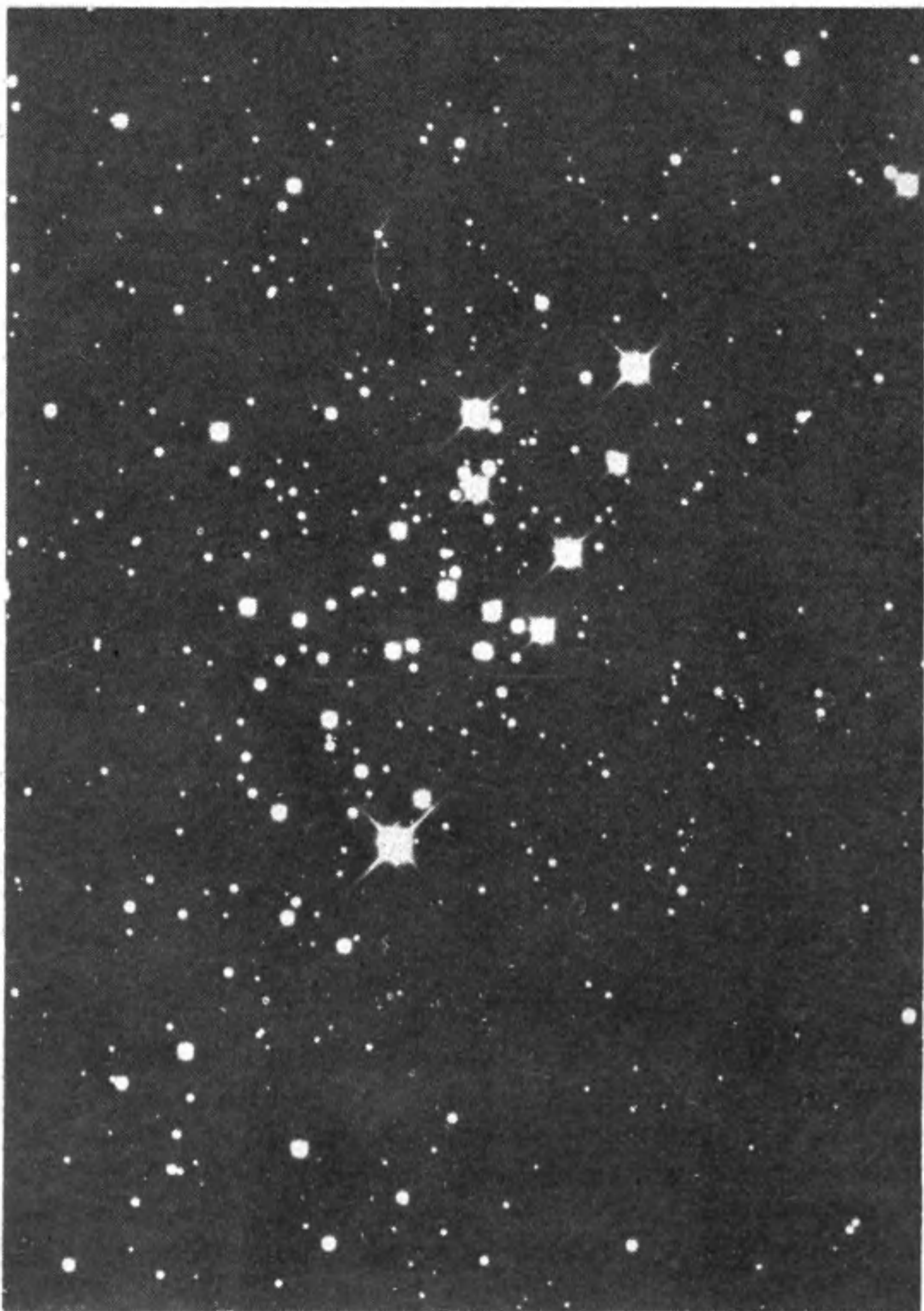
ляет различить около 20 наиболее ярких звезд на фоне слабого сияния, в котором сливается свет остальных звезд. Поперечник скопления — около $15'$. Диффузная туманность **NGC 7635** в $36'$ от скопления — объект хотя слабый и чрезвычайно трудный, но весьма красивый. Почему она носит прозвище «Пузырь», становится понятно, увидев хороший ее снимок. На фоне центральной части туманности видна довольно яркая звезда, отыскать которую нетрудно.

Так выглядит рассеянное скопление NGC 7510 на снимке, полученном на 3-метровом рефлекторе Ликской обсерватории

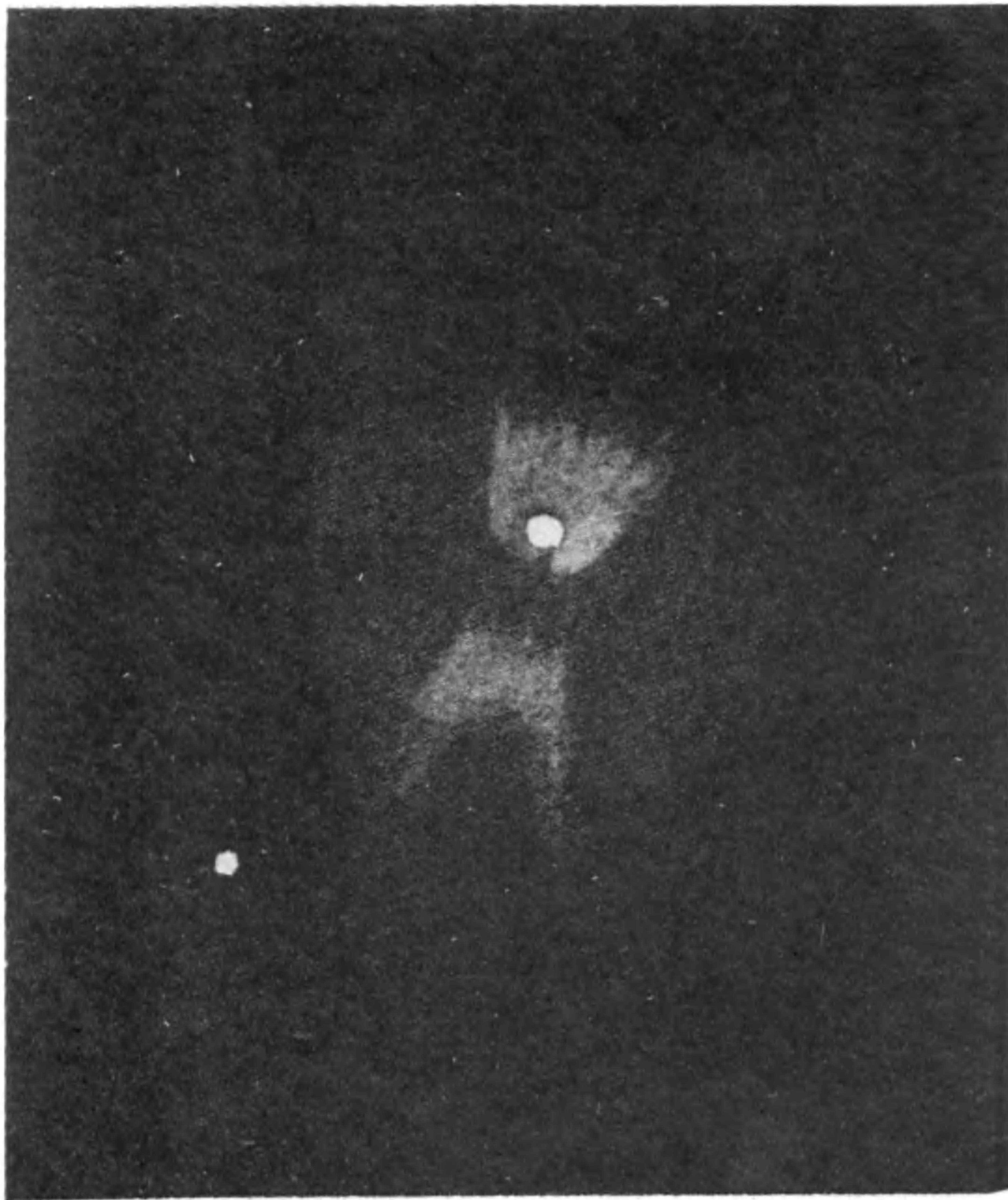
небольшую яркость поверхности.

Здесь можно ненадолго отступить от нашего маршрута и несколько минут полюбоваться замечательной «Гранатовой звездой» — μ Цфея. Для этого передвинем телескоп на $5,5^\circ$ южнее, и нам откроется чудесное зрелище: среди россыпей белых и чуть окрашенных в разные цвета звезд сверкает как бы небольшой кристалл граната. Интересно, что цвет звезды кажется более сочным в небольшие телескопы, а с ростом апертуры он словно немного разбавляется, становясь все более оранжевым. μ Цфея — красный гигант, изменяющий свой блеск неправильным образом в пределах от 3,7 до 5^m.

Теперь, воспользовавшись в качестве ориентира еще одной весьма



Так американский любитель астрономии М. Джермано запечатлел рассеянное звездное скопление NGC 6939 и галактику NGC 6946. Он использовал 20-сантиметровый «Ньютон» и пленку «Kodak TP-2415», обработанную водородом. Выдержка 75 мин. («Sky & Telescope», 1992, 84, 1, 106)



Зарисовка туманности NGC 7023, сделанная любителем астрономии А. Альтцнером (Голландия) с 14,5-дюймовым телескопом «Ньютон»

«красной» звездой — переменной **T Цефея**, — обнаружим наш очередной «остановочный пункт» — отражательную туманность **NGC 7023**. Она окружает звезду примерно 7^m , чей блеск, собственно, и заставляет светиться это облако газа и пыли. Туманность легко заметить в телескоп диаметром 10—15 см, правда, при этом видна только ее самая яркая часть — светящееся пятно неправильных очертаний. Установив большое увеличение, можно рассмотреть тем-

ные и светлые пятна и полосы в ее глубине. В большие телескопы заметно очень много интересных подробностей.

Галактика **NGC 6951**, отмеченная на карте небольшим безымянным овалом в 3° юго-западнее **NGC 7023**, сама по себе ничем не примечательна — блеск $11,1^m$, размер примерно $2,5' \times 3'$, но и ей можно уделить десятков минут.

Рассеянное скопление **NGC 6934** и спиральная галактика **NGC 6946**, расположенные на границе

созвездий Цефея и Лебедя, — необычная пара: здесь рядом, всего лишь в $38'$ друг от друга, видны объекты, которые в пространстве разделяет огромное расстояние. Хотя галактика имеет блеск $8,9^m$, а размеры $9' \times 7,5'$, в небольшой телескоп никаких подробностей ее строения рассмотреть не удастся — лишь яркое ядро. Она замечательна тем, что менее чем за столетие наблюдений в ней вспыхнуло четыре сверхновых — в 1917, 1939, 1948 и 1968 гг. — редчайший случай! Все они достигали в максимуме блеска примерно 13^m — 14^m и вполне могли бы наблюдаться в любительские телескопы.

Скопление **NGC 6939** насчитывает около 80 звезд, сгрудившихся на площади поперечником $8'$. Хотя их суммарный блеск — около 8^m , ни одна из них не светит ярче 12^m . Однако все вместе они создают впечатление приятного мягкого свечения.

А. Ю. ОСТАПЕНКО

Ответы на вопросы читателей

Читатель Е. Панфилов из г. Чебоксары задает вопрос: почему основная масса кратеров на Луне, Меркурии, спутниках планет и астероидах имеет правильную круглую форму? Не могли же все метеориты падать на эти тела строго вертикально?

На вопрос читателя отвечает кандидат физико-математических наук В. А. Бронштэн.

Такой вопрос стоял перед астрономами XIX века и первой половины XX. Лишь в 1947 г. эта проблема получила объяснение в работе отечественных ученых К. П. Станюковича и В. В. Федынского. Они показали, что независимо от направления падения метеорита на поверхность планеты, лишенной атмосферы, в момент его резкого торможения вся кинетическая энергия метеорита мгновенно переходит в тепло. Метеорит с частью ок-

ружающих место удара пород превращаются в пар и, расширяясь, образуют кратер. Все это явление эквивалентно точечному взрыву. В дальнейшем К. П. Станюкович значительно развил теорию такого взрыва, а затем ряд ученых, отечественных и зарубежных, еще более усовершенствовали ее. Были выполнены расчеты на ЭВМ, позволившие проследить сам процесс образования кратера. Некоторые числовые характеристики типичных взрывных кратеров (от снарядов, бомб, мощных наземных взрывов) и лунных кратеров (а в дальнейшем — и кратеров на других телах) следуют одной закономерности.

Об этом можно прочитать в книгах: «Метеоритные структуры на поверхности планет» (М.: Наука, 1979); В. А. Бронштэн. «Метеоры, метеориты, метеороиды» (М.: Наука, 1987) и во многих других.

Информация

Планетарные туманности в галактике NGC 1399

На стр. 4 обложки журнала помещена фотография центральной части гигантской эллиптической галактики NGC 1399. Особо интересны изображения несколь-

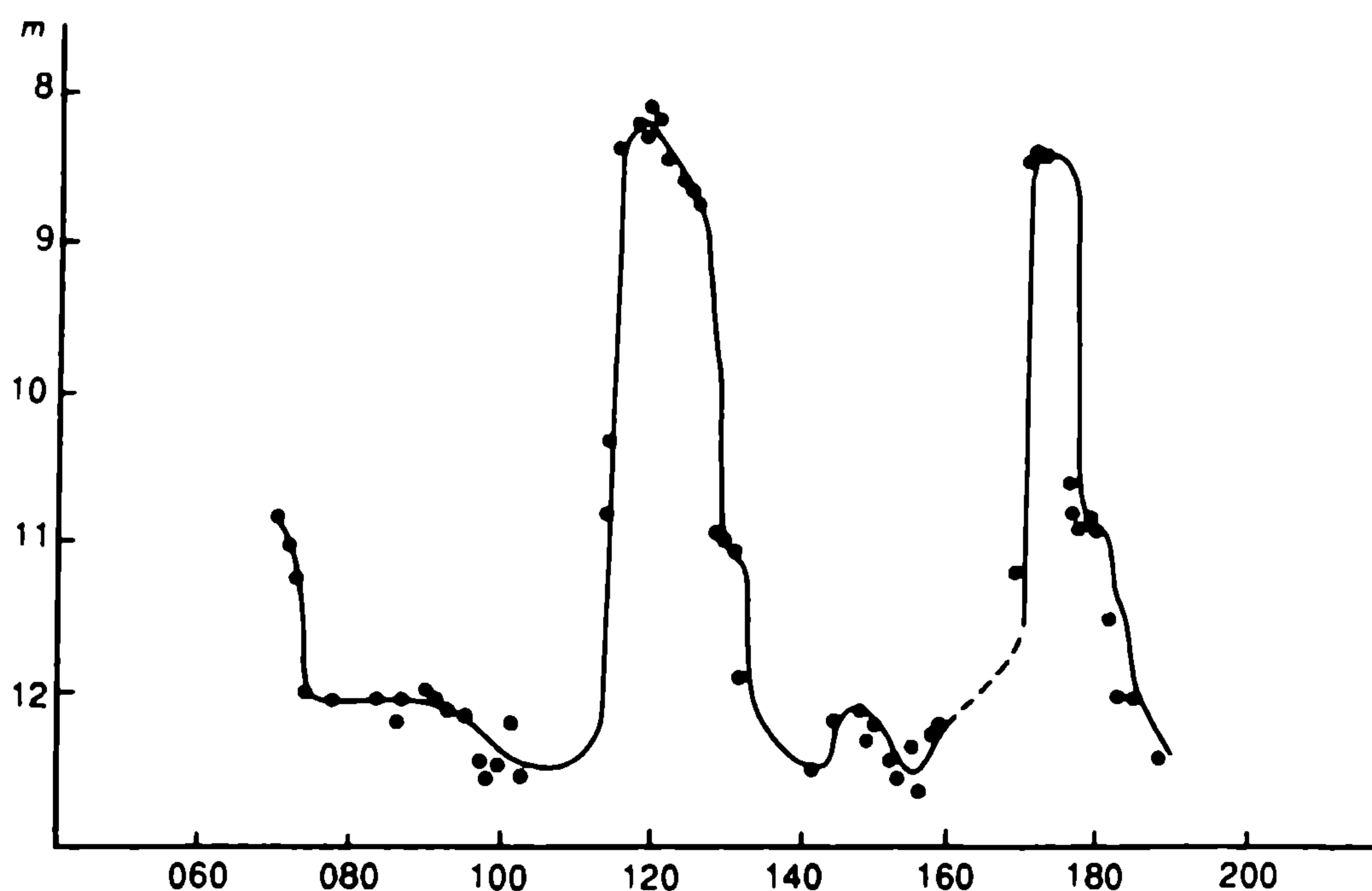
ких очень слабых (звездная величина около 27) планетарных туманностей в этой галактике. Чтобы точечные изображения туманностей сделать более различимыми, центральная часть галактики «передержана» (центральное яркое пятно), а планетарные туманности обведены кружками. Фотография получена Робинотом Циардулло (США) на 4-метровом рефлекторе обсерватории Серро-Тололо в Чили. Масштаб: 1' = 3.4 см, поле: 6'.8×7'.9. Север — вверху, восток — справа.

Этот снимок сыграл важную роль для идентификации при наблюдениях галактики NGC 1399 на 3,5-метровом Телескопе Новых

Технологий Европейской южной обсерватории. Австралийские наблюдатели М. Арнаболди и К. Фриман получили на этом телескопе спектры и измерили скорости 37 планетарных туманностей в NGC 1399. Эта галактика находится в центре скопления галактик Форнакс на расстоянии около 50 млн св. лет. Общая масса, оцененная по движениям, в 10 раз больше суммарной массы звезд и туманностей в ней. Это означает, что в NGC 1399 много «темной» материи.

По материалам
издательства ESO

Наблюдателям переменных: SS Лебедя



Карта окрестности SS Лебедя со звездами сравнения

Уэйда. Пер. с английского К. А. Постнова. М., Физматлит, 1993.

В спокойном состоянии SS Лебедя имеет небольшой визуальный блеск — около $11,8^m$, звезда как бы накапливает энергию для последующей резкой вспышки, которая может длиться несколько суток. Вспышки происходят не периодически, а циклически, так что предсказать, когда произойдет следующая вспышка, невозможно. Переменная SS Лебедя вспыхивает в среднем через 50 сут. Амплитуда вспышки зависит от продолжительности цикла: она тем больше, чем продолжительнее цикл. У SS Лебедя наблюдаются несколько видов вспышек, которые принято классифицировать как «короткие», «длинные» и «аномальные». Прослеживается тенденция к чередованию длинных и коротких вспышек а также к увеличению длительности спокойного состояния после более энергичных вспышек. Подъем блеска у SS Лебедя занимает обычно 1—2 сут, достигая блеска около $8,6^m$, возвращение к исходному состоянию длится несколько суток.

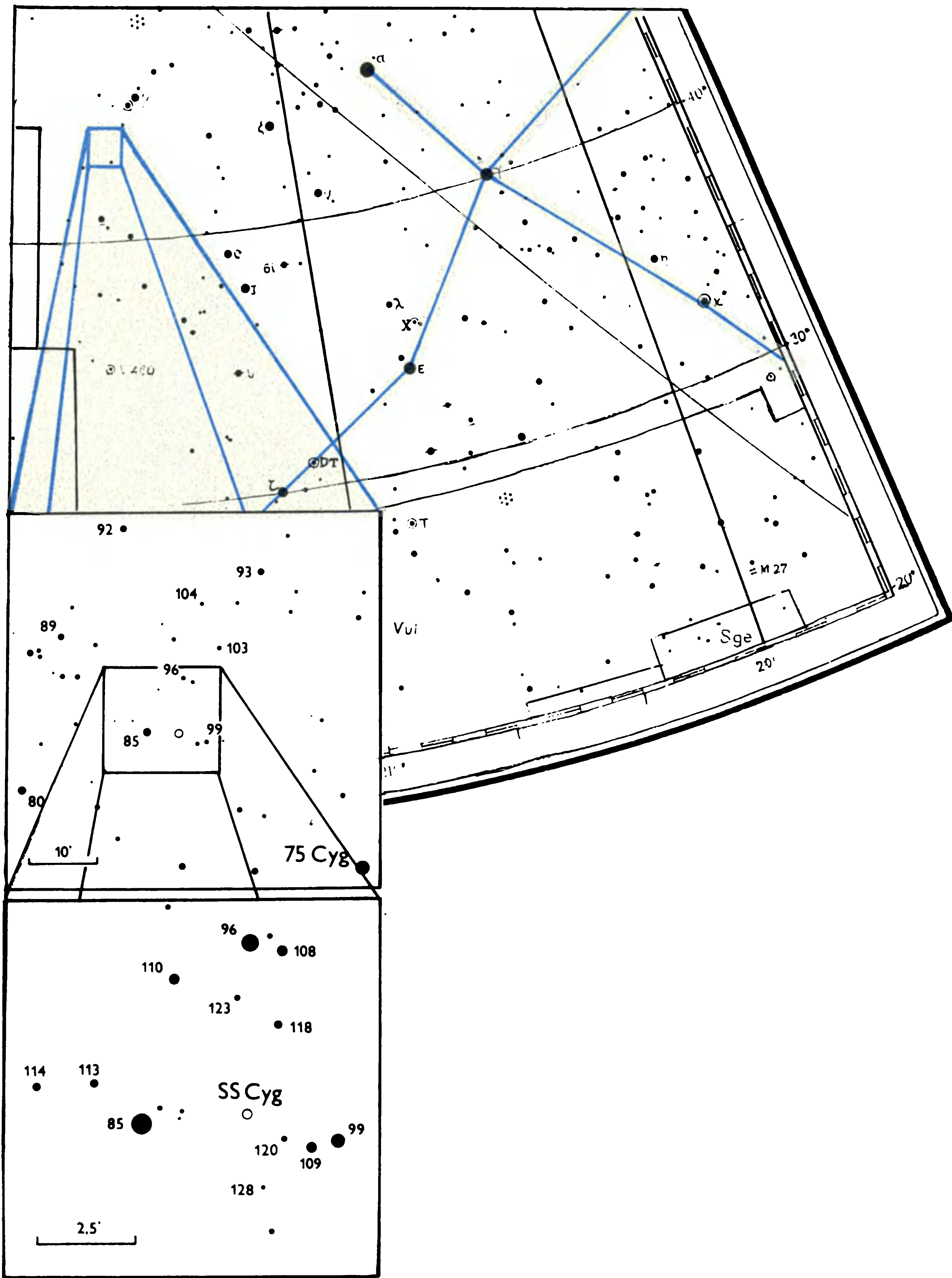
В наблюдательную ночь следует делать 2—3 оценки блеска SS Лебедя, как во время вспышки, так и в спокойном состоянии. Наиболее тщательно следует наблюдать начало вспышки звезды, увеличивая при этом частоту оценок блеска.

Результаты наблюдений следует присылать в Отдел переменных звезд Государственного Астрономического института им. П. К. Штернберга: 119899, Москва, Университетский просп., 13, ГАИШ, Отдел переменных звезд или автору статьи по адресу: 117419, Москва, улица Донская, 37, ДНТТМ, Обсерватория.

В. И. ЩИВЬЕВ

В мире звезд немало удивительных и экзотических объектов. Один из них — загадочная переменная SS Лебедя. Это самый популярный предмет исследований у любителей астрономии. Подобные звезды относят к классу карликовых новых, так как своими фотометрическими свойствами они напоминают повторные новые, хотя и с меньшим масштабом происходящих явлений. Это относится как к амплитуде блеска, так и к промежуткам времени между вспышками.

В настоящее время известно около 300 звезд этого типа. В отличие от вспышек «настоящих» новых, происходящих из-за ядерного горения на поверхности белого карлика, вспышки карликовых вызываются повышением темпа аккреции вещества на белый карлик в тесной двойной системе. Вспышки карликовых новых гораздо слабее, короче и происходят гораздо чаще вспышек «настоящих». Спектральная двойственность звезды SS Лебедя была открыта американским астрономом А. Джоем в 1952 г. Орбитальный период звезды оказался равным 6 ч 36 мин. Подробно о физических процессах, происходящих в таких тесных двойных системах, можно прочесть в книгах: К. Гоффмейстер, Т. Рихтер, В. Венцель «Переменные звезды», М., Наука, 1990 и «Взаимодействующие двойные звезды» под редакцией Дж. Е. Прингла и Р. А.

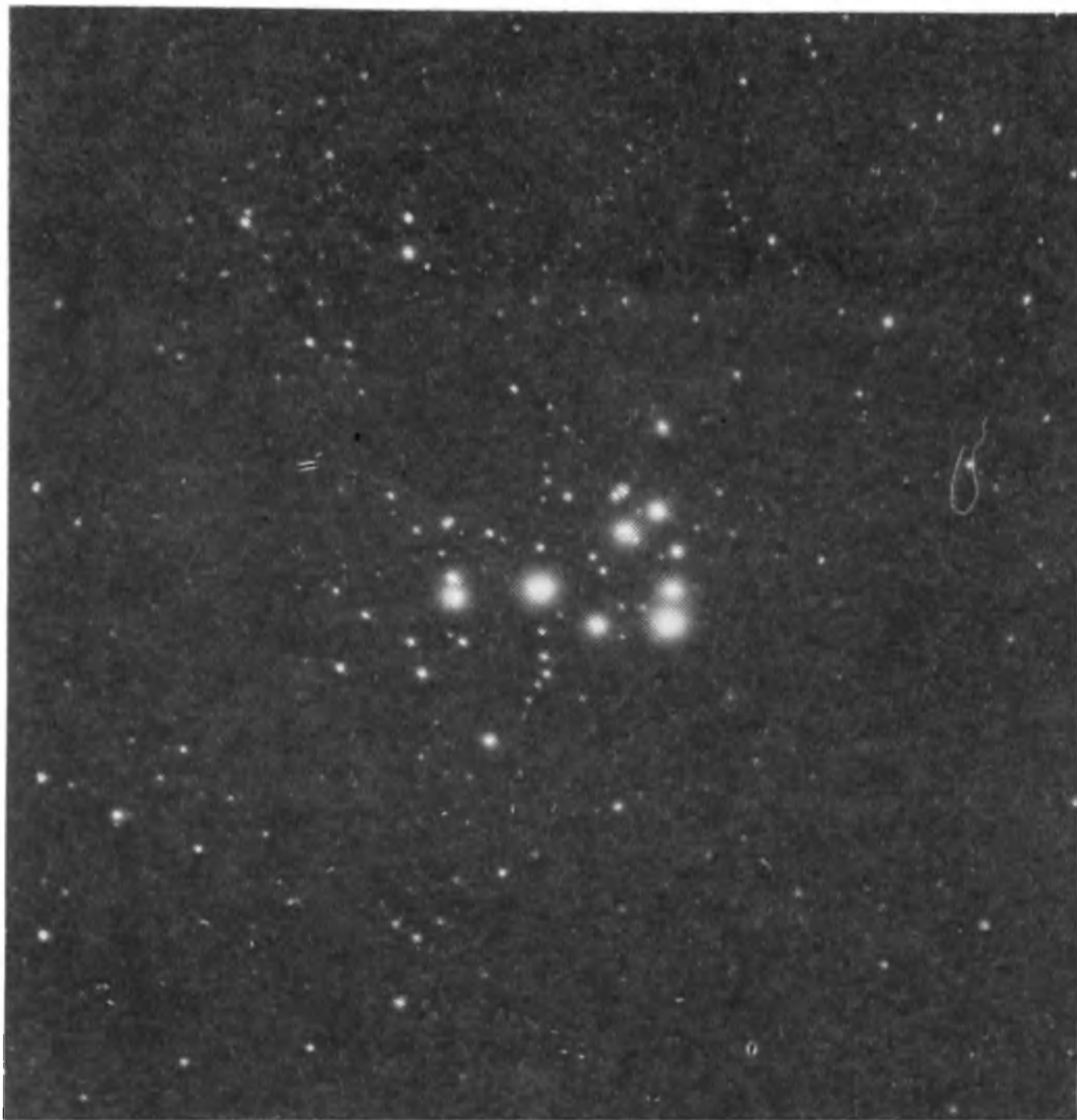


Приведен фрагмент кривой блеска SS Лебеда, построенной по наблюдениям астронома-любителя Щукина В. В. из Ставропольского края

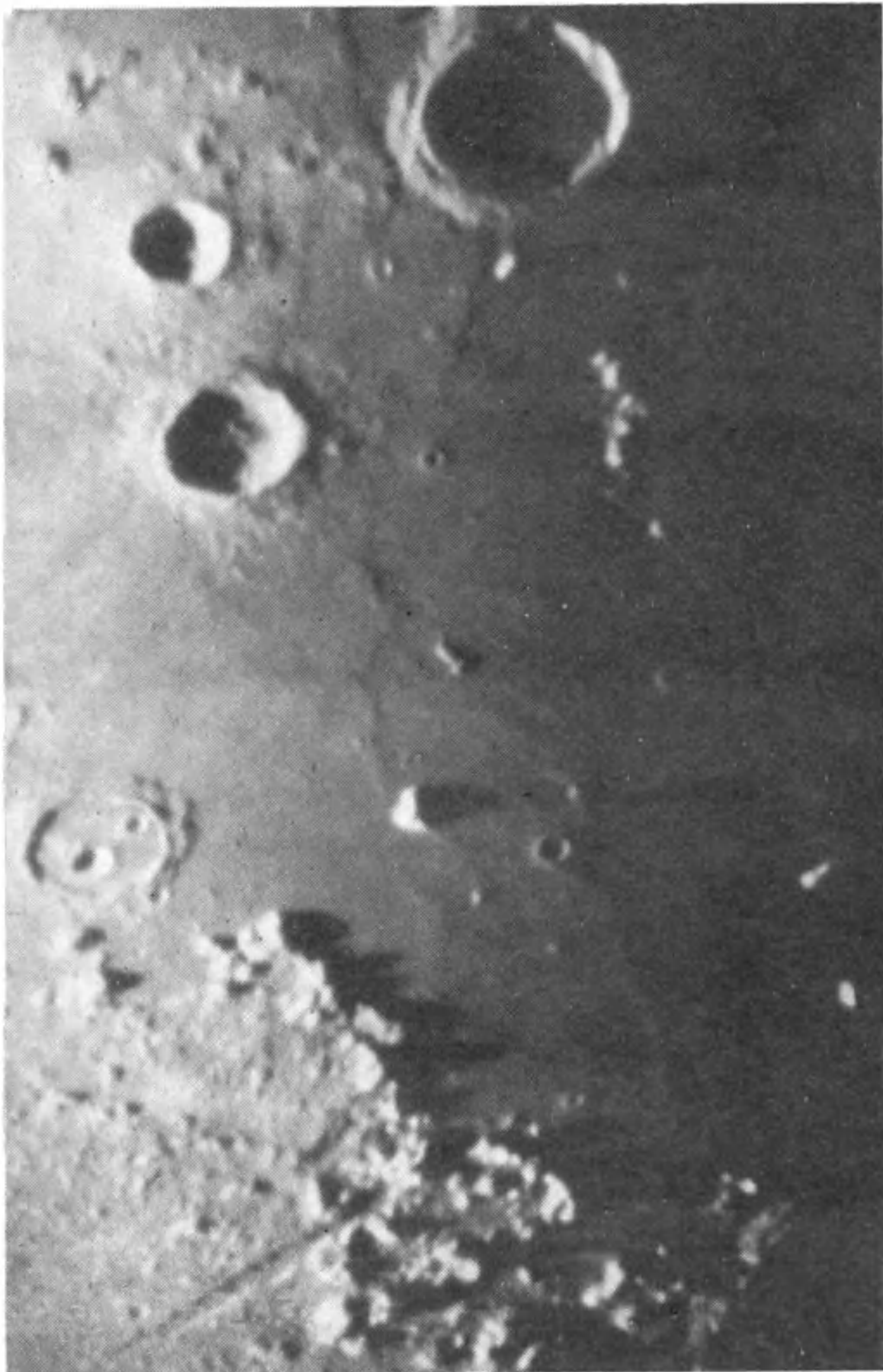
Фотографируют любители астрономии

На снимке, присланном 13 ноября 1993 г. любителем астрономии С. Н. Гребеневым из д. Родичи Котельничского района Кировской области, зарегистрировано рассеянное звездное скопление Плеяды. Сделав его с самодельным астрографом ($D = 75$ мм, $1:1,86$), обнаружили на снимке светлое пятно, чрезвычайно напоминающее изображение звезды. Сделав еще один кадр следующим вечером, в этом месте не обнаружили ничего похожего. Что это было — дефекты фотопленки или редчайший случай регистрации вспыхивающей звезды (оптического барстера)?

Не найдете ли Вы на своих снимках, сделанных в это же время, чего-то необычного?



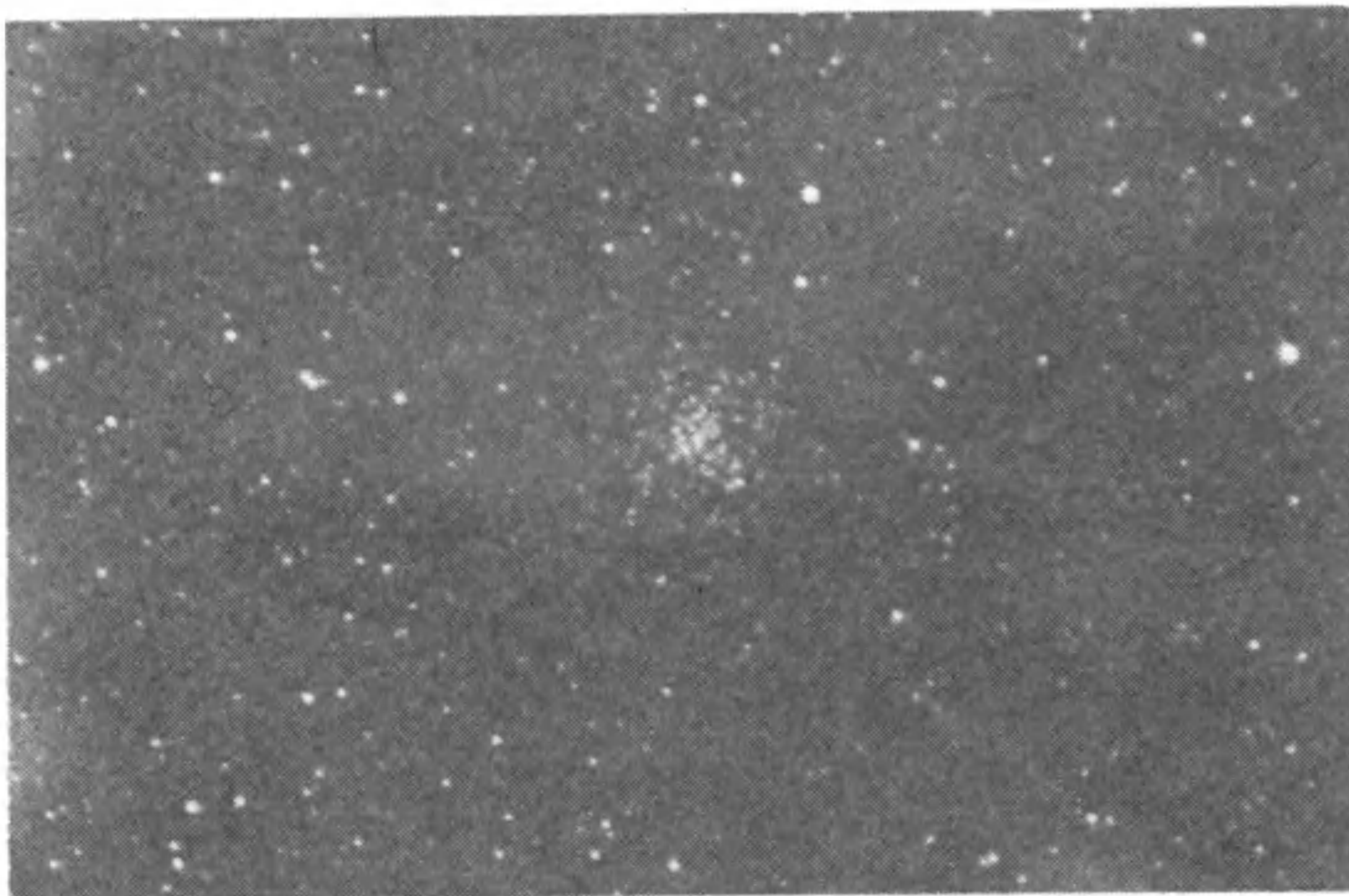
Большая Туманность Андромеды (M 31). Д. В. Киселев из с. Побегайловка Ставропольского края сделал этот снимок с фотообъективом «Гелиос-44-2», установленным на «Мицаре». Пленка «Негатив-400», выдержка 10 мин, увеличение при печати $32\times$



Лунные горы Альпы. Видна прямая Альпийская долина и Море Дождей с красивыми кратерами (Архимед, Автолик и др.). Снимок сделан Л. Л. Сикоруком (г. Новосибирск) окулярной камерой 315-миллиметрового рефлектора (относительное отверстие около 1:80). Выдержка 1/4 сек



Еще один снимок, сделанный Д. В. Киселевым. Сатурн сфотографирован на «Мицаре» с окулярным (96^{\times}) увеличением. Выдержка 10 сек., пленка «Н-400»



Рассеянное скопление М 37 в созвездии Возничего. Фото получено на пленке «Фото-250» с самодельным 60-миллиметровым ($1:4,7$) астрографом. Увеличение при печати $5,42^{\times}$

Гибель почвы означает гибель жизни



Человек, в сущности, совершенно не думает о том, что у него под ногами...

К. Чапек

ченной с должной глубиной и широтой», как подчеркивает автор предисловия академик РАН Г. В. Добровольский.

Авторы сравнивают почвенный покров Земли с шагреновой кожей из знаменитого романа О. Бальзака, имевшей мистическую связь с продолжительностью жизни ее владельца. Этим они подчеркивают, сколь важна почва для жизни на Земле. Ее с полным правом можно назвать **фундаментом биосферы**, о которой еще далеко не все известно, ибо, как говорится в книге, научное изучение звезд, столь далеко находящихся от нас, началось значительно раньше, чем систематическое познание почвенного слоя Земли.

Хотя первые сведения о почве появились еще до нашей эры, почвоведение как наука начала складываться лишь в конце XIX столетия, и первой роль в этом принадлежит великому русскому ученому **В. В. Докучаеву**. Жаль, что в книге мало рассказано о жизни человека, создавшего учение о почве, авторе классического труда «Русский чернозем». Впрочем, идеи Докучаева настолько пронизывают современное почвоведение, что его незримое присутствие ощущается на многих страницах книги.

Подробно изложена история возникновения почв на Земле, связанная с общей эволюцией планеты. **Предпочвы** появились около 3,5-3,8 млрд лет назад из измельченного выветри-

Действительно, прав Карел Чапек: оглядываясь вокруг, мы чаще замечаем бегущие облака, сверкающие вершины, пышную крону лесов, извивы рек и ледников, чем тот самый верхний слой земли, по которому ходим и на котором произрастают деревья, травы, который кормит нас и без которого едва ли возможна жизнь на планете.

В выпущенной в 1993 г. издательством «Наука» книге Е. Д. Никитина, Э. В. Гирусова «Шагреновая кожа Земли» речь идет о почве, «еще не оцененной по достоинству и не изу-

ванием самого верхнего слоя литосферы, но лишь в конце силура (около 400 млн лет назад) начался нормальный почвообразовательный процесс. Его суть во взаимодействии горной породы, климата, растительности, микроорганизмов. Физическое разрушение минералов сочетается со сложными биохимическими реакциями. На пересечении различных геосфер, координируя их, формируется почвенная оболочка — **педосфера**.

Она создает как бы защитный барьер литосферы, предохраняющий ее от чрезмерной эрозии, которая ежегодно перемещает с суши в океаны более 10 млрд т вещества. Почва образует **жизненное пространство**, где комфортно обитают различные группы живых организмов, устраивающих в ней свои жилища (норы), размещается корневая система всевозможных растений и ресурсы семян. Насыщенность «живым материалом» очень высока, достаточно сказать, что в одном грамме почвы содержится до 25 млрд клеток микробов.

Из почвы растения получают необходимые им питательные элементы: воду, азот, фосфор, калий, кальций и р., а также химические соединения, обеспечивающие уникальное свойство почвы — ее плодородие. «Почва — удивительное изобретение природы» — называется одна из глав книги. Превращение в почву камня означает резкий переход в иное состояние вещества, при этом происходит колоссальное увеличение активной поверхности, появление коллоидов, способных к попеременному набуханию и сжатию. Вещество одновременно существует в **трех фазовых состояниях**: большая пористость позволяет впитывать влагу и воздух и при определенных условиях освобождать их. Почва «дышит», осуществляя газообмен с атмосферой.

Из всех компонентов биосферы почва обладает наибольшей способностью к **накоплению информации** об изменениях в природной среде. Ее «феноменальная память» позволяет читать в почвенных разрезах «летопись» природных событий.

В тонком слое почвы сходятся разнообразные природные процессы,

сфокусированы общие для природы закономерности. Почва подвержена, и в сильной степени, даже космическому влиянию: она принимает поступающие из глубин Вселенной потоки вещества и энергии, являясь связующим звеном, обеспечивающим устойчивость планеты в ее взаимодействии с космосом.

Обмен почвы с космическим пространством очень интенсивен. В почву проникает космическое излучение различного происхождения, вещество метеоритов, космическая пыль. За год из космоса почвенный покров Земли вбирает в себя от десятков тысяч до миллионов тонн вещества.

Собирая и концентрируя в себе различные природные материалы и химические элементы и соединения, почва перерабатывает их с помощью микроорганизмов и растений, структурирует, гармонизирует, создает оптимальную среду для обитания растений и животных. Она, подчеркивают авторы книги, встает **«геохимическим барьером»** на пути фильтруемых ею вод в реки и озера, не пропускающая значительную часть вредоносных веществ. Разрушает токсичные продукты жизнедеятельности организмов, подавляет развитие болезнетворных микробов.

В то же время почва ранима и чутко реагирует на неблагоприятные воздействия извне. Загрязнение промышленными и бытовыми отходами, пестицидами, радиацией отравляет почву, и ей свойственна **утомляемость**, приводящая к разбалансировке исторически сложившихся круговоротов тепла и влаги, к снижению объема биомассы, к угнетению жизни. Гибель почвы означает гибель жизни. Не случайно последняя глава книги называется «Сохраним почву — сбережем жизнь на планете». К сожалению, мысль авторов часто уходит от темы в сторону общеэкологических проблем, а ведь у книги — свой «герой».

Авторы предлагают создать заповедную сеть почв различного рода, определить эталонные почвы и учредить **единую общегосударственную почвенную службу**.

В. А. МАРКИН,
кандидат географических наук



Космическая поэзия

«И звезды люблю я...»

«Удивительной психологической загадкой» назвал Афанасия Фета автор одной старой статьи. Всю жизнь в одном человеке жили двое — Шеншин и Фет. Помещик и поэт. В его натуре соединялось прозаическое и поэтическое. Обыденность и идеал. Земное и небесное.

Сферу идеала для Фета образует красота, которая «разлита по всему мирозданию».

Многие произведения А. Фета рисуют картины ночного пейзажа, они передают чувства, мысли, пробуждаемые в душе поэта. Сам он признается в стихах: «Ночью как-то вольнее дышать мне, как-то просторней...» Земная ночь — частица мирового гармонического целого; потому так необычайно родственны отношения души поэта с космической бесконечностью, звездами. Из фетовских стихотворений можно составить целый «звездный цикл», так много писал он о звездах, вновь и вновь находя в звездном небе вдохновение.

Одна из вершин «звездной лирики» Фета — стихотворение, которое Чайковский ставил «наравне с самым высшим, что только есть высокого в искусстве»:

«На стог сена ночью южной
Лицом ко тверди я лежал,
И хор светил, живой и дружный,
Кругом раскинувшись дрожал...»

«Что ты за существо — не понимаю... — писал А. Фету на склоне их

лет Я. Полонский. — Откуда у тебя берутся такие возвышенно-идеальные, такие юношественно-благоговейные стихотворения? Если ты мне этого не объяснишь, то я заподозрю, что внутри тебя сидит другой, никому не ведомый... невидимый человек... с глазами из лазури и звезд, и окрыленный!»

Л. М. МАРИЧЕВА,
Д. А. КАВЫРШИНА,
старшие научные сотрудники
Государственного литературного
музея, г. Орел

* * *

Я долго стоял неподвижно,
В далекие звезды вглядясь,—
Меж теми звездами и мною
Какая-то связь родилась.

Я думал... не помню, что думал;
Я слушал таинственный хор,
И звезды тихонько дрожали,
И звезды люблю я с тех пор...

(1843)

* * *

Если зимнее небо звездами горит
И мечтательно светит луна,
Преодо мною твой образ, твой дивный
скользит,
Словно ты из лучей создана.

И светла и легка, ты несешься туда...
Я гляжу и молю хоть следов.
И светла и легка — но зато ни следа;
Только грудь обуяет любовь.

И летел бы, летел за красою твоей —
И пускай в небе звезды горят
И быстрее и светлей мириады лучей
На пылинки ночные глядят.

(1843)

* * *

Тихая, звездная ночь,
Трепетно светит луна;
Сладки уста красоты
В тихую, звездную ночь.

Друг мой! В сиянии ночном
Как мне печаль превозмочь?..
Ты же светла, как любовь,
В тихую, звездную ночь.

Друг мой, я звезды люблю —
И от печали не прочь...
Ты же еще мне милей
В тихую, звездную ночь.

(1842)

* * *

На стоге сена ночью южной
Лицом ко тверди я лежал,
И хор светил, живой и дружный,
Кругом раскинувшись, дрожал.

Земля, как смутный сон немая,
Безвестно уносилась прочь,
И я, как первый житель рая,
Один в лицо увидел ночь.

Я ль несся к бездне полуночной,
Иль сонмы звезд ко мне неслись?
Казалось, будто в длани мощной
Над этой бездной я повис.

И с замираньем и смятеньем
Я взором мерил глубину,
В которой с каждым я мгновеньем
Все невозвратнее тону.

(1857)

* * *

С какой я негою желанья
Одной звезды искал в ночи!

Как я любил ее мерцанье,
Ее алмазные лучи!
Хоть на заре, хотя мгновенно
Средь набежавших туч видна,
Она так явно, так нетленно
На небе теплится одна.

Любовь, участие, забота
Моим очам дрожали в ней
В степи, с речного поворота,
С ночного зеркала морей.

Но столько думы молчаливой
Не шлет мне луч ее нигде,
Как у корней плакучей ивы,
В твоём саду, в твоём пруде.

(1863)

* * *

Как нежишь ты, серебряная ночь,
В душе расцвет немой и тайной силы!
О, окрыли — и дай мне превозмочь
Весь этот тлен, бездушный и унылый!

Какая ночь! Алмазная роса
Живым огнем с огнями неба в споре,
Как океан, разверзлись небеса,
И спит земля — и теплится, как море.

Мой дух, о ночь, как падший серафим,
Признал родство с нетленной жизнью
звездной
И, окрылен дыханием твоим,
Готов лететь над этой тайной бездной.

(1865/?)

Майская ночь

Отсталых туч над нами пролетает
Последняя толпа.
Прозрачный их отрезок мягко тает
У лунного серпа.

Царит весны таинственная сила
С звездами на челе —
Ты, нежная! Ты счастья мне сулила
На суетной земле.

А счастье где? Не здесь в среде
убогой,
А вон оно — как дым

За ним! за ним! воздушною дорогой —
И в вечность улетим!

(1870)

Молчали листья, звезды рдели
И в этот час
С тобой на звезды мы глядели,
Они — на нас.

Когда всё небо так глядится
В живую грудь,
Как в этой груди затаится
Хоть что-нибудь?

Все, что хранит и будит силу
Во всем живом,
Все, что уносится в могилу
От всех тайком.

Что чище звезд, пугливей ночи,

Страшнее тьмы,
Тогда, взглянув друг другу в очи,
Сказали мы.

(14 ноября 1859)

Угасшим звездам

Долго ль впивать мне мерцание ваше,
Синего неба пытливые очи?
Долго ль чуют, что выше и краше
Вас ничего нет во храмине ночи?

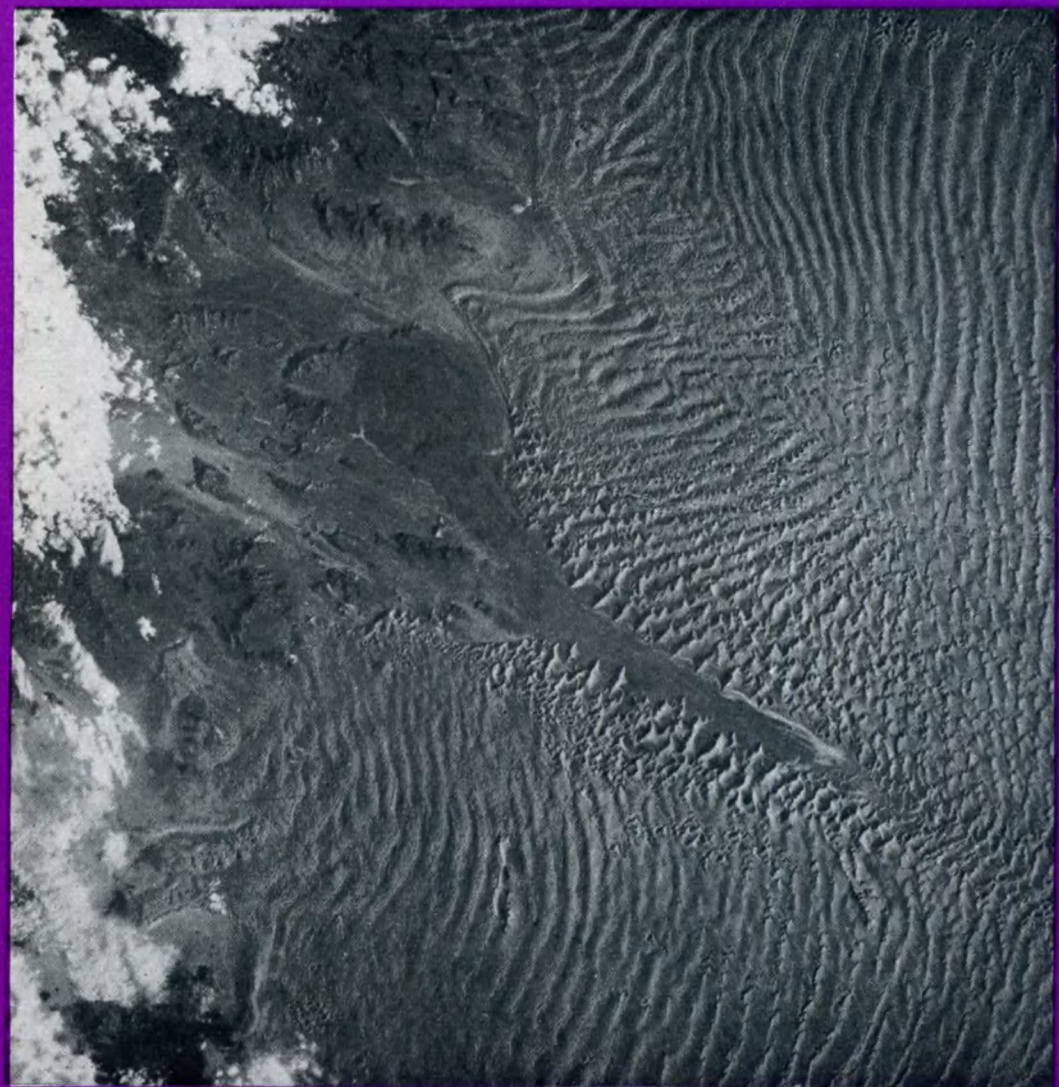
Может быть, нет вас под теми огнями:
Давняя вас погасила эпоха,—
Так и по смерти лететь к вам стихами,
К признакам звезд, буду признаком
вздоха!

(6 мая 1890)

Заведующая редакцией Г. В. МАТРОСОВА, Зав. отделом наук о Земле В. А. МАРКИН,
Зав. отделом космонавтики А. Ю. ОСТАПЕНКО, Художественный редактор М. С. ВЬЮШИНА,
Литературный редактор Е. А. НИКИТИНА, Младший редактор Л. В. РЯБЦЕВА,
Корректоры: В. А. ЕРМОЛАЕВА, Л. М. ФЕДОРОВА
Номер оформили: Р. В. ЕРМАКОВА, Ю. А. ТЮРИШЕВ,
О. В. ЛЕВАШОВА

Сдано в набор 5.05.94. Подписано в печать Формат бумаги 70 × 100¹/₁₆.
Офсетная печать. Уч.-изд. л. 12,2 Усл. печ. л. 10,2 Усл. кр.-отт. 343 Бум. л. 3,5.
Тираж 3292 экз. Заказ 1204.

Адрес редакции: 117810, ГСП-1, Москва, Мароновский пер.,
д. 26, ж-л Земля и Вселенная
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Адрес типографии: 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6





Каталожная цена 1478 р.

ВО «Наука»
Цена 800 р.
Индекс 70336