

Стражи

Голоса

ЖИРАФ



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

3/87

На орбите — станция «Мир»

Продолжается космическая вахта, которую несут на борту орбитального пилотируемого комплекса «Мир» космонавты Романенко Юрий Викторович и Лавейкин Александр Иванович.



Старт космического корабля
«Союз ТМ-2»
6 февраля 1987 года

Фото ТАСС



Экипаж космического корабля «Союз ТМ-2»: командир летчик-космонавт СССР дважды Герой Советского Союза полковник Юрий Викторович Романенко (слева) и бортинженер Александр Иванович Лавейкин

Фото ТАСС

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

Земля и Вселенная

МАЙ • ИЮНЬ

3/87

Навстречу 70-летию Великого Октября

В номере:

Котельников В. А.— С. П. Королев — выдающийся конструктор ракет и космических кораблей
Батурин Г. Н.— Фосфориты в океане
Шакура Н. И., Постнов К. А.— Ультратесные двойные звезды
Резанов И. А.— Загадки океанов
Комберг Б. В.— «Сверхсветовые» движения в радиоисточниках
Зайцев Ю. И.— Эхо землетрясений в космосе

ЛЮДИ НАУКИ

Памяти Абрама Леонидовича Зельманова

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Ломадзе Р. Д.— «Плазменная астрофизика-86»
Спасский Н. Н.— VIII съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Гершберг Р. Е.— Школа по наблюдательной астрофизике

ЭКСПЕДИЦИИ

Пономарева Л. А.— В море Скотия

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

4 Суворов П. М., Полозков И. А.— Как отбирали первых космонавтов 72

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

24 Уго Давила, Юревич В. А.— Пирамиды Кочасни — археоастрономический календарь? 76

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Розенблюм Н. Д., Шевченко М. Ю.— Как построить вертикальные солнечные часы 81

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕКОПОСТРОЕНИЕ

Курцман А. С.— Электронно-механический привод телескопа 89

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

57 Лунин А.— Чумные годы 92
Романенко В. П. Стихи 99

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Маров М. Я.— «Астрономическому вестнику» — двадцать лет 100
Славинский К. Б.— Новый взгляд на структуру Земли 104
Шингарева К. Б.— Доступно и точно об истории астрономии 107

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите — станция «Мир» [2]; Телескопы-гиганты: их будущее и прошлое [3]; Новые книги [23, 52, 56, 64, 71, 91, 106, 108]; Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1986 года) [36]; Озонный слой истощается [50]; Айсберги-гиганты [50]; Углеродные звезды «коптят» [61]; Мезомасштабные вихри в океане [71]; «Горячая модель» образования галактик [88]; Новые книги издательства «Наука» [90, 91]; Солнце в декабре 1986 года — январе 1987 года [98]; Напризы погоды (второе полугодие 1986 года) [109]; Уникальные озера [110]; Сенсация в астрофизике [111].

На орбите — станция «Мир»

9 февраля 1987 года космонавты Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин продолжали запланированные операции по переводу станции в режим пилотируемого полета. После завершения намеченных работ по расконсервации базового блока космонавты приступили к разгрузке корабля «Прогресс-27». В помещении станции они переносили контейнеры с продуктами, оборудованием, приборами, научную аппаратуру и размещали их на штатные места.

С помощью двигательной установки грузового корабля 11 февраля была осуществлена коррекция орбитального комплекса. 13 февраля у Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкина завершилась первая неделя космической вахты. По плану дооснащения станции в этот день экипаж занимался в основном установкой новых приборов и оборудования, проверкой их функционирования. Распорядком были предусмотрены также занятия физическими упражнениями.

В последующем космонавты монтировали медицинскую аппаратуру, привезенную «Прогрессом-27», и проверяли ее функционирование. По мере разгрузки автоматического транспортного корабля они заполняли его отсек отработавшим оборудованием. Когда была проверена герметичность топливных магистралей и откачки сжатого азота из баков, произвели дозаправку объединенной двигательной установки

«Мира» горючим. 16 февраля выполнили первое комплексное медицинское обследование экипажа.

20 февраля у Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкина началась третья неделя орбитального полета. В этот день экипаж приступил к геофизическим исследованиям — проводил визуальные наблюдения отдельных районов земной поверхности. Вечером с использованием двигательной установки грузового корабля «Прогресс-27» проведена еще одна коррекция орбиты пилотируемого комплекса. 20 февраля исполнился год, как станция «Мир» функционирует в околоземном космическом пространстве. Все системы ее работают нормально.

25 февраля завершился полет автоматического транспортного корабля «Прогресс-27», выведенного на околоземную орбиту 16 января 1987 года. По командам из Центра управления «Прогресс-27» был сориентирован в пространстве, а затем в 18 ч 17 мин московского времени включилась его двигательная установка. В результате торможения грузового корабль перешел на траекторию спуска, вошел в плотные слои атмосферы и прекратил существование. К 27 февраля, когда началась четвертая неделя орбитального полета, параллельно с работами по дооснащению базового блока космонавты выполнили ряд экспериментов. На установке «Пион-М» были начаты исследования по космическому материаловедению. Цель их — изучение процессов тепло- и

массопереноса в жидких средах в условиях микрогравитации.

3 марта 1987 года в 14 ч 14 мин московского времени в Советском Союзе произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс-28» — для доставки на станцию расходных материалов и различных грузов. В этот день проводилось очередное медицинское обследование экипажа, выполнен ряд медико-биологических исследований. В задачу эксперимента «Колосок» входило исследование динамики структурообразования аэрозолей в условиях невесомости.

5 марта 1987 года в 15 ч 43 мин московского времени осуществлена стыковка корабля «Прогресс-28» с орбитальным пилотируемым комплексом «Мир» — «Союз ТМ-2». Грузовой корабль был пристыкован со стороны агрегатного отсека. «Прогресс-28» доставил топливо для объединенной двигательной установки, продукты, воду, оборудование и аппаратуру для дооснащения станции «Мир», а также почту.

6 марта исполнился месяц, как Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин несут космическую вахту на орбите. Космонавты открыли переходные люки, осмотрели привезенное «Прогрессом-28» оборудование и начали его разгрузку. В предстоящие дни на установке «Пион-М» была выполнена серия экспериментов «Вихрь». Они предназначены для исследования конвективных течений в жидкости, вызванных силами поверхностного натяжения при

Продолжение. Начало в №№ 3—5, 1986; № 2, 1987.

наличии градиента температур.

С использованием двигательной установки грузового корабля 9 марта проведена коррекция орбиты комплекса «Мир». В тот же день космонавты установили дополнительные блоки автоматики в системе электропитания, а 10 марта закончили монтаж и проверили функционирование технологической установки «Корунд». Она предназначена для производства в условиях микрогравитации полупроводниковых материалов с улучшенными характеристиками.

У Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкина 13 марта завершилась пятая неделя орбитального полета, у них был очередной медицинский день. Регистрация физиологических параметров

проводилась с применением многофункциональной аппаратуры «Гамма» и ультразвукового кардиографа. На установке «Корунд» начат эксперимент по космическому материаловедению.

Большую часть рабочего времени 17 марта экипаж занимался геофизическими исследованиями. Космонавты продолжали дооснащение базового блока орбитального комплекса оборудованием, доставленным грузовым кораблем «Прогресс-28».

20 марта исполнилось шесть недель, как на околоземной орбите работают Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин. Космонавты уже завершили разгрузку транспортного корабля «Прогресс-28». Все доставлен-

ные им грузы перенесены в помещение станции, перекачана питьевая вода. В этот день большую часть рабочего времени Ю. В. Романенко и А. И. Лавейкин занимались геофизическими экспериментами. Они проводятся в рамках обширной программы исследования природных ресурсов и изучения окружающей среды. С помощью стационарной аппаратуры и спектрометров экипаж выполнил несколько серий съемки различных районов нашей страны, в том числе территории республик Средней Азии, Прикаспийской низменности, Кавказа.

(По материалам ТАСС)

Продолжение следует

Телескопы-гиганты: их будущее и прошлое



На горе Мауна Кеа (Гавайские острова) Калифорнийский технологический институт (США) предполагает построить телескоп с мозаичным зеркалом диаметром 10 метров (состоящим из 36 шестиугольных сегментов). На осуществление проекта выделено 70 млн. долларов. В зарубежной печати широко рекламируется проект телескопа, но отмечается, что строительство такого гиганта отрицательно скажется на реализации проектов менее крупных телескопов: В частности, Техасский университет еще с 1979 года планирует сооружение 7-метрового телескопа с одним монолитным зеркалом. Телескоп предполагается установить в обсерватории Мак-Дональд в Западном Техасе. Однако до сих пор для этого так и не удалось получить необходимые 50 млн. долларов. Власти штата Техас недавно вторично отклонили просьбу субсидировать 5 млн. долларов на покупку зеркала, так как они считают: строи-

тельство 7-метрового телескопа уже не сможет заинтересовать потенциальных заказчиков в условиях широкой рекламы «самого большого телескопа в мире». Тем более, что готовится участок и для второго 10-метрового телескопа, который планируется использовать в паре с первым для оптической интерферометрии.

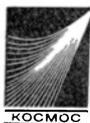
Ассоциация университетов по исследованиям в области астрономии рассмотрела проект Национального телескопа новой технологии (NNTT) — инструмента с четырьмя 7,5-метровыми зеркалами. Его планирует построить Национальное научное общество. Однако, несмотря на явные преимущества NNTT, в частности его светосила в 2 раза, а угловое разрешение в 1,5—2 раз больше, чем у 10-метрового телескопа, очень сложно будет убедить конгресс голосовать за ассигнование из федеральных фондов

суммы в 150—200 млн. долларов.

8-метровый телескоп с монолитным зеркалом планирует построить и Аризонский университет. Этот телескоп хотели установить в обсерватории Маунт Вилсон. Заметим, что совсем недавно на этой обсерватории перестал работать 2,5-метровый рефлектор, являющийся родоначальником всех крупных телескопов. Причина — значительный сдвиг опоры, на которой укреплен сам телескоп. Во время официальной церемонии закрытия телескоп был в последний раз направлен на звезду Капелла — именно она стала первым объектом наблюдений в 1917 году, когда начались работы на этом инструменте. На обсерватории Маунт Вилсон по той же причине планируется закрытие еще двух телескопов — 1,5-метрового и башенного солнечного.

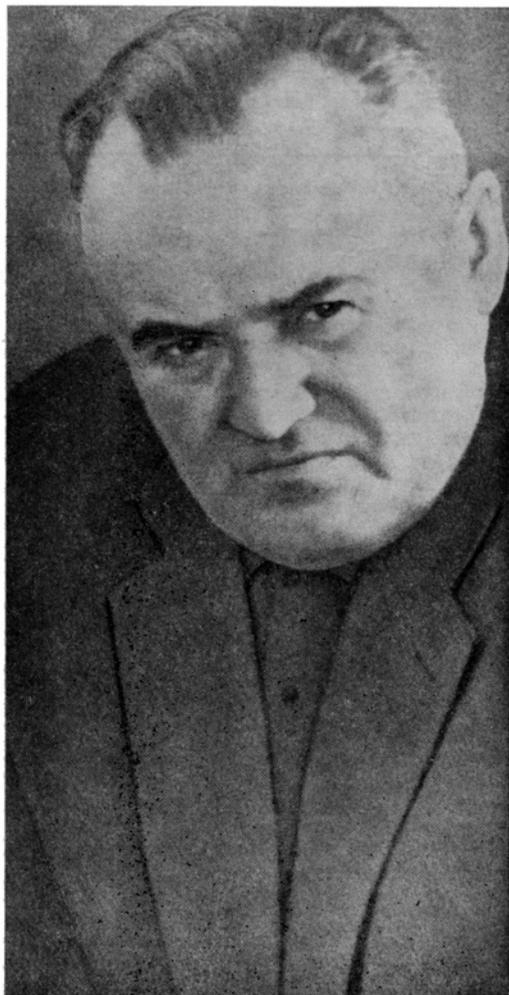
Кандидат
физико-математических наук
Л. В. ТИМОШЕНКО

Председатель Совета «Интеркосмос»
вице-президент АН СССР
академик В. А. КОТЕЛЬНИКОВ



С. П. Королев — выдающийся конструктор ракет и космических кораблей

Этот год юбилейный — мы отмечаем 70-летие победы Великой Октябрьской социалистической революции и установления Советской власти. Победа российского пролетариата, одержанная под руководством Коммунистической партии и великого Ленина, привела к построению социалистического общества, открывшего для человечества новые возможности быстрого и гуманного развития. Она позволила нашей стране выйти на самые передовые позиции в мире по многим направлениям, одно из которых — освоение космического пространства. Космическая эра человечества началась с запуска первого искусственного спутника Земли 4 октября 1957 года. Это всемирно-историческое со-



* В основу статьи положен доклад, с которым выступил 12 января 1987 года академик В. А. Котельников на торжественном заседании в Колонном зале Дома союзов, посвященном 80-летию со дня рождения С. П. Королева.



Президиум торжественного заседания в Колонном зале Дома союзов, посвященного 80-летию со дня рождения С. П. Королева (12 января 1987 года)

Фото И. В. НОВИКОВА

На трибуне — академик В. А. Котельников



Выступает космонавт-2 Г. С. Титов



бытие, осуществленное советским народом, навеки связано с делами и именем его славного сына, дважды Героя Социалистического Труда Сергея Павловича Королева — коммуниста, крупнейшего ученого, академика, конструктора и организатора промышленности, воспитанного советской действительностью. В том, теперь уже далеком, хотя еще живом в памяти многих из нас, 1957 году имя пятидесятилетнего инженера, члена-корреспондента Академии наук СССР С. П. Королева производило впечатление лишь на тех, кто непосредственно участвовал в развитии советской ракетной техники. Сейчас имя Королева, как человека, открывшего землянам путь в космос, пользуется всемирной известностью и почетом. Его именем названы не только улицы и площади земных городов, горные вершины и перевалы, морские суда, промышленные предприятия и вузы, но и крупный кратер-талассоид на Луне, один из астероидов, кратер на Марсе и многое, многое другое.

Чем дальше отодвигается от нас время его деятельности, чем больше мы узнаем связанных с нею конкретных фактов и чем глубже осмысливаем ее с разных сторон, тем все более впечатляющими представляются нам жизненный подвиг этого работавшего рядом с нами человека, его громадная роль в освоении новой поистине бескрайней области человеческой деятельности, о которой сам Королев ровно четверть века назад сказал лучше любого философа или поэта: «Космонавтика имеет безграничное будущее и ее перспективы беспредельны, как сама Вселенная».

ПЕРВЫЕ ШАГИ ТВОРЧЕСКОГО ПУТИ

С. П. Королев сделал их еще совсем молодым, когда подхваченный волной всенародного движения за создание Красного Воздушного Флота, он увлекся планеризмом и самостоятельно разрабатывал и создавал планеры. На сконструированном им планере «Коктебель» 22-летний Королев в 1929 году совершил выдающийся по продолжительности полет, длившийся свыше 4 часов. Созданный им планер «Красная звезда» был первым в мире планером, специально спроектированным для выполнения фигур высшего пилотажа и действительно впервые обеспечил их выполнение в свободном полете. Его авиетка СК-4 обладала рекордными для легкого самолета весовыми показателями. Планер СК-6 был первым планером, целиком построенным из нового тогда сплава «электрона». А двухместный планер СК-9 отличался повышенной прочностью конструкции и предназначался для особых экспериментальных исследований. Полученный им опыт конструктора, автора проекта, летчика-испытателя помог Королеву в дальнейшем стать выдающимся руководителем крупных технических разработок.

Стремление создавать необычное, прокладывать новые пути в покорении воздушного пространства закономерно привело Сергея Павловича к стремлению освоить реактивный принцип полета, воплотить в жизнь провозглашенный К. Э. Циолковским лозунг: «За эрой аэропланов винтовых должна следовать эра аэропланов реактивных или аэропланов

стратосферы». Но как ни велико было тогда желание молодого авиаконструктора поставить на свой летательный аппарат реактивный двигатель, оно было невыполнимо. Такого двигателя в то время еще не существовало. Другой бы на месте Королева вообще отступил от мечты или стал бы ждать, когда такой двигатель появится. А Сергей Павлович начал активно искать специалистов, которые смогли бы создать подобный двигатель и в результате познакомился с Фридрихом Артуровичем Цандером, экспериментировавшим в ЦИАМе с лабораторным реактивным двигателем.

Цандер мечтал разработать ракетный двигатель для самолета, но у него не было заказчика. Надо было смотреть очень далеко вперед и быть великим энтузиастом, чтобы взять на себя крайне сложную и еще не популярную тогда задачу проложить ракетному двигателю путь в небо. Королев и Цандер оказались именно такими энтузиастами, сплотившими вокруг себя молодежь. Они, с помощью добровольного общества Осоавиахим, в сентябре 1931 года организовали Группу изучения реактивного движения — легендарный ГИРД, который уже в августе 1933 года осуществил полет первой в Советском Союзе жидкостной ракеты. Еще раньше, с 1929 года, работы по жидкостной ракетной технике велись в Ленинграде, в Газодинамической лаборатории. Успешная работа коллективов ГИРДа и Газодинамической лаборатории послужила основанием для организации в Москве первого в мире Реактивного научно-исследовательского института — РНИИ.

Сначала руководство РНИИ не разделяло мнение Королева — считало работу над ракетопланами преждевременной. Но в РНИИ Королеву важна была сама возможность вносить вклад в развитие ракетной техники. Он сосредоточил в первое время свои усилия на решении проблемы создания автоматически управляемых крылатых ракет. А проблему ракетоплана продолжал исследовать теоретически. Он пишет книгу «**Ракетный полет в стратосфере**», где подытоживает опыт работы ГИРДа и излагает те основные принципы конструирования ракетной техники, на которые опирается все ее дальнейшее развитие в нашей стране. Получив от Королева эту книгу, К. Э. Циолковский высоко оценил ее как «разумную, содержательную и полезную». 5 апреля 1934 года Королев выступает с докладом на Всесоюзной конференции по изучению стратосферы, созванной Академией наук СССР по инициативе академика С. И. Вавилова. Он был посвящен проблемам, стоящим на пути осуществления ракетного полета человека. Доклад Королева привлек внимание широкой научно-технической общественности.

Но впоследствии С. П. Королев сумел обратить в свою веру и руководство РНИИ.

Штурм стратосферы в те годы был одним из направлений освоения самых передовых рубежей научно-технического прогресса и пользовался в стране огромной популярностью. Это и использовал Сергей Павлович, организовав в марте 1935 года с помощью авиационного отделения Всесоюзного научно-технического общества (Авиавнито), уже при

поддержке руководства РНИИ, Всесоюзную конференцию по применению реактивных летательных аппаратов к освоению стратосферы. В своем докладе «**Крылатая ракета для полета человека**» Королев подробно рассмотрел возможности применения реактивных двигателей разного типа на ракетопланах различных схем. В своем заключительном слове на конференции он провозглашает лозунг: «Ракеты должны быть делом всей советской общности». Сергей Павлович ратует за такое же процветание ракетного дела, какого достигло авиационное, отмечая, что «если это будет, то будет и то время, когда первый земной корабль впервые покинет Землю».

В мае 1935 года Королев был назначен руководителем сектора крылатых ракет в РНИИ, а в феврале 1936 года в этом институте был создан специальный отдел ракетных летательных аппаратов во главе с Королевым — с секторами: крылатых ракет, баллистических ракет, систем автоматического управления и ракетопланов. Работы по их созданию были, наконец, включены в план института.

ПРЕДВОЕННЫЕ И ВОЕННЫЕ ГОДЫ

К середине 1938 года в РНИИ на уровне экспериментальных образцов создали крылатые жидкостные ракеты для запуска с наземной ракетной катапульты и с тяжелого самолета. Кроме того, велась отработка баллистической ракеты с гироскопической системой управления. И наконец, были разработаны проекты высотного экспериментального ракетоплана и ракетного истре-

бителя-перехватчика, а в качестве первого шага к их осуществлению, на базе планера СК-9, о котором уже говорилось, сконструировали ракетоплан-лабораторию и начали его испытания. К сожалению, сложившиеся в то время условия не позволили довести все эти работы до конца.

Деятельность большинства сотрудников РНИИ в то время сосредоточивалась на создании того ракетного оружия, которое можно было сдать на вооружение в кратчайшие сроки — многозарядных установок с пороховыми ракетными снарядами, известных сегодня всем как «Катюши». Эффект от использования в войне советских «Катюш» и немецких ракет дальнего действия Фау-1 и Фау-2 показал, что сделанный у нас выбор был правильным.

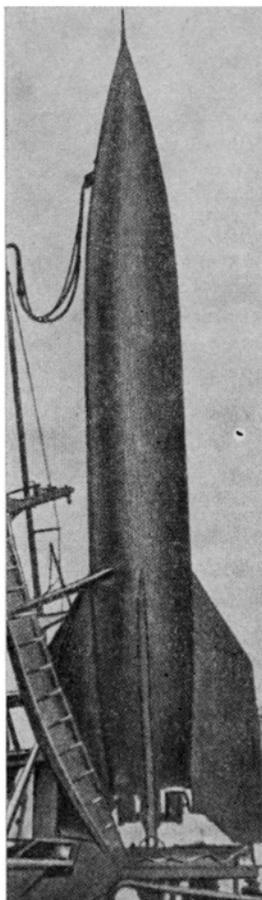
С конца 1939 года С. П. Королев начал работать в авиационном конструкторском бюро под руководством А. Н. Туполева, где он принимал участие в разработке фронтального бомбардировщика ТУ-2. В этот же период были продолжены огневые испытания ракетоплана Королева с усовершенствованным двигателем. 28 февраля, 2 и 3 марта 1940 года летчик В. П. Федоров выполнил на нем успешные испытательные полеты с работающим ЖРД. В результате приняли решение не только о продолжении работ над ракетным истребителем-перехватчиком в РНИИ, но и об организации работ над подобными машинами в авиационных КБ, где, в частности, в 1942 году и был создан первый советский ракетный истребитель БИ.

В конце 1942 года перед

Королевым поставили задачу вернуться к ракетным исследованиям. Вместе с В. П. Глушко, который конструировал ракетный двигатель РД-1, он разработал авиационную ракетную установку для оснащения ею бомбардировщика ПЕ-2. Созданный в результате сотрудничества Королева с авиационным конструктором В. М. Мясищевым экспериментальный самолет ПЕ-2рд успешно прошел в 1943—1945 годах большую программу летных испытаний. За эту работу Королев получил свою первую государственную награду — орден «Знак Почета». В основу другой разработки он положил конструкцию широко применявшегося фронтового истребителя и в конце 1944 года завершает проект создания перехватчика ЛА-5ВИ, оснащенного сразу тремя ЖРД. Кроме того, он прорабатывает два оригинальных проекта баллистических ракет Д-1 и Д-2 и с учетом полученных результатов направляет в правительство в октябре 1944 года, еще не зная о применении немцами ракеты Фау-2, свои предложения о необходимости организовать работы по ракетам дальнего действия.

ПОСЛЕ ВОЙНЫ

К первым послевоенным годам относится быстрое и целеустремленное развитие в нашей стране ракетно-космической техники как особой отрасли оборонной промышленности. Для разработки и производства ракет создавались новые и переводился на эту тематику ряд существующих НИИ, КБ и заводов. Главным конструктором первой отечественной ракеты дальнего дей-



Ракета Р-1

ствия Р-1 9 августа 1946 года был назначен С. П. Королев.

Параллельно с формированием нового коллектива конструкторов, с разработкой проектно-конструкторской и технологической документации на ракеты Р-1, строительством института, его экспериментальной и испытательной базы велись исследования конструкции и немецкой ракеты Фау-2. К осени 1947 года на основе остатков взорванных немцами при отступлении ракет и найденных на разных немецких предприятиях частей их конструкции, а также вновь разработанных недостающих

деталей, узлов и агрегатов удалось собрать 11 экспериментальных ракет Фау-2 и провести их летные испытания. Несмотря на тщательность сборки и наземных испытаний, района цели достигла меньшая часть стартовавших ракет, показав практически такую же крайне низкую надежность, как и ракеты, применявшиеся немцами при обстреле Лондона в 1944—1945 годах.

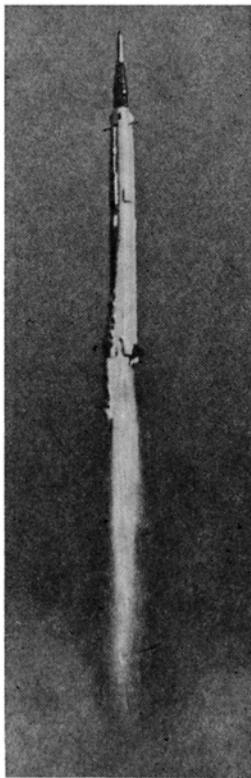
Прошел еще год упорной работы и 10 октября 1948 года совершила успешный полет первая отечественная управляемая ракета дальнего действия Р-1, которая достигла дальности 300 км. Вслед за нею совершили успешный полет и все остальные представленные на летные испытания ракеты Р-1. Это был большой успех С. П. Королева и всех его соратников, показавший, что советское ракетостроение впервые в мире полностью освоило новый сложнейший вид техники, требующий высочайшего уровня организации научных исследований, проектно-конструкторских работ, производства и испытаний.

С самого начала Сергей Павлович понял и старался внушать всем окружающим, что ракетная техника — дело всей страны. Ведь только в создании ракеты Р-1 непосредственно участвовали 35 НИИ и КБ и 18 заводов. Учитывая, что большинство из них имели разную ведомственную подчиненность, Королев сумел найти оперативную форму решения всех научно-технических принципиальных вопросов, возникших в процессе создания ракетных комплексов, — в виде Совета главных конструкторов, в первый состав которого вошли руководители коллекти-

вов: разрабатывавшие двигатели — Валентин Петрович Глушко, наземное оборудование — Владимир Павлович Бармин, гироскопические приборы — Виктор Иванович Кузнецов, а также главные конструкторы: радиосистем — Михаил Сергеевич Рязанский, систем управления — Николай Алексеевич Пилюгин.

Основным условием эффективной работы этого органа было то, что члены Совета должны были при полной откровенности высказываний стремиться решать проблемы оптимальным образом, исходя из государственных интересов в целом, а не интересов того или иного ведомства, предприятия, подразделения или личности, но в то же время и не пренебрегая полностью их интересами, стараясь идти навстречу друг другу. Сергей Павлович понимал, что у него как у главного разработчика комплекса больше не только ответственности, но и больше возможностей маневра силами, средствами и сроками, и чаще шел навстречу разработчикам, входящим в комплекс создания отдельных частей, чем каждый из них навстречу ему. Королеву приходилось досконально знать реальные возможности любого из участников работ и предельный на данный момент времени уровень совершенства всех развиваемых ими технических направлений. В этом отношении, как и во многих других, необходимых руководителю больших комплексных научно-технических программ, Королев обладал поистине исключительными способностями.

Создание ракеты Р-1 дало советской науке новое могучее средство для исследования



Геофизическая ракета В-5А в полете

верхних слоев атмосферы, и Королев сразу же обращается в Академию наук СССР с предложением начать такие исследования, где встретил полное понимание со стороны президента Академии наук СССР С. И. Вавилова, который сначала сам непосредственно занимался координацией данной проблемы, а затем организовал для этого две академические комиссии под руководством академиков А. А. Благонравова и М. В. Келдыша, с которыми Королев установил самое тесное взаимодействие. Королев не упускал ни одной возможности выступить перед учеными с рассказом о теку-

щих возможностях и перспективах ракетной техники или в личной беседе с представителем той или иной научной области поставить перед ним заманчивую научную задачу.

Запуски геофизических ракет по вертикальной траектории на высоту 100 км начались уже в мае 1949 года и продолжались регулярно все последующее время. А с июля 1951 года, опять же по инициативе Сергея Павловича, у нас стали проводиться регулярные исследования по воздействию условий ракетного полета на собак и другие биологические объекты. Причем всем этим научно-исследовательским программам Королев уделял первостепенное внимание, занимаясь ими сам, а не перепоручая их своим заместителям и ведущим конструкторам.

1950 год ознаменовался новым успехом советской ракетной техники, показавшим, что предложения Королева по созданию новых, гораздо более совершенных ракет, были глубоко обоснованы. В октябре этого года начались испытания нового ракетного комплекса Р-2, и дальность в 600 км стала реальностью.

В США были уверены, что Советскому Союзу, обескровленному войной, еще очень долго не удастся самостоятельно решить проблему разработки и построения мощных управляемых ракет. Здесь американские политики просчитались также, как и в том, что смогут долго сохранять монополию на атомное оружие. Лишь в августе 1953 года в США была создана под руководством Вернера фон Брауна ракета «Редстоун», более крупная, чем Фау-2, но она была

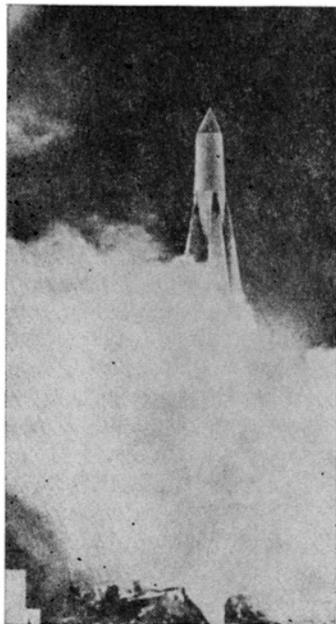
рассчитана на дальность всего лишь в 320 км.

С 1949 года под научным руководством С. П. Королева с привлечением широчайшего круга научных и проектно-конструкторских организаций проводятся обширные научно-исследовательские работы, направленные на создание новых, гораздо более совершенных ракет различных типов и назначений: баллистических и крылатых, одноступенчатых и составных, на высококипящих и криогенных компонентах топлива, с разными принципами работы систем управления. На основе этих научных исследований и разработок в 1953 году были построены и начали проходить летные испытания первая оперативно-тактическая ракета Р-11 на долгохранящемся топливе — с такими же характеристиками как у Р-1, но с массой в несколько раз меньше и с принципиальными преимуществами в эксплуатации, и первая стратегическая ракета Р-5 — с дальностью свыше 1000 км.

Практически одновременно создается морская боевая ракета, причем Королев, как и в случае обычных полигонных испытаний, сам осуществлял техническое руководство ее испытательными запусками с подводной лодки. За большой вклад в укрепление обороноспособности страны С. П. Королев 20 апреля 1956 года был удостоен высокого звания Героя Социалистического Труда.

СОЗДАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТ

В середине 50-х годов главной для С. П. Королева стала новая грандиозная работа по созданию мощной многоступенчатой межконтинентальной



Старт ракеты-носителя
«Спутник» 4 октября
1957 года

баллистической ракеты Р-7, которой предстояло стать и первой в мире космической ракетой-носителем. Работа над ее проектом началась в 1954 году, а уже в августе 1955 года Сергей Павлович направляет правительству свои соображения о программе исследования космического пространства с ее помощью, начиная от запуска простейших искусственных спутников Земли до осуществления полета человека в космос.

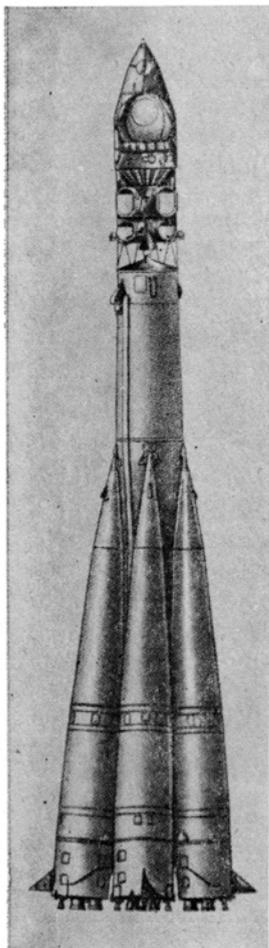
Здесь особенно проявилось стремление Королева делать то, чего еще никто в мире не делал, что, казалось бы, лежит за гранью возможного, о чем люди лишь мечтают, но к осуществлению чего, не имея уверенности в успехе, опасаются приступить. Он понимал: самое трудное — сде-

лать первый шаг, проложить дорогу, а уж последователи всегда найдутся. И веря в свои силы, в творческие силы работающих с ним людей и всего советского народа, он смело брался за самые трудные научно-технические проблемы и обеспечивал их решение. Но после того, как казавшаяся неразрешимой проблема успешно решалась, а очередной новый вид техники становился реальностью, интерес Королева к нему существенно снижался, и дело обычно завершалось тем, что он выдвигал из своих заместителей или ведущих конструкторов, проявивших способности к самостоятельной руководящей работе, — своего преемника по «ставшему на ноги» направлению, выделял ему из своего КБ специалистов различного профиля, способных составить основу нового коллектива, который первое время считался филиалом его организации и опекался им, а затем этому коллективу предоставлялась полная самостоятельность. Именно так возникло большинство конструкторских бюро страны, разрабатывающих ракеты и космические аппараты разного назначения. В нашем ракетостроении повторился такой же процесс становления новой техники, как и в авиации, где сначала основные конструкторские работы были сосредоточены в ЦАГИ, а потом разошлись по множеству КБ и заводов. Но в отличие от авиации в ракетостроении почти в течение всей его творческой жизни был единый лидер — С. П. Королев. В ракетно-космической технике в творчестве Королева произошло полное слияние романтической конст-

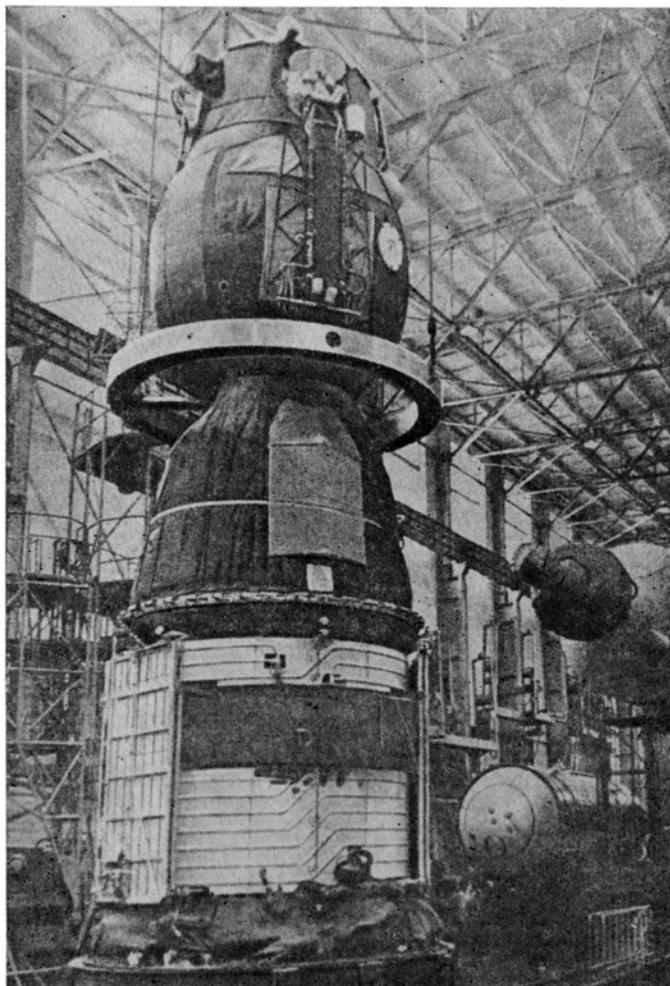
**Группа главных конструкторов
на космодроме (слева направо):
Н. А. Пилюгин, С. П. Королев,
В. П. Глушко, В. П. Бармин
(1957 год)**

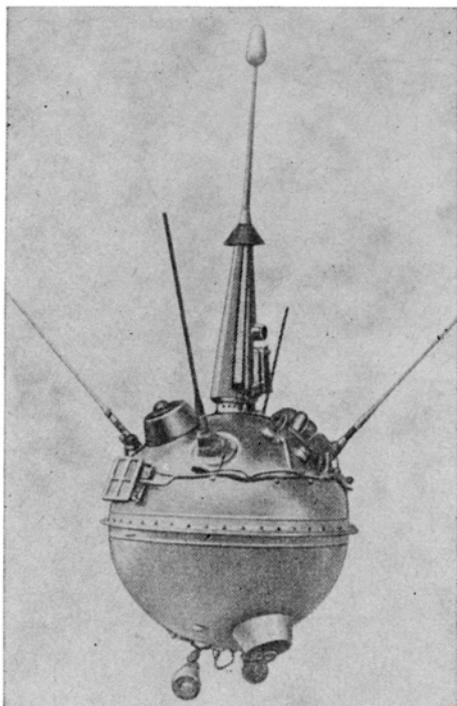


**Трехступенчатая
ракета-носитель «Восток»
с кораблем «Восток»**

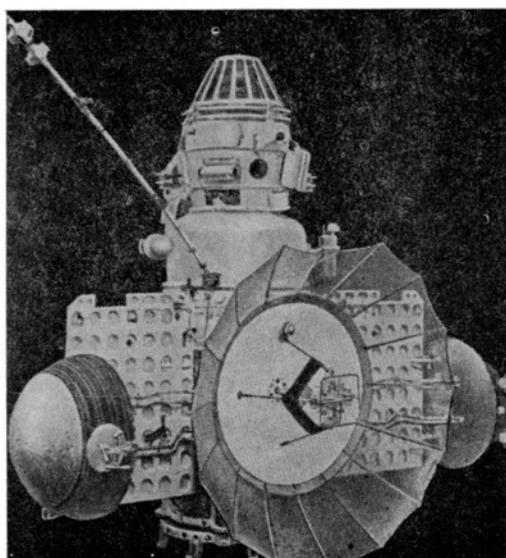


Космический корабль «Союз»





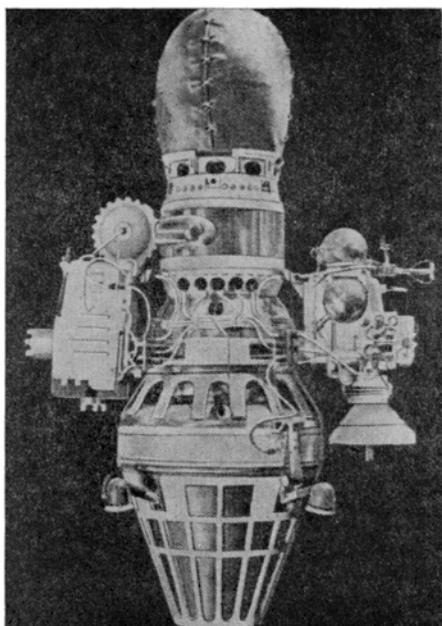
Автоматическая станция «Марс-1», положившая начало полетам к Марсу. Стартовала 1 ноября 1962 года



С. П. Королев и Ю. А. Гагарин на космодроме Байконур

◀ **Автоматическая станция «Луна-2», впервые достигшая Луны 14 сентября 1959 года**

Автоматическая станция «Луна-9». Впервые осуществила мягкую посадку на поверхность Луны 3 февраля 1966 года



рукторской дерзости с практической надежностью и реалистичностью всех разработок, осуществленных под его руководством в послевоенный период.

21 августа 1957 года первая в мире межконтинентальная баллистическая ракета Р-7, стартовавшая со специально построенного для ее испытаний космодрома Байконур, достигла расчетной дальности полета — 8000 км. Появление этой ракеты сразу же качественно изменило всю военно-политическую картину мира, покончив с иллюзией, имевшей под собой довольно серьезные основания, о географической неуязвимости и безнаказанности США в случае развязывания новой мировой войны.

Вслед за Р-7 в КБ Королева были созданы гораздо более совершенные межконтинентальные ракеты, включая ту, которая теперь установлена перед Музеем Вооруженных Сил СССР, а также те мобильные твердотопливные и мощные глобальные ракеты, которые убедительно завершали праздничные военные парады на Красной площади в 60-е годы. И хотя эти страшные ракеты ни разу не вывели на орбиту, они оказались весьма действенным аргументом в вопросах поддержания мира. Ракеты, разработанные под руководством Королева, а затем и ряда других главных конструкторов, дали возможность нашему государству обеспечить мир в течение длительного времени, развернуть эффективные мирные инициативы, добиться разрядки в международных отношениях и заключения договоров по ПРО и ограничению стратеги-

ческих вооружений. Эти договоры сегодня вызывают ненависть империалистического военно-промышленного комплекса, но все еще остаются реальным фактором сдерживания гонки вооружений и сохраняют надежду на возможность дальнейших шагов по разоружению в духе Рейкьявика.

Несмотря на всю важность решенных под руководством Королева оборонных задач, что само по себе могло обессмертить его имя, все-таки не это является основным достижением жизни выдающегося конструктора. Главным является то, что под его руководством были созданы первые транспортные космические системы, включая двухступенчатую ракету-носитель «Спутник», трехступенчатые — «Восток» и «Союз» и четырехступенчатую — «Молния», впервые в истории человечества они обеспечили преодоление земного тяготения и достижение первой и второй космических скоростей. Обеспечили начало освоения космоса.

Под непосредственным руководством С. П. Королева разрабатываются первые образцы космических аппаратов, положившие начало всем существующим в настоящее время направлениям космического аппаратостроения, включая искусственные спутники Земли научного назначения для исследования околоземного космического пространства, верхних слоев атмосферы, магнитных полей и радиационных поясов Земли, наблюдения за поверхностью Земли из космоса, биологических исследований в условиях космического полета,— в том числе трех первых советских ИСЗ, пяти

автоматических кораблей-спутников, космических систем из двух спутников «Электрон», выводимых одним носителем на существенно различные орбиты, многих спутников серии «Космос», а также первых ИСЗ народнохозяйственного назначения — спутников связи «Молния-1».

С созданием последних произошла примерно такая же история, как и с началом ракетных научных исследований. Не связисты поставили перед ракетной промышленностью задачу разработки спутников для решения своих проблем, а Королеву пришлось доказывать им необходимость в современных условиях переходить на передачу информации через космос. И окончательно убедить Министерство связи в эффективности спутниковых систем удалось только после создания действующих спутников связи. Причем и здесь Королев принял смелое решение отказаться от разработки предварительных экспериментальных конструкций, а сразу же создать промышленный образец для широкого применения в интересах народного хозяйства страны. В 1965 году такой спутник был построен, и его конструкция оказалась настолько удачной, что спутник «Молния-1» продолжает запускаться и использоваться до настоящего времени.

За первыми спутниками последовали первые автоматические межпланетные станции — серий «Луна», «Венера», «Марс» и «Зонд», которые положили начало исследованиям ближайшего к нам естественного небесного тела, открыв людям обратную сторону Луны, и провели первую разведку межпланетных трасс. И нако-



Дом, где в последние годы жил С. П. Королев

нец, самым впечатляющим из достижений первых лет космической эры стало создание космических кораблей «Восток» и «Восход» и осуществление первых полетов людей в космическое пространство. Даже сейчас поражает воображение тот факт, что космический корабль «Восток», на котором совершил свой исторический полет Ю. А. Гагарин, был лишь четырнадцатым запущенным в космос советским космическим аппаратом, начиная с первого спутника. Надо было обладать уверенностью Королева в том, что участники работы обеспечили все для гарантии успеха, чтобы рекомендовать Государственной комиссии принять решение об осуществлении этого очень ответственного исторического полета, революционное значение которого навсегда останется в памяти благодарного человечества.

Наряду с Королевым значительный вклад в развитие ракетно-космической науки и техники внесли, к сожалению, уже ушедшие из жизни, Мстислав Всеволодович Келдыш,

Георгий Николаевич Бабакин, Анатолий Аркадьевич Благонравов, Константин Давыдович Бушуев, Алексей Михайлович Исаев, Семен Ариевич Косберг, Виктор Петрович Макеев, Василий Васильевич Парин, Николай Алексеевич Пилюгин, Владимир Николаевич Челомей, Михаил Кузьмич Янгель.

Трудно даже перечислить имена всех достойных упоминания соратников Королева, внесших большой вклад в развитие нашей ракетной техники и космонавтики. Для этого пришлось бы называть очень и очень многих. Но для истории все эти имена сохранились, поскольку сам Сергей Павлович очень ревностно следил за тем, чтобы вклад ни одного сотрудника не потерялся, чтобы в отчетах по выполненным работам были отмечены все соисполнители. Он никогда не приписывал себе чужих идей и результатов и считал необходимым сослаться на работы своих же подчиненных, выполненные под его руководством. Докладывая на ученом совете своего предприятия или в высших партийных и правительст-



Памятник С. П. Королеву на его родине, в г. Житомире

венных инстанциях о новой разработке или о результатах проведенных испытаний, Сергей Павлович обязательно отмечал вклад основных участников. Это было его принципиальной позицией и тоже служило одной из форм мобилизации человеческого фактора, которых в арсенале организаторских методов Королева было очень много и которые достойны самого глубокого изучения и распространения.

С. П. Королев стал легендарным Главным конструктором далеко не потому, что в 1946 году получил назначение на ключевой в нашем ракетостроении пост. И над ним и рядом с ним высокие назначения получили многие другие руководители, каждый из которых при желании, умении и способностях мог бы занять ведущее место в этой программе, а Королев оставался бы просто главным конструктором боевых ракет. Но он всей

своей предыдущей жизнью, всем единственным в своем роде опытом руководителя работ по созданию ракет в довоенный период и опытом авиаконструктора и испытателя авиационной техники, а также исключительной способностью постоянно учиться у окружающих оказался наиболее подготовленным к тому, чтобы принять на себя всю полноту ответственности за решение задач, стоявших перед человечеством.

МЫ ЗА «ЗВЕЗДНЫЙ МИР»

Дело, начатое и развитое С. П. Королевым, дело совершенствования ракетной техники и освоения космического пространства, продолжает быстро и успешно развиваться его соратниками, учениками и последователями. Оно уже очень многое дает сейчас человечеству, а в будущем, несомненно, даст еще больше.

Но есть и другая сторона ракетно-космической техники. Империалистические силы стремятся ее использовать, чтобы получить одностороннее военное преимущество над Советским Союзом, чтобы обогатиться за счет народа на военных разработках и поставках. Опасность этого пути нам хорошо известна. Он может из-за ошибки и неисправности технических средств, а также из-за просчетов и авантюристических решений лиц, ими управляющих, привести человечество к катастрофе и гибели. Кроме того, этот милитаристский путь будет отвлекать много сил и средств от мирного использования космоса на благо людей.

Вот почему наша страна выдвинула на сессии Генеральной Ассамблеи ООН в качестве

альтернативы страшной концепции «звездных войн» гуманистическую концепцию «звездного мира» и будет неизменно проводить ее в жизнь как одно из основных направлений политики Советского государства.

Практическая космонавтика сегодня достигла такого размаха, что ни одно даже самое передовое в научно-техническом и экономическом отношении государство не только не может постоянно лидировать во всех основных направлениях исследования и освоения космоса, но и осуществлять одновременно несколько крупных космических проектов. Для их достаточно быстрой и эффективной реализации необходимо международное сотрудничество.

Именно такое сотрудничество Советский Союз успешно осуществляет с социалистическими, развивающимися и капиталистическими странами как в рамках «Интеркосмоса», так теперь уже и в рамках «Главкосмоса».

Мы готовы возобновить с американскими учеными работы по двусторонней программе, успешно начатой совместным полетом «Союза» и «Аполлона». Мы с удовлетворением продолжаем начатое в рамках проекта «Вега» международное сотрудничество по исследованию тел Солнечной системы с помощью автоматических межпланетных станций — теперь уже в рамках проекта «Фобос». Мы готовы серьезно рассмотреть предложения ряда советских и американских ученых об осуществлении в будущем совместной пилотируемой экспедиции на планету Марс, а также многие другие проекты мирного исследования

и использования космического пространства на благо всего человечества, как и мечтал об этом основоположник практической космонавтики, сделавший извечную мечту человечества о полете в космос реальностью наших дней.

22 года назад Сергей Павлович Королев писал в своей новогодней статье в газете «Правда»: «Безграничный космический океан станет в ближайшие годы одной из самых крупных областей приложения новейших человеческих познаний в различных областях науки и техники для того, чтобы люди в космосе могли надежно и безопасно работать и отдыхать». Сегодня, хотя мы еще только приближаемся к осуществлению этого прогноза, но уже видим, что от того, каким путем пойдет дальнейшее освоение космоса, будет зависеть, смогут ли люди «надежно и безопасно работать и отдыхать» не только в космосе, но и на самой Земле. Потому так актуален и так созвучен нашим устремлениям призыв Королева: «Космос для науки, только для мирных целей, на благо человека, неумолимо разгадывающего сокровенные тайны природы». Это тот путь, каким мы хотим развивать и осуществлять советские космические исследования! И наш народ, наша Коммунистическая партия и Советское правительство призывают все человечество осваивать космическое пространство только таким, единственно достойным человека, разумным, мирным путем.

Редакция заимствовала ряд иллюстраций к этой статье из книги «Академик С. П. Королев. Ученый. Инженер. Человек» (М.: Наука, 1986).



Фосфориты в океане

Недавно Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР получил диплом на очередное открытие: «Явление образования современных фосфоритов в зонах апвеллинга на шельфах океана». Авторы открытия — Г. Н. Батурин, А. В. Казаков и П. Л. Безруков. О проблеме изучения фосфоритов рассказывает один из авторов открытия.

ОТКУДА ОНИ ВЗЯЛИСЬ?

Эти осадочные породы обогащены фосфором в среднем в сто раз по сравнению с другими породами земной коры. Распространены они в различных морских отложениях, хотя крупные месторождения сравнительно редки. Фосфориты — главное сырье для производства фосфорных удобрений, без них просто невозможно современное интенсивное сельское хозяйство. Однако рост потребности в фосфатном сырье заметно опережает рост добычи фосфоритов и потому разведка фосфоритовых месторождений стала актуальнейшей задачей геологии.

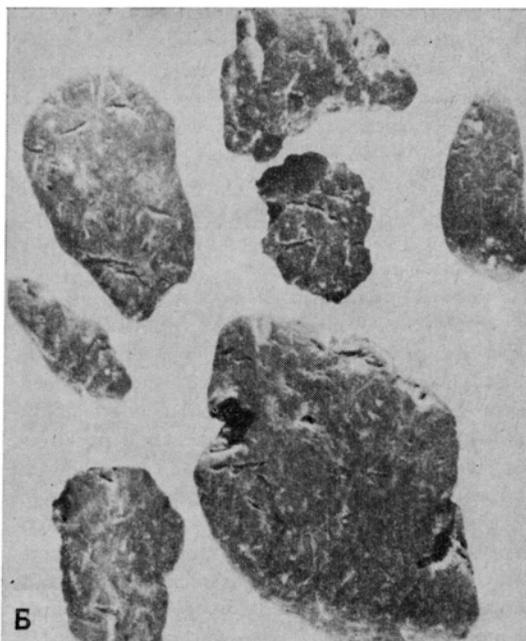
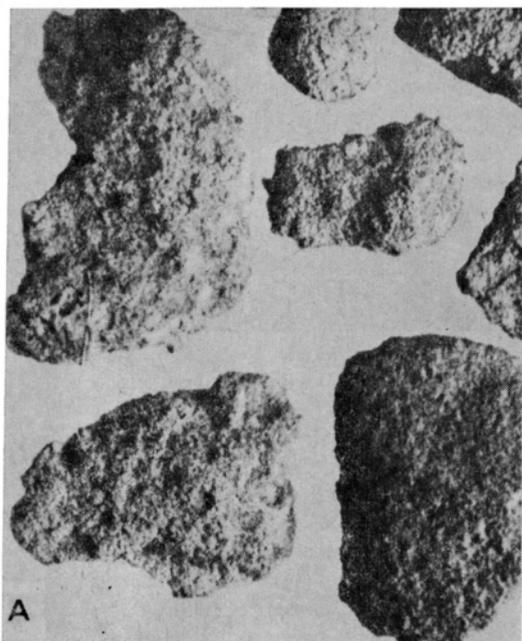
Но чтобы правильно вести разведку фосфоритовых месторождений, важно знать, где и как фосфориты образуются. Еще в начале прошлого века стало известно: возникли они на дне древних морей, в относительно мелководных прибрежных зонах, о чем свидетельствуют остатки найденных в них раковин. Но как они сформировались — о том геологи спорят уже больше столетия. За это время появилось по крайней мере четыре гипотезы, по-разному объясняющие происхождение фосфоритов. Согласно одной — это накапливающиеся на дне фосфатные остатки организмов, погибших в массовом количестве там, где встречаются теплые и холодные морские течения (биогенная гипотеза Д. Меррея). Другая гипотеза объясняет их происхождение химическим

осаждением фосфора из глубинных морских вод, поднимающихся на поверхность (хемогенная гипотеза А. В. Казакова). В рамках вулканогенной гипотезы Н. С. Шатского, большие массы растворенного фосфора поступают в океан при вулканических извержениях, затем переносятся в океан течениями и осаждаются вместе с кремнеземом. И наконец, существует биохимическая гипотеза происхождения фосфоритов, выдвинутая Г. И. Буштинским: поступающие в океан обогащенные фосфором речные воды вызывают массовое развитие планктона; из его остатков, содержащих фосфор, и образуются фосфориты.

Итак, где же все-таки их искать? В осадочных толщах, обогащенных органическими остатками, или там, где мелководья соседствовали с большими глубинами? А может быть, в зонах древнего вулканизма или вблизи устьев древних рек? Ведь каждая гипотеза подсказывает свое место поиска.

Путь к разрешению споров, казалось бы, несложен. Если фосфориты образовывались на дне морей и океанов издавна, то они, скорее всего, формируются и сейчас. Впервые океанские фосфориты обнаружила еще в прошлом веке английская океанологическая экспедиция на судне «Челленджер» (1873—1876). Их образцы, поднятые с шельфа и континентального склона Южной Африки, представляли собой округлые и уплощенные плотные желваки. Известный английский геолог и океанолог Джон Меррей отметил тогда, что по форме и составу они почти идентичны фосфоритам из древних морских отложений на суше. Считая эти образования современными, он и предложил первую гипотезу происхождения фосфоритов — биогенную.

Позднее находки фосфоритов на океанском дне стали обычным явлением, и большинство исследователей по-прежнему считали, что это современные образования. Так думали вплоть до конца 1960-х годов, когда амери-



Современные фосфоритовые конкреции из диатомовых илов шельфа Намибии в натуральную величину: А — рыхлые, Б — плотные

канские исследователи по изотопам урана определили абсолютный возраст большой коллекции фосфоритов — из различных районов океана. И что удивительно, современных фосфоритов в коллекции не оказалось — все они сформировались более миллиона лет назад. Из этого неожиданного факта сделали такой вывод: либо неверна гипотеза о химическом осаждении фосфора, либо в океане фосфориты по каким-то неизвестным причинам не образуются.

У БЕРЕГА СКЕЛЕТОВ

Десятки научно-исследовательских судов разных стран продолжали в 60-х годах изучать донные отложения океана. Среди них было и новое судно Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР «Академик Курчатов», выполнявшее тогда свой третий рейс в юго-восточной Атлантике. Рейс был гидрологический, с программой изучения преимущественно водных масс и течений. Но участвовали в нем и геологи, добившиеся включения в

программу геологических работ на шельфе Намибии — у Берега Скелетов, как он назывался на старых картах.

Интерес к этому району возник давно. Судя по скурым сообщениям, появлявшимся время от времени в малоизвестных научных журналах в Кейптауне, здесь существует перманентный очаг сероводородного заражения. А осадки сероводородных бассейнов, как известно на примере Черного и Балтийского морей, обогащены некоторыми редкими элементами. Исследовать такой очаг в открытом океане было давней мечтой и автора этих строк.

...После почти двухмесячного плавания, в апреле 1968 года, «Академик Курчатов» приходит на шельфовую станцию и ложится в дрейф. Координаты — 18° южной широты, 13°40' восточной долготы; глубина — 110 м; ветер слабый восточный, волнение — 2 балла. Начинаются работы. Опускаем с лебедки дночерпатель — захлопывающийся при касании дна ковш-грейфер. Стрелка динамометра качнулась — прибор на дне. Через считанные минуты дночерпатель в облаке мути показывается из воды, затем опускается на палубу, наполненный до верхних крышек полужидким зеленовато-серым илом с резким запахом сероводорода.

Открываю крышку дночерпателя, беру металлическим цилиндром коллекционную пробу и погружаю руки в мягкую податливую массу. Пальцы сразу нащупывают что-то твердое и острое: оказывается, в иле множество рыбьих костей и каких-то комочков — твердых, как камень, хрупких и рыхлых, и совсем мягких. Сразу приходит мысль, что комочки — фосфатные, некоторые выросли на костях рыб, в других видны рыбы чешуйки.

Работа продолжается. Берем пробу за пробой. Опускаем дночерпатель, протыкаем дно прямоточными трубками из «нержавейки». Содержимое дночерпателя промываем на медных ситах, промытый материал классифицируем, керны из трубок разрезаем и послонно описываем в полевом журнале. Тут же берем образцы для определения влажности, на гидравлических прессах отжимаем и отфильтровываем из илов внутрипоровую жидкость, выполняем химические анализы осадков и воды. Времени на «геологию» в рейсе отпущено мало, положение — как у хлеборобов осенью в просвете между дождями, когда все понимают, что «день — год кормит». Трудимся впятером в три смены.

На третьи сутки судно направляется на глубоководный полигон и наши работы прекращаются. Передохнув, извлекаем из холодильников пробы, которые не успели обработать сразу, и продолжаем с ними привычные манипуляции. Через несколько дней — снова заход на шельф. Делаем разрез из двенадцати станций вдоль и поперек шельфа и — прощай, Берег Скелетов, приоткрывший нам одну из своих тайн... которую, впрочем, удастся разгадать еще не так скоро.

Выполненные в московских лабораториях анализы подтвердили: найденные на шельфе Намибии комочки и желваки — действительно фосфориты. То, что они не древние, а современные, не вызывало никакого сомнения: даже невооруженным глазом было видно, что сформировались они из окружающего их современного диатомового ила. Мягкие, самые «молодые» комки буквально нашипованы створками диатомовых водорослей. О современном возрасте найденных фосфоритов говорят и данные геохимии — состав заключенного в них органического вещества, содержание микроэлементов, неравновесный изотопный состав урана, наконец, насыщенность фосфором воды, пропитывающей осадки.

В пылу поспешных аналитических работ собранные в рейсе образцы расходовались быстро. Нужно было бы определить в фосфоритах содержание всех элементов периодической системы, а материала, как выяснилось, осталось мало. На помощь тогда пришли наши коллеги из Украинской академии наук. Судно севастопольского гидрофизического института «Михаил Ломоносов» как раз направлялось в тот самый нужный нам район, так что у нас опять появилась возможность поработать на шельфе Намибии.

...Год 1972-й. Снова вдаль низкий пустынный песчаный берег, стаи чаек над головой, с любопытством высывающиеся из воды пучеглазые морды усатых морских львов... На этот раз кроме дночерпателей используем трал — четырехметровую сплетенную из каната «авоську» с широким жерлом в виде металлической рамы. Влекомая тросом, она загребают материал со дна. Палуба залаяна илом, и о своем отношении к этому боцман и подшкипер — блюстители чистоты на судне — заявляют в подобающих морских выражениях. Но капитан приказал «помочь науке», и приказ этот выполняется всей палубной командой.

Один трал оказался особенно «удачным». И хотя час был поздний, желающих поглядеть на улов собралось немало. Наполненный доверху трал в свете прожекторов раскачивался над палубой, сочась темной жижей. Под тралом — широкий поддон, ящик из листовой «нержавейки» в форме противня с высокими бортиками. Боцман подходит к тралу и резко дергает капроновый шнур, стягивающий мотню. Из трала вываливается и выплескивается ил вперемежку с костями и фосфоритами, и поддон тут же переполняется скользкой полужидкой массой. Теперь мы обладатели огромного богатства, несколько тонн диатомового ила занимают все доступные на судне емкости — громадные полиэтиленовые баки, поддоны, ведра и даже бельевые тазы. Из этой, на взгляд непосвященных, «вонючей грязи» удалось намыть несколько килограммов современных фосфоритов!

Итак, современные фосфориты в океане существуют.

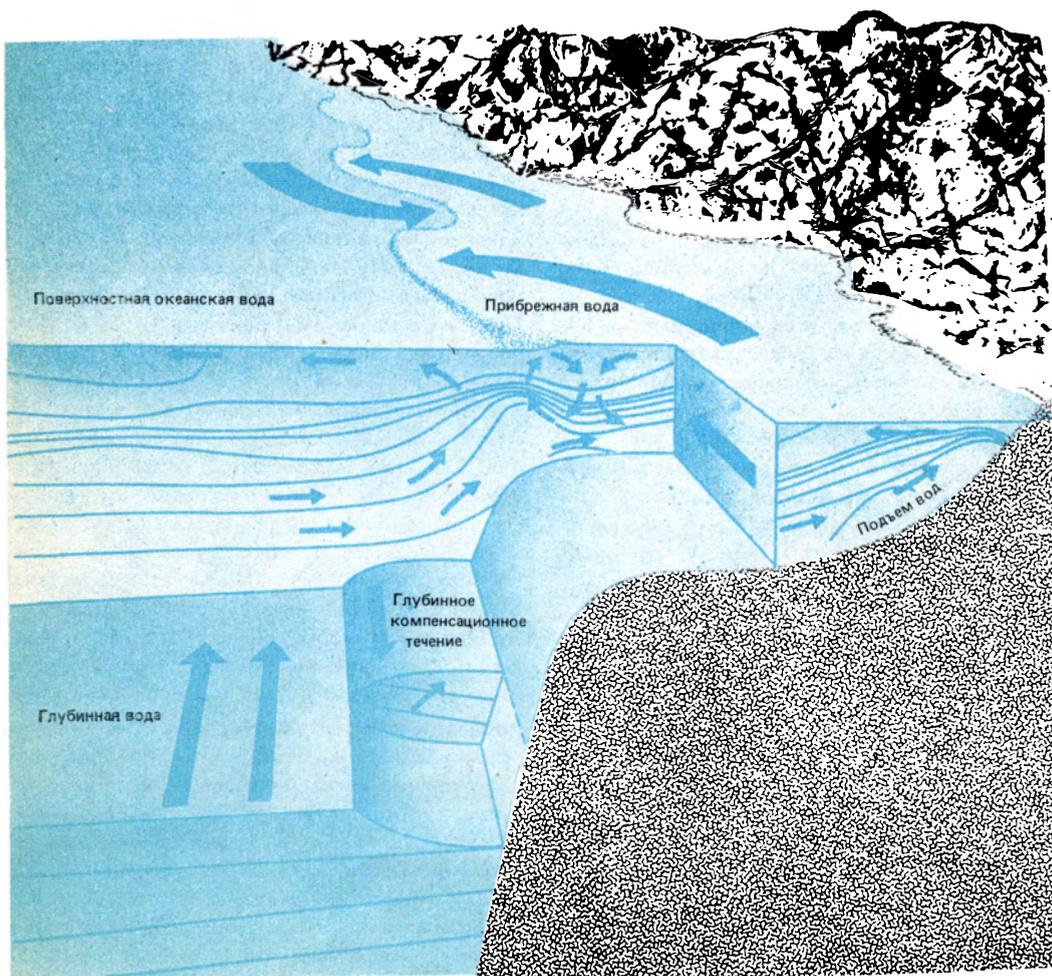
КАК ОНИ ОБРАЗОВАЛИСЬ?

Чтобы ответить на подобный вопрос, необходимо тщательно изучить то, что геологи называют **фациальной обстановкой** — весь комплекс условий природной среды, где данное явление происходит. В океане фациальную среду составляют течения, биологические сообщества, донные осадки, гидрохимические характеристики вод. Для изучения всего этого потребовалось воспользоваться материалом, накопленным океанологами за долгие десятки лет.

Схема циркуляции вод в прибрежном апвеллинге (по Харту и Керри, 1960 г.)

Шельф Намибии омывается Бенгельским течением, движущимся с юга на север. В прибрежной зоне вода в нем довольно прохладная для тропиков — $12\text{--}15^\circ\text{C}$. Причину этого пытались разгадать еще в прошлом веке, но лишь два-три десятилетия назад английские океанологи обнаружили здесь апвеллинг — подъем холодных масс воды из глубин на поверхность (Земля и Вселенная, 1971, № 1, с. 30.—Ред.).

Поверхностные воды океана обычно обеднены фосфором ($0,01\text{--}0,02\text{ мг/л}$). Воды же, поступающие снизу, из глубины, содержат фосфора больше, но тоже немного ($0,07\text{--}0,09\text{ мг/л}$). Но если такой «насос», как апвеллинг, действует длительное время, он может



перекачать на шельф миллионы, а то и миллиарды тонн фосфора! Растворенный фосфор оказывается в верхнем слое воды, и тут начинает «работать» другой мощный фактор океанской среды — фитопланктон. Эти плавающие в воде мелкие водоросли, как и растения суши, используют для своего роста энергию солнечного света, ассимилируя углекислый газ и минеральные вещества. И фосфору здесь принадлежит заметная роль: без его участия не проходят абсолютно никакие метаболические процессы, ведь недаром его называют «элементом жизни».

В зонах апвеллинга концентрация фитопланктона в сотни и тысячи раз выше, чем в открытом океане. А вслед за фитопланктоном бурно развиваются и все последующие звенья органической цепи — зоопланктон, планктоноядные и хищные рыбы, морские млекопитающие и птицы. И потому зоны прибрежных апвеллингов, занимающие лишь тысячные доли площади океана, являются крупнейшими рыбопромысловыми районами, которые дают около половины мирового улова рыбы. Здесь же сконцентрированы и крупнейшие колонии морских львов и чаек.

Столь бурное развитие жизни, конечно, не может не отразиться и на донных отложениях, которые в значительной мере состоят из остатков морской растительности, рыбьих костей и чешуи, костей морских млекопитающих. На дне это органическое вещество разлагается при активном участии морских микроорганизмов, в том числе сероводородных; их здесь несколько миллионов в одном грамме ила. Из-за таких микроорганизмов кислород в придонных водах может полностью исчезнуть, а сероводород губительно действует на всех остальных обитателей моря.

Временами процесс этот так активизируется, что илистое дно буквально вспучивается, над водой вырастает грязевой остров, который вскоре размывается волнами, а сероводород распространяется по всей округе, заставляя жителей побережья спешно покидать свои жилища. Когда же ветер рассеивает «дурной газ», оказывается, что вся попавшая в зараженную зону рыба погибла, погибли и другие жители моря.

Преобразование осадочного вещества, поступившего на дно, этим не ограничивается. При разложении биогенного материала входящий в него фосфор растворяется, переходя

из органической формы в минеральную. В воде, пропитывающей донные илы, содержание растворенного фосфора повышается в сотни раз по сравнению с морской водой. Вот тут-то, в межпоровом пространстве донного осадка, и начинается «хемогенное» осаждение фосфата кальция, имеющего примерно такую формулу: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$. Фосфат осаждается либо в виде бесструктурного геля, либо мелких кристаллов фосфата кальция. В ходе «старения» геля происходит его дегидратация, уплотнение и частичная кристаллизация с образованием **глобулярных агрегатов**.

Фосфатные зерна и желваки, а также накопившиеся кости животных — это пока еще не фосфоритовая залежь, а лишь отдельные ее компоненты. Ведь они рассеяны по существу в нефосфатном осадке. Но спасает положение то, что шельф находится «на контакте» океана, континента и атмосферы, где три эти природные среды активно обмениваются веществом и энергией. Изменения уровня океана или режима придонных течений, тектонические движения, волнения и ветры — все это может приводить к тому, что накопление осадков сменяется их размывом. И тогда начинает действовать естественное шлихование: легкие мелкие нефосфатные фракции осадков вымываются и уносятся вниз по склону, более тяжелые крупные фосфатные — остаются на месте и концентрируются в **пластовую залежь**. Такое, в частности, неоднократно и происходило на шельфе Намибии: зоны, где накапливаются современные дитомовые илы, соседствуют там с зонами, где современные осадки вообще отсутствуют и на дне залегают грубозернистые древние (дочетвертичные) отложения — фосфоритовые пески и крупные фосфоритовые конкреции.

Теперь мы видим, что в образовании фосфоритов на шельфе Намибии участвуют все факторы океанской среды: и циркуляция вод (горизонтальная и вертикальная), и биос, и осадконакопление, и вторичные преобразования осадков, и гидродинамика. Но можно ли считать, что образование фосфоритов — привилегия только этого одного района океана? Вероятнее всего, нет. На основании общности условий океанской среды в различных зонах прибрежного апвеллинга автор данной статьи высказал предположение, что молодые фосфориты существуют не только на шельфе

Намибии в Атлантике, но и на шельфах Чили и Перу в Тихом океане. Выполненные там работы на судах Института океанологии АН СССР подтвердили предположение: молодые позднечетвертичные фосфориты действительно часто встречаются в этих районах. Аналогичный вывод сделали и американские ученые, когда провели там детальные геологические исследования.

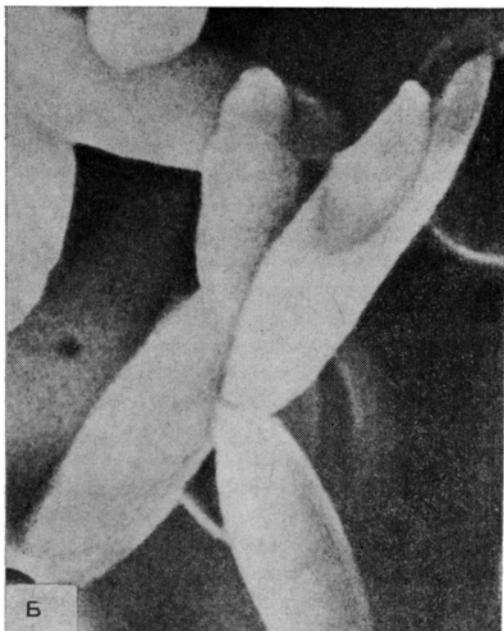
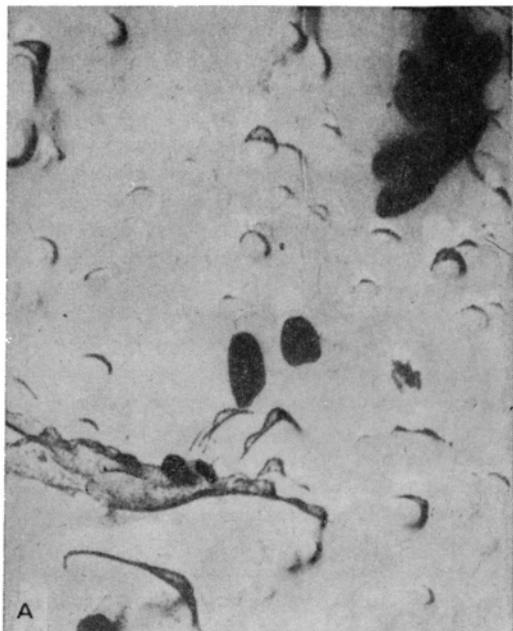
«ЯВЛЕНИЕ СЛИШКОМ ЭКЗОТИЧЕСКОЕ...»

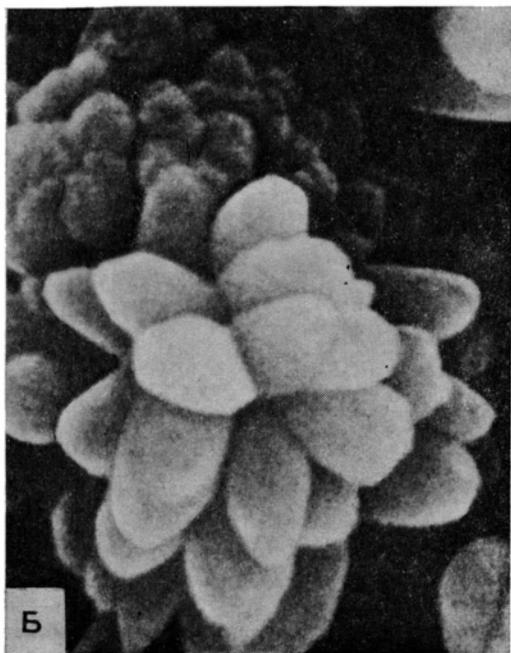
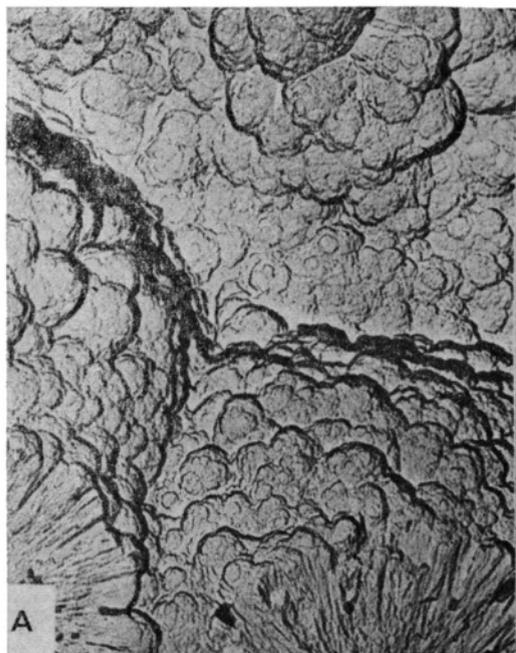
С фосфоритами связана одна загадка. На некоторых шельфах, где находят фосфориты, нет апвеллинга, и наоборот, апвеллинг есть, а фосфоритов не находят. И действительно, зоны распространения фосфоритов и зоны влияния апвеллингов далеко не всегда совпадают. Но постепенно выясняется, в чем тут дело. Отсутствие фосфоритов у шельфа северо-западной Африки, где есть апвеллинг, оказывается, связано с сильными придонными течениями. Течения препятствуют отложению современных осадков, они просто-напросто сметают их с шельфа и рассеивают в глубоководной зоне.

Другой пример: на атлантическом шельфе США распространены фосфатные пески древнего миоценового возраста, но апвеллинга там практически нет. Как же пески образовались? Ответ получили недавно. Детальные палеоокеанологические реконструкции, выполненные американскими геологами, показали: в миоцене эта зона располагалась несколько глубже, а древний Гольфстрим вплотную подходил к побережью и вызывал мощный апвеллинг, который и стимулировал все последующие этапы фосфоритообразования. Позднее уровень океана понизился и шельф оказался изолированным от открытого океана подводным поднятием, оно и отклонило стрежень Гольфстрима к его современному положению.

На северо-западе Тихого океана и в Японском море ситуация иная. В миоцене экватория изобилвала там многочисленными банками и островами, на их шельфе под воздействием островного апвеллинга формировались фосфориты. Позднее дно погрузилось, и теперь реликтовые фосфоритовые залежи —

Фосфатное вещество современных фосфоритов:
А — аморфное (увеличение в 10 000 раз),
Б — одиночные кристаллиты фосфата кальция (увеличение в 20 000 раз)





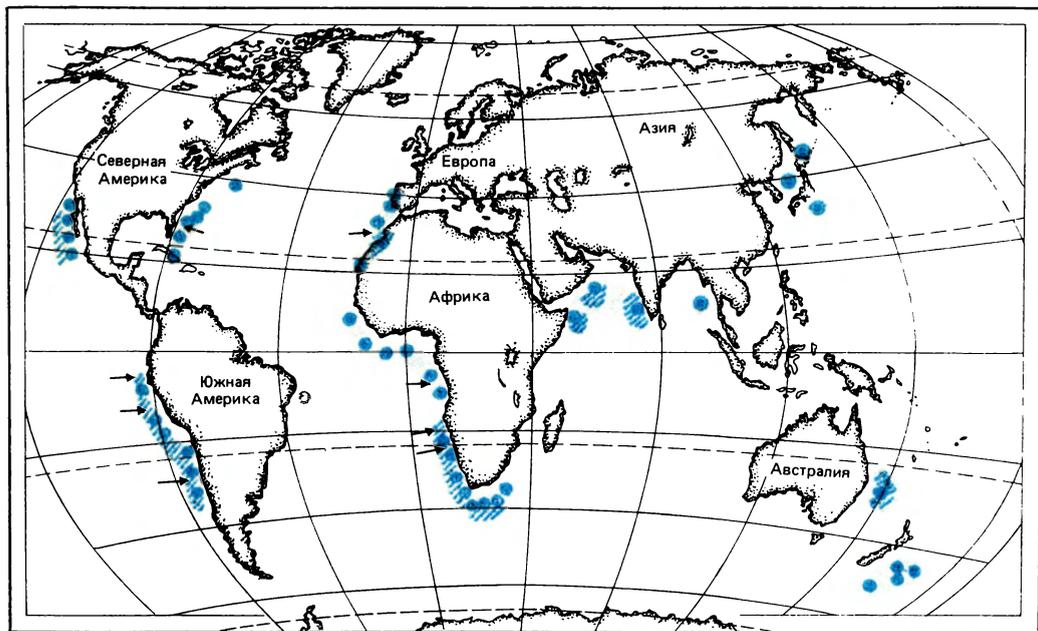
Кристаллизация аморфного фосфата с образованием глобулярных агрегатов.
А — увеличение в 26 000 раз, плоскостное изображение в просвечивающем электронном микроскопе, Б — увеличение в 20 000 раз, объемное изображение в сканирующем микроскопе

на вершинах и склонах подводных гор, на глубине от 300 до 2000 м. Разумеется, полной аналогии между образованием фосфоритов в современном океане и в бассейнах геологического прошлого быть не может. Но связь фосфоритообразования с циркуляцией морских вод, биопродуктивностью, отложением и переотложением осадков существовала, видимо, постоянно.

А как же остальные гипотезы образования фосфоритов, о которых речь шла раньше? Во всяком случае современный процесс не укладывается ни в одну из них. Нет прямой связи фосфоритообразования ни с вулканизмом, ни с речным стоком, хотя реки и поставляют в океан около миллиона тонн растворенного фосфора. Хемогенное осаждение фосфора нигде в современном океане не происходит и по законам гидрохимии происходить не может. Наконец, массовая гибель

фауны — это не главный, а сопутствующий фактор фосфоритообразования, фактор скорее локальный.

Обращаясь к истории развития идеи о происхождении фосфоритов, просматривая старые научные журналы, убеждаешься, что ни одна из этих идей не встречала восторженного приема, не пользовалась всеобщим признанием и ни одна не избежала критики. Такая же судьба была и у довольно подробно описанной здесь концепции образования современных фосфоритов. Первые публикации о них сначала вызвали у специалистов недоверие. Когда же был доказан их современный возраст, атаки начались с другой стороны. Что естественно, ведь одни геологи, твердо придерживающиеся какой-либо из классических гипотез и даже возводящие ее в ранг непогрешимой теории, не могут объяснить с ее помощью образования современных фосфоритов; другие считают, будто фосфориты — по образному выражению одного из моих коллег — так же таинственны и непознаваемы, как и чувство любви. Никто не знает, почему они в каком-то месте появляются, а в другом — в похожих условиях — вовсе отсутствуют. Отсюда и весьма неожиданные, даже парадок-



Фосфаты на шельфах и континентальных склонах в Мировом океане: 1 — современные; 2 — неогеновые; 3 — палеогеновые; 4 — меловые; 5 — зоны прибрежных апвеллингов. Стрелками указаны фосфориты, исследованные советскими учеными

И все же постепенно стало ясно, что после открытия современных фосфоритов «закрыть» их уже не удается. Материалы об их исследовании к началу 80-х годов были опубликованы в нашей стране в 40 научных статьях и трех монографиях (одна из них издана за рубежом). Природное явление современного фосфоритообразования установлено советскими учеными, его большое научное и практическое значение признают ведущие геологические учреждения нашей страны и зарубежные коллеги.

сальные высказывания о проблеме фосфоритообразования. Например, видный американский геолог Я. Бентор заявил на одном из международных совещаний: «...современные фосфориты — явление слишком экзотическое, чтобы оно могло иметь отношение к происхождению фосфоритовых месторождений».

НОВЫЕ КНИГИ

Справочник школьника

Белорусское издательство «Народная асвета» в 1986 году выпустило «Словарь физических и астрономических терминов» А. И. Болсуна и Е. И. Рапановича. Издание предназначено для учащихся среднего

и старшего школьного возраста. Основная его цель — на уровне школьной программы дать определения терминов, с которыми школьник встречается при чтении учебной и научно-популярной литературы. Словарь, по мнению авторов, поможет лучше понять содержание и смысл основных физических и астрономических понятий, будет способствовать выработке навыков работы со

справочной литературой. Однако книга станет полезной и взрослым — многочисленным любителям астрономии. Вообще надо сказать, что сейчас благодаря тем замечательным результатам, которые получают космонавтика и астрономия, резко возрос интерес к публикациям подобного рода.

См. окончание на с. 52



Ультратесные двойные звезды

В мире двойных звезд недавно открыта удивительная звездная система. Период обращения ее компонент составляет всего лишь 11,5 минуты. Это самый короткий период, который известен ученым к настоящему времени. Чем определяется эволюция такой системы? Какова природа входящих в нее компонент? Чем эти системы отличаются от уже известных!

МИР ДВОЙНЫХ СИСТЕМ

Двойные звезды встречаются в Галактике столь же часто, как и одиночные. Диапазон наблюдаемых периодов обращения звезд в двойных системах довольно обширен — от десятков и сотен лет до нескольких часов и десятков минут. Возможно, существуют звездные системы, у которых периоды обращения составляют и тысячи лет, но науке в настоящее время это неизвестно, поскольку требуются кропотливые и длительные измерения, чтобы заметить отклонения в движении звезд, обусловленные их взаимным гравитационным влиянием.

В двойных звездах с периодами обращения в несколько земных суток, часов, а в рекордных случаях и десятков минут и происходят наиболее интересные с точки зрения современной астрономии события. Такие системы относят к классу тесных двойных звезд, расстояние между компонентами у них сравнимо с размерами самих звезд, составляющих пару. Среди тесных двойных в начале 70-х годов с борта специализированного спутника «УХУРУ» были открыты рентгеновские двойные — это системы, в состав которых помимо нормальной звезды, излучающей свет подобно миллиардам других обычных звезд, входит и компактный источник, излучающий с большой мощностью невидимые рентгеновские лучи. Число рентгеновских

двойных звездных систем относительно невелико — их насчитывается всего несколько сотен на десятки миллиардов звезд в Галактике.

Природа мощных рентгеновских двойных не была загадкой уже с момента их открытия. Компактными рентгеновскими источниками оказались нейтронные звезды, а в ряде случаев, возможно, и черные дыры.

Не так давно наблюдения, проведенные с борта рентгеновского спутника «ЭКЗОСАТ» позволили обнаружить периодические изменения рентгеновского потока от источника 4U 1820-30 (цифра 4 указывает, что источник включен в четвертый каталог, составленный по данным спутника «УХУРУ», остальные цифры — это координаты объекта $\alpha=18^{\text{h}}20^{\text{m}}$, $\delta=-30^{\circ}$). Период регулярных вариаций излучения оказался равным 685 секундам (или 11,5 минуты)! Если эти изменения обусловлены орбитальным движением компонент, то источник входит в двойную систему, имеющую чрезвычайно короткий орбитальный период. До него такими «рекордсменами» были рентгеновский барстер МХВ 1916 (период 50 минут), рентгеновский пульсар 4U 1627-67 (период 41 мин), новоподобные переменные PG 1346+082 (25 мин) и AM Гончих Псов (17,5 мин).

Столь малые орбитальные периоды означают, что мы имеем дело с очень тесными двойными звездами, расстояние между которыми составляет всего десятые доли солнечного радиуса. Сразу же возникают вопросы: как образуются такие тесные системы, какова их природа? Поскольку эти системы, по предположениям ученых, могут быть достаточно мощными источниками гравитационных волн, то понятен тот интерес, который проявляют к системам не только астрономы, но и другие специалисты смежных наук.

Прежде чем попытаться ответить на поставленные выше вопросы, кратко напомним, как эволюционируют звезды.

ЭВОЛЮЦИЯ ОДИНОЧНОЙ ЗВЕЗДЫ

Самое долгое время своей жизни звезда проводит на стадии, определяемой процессами термоядерного горения водорода в ее недрах. Время пребывания на главной последовательности диаграммы Герцшпрунга — Рассела очень сильно зависит от массы звезды: чем она массивнее, тем горячее ее центральные части, но тем скорее израсходуется водородное топливо в ядре звезды. Так, звезды с массой порядка солнечной находятся на главной последовательности несколько миллиардов лет. После того, как водород кончается в ядре, он начинает гореть в узком слое. При этом одиночная звезда становится очень больших размеров (100—1000 R_{\odot}), переходя в класс красных сверхгигантов (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 16.— Ред.). Звезды с массой меньше $0,8 M_{\odot}$, вообще не успевают проэволюционировать от стадии главной последовательности за космологическое время (10—13 млрд. лет).

Век массивных звезд сравнительно короток по космологическим меркам: звезда с массой больше $10 M_{\odot}$ на главной последовательности пребывает не дольше 10 млн. лет. После полного исчерпания водорода загорается накопившийся в недрах гелий, потом углерод и далее во все убыстряющемся темпе более тяжелые элементы. При этом продукты горения каждой предыдущей реакции становятся топливом для последующей: водород → гелий → углерод → ... → железо (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 9.— Ред.). В некоторый критический момент, когда в недрах звезды накопится достаточно тяжелых элементов, она теряет свою устойчивость и ее ядро коллапсирует под действием сил гравитации. В процессе коллапса высвобождается гигантская энергия ($\sim 10^{52}$ эрг) — происходит грандиозная вспышка сверхновой. В среднем в нашей Галактике одна сверхновая вспыхивает примерно раз в несколько сотен лет. На месте сверхновой может остаться компактный объект — нейтронная звезда или черная дыра. Массы нейтронных звезд не превосходят $3 M_{\odot}$, а их радиусы — около 10 км. Черные дыры могут иметь любые звездные массы.

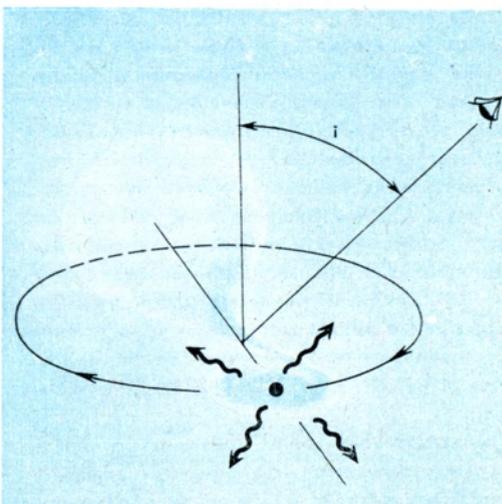
Если начальная масса звезд меньше $10 M_{\odot}$, то эволюция протекает иначе. На стадии красного гиганта у нее формируется вырожденное

гелиевое или углеродно-кислородное ядро, которое после сброса внешней оболочки (при этом образуется планетарная туманность) превращается в белый карлик — звезду, где гравитационным силам сжатия противостоит давление вырожденного электронного газа.

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗД В ПАРЕ

Эволюцию двойных систем принято делить на два типа: эволюцию массивных систем, в которых хотя бы одна из компонент имеет массу $\geq 10 M_{\odot}$, и эволюцию систем малых и умеренных масс. У систем первого типа закономерным следствием эволюции является вспышка сверхновой звезды, у вторых — вспышка сверхновой возможна лишь при очень специфических условиях: когда на белый карлик, образовавшийся в ходе обычной эволюции одной из компонент, «натекает» вещество

Схематическое изображение рентгеновской двойной системы. Когда оптическая звезда заполняет свою полость Роша, ее вещество начинает перетекать через точку Лагранжа на вторую компоненту (это может быть нейтронная звезда или черная дыра), образует аккреционный диск вокруг нее. Рентгеновское излучение возникает вблизи поверхности такой компактной звезды (i — угол наклона орбиты к лучу зрения)



со второй звезды. Белый карлик наращивает свою массу вплоть до того момента, когда уже вырожденный релятивистский электронный газ не в состоянии противостоять гравитационному сжатию. Этот фундаментальный предел массы ($1,4 M_{\odot}$) был открыт в 30-х годах нашего века С. Чандрасекаром и носит его имя.

Рассмотрим, как меняется орбита системы в процессе обмена веществом. Во многих случаях обмен масс в двойной системе с большой точностью можно считать консервативным, то есть все вещество, истекающее с одной звезды, полностью перехватывается соседней и орбитальный момент системы не изменяется. Из условия сохранения момента следует, что при перетекании вещества с более массивной компоненты на менее массивную расстояние между звездами должно уменьшаться. В противном случае — когда вещество истекает с менее массивной компоненты — расстояние между ними должно увеличиваться.

По ряду причин вещество может не полностью перехватываться соседней компонентой и часть его покидает систему, унося угловой момент. Тогда процесс перетекания неконсервативен, угловой момент не сохраняется. В этом случае расчет эволюции усложняется. Заметим, что по общей теории относительности (ОТО) орбитальный момент импульса двойной системы должен всегда убывать, вне зависимости от того, происходит в системе перетекание вещества или нет.

ВЛИЯНИЕ ГРАВИТАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Согласно ОТО, двойная звездная система — источник гравитационных волн. Эти гравитационные волны (то есть переменное гравитационное поле, распространяющееся со скоростью света) уносят энергию и угловой момент, заставляя систему из двух звезд, где нет перетекания вещества, всегда сжиматься. Надо сказать, в настоящее время ученые прилагают большие усилия, чтобы обнаружить гравитационные волны. Двойные звезды — одни из наиболее реальных кандидатов, от которых такие волны могут быть обнаружены до конца нынешнего столетия (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 28; 1982, № 2, с. 47.— Ред.).

Гравитационные волны чрезвычайно слабы, но в силу того, что мощность их излучения существенно зависит от периода обращения,

наступает такой момент, когда излучение гравитационных волн становится важным и даже определяющим эволюционным фактором. Для двух звезд солнечной массы этот момент соответствует орбитальному периоду порядка 10 часов. Впервые на изменение эволюции двойных звезд под действием гравитационного излучения обратили внимание американские астрофизики Р. Крафт, Дж. Мэттьюз и Дж. Гринстейн, а советские ученые А. В. Тугуков и Л. Р. Юнгельсон рассчитали конкретные эволюционные треки двойных звезд, эволюционирующих под действием гравитационных волн (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 27.— Ред.).

Для достаточно массивных нормальных звезд время жизни значительно меньше, чем характерное время изменения орбитальных параметров из-за потери углового момента на гравитационное излучение. Обратное соотношение имеет место для звезд с массой меньше или порядка массы Солнца и периодом ~ 12 часов.

Вследствие уноса орбитального импульса гравитационными волнами дальнейшее сжатие системы вынудит такую звезду «истекать», причем темп переноса вещества будет определяться потерей углового орбитального момента. Здесь возможны две ситуации. Теряя вещество, невырожденная (нормальная) звезда уменьшает свой радиус и из-за потери момента на гравитационное излучение система продолжает сжиматься. Если истекает менее массивная компонента, перетекание носит устойчивый характер, при этом темп аккреции достигает $\sim 10^{-10} M_{\odot}/\text{год}$. Если истекает вырожденная звезда, то уменьшение массы звезды сопровождается увеличением ее радиуса. Это отличительное свойство вырожденных звезд объясняется тем, что давление вырожденного электронного газа, которое противостоит силам гравитации, не зависит от температуры, а определяется только плотностью вещества.

Итак, гравитационное излучение всегда стремится сжать двойную систему, а перетекание вещества с вырожденной звезды увеличивает радиус последней, все наращивая темпы переноса масс в системе. Следовательно, для устойчивого состояния необходимо, чтобы система расширялась (хотя орбитальный момент ее непрестанно уменьшается по причине излучения гравитационных волн).

С маломассивной звездой главной последовательности дело обстоит несколько иначе. По мере уменьшения ее массы понижается температура в ядре звезды, уменьшается ее радиус и светимость. Постепенно температура падает настолько, что электроны в ядре становятся вырожденными и звезда начинает переходить в состояние белого карлика. Это случится, когда масса звезды становится меньше нескольких десятых массы Солнца. Эволюция компактной системы, в которой орбитальный момент импульса уносится гравитационными волнами, может быть обобщена таким образом: компоненты двойной сближаются без перетекания вещества до того момента, пока звезда большего радиуса не заполнит своей полости Роша. Как только это произойдет, начинается перераспределение масс. Оно происходит на фоне уноса орбитального углового момента гравитационными волнами.

С потерей массы нормальной звездой происходит переход ее в вырожденное состояние, в результате чего система начинает расширяться. Для подобных систем должен существовать минимальный орбитальный период. Этот период впервые рассчитали в нашей стране А. В. Тутуков и Л. Р. Юнгельсон, а также Б. Пачинский и Р. Сенкевич (ПНР). У звезд с нормальным химическим составом (типа солнечного) он составляет примерно 80 минут. Это прекрасно согласуется с наблюдаемым отсутствием у большинства взрывных переменных (типа новых и повторных новых) столь коротких периодов. Взрывные переменные — это двойные системы, одна из компонент которых представляет собой аккрецирующий белый карлик, а другая — звезда главной последовательности, теряющая массу из-за потери орбитального момента на гравитационное излучение и, возможно, вследствие магнитного звездного ветра. Заметим, поскольку гелиевые звезды — более компактные по сравнению со звездами нормального химического состава, соответствующий минимальный орбитальный период для таких систем меньше — порядка 10—15 минут.

Информацию о двойственности звезды (если она не визуально-двойная) астрономы получают, изучая изменение блеска ее в различных диапазонах длин волн. Но как по кривым блеска определить орбитальный период? Обычно наиболее просто и надежно

период устанавливается, если ориентация орбиты двойной системы в пространстве такова, что возможны взаимные покрытия компонент (Земля и Вселенная, 1986, № 2, с. 25.— Ред.). Когда мы имеем дело с рентгеновским источником в двойной системе, то при удачной ориентации орбиты в пространстве относительно земного наблюдателя будут регистрироваться резкие «включения» и «выключения» рентгеновского источника во время затмений. У источника 4U 1820-30 таких «включений» не наблюдается, рентгеновский поток изменяется плавно, почти синусоидально — без резких провалов, характерных для затмений. Амплитуда этих колебаний не более 3% (столь малое значение амплитуды модуляций потока стало возможным измерять только в последнее время). Известно еще, что источник время от времени вспыхивает в рентгеновском диапазоне, то есть демонстрирует феномен рентгеновского барстера (объясняемый обычно термоядерными вспышками на поверхности нейтронных звезд, имеющих относительно слабое магнитное поле 10^{10} Гс). Чем же можно объяснить почти синусоидальное изменение интенсивности наблюдаемого рентгеновского излучения?

ОПТИЧЕСКАЯ КОМПОНЕНТА 4U 1820-30

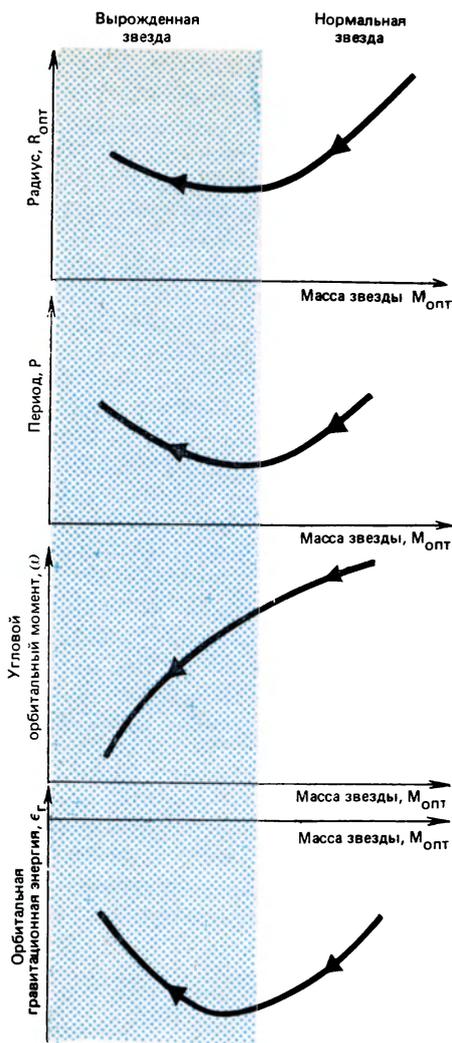
В случае двойной звездной системы вариации принимаемого потока излучения составят за один период величину:

$$\Delta q/q = 2 \cdot 4 \frac{v}{c} \cdot \sin i. \quad (1)$$

Сомножитель 2 связан с тем, что половину периода источник движется к наблюдателю, а другую — от него. Множитель $\sin i$ учитывает ориентацию орбиты в пространстве. Очевидно, максимальный эффект возникает, если наблюдать картину «с ребра» ($\sin i = 1$). Следовательно, для модуляции принимаемого потока $\Delta q/q \leq 3\%$ надо, чтобы источник излучения обращался по орбите со скоростью:

$$\frac{v}{c} \sin i \leq \frac{0,03}{8} = 3,75 \cdot 10^{-3}.$$

Рентгеновское излучение возникает вблизи поверхности нейтронной звезды. Скорость ее движения по орбите с полюсью А и перио-



Эволюция ультратесной двойной системы вследствие уноса орбитального углового момента гравитационными волнами. На рисунке хорошо видно, как с переходом нормальной звезды в вырожденное состояние меняется ее поведение: с уменьшением массы растут размеры звезды, орбитальный период системы, энергия связи звезд

дом P равна:

$$\frac{v_x}{c} = \frac{M_0}{M_0 + M_x} \cdot \frac{2\pi}{P} \cdot \frac{A}{c} \approx 2,06 \cdot 10^{-3} \frac{M_0}{(M_0 + M_x)^{2/3}} \cdot \left(\frac{P}{1 \text{ час}}\right)^{-1/3}. \quad (2)$$

Здесь M_x и M_0 — массы нейтронной звезды и ее компоненты в массах Солнца. Чем больше масса нейтронной звезды по сравнению с

массой соседней, тем, очевидно, меньше ее орбитальная скорость. Стало быть, для получения значительного Доплер-эффекта в рентгеновском диапазоне необходима система с примерно равными массами звезд. Возможно ли это в случае источника 4U 1820-30?

Из физики сверхплотной материи известно, что масса нейтронной звезды ограничена снизу ($>0,1 M_\odot$) и сверху ($<3 M_\odot$). Как уже говорилось, для устойчивого обмена веществом в двойной системе необходимо, чтобы полость Роша заполняла менее массивная компонента. Значит, масса нейтронной звезды в системе 4U 1820-30 должна быть больше массы оптической компоненты, но меньше $3 M_\odot$. Можно показать, что орбитальному периоду 4U 1820-30 (11,5 мин) и наблюдаемой рентгеновской светимости ($L_x = 6 \cdot 10^{37} \text{ эрг/с} = 1,5 \cdot 10^4 L_\odot$) формально удовлетворяет несколько возможных кандидатов в оптические компоненты: маломассивный вырожденный гелиевый белый карлик с массой $0,07 M_\odot$; маломассивный вырожденный чисто водородный карлик с массой $0,4 M_\odot$; вырожденная в центре маломассивная гелиевая звезда с массой $0,25 M_\odot$.

В случае чисто водородного белого карлика изменения амплитуды рентгеновского потока из-за эффекта Доплера были бы максимальными. Однако такая ситуация в результате эволюции получиться не может — ведь белый карлик возникает на поздней стадии жизни звезды, после того, как рассеется ее оболочка и останется горячее вырожденное ядро. Но водород в ядре звезды полностью выгорает еще на стадии главной последовательности, так что в результате эволюции возникают гелиевые (He), углеродно-кислородные (CO) или кислородно-неоново-магниевого (O—Ne—Mg) белые карлики.

Система, состоящая из маломассивного гелиевого белого карлика и нейтронной звезды, способна образоваться после захвата красным гигантом одиночной старой нейтронной звезды со слабым магнитным полем. Чтобы это произошло с достаточной вероятностью, необходима довольно высокая плотность звезд, окружающих нейтронную звезду. Именно такова ситуация в ядрах шаровых звездных скоплений, а источник 4U 1820-30 как раз и находится в центре шарового скопления NGC 6624.

По сценарию, описанному выше для взрывных переменных, эволюционно может возник-

нуть невырожденная гелиевая звезда малой массы (в центре которой еще идут ядерные реакции) в паре с нейтронной звездой. Нейтронная звезда в этом случае образуется только в результате коллапса (O—Ne—Mg)-белого карлика в ходе аккреции на него вещества. Такой механизм образования нейтронных звезд впервые предложил французский астрофизик Э. Шацман в конце 50-х годов. Причем важен коллапс именно (O—Ne—Mg)-белого карлика, поскольку теоретические расчеты показывают: только из этих специфических карликов могут в процессе коллапса образоваться нейтронные звезды. После коллапса (CO)-карлика, во время вспышки сверхновой, звезда разрушается полностью и компактного остатка не образуется. Масса возникшей нейтронной звезды может оказаться и ниже, чем $1,4 M_{\odot}$ (предел Чандрасекара для белых карликов), так как не исключен выброс части вещества в пространство. Значит, компонентой гелиевой звезды с массой $0,25 M_{\odot}$ вполне может быть нейтронная звезда с массой всего лишь $0,5 M_{\odot}$. Тогда эффект Доплера вследствие орбитального движения нейтронной звезды обусловит по крайней мере 1% модуляции потока рентгеновского излучения, а вид рентгеновской кривой блеска будет близок к синусоидальному.

Можно ли узнать, какая именно звезда «питает» нейтронную «напарницу» в рентгеновском источнике 4U 1820-30? Как уже говорилось, если вещество теряет нормальная звезда, система будет продолжать сжиматься, угловой орбитальный момент уменьшается из-за излучения гравитационных волн. Когда же «истекает» вырожденная звезда, с обратной зависимостью «масса-радиус» (то есть с уменьшением массы растет радиус), устойчивость перетекания требует, чтобы орбита расширялась. Пока еще точно не определен знак производной наблюдаемого рентгеновского периода для источника 4U 1820-30, а ведь определение знака изменения периода может оказаться решающим при выборе модели этого интересного источника.

Если в ультратесной двойной системе наблюдаются доплеровские вариации интенсивности, то величина их амплитуды позволит, причем независимо, оценить массу нейтронной звезды (M_x). Действительно, модуляция интенсивности при неизменном орбитальном периоде определяется только массой оптической компоненты (M_0), отношением масс в системе и ориентацией орбиты (фактор $\sin i$).

Выражение
$$\frac{M_0^3}{(M_x + M_0)^2} \sin^3 i = f(M_0, M_x)$$
 называется **функцией масс двойной звездной системы**. Обычно ее определяют из спектроскопических наблюдений оптической звезды. Когда же наблюдать систему в оптическом диапазоне не удастся, но известна доплеровская модуляция рентгеновского потока, можно определить функцию масс, а следовательно, и оценить массу компактной релятивистской звезды.

Какова же дальнейшая судьба ультратесных двойных звезд? Если звезда, теряющая вещество, невырожденная, система продолжает сжиматься до тех пор, пока орбитальный период не достигнет минимального значения. Затем начнется постепенное расширение системы. И наконец, когда масса вырожденного остатка станет меньше $0,001 M_{\odot}$, радиус системы перестанет возрастать. Остаток этот — скорее планета, чем звезда, и уже ничто не спасет ее от постепенного приближения к более массивной компактной звезде из-за непрекращающегося уноса орбитального момента гравитационными волнами. Такой процесс, конечно, весьма длительный, он займет сотни миллионов лет. А потом — оставшись одинокой — нейтронная звезда (или черная дыра) еще долго будет бороздить просторы космоса, и только межзвездный газ станет выпадать на нее...

☞



Загадки океанов

Наши знания о строении океанского дна сделали в последние годы гигантский рывок. И все же многие проблемы, связанные с происхождением океанских впадин, остаются пока нерешенными и в свете новых фактов нуждаются в переоценке. Опираясь на новейшие данные по глубоководному бурению, автор объясняет образование океанов опусканием континентов.

Последние десятилетия были временем интенсивного изучения океанского дна. Обобщение громадного числа замеров, сделанных корабельными эхолотами, позволило создать достоверную карту рельефа дна океанов и морей. В масштабе 1 : 10 000 000 такая карта опубликована несколько лет назад и по ней видно, что подводный рельеф планеты по многообразию форм не уступает рельефу континентов. Сложное строение рельефа у срединно-океанических хребтов: эти подводные поднятия, как правило, состоят из нескольких систем различно ориентированных гряд и впадин, напоминая рельеф средних гор Африки, Азии и Северной Америки. Еще сложнее строение дна на западе Тихого океана. Здесь чередование подводных хребтов, глубоководных желобов и округлых депрессий напоминает дно Средиземного моря с его Эгейской островной дугой, ограниченной с юга глубоководным желобом.

Сильно продвинулось за эти годы и изучение физических свойств океанского дна. Для большинства акваторий построены достоверные карты магнитного, гравитационного и теплового полей, прямо-таки колоссальное число сейсмических профилей позволяет ученым составить четкое представление и о горизонтальной расслоенности океанической коры. Наконец, последние двадцать лет были отмечены крупными успехами в изучении

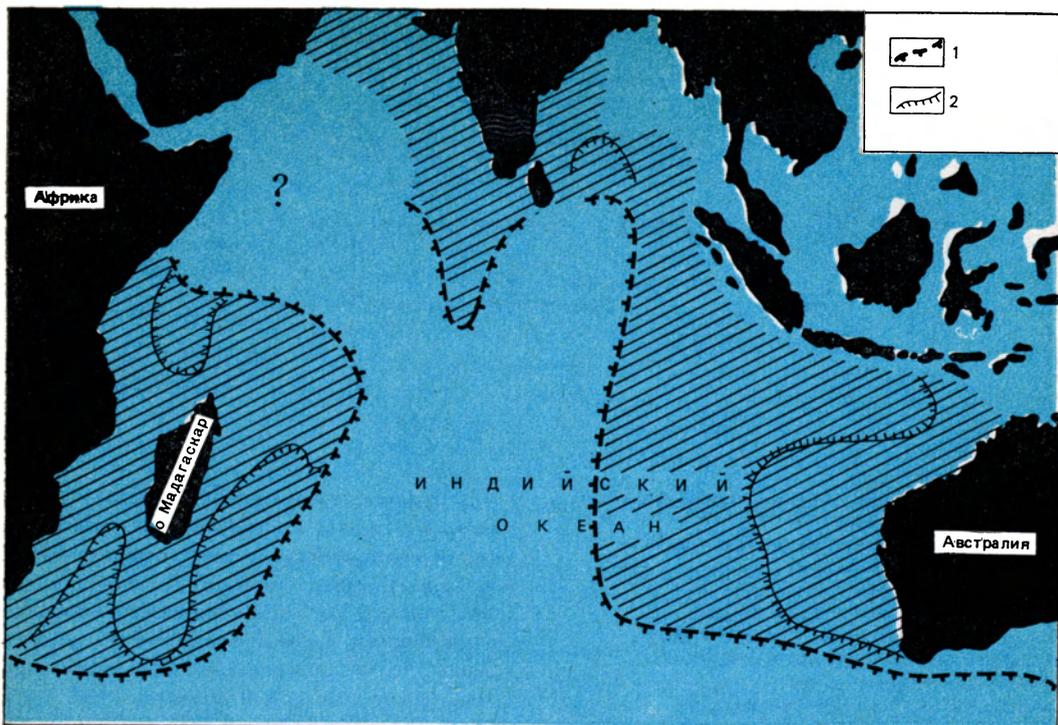
геологии океанов. Ученые впервые получили разнообразные образцы донных горных пород. В глубоководных участках океанов и морей буровое судно «Гломар Челленджер» выполнило около тысячи скважин, десятки тысяч скважин пробурены на мелководном шельфе. Все новые и новые факты дают ученым пищу для построения различных гипотез, часто противоречивых или даже исключающих одна другую. Но какие же из этих противоречий самые вопиющие? И какие загадки еще не разрешены?

Загадка первая:

почему на глубоководном дне находятся осадки, отложившиеся на мелководье?

Бурение дна показало, что под глубоководными отложениями нередко залегают мелководные и даже континентальные осадки. Сразу же под слоем воды, если рассматривать разрез буровой скважины, обнаруживаются глинистые или карбонатные илы, которые накапливаются в глубоководных условиях. Однако через несколько десятков метров характер осадков меняется. Становится больше карбонатов, появляются песчаники и осадки более грубозернистые. Но главное отличие — в этих слоях встречаются раковины морских животных, обитавших в мелководном море. Иногда обнаруживают и явно континентальные отложения, содержащие остатки листьев бывших деревьев и кустарников.

Еще ниже по разрезу скважины обычно находятся базальты. Причем, как в ряде случаев установлено, изливавшиеся на поверхность суши базальты иногда перекрывались морскими осадками. Разрезы буровых скважин, пройденных с судна «Гломар Челленджер», указывают на такую последовательность событий: сначала в континентальных или мелководных условиях изливались вулканические



Схема, показывающая, как расширился Индийский океан за последние 70 млн. лет (по данным глубоководного бурения). Заштрихованы области океана, которые раньше были сушей. Условные обозначения: 1 — граница океана около 70 млн. лет назад; 2 — та же граница 25 млн. лет назад. В результате опусканий краевых частей континентов площадь Индийского океана возросла более чем вдвое. Вопросительный знак показывает, что геологические процессы в этой области океана изучены плохо

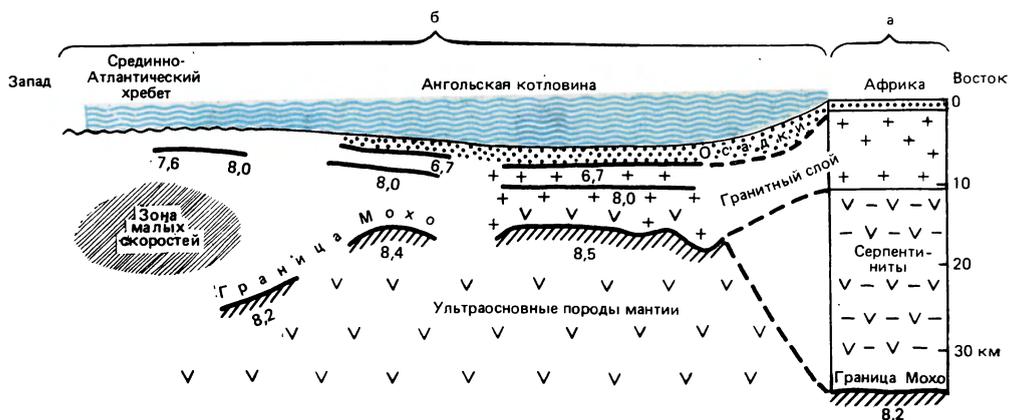
лавы, и уже на них отлагались прибрежные осадки. Затем все это погрузилось в воду на глубину 2—4 тыс. м, а еще позднее здесь стали накапливаться глубоководные илы.

Посмотрим, как это происходило, к примеру, в Индийском океане. Его восточная половина и часть западной становились все глубже в течение последних 100 млн. лет (с позднемеловой эпохи до настоящего времени). За это же время дно Восточно-Австралийской глубоководной котловины понизилось на 3—5 тыс. м. Колонка пород, извлеченная при бурении на подводном Западно-Австралийском поднятии, показала, что там опу-

скание началось позднее — 30 млн. лет назад. За последние 50 млн. лет погрузились Восточно-Индоеокеанский и Мальдивский хребты, первый примерно на 3 тыс. м, второй — на 2 тыс. м. Погружение подводного плато Натуралистов (у юго-западного выступа Австралии) и Сомалийской котловины (близ материкового склона Африки) началось еще позднее — 15 млн. лет назад и составило с того времени 3—4 тыс. м. Поскольку опускание дна, как мы видим, шло и в восточной, и в центральной, и в западной частях Индийского океана, то приходится признать: это не локальное явление, а процесс крупномасштабный, захвативший весь океан. Проявился он как в расширении глубоководных котловин, так и в общем погружении всей площади дна за последние 30—70 млн. лет.

Нужно отметить, крупные погружения фиксировались также и в Атлантическом, и в Тихом океанах, что свидетельствует об одном: раньше на месте океанов были континенты.

Это — факт, а загадка состоит в том, каким же образом произошло погружение? Хорошо известно, что земная кора континентов довольно мощная — толщина ее в среднем 35—45 км. Океаническая же земная кора — под



Схема, поясняющая механизм преобразования континентальной коры (а) в кору океаническую, изображенную на сейсмическом профиле через Атлантический океан (б).

Использованы данные С. М. Зверева, Г. А. Ярошевской, Ю. В. Тулиной и др. Цифрами указаны скорости упругих сейсмических волн (в км/с).

Первоначально на месте Ангольской океанической котловины была континентальная кора (под осадками до глубины 10 км залегает гранитный слой, ниже — серпентиниты) (а), с ростом температуры серпентиниты потеряли воду и превратились в «высокоскоростные» породы мантии. В результате граница Мохо сместилась вверх (с 35 до 15 км) и кора стала тонкой (б). Произошло также внедрение основных пород в нижнюю часть гранитного слоя, вследствие чего скорость упругих волн возросла до 7,6—8,0 км/с

В научной литературе уже давно обсуждаются различные механизмы преобразования толстой континентальной коры в тонкую океаническую. Согласно одной точке зрения, континентальная кора растягивается **горизонтально действующими силами** и в итоге становится тоньше. Но так может измениться лишь кора сравнительно неширокой впадины и уж никак не целого океана — шириной в несколько тысяч километров. Ведь растягиваясь на большой площади, кора может стать очень тонкой и, наконец, исчезнуть совсем, обнажив под океанами породы мантии Земли. Именно так и считал А. Вегенер, выдвинувший в 1912 году гипотезу дрейфа материков. «Плавающая» поверх мантии, они, по его мнению, разъезжались в стороны, «раскрывая» океаны. Однако с позиций гипотезы Вегенера мы не можем объяснить установленный бурением факт опускания дна океана.

Иначе толкует образование тонкой океанической коры концепция **тектоники литосферных плит**. Литосфера Земли, согласно этой гипотезе, состоит из нескольких плит, «плавающих» на относительно пластичной астеносфере. Раздвигаясь, они формируют рифтовые зоны, поддвигаясь друг под друга — глубоководные желоба, островные дуги, и, наконец, при сдвиге по **трансформным разломам** происходит горизонтальное движение коры на сотни километров. В рифтовых зонах срединно-океанических хребтов разогретое мантийное вещество подымается из астеносферы и, застывая, образует океаническую кору. Растяжение литосферы в рифтовых зонах океанов

глубоководными океаническими котловинами — значительно тоньше: 5—10 км. Подчиняясь закону Архимеда, земная кора «плавает» на более плотной мантии. Толстые глыбы континентальной коры, хотя и погружены глубоко в мантию, возвышаются над водой и даже образуют горные хребты. Тонкая океаническая кора погружена в мантию меньше, да и кровля ее расположена ниже поверхности континентов и перекрыта водами океана. Что же заставило относительно легкую континентальную кору погрузиться — в противоречии с законом Архимеда — в более плотную мантию? И не только погрузиться, но и резко «похудеть» — сократить свою толщину?

компенсируется сжатием ее в зоне островных дуг и глубоководных желобов, где новообразованная океаническая кора вновь «засасывается» в мантию Земли.

Причина перемещения литосферных плит усматривается в **конвекции**, или кругообороте вещества в мантии; сами же мантийные течения вызываются теплом радиоактивного распада в земных недрах. Предполагается, что конвективные течения увлекают за собой литосферные плиты, которые и движутся по поверхности мантии (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 30.—Ред.). Но с позиций тектоники литосферных плит довольно трудно и даже едва ли возможно объяснить одновременность опускания отдельных участков дна Индийского океана. Ведь большую его часть составляет Индо-Австралийская плита, но и в пределах этой плиты одни участки опустились, к тому же в разное время, а другие — нет.

Еще одно объяснение того, как образовалась тонкая океаническая кора: в результате «базальтового потопа» континентальная кора была перекрыта мощной толщей поднявшихся из мантии базальтовых лав. Под их тяжестью **кора стала погружаться в мантию** и в ней растворилась. Но такие взгляды противоречат принципу изостазии — легкая кора не может погружаться в плотную мантию (по современным оценкам плотность мантии — $3,5 \text{ г/см}^3$, а плотность коры — $2,65 \text{ г/см}^3$). А если на континентальную кору будут изливаться базальтовые лавы, плотность которых $2,4\text{—}2,9 \text{ г/см}^3$, это лишь увеличит мощность коры и на месте излиятий лав возникнет гора базальтов, а не впадина.

Итак, мы вынуждены признать, что ни одна из рассмотренных концепций не дает удовлетворительного ответа на вопросы: с чем же связано опускание дна океанов и каким образом толстая континентальная кора превратилась в тонкую океаническую?

Загадка вторая:

почему на дне океанов встречаются граниты?

Согласно распространенным сейчас взглядам, **земная кора океанов имеет базальтовый состав, а континентов — гранитный**. Как же тогда объяснить присутствие в океане островов, блоков и целых массивов, сложенных гранитами?

При целенаправленном изучении горных пород, обнажающихся на дне, внимание исследователей привлекли отдельные выступы — подводные горы. Они не перекрыты осадками, что позволяет судить о составе коренных пород. Со склонов таких подводных гор удалось собрать обширные коллекции образцов, и оказалось: под осадками и базальтовыми лавами распространены разнообразные по химическому составу и по условиям образования породы. Приведем два примера. В Атлантике вблизи гребня Срединно-Атлантического хребта изучалась подводная гора Болт ($45^\circ 30'$ с. ш.; $28^\circ 30'$ з. д.), откуда собраны различные магматические и метаморфические породы и в том числе гнейсы, гранито-гнейсы, гранодиориты, гранулиты, габбро, песчаники и мрамор. Абсолютный возраст гранито-гнейсов — около 1700 млн. лет. Второй район, где встречались подобные породы, — вал Зенкевича на западе Тихого океана; там со склона подводной горы на глубине 5000 м были драгированы гнейсы, граниты мелового возраста и другие магматические и метаморфические породы.

Вообще надо сказать, граниты обнаружены на многих островах в океане. Они имеют тот же состав, что и гранитный фундамент Африканского материка. Как же оказались в океанической коре граниты и гнейсы? На этот вопрос не дает ответа ни одна из трех упомянутых концепций образования океанической коры.

Загадка третья:

почему тепловой поток на континентах и на дне океана одинаков?

Континентальная и океаническая кора резко различаются не только толщиной, но и составом, а между тем суммарный тепловой поток из недр континентов равен тепловому потоку, идущему со дна океанов. Известно, что тепловой поток генерируется прежде всего при **радиоактивном распаде урана, тория и калия**, а этих элементов в гранитной коре континентов, как уже хорошо известно, в сотни раз больше, чем в тонкой базальтовой океанической коре. Почему же в таком случае тепловой поток в обоих случаях одинаков?

Чаще всего объясняют это так: в результате конвективного перемешивания вещества

мантии, снизу к подошве океанической коры поднимается нагретый материал. Поступающее из глубины тепло суммируется с незначительным теплом, генерируемым базальтовой корой, и в итоге дает такой же по величине тепловой поток, что и на континенте.

Но подобная интерпретация едва ли основательна. Кажется странным, что сумма тепла от океанической коры и от поднимающихся разогретых струй мантии везде тождественна тепловому потоку с континентов. Ведь конвекция — это не только подъем вещества, но и одновременно погружение. А зоны подъема и зоны погружения должны, очевидно, различаться по количеству выделяемого тепла, поскольку в первом случае поднимается горячий материал, а во втором опускается уже остывший. Значит, тепловое поле дна океанов скорее всего должно быть «пятнистым», то есть разделяться на разогретые и остывшие области. Однако этого не наблюдается. Не нужно забывать и того — может быть, самого главного, — что само существование конвекции в мантии — пока всего лишь гипотеза, еще не подтвержденная экспериментально. Таким образом, равенство теплового потока с континентов и со дна океанов нельзя удовлетворительно объяснить конвекцией в мантии Земли. Итак, третья загадка тоже не находит объяснения.

Загадки подобного рода можно перечислять и дальше. Но не лучше ли попробовать разгадать хотя бы эти три? Пытаясь найти ответы на вопросы, нужно помнить: мы еще очень плохо знаем **вещественный состав глубоких горизонтов** континентальной и океанической коры. Более или менее достоверно известно лишь, что верхний слой континентальной коры — это гранитогнейсы, а в океанах под осадками лежат базальтовые лавы. Что же касается глубоких горизонтов, то здесь почти полная неизвестность. О глубинном составе можно, конечно, судить по сейсмическим данным. Но интерпретация их неоднозначна, а это дает свободу для самых различных предположений о химическом составе глубоких слоев земной коры, отсюда же — разные объяснения и ответы на поставленные вопросы.

Попытаемся дать ответ на вопросы, используя геологическую интерпретацию сейсмических зондирований. Такая интерпретация опирается на историко-геологические данные об

образовании и развитии земной коры. Изучая древнейшие породы Земли возраста более 3,5 млрд. лет, многие специалисты пришли к выводу: на Земле и тогда уже существовала гранитная оболочка. Породы гранитного состава, «серые гнейсы», состоящие из полевого шпата и кварца, — на сегодняшний день самые древние земные породы. Возраст их — до 3,8 млрд. лет, они даже древнее **зеленокаменных поясов**, сложенных измененными, метаморфизованными базальтами. «Серые гнейсы» обнаружены на всех материках и на дне океанов.

Есть основания считать, что 4—3,5 млрд. лет назад «серогнейсовая» кора покрывала весь земной шар, в том числе и те пространства, где позже образовались океаны. Возникновение древнейших гранитов произошло в условиях специфических, пока, правда, до конца не выясненных. Но ясно, что они отличались высокими температурами и давлениями. Позднее «серогнейсовая» кора не раз подвергалась переработке гранитной магмой — по существу продуктом переплавки все той же «серогнейсовой» коры.

КАКИЕ ПОРОДЫ ПОД ГРАНИТАМИ?

Поскольку в нижних областях коры более высокие скорости упругих волн, то считалось, что под гранитным слоем находится базальтовый. Однако геофизические данные, полученные в самые последние годы, поставили этот вывод под сомнение. Н. И. Павленкова и И. П. Косминская (Институт физики Земли АН СССР) предложили новую сейсмическую модель земной коры континентов: в средней части, на глубине 10—20 км, где, как раньше предполагалось, скорость волн возрастает, есть **слои с пониженной скоростью**. Примерно на этих же горизонтах, по данным украинского геофизика З. А. Крутиховской, начинается рост **намагниченности пород**, а по другим данным — рост их **электропроводности**.

Три независимых физических метода указывают на аномальное строение среднего (а частично и нижнего) слоя континентальной коры. Все это вынуждает пересмотреть сложившиеся уже представления о вещественном составе средней и нижней частей континентальной коры. Какие же все-таки породы там залегают? Как раз теми физическими свойст-

вами, которые характерны для нижней и средней коры, обладает лишь одна порода. Это **серпентинит** — гидратированная ультраосновная порода мантии Земли (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 44.— Ред.). Минералы оливин и пироксен, слагающие мантию, превращаются в водный силикат — серпентинит, а избыток железа концентрируется в образующемся магнетите. Серпентинитам свойственны пониженные скорости упругих волн, которые и наблюдаются в действительности, а присутствие магнетита объясняет их высокую намагниченность. Таким образом, сейчас есть определенные основания считать, что средняя и нижняя части континентальной коры сложены серпентинитами.

Если в гранит-серпентинитовой коре температура повысится всего на несколько десятков градусов, серпентиниты станут неустойчивыми, начнут выделять воду (чем и объясняется их высокая электропроводность — минерализованная вода хорошо проводит электричество) и вновь превратятся в «высокоскоростные» породы мантии. В результате слой бывших серпентинитов приключится к мантии Земли, а кора станет тонкой, состоящей из одного только верхнего гранитного слоя. В силу закона Архимеда тонкая кора опустится, образовав океанскую впадину. Повышает же температуру в коре базальтовый вулканизм, характерный для тех мест, где возникли океаны. Излившиеся базальтовые лавы перекрывают тонкую гранитную кору, а выделившаяся при десерпентинизации вода заполняет океанские впадины.

ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ОТВЕТ — ЗА ГЛУБОКИМ БУРЕНИЕМ

Если принять такую гипотезу о составе континентальной земной коры, то можно разрешить эти три загадки океана.

Мелководные отложения на дне океанов мы находим потому, что раньше здесь был континент. Десерпентинизация пород нижних горизонтов континентальной коры привела к уплотнению пород, и континентальная кора превратилась в океаническую, а затем опустилась.

Находки **гранитов** на дне океанов совершенно закономерны, ибо там под базальто-

выми лавами — такой же гранитный слой, что и на континентах.

Гранитный слой дает львиную долю тепла, идущего из недр. А поскольку слой этот покрывает всю Землю, то **тепловой поток и на континентах, и на дне океанов одинаков**.

Конечно, подобные ответы убедят далеко не каждого. Но так и должно быть, ведь мы еще доподлинно не знаем, каким веществом сложены глубокие горизонты коры континентов и океанов. И высказанное тут мнение, конечно, не единственное.

Когда же наука найдет правильные и однозначные ответы на обсуждавшиеся вопросы? Есть надежда, что проблема генезиса океанских впадин, хотя бы в общем виде, будет решена уже в ближайшие годы. Но для этого нужно кору разбурить и разбурить по всей ее толщине и в нескольких районах. Прежде всего необходимо **вскрыть скважинами** весь разрез земной коры океанических котловин. Под этими глубоководными акваториями толщина коры, согласно сейсмическим данным, всего 5 км. И на такую глубину бурение скважин в океане можно будет осуществить уже в ближайшие годы.

Аналогично обстоит дело и с выяснением минерального состава глубоких горизонтов континентальной коры: нужно подойти скважиной к слою с пониженными скоростями упругих волн (волноводу). И работа здесь упрощается тем, что, например, в пределах Украинского щита кровля волновода расположена близко к поверхности — всего в 5—7 км от нее. Вскрытие скважинами волноводов в континентальной коре, несомненно, приведет к крупным научным открытиям, оно поможет решить вопрос о минеральном составе нижних областей континентальной коры и о преобразовании ее в тонкую кору океанов.

Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1986 года)



На научно-исследовательских судах Академии наук СССР и академий наук союзных республик во втором полугодии 1986 года продолжались исследования Мирового океана по национальным и международным программам. На судне «Академик Мстислав Келдыш» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР) проведена экспедиция в центральных и восточных районах Тихого океана. Главной задачей было изучение областей развития современного сульфидного рудообразования. В ходе работ на практике проверялись методы поиска руд геофизическими и геохимическими средствами с применением обитаемых и необитаемых подводных аппаратов.

Сотрудники Института вулканологии АН СССР на судне «Вулканолог» совершили научный рейс в Филиппинском море. Здесь измерялся тепловой поток по геотерверсу, проходящему по 18° с. ш., а также изучались гайоты подводных гор Магеллана. Высокие значения теплового потока обнаружены в зоне древнего рифта Парасе-Вела, а на гайотах подводных гор Магеллана получены данные о рельефе, магнитном поле, составе донных осадков.

В центральной части Атлантики работала экспедиция Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР. С борта «Академика Курчова» оценивалось влияние изменчивости гидрофизических полей на взаимодействие океана и атмосферы. Получены новые данные для проверки численных моделей климата океана, совершенствования прогностических моделей погоды и оценки влияния теплообмена на термическую структуру и характер циркуляции атмосферы.

Морской гидрофизический институт АН УССР на двух судах провел экспедиции в Атлантическом океане. В рейсе «Михаила Ломоносова» изучалась крупномасштабная циркуляция и гидрофизические поля на востоке тропической Атлантики в летний период, отрабатывались методы приема и анализа видеоизображений океана с метеорологических спутников, устанавливалась связь спектров излучения океана с оптико-биологическими характеристиками. Рейс «Академика Вернадского» посвящался изучению аномалий гидрофизических полей и процессов меридионального переноса тепла течениями в западной части тропической Атлантики. Собран обширный материал для научных фондов тропических и субтропических растений.

Институт термифизики и электрофизики АН ЭССР на судне «Арнольд Веймер» в течение лета и осени 1986 года провел несколько экспедиций в Балтийском море. В рамках их научных программ уточнялись представления об изменчивости гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических характеристик моря, определялось взаимодействие гидрохимических и гидробиологических процессов в период весеннего цветения фитопланктона, а также исследовалось распространение в Финском заливе веществ, представляющих опасность для морских экосистем.

В юго-западной части Тихого океана работала экспедиция Тихоокеанского океанологического института ДВНЦ АН СССР. На судне «Академик Александр Несмеянов» исследовался состав и строение зем-

ной коры в пределах хребта Лунсвилл и прилегающих участков Тихоокеанской литосферной плиты. Полученные в рейсе материалы важны для расшифровки тектонической природы хребта, его связи с разломом Элтония и Новозеландским линеаментом.

На научно-исследовательских судах «Витязь» и «Рифт» Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР провел геолого-геофизическую экспедицию в Средиземном море и восточной Атлантике. Главная задача экспедиции — изучение подводных гор в тектонически активных областях Азоро-Гибралтарской зоны и Тирренского моря с тем, чтобы получить сведения о тектоническом развитии этих регионов и создать соответствующие геодинамические модели изучаемых районов. Судно «Витязь» провело детальную геоморфологическую съемку и непрерывное сейсмическое профилирование, «Рифт» — телевизионный осмотр подводных гор и сбор корневых пород морского дна с помощью подводного обитаемого аппарата «Аргус».

Геологический институт АН СССР на судне «Академик Николай Страхов» выполнил рейс в Центральной Атлантике, где комплексными геолого-геофизическими методами был исследован трансформный разлом «Пятнадцать двадцать». Получены новые данные о тектонике, глубинном строении и вещественном составе зоны разлома.

А. А. ГОНЧАРЕНКО



«Сверхсветовые» движения в радиоисточниках

Термин «сверхсветовые» в названии статьи, хотя и взятый в кавычки, требует от автора некоторой ответственности. Дело в том, что умудренный опытом читатель понимающе усмехнется, увидев такое название: «Знаем мы эти ученые штучки. Сначала будут долго водить по лабиринтам наблюдательных данных, все запутают, чтобы в конце сделать вывод, что сверхсветовых скоростей быть не может».

Чтобы избежать такого упрека, сразу скажем: речь пойдет не о «тахionaх» — гипотетических частицах, обладающих мнимой массой и, согласно теоретическим прогнозам, способных существовать лишь двигаясь со сверхсветовыми скоростями. Нет, мы расскажем лишь о «световом зайчике», фазовая скорость перемещения которого не ограничивается скоростью света, постулируемой теорией относительности.

Героями нашего повествования будут компактные радиоисточники в ядрах галактик и квазаров, а также оболочки вокруг вспыхивающих новых звезд, угловые размеры которых иногда так быстро изменяются, что кажется будто расширение (или иногда сжатие) их происходит со скоростью, превышающей скорость света.

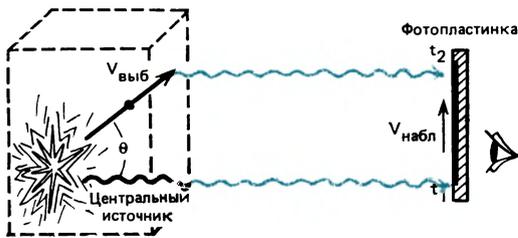
А теперь тех, кто любит получать не готовые ответы, а следить за перипетиями научного поиска, я приглашаю совершить небольшой экскурс в историю.

С ЧЕГО ВСЕ НАЧАЛОСЬ?

Вернемся на полтора десятилетия назад. Ведь именно тогда встал вопрос ни много ни мало как о наблюдаемом «опровержении» одного из постулатов теории относительности. Тогда на одном из семинаров в группе академика Я. Б. Зельдовича в Институте прикладной математики АН СССР зашла речь о

сообщении Т. Меттьюза (США) относительно странного поведения довольно далекого квазара 3С 286 (красное смещение его $z=0,85$). На фотографии, полученной американским астрономом, на месте квазара виднелась не звездочка, как обычно, а слабая туманность. Само по себе это не было сенсацией. К тому времени уже были известны случаи, когда вокруг квазаров наблюдались подобные слабые протяженные оптические структуры. Классический пример тому — один из первых обнаруженных квазаров 3С 48 ($z=0,36$). Но в случае, о котором сообщал Меттьюз, туманность вокруг 3С 286 «возникла» за несколько лет — на прежних фотографиях ее не было!

Что это могло означать? Или какую-то ошибку при фотографировании объекта (частичную и довольно странную засветку негатива, неправильный учет неоднородности оптического фона ночного неба), или... нарушение постулата теории относительности о том, что физическая скорость вещества не может превышать скорости света. Ведь по оценке Меттьюза, полученной в предположении о космологической природе красного смещения, возникающая туманность расширялась со скоростью, превышающей скорость света в несколько сот раз! Однако Я. Б. Зельдовича эта цифра не напугала и он прямо у доски показал, при каких предположениях могут быть «и волки сыты и овцы целы», то есть можно наблюдать «сверхсветовые» движения без нарушения основ теории. Суть его рассуждений сводилась к следующему. Пусть из какого-то центра активности под углом θ к наблюдателю со скоростью v вылетает заряженная частица, например электрон. Если ее скорость близка к скорости света, то она «навивается» на магнитные силовые линии и за счет синхротронного механизма излучает в некотором конусе углов кванты света. При определенном



Объяснение «сверхсветовых» движений в рамках «баллистической» модели

сочетании параметров системы (энергии излучающей частицы, напряженности магнитного поля) излученные кванты могут принадлежать и к оптическому диапазону.

Предположим, что частица в точке O излучила квант в направлении на наблюдателя, а следующий квант испустила уже в точке O' на расстоянии R от O через некоторое время $\Delta t_1 = R/v$. Хотя частица сама движется со скоростью v , однако ее изображение на фотопластинке AB будет двигаться, как легко показать, со скоростью $v_{\text{набл.}} = \Delta l / \Delta t_2$, где $\Delta t_2 = R/v - R \cos \theta / c$. Отсюда

$$v_{\text{набл.}} = \frac{v \sin \theta}{1 - \frac{v}{c} \cos \theta}.$$

Из формулы видно: если v близко к c — скорости света, а угол θ — мал, то нетрудно получить $v_{\text{набл.}} > c$. Таким образом, по мнению Я. Б. Зельдовича, в данной модели, получившей название «баллистической», наблюдаемый «сверхсветовой» эффект имеет отношение к так называемой фазовой скорости, которая и не обязана ограничиваться c . Действительно, если, к примеру, вращать прожектор с угловой скоростью 10^4 об/с, то «зайчик» от его луча будет бежать по облакам, расположенным на расстоянии ~ 5 км, уже со скоростью $v_{\text{набл.}} > c$. И никакого нарушения теории относительности в этом, конечно же, нет — ведь никакого реального передвижения вещества не происходит.

Кто-то из участников семинара вспомнил, что астрономы уже наблюдали подобные эффекты при вспышках новых звезд, погруженных в пылевые оболочки. При вспышке излучение от звезды приходит к наблюдателю уже частично отраженным от пылевых частиц, на-

ходящихся за звездой. При этом на фотопластинке остаются свой след лучи, пришедшие одновременно, вернее за время экспозиции. Но такие лучи отражаются от некоторой поверхности АБВ, являющейся параболоидом, в фокусе которого и вспыхнула звезда. Поэтому на пластинке наблюдатель увидит, что почти мгновенно появилось изображение туманности протяженностью АБВ. И опять «скорость», с которой эта туманность возникла, будет больше скорости света. И в этой модели, получившей название «экранной», мы опять сталкиваемся с эффектом фазовой скорости.

Так закончился тот давний семинар и о нем можно было бы и не вспоминать, тем более, что через некоторое время Меттьюз отказался от своих результатов, найдя в них какую-то фотографическую ошибку. Однако мы о нем все же вспомнили, поскольку лет через пять после описываемых событий о «сверхсветовых» скоростях опять заговорили. На этот раз «виновниками» были уже радиоастрономы со своими гигантскими антеннами, разнесенными по всему земному шару.

«СВЕРХСВЕТОВЫЕ» СКОРОСТИ В РАДИОДИАПАЗОНЕ

Действительно, за последние 10 лет радиоастрономия достигла поразительных результатов, как по чувствительности, преодолев «планку» на уровне потоков 10^{-30} Вт/м² Гц, так и по угловому разрешению, достигнув 10^{-4} угловой секунды. (Для сравнения заметим, что радиоисточники одного из первых по времени 3-го Кембриджского каталога имели потоки больше 10^{-25} Вт/м² Гц). Конечно, все эти успехи даются дорогой ценой: размеры антенн достигают сотен метров, а расстояния между ними — десятков тысяч километров, и можно сказать, что антенным полем стал весь земной шар. Иногда до десятка крупных телескопов работает по одному и тому же компактному радиоисточнику, то есть они составляют радиоинтерферометр со сверхдлинной базой — РСДБ (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 4.—Ред.). Такая система при рабочей длине волны $\lambda = 1$ см и длине базы $D = 10\,000$ км позволяет получить угловое разрешение порядка 10^{-4} угловой секунды. Правда, подобное разрешение можно получить лишь по одному пространственному направлению — вдоль базы. Но так как одно-

временно работают попарно несколько антенн с разными направлениями баз в пространстве и за счет суточного вращения Земли базы изменяют свое направление, то оказывается возможным, после довольно сложной обработки на ЭВМ, получить радиокарту наблюдаемого источника с очень высоким угловым разрешением. Такие работы, требующие международной кооперации радиоастрономов, активно ведутся в ряде стран, в том числе и у нас.

Что же выяснилось в результате этой кропотливой и многолетней работы, требующей усилий сотен специалистов, оснащенных самой современной техникой? Оказалось, что центральные области (~10 пк) сильных радиосточников имеют довольно сложную радиоструктуру, вытянутую в одну или реже в две противоположные стороны от наиболее яркой области, которая даже на РСДБ, как говорят радиоастрономы, не разрешается, то есть ее угловые размеры меньше, чем предел углового разрешения всеземных интерферометров (~1 пк). Интересно, что более крупномасштабная радиоструктура в этих же источниках (~1000 пк) имеет, как правило, симметричное относительно ядра строение. Причем направления вытянутости мелкомасштабной и крупномасштабной структур не совпадают иногда на десятки градусов. И самое удивительное — вид компактных радиоструктур, по данным, полученным с помощью РСДБ, менялся иногда до неузнаваемости всего за несколько лет: одни компоненты совсем исчезали (или сильно ослабевали), другие появлялись (или усиливались). При этом радиопоток менялся, а общие угловые размеры, как правило, увеличивались. Известны, правда, и случаи стабильности (а иногда даже и уменьшения) угловых размеров у таких радиосточников. И вот тут-то радиоастрономов и ожидал «сюрприз» вроде того, о котором когда-то сообщил Меттьюз — скорость изменения размеров компактных радиоструктур оказалась «сверхсветовой»! Подобных случаев пока известно не так много, но они есть. Это не ошибки в построении радиокарт методами РСДБ, как поначалу надеялись скептики, а неопровержимый факт, который подлежит всестороннему исследованию и объяснению. И хотя в данном вопросе пока еще много неясностей, однако общие контуры явления уже вырисовываются.

Радиосточник	Красное смещение, Z	$\frac{v_{\text{набл}}}{c}$ ($H_0 = 160$)
3C 120	0,033	+2-4
<i>BL Lacerta</i>	0,07	+2-5
3C 273	0,158	+5-7
1928+738	0,36	+(9)?
0735+178 (Lac)	0,424	+3
3C 279	0,538	+3-4
3C 345	0,59	+4-10
4C 39,25	0,7	-(1,5-3)
3C 263	0,65	+3
3C 179	0,85	+(4-10)
AO 0235+164	0,85	+(45)?
3C 454,3	0,86	+(9-25)?
NRAO 140	1,3	+(5,4-6,2)
0711+356	1,62	-(2,5-5)
3C 395	0,635	(20)?
1642+690	0,75	+9,3
0850+581	1,32	+(5-6)
CTA 102	1,04	+(30)?

Примечания: + — удаление от ядра; — — приближение к ядру.

СВОЙСТВА «СВЕРХСВЕТОВЫХ» РАДИОИСТОЧНИКОВ

Наблюдения показывают, что компактные радиосточники со «сверхсветовыми» движениями обладают рядом общих свойств. Перечислим наиболее характерные:

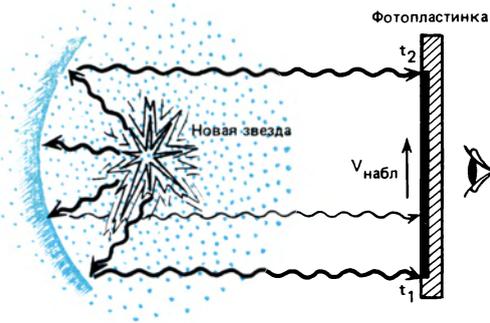
1. Все такие источники имеют заметную переменность потока, которая носит характер радиовспышек длительностью от месяцев до нескольких лет.

2. Вспышки соответствуют появлению новых компактных радиокомпонент, которые существуют несколько лет, теряя энергию на синхротронное радиоизлучение.

3. В одном и том же источнике методами РСДБ могут наблюдаться одновременно несколько «сверхсветовых» радиокомпонент, движущихся с разными скоростями примерно в одном направлении.

4. Наблюдаемые вспышки идут с запаздыванием в годы по отношению ко вспышкам в оптическом диапазоне. Причем начало «медленных» оптических вспышек примерно соответствует временам отрыва от ядер «сверхсветовых» радиокомпонент.

5. У всех известных компактных «сверхсветовых» радиосточников очень протяженные (десятки килопарсек) симметричные радиоструктуры, часто двойные, характерные для обычных радиогалактик.



«Экранная» модель, позволяющая понять, как получаются «сверхсветовые» скорости при вспышке новой звезды

Перечисленные общие свойства радиоисточников со «сверхсветовыми» движениями, естественно, выявлялись постепенно, по мере накопления результатов наблюдений. Поэтому не удивительно, что в разное время радиоастрономы отдавали предпочтение и разным моделям, объясняющим этот интересный «феномен». Мы, однако, в дальнейшем изложении не станем придерживаться хронологического порядка, а просто перечислим наиболее употребительные из моделей, доживших до наших дней.

МОДЕЛИ, ОБЪЯСНЯЮЩИЕ «СВЕРХСВЕТОВЫЕ» ДВИЖЕНИЯ

Начать, наверное, следует с той, о которой уже упоминалось в начале статьи. Модели такого типа получили название «**баллистических**». Они имеют много разновидностей в зависимости от геометрии разлета излучающей субстанции: от чисто сферической (расширяющаяся оболочка) — до линейной (выброс струи). В подобных моделях максимальная наблюдаемая скорость может достигать величины $v_{набл}^{max} = \gamma \cdot v$ при угле θ , определяемом из равенства $\sin \theta = \gamma^{-1}$ (где v — истинная скорость

излучающих частиц, $\gamma \equiv \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ — релятивистский фактор, θ — угол между направлением выброса и лучом зрения). Однако, большой процент «сверхсветовых» радиоисточников и наличие у них протяженных радиоструктур достаточно трудно объяснить с точки зрения «баллистической» модели.

В «экранных» моделях используется эффект

«светового зайчика», движущегося по отражающей структуре с фазовой скоростью. При этом способ освещения «экрана» и его геометрия могут варьироваться в широких пределах. К такому типу можно отнести и модели «светового эха», когда релятивистские частицы, выбрасываемые из активного ядра, жестко контролируются квазидипольным магнитным полем. При этом они либо сами излучают за счет синхротронного механизма (но излучение попадает на наблюдателя лишь на «заворотах» магнитных полей), либо возбуждают среду на своем пути, которая уже излучает во все стороны, в том числе и на наблюдателя. Об одной из разновидностей подобной модели мы поговорим дальше подробнее.

Модель типа «**гирлянды лампочек с новогодней елки**». В ней «сверхсветовое» движение связано просто с независимым «загоранием» разных участков радиоструктуры. Однако понять в рамках этой модели, почему «загорание» происходит в некоторой последовательности — скажем, по мере удаления от ядра — трудно. Для этого нужно придумывать специальный коммутатор, как у световых табло.

Наконец, модели с использованием эффектов «**гравитационных линз**» основаны на том предположении, что между далеким радиоисточником и наблюдателем может находиться массивная слабо излучающая в оптике галактика. Ее гравитационное поле искривит лучи (в том числе и радио-), а наблюдатель, проектируя эти лучи на плоскость неба, тем самым сильно завышает размеры радиоизлучающей области. Что и приводит к кажущемуся «сверхсветовому» расширению.

SS 433 — ЯДРО ГАЛАКТИКИ?

Вообще говоря, прежде чем оценить свойства той или иной модели, предложенной для объяснения «сверхсветовых» движений в радиодиапазоне, хорошо бы иметь и модель самого компактного ядра-радиоисточника. Тогда стало бы понятнее «куда лошадь запрягать». К сожалению, и в этом вопросе нет полной ясности. Общепринятой модели активного ядра галактики пока не существует. Хотя, если бы среди астрофизиков по данному вопросу провести голосование, то, по-видимому, большинство голосов получила бы модель «массивной черной дыры с аккреционным диском вокруг». Однако, как нам кажется,

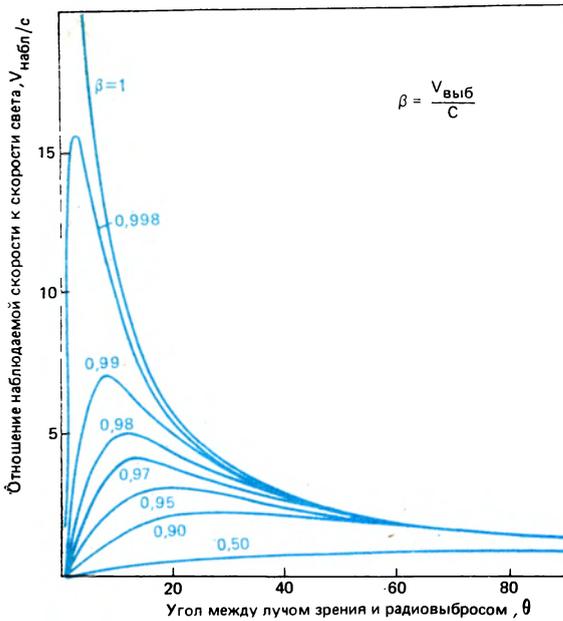
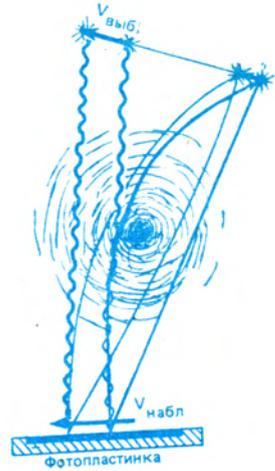


Схема появления «сверхсветовых» движений — модель, учитывающая эффект от гравитационной линзы вблизи луча зрения



Зависимость $v_{\text{набл.}}$ от угла θ для «баллистической» модели (из работы М. Райла и М. Лонгейра, Англия)

в последние годы ее позиции несколько потшатнулись. Это связано с открытием американскими астрофизиками совершенно уникальной двойной звездной системы, которая по многим признакам напоминает миниатюрное активное ядро галактики и в то же время может и не быть черной дырой. Речь идет об объекте SS 433 (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 22.— Ред.). SS 433 — сильный излучатель почти во всех диапазонах длин волн, включая и радио-. К тому же он — сильно переменный объект, у которого наряду с плавными изменениями светимости с периодами ~ 13 дней (орбитальное движение) и ~ 165 дней (прецессия) наблюдаются и отдельные вспышки (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 7.— Ред.). Спектроскопические исследования этого объекта показали, что из него выбрасываются в двух противоположных направлениях облака газа со скоростями до 80 000 км/с! Выброс газа идет очень узкими (коллимированными) струями, имеющими протяженность в 1000 раз превосходящую размеры самой двойной системы (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 21.— Ред.).

Объект SS 433 доставляет много «хлопот» астрофизикам, которые сразу заметили его поразительное сходство с активными ядрами

галактик, хотя в последних энергетические, временные и пространственные масштабы явлений неизмеримо больше: по энергиям — в 10^6 раз, по временам и размерам — в 10^3 раз. Но с такой трудностью астрофизики давно знают как «бороться» — в ядрах галактик надо «увеличить» массу объекта по сравнению со звездными массами в 10^6 — 10^8 раз и тогда все будет «как надо». Правда, это не всегда просто сделать, да и выражение «как надо» здесь не совсем уместно, поскольку достоверной модели активного ядра пока нет. Но если исходить из принципа «подобия» и считать объект SS 433 маломассивным (звездным) представителем класса гораздо более массивных активных объектов в ядрах галактик, то можно сделать кое-какие выводы и по проблеме «сверхсветовых» движений и в радиоисточниках.

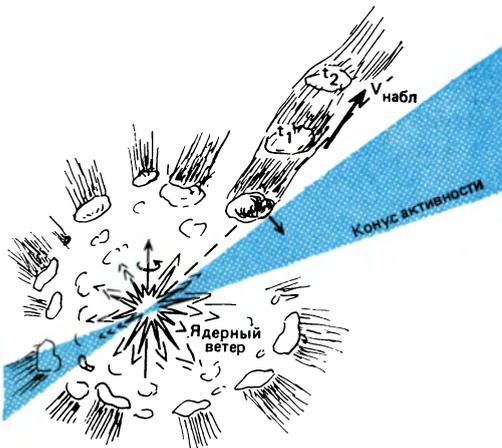
МОДЕЛЬ С ПРЕЦЕССИРУЮЩИМ «КОНУСОМ АКТИВНОСТИ»

Итак, допустим, что в центральной области галактики (или квазара) тем или иным образом сформировался сверхмассивный (10^6 — $10^8 M_{\odot}$) вращающийся объект (периоды могут достигать нескольких десятков месяцев) с сильным квазидипольным магнитным полем. (Такое

образование называют иногда спинаром, магнитондом или массивным пульсаром.) Не исключено, что объект этот входит в состав двойной системы (по аналогии хотя бы с SS 433) и тогда, кроме периода вращения, может наблюдаться еще и орбитальный период (несколько десятков лет), а также и прецессионный (несколько сотен или даже тысяч лет). Из активного объекта вдоль магнитных силовых линий (из области магнитных полюсов) в направлении, близком к оси вращения, выбрасываются в двух противоположных направлениях струи релятивистской плазмы (высокоэнергичные частицы, магнитные поля и горячий газ). Предполагается: истечение в струях происходит непрерывно (хотя и возможны периоды большей или меньшей активности) в конусах с раствором в несколько градусов. В дальнейшем мы будем называть эти конусы «конусами (или диаграммами) активности». Если наблюдатель расположен таким образом, что луч зрения попадает в «конус активности», то он будет видеть излучение самого активного объекта, как это имеет место, по-видимому, у объектов типа лацертид (Земля и Вселенная, 1985, № 2, с. 47.— Ред.).

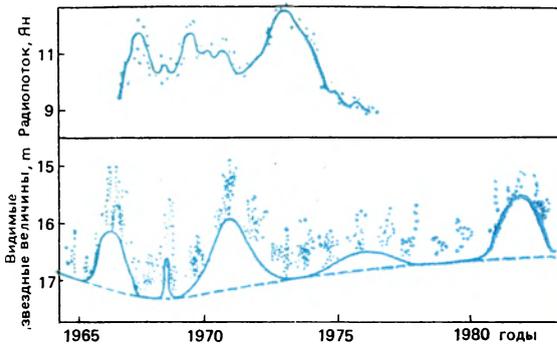
Если же «конус активности» направлен мимо луча зрения, то мы можем наблюдать

«Сверхсветовое» движение «зайчика» по кометообразным газовым облакам — модель с прецессирующим «конусом активности»



излучение от активного объекта только при условии его рассеяния (или деформации) неоднородностями окружающей этот объект среды (например, облаками). Скорее всего именно с такой ситуацией мы и сталкиваемся при исследовании большинства активных ядер галактик и квазаров. Из-за медленной прецессии «конуса активности» в пространстве активные объекты могут со временем изменять и свои свойства. И согласно наблюдательным данным это действительно иногда происходит. В рамках этих предположений, выбросы из активных ядер как раз и представляют собой области активного взаимодействия струй релятивистской плазмы с плотными межзвездными облаками, случайно попадающими в «конусы активности». Чаще мы наблюдаем попадание облаков в один из «конусов активности» (односторонний выброс), реже — в оба (двусторонний выброс). Так как время жизни выбросов скорее всего меньше нескольких тысяч лет, то за большие времена в «конусы активности» по обе стороны от ядра попадает в среднем одинаковое количество облаков. Именно поэтому в масштабах больше нескольких тысяч парсек наблюдаются симметричные радиоструктуры, а в масштабах меньше десяти парсек — как правило, односторонние.

Какое же отношение имеют все эти модели к проблеме «сверхсветовых» движений, наблюдаемых в ядерных радиоисточниках? Самое прямое, поскольку прецессирующая струя «засвечивает» облака, расположенные вдалеке от ядра, то есть мы сталкиваемся с ситуацией, когда «световой зайчик» бежит по «экрану». Правда, «экран» этот своеобразный — он не сплошной, а состоит из отдельных, движущихся вокруг ядра газовых комплексов. Однако дело обстоит все же не так просто. Если принять, что характерные времена прецессии «конуса активности» ядер составляют ~ 300 лет, то легко показать: скорость перемещения «зайчика» станет «сверхсветовой» только при расстояниях от ядра больше 100 пк. Наблюдения же показывают, что «сверхсветовые» скорости достигаются уже на расстояниях меньше 10 пк. Как быть? Здесь на помощь опять-таки приходит аналогия с SS 433. Спектроскопические исследования этого объекта показывают, что наряду с двумя узкими газовыми струями из него истекает и гораздо более мощный сферически-симмет-



Кривые блеска квазара 3С 345 в радио- (вверху) и в оптическом диапазонах. Видна задержка во времени (годы) между всплесками в радиодиапазоне по сравнению с оптическими (из работы М. К. Бабаджяннца и др.)

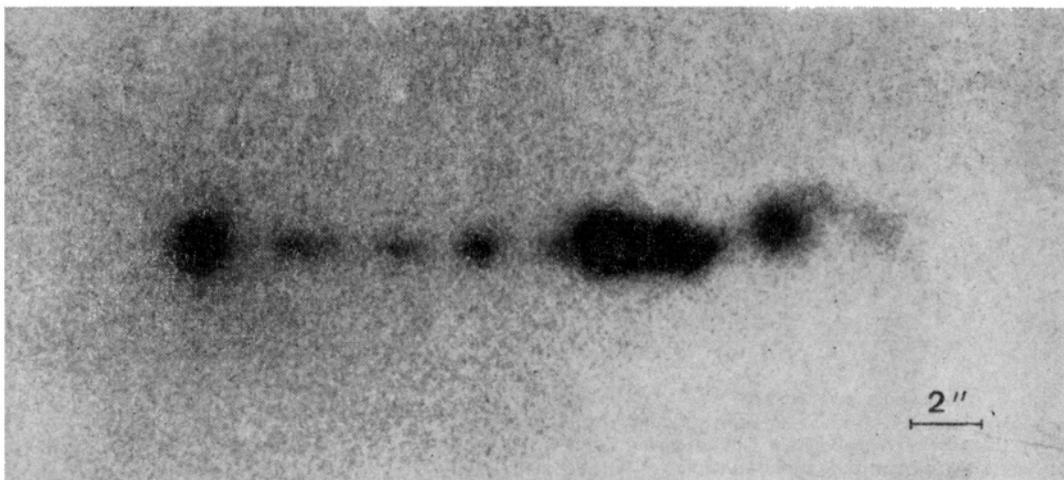
ричный газовый поток — горячий звездный ветер (подобный солнечному ветру, но гораздо более мощный). Скорость такого «ядерного» ветра достигает десятков тысяч километров в секунду, и он несет громадный запас кинетической энергии. Ясно, что этот ветер, обдувая встречающиеся на его пути газовые облака, активно с ними взаимодействует. Мелкие и не очень плотные облака ветер просто уносит с собой, а более крупные и плотные он превращает в своеобразные «кометы», выдувая их поверхностные слои в длинные хвосты, направленные от ядра.

Чем ближе газовое облако подходит к ядру, тем сильнее на него действует «ядерный» ветер и тем длиннее формируется хвост. Наличие вблизи активных ядер подобных радиально вытянутых газовых структур и помогает понять феномен «сверхсветовых» движений вблизи активных ядер. Действительно, теперь уже прецессирующая струя «засвечивает» не отдельные облака, а почти всю радиально вытянутую газовую структуру. Скорость такой «засветки» можно оценить по формуле $v_{\text{набл.}} = R/P_{\text{прец.}} \cdot \sin \alpha$, где R — расстояние от ядра до облака, $P_{\text{прец.}}$ — период прецессии, α — угол отклонения хвоста от радиального направления. Если этот угол невелик (несколько градусов), то при $P_{\text{прец.}} \sim 300$ лет мы получим $v_{\text{набл.}} = 10c$ уже на расстоянии 10 пк. Интересно, что в зависимости от направления отклонения «хвоста» может происходить как «сверхсветовое» расширение, так и «сверхсветовое» сжатие.

При взаимодействии фронта «конуса активности» с хвостатым газовым облаком наблюдатель сначала будет фиксировать оптическую вспышку и только с запаздыванием (годы) — вспышку в радиодиапазоне из области более периферийных и слабых магнитных полей. Таким образом, получается, что медленная (годы) оптическая переменность, наблюдаемая во многих активных ядрах, может быть не связана с переменностью самого ядра, а является отражением взаимодействия «конуса активности» с неоднородностями внешней газовой среды. И если бы в оптическом диапазоне можно было достичь такого же поразительного углового разрешения, как в радио-, то, в рамках этих предположений, должны были бы наблюдаться «сверхсветовые» движения и в оптике.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ

Итак, если в активном ядре каким-то образом возникают прецессирующая энергичная струя, мощный ветер и есть газовые облака в околоядерной области, то существуют все необходимые условия для возникновения феномена компактного переменного радиоисточника со «сверхсветовыми» движениями. Но тогда можно задать вопрос: почему этот феномен наблюдается не во всех случаях активных ядер? Ну во-первых, не все активные ядра — мощные радиоисточники (это, по-видимому, связано с величинами и конфигурациями магнитных полей). Во-вторых, в «конусе активности» не всегда идет бурное взаимодействие с крупными газовыми комплексами — их вблизи ядра не так много. А вдали от ядра из-за ослабления «ядерного» ветра эти комплексы могут не иметь кометообразной структуры. И последнее — так как поперечный размер газовых комплексов на их расстоянии от ядра меньше или сравним с шириной «конуса активности», то феномен «сверхсветового» движения будет существовать лишь небольшой отрезок времени от интервала, в котором облако будет «засвечиваться» прецессирующей струей. Так что феномен «сверхсветовых» движений будет наблюдаться не все время существования сильных радиоисточников и он всегда должен сопровождаться медленной переменностью в широком диапазоне длин волн, излучаемых

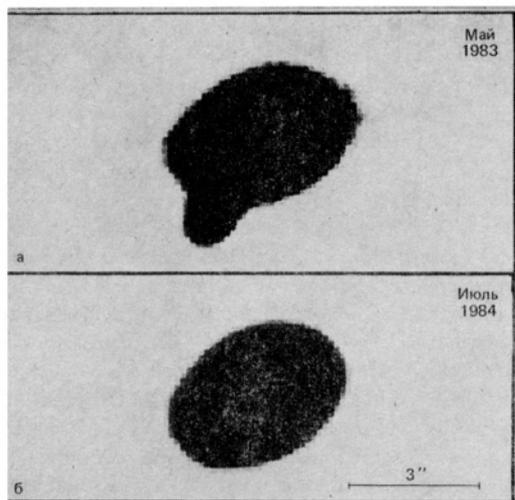


Оптический односторонний выброс из ядра галактики М 87 (радиоисточник Дева). Размер выброса — порядка 1500 пк. Выброс хорошо наблюдается в широком диапазоне длин волн — от радио- до рентгеновских

за счет синхротронного механизма релятивистскими электронами.

Закончить наш рассказ мы могли бы примерно тем же, с чего и начали. Недавно по-

вспышка сверхновой («нос» на верхнем изображении) в галактике, окружающей квазар 1059+730



явилось сообщение о том, что оптическая туманность вокруг близкого квазара 1059+730 за один год (с 1983 по 1984) резко изменила свою форму. И это уже не ошибка фотографирования — изображение получено с помощью современных «чудес» электроники — приборов с зарядовой связью. Что это — опять оптическое «сверхсветовое» расширение, о котором сообщал Меттьюз? Или ошибка, «фокус» теперь уже не фотопластинки, а ПЗС-матрицы? Оказалось, ни то ни другое. По мнению американских наблюдателей, исчезнувший за год «выступ» на изображении туманности — это оптический остаток от вспышки сверхновой звезды в далекой эллиптической галактике, окружающей квазар 1059+730.

Астрономам, по-видимому, удалось заснять конец этого явления. При расширении поверхностная яркость остатка быстро падает и он становится неотличимым от окружающей квазар галактики. Факт наблюдения вспышки сверхновой в галактике, ядро которой является квазаром, сам по себе чрезвычайно интересен, так как еще раз доказывает звездную природу галактик вокруг квазаров. Но это уже другая история и отношение к нашей если и имеет, то только внешней схожестью с тем научно-историческим курьезом, с которого мы и начали наш рассказ.



Эхо землетрясений в космосе

При пролете спутников над сейсмоактивными районами Земли специальная аппаратура регистрирует всплески электромагнитного излучения в ионосфере и магнитосфере Земли. Эти всплески часто не только сопровождают сейсмический толчок, но и предшествуют ему.

Землетрясения происходили на Земле всегда. Они описываются и в дошедших до нас древних фольклорно-эпических произведениях разных народов мира, и в средневековых хрониках, и в современной литературе. Особенно большой ущерб землетрясения приносят в сейсмически опасных регионах. И потому такой злободневной остается проблема прогнозирования сейсмических толчков (см., например, Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 4.—Ред.).

Проблема эта трудная и, можно сказать, идеальный прогноз был дан пока только однажды — для землетрясения 4 февраля 1975 года на северо-востоке Китая. В 10 часов 30 минут утра этого дня было выпущено официальное сообщение о предстоящем сильном землетрясении. К 14 часам относится требование об эвакуации всего населения и выполнении ряда экстренных мероприятий, а в 19 часов 36 минут разразилось землетрясение. До 90 процентов зданий было разрушено или сильно повреждено, число же погибших составило 200—300 человек при численности населения в районе землетрясения примерно миллион человек...

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ ВЛИЯЕТ НА ИОНОСФЕРУ

Многие годы познание различных природных феноменов, которые могут быть предвестниками землетрясений, основывалось на наблюдениях исключительно на земной поверх-

ности. В последнее время широко используется физическое и математическое моделирование. Но возникает вопрос: нельзя ли использовать для прогноза сейсмической опасности космические методы? По мнению ряда исследователей, возможно, именно отсюда прямой путь если не к предсказанию землетрясений (где? когда? какой силы?), то хотя бы к прогностическим оценкам.

Влияние солнечной активности на процессы не только в околоземном космическом пространстве, но и на геофизические и метеорологические явления на Земле в настоящее время почти не вызывает сомнений. Перемещения окружающей Землю среды, собственные излучения атмосферы, океана, земной поверхности — все это реакция на тот поток энергии, который поступает от Солнца, и на колебания этого потока. Связь между солнечными и земными явлениями осуществляется посредством электромагнитного и корпускулярного излучений, за счет плазменных процессов.

Еще в самом начале космической эры был обнаружен солнечный ветер — потоки частиц плазмы в межпланетном пространстве. Порождает ветер солнечная корона — серебристо-жемчужная плазменная сфера, простирающаяся на десятки миллионов километров за пределы солнечного диска.

Земля — грандиозный магнит, и потому солнечный ветер активно влияет на формирование его магнитосферы. Со стороны Солнца она оказывается «поджатой» солнечным ветром к Земле, а в «заветренной» стороне растягивается на десятки миллионов километров, образуя длинный магнитный шлейф. В результате взаимодействия магнитосферы с ионосферой возникают мощные электрические токи, которые формируют единую электрическую систему, охватывающую все околоземное пространство. С помощью этой токовой системы кинетическая энергия

солнечного ветра может перекачиваться в тепловую энергию верхней атмосферы и энергию частиц околоземной плазмы. В результате возникают различные геомагнитные возмущения, которые, по-видимому, способны как-то стимулировать образование циклонов и антициклонов в полярных шапках Земли, воздействуют на биологические системы, в частности, могут ухудшать состояние здоровья людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Однако и сама наша планета, оказывается, активно воздействует на свою электрическую оболочку. Скажем, на Камчатке произошел взрыв вулкана, а в районе, удаленном от него на тысячи километров, прекратилась радиосвязь. Выясняется, что нечто подобное происходит и при землетрясениях: в ионосфере возникают крупномасштабные волны и неоднородности, которые хорошо прослеживаются по своему воздействию на характеристики коротковолновых радиотрасс.

Явление это было открыто советскими учеными около 20 лет назад. Но долгое время оставалось неясным, каким образом эффекты землетрясений передаются в ионосферу — посредством ли акустической волны или каких-то электрических явлений? Большинство исследователей стояло за акустические волны, поскольку к тому времени уже было известно, что сильные взрывы вулканов приводят к возникновению инфразвуковых колебаний, распространяющихся затем на большие расстояния.

Но что такое акустическая волна? Это движущееся с большой скоростью друг за другом сжатие и разрежение воздуха. Распространение такой волны в верхней атмосфере изменяет профиль электронной концентрации в ионосфере, возникают различного рода неоднородности. Другими словами, под воздействием акустической волны по фронту ионосферы пройдут колебания, напоминающие рябь на водной поверхности. Следствием этого станут нарушения в распространении радиоволн, отраженных от возмущенной области. Все это так. И тем не менее было бы неправильным сбрасывать со счетов возможность возникновения каких-то дополнительных значительных электромагнитных явлений, обусловленных землетрясением.

Известный советский геофизик М. Б. Гохберг и его сотрудники из Института физики Земли АН СССР в течение многих лет вели

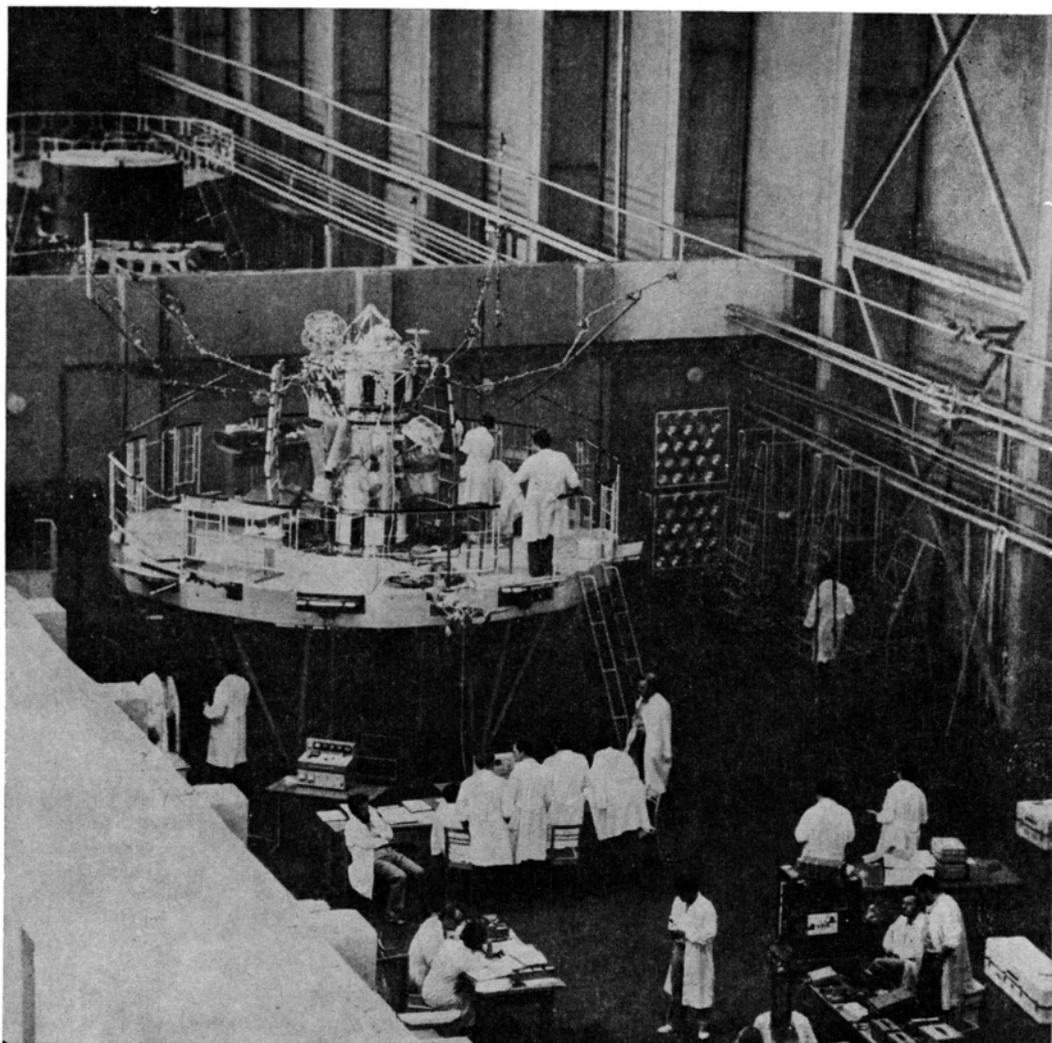
поиск таких электромагнитных явлений, тщательно анализируя наблюдательные данные, имевшиеся как в Советском Союзе, так и за рубежом. И кое-что удалось найти. Для надежной статистики, правда, этого было мало, но важен был сам факт существования таких явлений.

Несколько позже сотрудники Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР вместе с сотрудниками Института физики Земли АН СССР обнаружили, что после сильных землетрясений, произошедших вблизи экватора, спутник «Интеркосмос-19» регистрировал вблизи их эпицентров своеобразные **электромагнитные шумы**. И хотя статистика тоже была небольшой, но все, как говорится, шло одно к одному.

Тогда-то и встал вопрос: нельзя ли попытаться смоделировать эффекты землетрясения, то есть искусственно воспроизвести его воздействие не только на среднюю и верхнюю атмосферу и ионосферу, но и на околоземное космическое пространство? Искусственный взрыв, горный обвал, опускание кровли в выработанных шахтах, даже движение тяжелого транспорта — все это приводит не только к сотрясениям почвы, но и к возникновению волн в атмосфере. И волны эти отличаются только причиной их вызвавшей и, соответственно, силой колебаний, их протяженностью в пространстве, способностью достигнуть высоты ионосферы и магнитосферы. Так возникла программа активных научных экспериментов по моделированию магнитосферно-ионосферных связей при сейсмических явлениях методом мощных химических взрывов (ее сокращенное название — «МАССА»).

КАК ПРОВОДИТЬ ЭКСПЕРИМЕНТ?

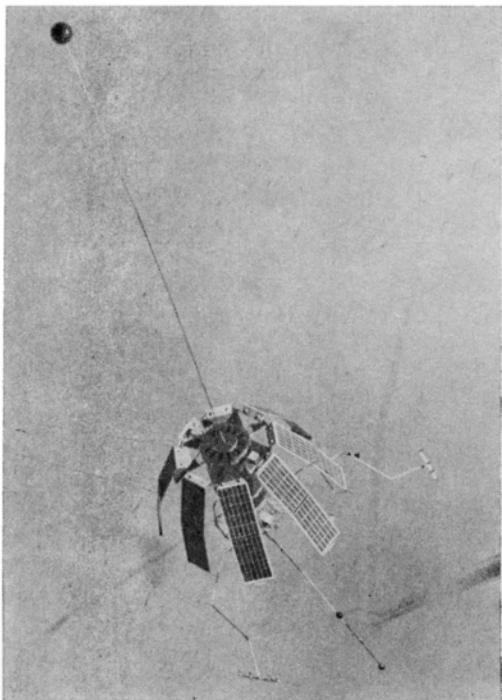
Наиболее тонко эффекты таких связей можно исследовать лишь в условиях проведения строго контролируемых экспериментов. Их успех поэтому во многом зависит от тщательности подготовки. Сначала возникают трудности организационного характера. Большое количество взрывчатки — порядка нескольких сотен тонн — нужно доставить в удаленный от населенных пунктов район. Затем ее требуется разместить на абсолютно ровной площадке, чтобы можно было четко отделить величину



Советские и французские специалисты проводят комплексные электрические испытания спутника «Ореол-3»

энергии взрыва, которая пойдет вниз, от направленной вверх в атмосферу. Необходимо подготовить большое количество измерительных пунктов и оборудовать их приемно-регистрающей аппаратурой для наблюдения эффектов взрыва в атмосфере, то есть движения ударной волны, отраженных сигналов, распространения волн в земном грунте и так далее. Перед проведением эксперимента тре-

буется осуществлять регулярные запуски метеорологических радиозондов в пунктах, находящихся на различных удалениях от места взрыва. И наконец, нужно очень точно скоординировать действия на Земле и в космосе: взрыв должен состояться именно в тот момент, когда над районом эксперимента пролетает спутник, оснащенный необходимой измерительной аппаратурой. Как известно, его скорость при движении по орбите большая — около 8 км/с — и потому ошибка даже в десяток секунд может привести к тому, что космический аппарат не зарегистрирует сейсмическую волну.



Спутник «Ореол-3»

Исследования процессов в космосе решили вести с борта спутника «Ореол-3». Он был запущен по программе советско-французского сотрудничества (проект «Аркад-3») и имел на борту достаточно чувствительные приборы для диагностики плазмы и вариаций магнитного и электрического полей. Такой состав научной аппаратуры как нельзя лучше подходил для регистрации эффектов взрыва и их воздействия на ионосферу и магнитосферу.

По расчетам предполагалось, что сначала акустическая волна будет подниматься вверх и через 5—7 минут достигнет ионосферы. Здесь движение нейтральных частиц, обусловленное акустической волной, при соударениях с ионами вызовет их смещение относительно замагниченных электронов. Возникнет динамо-эффект, что должно привести к локальной генерации электрического поля и токов. Иными словами, движение нейтрального газа ионосферы под воздействием акустической волны сыграет роль антенны, которая будет модулировать электрические токи. При этом вблизи силовой трубки взрыва (магнитная силовая трубка, опирающаяся на площадку на

высоте 100 км непосредственно над точкой взрыва) из-за несимметрии явлений в северном полушарии, где распространяется акустическая волна, и в магнитосопряженной ионосфере южного полушария должны возникать продольные токи и генерироваться плазменные шумы. Речь идет об **альвеновских волнах**, то есть специфических электромагнитных колебаниях, которые хорошо распространяются вдоль силовых линий магнитного поля. В альвеновской волне в колебаниях участвует не только электромагнитное поле, но и частицы самой проводящей среды, в данном случае — магнитосферная плазма.

Оперативные расчеты параметров орбиты спутника позволили заранее определить момент пересечения им магнитной силовой трубки взрыва с точностью до нескольких секунд и соответственно выбрать время взрыва. Спутник пересек эту силовую трубку примерно через 6 минут после взрыва и обнаружил в ней характерное «пятно» повышенной интенсивности электромагнитных шумов в широком диапазоне частот. Кроме того, на расстоянии около 700 км к югу от силовой трубки бортовой магнитометр спутника обнаружил сильный, хотя и кратковременный выброс магнитного поля, он сопровождался вспышкой **электромагнитных колебаний** — от десяти до нескольких сотен герц, а также значительным «броском» электрического поля.

А ЕСЛИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ВЗРЫВ?

Полученные результаты, однако, нуждались в проверке и подтверждении — не случайны ли они? Но организовать новый экспериментальный взрыв дорого. Тогда было решено воспользоваться промышленными взрывами, которые используются, например, при строительстве каналов. Для производства таких взрывов зачастую используется до 1000 т взрывчатки. По мощности энергии, выделяемой вверх, они соизмеримы со взрывом по программе «МАССА».

Специалистам «Союзвзрывпрома» удалось провести все взрывы в заранее рассчитанные моменты времени, так что состоялись координированные измерения с борта космического аппарата и с наземных станций. Точность достигла буквально нескольких секунд. И ученые убедились, что эффекты взрыва, полученные в эксперименте «МАССА» не случайны

При этом оказалось, что явления низкочастотных колебаний, вызванных взрывом, сохраняются по крайней мере 35 минут после него. А размеры области интенсивных колебаний электрического поля ионосферы увеличиваются со скоростью более полукилометра в секунду.

Таким образом, экспериментальные данные об эффектах в ионосфере и магнитосфере, вызванных наземными взрывами средней мощности, убедительно свидетельствуют: антропогенное воздействие на околоземную плазму крупномасштабными акустическими волнами весьма существенно. Тем более можно ожидать аналогичные эффекты в ионосфере и магнитосфере в результате значительных землетрясений.

Чтобы убедиться в этом, прежде всего решили детально проанализировать характеристики плазмы, магнитного и электрического полей, полученные со спутников, когда они пролетали над эпицентрами землетрясений. Специалисты рассмотрели большое число измерений во время землетрясений, и во многих случаях бортовая аппаратура спутников зарегистрировала всплески низкочастотных излучений, напоминавшие те, что были обнаружены во время эксперимента «МАССА».

Самое же главное — удалось установить, что такие шумовые излучения четко регистрировались аппаратурой не только после землетрясения, но и за какое-то время до него! Сразу в это даже трудно было поверить. Неужели в прогнозировании землетрясений могут помочь явления, происходящие на столь далеких от нас магнитосферных высотах?

СЕЙСМОМАГНИТОСФЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ СУЩЕСТВУЮТ

Еще раз детально проанализированы измерения со спутника «Ореол-3», на борту которого была наиболее чувствительная аппаратура. Вот один из примеров наблюдений. На 2441 витке спутник проходил на 3° западнее эпицентра за 4 часа 40 минут до землетрясения. При этом аппаратурой был отмечен кратковременный всплеск излучения. На следующем 2442 витке «Ореол-3» находился примерно на 30° западнее эпицентра за 2 часа 51 минуту до момента землетрясения. Амплитуда всплеска увеличилась, и он наблюдался в течение полутора минут. На 2443 витке спут-

ник проходил на 57° западнее эпицентра. Тем не менее даже на таком удалении аппаратура в течение трех минут фиксировала всплеск низкочастотных шумов. Через 7 минут после землетрясения космический аппарат находился на 84° западнее эпицентра и в течение трех минут наблюдалось излучение, характерное для «после землетрясения». Таким образом, всплеск шумов отмечался за несколько часов до начала землетрясения и зона наблюдения была достаточно протяженной.

К настоящему времени получены данные по нескольким десяткам случаев регистрации со спутников электромагнитных шумов в магнитосфере, связанных с эффектами значительных землетрясений. Хотя статистика и детализация таких случаев пока еще недостаточна, само существование сейсмомагнитных эффектов, наблюдаемых как после землетрясения, так и за несколько часов до него, установлено надежно. Таким образом, появилась принципиальная возможность осуществлять глобальную систему наблюдения за электромагнитными сейсмомагнитными эффектами. Однако для реализации такой системы предстоит еще выполнить большой объем работ.

В первую очередь необходимо продолжить измерения над сейсмоактивными зонами, используя для этого космические аппараты. Подходящий для этой цели комплекс бортовых приборов будет установлен, в частности, на спутниках, создаваемых в настоящее время по проекту «Интербол». Проектом предусматривается вывод на орбиту в конце восьмидесятых годов двух космических аппаратов типа «Прогноз» для проведения одновременных исследований параметров плазмы, электрических и магнитных полей, ускоренных частиц в различных областях околоземного космического пространства. У каждого из «Прогнозов» будет свой небольшой субспутник. Одновременные измерения со спутника и субспутника одних и тех же параметров позволят разделить их пространственные и временные вариации.

Важно также продолжить измерения со спутников сейсмомагнитосферных эффектов, возникающих при промышленных взрывах. Особый интерес представляет координация активных экспериментов с измерениями на спутниках, планируемых к запуску по проекту «Интербол». Учитывая особенности орбит спутников, это позволило бы провести изуче-

ние эффектов взрыва одновременно в различных точках околоземного пространства, проследить их распространение в магнитосфере. Все это даст возможность разработать научно-методические и информационные основы реализации глобальной системы наблюдения за сейсмомагнитосферными явлениями с использованием спутников. В первую очередь необходимо создать специализированную бортовую аппаратуру и методику измерений. Комплекс приборов в дальнейшем можно будет устанавливать на пригодных космических аппаратах для выполнения регулярных патруль-

ных измерений, или мониторинга. Очень важно при осуществлении мониторинга обеспечить бортовую обработку информации по заранее выработанным критериям. Это позволит заблаговременно выявить вызванные предстоящим землетрясением сейсмомагнитосферные эффекты, определить их характеристики и поможет дать оперативный прогноз и оповещение населения районов, которым грозит бедствие.

Озонный слой истощается

Анализ данных, полученных с американского метеорологического спутника «NIMBUS-7», подтвердил предположение, что распределение озонного слоя в верхней атмосфере Земли весьма неравномерно. Исследования показали: не только над Антарктидой, но и в воздушном пространстве над Северным полушарием значительно снижается концентрация озона.

Район, где «дефицит» озона особенно заметен, простирается от Шпицбергена через всю северную Европу вплоть до Ленинграда. Вообще за последние 6 лет наблюдается спад его содержания — в среднем по всему Северному полушарию он составляет 1,5—2% в год. Больше всего озона теряется ежегодно в феврале (2,6%) и в октябре (2,0—2,2%).

Одной из причин истощения озоносферы ученые считают выброс в атмосферу хлорфторуглеродов, используемых в морозильной промышленности и при изготовлении аэрозолей. Другой — естественной — причиной уменьшения концентрации озона могут быть полярные воронки — крупные циклонические образования в тропосфере. Они вызывают существенные колебания содержания озона в атмосфере полярных районов. Наконец,

немаловажным фактором воздействия на озонный слой могут быть вулканические извержения.

New Scientist, 1986, 112, 1530

Айсберги-гиганты

3 июля 1986 года инфракрасные датчики на борту метеоспутника «NOAA-9» впервые зарегистрировали, что огромный участок шельфового ледника Фильхнера в Антарктиде откололся от континента и начал уходить в море Уэдделла. На образовавшемся гигантском айсберге расположена законсервированная советская антарктическая станция Дружная, основанная еще в 1975 году. В момент катастрофы на станции никого не было, поскольку она работала только в летнее время — служила базой геологических и геофизических экспедиций в глубь континента.

На этом же гигантском айсберге оказалась и расположенная к востоку от Дружной аргентинская южнополярная станция Генерал Бельграно, на ней тоже не было людей. Вместе с этой станцией в открытое море ушли и остатки базы, с которой отправилась в путь Британская экспедиция — она впервые пересекла в 1957 году ледовый континент.

На противоположном (западном) побережье моря Уэдделла в это же время произошли аналогичные события. От шельфового ледника Ларсена отделился айсберг площадью 6 тыс. км², но на нем, правда, не было никаких зданий или сооружений.

По толщине ледяных плит шельфовых ледников Фильхнера и Ларсена, составляющей десятки и сотни метров, было оценено, сколько льда сбросили в море оба ледника. Общая масса этого сброшенного льда составляет около 6 тыс. км³.

За все время наблюдений в Антарктиде события подобных масштабов никогда не происходили.

New Scientist, 1986, 112, 1530





Памяти Абрама Леонидовича Зельманова

2 февраля 1987 года скончался Абрам Леонидович Зельманов — один из основателей советской космологической школы. С его именем связано становление и развитие раздела науки, получившего впоследствии название математической космологии.

Родился Абрам Леонидович 15 мая 1913 года в небольшом городке Полтавской области, в семье служащего. В 1937 году он окончил механико-математический факультет МГУ, а в 1941 — аспирантуру. В 1944 году А. Л. Зельманов защищает кандидатскую диссертацию, а впоследствии становится доктором физико-математических наук.

Абрам Леонидович любил повторять, что изготовлять «инструменты» ему нравится гораздо больше, чем использовать готовый «инструмент» для получения результатов. Наверное, поэтому А. Л. Зельманов создал так много новых методов: хронометрические инварианты, кинеметрические инварианты, мо-надный формализм. Математическое содержание работ Абрама Леонидовича не заслоняет их четкой астрономической, наблюдательной направленности. В сложном наборе величин, входящих в математический аппарат космологии, ученый всегда стремился выделить те конструкции, которые были бы свободны от произвола в математическом описании, которые могли быть наблюдаемы и измерены. Видимо, по этой причине так часто встречается слово «инвариантность» в его работах.

Абрам Леонидович был уверен, что адекватное описание окружающего нас мира способна дать только теория неоднородной, анизотропной Вселенной. Он ввел факторы неоднородности и анизотропии, изучал их поведение. Время подтвердило плодотворность такого пути. Элементы теории неоднородной, анизотропной Вселенной используются при анализе отклонений от стандартной фридмановской космологии, то есть при описании возникновения и развития метагалактической



Абрам Леонидович Зельманов (1913—1987)

структуры. Но, возможно, вся мощь теории неоднородной, анизотропной Вселенной потребует в дальнейшем, когда будут получены наблюдательные данные о сверхбольших масштабах, превышающих наблюдаемый радиус Вселенной. Уже есть первые теоретические указания на то, что строение Вселенной в таких масштабах может оказаться весьма сложным и нерегулярным.

Математический аппарат, развитый А. Л. Зельмановым, применяется не только в космологии, но и в астрофизике компактных объектов. Труды Абрама Леонидовича хорошо

известны в нашей стране и за рубежом. Советские и иностранные ученые опираются на его работы при анализе поведения электромагнитных и гравитационных полей в окрестностях нейтронных звезд и черных дыр. А. Л. Зельманов неоднократно участвовал в работе советских и международных научных конференций, написал несколько фундаментальных статей.

Размышляя над многообразием физических условий в неоднородной, анизотропной Вселенной, Абрам Леонидович не мог не коснуться вопроса о том, имеется ли какая-нибудь связь внешних условий с возможностью существования разумной жизни. Совокупность возникающих при этом проблем принято объединять термином «антропный принцип». А. Л. Зельманову принадлежит крылатая фраза, которая так ёмко характеризует суть антропного принципа: «По-видимому, мы являемся свидетелями процессов определенных типов потому, что процессы других типов протекают без свидетелей».

Вообще философские вопросы естествознания занимают важное место в творчестве А. Л. Зельманова. Для него работы такого плана не были туманным и наукообразным «переливанием из пустого в порожнее», а являлись простым и ясным изложением фактического содержания науки о Вселенной. Его знанию всех тонкостей релятивистской космологии и общей теории относительности мог позавидовать любой физик или астроном. Мягкий и медлительный человек, он демонстрировал завидную твердость и принципиальность, когда речь заходила об основах теории относительности и космологии. Публиковать статьи на эти темы тогда было не просто, ведь общая теория относительности в то время подвергалась гонениям. Не избежал трудных времен и сам Абрам Леонидович, на три года, с 1952 по 1954 годы, ему пришлось оставить научную работу.

А. Л. Зельманов сумел не только продолжить работу по релятивистской космологии, но и воспитать целую плеяду учеников. С 1942 года и практически до последних дней жизни Абрам Леонидович читал, иногда с перерывами, лекции по общей теории относительности и космологии. Вероятно, то были первые в стране математические курсы лекций по этим предметам. На его лекции приходили люди разных профессий и возрастов; прямыми или косвенными учениками Абрама Леонидовича считают себя многие специалисты, работающие в этой области науки. Отношение А. Л. Зельманова к своим ученикам было удивительным. Только для них он мог преодолеть свое неумение и нежелание обращаться к кому-либо с просьбами и ходатайствами, но для учеников он это делал всегда.

Абрам Леонидович обладал большим чувством юмора. Даже в последние дни жизни он рассказывал, правда, уже сильно ослабевшим голосом, разные забавные истории или подтрунивал над своим физическим состоянием. Он любил находить неожиданные словосочетания и фразы. Говоря, например, о красном смещении в спектрах галактик и расширении Вселенной, он мог сказать: «Галактики разбегаются, охваченные красным смещением».

А. Л. Зельманов внес большой вклад в науку, трудовая деятельность его отмечена несколькими медалями и почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР.

Глубочайшая скромность и высокая интеллигентность были свойственны этому замечательному человеку. Нам всегда будет не хватать живого общения с Абрамом Леонидовичем. Память о нем останется в наших сердцах.

ГРУППА ТОВАРИЩЕЙ

См. начало на с. 23

Словарь содержит около 1500 терминов, из них более 350 относятся к астрономии. В этом издании указаны наиболее примечательные созвездия и условия их видимости

в средних широтах северного полушария, ближайшие галактики, яркие звезды и их звездные величины, планеты с указанием их основных характеристик, наиболее известные кометы и метеориты. Приведены численные значения мно-

гих физических и астрономических величин, даются отдельные формулы. Все термины снабжены знаком ударения.



«Плазменная астрофизика-86»

В мае 1986 года в Сухуми проходили совместные Варенна-Абастуманские международные школа и рабочее совещание «Плазменная астрофизика». Организаторами их выступили Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГССР и Институт космических исследований АН СССР при участии Объединенного научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Физика плазмы», а также Европейского космического агентства и Международной школы по физике плазмы имени П. Кальдиरोлы (Италия)¹.

Сегодня стали очевидными необходимость и плодотворность применения представлений и методов физики плазмы в астрофизических исследованиях. Такое применение помогает астрофизикам понять природу многих космических объектов, объяснить широкий круг происходящих в космосе явлений. С другой стороны, плазменная физика, развивавшаяся прежде на основе изучения лабораторной плазмы, с «проникновением» в астрофизику приобрела гораздо более многосторонний, мас-

штабный предмет исследования. С развитием же ракетной техники возрастает роль внеатмосферных наблюдений и активного эксперимента на околоземной плазме.

Естественно, расширяется и география исследований по плазменной астрофизике. Международное научное сотрудничество дает ученым возможность получать «из первых рук» столь необходимую для быстрого продвижения вперед новейшую информацию о результатах работы коллег в разных странах.

В Советском Союзе заседания международных школы и рабочего совещания «Плазменная астрофизика» проводились впервые. Дважды — в 1981 и 1984 годах — такие заседания состоялись в Варенне (Италия). Идея о проведении очередных мероприятий школы и рабочего совещания в Грузии возникла во время Международного рабочего совещания по теоретическим вопросам космической электродинамики в Абастумани в 1982 году (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 46). Участники совещания, среди которых был профессор Э. Синдони (Италия), тогда ученый секретарь, а ныне директор международной школы по физике плазмы, горячо поддержали эту идею.

Варенна-Абастуманские школа и совещание собрали 92 советских ученых из более чем

30 ведущих научных учреждений нашей страны и 29 специалистов из Австралии, Болгарии, Великобритании, ГДР, Индии, Италии, Мексики, Нидерландов, Польши, Португалии, США, Франции, Швеции, и Японии.

Коротко тематику школы и рабочего совещания можно, вероятно, охватить следующей формулировкой: «Накопление, освобождение и трансформация магнитной энергии в космической плазме».

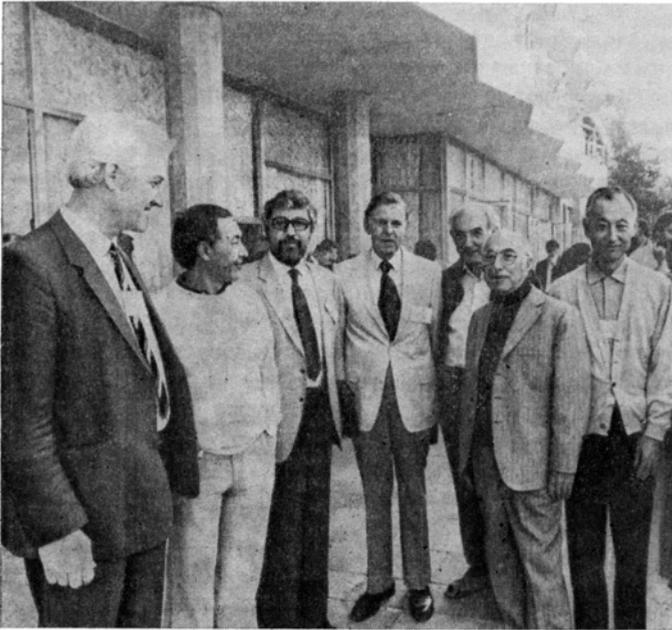
На торжественном открытии выступили организаторы школы и партийные руководители Абхазской АССР. Они пожелали участникам успешной работы и выразили надежду, что сухумская встреча послужит прогрессу в этой области науки, лучшему взаимопониманию ученых разных стран и укреплению мира на Земле.

Научная программа, включавшая 104 доклада и 2 дискуссии, была открыта лекцией директора школы и председателя рабочего совещания члена-корреспондента АН ГССР Дж. Г. Ломинадзе «Нелинейная средняя спиральность анизотропной конвективной турбулентности в аккреционном диске черных дыр» — по результатам теоретических исследований, выполненных в Абастуманской астрофизической обсерватории (кстати, ее сотрудники — авторы и соавторы 15 докладов).

¹ Профессор Пьеро Кальди-рола (умер в 1984 году) — один из основателей и первый директор организованной в 1971 году при Миланском университете Международной школы по физике плазмы.



В кулуарах заседаний.
Вверху: (слева направо)
 глава научного издательства
 Европейского космического
 агентства Дук Гуенн
 (Нидерланды), директор
 Международной школы
 по физике плазмы
 имени П. Кальдиरोлы
 профессор Элио Синдони
 (Италия), директор
 Варенна-Абастуманских
 международных школы
 и рабочего совещания
 «Плазменная астрофизика»
 член-корреспондент
 АН ГССР Дж. Г. Ломинадзе
 Внизу: (слева направо)
 член-корреспондент АН ГССР
 Дж. Г. Ломинадзе,
 член-корреспондент
 Французской академии наук
 профессор Р. Пелла,
 профессор Элио Синдони
 (Италия), профессор
 Рассел Калсруд (США),
 академик АН СССР
 В. Л. Гинзбург,
 академик АН СССР
 Я. Б. Зельдович,
 профессор Сатио Хаякава
 (Япония)



мических лучей ударными волнами» (докладчик — один из соавторов, доктор физико-математических наук В. Д. Шапиро). Из обсуждавшихся разнообразных механизмов ускорения в астрофизике отметим предложенное В. Н. Цитовичем радиационно-резонансное ускорение плазменной турбулентностью. Ударные волны рассматривались не только в связи с проблемой ускорения частиц, но и как причина нагрева космической плазмы. В частности, об этом говорилось в лекции профессора С. Хаякавы (Япония) «Высокотемпературное межзвездное вещество, нагретое галактическими ударными волнами». В выступлении С. Хаякавы, а также в ряде других, например в лекции

Тон школе и рабочему совещанию задали лидеры советской теоретической астрофизики — академик Я. Б. Зельдович, прочитавший лекцию «Космология» (о современном состоянии этой науки), и академик В. Л. Гинзбург, выступивший с лекцией «Проблема

происхождения космических лучей — общий обзор». Последней теме, различным ее аспектам, был посвящен целый ряд интересных сообщений, среди которых — доклад, представленный академиком Р. З. Сагдеевым «О механизме инжекции при ускорении кос-

профессора Дж. Вайаны (Италия) «Звездная рентгеновская астрономия», приводился богатый наблюдательный материал о рентгеновских источниках, полученный с помощью специальных спутников.

Участие в сухумской встрече члена-корреспондента Французской академии наук профессора Р. Пелла было плодотворным не только в научном смысле (отметим один из его докладов «На пути понимания скапливания вещества в расширяющейся Вселенной»), но и при обсуждении вопросов, касающихся будущих заседаний международной школы и рабочего совещания «Плазменная астрофизика».

Анализ проблемы происхождения галактического магнитного поля содержался в лекции профессора Р. Калсруда (США) и одной из специальных вечерних дискуссий. Другая дискуссия была посвящена аккреционному диску в двойных системах. Аккреционная тема активно разрабатывается сотрудниками отдела теоретической астрофизики Абастуманской астрофизической обсерватории, предложившими, в частности, объяснение поведения известного источника Лебедь X-1. В обеих дискуссиях самое активное участие принял член-корреспондент АН СССР Р. А. Сюняев, прочитавший также лекцию «Межгалактический газ в скоплениях галактик: физические процессы, методы наблюдений, космологические исследования».

Наиболее популярной была, пожалуй, тема пульсаров. Выделим здесь лекцию члена-корреспондента АН СССР А. В. Гуревича «Физика магнитосферы пульсара» и доклад члена-корреспондента АН

АрмССР Д. М. Седракяна «Энерговыделение в пульсарах из-за движения вихрей».

В многочисленных работах разных авторов исследовались специфические свойства околопульсарной плазмы, связанные с наличием сверхсильных магнитных полей (недостижимых в земных лабораториях), ее необычным, электрон-позитронным составом и т. п. Так в недавней работе грузинских астрофизиков была предложена модель радиоизлучения пульсаров «среднего» возраста, согласно которой оно возникает в результате развития одной из плазменных неустойчивостей.

Обсуждались явление магнитного пересоединения в магнитосферах Земли и других планет, а также на Солнце, разнообразные нелинейные эффекты в плазме, интересные с точки зрения приложений в астрофизике и космической физике. Представление о тематическом разнообразии и актуальности научной программы школы и рабочего совещания могут дать следующие названия докладов: «Перенос излучения и сила давления на плазму в окрестности вырожденных звезд с сильным магнитным полем» (В. В. Железняков, СССР), «Коллективное взаимодействие нейтрино с плотной астрофизической плазмой» (В. Н. Ораевский, СССР), «Об обнаружении „Вояджером-2“ предсказанных спутников Урана, резонансно взаимодействующих с его кольцами» (А. М. Фридман, СССР), «Об эффекте дифференциального вращения магнитных полей космических тел» (профессор К.-Х. Рэдлер, ГДР), «Релятивистская плазма в активных галактиче-

ских ядрах» (профессор Ф. Такакура, Япония). Несколько докладов посвящались лабораторным и машинным экспериментам по моделированию явлений в космической плазме.

Особый интерес аудитории вызвали сообщения об астрофизических исследованиях с помощью космических аппаратов: А. А. Галеева (СССР) — о первых результатах проекта «Вега», профессора Б. Коппи (США) — об изучении планеты Уран по программе «Вояджер», профессора М. Диснея (Великобритания) — о космическом оптическом телескопе имени Хаббла. Предполагается, что на этом инструменте, в частности, будут проведены наблюдения «жгутов» в Крабовидной туманности для проверки выдвинутых сотрудниками ААО теоретических соображений относительно природы этих образований.

Ведущие ученые прочитали также обзорные лекции на темы, представляющие интерес для всех участников заседаний «Коллапс против кавитонов» (член-корреспондент АН СССР В. Е. Захаров), «Элементарные частицы-86» (член-корреспондент АН СССР Л. Б. Окунь), «Удержание плазмы: эксперименты и теория» (профессор Б. Коппи).

Очевидным преимуществом рабочего совещания как формы общения ученых, в сравнении, скажем, с конференцией, является его относительная продолжительность. Трудно переоценить пользу длительного общения с коллегами, работающими в той же или близкой области науки, возможности неоднократных обсуждений волнующих вопросов.

Одна из основных целей международной школы — при-

общить научную молодежь к актуальной проблематике, сориентировать ее на эффективные методы исследований. Важным представляется также распространение опыта ведущих в мире научных центров, содействие в становлении исследовательской работы в развивающихся странах. Молодые участники школы и рабочего совещания не только были внимательными слушателями, но и сами выступили с интересными сообщениями о результатах своих исследований.

На заседаниях Научного комитета было решено: закрепить за международными школами и рабочими совещаниями

«Плазменная астрофизика» наименование «совместные Варенна-Абастуманские», а следующие, очередные мероприятия школы и рабочего совещания провести в Варенне в 1988 году.

На торжественном закрытии заседаний прозвучало много теплых слов благодарности в адрес организационного комитета, возглавляемого директором ААО АН ГССР академиком Е. К. Харадзе и директором ИКИ АН СССР академиком Р. З. Сагдеевым. Ведь сухумская встреча дала возможность ее участникам не только обменяться информацией, но и наладить научные контакты, наметить направле-

ния дальнейшей работы. Совместные заседания школы и рабочего совещания «Плазменная астрофизика» еще раз продемонстрировали стремление ученых разных стран к мирному сотрудничеству во имя прогресса, все более глубокого познания полной неразгаданных тайн Вселенной.

Насыщенную научную программу дополнили экскурсия в Новоафонские пещеры и посещение концерта абхазского фольклорного ансамбля. Многим участникам запомнится также футбольный матч между командой Абастуманской астрофизической обсерватории и сборной «остального мира».

К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

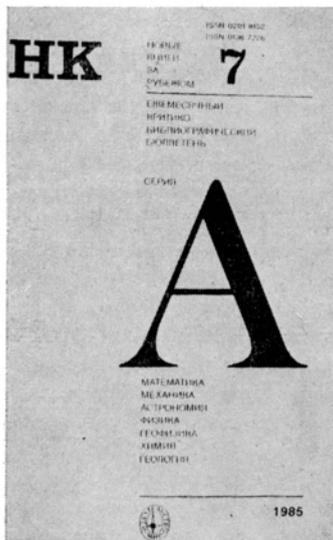
НОВЫЕ КНИГИ

«Новые книги за рубежом»

Как узнать, какие книги по вашей специальности вышли за границей? Что в них написано? Какие из них будут переводиться у нас? Разумеется, существуют тематические планы издательства и реферативные журналы — отсюда можно узнать название, автора, объем и цену книги. Но аннотации и рефераты содержат не более 10—15 строк. Из них можно понять только, о чем эта книга и каков примерный уровень читателей, на который, по мнению издательства, она рассчитана.

Совсем другое дело — критико-библиографический бюллетень «Новые книги за рубежом» (М.: Мир). В нем печатаются подробные рецензии на только что вышедшие книги по науке и технике, выпущенные крупнейшими зарубежными книгоиздательскими фирмами и издательствами.

Авторы рецензий — известные советские специалисты.



Они проводят критический анализ книги, оценивают ее место в ряду близких по тематике книг и делают вывод о целесообразности ее перевода на русский язык.

«Новые книги за рубежом» — единственное в мире издание, предназначенное для публикации развернутых рецензий на

новые иностранные книги. Редакция бюллетеня получает книги непосредственно от зарубежных издательств. С рядом из них имеются традиционные связи, и экземпляры каждой вновь выпущенной книги присылаются для рецензии.

Бюллетень выходит тремя сериями. В первую из них, серию А, входят рецензии на книги по математике, механике, астрономии, геофизике, физике и химии; в серию В — по технике, в серию С — по биологии. По астрономии ежегодно рецензируется от 20 до 30 книг, по геофизике — от 18 до 25. Примерно столько же книг рецензируется по смежным с этими науками вопросам, например по дистанционному зондированию атмосферы, океана и суши из космоса, о магнитосфере, приемниках излучения и т. п. До 15—20% из них принимаются к изданию на русском языке, о чем также сообщается в бюллетене.

Информация, публикуемая в «Новых книгах за рубежом» (серия А), безусловно, полезна для научных работников —

См. окончание на с. 75



VIII съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества

VIII съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества при АН СССР работал в Ленинграде 15—19 апреля 1986 года. Перед самым его открытием в Главной астрономической обсерватории АН СССР в Пулковке состоялось всесоюзное совещание по вопросам школьного астрономического образования, подготовленное учебно-методической секцией Центрального совета общества (Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 62.— Ред.). Съезд ВАГО проходил вскоре после исторического XXVII съезда КПСС, и решения партийного съезда во многом определили направленность и деловой настрой форума высшего органа Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

В работе VIII съезда ВАГО участвовало более 450 человек, в том числе почти 400 делегатов из 72 отделений общества, половину участников составили доктора и кандидаты наук.

Утром 15 апреля приветственным словом от Академии наук СССР съезд открыл академик В. А. Говырин; затем выступил первый заместитель начальника Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР Л. А. Кашин; а от имени научной общественности к участникам съезда обратился пред-



Съезд открывает президент ВАГО член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже

седатель Ленинградского отделения ВАГО, один из ветеранов советской астрономии член-корреспондент АН СССР М. С. Зверев.

С докладом о деятельности Всесоюзного астрономо-геодезического общества в 1981—1985 годах и задачах общества в свете решений XXVII съезда КПСС выступил президент ВАГО член-корреспондент АН СССР Юрий Дмитриевич Буланже. Центральные органы общества и его отделений, отметил он, руководствовались в своей деятельности курсом

КПСС на ускорение социально-экономического развития советского общества, борьбу с негативными явлениями в обществе и экономике, на преодоление застойности и консерватизма.

В период между VII и VIII съездами деятельностью ВАГО руководил Центральный совет в составе 60 человек и его президиум, имеющий небольшой административный аппарат. Тематическая работа общества велась по следующим основным направлениям: астрономия, геодезия, картография, учебно-методическая и массовая работа, работа с учащейся молодежью, подготовка и издание трудов членов ВАГО. Под эгидой общества издаются два хорошо известных в стране журнала «Земля и Вселенная» и «Астрономический вестник», а также незаменимое пособие для учителей и любителей астрономии — «Астрономический календарь» (ежегодник).

Обширной и разнообразной была деятельность ВАГО в области астрономии, она ведется в абсолютном большинстве отделений. Члены ВАГО в период между съездами занимались пропагандой и популяризацией среди населения знаний по астрономии и космонавтике, осуществляли научное шефство над молодежными астрономическими круж-



В президиуме VIII съезда ВАГО. На трибуне — первый заместитель начальника Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР Л. А. Кашин

ками, вели учебно-методическую работу в общеобразовательных школах. Продолжались традиционные для ВАГО и имеющие определенную научную ценность исследования в области метеорной астрономии, метеоритики, истории астрономии, изучались переменные звезды, серебристые облака, солнечная активность. Члены общества — главным образом молодые любители астрономии — с энтузиазмом участвовали в подготовке и проведении наблюдений кометы Галлея и связанных с ней метеорных потоков. Тематиче-

ские слеты, посвященные исследованию этой кометы, состоялись в крупнейших пионерских лагерях «Артек» и «Орленок».

Направлялась деятельность учебных и общедоступных астрономических обсерваторий и наблюдательных площадок. Делалось это в сотрудничестве с учреждениями внешкольной работы с учащимися, совместно с планетариями и местными научно-исследовательскими и учебными организациями. Многие отделения ВАГО организовывали экспедиции и ознакомительные поездки на крупные обсерватории, участвовали в проведении молодежных астрономических олимпиад и слетов.

С увлечением работали самодеятельные группы любительского телескопостроения, объединяющие людей самого различного возраста. Отделом

любительского телескопостроения ЦС ВАГО созывались регулярные всесоюзные коллоквиумы.

Учебно-методические секции, занимающиеся вопросами улучшения школьного астрономического образования, с готовностью откликнулись на решение о реформе общеобразовательной и профессиональной школы (обследовалось преподавание астрономии в различных регионах, проводились лекции и консультации для учителей). Активисты многих отделений ВАГО помогали работе курсов повышения квалификации учителей. Подготовлен и издан тематический сборник «Задачи совершенствования астрономического образования в СССР». Всесоюзное совещание учебно-методического актива ВАГО, проведенное перед съездом, приняло развернутую резолюцию

по этому важному направлению работы нашего Общества.

Представители геодезической общественности нашей страны составляют значительную часть членов ВАГО. Во многих отделениях активно работают геодезические секции, выполняющие на общественных началах работы, имеющие народнохозяйственное значение, они проводят научно-технические семинары и конференции, устраивают выставки. Научные интересы геодезистов — членов ВАГО сосредоточены на вопросах геодезического приборостроения, проблемах переуравнивания геодезических сетей СССР, создания метрологической базы высокоточных линейных измерений, съемки шельфа и внутренних водоемов, внедрения ЭВМ в топографо-геодезическое производство, построения опорных координатных сетей на Луне и планетах, истории геодезии и картографии.

Члены ВАГО не раз поднимали важнейший вопрос об улучшении геодезическо-маркшейдерского обеспечения в строительстве, привлекали к нему внимание руководящих органов и прессы. При Центральном совете создана и действует специальная комиссия по этой проблеме. Однако, отметил Ю. Д. Буланже, до сих пор не уделялось должного внимания популяризации геодезической тематики, привлечению молодежи к занятиям геодезией, юношеские геодезические секции существуют пока только при трех отделениях ВАГО. И это, вероятно, одна из причин, почему геодезическая проблематика не занимает в деятельности общества должного места,

хотя именно геодезисты составляют самую многочисленную профессиональную группу членов ВАГО.

Картографическая секция Центрального совета, ведущая активную работу в Москве, продолжает формировать сеть периферийных картографических секций в отделениях. Сейчас в девяти отделениях такие секции приступили к плановой работе. Картографы ВАГО весьма активны в пропаганде своей науки и уделяют большое внимание выступлениям среди учащихся.

Редакционно - издательская секция ЦС ВАГО с инициативными группами в отделениях подготовила и издала за последнее пятилетие девять тематических сборников, готовятся к выпуску еще пять изданий такого рода. При президиуме Центрального совета успешно работала редколлегия серии «Библиотека любителя астрономии». Совместно с издательством «Наука» выпущены в свет три книги, готовятся к изданию еще четыре. Регулярно издавался также «Циркуляр ВАГО», с 1986 года этот оперативный печатный орган общества дополнен «Сообщениями ЦС ВАГО», где находит отражение текущая деятельность общества.

В издательской работе, как отметил докладчик, серьезное внимание следует обратить на тиражную политику, из-за ошибок в ней Общество терпит убытки, потому что не в состоянии полностью реализовать тиражи некоторой специальной литературы. Требуется улучшения и художественное оформление обложек изданий.

В последние годы Общество широко отмечало ряд знаменательных дат (например,

50-летие Ленинского декрета об учреждении Высшего геодезического управления, 40-летие победы в Великой Отечественной войне). К этим датам были приурочены торжественные собрания, научно-технические конференции и выставки. Продолжалась работа по увековечиванию памяти выдающихся деятелей отечественной науки. По инициативе ВАГО учреждены мемориальные «Бредихинские чтения».

В отчетных докладах, посвященных деятельности ВАГО, отмечались недостатки и упущения в организационной и финансово-хозяйственной деятельности ВАГО, но также определены достижения. В частности, проведена большая трудоемкая работа по инвентаризации библиотеки президиума Центрального совета ВАГО, где имеется 30 000 экземпляров книг и журналов. Началось систематическое распространение по отделениям ВАГО инструктивных материалов по финансово-хозяйственной деятельности, упорядочено делопроизводство в центральном аппарате. Финансовое благополучие Общества и, соответственно, его возможности полностью зависят от взносов индивидуальных и коллективных членов. Поэтому руководители отделений должны уделять серьезное внимание работе с членами ВАГО, стремиться в частности, и к увеличению их числа. Необходимо также усилить плановое начало в деятельности ВАГО на всех уровнях.

В обсуждении отчетных докладов приняли участие многие делегаты съезда, их высказывания свидетельствуют, что Общество располагает немалыми ресурсами для расширения



На топографо-геодезической к картографической выставке, работавшей в дни съезда

и улучшения своей деятельности. Но для этого нужно не только активизировать и упорядочить уже ведущуюся работу, а также искать и новые ее формы — как в центральных подразделениях ВАГО, так и в периферийных отделениях.

Второе пленарное заседание съезда было посвящено докладам по актуальным научным и научно-организационным проблемам астрономии и геодезии. Перед собравшимися выступили первый заместитель начальника ГУГКа Л. А. Кашин, директор ГАО АН СССР В. К. Абалякин, ректор МИИГАиКа В. Д. Большаков, сотрудник КраО Р. Е. Гершберг, сотрудник астрономической обсерватории КГУ К. И. Чурюмов, директор ЦНИИГАиКа Н. Л. Макаренко и летчик-космонавт СССР В. П. Савиных.

16 и 17 апреля проходили заседания секций астрономии, геодезии и картографии. Короткое собрание провела также юношеская секция.

Участники заседаний астрономической секции, проходивших в Пулковской обсерватории, заслушали 5 обзорных и 20 оригинальных докладов и

сообщений. Специальное собрание посвящалось общим вопросам развития современной астрономической науки в СССР.

Участовавшие в работе геодезической секции обсудили 26 научных и научно-технических докладов. Большое внимание привлекла проблема реконструкции Кронштадтского футштока и сохранения ряда мареографических наблюдений на Балтике. Живое обсуждение вызвала также проблема улучшения геодезического образования в негеодезических вузах, таких, например, как строительные.

На собраниях картографической секции основное внимание уделялось вопросам автоматизации картографических работ. Одно из заседаний картографической и геодезической секций проходило совместно, на нем рассматривались общие для этих смежных дисциплин проблемы, демонстрировались кинофильмы по геодезической и картографической тематикам.

На последних пленарных заседаниях VIII съезда, проходивших 18 апреля, обсуждалась дальнейшая деятельность

ВАГО, утверждалась новая редакция устава общества, были избраны его руководящие органы, а также выработана и принята резолюция съезда.

Развернутая резолюция VIII съезда содержит более 30 пунктов. Она ориентирует общественность ВАГО на дальнейшее упорядочение и расширение деятельности, в интересах развития отечественной науки, повышения культурного уровня советского народа и воспитания подрастающего поколения. Съезд решительно высказался против идей разделения ВАГО на астрономическое и геодезическое общества, отметив, что сохранение организационного единства астрономов и геодезистов не только имеет давнюю традицию, но и является настоятельным требованием современного этапа развития науки. Намечены мероприятия, которые должны содействовать любительским занятиям астрономией, геодезией, и картографией, способствовать совершенствованию школьного образования по этим научным дисциплинам. Нужно продолжить преобразования в сфере инженерной геодезии, обратить серьезное внимание на плохое инструментальное обеспечение отечественной астрометрии. Съезд признал целесообразным распространить деятельность отделений ВАГО и на вопросы охраны окружающей среды.

По окончании съезда состоялся 1 пленум Центрального совета ВАГО VIII созыва,

избравший президентом общества на следующее пятилетие члена-корреспондента АН СССР Юрия Дмитриевича Буланже. Вице-президентами избраны В. К. Абалакин, Е. А. Гребеников, А. С. Земцов, П. Н. Кузнецов, В. Е. Новак и Г. С. Хромов. Ученым секретарем ВАГО стал Н. Н. Спасский. Кроме них в состав президиума Центрального совета вошли А. С. Васмут, Э. В. Кононович, Н. Л. Макаренко, М. Я. Маров, К. А. Порцевский, старшим бухгалтером ВАГО утвержден А. В. Велигодский. Центральная ревизионная комиссия избрала своим председателем В. Д. Власова.

За активное участие в деятельности ВАГО звание «Почетный член ВАГО» присвоено на

съезде группе ученых и исследователей в области астрономии, геодезии и картографии: Савиных Виктору Петровичу (Москва), Бархатовой Клавдии Александровне (Свердловск), Болгову Ивану Федоровичу (Куйбышев), Большакову Василию Дмитриевичу (Москва), Дагаеву Михаилу Михайловичу (Москва), Звереву Митрофану Степановичу (Ленинград), Земанек Евгении Николаевне (Киев), Михалеву Алексею Алексеевичу (Ростов-на-Дону), Курышеву Василию Ивановичу (Рязань).

VIII съезд ВАГО прошел при большой активности его участников и на высоком организационном уровне. Иногородные делегаты и гости размещались в первоклассных гостини-

цах города, обеспечивались транспортом и имели возможность посетить музеи и концертные залы Ленинграда. Во время съезда была развернута топографо-геодезическая и картографическая выставка, работал книжный киоск. Деятельность съезда освещалась в ленинградской прессе.

VIII съезд ВАГО стал заметным событием в жизни Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Его решения мобилизуют научную общественность отдавать свои знания и умение максимальному ускорению научно-технического, культурного и социального прогресса нашей Родины.

Углеродные звезды «копят»

Звезды поздних спектральных классов (особенно богатые углеродом) интенсивно теряют вещество, в процессе истечения которого вокруг звезды образуется обширная газопылевая оболочка. В оболочках углеродных звезд пылинки конденсируются из атомов тяжелых элементов (в первую очередь — углерода). В атмосферах некоторых углеродных звезд содержание углерода и водорода по числу атомов приблизительно одинаково. До недавнего времени считалось, что пылинки состоят из кристаллического графита и образуются из свободных атомов С. Однако

теперь рассматривается также возможность возникновения пыли из ацетилена (C_2H_2). Как показали лабораторные эксперименты, при разложении ацетилена образуется сажа в виде шариков со средним размером около 0,04 мкм. Сажа содержит как графит, так и аморфный углерод. Рост частиц сажи происходит за счет присоединения атомов С

ацетилена к свободным валентным связям на поверхности частицы (избыточный водород при этом выделяется). Трудно разграничить в данном процессе, когда частица сажи перестает быть молекулой и становится пылинкой. Условно принимается, что минимальное число атомов в пылинке должно быть около 50, а ее наименьший размер около 0,001 мкм. И. К. Шмелд (Радиоастрофизическая обсерватория АН Латвийской ССР) показал: такой процесс образования вокруг углеродных звезд сажи из ацетилена может быть гораздо эффективнее, чем образование графита из свободных атомов С. В пользу этого говорит и вероятное присутствие аморфного углерода в оболочках углеродных звезд.

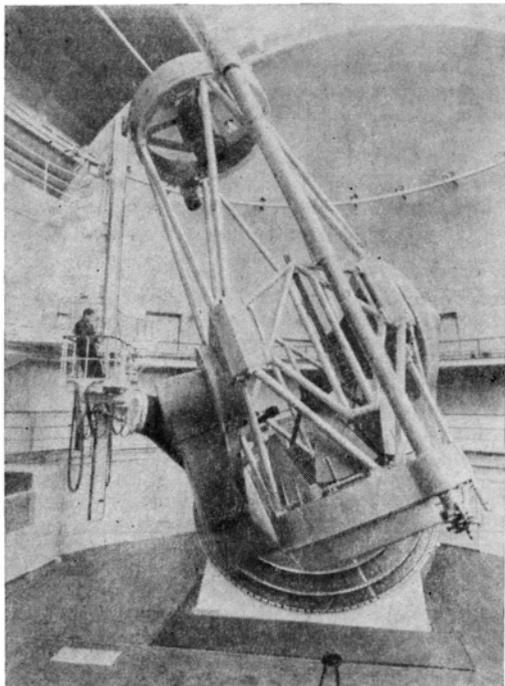
Астрономический циркуляр,
1986, 1423





АСТРОНОМИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Школа по наблюдательной астрофизике



достаточной подготовки молодых астрономов к экспериментальным исследованиям — отсутствие тесной связи университетов с наиболее оснащенными академическими обсерваториями, поскольку Московский и Ленинградский университеты не имеют крупных телескопов, а САО и КрАО не имеют «своих» университетов.

Не обеспечивают должной подготовки астрофизиков-экспериментаторов и слишком короткая — двухмесячная — производственная практика студентов и ориентация вузовской подготовки по практической астрофизике лишь на освоение традиционных методов астрофизических исследований. Поясню это утверждение. Третье издание «Курса практической астрофизики», по которому сейчас обучаются студенты, было подготовлено Д. Я. Мартыновым в 1975 году и, естественно, в него не включена информация о тех многочисленных новых светоприемниках, которые в сочетании с быстродействующими ЭВМ существенно изменили за последнее десятилетие характер астрофизических наблюдений на крупных телескопах. Но едва ли следует ожидать, что вузовский учебник будет переиздаваться чаще, чем через 10—12 лет. Поэтому подготовка выпускника вуза будет отставать на десяток лет от уровня, необходимого для участия в наиболее перспективных исследованиях. Выход из такого положения может быть найден лишь в резком усилении внимания к теоретическим основам прикладных дисциплин: глубоко понимая эти основы, можно быстро освоить новые конкретные методы.

Необходимо осваивать существующие методы астрофизических наблюдений не как набор готовых и независимых рецептов решения частных задач, а как совокупность различных реализаций единой концепции получения информации при регистрации слабых потоков электромагнитного излучения. Конечно, нужно хорошо знать оптику и механику телескопов, свойства фотозуммелей и различных фотоэлектронных приборов, принципиальные схемы фотометров и спектрографов, то есть всю традиционную практическую астрофизику. Но на первый план выдвигается необходимость четкого понимания тех принципиальных ограничений, которые накладывают на возможности астрофизических измерений такие факторы, как дискретность света и конечность скорости его распространения, конечные линейные размеры элемента разрешения све-

Мероприятия этой школы для молодых астрономов проводились в мае 1986 года в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР в соответствии с решением алма-атинского пленума СПАК (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 85.—Ред.).

Как известно, с начала 60-х годов в нашей стране один за другим вводились крупные оптические телескопы — 2,6-метровый рефлектор имени Г. А. Шайна в Крыму, 1-метровый телескоп Шмидта в Бюракане, 2-метровый рефлектор в Шемахе и, наконец, 6-метровый БТА в САО АН СССР. Возникли проблемы оснащения телескопов современной светоприемной аппаратурой и подготовки высококвалифицированных астрофизиков-экспериментаторов. К сожалению, эти проблемы не решены и по сей день. Одна из причин не-

топриемника и входного зрачка телескопа, ограниченность информационной емкости и динамического диапазона светоприемника, конечный угловой размер «точечного» объекта, рассматриваемого сквозь земную атмосферу, собственное свечение атмосферы.

Такая общая концепция астрофизических наблюдений была предложена в лекции Айры Боуэна и затем опубликована им в 1964 г. в американском «Astronomical Journal». К сожалению, концепция Боуэна известна далеко не всем астрофизикам-экспериментаторам. Между тем, без нее невозможно грамотное создание новых эффективных приборов, для крупных телескопов, а без них нельзя рассчитывать на получение принципиально новых астрофизических результатов.

С учетом этих соображений, в программе школы для молодых астрономов упор был сделан на информационную, а не технологическую, сторону наблюдательной астрофизики, и программный комитет пригласил в качестве лекторов специалистов, непосредственно участвовавших в разработке и практическом освоении современной астрофизической аппаратуры. Молодым астрономам, приехавшим в Крым из многих обсерваторий и университетов страны, были прочитаны 14 лекций. Какие же вопросы рассматривались в лекциях?

В. Ю. Терезиш (ГАИШ) в лекции «Наблюдения слабых астрономических объектов» изложил основы концепции А. Боуэна о регистрации слабых потоков излучения при фотоэлектрических и спектральных исследованиях и дал общее описание метода счета фотонов в астрономии.

«Аппаратура для космических исследований планет» — так называлась лекция В. И. Мороза (ИКИ АН СССР). В ней даны основные этапы быстро развивающейся внеатмосферной ветви наблюдательной астрофизики и показано, как самая общая постановка задачи спектрального исследования планет и довольно общие астрофизические соображения в значительной степени определяют основные параметры соответствующей бортовой аппаратуры.

В. Л. Афанасьев (САО АН СССР) в лекции «Панорамный спектрограф на счете фотонов» рассказал о работе этого уникального прибора и подробно рассмотрел ограничения, обусловленные пространственно-временным переналожением импульсов, на динамический диапазон с линейностью чувствительности в такого типа приборах. Н. М. Шаховской (КрАО АН СССР) познакомил слушателей с информационными и конструктивными принципами построения современных астрономических поляриметров и опытом поляриметрических наблюдений на телескопах ЗТШ и АЗТ-11.

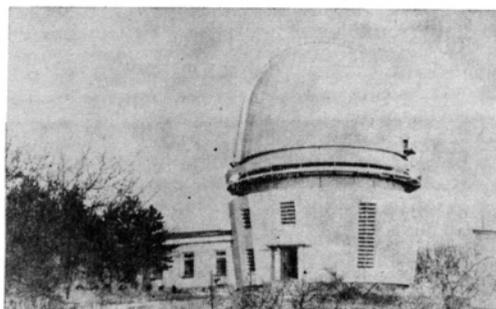
А. А. Степанян (КрАО АН СССР) в лекции «Наблюдательная аппаратура астрофизики высоких энергий» рассказал о принципах регистрации частиц и фотонов высоких энергий в разных диапазонах и подробно изложил метод оптической регистрации вспышек че-



ренковского излучения. Эти вспышки возникают в земной атмосфере в тот момент, когда в нее попадают частицы и фотоны высоких энергий.

И. В. Ильин (КрАО АН СССР) информировал об исследованиях крупных астрономических зеркал методом Гартманна. Эти исследования проведены в КрАО способом, позволяющим отделить случайные ошибки от систематических погрешностей поверхности зеркала.

Р. И. Калитис (Вильнюсский университет) в лекции «Оптимальное использование ФЭУ в астрономии» изложил результаты своих многолетних исследований нескольких сот фотоэлектронных умножителей; из этих результатов наблюдатели-фотометристы могут извлечь ряд полезных «рецептов» для практической работы.



Л. В. Дидковский и В. А. Котов (КрАО АН СССР) рассказали о принципиальных возможностях и практически первых результатах использования фотодиодов в солнечных исследованиях.

П. П. Петров (КрАО АН СССР) в лекции «Спектрограф на ПЗС-матрице» изложил принцип действия ПЗС-матриц (новых и весьма перспективных светоприемников) и сообщил об уже накопленном опыте работы на ЗТШ в Крыму.

Из лекции А. Э. Наджипа (ГАИШ) «Инфракрасные астрономические наблюдения» участники школы узнали о способах регистрации инфракрасного излучения астрономических объектов в различных диапазонах длин волн и о принципиальных особенностях наблюдательной техники, обусловленных тем обстоятельством, что при таких наблюдениях сам телескоп является основным источником фонового излучения.

В. В. Прокофьева (КрАО АН СССР) рассказала о методах сравнения эффективности различных приемников оптического изображения в условиях реальных наблюдений.

А. Б. Букач и А. Г. Щербаков (КрАО АН СССР) изложили принцип работы спектрографа, где в качестве светоприемников используется диссектор, информировали о некоторых научных результатах, полученных на этом приборе, и о построении единой системы сбора и обработки астрономической информации на базе ЭВМ.

В. И. Проник (КрАО АН СССР) познакомил с современными схемами спектрографов для

крупных телескопов. В этих схемах удалось достичь разумного компромисса между требованиями широкощельности, широкоугольности и возможностью сочленения спектрографа с панорамными фотозлектронными светоприемниками.

С. Н. Додонов (САО АН СССР) в лекции «Методы мультиспектральной спектроскопии» сообщил о специальных широкоугольных системах, позволяющих проводить обзоры неба, получая спектры объектов весьма низкой яркости, и на основе таких данных выделять объекты заданной природы.

Ежедневно читались две лекции продолжительностью от полутора до трех часов каждая. Слушатели познакомились с телескопами КрАО и Южной станции ГАИШ; с оптическим производством; лабораторией астрофизики высоких энергий, микрофотометрической и вычислительной техникой КрАО; а также приняли участие в наблюдениях. Слушатели школы были приглашены на заседание ученого совета, на котором В. И. Мороз сделал доклад о первых научных результатах проекта «Вега». В выходные дни были организованы экскурсии в Бахчисарай и Качивели.

Хочется отметить, что проведение таких школ целесообразно продолжить на базе и других астрономических учреждений страны.



НОВЫЕ КНИГИ

«Химическая эволюция Земли»

Так называется книга Г. В. Войткевича и О. А. Бессонова, выпущенная издательством «Недра» в 1986 году. Основываясь на данных геохимии и космохимии, авторы излагают в ней современные представления о возникновении Земли и ее химической эволюции. В книге восемь глав. Первая и вторая знакомят читателя с химической эволюцией в космосе еще до рождения Земли как планеты и с условиями, господствовавшими на ней в

ранние периоды ее жизни. Возникновение жизни и эволюция биосферы — тема третьей главы. Здесь речь идет о переходе от химической эволюции к эволюции биологической. Авторы развертывают перед читателем широкую панораму развития биосферы — от первых саморегулирующихся систем, характерных для живого вещества, до появления человека и зарождения ноосферы — сферы человеческого разума.

В четвертой и пятой главах рассказывается о том, как возникли и развивались Мировой океан и атмосфера нашей планеты. Круговорот химических элементов — главный фактор эволюции земной коры. Этот тонкий слой образовался из материала, который поступил к поверхности в результате

выплавления вещества верхней мантии и затем подвергся переработке в биосфере под влиянием воды, воздуха и живых организмов. Вопросы геохимического круговорота составляют содержание шестой главы книги. Седьмая глава посвящена развитию осадочной оболочки Земли, восьмая заключительная — проблеме магматизма.

Как отмечают авторы, отчасти фрагментарный характер каменной геологической летописи, особенно на разрезах древних формаций, не позволяет пока полностью восстановить ход химической эволюции нашей планеты. И все же некоторые ее основные черты начинают проступать все отчетливей.





Доктор биологических наук
Л. А. ПОНОМАРЕВА

В море Скотия

КУРС — В АНТАРКТИКУ

1 ноября 1985 года из Калининграда отправилось в Антарктику научно-исследовательское судно Института океанологии АН СССР «Академик Курчатов». Путь предстоял дальний — с севера на юг Атлантики, а затем в Южный океан, к берегам Антарктиды. Основной задачей 43-го рейса судна было изучение крупных скоплений ракообразных (криля) и связи их с другими «потребителями» фитопланктона в толще вод моря Скотия. Кроме биологических, планировались также гидрохимические и геологические работы.

В начале декабря, оставив позади блистающий и праздничный Рио-де-Жанейро — последнюю стоянку на пути в Антарктику, судно вошло в спокойные в те дни воды моря Скотия. Здесь и был выбран район исследований — полигон в 360 квадратных миль вблизи Южных Шетландских островов. Нанесли на карту прямоугольник полигона, на нем равномерно — через десять миль — станции, места предстоящих наблюдений. И работа началась.

Сначала сделали экспресс-съёмку района, включающую лишь основные виды наблюдений. Надо было получить первое представление о гидрологической структуре района, распределении планктона на глубине, а главное — изу-

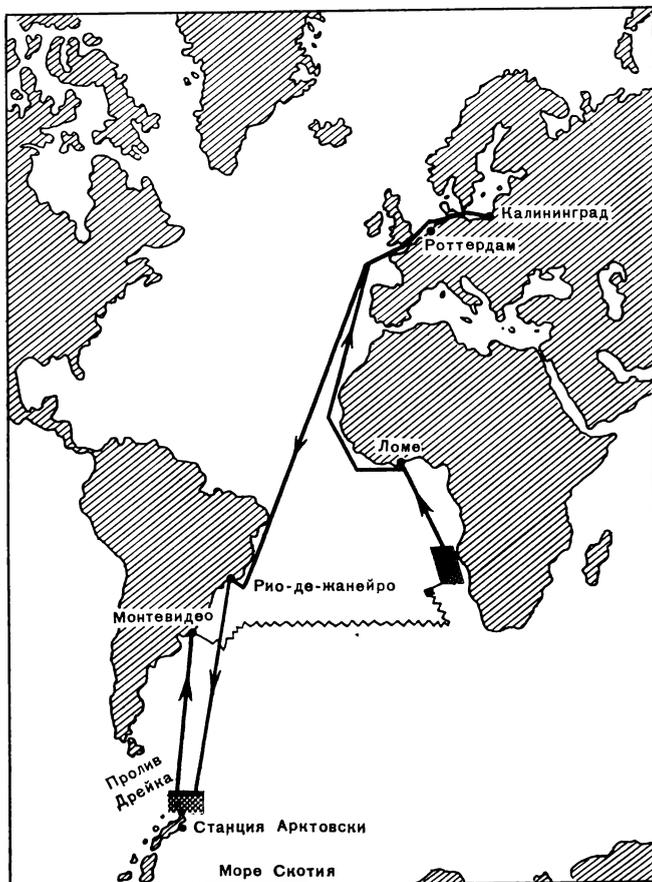
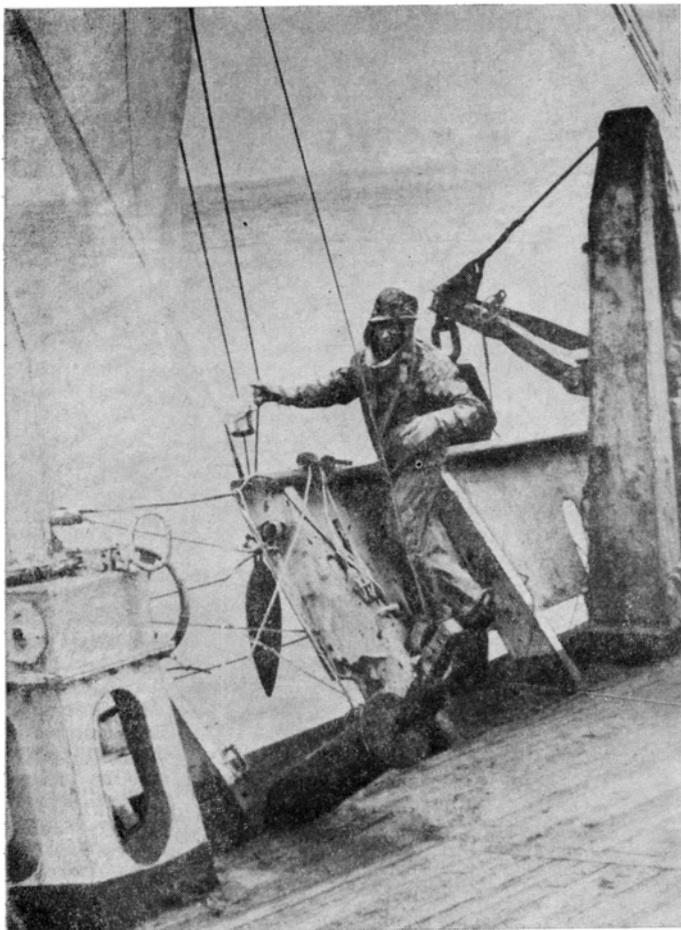


Схема 43-го рейса судна
«Академик Курчатов»

чить пространственное распределение криля. Съёмки шли одна за другой, становясь все более углубленными и детальными. К ним добавились изучение донной фауны, гидрохимические и геологические исследования. Работы углубились и в буквальном смысле, охватив не только верхний стомет-

ровый слой, но и всю толщу вод до самого дна.

Даже летом в Антарктике море недолго бывает спокойным. И за эти десять дней, когда, как подарок судьбы, выдалась хорошая погода, съёмку закончить не удалось. Внезапно разыгравшийся шторм вынудил прекратить работы и пришлось «отсиживать» за островом Мордвина. Шторм был связан с



Подъем планктонной сети

стих, судно вернулось на полигон. Но крупная зыбь все еще не позволяла работать, так что полсуток пришлось штормовать «носом на волну». Затем работы снова продолжались...

Вот, наконец, и последняя станция полигона, пришлось она на поздний вечер. Тихо, медленно падает редкий крупный снег. В Антарктике в это время года — белая ночь. Подняли последний пелагический трал — основное орудие на полигоне. На палубе собрались все, кто интересуется главным объектом исследований в этом районе — крилем. Позднее будут установлены его размерный состав, режим питания, суточные рационы, распределение в водной толще в разное время суток, биохимический состав, дыхание — показатель энергетического обмена.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Уже прошли времена, когда экспедиции пересекали целые океаны. Естественные науки, включая и науки о Земле, развиваются теперь больше вглубь, чем вширь, и самые интересные и важные результаты можно получить, проводя детальные исследования именно на небольших акваториях. Особенно, если наблюдения повторяются через какое-то время.

Одно из основных отличий района, где мы проводили работы — присутствие самого мощного в Мировом океане **Антарктического циркумполярного течения и вторичной фронтальной зоны**, отделяю-

глубоким циклоном, который стоял над Антарктическим полуостровом и не двигался несколько суток. (Надо сказать, что вообще все штормы шли через пролив Дрейка с запада на восток, так или иначе задевая район наших работ.) Как сообщили с расположенной неподалеку, на острове Кинг-Джордж, польской антарктической станции «Арктовски», циклон этот вызвал там ураганный ветер до 40 м/с, снесший одно из строений и поваливший мачты радиостанции.

Сутки с лишним судно «Академик Курчатов» пряталось за высоким заснеженным конусом необитаемого острова Мордвинова. Но нам было не до отдыха — и днем и ночью шла напряженная обработка измерений. Биологи изучали криль — в опытных сосудах сновали розовые, похожие на креветок рачки в несколько сантиметров длиной; гидрофизики с помощью ЭВМ вычерчивали свои схемы; геологи строили профили; химики проводили многочисленные анализы. Когда ветер немного



Участники советско-польского научного симпозиума, проведенного на польской антарктической станции «Арктовски»

щей южную часть Антарктического течения от более холодных вод моря Уэдделла (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 84.— Ред.).

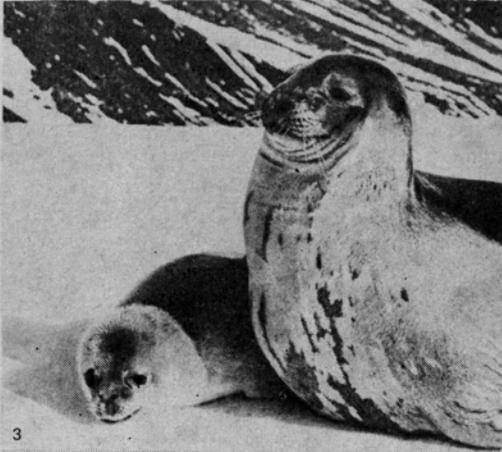
Наличие фронтальной зоны и течения приводит к активным гидрофизическим процессам. Но размер возможных синоптических образований, по предварительным оценкам, здесь меньше, чем в умеренных и тропических широтах. Хотя и была обнаружена на полигоне изолированная приповерхностная линза теплой воды с горизонтальным размером 30—40 км и

вертикальным — 350—400 м. Этот гигантский водный вихрь вращался в антициклоническом направлении (что в южном полушарии соответствует движению против часовой стрелки). Вообще такого большого размера линзы обычно наблюдали в Северном полушарии, в Южном это, по видимому,— первый случай.

С помощью гидрохимической съемки изучалось распределение биогенных элементов — фосфатов, нитратов, кремния, а также кислорода, все они отражают особенности физических процессов в данном районе. Даже в приповерхностных водах на их поля очень мало влияют биологические факторы. Концентрация фосфатов, нитратов и кремниеслоты здесь почти

вдвое превышает норму данных элементов, поэтому они, казалось бы, не могут лимитировать развитие фитопланктона.

В распределении биогенных элементов на полигоне прослеживаются следующие структурные образования: вторичная фронтальная зона, холодный вихрь — в центре полигона, южнее — теплый вихрь, и, наконец, теплое пятно-меандр — в северо-восточной части полигона. Благодаря работам на полигоне впервые удалось получить прямые доказательства того, что биоассимиляционные процессы в океане, ведущие к созданию первичной продукции, вызывают неоднородность в распределении калия в воде. Распределение хлорофилла изу-



чалось несколькими методами, как классическими, так и совершенно новым методом лазерной диагностики, которыми отлично овладели сотрудники Московского университета. Пигменты фитопланктона (хлорофилл А) позволили выявить некоторые характерные зоны: с максимальным содержанием хлорофилла (выше 1 мг/л) — в южной, центральной и северной частях полигона; с минимальным содержанием (0,3 мг/л) — на северо-западе и юго-востоке.

В районе исследований, как оказалось, количество фитопланктона не увеличено, что обычно вызывает заметное уменьшение концентрации биогенов у поверхности воды. Биологи сделали вывод, что в этом районе еще не началось активное развитие водорослей, словом, сюда еще не пришла весна. Только в проливе Брансфильд, в крайней западной части моря Скотия, где мы брали самую последнюю станцию, развитие фитопланктона уже приближалось к максимальному уровню, «цветение» моря началось, и началось бурно. Судя по полученным данным, весна в море Скотия приходит не с севера, а с запада.

Верхний трехсотметровый водный слой оказался довольно бедным копеподным планктоном, который составляют

Животный мир Антарктиды:

- 1 — самка морского слона;
- 2 — буревестник-скуа;
- 3 — тюлененок с мамой;
- 4 — не подходит;
- 5 — радостный крик;
- 6 — плывущий пингвин;
- 7 — пингины, высиживающие яйца

Фото А. В. Агафонова

вислоногие рачки. В отдельных местах отмечались заметные скопления сальп (морских хордовых животных) и небольшие — криля, который имел «пятнистое» распределение. При повторной съемке эти «пятна» сохранялись. Наши данные свидетельствуют о том, что криль здесь сравнительно мало питается фитопланктоном из-за его еще слабого развития. Очевидно поэтому в желудках рачков встречалась и животная пища...

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

На полигоне в море Скотия мы провели и большой комплекс геолого-геоморфологических исследований. Основу их составляла эхолотная съемка, выполнявшаяся по маршруту непрерывно (ее общая протяженность — 16 890 миль) вместе с анализом геологических проб и подводным фотографированием. По материалам нашей экспедиции впервые был определен генезис **Фолклендского плато**. Земная кора плато — в основном континентального типа, ее можно рассматривать как микрофрагмент древнего материка **Гондваны**, сохранившегося здесь в виде выступающей к востоку части Южно-Американского материка.

Результаты двух полных пересечений моря Скотия дали возможность уточнить расположение основных элементов дна, в частности гребневой полосы Срединного хребта, расчлененного в этой зоне серией трансформных разломов, и «нащупать» их активные участки. По этим же материалам удалось восстановить и историю возникновения Великого дрейфа южных широт

(то есть Антарктического циркумполярного течения), связанного с процессом раздвижения морского дна. А также объяснить, как проходили различные этапы эволюции моря Скотия с позиций тектоники литосферных плит.

Удалось показать и связь между процессом раскрытия пролива Дрейка и зарождением Антарктического циркумполярного течения, которое долгое время сдерживалось высоким хребтом внутри разломной зоны **Шеклтон**. Этот барьер на пути циркумполярного течения был уничтожен 20—30 млн. лет назад в ходе раздвижения океанского дна. Детальная съемка на полигоне позволила составить его батиметрическую карту, она включает острова Мордвинова, Шишкова, Михайлова, а также часть Южного хребта Скотия с расчленяющим его поперечным желобом, по которому в море Скотия вливаются более холодные воды моря Уэдделла.

НА СТАНЦИИ «АРКТОВСКИ»

Закончив работы на полигоне, экспедиция направилась к острову Кинг-Джордж. Когда наш рейс еще только подготавливался, мы получили приглашение от Польской академии наук посетить в Антарктиде станцию «Арктовски». Надо сказать, в составе нашей экспедиции было пятеро ученых из социалистических стран, из них двое поляков. Нам предложили устроить на этой станции первый Антарктический советско-польский научный симпозиум; предполагалось, что мы расскажем о результатах своих исследований в экспедиции, польские ученые-зимовщики — о своих.

На карте изрезанные заливами берега острова Кинг-Джордж по форме напоминают кленовый листок. Одна из самых больших бухт уже почти десять лет служит пристанищем для польской станции «Арктовски», названной именем польского исследователя Антарктиды. Бухта — широкая и длинная, сюда свободно могут заходить и более крупные, чем наш «Курчатов», суда. А глубока настолько, что против зимовки нельзя было встать на якорь. Горы, покрытые нетающим снегом, не слишком высоки, но на их фоне желтые домики зимовки кажутся совсем крохотными. Мы встали на рейде станции. Очень скоро к нам подошло необычное ярко-рыжее сооружение — вездеход амфибия, вместивший всех желающих посетить польскую станцию.

Гостеприимно встретили нас хозяева станции. Мы осмотрели около десятка ее невысоких построек, среди которых выделяется небольшой маяк на прибрежной скале. Самое большое здание внешне напоминает несколько плотно сбитых вагончиков, только вместо колес — специальные подпорки. Посередине — крыльцо, вывеска станции, а перед дверью — на длинных флажках — советский (в нашу честь) и польский флаги, да еще флаг станции. Укреплены они как будто бы камнями, но потом выяснилось, что это китовые кости. Они в изобилии встречаются по всему берегу (больше десяти лет назад здесь разделявали китовые туши).

Внутренние помещения станции удобны и красивы, у каждого зимовщика — отдельный бокс-каюта, в их распоряже-

нии большая библиотека, удобная кают-компания, где не только столовая, но и смотрят видеофильмы, слушают музыку. На столе живые цветы — в оранжерее зимовщики выращивают петунии. Растут там, кстати, также томаты и картошка, так что овощи свои. Имеются лаборатории, гараж для амфибии, мастерские — в общем все, что необходимо для нормальной жизни и работы зимовщиков.

Осмотрев станцию, мы отправились знакомиться с животным миром района зимовки. Было около трех градусов тепла, начиналось лето. И хотя на горах и в лощинах снега достаточно, кое-где уже зеленеют мхи и лишайники. Вдоль уреза воды стали попадаться пингвины, по два-три вместе. Главная же их колония — издали видна ее бело-черная пестрота — находится на зеленом холме. А вот другая колония — недалеко от берега... Здесь водятся четыре вида пингвинов. И теперь как раз все они с птенцами, а поэтому беспокоить их нельзя. На гнездах также сидят чайки, буревестники-скуа, малые альбатросы. Есть и небольшое сообщество морских слонов, их молодые самки подпускают людей совсем близко к себе и лишь лениво приподнимают головы. Иногда сюда наведываются тюлени Уэдделла, котики и морские леопарды...

Наши геологи после высадки на остров провели геологическую экскурсию и собрали коллекцию пород. Химики же определили (впервые) содержание нефтяных углеводородов в пробах снега и льда: пока, как оказалось, нефтяное загрязнение острову не угрожает. Вечером мы пригласили

польских зимовщиков к себе на судно, где устроили дружескую встречу и где они остались до утра, так как поднявшийся ветер не дал гостям вернуться домой.

А утром следующего дня на станции «Арктовски» начался советско-польский научный симпозиум. Все собрались в помещении библиотеки. Автору этих строк, как начальнику экспедиции, выпала честь открыть заседания первой советско-польской научной встречи в Антарктиде. Мы представили семь докладов по результатам рейса, а польские зимовщики — четыре. Затем началось обсуждение докладов. Но антарктические условия — это все же условия особые. Вскоре вошел капитан и сообщил, что ветер крепчает и пора возвращаться. Быстро собравшись, мы не без труда вскарабкались на высоченную амфибию, которая немного отплыла от берега, чтобы пересадить нас в катер. Но недалеко нам пришлось уйти на катере — ветер с каждой секундой усиливался, нас заливало водой, а когда мы повернули за мыс, судна не было видно — в воздухе металась белая смесь брызг и снега. Пришлось вернуться на остров.

По окончании симпозиума радушные хозяева развлекали нас, угощали обедом и ужином. А между тем ветер набрал ураганную силу, казалось, что домики вот-вот снесет. По радиотелефону мы много раз разговаривали с «Курчатовым»: наш синоптик сообщил, что ветер устойчивый, до 44 м/с. Из-за опасной близости скал это заставляло тревожиться за судно. Но надо сказать, что команда оказалась на высоте — при таком ураганном вет-

ре судно удерживалось на одном месте.

Вечером нас разместили на ночлег: одни ночевали в помещении маяка, другие — в оранжерее, третьи — в лабораториях (нас ведь было намного больше, чем хозяев). Ветер в это время был настолько «упруг», что временами

можно было в буквальном смысле на него ложиться, как на гамак. А пингинам это нисколько не мешало спокойно прогуливаться вдоль воды, на которой качались откуда-то пригнанные льдины...

Только утром, когда ураган дал часовую передышку, мы смогли покинуть остров. Без

особенных приключений, хотя и при свежей погоде, «Академик Курчатов» пошел на север, в уругвайский порт Монтевидео, чтобы пополнить запасы продовольствия, а затем продолжить работы в Южном полушарии.

Мезомасштабные вихри в океане

Они меньше обычных синоптических вихрей — простираются на километры и десятки километров — и могут существовать в океане от нескольких часов до нескольких суток. А формируются скорее всего в результате гидродинамической неустойчивости фронтальных зон между синоптическими вихрями. Отдельные мезомасштабные вихри были зарегистрированы еще в 70-х годах при выполнении советской океанологической программы «Полигон-70» и советско-американского эксперимента ПОЛИМОДЕ.

Чтобы детально изучить эти вихри, Ю. А. Иванов, член-корреспондент АН СССР В. Г. Корт, член-корреспондент АН СССР А. С. Монин, И. М. Овчинников и И. Ф. Шадрия (Институт океанологии АН СССР) предложили провести исследования на специальном океанологическом мезополигоне. В Северной Атлантике на водном пространстве площадью 68×80 квадратных миль (с центром в точке 20° с. ш. и 37° в. д.) установили на разной глубине около сотни автоматических буйковых станций для измерения течений. В экспедиции участвовали три научно-исследовательских судна — «Академик Мстислав Келдыш», «Академик Курчатов» и «Витязь».

За месяц работы на полигоне удалось зарегистрировать всего несколько мезомасштабных вихрей. Прекрасно проявляющиеся в верхнем 300-мет-

ровом слое в полях температуры и солености, они лишь эпизодически возникали во фронтальных зонах между синоптическими вихрями.

В ходе экспедиционных исследований был обнаружен еще один интересный феномен. Это линза воды диаметром около 30 миль на довольно большой глубине — 800—1300 метров. Температура и соленость внутри нее намного выше, чем в окружающих водах. Медленно вращаясь, линза перемещалась на северо-запад. По некоторым другим характеристикам, воды ее похожи на воды, формирующиеся вблизи Гибралтара. По мнению авторов эксперимента, обнаруженная в Северной Атлантике изолированная вращающаяся линза аномально теплой и соленой воды связана с гибралтарскими водами.

Доклады АН СССР, 1986, 289, 3

НОВЫЕ КНИГИ

Сколько на Земле метана?

Считают, что применение этого горючего газа в народном хозяйстве и в быту стало своеобразным признаком современной цивилизации. Метану — основному компоненту природных горючих газов —

и посвящена научно-популярная книга Л. М. Зорькина, М. И. Субботы и Е. В. Стадника «Метан в нашей жизни» (М.: Недра, 1986).

В книге десять небольших глав. В первых трех рассказывается об использовании метана людьми с древнейших времен, дается характеристика самому этому газу — простейшему в ряду метановых углеводородов. Здесь же обсуждаются различные источники его образования в природе, преимущественно из органического вещества.

Основные объемы метана на планете залегают в осадочных породах земной коры. Как они формируются и к каким месторождениям приурочены, где располагаются главные скопления метана в нашей стране — об этом повествуют четвертая и пятая главы книги. Тема шестой и седьмой глав — методы поиска и добычи метана, способы его транспортировки и хранения.

Проблемы использования метана обсуждаются в восьмой главе. Здесь речь идет о применении газообразных углеводородов и для получения энергии, и в химической промышленности, и в повседневной жизни людей. Подсчитано: мировые запасы этого горючего газа таковы, что при современном потреблении их хватит человечеству на 50 лет. Ученые разработали различные способы приращивания запасов горючего газа, с которыми читатель и познакомится в девятой главе книги. Заключительная, десятая, глава посвящена проблеме «метан и загрязнение атмосферы».



Доктор медицинских наук
П. М. СУВОРОВ
И. А. ПОЛОЗКОВ



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Как отбирали первых космонавтов

В нынешнем году, когда исполняется 30 лет со дня запуска первого в мире искусственного спутника Земли и прошло уже более четверти века со времени исторического полета в космос Ю. А. Гагарина, мы хотим напомнить о том, как проводился отбор первых космонавтов и каким был первый космонавт планеты.

В декабре 1957 года академик С. П. Королев писал в газете «Правда»: «Наступит и то время, когда космический корабль с людьми покинет Землю и направится в путешествие на далекие планеты, в далекие миры. Надежный мост с Земли в космос уже перекинут запуском советских искусственных спутников, а дорога к звездам открыта!».

Спорили, кто полетит в космос первым — водолазы-подводники? врачи-ученые? летчики? — и не приходили к единому мнению. Действительно, подобных проблем решать еще не доводилось. И когда в 1959 году было предложено провести в сжатые сроки первый отбор космонавтов, неясных вопросов оставалось много. Перед медицинской службой встали совершенно новые, чрезвычайно сложные проблемы. Из какой категории лиц производить отбор? Какие медицинские требования должны предъявляться к состоянию здоровья кандидатов в космонавты? Какому учреждению поручить проведение первого отбора? И еще многие, многие вопросы...

Было несомненно, что полет в космос, особенно первый, потребует от человека полного напряжения всех духовных и физических сил. Космическое пространство с его вакуумом, резкими колебаниями температур, радиацией, метеоритной опасностью таило тогда немало неизвестного.

Полет космического корабля должен неизбежно сопровождаться сильным шумом, вибрациями, значительными перегрузками при выводе его на орбиту и спуске на Землю, воздействием продолжительной невесомости. Искусственная атмосфера в космическом корабле, ограниченные размеры кабины, снижение двигательной активности, неудобства, связанные с необходимостью пребывания космонавта в скафандре, большое нервно-эмоциональное и психическое напряжение во время полета — вот далеко не полный пере-

чень факторов, с которыми придется столкнуться человеку при выполнении космического полета.

Данные экспериментов на животных, полученные к концу 50-х годов в Советском Союзе и за рубежом, не были достаточно надежными для достоверной оценки влияния факторов космического полета на организм человека. Находясь на борту космического корабля, человек должен проводить наблюдения по заранее выработанной программе, поддерживать двухстороннюю связь с Землей, следить за работой приборов, вмешиваться, при необходимости, в автоматизированную систему управления кораблем. А так как первые космические полеты планировались на одноместных кораблях, то выбранный кандидат должен был обладать в известной мере универсальностью: быть пилотом и штурманом, инженером и радистом, не теряться в сложных ситуациях, уметь быстро находить оптимальные решения (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 2.— Ред.).

Стало ясно, что первую группу кандидатов в космонавты следует отбирать из летчиков реактивной истребительной авиации. Их профессиональные качества наиболее подходят для деятельности космонавтов. Так считал С. П. Королев. Аналогичного мнения придерживались и другие ученые.

Учитывая многолетний опыт Центрального научно-исследовательского авиационного госпиталя (ЦНИАГ) по врачебной экспертизе летного состава, этому учреждению и было поручено совместно с другими организациями разработать и апробировать первую в мире систему медицинской отбора космонавтов. В госпитале работали высококвалифицированные специалисты, имевшие большой опыт лечебно-диагностической, научно-исследовательской и экспертной работы. Возглавлял ЦНИАГ заслуженный врач РСФСР А. С. Усанов. На протяжении многих лет постоянными научными консультантами госпиталя были видные советские клиницисты и физиологи: академики АМН СССР А. А. Вишневский, Н. С. Молчанов, А. Л. Мясников, В. В. Парин, А. Д. Сперанский.

Первоначально отбор кандидатов в космонавты проводился в авиационных частях специальными медицинскими комиссиями: из числа летчиков истребительной авиации и летчиков-инженеров не старше 35 лет, весом не

более 70 кг, ростом не выше 175 см (технические ограничения, связанные с размерами кабины космического корабля), признанных предыдущими врачебно-летными комиссиями годными к летной работе без ограничений. Предварительных встреч с теми, кто изъявил желание стать космонавтом, было очень много. Уместно подчеркнуть, что в беседах в войсковых частях с кандидатами совершенно не затрагивались вопросы о материальном вознаграждении и льготах, предоставляемых за этот новый вид деятельности...

После такой работы в частях ВВС через один-два месяца (в октябре — ноябре 1959 года) 206 кандидатов в космонавты были направлены в Центральный научно-исследовательский авиационный госпиталь для проведения тщательных медицинских обследований (клинического, функционального, психологического) и дальнейшего отбора. 52 человека из них еще перед поступлением в госпиталь отказались стать космонавтами. У 20 человек это желание пропало, когда они уже находились в госпитале. Причины подобного изменения целевой установки у некоторых кандидатов в космонавты были различны: опасность и неизвестность новой профессии, неопределенность материально-правового положения, изменения в служебном положении, опасения, что при тщательном медицинском обследовании могут выявиться такие отклонения в состоянии здоровья, которые будут несовместимы не только с новой деятельностью, но и прежней летной работой. Иными словами, те, кто не имели сильного желания стать космонавтом или опасались за свое здоровье, отказались от участия в этом трудном конкурсе. Остались наиболее целеустремленные и смелые.

Стационарное обследование кандидатов в ЦНИАГе состояло из двух этапов. Сначала предусматривалось проведение врачебной экспертизы, с предъявлением тех же требований к состоянию здоровья, которые обычны для истребительной авиации. Лица, прошедшие первый этап обследования с положительными результатами, после обсуждения данных на госпитальной врачебно-летной комиссии допускались ко второму этапу, где уже применялся целый ряд дополнительных проб-нагрузок, призванных выявить функциональные резервные возможности организма, а также скрытые недостатки в состоянии здоровья кандидатов. В частности, если на первом этапе обследования изучалось воздействие гипоксии умеренных степеней (подъемы в барокамере на «высоту» 5000 метров с экспозицией в 30 минут), то на втором этапе исследовали у кандидатов переносимость средних степеней гипоксии («высота» 6000 метров — 15 минут), устойчивость к разрежению больших степеней («высота» 15 000 метров при дыхании кислородом под избыточным давлением, быстрые «пикирования», то есть резкие перепады барометрического давления).



Ю. А. Гагарин до перегрузки и при воздействии ускорений в 5 g (октябрь 1959 года)

В. Ф. Быковский готовится к испытаниям на центрифуге



При обследованиях на втором этапе определялось время, в течение которого кандидаты способны переносить на центрифуге перегрузки в направлении голова — таз (эти перегрузки должны были достигать порядка 6, 7 и 8 единиц). Проведенная медиками работа позволила сделать важный практический вывод: даже наиболее физически крепкие люди не в состоянии выдержать подобные перегрузки в течение времени, достаточного для вывода космического корабля на орбиту. Необходимо было изменить привычное положение пилота в позе «сидя» на оптимальное положение «полулежа», что и сделали конструкторы в 1960 году по рекомендации медицинской службы при разработке кресла для космического корабля «Восток».

При отборе кандидатов в космонавты особое внимание уделялось степени выраженности эмоциональных реакций на различные нагрузки, способности работать в условиях сильных помех, быстроте переключения внимания. Эмоциональные реакции и функциональные резервы организма были не одинаковы у различных кандидатов. Так, например, у Ю. А. Гагарина перед обследованием в барокамере 19 октября 1959 года частота пульса равнялась 72 ударам в минуту, артериальное давление — 110/68 мм рт. ст. На «высоте» 5000 метров частота сердечных сокращений увеличивалась до 88 в минуту, а артериальное давление практически не изменилось (110/66 мм рт. ст.). Внешний вид и поведение были обычными. Самочувствие — хорошее. Такие же реакции получены и при обследовании на центрифуге, о чем свидетельствовали графическая регистрация и киносъемка. Но так чувствовали себя не все. У многих кандидатов, когда они находились в барокамере или на центрифуге, еще до воздействия гипоксии или перегрузок, появлялись выраженные эмоциональные реакции, сопровождавшиеся покраснением лица, учащением пульса, гипертензией, снижением психической продуктивности. При воздействиях же гипоксии, перегрузок и вестибулярных раздражителей у этой группы кандидатов нередко возникала бледность, тошнота, иногда рвота, падение частоты пульса и артериального давления, наблюдались и предобморочные состояния. Все это свидетельствовало о невысоких функциональных возможностях организма.

По завершении второго этапа обследования полученные результаты обсуждались на Главной медицинской комиссии, состоявшей из ведущих специалистов Центрального научно-исследовательского авиационного госпиталя и Центрального военно-медицинского управления Министерства обороны СССР. Комиссия окончательно решала вопрос о допуске кандидата к третьему этапу — подготовки, который осуществлялся уже в Центре подготовки космонавтов (Земля и Вселенная, 1985, № 5, с. 73.—Ред.). С хорошими показателями оба этапа обследования в госпитале закончили

29 человек: 20 из них в марте 1960 года были направлены в Центр подготовки космонавтов.

В своей книге «Дорога в космос» Ю. А. Гагарин обо всем этом пишет так: «Врачей было много, и каждый строг, как прокурор. Приговоры обжалованию не подлежали — кандидаты в космонавты вылетали с комиссией со страшной силой... Сложная аппаратура находила все, даже самые минимальные изъяны... Но никто не обижался даже среди тех, кто отчислялся по состоянию здоровья». Действительно, отсеял был большим: из 154 поступивших в госпиталь в итоге осталось 20. Если же учесть предварительный отбор в частях, то это соотношение увеличится еще в несколько раз.

В конце 1960 года, после подготовки в СССР первой группы космонавтов, из публикаций в американских журналах стало известно, что и в США проведен отбор космонавтов. Из 508 американских военных летчиков-испытателей было оставлено сначала 110 человек, которые удовлетворяли следующим требованиям: возраст моложе 40 лет, рост менее 180 см, отличное здоровье, высшее техническое или гуманитарное образование, свидетельство об окончании школы летчиков-испытателей, они должны были налетать 1500 часов. При более подробном изучении данных был отсеян еще 41 кандидат, а 69 оставшихся пригласили в Вашингтон и предложили им стать космонавтами. 14 человек из них отказались, а 55 — дали согласие. После медицинских и психологических обследований остались только 7 кандидатов.

Наряду с известным сходством в нашей и американской системах отбора космонавтов (тщательный анализ анкетных данных, использование клинических, психологических и функциональных исследований) были и определенные различия, обусловленные особенностями конструкции космических кораблей. В частности, если у нас после выполнения космического полета на кораблях «Восток» космонавт катапультировался на высоте 7 км и приземлялся на парашюте, то у американцев посадка космической капсулы вместе с космонавтом проводилась на воду. Различной была и целевая установка у наших и американских летчиков при выборе новой профессии. Когда корреспонденты спросили американского астронавта Дж. Гленна, совершившего свой первый орбитальный полет вокруг Земли через 10 месяцев после космического полета Ю. А. Гагарина, какие причины побудили его избрать такую профессию, он заявил: «Я понимаю, что эта работа связана с известным риском для моей семьи. Я мог бы выполнять и другую работу, которая давала бы мне больше надежды на долгую жизнь. Но моя новая работа может помочь моим детям. Я хочу, чтобы у них была более обеспеченная молодость, чем у меня. Не рискуя, ничего не добьешься...»

«Такова мораль Запада, таковы там законы жизни», — писал руководитель первой группы

советских космонавтов Герой Советского Союза генерал-лейтенант авиации Н. П. Каманин в своей книге «Первый гражданин Вселенной». Конечно, и наши кандидаты в космонавты хотели бы улучшить свое материальное положение. Но для них это не было главным при выборе новой профессии. Большой энтузиазм, беззаветный патриотизм, высокое чувство гражданского долга — вот что в первую очередь всегда характеризовало наших космонавтов.

Для примера только несколько фактов из биографии Ю. А. Гагарина. В самом деле, зачем нужно было Ю. А. Гагарину после окончания Оренбургского училища летчиков ехать куда-то на Север, в отдаленный гарнизон, когда командование предлагало ему остаться в училище летчиком-инструктором? А в это время его жена Валентина Ивановна училась, ожидала ребенка и не могла сразу поехать с мужем к новому месту службы.

«Но я еще раньше решил,— пишет Ю. А. Гагарин,— ехать туда, где всего труднее. К этому обязывала молодость, пример всей нашей комсомолки, которая всегда была на переднем крае строительства социализма... Одним словом, я чувствовал себя сыном могучего комсомольского племени и не считал себя вправе искать тихих гаваней и бросать якорь у первой пристани».

Таким был первый космонавт Земли и до своего космического старта, таким он остался и после него. «Во все времена и эпохи для людей было высшим счастьем участвовать в новых открытиях»,— говорил Ю. А. Гагарин перед стартом 12 апреля 1961 года. «Разве можно лишать человека счастья? Ведь не памятник — живой человек»,— писал о Ю. А. Гагарине известный журналист Я. К. Голованов.

Не хотел быть памятником Ю. А. Гагарин после того, как весь мир узнал его имя. Хотел учиться, летать, готовиться к новым, более сложным космическим полетам. Сильно переживал, когда берегли его, стремились под теми или иными предлогами отстранить от дальнейшей подготовки к новым полетам, как будто предпочувствовали несчастье. 27 марта 1968 года, выполняя обычный полет на учебно-тренировочном самолете, Ю. А. Гагарин погиб в авиационной катастрофе.

Прошли годы. Не стало Главного конструктора и Главного теоретика. Ушли из жизни академики Н. С. Молчанов, А. А. Вишневский, доктор медицинских наук М. Д. Вядро и многие другие, участвовавшие в первом отборе

космонавтов. Но жизнь продолжается. Неизменно изменились за эти годы Центральный научно-исследовательский авиационный госпиталь и Центр подготовки космонавтов, которому присвоено имя Ю. А. Гагарина. И все-таки хочется снова оглянуться назад, вспомнить: что же было особенного в характере первого в мире человека, побывавшего в космосе? Почему именно ему было отдано предпочтение?

На этот вопрос лучше всего, нам кажется, ответил первый начальник Центра подготовки космонавтов Е. А. Карпов. Он говорил: «Для первого полета нужен был человек, в характере которого переплеталось бы как можно больше положительных качеств. И тут были приняты во внимание такие неоспоримые Гагаринские достоинства, как беззаветный патриотизм, непреклонная вера в успех полета, отличное здоровье, неистощимый оптимизм, гибкость ума и любознательность, смелость и решительность, аккуратность, трудолюбие, выдержка, простота, скромность, большая человеческая теплота и внимание к окружающим людям». Эти качества и определили выбор, снаскали Ю. А. Гагарину поистине всенародную любовь.

Он был активным пропагандистом мирной устремленности советских космических исследований. Об этом можно судить, например, по следующему факту. Когда Ю. А. Гагарин прочитал книгу американского летчика Ф. Эвереста «Человек, который летал быстрее всех», он резко отрицательно отнесся к концепции автора, считавшего, что тот, кто первым покорит космос, получит господство и над Землей. «Нет,— писал Ю. А. Гагарин,— не для порабощения других стран и народов стремятся советские люди в космос! Титанические усилия нашего Правительства, всего советского народа направлены не на подготовку войны, а на сохранение мира». Еще на заре космической эры он со всей остротой осознал необходимость сотрудничества разных стран и народов, борьбы за мир: «Облетев Землю в корабле-спутнике, я увидел, как прекрасна наша планета. Люди! Будем хранить и приумножать эту красоту, а не разрушать ее!»

Сегодня особенно актуален этот призыв к сохранению уникальной природы Земли и мира на нашей планете.

См. начало на с. 56

астрономов и геофизиков, для преподавателей, а также для любителей астрономии. Мнение каждого читателя о необходимости перевода той или другой книги будет ценно для редакции бюллетеня.

Публикуемая информация позволит желающим своевременно заказать нужное издание в магазине, библиотеке или выписать его из-за рубежа.

Бюллетень в свободную продажу, к сожалению, не посту-

пает, а рассылается только по подписке. Подписаться на него можно на обычных условиях. Цена одного номера серии А — 70 коп; индекс — 70631.



Директор Астрономической обсерватории
г. Кито (Эквадор)
УГО ДАВИЛА
Кандидат физико-математических наук
В. А. ЮРЕВИЧ

Пирамиды Кочаски — археoaстрономический календарь?

В столице Эквадора городе Кито есть астрономическая обсерватория, первая в Латинской Америке (основана в 1877 году). Сначала это было самостоятельное учреждение при муниципалитете, но в 1963 году обсерватория вошла в состав одного из высших учебных заведений Эквадора — Национальную политехническую школу.

Когда-то обсерватория находилась за пределами города. Однако к настоящему времени Кито вытянулся более чем на 30 км на узком уступе склона громадного вулкана Пичинча, и обсерватория оказалась в центре города. Такое ее расположение, а также обычная для современных больших городов плохая прозрачность атмосферы и подсветка неба городскими огнями сильно мешают астрономическим наблюдениям. Поэтому сейчас здесь проводятся лишь наблюдения с астрольбией Данжона (на зенитном расстоянии 30° , где атмосферные условия получше), метеорологические, а с 1910 года ведутся еще и космологические исследования.

В 1975 году Астрономический совет АН СССР заключил с Национальной политехнической школой соглашение о

научном сотрудничестве. В результате в Кито была создана совместная станция наблюдений. Как уже говорилось, плохие условия для наблюдений заставили искать новое место для астрономической станции за пределами города. Оно было выбрано на плато Херусалем в 40 км от города, точно на линии экватора. Это позволяет проводить наблюдения с зенит-телескопом для решения специальных астрономических задач.

В 10 км к северо-востоку от Херусалема находится древний памятник Эквадора — пирамиды Кочаски, давно уже привлекавшие внимание археологов и историков, пытающихся понять загадку их происхождения и назначения. Сейчас изучением пирамид занимается группа археологов из провинциального совета столичной области Пичинча. Сотрудники совместной советско-эквадорской астрономической станции и Астрономической обсерватории Кито попытались выяснить не имели ли пирамиды Кочаски какое-либо астрономическое назначение.

Эта группа сооружений ($\lambda = 78^\circ 18'$ з. д., $\varphi = +0^\circ 03'$, высота над уровнем моря — 3050 м) состоит из 15 усечен-

ных четырехугольных пирамид (две из которых достигают высоты 20 м) и нескольких курганов. Когда-то грани пирамид имели ступенчатую форму, поскольку сложены из больших блоков необожженной глины, но теперь покрыты принесенной ветрами вулканической почвой и растительностью, сгладившими поверхность. Пирамиды имеют форму прямоугольников, длинная сторона которых ориентирована примерно с северо-запада на юго-восток.

У восьми пирамид от середины их большой стороны в направлении к юго-западу идут длинные постепенно понижающиеся «лучи». Самый длинный «луч», от пирамиды № 14, протянулся на 400 метров и постепенно слился с местностью; у его края находится несколько курганов, расположение которых, как было отмечено уже давно, напоминает созвездие Большой Медведицы. У пирамиды № 5 сравнительно короткий «луч» обрывается резким уступом. И этот уступ и стороны «луча» когда-то тоже были ступенчатыми.

Мы решили проанализировать, куда указывают «лучи», исходящие из восьми пирамид. Азимуты «лучей», согласно

Схема расположения пирамид Кочаски.

+ — места обзора

для туристов;

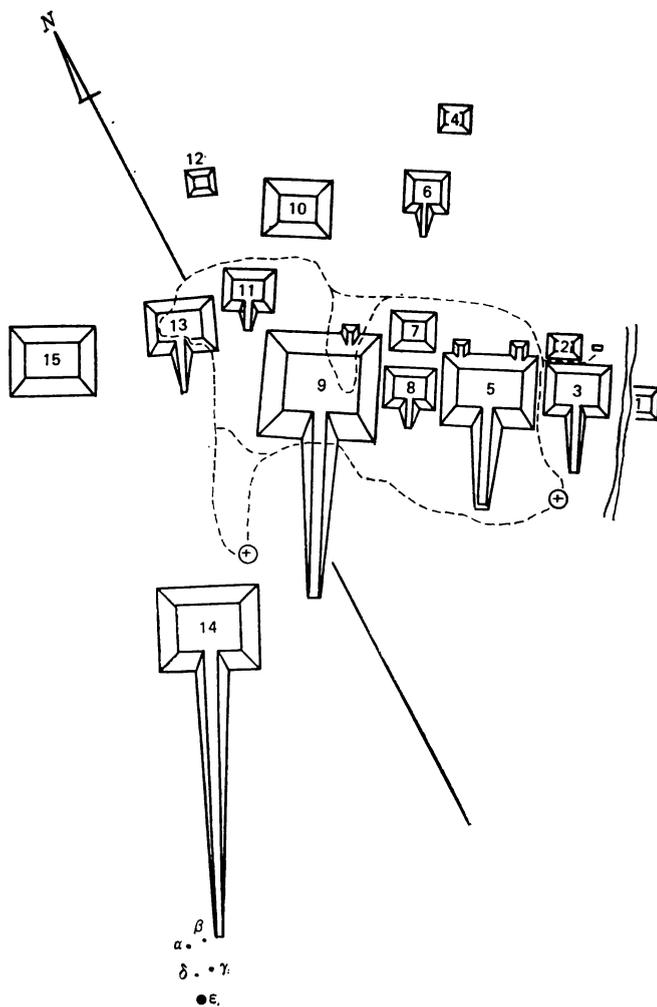
— — — — туристская тропа

предварительным оценкам, лежат в пределах 25—35°.

Прежде всего мы установили вид звездного неба, каким он был в районе пирамид Кочаски в древности. Как известно, взаимное положение звезд не меняется, если не принимать во внимание собственные движения звезд. Однако, вследствие прецессии, азимуты восходов и заходов звезд со временем меняются. В течение веков эти изменения достигают величин, вполне различимых даже невооруженным глазом.

Мы определили, что к северо-востоку в период примерно от 600 г. до н. э. и до 1200 года в этих азимутах можно было наблюдать восходы двух ярких звезд, одна из них весьма примечательна. Это звезда Бенетнаш (η Большой Медведицы). Она расположена на краю ручки ковша Большой Медведицы. Это созвездие, как известно, выделяли на небе все древние народы, включая индейцев Южной Америки. Вторая звезда — γ Кассиопеи.

Конструкция пирамид такова, что наиболее удобно проводить с них наблюдения в направлении на северо-восток, при этом наблюдатель должен находиться у края «луча» пирамиды и смотреть вдоль его поверхности. Во-первых, так легче зафиксировать появление светила на ровной линии искусственного горизонта, образованного самой пирамидой. Во-вторых, угол наклона «лучей» пирамиды (около 10°) позволяет освободиться от влияния неустойчивости угла зату-

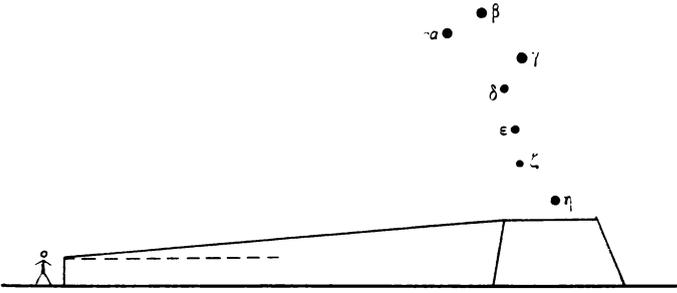


хания, исключив наиболее беспокойные, близкие к горизонту слои атмосферы. К тому же некоторые пирамиды (предположительно более поздней постройки) имеют обрубленные «лучи». Такая конструкция более удобна, так как дает возможность строго фиксировать положение наблюдателя у края «луча», что облегчает наблюдения.

Мы предположили, что древние жители района Кочаски

наблюдали здесь восходы η Большой Медведицы. Об этом говорит не столько расположение курганов на конце «луча» пирамиды № 14, сколько тот факт, что в древности гелиакический восход (то есть первый в году восход звезды в утренних лучах Солнца) η Большой Медведицы приходился на конец октября — начало ноября. Это совпадает с приходом в Эквадор сезона дождей и началом сельскохозяй-

**Положение созвездия
Большой Медведицы
над пирамидой
в момент наблюдений**



ления внесли неточности разметки центральных осей пирамид и их «лучей» и неточность установки теодолита по оси пирамиды. В итоге для пяти пирамид с длинными «лучами» ошибка определения азимута составила $\pm 0,5^\circ$, что дает ошибку в определении возраста пирамиды — менее ста лет. Три остальные пирамиды, самые маленькие из всех, отличаются от других также и углами наклона лучей. Надо отметить, что по своему виду они производят впечатление незавершенных, ошибочных. Все же мы включили в таблицу 2 и данные для них, с грубой оценкой дат их постройки.

Понятно, что календарь подобного типа имеет весьма существенные недостатки, но, видимо, лучшего в те времена не было. Во-первых, у него есть вековой ход: начало года, определенное с его помощью, смещается на одни сутки примерно за 150 лет, а значит, уходит от начала сезона дождей. Во-вторых, определение начала года зависит от атмосферных условий. Наши наблюдения позволяют заключить: пирамиды построены в месте с хорошим астроклиматом. Но тем не менее облачность и Луна способны привести к тому, что фиксация гелиакического восхода может отодвинуться на несколько дней.

То, что нам уже известно об археоастрономии, свидетельствует: древние астрономы обладали качеством, весьма полезным и нынешним наблю-

ственных работ в районе, где расположены пирамиды.

Хорошо известно, как важно для крестьянина правильно определить срок посева сельскохозяйственных культур. Тем более это важно в тропической зоне, где в отличие от наших средних широт нет постепенных изменений в природе, наблюдая которые можно предсказывать смену сезонов года. Здесь, в частности в Экваторе, есть только сухой и дождливый сезоны, смена которых обычно бывает внезапной и резкой.

О том, как в Древнем Египте жрецы определяли время предстоящего разлива Нила по наблюдениям гелиакического восхода Сириуса, рассказывается во многих популярных книгах по астрономии. Менее известно, что обычай наблюдать гелиакические восходы светил существовал в Древней Греции, но там он не имел столь очевидного практического смысла.

Исходя из нашего предположения, мы вычислили экваториальные координаты η Большой Медведицы на период от 500 года до н. э. до 1200 года, используя обычные формулы учета прецессии. Установили также и ее азимут в момент достижения звездой высоты 11° (в последних вычислениях мы взяли 1° «запаса» для более

уверенного определения момента появления звезды над пирамидой). Дату гелиакического восхода рассчитали, учитывая тот факт, что в данном случае разность прямых восхождений звезды и Солнца имеет вполне определенное значение, которое равно разности часовых углов звезды в момент достижения ею высоты 11° и Солнца, когда оно находится на 8° ниже горизонта. Последнее значение было получено из наблюдений в Кочаски по моменту, когда на небе можно различить звезды одинакового с η Большой Медведицы блеска ($1,86^m$). Полученные величины представлены в таблице 1.

Теперь появляется возможность определить астрономическим путем время строительства пирамид, для чего нужно знать точные азимуты их «лучей». Эту работу мы выполнили вместе с экваторским астрономом Луисом Эспином. С помощью теодолита были определены азимуты пяти пирамид. У двух других пирамид «лучи» плохо заметны на местности, еще одна — полностью заросла кустарником. Для этих трех пирамид азимуты «лучей» пришлось снять с топографической карты местности (масштаб 1 : 2000). С нее же получили и углы наклона «лучей» i . Основные ошибки в опреде-

ТАБЛИЦА 1

Годы	α	δ	A	Гелиакическая дата
500 до н. э.	12 ^h 02 ^m	+62,4°	25,5°	октябрь 29
400 до н. э.	06	61,9	26,0	29
300 до н. э.	10	61,4	26,6	30
200 до н. э.	15	60,9	27,1	31
100 до н. э.	19	60,4	27,6	ноябрь 1
0	23	59,9	28,2	1
100	27	59,4	28,7	2
200	31	58,8	29,4	3
300	36	58,3	29,9	3
400	40	57,7	30,6	4
500	45	57,2	31,1	5
600	49	56,7	31,6	6
700	53	56,2	32,2	6
800	58	55,6	32,8	7
900	13 02	55,1	33,3	8
1000	06	54,6	33,8	9
1100	10	54,1	34,4	10
1200	14	53,5	35,0	10
.
.
.
1900	13 43,3	49,8	.	.
2000	47,5	49,3	39,3	17

дателям — терпением. К тому же они умели передавать накопленные сведения от поколения к поколению. Скрупулезные наблюдения одних и тех же явлений на протяжении веков позволяли предсказывать их с нужной точностью.

Обсудим подробнее расположение курганов у пирамиды № 14. Четыре хорошо различных кургана высотой от 3 до 5 метров расположены к юго-западу от конца «луча», к югу — пятый, пирамидальной формы. Дальше идет участок обрабатываемой земли, где по утверждению археологов ранее тоже были искусственные сооружения. Лишь на самом дальнем конце поля виден еще один высокий курган, вероятно, уже не связанный с пирамидой № 14. Взаимное расположение первых четырех курганов действительно напоминает расположение четырех звезд α , β , γ , δ Большой Медведицы, образующих трапецию, а пятый курган может обозначать звезду ε . Но вряд ли люди древности так расположили курганы специально для того, чтобы дать нам, появившимся здесь через две тысячи лет, ключ к разгадке предназначения пирамид. Мы просто поставили перед собой задачу: проверить предположение, были ли курганы пунктами наблюдения гелиакических восходов определенных звезд Большой Медведицы. Для этого на плане местности мы измерили азимуты углов между направлениями с курганов на центр пирамиды № 14 и сравнили их с азимутами гелиакических восходов для всех ярких звезд Большой Медведицы, какими они были в начале нашей эры.

Учитывая невысокую точность определения азимутов,

ТАБЛИЦА 2

№ пирамиды	Азимут	Наклон (i)	Дата постройки
13	25,4°	10°	500 год до н. э.
14	27,6	9	100
3	30,5	10	500
9	32,3	10	700
5	34,6	10	1100
11	30,2	17	300–800
8	30,5	13	300–700
6	32,1	12	600–900

ТАБЛИЦА 3

Звезда в созвездии Большой Медведицы	α	δ	A _{ввч.}	A _{набл.}	Гелиакическая дата
η	12 ^h 23,5 ^m	+59,8°	28°	28°	октябрь 31
ϕ	12 03,9	64,8	23	—	29
ε	11 26,0	67,2	21	21	16
δ	10 37,4	68,6	20	19	4
γ	10 09,8	64,2	24	26	сентябрь 22
α	9 01,7	73,0	15	14	14
β	9 01,8	67,6	21	20	7



**На туристской тропе.
Вдали видны пирамиды № 9,
№ 7, № 5 и № 10**

совпадение можно считать вполне удовлетворительным. Причем совпадает также порядок обозначений в том очевидном варианте, когда мы обозначаем на схеме курганы символом той же звезды, которая с него могла наблюдаться.

Возможно, такого рода наблюдения могли проводиться и с других пирамид, либо с помощью дополнительных визиров на их верхних площадках, либо при перемещении наблюдателя на широком конце обрубленного «луча», но пока у нас об этом нет никаких сведений.

Решающим свидетельством правильности нашего основного предположения было бы совпадение возрастов пирамид, определенных астрономическими и археологическими методами. К сожалению, у археологов пока нет точных данных, но полученная ими последовательность строительства пирамид совпадает с нашей.

Разумеется, без подтверждения археологов наше предположение нельзя считать доказанным. В любом наперед заданном азимуте можно найти звезду второй величины, кото-

рая когда-нибудь имела бы в нем гелиакический восход. Совпадение даты восхода звезды η Большой Медведицы в азимутах пирамид с приходом сезона дождей может быть чисто случайным, а разброс азимутов «лучей» пирамид можно объяснить непонятными для нас целями строителей либо просто их ошибками.

Археoaстрономические памятники, изученные ранее, всегда связываются с восходами Луны и Солнца, иногда Венеры, но никак не звезд, что говорит против нашего предположения. Трудность наблюдений восходов звезд определяется невозможностью видеть их на линии горизонта и непостоянством угла затухания. Однако, как уже отмечалось, в нашем случае она частично преодолена. Если подтвердится, что на пирамидах Кочаски наблюдали звезды с целью установления дат календаря, то этот памятник получит особое значение.

С точки зрения современного человека строительство грандиозных пирамид для подобной цели было чрезвычайно дорогостоящим, ведь впол-

не достаточно было отметить простыми визирами направления наблюдений. Например, недавно выяснилось, что менгиры Европы (вертикально поставленные камни) служили именно такими визирами, отмечая определенные астрономические направления. И в то же время сооружения схожих и даже больших размеров, чем пирамиды Кочаски, для определения дат календаря также встречаются довольно часто. Хорошо известны камни Стоунхенджа в Англии и мексиканские пирамиды.

С учетом всего этого нам кажется, что различные «совпадения случайностей» делая предположение об астрономическом значении пирамид Кочаски заслуживающим внимания. Надо заметить, что такого рода свидетельства астрономического смысла археологических памятников долгие время объясняли как совпадения случайностей и не признавались археологами (типичный пример — Стоунхендж). Правда, не следует бросаться и в другую крайность и принимать на веру недостаточно аргументированные астрономические объяснения древних памятников. Поэтому мы можем утверждать лишь следующее: вероятно, что пирамиды Кочаски на протяжении веков служили в древности своеобразным календарем, по которому определяли начало сельскохозяйственного года из астрономических наблюдений, причем могли предсказать его начало с упреждением до 50 дней и уточнять это последующими наблюдениями.

Н. Д. РОЗЕНБЛЮМ
М. Ю. ШЕВЧЕНКО



ЛОБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ

Как построить вертикальные солнечные часы

Уже очень давно было замечено, что в солнечный день тень любого предмета в разное время занимает различные положения, а также изменяет свою длину. Это свойство тени определенным образом установленного предмета (будем называть его указателем) стали использовать для измерения времени. Начало этому было положено во II тысячелетии до н. э., а возможно, и еще раньше. Первым указателем, видимо, служил вертикально поставленный шест или копье, а мерой времени — изменяющаяся длина его тени. Позднее в качестве меры времени стали использовать более точную величину — направление тени. Так были созданы древнейшие солнечные часы, которые оставались основным прибором для измерения времени в течение более чем трех тысячелетий, вплоть до создания в конце XVII века современных механических часов. Но и после этого в XVIII и даже XIX веке они еще не потеряли своего значения.

И сегодня солнечные часы можно встретить на фасадах старинных зданий. Они всегда привлекают внимание людей. А можно ли построить солнечные часы самостоятельно?

РАЗНОВИДНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЧАСОВ

Существуют сотни различных вариантов конструкций солнечных часов, но у всех есть две общие составные части: **двадцатичетырехчасовой циферблат** и **указатель**. Самый простой циферблат — равномерный — имеют **экваториальные** солнечные часы, так как они располагаются параллельно плоскости земного экватора. Такие часы можно при желании соорудить из обыкновенного пустого спичечного коробка, на донышке которого расчерчен равномерный циферблат, а в его центре перпендикулярно закреплена спичка, служащая указателем. При правильной ориентации эти часы будут работать не хуже любых других солнечных часов.

Другой тип — **горизонтальные** солнечные часы; сложность их заключается в расчете неравномерного циферблата. Такие солнечные часы, в качестве прекрасного демонстрационного экспоната, можно увидеть на астрономической площадке Московского планетария.

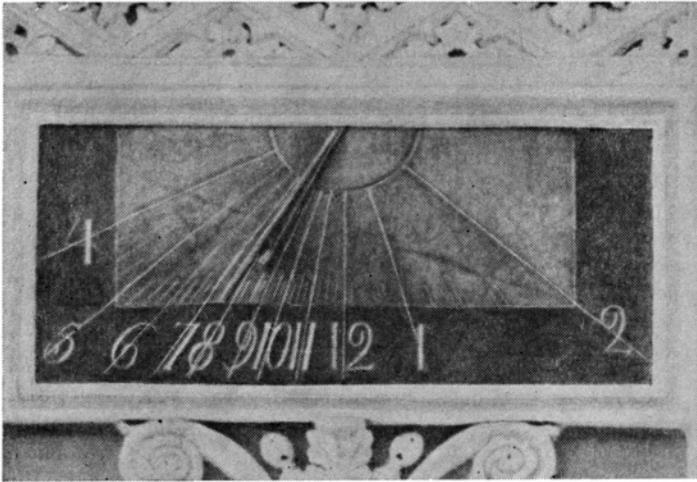
Чаще всего солнечные часы располагают на стенах высоких или хорошо видных издали зданий. Крупные разме-

ры, оригинальное оформление, наконец, «работа» в ясный день — все это делает **вертикальные** солнечные часы удачной деталью городской архитектуры. Любой москвич или гость столицы может без труда убедиться в этом, полюбившись солнечными часами на старом здании Московского государственного университета (проспект Маркса, 18). Еще эффектнее выглядят солнечные часы на здании Московского историко-архивного института (улица 25 Октября, 15).

Эти три вида солнечных часов — самые распространенные и наиболее доступные с точки зрения изготовления. Легче всего построить экваториальные солнечные часы, немного сложнее — горизонтальные. Наиболее сложен расчет циферблата вертикальных солнечных часов. Это связано с тем, что обычно их устанавливают на стенах зданий, которые, как правило, не имеют строгой ориентации по сторонам горизонта.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Для установки вертикальных солнечных часов пригодна любая произвольно ориентированная гладкая стена, откры-



Вертикальные солнечные часы на здании Московского историко-архивного института

тая лучам Солнца. С точки зрения использования солнечных часов выгоднее строить их на стене, выходящей на юг, юго-восток или юго-запад, тогда они будут работать наибольшее число часов в сутки.

Оформление вертикальных солнечных часов может быть чрезвычайно разнообразным, и каждый, кто захочет их сделать, должен самостоятельно решить для себя этот вопрос, исходя из своих вкусов и пристрастий. Приступая к созданию часов необходимо прежде всего провести некоторые подготовительные измерения и вычисления. Их можно разделить на три этапа: определение ориентации плоскости, на которой предполагается разместить солнечные часы; вычисление углов β и γ , характеризующих положение указателя относительно плоскости часов; расчет границ циферблата; определение цены делений и их расположения по циферблату.

Горизонтальные солнечные часы на астрономической площадке Московского планетария

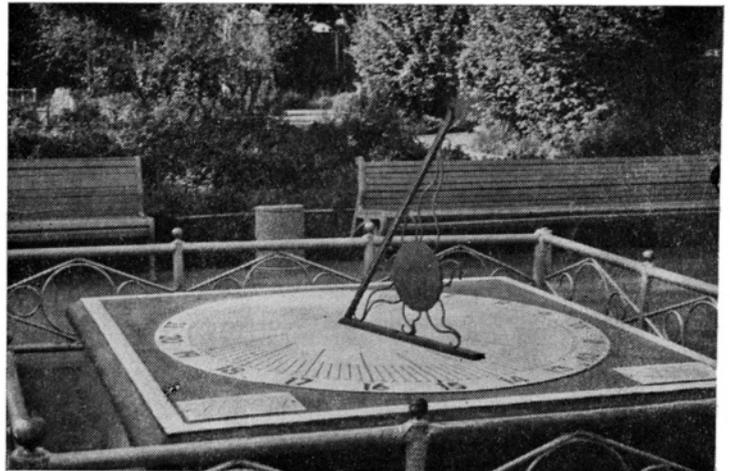
Поскольку величина, характеризующая ориентацию стены, необходима для последующих расчетов, то ее следует определить в первую очередь. В качестве такой величины удобно использовать азимут линии, перпендикулярной к плоскости стены и идущей в сторону наблюдателя. Назовем это **азимутом солнечных часов** в отличие от азимута самой стены — величины неудобной, так как она неоднозначна (неизвестно к какому краю стены относится) и не

дает представления о том, в какую сторону «смотрит» циферблат.

Следующий этап — подготовка указателя, тень от которого и будет служить стрелкой солнечных часов. Указателем может служить край треугольной пластинки, сделанной из любого материала. Углы треугольника зависят от измеренного азимута часов и известной широты места.

Затем надо решить, каких размеров следует сделать циферблат. Вообще это зависит от желания и от конкретных условий, однако необходимо помнить, что величину часов следует соотносить с длиной указателя, чтобы его тень всегда доходила до делений циферблата.

Дальнейшие вычисления относятся непосредственно к



Расположение указателя
относительно стены

Определение азимута стены

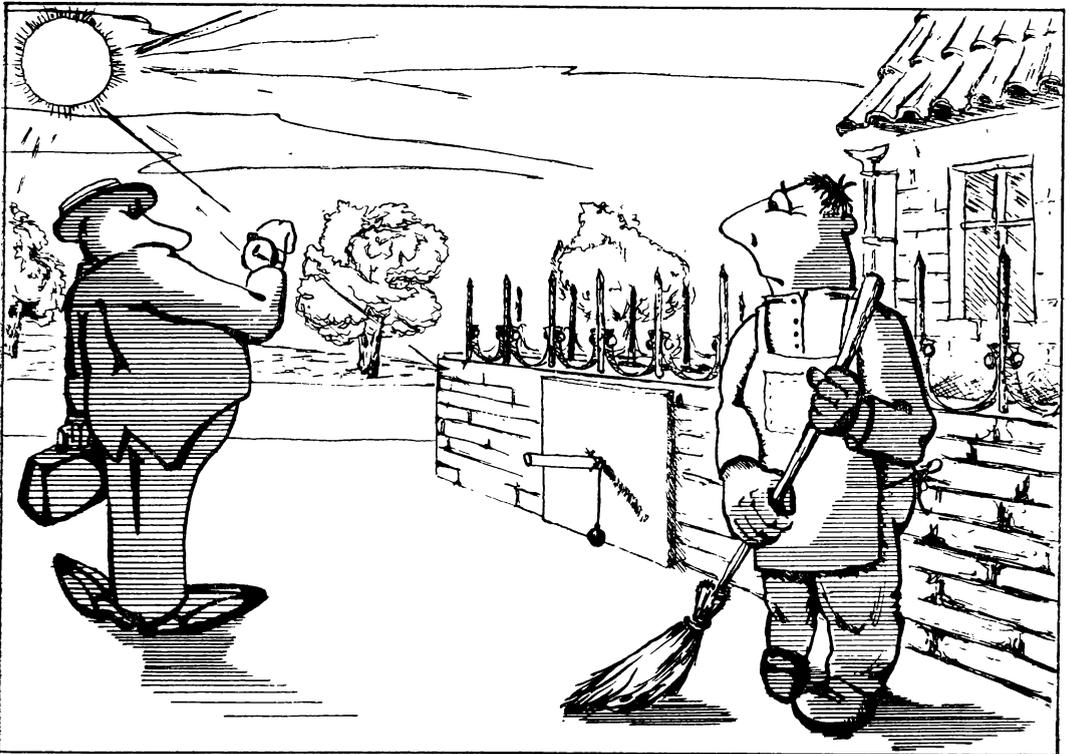
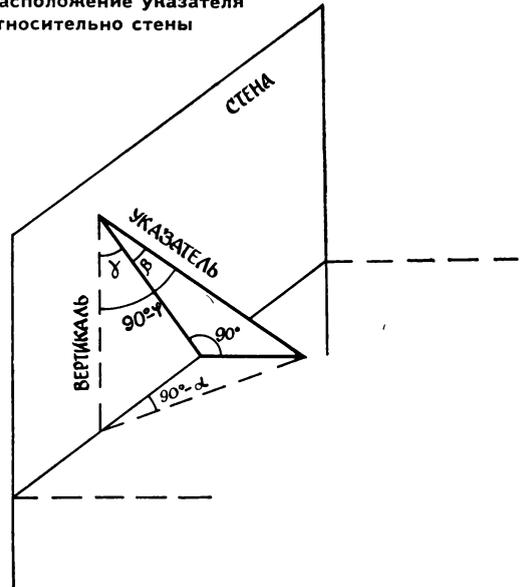
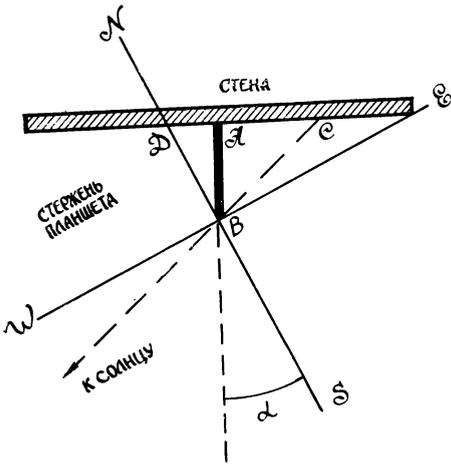
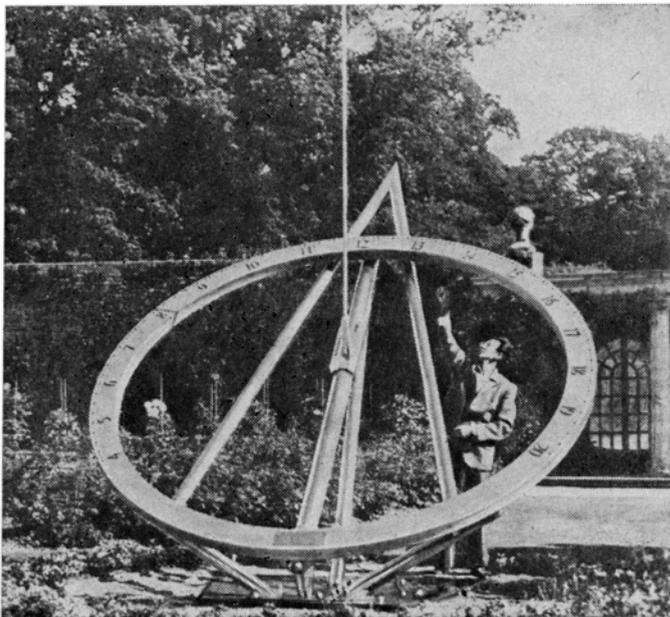


Рисунок А. В. ХОРЬКОВА



Современные солнечные часы, установленные в Гринвичской астрономической обсерватории (Великобритания)

циферблату. Поскольку часы располагаются в вертикальной плоскости, то максимальная продолжительность их освещения Солнцем — 12 часов. Причем у разных солнечных часов, в зависимости от их азимута, начало (и конец) работы приходится на разные моменты времени. Эти моменты целесообразно определить, чтобы потом не делать лишнюю работу: оцифровывать ту часть циферблата, куда тень указателя никогда не доходит. Далее, исходя из размеров часов и практической необходимости, вычисляют требуемую цену делений циферблата, и только потом производят расчет самого циферблата.

Теперь, когда стало ясно, что нужно сделать для постро-

ения вертикальных солнечных часов, подробнее остановимся на том, как конкретно выполняются все вычисления и измерения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЗИМУТА ЧАСОВ

Проще всего это делается так. К стене горизонтально приставляется планшет с вер-

тикальным стержнем. От основания стержня проводится перпендикуляр к стене. В истинный полдень, когда Солнце оказывается точно на юге, на планшет наносится тень от стержня. Угол между перпендикуляром к стене и направлением этой тени и есть искомым азимут часов α (к востоку будем считать его отрицательным, а к западу — положительным). Этот способ чрезвычайно прост. Но все указанные измерения необходимо производить в строго определенный момент времени, наступающий только один раз в сутки, что не всегда удобно, поэтому рассмотрим еще один способ, более сложный, но лишенный этого существенного недостатка.

Как и в первом случае планшет приставляется к стене, но так, чтобы стержень располагался горизонтально, а у его основания закрепляется нить с отвесом, задающая вертикаль. Длину стержня (обозначим ее l) следует выбрать та-

Солнечные часы в Вольфенвейлере (ФРГ), показывающие время не только этого города, но и Москвы и Нью-Йорка



Солнечные часы XVIII века на стене замка неподалеку от Инсбрука (Австрия)

кой, чтобы тень от его конца падала на планшет. В произвольный, но зафиксированный момент времени отмечается положение конца тени, а затем измеряется расстояние от этой точки до вертикали (обозначим его d).

Обратимся к рисунку, где изображена стена, выходящая на юго-запад. Нас интересует угол α или равный ему угол ABD , который можно представить как разность двух углов:

$$\angle ABD = \angle DBC - \angle ABC. \quad (1)$$

Но угол DBC — это азимут Солнца A_{\odot} , вычисляемый по формуле:

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} A_{\odot} = \\ = \frac{\sin \varphi \cos t_{\odot} - \operatorname{tg} \delta_{\odot} \cos \varphi}{\sin t_{\odot}}, \quad (2) \end{aligned}$$

где φ — широта места установки часов; δ_{\odot} — склонение Солнца в данный день и t_{\odot} — часовой угол Солнца, определяемый по отмеченному с помощью часов моменту времени (T_4). В T_4 вводятся поправки на номер часового пояса (N — в часах), на долготу (λ — в часах), на уравнение времени (η — в часах), на декретное или летнее (в скобках) время:

$$\begin{aligned} t_{\odot} = T_4 - N + \lambda - \eta - \\ - 13^h (14^h). \quad (3) \end{aligned}$$

Склонение Солнца и уравнение времени для избранной даты находят в ежегодном «Астрономическом календаре», выпускаемом ВАГО, — в таблице солнечных координат они располагаются в соседних столбцах.



Угол ABC вычисляется по данным измерений:

$$\operatorname{tg} \angle ABC = \frac{AC}{AB} = \frac{d}{I}. \quad (4)$$

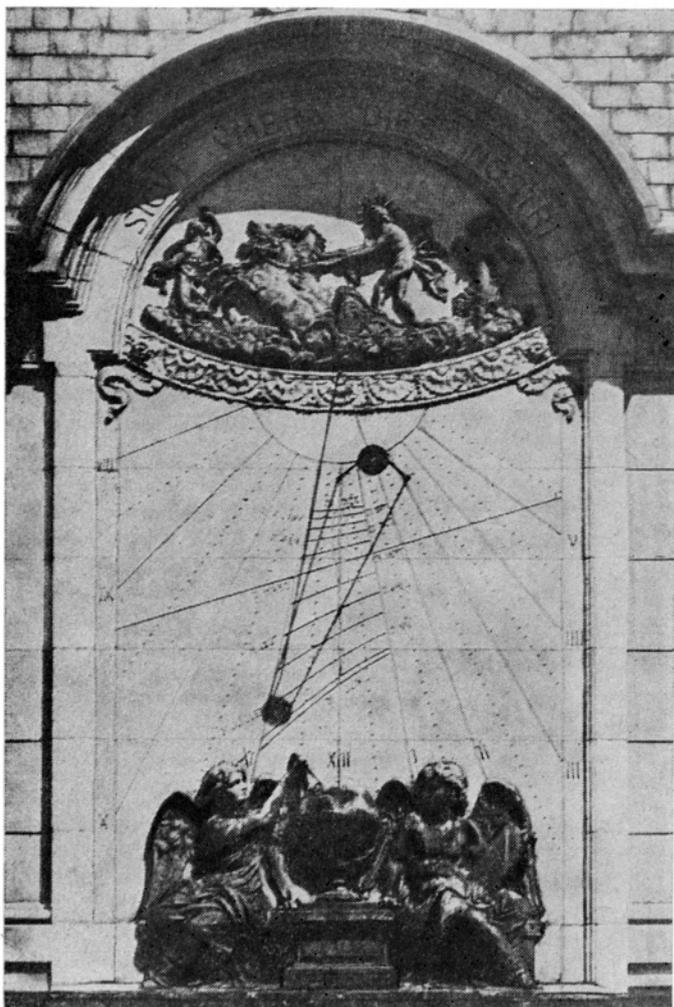
Определение азимута этим способом повторяется несколько раз в течение дня, и затем выводится средняя величина.

РАСЧЕТ УКАЗАТЕЛЯ

При любом расположении стены указатель всегда должен находиться в плоскости

меридиана и быть направленным к Полюсу мира. По отношению к стене положение указателя характеризуется двумя углами: углом β , который образует указатель с плоскостью стены, и углом γ между проекцией указателя на стену и вертикалью, проходящей через основание указателя, то есть ту точку стены, где указатель соприкасается со стеной.

Как уже отмечалось, указателем может служить край пластинки, выполненной в ви-



Солнечные часы на южном фасаде Сорбонны в Париже

де треугольника. Если этот треугольник сделать прямоугольным, то гипотенуза окажется указателем, а один из углов — углом β . Катет, лежащий против угла $90^\circ - \beta$, крепится к стене под углом γ к вертикали. Очевидно, что этот катет является проекцией указателя на стену.

Углы β и γ определяются по формулам:

$$\begin{aligned} \sin \beta &= \cos \varphi \cos \alpha; \\ \operatorname{tg} \gamma &= \operatorname{ctg} \varphi \sin \alpha. \end{aligned} \quad (5)$$

Когда часы устанавливаются на южной стене ($-90^\circ < \alpha < +90^\circ$), угол β всегда положительный и изменяется от 0° до $90^\circ - \varphi$; числовые значения угла γ заключены в пределах от -90° до $+90^\circ$, причем положительные углы отсчитываются против направления дви-

жения часовой стрелки, а отрицательные — наоборот.

В течение дня указатель отбрасывает тень различной длины. Минимальной она будет в тот момент, когда направление солнечных лучей совпадает с плоскостью треугольной пластинки. Но день ото дня эта минимальная длина также меняется и становится самой короткой в день зимнего солнцестояния. Именно такая длина тени определит радиус циферблата (для простоты полагаем, что он выполнен в виде дуги окружности). Радиус циферблата (r), то есть длину самой короткой тени, надо установить заранее, и по ней вычислить длину указателя (L):

$$L = r \cdot 1,09 \sin (113^\circ - \beta) \quad (6)$$

На территории нашей страны можно приблизительно (с точностью 2—3 см) считать $L \approx r$, но если r больше 30 см, то лучше все-таки воспользоваться формулой.

РАСЧЕТ ЦИФЕРБЛАТА

Прежде всего нужно установить его границы. В зависимости от широты места и азимута часов границы определяются либо самой стеной, либо одна — стеной, а другая — горизонтом. Иными словами, в одном случае Солнце появляется из-за стены и снова за нее уходит, а в другом — оно появляется из-за стены, но еще до ухода за стену скрывается за горизонтом. Разберем конкретный пример.

Если часы ориентированы на юго-запад, то ясно, что утренняя часть циферблата будет ограничена выходом Солнца из-за стены. Для определения границы вечерней видимости следует установить азимут за-

года Солнца в день летнего солнцестояния:

$$\cos A_{\max} = -\frac{1}{2,5 \cos \varphi}. \quad (7)$$

Для заполярных районов летом $A_{\max} = 180^\circ$, то есть здесь в полярный день Солнце вообще не заходит за горизонт. Если $A_{\max} > \alpha + 90^\circ$, то граница вечерней части циферблата определится тем моментом, когда Солнце скроется за плоскость стены; если же $A_{\max} < \alpha + 90^\circ$, то циферблат будет ограничен временем захода Солнца за горизонт. В этом случае следует вычислить максимальное значение часового угла Солнца (t_{\max}), которое затем понадобится при расчете циферблата:

$$\sin t_{\max} = 1,09 \sin A_{\max}. \quad (8)$$

Для утренней части циферблата надо определить t_{\min} . Однако в разные дни года Солнце показывается из-за стены при разных значениях часового угла. Он будет минимальным, когда появление Солнца из-за стены совпадет с его восходом:

$$\operatorname{tg} t_{\min} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha - 90^\circ)}{\sin \varphi}. \quad (9)$$

При установлении границы циферблата, определяемой заходом Солнца за стену, в числителе формулы (9) ставится знак плюс.

Если $A_{\max} > \alpha + 90^\circ$, то обе границы циферблата определяются только моментом захода Солнца за стену. В этом случае для точного вычисления граничных значений часового угла применяются громоздкие формулы. Однако на территории СССР вполне можно использовать формулу (9), наибольшая ошибка тогда составит порядка 10 мин.

Теперь установим необходимую цену делений циферблата. Она выбирается из соображений удобства пользования часами. Предположим, что выбранный минимальный линейный интервал циферблата равен Δ , тогда ему будет соответствовать интервал времени τ в минутах:

$$\tau = 8 \operatorname{arctg} \frac{\Delta}{2r}. \quad (10)$$

Полученную величину τ следует округлить до 6-й, 10-й, 12-й или другой доли часа и, используя ее, заполнить первый столбец таблицы для под-

T_{\odot}	t_{\odot}	ψ
T_{\min}	t_{\min}	
$T_{\min} + \tau$		
$T_{\min} + 2\tau$		
...		
$T_{\min} + n\tau$		
	t_{\max}	

готовки к вычерчиванию циферблата солнечных часов, помня о том, что его границы будут служить моменты времени, соответствующие найденным ранее крайним значениям часовых углов Солнца.

Промежуточные величины часовых углов (второй столбец) определяются по уже встречавшейся, но немного измененной формуле:

$$t_{\odot} = T_{\odot} - N + \lambda - 13^h (14^h). \quad (11)$$

Последний, третий, столбец содержит углы ψ , вычисляемые по формуле:

$$\operatorname{ctg} \psi = \frac{\cos \alpha}{\cos \varphi} \operatorname{ctg} t_{\odot} +$$

$$+ \sin \alpha \operatorname{tg} \varphi. \quad (12)$$

Здесь φ — известная широта, α — измеренный азимут часов, а t_{\odot} — часовые углы из второго столбца таблицы. При подстановке в формулу числовых величин надо внимательно следить за их знаками.

После заполнения третьего столбца таблицы можно приступать к вычерчиванию часовых и минутных линий. Углы ψ откладываются от вертикальной оси солнечных часов, причем положительные углы отсчитываются против направления движения часовой стрелки, а отрицательные — наоборот.

Следует еще раз обратить внимание на то, что циферблат солнечных часов — двадцатичетырехчасовой, а направление движения тени-стрелки — против часовой стрелки, поэтому и оцифровка ведется в этом направлении.

После того, как часы будут построены, каждый раз в их показания придется вводить одну поправку (уравнение времени), поскольку солнечные часы «ходят» по реальному, истинному Солнцу, тогда как наши механические или электронные часы «идут» по среднему Солнцу. Разница этих двух систем измерения времени, называемая уравнением времени, в течение года все время меняется, достигая в феврале и в ноябре примерно пятнадцати минут, поэтому пренебречь такой поправкой нельзя. Уравнение времени обычно изображается в виде графика, который можно оригинально оформить, и тогда, помимо своей основной функции, он будет нести и декоративную нагрузку.

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЧАСЫ В ЗАПОЛЯРЬЕ

Солнечные часы, о которых здесь шла речь, можно назвать южными, поскольку они располагались на стене, выходящей на южную половину горизонта. В высоких широтах вертикальные солнечные часы целесообразнее сооружать на северной стене. В Заполярье такие часы вполне могут содержать два циферблата, расположенных на противоположных сторонах несущей плоскости. Тогда заход Солнца за край одного, например южного, циферблата будет од-

новременно означать «включение в работу» второго, северного.

Устройство циферблата и указателя северных часов легко понять, представив южные вертикальные солнечные часы, выполненными на прозрачной основе, которые рассматриваются с обратной стороны. Тогда указателем северных часов послужит продолжение указателя южных часов, прошедшее сквозь прозрачную плоскость, а шкалой часовых и минутных делений — просвечивающийся южный циферблат, достроенный до полного круга. Очевидно, что указатель северных ча-

сов направлен вверх, а движение его тени происходит по часовой стрелке.

Расчеты, связанные с подготовкой вертикальных солнечных часов, не представляют каких-либо принципиальных трудностей и доступны всем, начиная с учащихся старших классов. Это дает возможность любителю астрономии самостоятельно построить такие часы. Оригинально оформленные, вертикальные солнечные часы украсят любое здание и своей «работой» будут напоминать о древнейшем способе измерения времени.

«Горячая модель» образования галактик



Согласно общепринятой точке зрения, при формировании галактик основная часть их звездного населения образовалась, так сказать, «в один прием» — в результате коллапса и фрагментации протогалактического газового облака. Однако по мнению А. А. Сучкова (Ростовский государственный университет) наблюдательные данные последних лет показывают, что в формировании галактик можно выделить четыре различных этапа: 1) коллапс и фрагментация; 2) «активная фаза» — первичная вспышка звездообразования, нагрев протогалактики взрывами сверхновых и обогащение ее тяжелыми элементами; 3) «антиколлапс» — разлет горячей протогалактики, формирование межгалактической среды и временное прекращение звездообразования; 4) повторный коллапс и

основное звездообразование. Наличие второй и третьей фаз подтверждается обнаружением горячего («рентгеновского») газа в скоплениях галактик. На ранней стадии эволюции галактики должны были разогреться до 10^8 К и сбросить значительную часть массы в межгалактическое пространство — иначе трудно объяснить большую массу «рентгеновского» газа, его энергию, температуру и химический состав.

Первая вспышка звездообразования обеспечила практически всё наблюдаемое содержание тяжелых элементов в галактиках, но оставила после себя лишь небольшое количество наблюдаемых ныне звезд (звезды с дефицитом металлов). Основной процесс звездо-

образования, в результате которого появились звезды с нормальным химическим составом (большая часть наблюдаемых звезд), произошел миллиарды лет спустя, после «горячей фазы». Как в нашей Галактике, так и в других галактиках имеются признаки длительных перерывов в звездообразовании. В нашей Галактике существует разрыв между возрастом шаровых скоплений (звезды первого поколения с дефицитом металлов) и рассеянных скоплений ее диска (звезды с нормальным составом). Этот разрыв составляет около 5 млрд. лет. Во многих галактиках (в том числе и в нашей) ярко выражено разделение звездного населения на подсистемы разного возраста. Все это свидетельствует в пользу «горячей модели» образования галактик.

Астрономический циркуляр,
1986, 1423



А. С. КУРЦМАН

Электронно-механический привод телескопа

Часовой механизм, который я сделал для своего 247-миллиметрового телескопа, состоит из балансового генератора частоты, соленоида, сердечник которого одновременно служит толкателем храпового колеса, и редуктора, передающего вращение на червячный вал. В качестве генератора частоты используется электронно-механический будильник «Слава». Электрические импульсы с коллектора транзистора МП-41 будильника и отрицательного токовывода элемента питания «373» попадают в каскад, состоящий из транзисторов КТ-315 и П-213 и

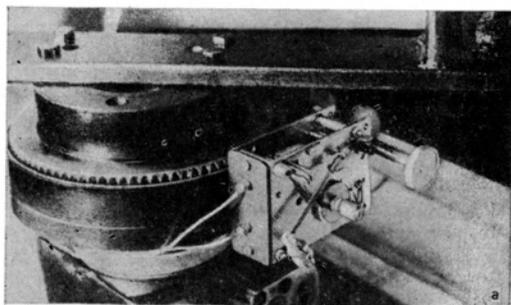
имеющий частоту 5 Гц. Каскад раскрывает два спаренных транзистора П-210, включенных последовательно в обмотку соленоида. Сердечник соленоида совершает возвратно-поступательные движения с частотой 5 раз в секунду, приводя в движение храповое колесо и редуктор. Один оборот храпового колеса соответствует перемещению телескопа на 12'.

Чаще всего в любительском телескопостроении для часового механизма берутся электродвигатели, работающие от обычной сети переменного тока. Механизм, о котором рассказывалось выше, по срав-

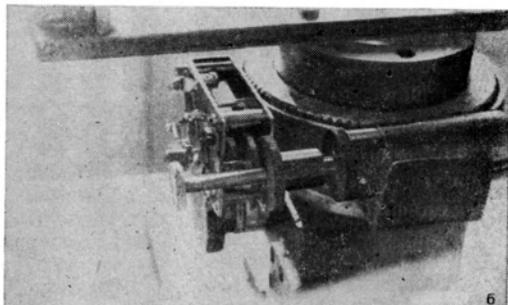
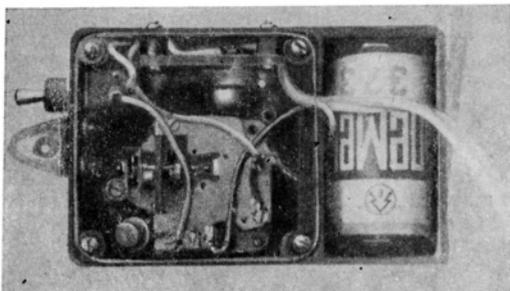
нению с ними обладает рядом преимуществ, и пожалуй, главное его достоинство — возможность изменять период колебаний баланса с помощью специального регулятора. Делается это так. Наведя телескоп на звезду и включив часовой механизм, наблюдатель следит за объектом, стараясь удерживать его на перекрестье нитей окуляра. При необходимости, поворачивая регулирующий винт, можно изменять период колебаний баланса, а следовательно, и скорость вращения полярной оси. Так как рукоятка одновременно является и осью храпового

Часовой механизм в работе ▶

а — вид спереди;
б — вид сбоку



Балансовый генератор частоты



колеса, то это позволяет при работающем часовом механизме «догонять» светило при наводке.

Часовой механизм соединен с червячным валом цапговым зажимом. Если перемещения трубы телескопа превышают 1°, я ослабляю цапговый зажим и поворачиваю червячный вал вручную, а уже затем подключаю сам часовой механизм.

Балансовый генератор работает от обычной круглой

батарейки (элемент питания «373») напряжением 1,5 В, соленоид — от выпрямителя, дающего напряжение 24 В. В полевых условиях удобно использовать два автомобильных аккумулятора. Ток, потребляемый соленоидом — порядка 1 А. Все необходимые детали можно изготовить в небольшом токарном станке, имеющем отдельную фрезерную приставку.

Сочетание балансового гене-

ратора частоты с соленоидом значительно повышает точность ведения телескопа. Точность хода такого генератора не превышает 3—5 секунд в сутки, так что при фотографировании звезд с экспозицией в 60 мин ошибка может составить всего 0,2''.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

Воспоминания о Королеве

В 1986 году вышла в свет книга «Академик С. П. Королев. Ученый. Инженер. Человек. Творческий портрет по воспоминаниям современников». Этот сборник статей дополняет ранее изданную книгу «Творческое наследие С. П. Королева» (Наука, 1980), с которой знакомы читатели нашего журнала (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 77).

С воспоминаниями выступают более ста авторов. Это люди, встречавшиеся с Сергеем Павловичем в разные периоды его жизни. Среди авторов — родные и друзья С. П. Королева, конструкторы и рабочие, крупные ученые и рядовые инженеры, космонавты, партийные работники и врачи. Ответственный редактор книги — академик А. Ю. Ишлинский. Он же возглавил редколлегия, в состав которой вошли академики Б. В. Раушенбах, В. П. Бармин, В. П. Мишин, Г. И. Петров и ряд других известных советских ученых. Редактор-составитель книги — В. Н. Сокольский.

Представление о содержании книги дают названия ее шести разделов: «Человек, живший

среди нас», «С. П. Королев — пионер ракетной техники», «С. П. Королев — конструктор ракет и космических кораблей», «С. П. Королев — организатор», «С. П. Королев — общественный деятель», «С. П. Королев и практическая космонавтика». Автор вступительной статьи — «О жизни и деятельности Главного конструктора академика С. П. Королева» — А. Ю. Ишлинский. В обращении к читателям редколлегия, раскрывая замысел книги, отмечает, что в книге (и, в частности, в ее первом разделе) сделана попытка расширить представление о Королеве, раскрыть его личность, характер, склонности, интересы и привычки. Королев показан в книге не как обобщенный образ, а как живой человек — умный, добрый и отзывчивый. Книга в целом воссоздает яркий и многогранный образ выдающегося конструктора ракет и космических кораблей, крупного организатора науки и общественного деятеля.

Богатое содержание этой большой книги (в ней 520 страниц) гармонирует с прекрасным полиграфическим качеством издания и с любовью подобранным обширным иллюстративным материалом. Все это сделало книгу замечательным подарком всем, кто интересуется историей космонавтики, жизнью и творческой деятельностью ее пионеров.

Космическая гелиоэнергетика

Читателям, интересующимся проблемами энергетики и космонавтики, адресована научно-популярная книга В. А. Грилихеса «Солнечные космические электростанции», которая выпущена в серии «Наука и технический прогресс» (1986 г.).

В предисловии к книге член-корреспондент АН СССР Н. С. Лидоренко подчеркивает, что современная космическая энергетика — это в основном энергетика солнечная. В настоящее время космические аппараты оборудованы солнечными электростанциями. В будущем потребуются создать энергетические системы для централизованного снабжения энергией разнообразных космических объектов, а затем и для передачи энергии из космоса на Землю. В книге сделана попытка обобщить отечественный и мировой опыт исследований и разработок в области солнечных космических энергостанций (СКЭС).

В книге пять глав. В первой главе рассказывается о тенденциях развития космической энергетики и основных направлениях разработок СКЭС. Вторая и третья главы посвящены системам преобразования солнечной энергии и СВЧ-системам передачи энергии.

О разнообразных проектах тепловых и фотоэлектрических СКЭС читатели узнают из четвертой главы. А заключительную главу книги автор посвятил проблемам и перспективам создания СКЭС.

«Вечная мерзлота» раскрывает свои тайны

Научно-популярная книга П. Ф. Швецова и В. П. Ковалькова «Физическая геокриология», вышедшая в Москве в 1986 году, посвящена новой науке, возникшей на стыке физики и мерзловедения. Книга состоит из пяти глав. Первая знакомит с предметом этой новой науки. Она изучает физические аспекты геологических процессов в верхнем ярусе земной коры, именно тех

процессов, которые сопровождаются, а нередко и вызываются замерзанием и оттаиванием вод. Авторы впервые в научно-популярной литературе рассказывают об истории зарождения, развитии, методах и практических приложениях физической геокриологии.

Эта современная отрасль знания — по существу макроскопическая физика слоя почвы и грунта криолитосферы земного шара. Поэтому тут вполне применимы методы термодинамики. Во второй и третьей главах дается обзор таких методов, помогающих изучать почвенно-грунтовый комплекс — необычайно сложную теплообменную систему. Тема четвертой главы — температурные поля в почвенно-грунтовом комплексе. Здесь речь идет об изучении и прогнозировании движения фронтов промерзания и протаивания. Всесторонним исследованиям криогенных процессов,

порожденных охлаждением и льдообразованием или нагреванием и таянием льда, посвящена пятая заключительная глава книги. В ней подчеркивается, что особым достижением физической геокриологии за последнее время было установление закономерностей поведения почвенно-грунтовой влаги. Именно присутствие воды объясняет поразительную сложность большинства криогенных процессов и их изменчивость.

Авторы книги обращают внимание на прикладное значение физической геокриологии: все изучаемые ею процессы и явления определяют конкретные условия строительства и эксплуатации хозяйственных сооружений в северных районах нашей страны.

НОВЫЕ КНИГИ

Рассказывает академик Обручев

Книга «За тайнами Плутона» (М.: Молодая гвардия, 1986) посвящается жизни и творчеству «патриарха» советских геологов и одного из основоположников советской научной фантастики академика В. А. Обручева (1863—1956). Она необычна тем, что о Владимире Афанасьевиче рассказывает... сам Владимир Афанасьевич. В книге опубликованы воспоминания ученого, страницы его полевых дневников, запечатлевшие путешествия по Туркестану, на Ленские прииски, поездки по Сред-

ней Азии, Китаю. Книга знакомит и с литературным творчеством академика Обручева. Здесь первая проба пера — рассказ «Море шумит», появившийся, когда автору едва исполнилось 24 года, и воспоминания о том, как возник замысел научно-фантастического романа «Плутона», принесшего славу ученому на седьмом десятке его жизни, есть два отрывка и из самого романа. С интересом читается статья «Земля Санникова», напечатанная журналом «Природа» в 1935 году, и повесть «На столбах», увидевшая свет именно в этой книге.

Особое место уделено письмам В. А. Обручева: собраны они начиная с 1886 года (первое — это письмо Владимира Афанасьевича из Средней Азии к невесте) и до последних лет жизни ученого. Это

послания к коллегам, читателям, юным геологам, а также неизвестные ранее материалы из архива семьи Обручевых. Книга завершается обращением академика В. А. Обручева к советской молодежи: «Счастливого пути вам, путешественники в третье тысячелетие!».

Издание оформлено с большим вкусом, его украшают фотографии, на которых — члены семьи Обручева и сам ученый в различные периоды его жизни. Материалы для книги подобраны А. В. Шумиловым. Он же автор вступительной статьи и сопроводительного текста.

Чумные годы

Исаак Ньютон (1643—1727) — гениальный английский физик, механик, астроном и математик — принадлежит к числу величайших ученых всех времен и народов. Нет большого преувеличения в известном высказывании, что Ньютон заставил физику на протяжении последующих веков разговаривать его языком. Творчеству И. Ньютона посвящена громадная историко-научная литература, видное место в которой занимает книга выдающегося советского физика и историка науки, одного из президентов Академии наук СССР С. И. Вавилова. В этом году весь мир празднует 300-летний юбилей выхода в свет великой книги Ньютона «Математические начала натуральной философии».

На фоне обширной литературы о Ньютоне-ученом бросается в глаза практически полное отсутствие публикаций о Ньютоне-человеке. Известно, что он вел замкнутый образ жизни, был постоянно погружен в работу, и его биография бедна внешними событиями. Ньютон никогда не спешил с оглашением итогов своих научных исследований: его главная книга увидела свет через два десятилетия после того, как им были получены основные результаты. Он считался скучным профессором и никак не реагировал на то, что студенты избегали посещать его лекции. Рассеянность Ньютона вошла в поговорку. Существует рассказ о якобы единственном его выступлении в бытность членом парламента: будто бы он нарушил молчание, лишь велел служителю затворить окно, чтобы оратора не просквозило. Ньютон не выезжал за границу. Он не

был женат и не имел детей. Наверное, именно из-за таких обстоятельств писатели предпочитали не касаться личности Ньютона.

В связи с юбилеем мы предлагаем вниманию читателей очерк, где сделана попытка воссоздать облик молодого Ньютона. Описываемые события относятся к 1667-68 годам — важнейшему периоду жизни ученого, когда из-за эпидемии чумы он, заканчивая учебу в Тринити-колледже в Кембридже, вынужден был на длительный срок вернуться под отчий кров. Именно в тот период молодой Ньютон проложил путь почти ко всем своим будущим открытиям, хотя проверка закона всемирного тяготения на примере движения Луны не удалась из-за погрешности в принятом Ньютоном размере Земли.

Настоящая публикация продолжает тему истории европейской науки XVII в., которой был посвящен и беллетристический очерк А. Лунина о нескольких днях из жизни Яна Гевелия, напечатанный в «Земле и Вселенной» (№ 5 за 1982 год).

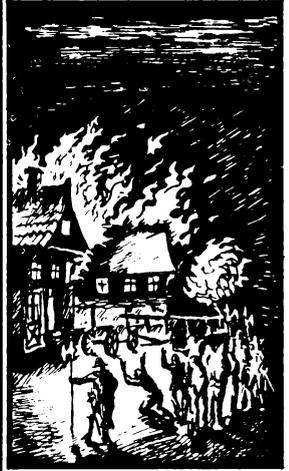
Чума держала Британию в страхе с проклятого лета 1664 года. Она не покидала туманный Альбион и зеленый Эрин, и сиротливые нагорья Шотландии, без сострадания собирая оброк десятками тысяч человеческих жизней. Недомогание, расстройство желудка, вялость — эти первые едва уловимые приметы недуга в считанные часы обо-

рачивались симптомами неумолимого конца. Прохожие ша-рахались друг от друга. Люди с ужасом усматривали на лицах родных печать смерти. Бич божий настигал старых и малых, богатых и нищих, правых и виновных.

Обильную жатву чума пожинала в людных городских подворьях. Там вымирили семьями, целыми кварталами. Чумные дома помечали крестами, держали на запоре, ставили стражу, но черная смерть продолжала свое шествие. С утра до ночи влачили по тесным улицам телеги мертвых. В Лондоне изгладанных болезнью мертвцов хоронили в общих могилах — сначала по пятьдесят тел, потом по сто, двести, четыреста. Чума не знала пощады, и могильщикам пришлось откопать ров — урочище скорби: он начинался у западной городской стены и тянулся вдоль церковной ограды от Собачьей канавы в сторону Белой часовни до пивной Трех монахинь.

По столице ползли слухи о судном дне.

Даниель Дефо, едкий памфлетист и будущий автор «Робинзона Крузо», сохранил в заметках об этом страшном времени — годах его детства — воспоминание, как лежал в лондонском Сити у Почтового двора кожаный кошель с



деньгами, и ни один прохожий не смел прикоснуться к нему. «... И лежал кошелек много часов, доколе не пришел с ведром воды и раскаленными докрасна щипцами некто, уже перенесший чуму. И он взял кошелек щипцами: кожа сгорела, а деньги высыпались в ведро...»

Гуд бай, Кембридж! Привет вам, зеленые доли Линкольншира! По случаю мора власти университетских коллегий распорядились прервать занятия и распустить студентов на бессрочные каникулы! Ученая братия в одночасье разлетелась по домам. Исаак Ньютон объявился на ферме в Вульсторпе, что неподалеку от городка Грантем.

В детских ощущениях Исаака родной дом не уступал по величию феодальному замку. Студента ждало разочарование: дом на деле оказался узким, приземистым и грязным. Впрочем, неприхотливый Исаак быстро свыкся с переменной. Он вновь привязался к отчому дому, в котором родился под рождество больше двадцати лет назад, к безмятежной тишине вульсторпских полей, к щебетанию птиц.

Со второго этажа открывался вид на косогор и голубую излучину заросшей кустарником сонной речки Уитем. Местность вокруг была живописной, климат здоровым. В речной долине били из-под земли чистые ключи. Чумное дуновение смерти не достигло уединенного Вульсторпа. Моровое поветрие казалось отсюда чем-то призрачным, нереальным, совершенно потусторонним. Исаак вспоминал о нем без страха и содрогания.

С коротким перерывом

Исаак прожил в родном Вульсторпе почти два года, всецело отдаваясь любимым наукам. Ему шел двадцать пятый год. Как немного в жизни одного человека, и каким громадным сроком вошли эти грозные годы в историю Великобритании. Подумать только, сколь великие потрясения перенесли англичане за четверть века, что он живет на свете!

Из края в край озаряли островное королевство сполохи раздоров и гражданских войн. Смута в Ирландии, нелады в Шотландии, король против парламента, кавалеры против круглоголовых, пресвитериане против папистов, — с малолетства врезались в память Исаака таинственные, отпугивающие слова: пуритане, индепенденты, левеллеры, диггеры. «Держи язык за зубами» — каждодневно предупреждала Исаака добрая матушка, «помалкивай» — твердил отчим, «слово — серебро, молчание — золото» — учил дядя Эйскоу.

Словно волны океанских приливов разоряли Британские острова противоборствующие армии. Безлюдели города, горели селения. В пламени революции таяла неограниченная власть старой аристократии, ускользая в руки менял, торговцев, лондонского Сити. На месте аристократа усаживался богатый овцевод. Шерсть в жизни страны значила больше, чем столбовое дворянство. На мешок с шерстью взгромоздился спикер палаты общин. Даже опоры Лондонского моста, гласит народное поверье, будто бы возведены на тюках шерсти.

Бог миловал вульсторпскую ферму Ньютонов. Война обо-

шла графство Линкольншир стороной. В семье никто не пострадал. Но что же вынес Исаак из впечатлений юности? Отвращение к политике, к юриспруденции, к ораторскому мастерству. Слова и дела на его родине не имели между собой ничего общего: он вырос замкнутым и молчаливым, бежал от кипящего котла социальных столкновений, находя отраду в уединенном размышлении. Его любознательность интриговали явления природы. Его светлый ум сосредоточенно постигал тайны математики, физики и астрономии.

Казалось, да может ли свершиться что-либо страшнее тех бедствий, которые преследовали Британию на протяжении этой четверти века? Однако минувший 1666 год даже среди других мрачных лет выглядел как год из ряда вон выходящий. Сразу три кары небесных обрушились на многострадальные острова в проклятом году: чума, нашествие неприятеля и великий лондонский пожар.

За один 1666 год чума унесла сто тысяч жизней. Английский флот потерпел сокрушительное поражение от эскадры голландского адмирала Рюйтера. Апофеозом несчастного года стал пожар, который занялся 2 сентября в лавке пекаря недалеко от Лондонского моста в Пудинговом переулке. Пламя не могли обуздать трое суток. Сити в черте городских стен являл сплошное пепелище; выгорело свыше тринадцати тысяч зданий и среди них 87 церквей. В огне пожара погиб красавец Сен-Пол — гордость Лондона, кафедральный собор святого Павла. «... Камни ле-

тели в разные стороны, расплавленный свинец с кровли ручьями тек по мостовым», — записал в дневнике очевидец ужасного происшествия.

Исаак с горечью внимал рассказы о пожаре и от души радовался, что нет худа без добра. То ли истек положенный срок, и гнев божий смилился милостью, или, возможно, пламя выжгло очаги страшной заразы, только после пожара чума отступила от Лондона и пошла на спад по всей стране.

За два года чумного безвременья в научных поисках студента Ньютона успех следовал за успехом. Он трудился, не покладая рук, уверенно и радостно, как старатель, наткнувшийся на золотую жилу и убежденный, что его труды не пойдут прахом. Родной дом окружил Исаака немим преклонением перед его неусыпными бдениями. Матушка — женщина исключительных достоинств и доброты — строгонастрога запретила младшему брату и сестрицам приставать к Исааку с распросами. Он завтракал, обедал и ужинал не вместе со всеми, а тогда, когда у него выбиралась свободная минута.

За годы ученичества в Кембридже и особенно здесь, в Вульсторпе, Исаак добился редкой душевной гармонии. Несбыточные юношеские грезы, молодое брожение крови, ветреное тщеславие — эти искусства уже не преследовали рано повзрослевшего Исаака, который предпочел им чтение и размышление. Его мечты были просты, реальны и осуществимы. Все его помыслы сосредоточились на научных дерзаниях. Он был полностью удовлетворен своим положе-

нием и вознагражден за скромность возможностью без помех отдаться любимым занятиям. Он жил в ладу с самим собой.

Воистину справедливо заметил в «Новой Атлантиде» учнейший Веруламей, что калека, идущий по правильному пути, может перегнать даже рысака, бегущего по неправильному. Исаак далек от мысли сравнивать себя с породистым рысаком, но вместе с тем грех прикидываться ущербным калекой, неоперившимся птенцом. Он — обыкновенный трудяга, который всеми фибрами души чувствует, что вступил на правильный путь. Десятки математиков старого и нового времени — Кеплер, Торричелли, Кавальери, Картезий¹, Паскаль, Роберваль, Ферма — нащупывали инфинитезимальные приемы определения площадей и объемов. Разными ухищрениями они кромсали геометрические фигуры на бесконечное множество мельчайших ломтиков, вычерпывали их микроскопическими долями, разлагали функции в бесконечные ряды. Он, Исаак, увидел за частоколом разрозненных приемов общий путь к желанной цели. Отталкиваясь от геометрических образов и координатного метода Картезия, он отыскал единый общий прием, который окрестил для себя методом флюксий и флюент².

¹ Латинизированное имя известного французского ученого Р. Декарта.

² Термины, использовавшиеся Ньютоном при создании им дифференциального исчисления.

Какое же наслаждение отрешиться от жизненных треволнений и всецело погрузиться в мир, где царят справедливость и красота математических доказательств!

Отшельническая жизнь Исаака разнообразилась редкими вылазками в город. Матушка гладила ему руку, ласково смотрела в глаза и просила на денек оторваться от любимых занятий, чтобы пособить по хозяйству. Тогда в каретном сарае наспех закладывалась ветхая колымага, старый кучер с кряхтением занимал место на передке, и Исаак с тщателью записанными поручениями отбывал в Грантем.

Ферма вольных землепашцев Ньютонов не славилась достатком. Если кучер и мерин были под стать друг другу, давно позабывшие свой год рождения, то экипаж, честное слово, наверное, отслужил свой век еще в войну Алой и Белой розы. Да разве могли огорчить такие пустяки молодого Исаака Ньютона, который безмолвно любовался полевой дорогой, вьющейся вдоль поймы Уитема! Оставались позади заброшенная мельница, селение на крутом берегу за речкой, и взору открывались окраинные строения притихшего Грантема. С сознанием важности доверенной ему миссии Исаак оставлял допотопную повозку на съездем дворе «Чело сарацина» и принимался за исполнение матушкиных наказов.

В каждый приезд Исаак тайно надеялся ненароком повстречать в доме аптекаря свою первую и единственную любовь — кареглазую мисс Сторей. Увы и ах, птичка давно выпорхнула из клетки...

Да что там говорить, судьба не часто баловала Исаака дарами. Бог прибрал Ньютона-отца еще до рождения сына. Мать с горя разрешилась раньше срока. Повивальная бабка приняла ребенка заморышем, не чаяла, что выживет... Головка не держалась на щуплом тельце, и еще очень долго приходилось подвязывать ее старой шалью.

И вместе с тем он уверен — ему поразительно везло. Разве не милость господня, что он-таки выжил и здравствует вот уже целую четверть века?

Исааку повезло и с отчимом. Варнава Смит, священник, никогда не бил пасынка и не посылал от зари до зари гнуть спину на ферме. А разве не повезло ему в Грантеме с учителем приходской школы Генри Стоксом?

Долгое время в школе он сторонился ребят, дичился, и школьная премудрость оставалась для него будто неразрезанной книгой. Среди живых воспоминаний детских лет бережно хранился в сердце Исаака эпизод, благодаря которому судьба его резко переменилась. Дело в том, что слабосильных в их классе нещадно лупил сын мясника — дылда, сквернослов и невежа, он как-то раз двинул тихоню Исаака ниже пояса, да так, что душа с телом расставались. Никто за Исаака не вступился, и только один из крепышей, которых мясников сын не трогал, посочувствовал: «Да ты не трусь, а подкарауль его и стукни как следует, чтоб не вязался...» Робкий Исаак страдал, жаркий румянец вспыхивал на бледном лице, но затеять драку не рискнул. «Ладно,— решил он на следующий день,— я отомщу страшной мезтью». И засел

за учебники. Исаак стал отворачиваться от мисс Сторей, проводил за книгами недели напролет, ловил каждое слово учителя и довольно скоро прослыл в школе первым учеником, к которому относились теперь с интересом и уважением. Такого ни учитель, ни ученики в обиду не давали...

Посещения Грантема воскресали у Исаака воспоминания о славных школьных деньках, о химических опытах в доме аптекаря, о нежном личике мисс Сторей. Сторонясь товарищей, он мастерил множество пил, молотков и других инструментов, которые употреблял с большой охотой и сноровкой. Как-то раз он соорудил модель ветряной мельницы, она вызвала восторг мисс Сторей и даже взрослых. Крылья мельницы приводил в движение живой «мельник»: Исаак поселил внутри серенького мышонка. Поздними вечерами после школы Исаак увлекался запуском змеев собственной конструкции с цветными бумажными фонариками. Иногда тлеющий в ночи фонарик попадался на глаза кому-нибудь из соседей, и Исаак на следующий день с невозмутимым видом обсуждал с ним подробности появления на небе новой кометы.

Стоило Исааку серьезно задуматься над чем-либо, и его буйное воображение послушно рисовало способ, как выполнить замысел или проверить догадку. Своим первым экспериментом он с гордостью считал измерение скорости сильного ветра. У него ничего не было под руками, но он не растерялся, стал прыгать в длину по ветру и против ветра, измеряя разницу в прыжках.

Порог коллегии святой Трои-

цы — Тринити-колледжа в знаменитом Кембридже — Исаак переступил субсайзером, немущим слушателем, для заработка прислуживающим бакалаврам и магистрам. Исаак вовсе не гнушался обязанностями слуги, выносил мусор, чистил платье и ботинки. Разве не прекрасно — у него оставался досуг, чтобы уединиться в библиотеке, заняться математикой, ставить опыты.

Страсть к механическим приспособлениям и всяческим экспериментам не угасла в Исааке и по сию пору. Возвращаясь из Кембриджа домой, он завернул в Стоурбридж, где присмотрел замечательную стеклянную призму. Исаак ставил призму на пути тонкого лучика солнечного света в темном каретном сарае и с упоением колдовал над возникающей на стене радужной полоской.

Опыты с призмой натолкнули Исаака на самое захватывающее предположение из всего того, над чем он размышлял в чумные вульсторпские годы. Разве так уж нелепо представить, что свойство крупных тел притягивать прочие тела передается в пространстве по тому же самому математическому закону, по которому распространяется свет? Разве нет большого сходства в распространении света и распространении силы тяготения?

Вообразим, что пламя свечи — светящаяся точка, и поместим на расстоянии одного ярда от свечи бумажный квадратик. Очевидно, чем ярче свеча, тем лучше будет освещен выбранный квадратный экран. Зависимость в этом случае простейшая: во сколько раз ярче источник, во столько раз больше света попадает на экран заданной площади. Пре-

кратим менять яркость свечи и начнем отодвигать экран. Попробуем при одной и той же яркости источника света установить квадратик на расстоянии не в один, а в два ярда. Что произойдет? Освещение экрана станет более тусклым, ибо прежний пучок света рассеется в этом случае на значительно большую поверхность. Какую? Нетрудно сообразить, что пучок света, который с одного ярда освещает один квадратик, при удалении экрана вдвое — размазывается по площади, равной 2×2 квадратикам, при удалении втрое — освещает площадку в 3×3 квадратика и так далее. Количество света от точечного источника, которое приходится на один и тот же экран, уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния от экрана до источника. Разве есть что-либо несуразное в предположении, что и сила тяготения должна вести себя сходным образом? Она может быть прямо пропорциональна массе притягивающего тела и обратно пропорциональна квадрату расстояния от него.

Ньютон непоколебимо верил в правильность полученной таким рассуждением формулы закона тяготения и добыл к тому веские аргументы. Его метод флюксий и флюент был ключом, отмыкающим самые замысловатые запоры. С помощью своего метода он рассчитал на основании теоретического закона, как бы двигалась пылинка вроде планеты Марс вокруг огромного притягивающего тела наподобие Солнца. Ответ оказался именно таким, какого Ньютон и ожидал: если справедливы его формулы тяготения, планетные движения должны происходить

по эллипсам, то есть именно так, как это и предписывают выведенные из наблюдений законы Кеплера.

И в этот миг удача изменила студенту Ньютону. Перед ним встала неодолимая стена. Если закон тяготения справедлив для Марса и других планет, то уж, конечно, он должен быть справедлив и для Луны, обращающейся вокруг Земли. В последнем случае проверка сто́ит проще, ибо все требуемые данные налицо: радиус Земли, расстояние Луны от Земли и период обращения Луны вокруг Земли. Исаак неторопливо, с тщанием педанта проделал вычисления. Результат расходился с фактическими данными примерно на пятнадцать процентов. Хорош закон, который отвечает наблюдениям с точностью в пятнадцать процентов!

Исаак оказался на перепутье. День и ночь он бился над головоломкой, вновь и вновь проверяя вычисления, пытался менять ход рассуждений, но ответа так и не получил. Он по-прежнему свято верил в справедливость формулы обратных квадратов, но слепой веры было явно недостаточно. Планеты подтверждали закон всемирного тяготения, Луна, непонятно почему, его опровергала. Исаак ума не мог приложить, в чем тут дело³.

Сколь же обширен клубок запутаннейших, соблазнительных проблем, которые ждут своего часа! Что только не

волнует воображение студента Ньютона. Рассказывают, будто в Голландии изобрели мельницу для шлифовки стекол. Распространение света, прохождение его сквозь линзы, образование цветов, радуга, радужная окраска мыльных пузырей, все проблемы оптики — постоянно пристрастие молодого кембриджца. Там же в Голландии, говорят, начинают приспособлять стенные часы для определения географических долгот. Правда ли это? Ведь долготные определения требуют часов очень точных и весьма прочных, — на каком же принципе могли бы действовать такие наиточнейшие и наипрочнейшие стражи бега времени?

Эх, не худо бы заполучить стипендию, махнуть на континент, посетить другие страны: Голландию, Францию, поработать в стенах прославленных итальянских университетов. Да какой смысл предаваться несбыточным надеждам? До сих пор самой дальней дорогой Исаака был путь от Вульсторпа до Кембриджа — и обратно. Он не видел даже Лондона, где уж замахиваться на Амстердам, Париж, Рим. Путешествия требуют средств, сил, здоровья. Он не располагает ни первым, ни вторым, ни третьим. Дай бог пережить чуму да целым и невредимым вернуться в милый его сердцу Кембридж...

Гуд бай, Вульсторп! Кажется, только вчера он ступил под кров отчего дома, и вот уже снова прощание. Чумное лихо миновало. Университетские власти возобновили обычные занятия. Два года пролетели как один день...

Что же успел он сделать за два года в вульсторпской тиши, когда ничто не отвлекало его

³ Для своих расчетов Ньютон взял ошибочную величину радиуса Земли; ошибка выяснилась после новых градусных измерений, проведенных в Англии и Франции.

от любимого дела? Невероятно много. Исаак складывает в дорожный баул чистое белье и пухлые журналы с записями: выкладками, конспектами прочитанных книг, скупыми тезисами предстоящих исследований. Этих заметок хватит до окончания дней — развешивать, оттачивать, доводить до конца решенные вчерне задачи.

Гуд бай, Вульсторп!

Солидный, уравновешенный Исаак нежно прощается с любезной матушкой, треплет по щеке братишку, целует сестренку. Древняя как мир кляча везет его в ленивый Грантем.

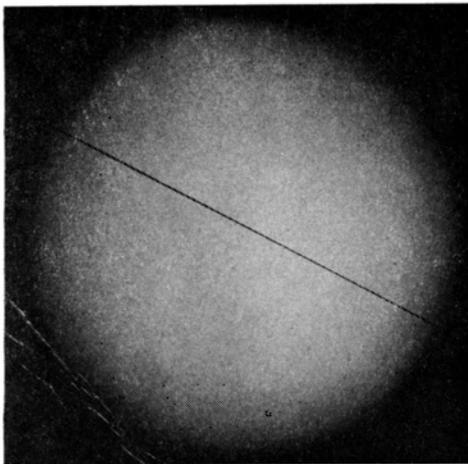
На съездем дворе «Чело сарацина» студент пересаживается в скрипучий дилижанс. Посылает прощальный поклон приветливому дому аптекаря Кларка и отправляется восвояси навстречу размеренным будням в университетской келье. Жизнь в Кембридже потечет столь же неторопливо, как струится меж косоголов Линкольншира родная речка Уитем.

Едва дилижанс удалился на несколько миль от Грантема, как со страшным треском остановился и осел набок. Слетело и откатилось в сторону

лопнувшее колесо. Испуганные пассажиры сгрудились в кучу. Конюх попеременно сыпал проклятьями, запустив толстые веснушчатые пальцы в густую рыжую шевелюру. «Не ночевать же здесь», — решил рассудительный Исаак и до локтя засучил рукава. У него были золотые руки и большой опыт по части конструирования механических приспособлений...

Рисунок А. В. ХОРЬКОВА

Солнце в декабре 1986 года — январе 1987 года



Совершенно спокойный солнечный диск 9 декабря 1986 года. Такая картина была довольно типичной для всего этого года. Снимок получен на Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРа

Прежде всего кратко напомним о наиболее интересных событиях в «жизни» Солнца, происшедших в 1986 году. Важный момент этого периода — переход к новому, двадцать второму, циклу. Первым его вестником была небольшая высокоширотная группа пятен, появившаяся в начале июля. Надо сказать, что обычно смена циклов происходит постепенно, поэтому во второй половине года одновременно наблюдались как «старые», так и «новые» пятна. Большую же часть времени Солнце было полностью спокойным или проявляло очень незначительную активность. Лишь в феврале, июле и октябре по диску проходили заметные группы пятен.

После некоторого всплеска активности в третьей декаде октября — первой декаде ноября она вновь упала до нуля. В декабре 1986 — январе 1987 года на диске наблюдались всего лишь одиночные короткоживущие небольшие группы пятен, в основном же диск оставался совершенно чистым. Хромосферная активность соответственно была также очень слабой. Наиболее заметные группы пятен принадлежали к новому циклу. Согласно правилу Хэйла в четных циклах ведущие пятналидеры в северном полушарии Солнца имеют южную магнитную полярность, а хвостовые — северную. В южном полушарии — наоборот.

Кандидат физико-математических наук
В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ



АСТРОНОМЫ О СВОЕЙ НАУКЕ И ВСЕЛЕННОЙ

Астрофизик должен быть поэтом,
Чтобы в самый яростный мороз
Собирать скучные кванты света —
Золотую россыпь дальних звезд,
Чтобы лихо сбросив дней рутинность
И порой врываясь в антимир
Рассчитать квазара лебединость
И изведать бездну черных дыр.
Астрофизик должен жить с азартом,
Чтобы среди тысячи огней
Отыскать в квадратах звездной карты
Свет судьбы и гордости своей,
Чтоб постичь галактики рождение,
Волей мысли время двинув вспять...

А к утру, устав от наблюдений,
На горе бруснику собирать.

* * *

Есть у каждого смертного в жизни звезда —
У поэта, у физика, у гончара,
Потому человек, не считая года,
К ней идет и идет через дни и ветра.
Он несет ей свой труд, вдохновенье свое,
Его щедрое сердце от счастья поет,
И к звезде прикоснувшись ладонями рук,
Он бессмертье свое обретает — не вдруг.
Пусть мой песенный край древних гор и полей
Породнится с бессмертием звезд и людей!

* * *

Над станицей туманом
Свет созвездий летит,
На антеннах РАТАНа
Дождь помех шелестит,
Тихо падают росы
В золотые поля —
Это, слушая космос,
Затихает Земля.
А на звездной дороге,
Может быть, в этот час
Кто-то очень далекий
Тоже слушает нас.

В. П. РОМАНЕНКО

**[Специальная астрофизическая
обсерватория АН СССР]**



Главный редактор журнала «Астрономический вестник»
доктор физико-математических наук
М. Я. МАРОВ

«Астрономическому вестнику» — двадцать лет

Ровно двадцать лет назад, в начале 1967 года, начал выходить научный журнал Отделения общей физики и астрономии Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества «Астрономический вестник». Он пришел на смену издававшемуся с 1939 по 1965 год «Бюллетеню Всесоюзного астрономо-геодезического общества», который в свою очередь был преемником «Бюллетеня Коллектива наблюдателей МОЛА», выходявшего с 1925 по 1937 год. Оба эти издания первоначально предназначались для публикации работ советских любителей астрономии. И действительно, первое время большинство статей было написано именно любителями. Но впоследствии многие из них стали известными учеными, обогатившими отечественную науку. Они продолжали писать статьи в «свой» журнал. В «Бюллетене КН ВАГО» публиковали свои первые работы академик А. Б. Северный, члены-корреспонденты АН СССР Д. Д. Максудов, Э. Р. Мустель, П. П. Паренаго, В. В. Федьинский, член-корреспондент АПН СССР Б. А. Воронцов-Вельяминов, доктора наук И. С. Астапович, Б. Ю. Левин, К. П. Станюкович и другие. Кроме того, на страницах «Бюллетеня КН ВАГО» можно было встретить и име-



ISSN 0320-9302
Russian Original Vol. 17, No. 2 April June 1983
October 1983

ISSN 0320-9302

SOLAR SYSTEM RESEARCH

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
ASTRONOMICHSKII VESTNIK

TRANSLATED FROM RUSSIAN

CONSULTANTS BUREAU, NEW YORK

на астрономов-специалистов старшего поколения, таких как К. Л. Баев, Н. П. Барабашев, Н. М. Михальский, М. Е. Набоков, К. Д. Покровский и другие.

Уже в «Бюллетене ВАГО» процент публикаций астрономов-профессионалов резко возрос. Это отражало качественные изменения, происшедшие в советской (и мировой) астрономии. Многие разделы науки, ранее почти целиком относившиеся к сфере деятельности любителей, такие как изучение метеоров, открытие и наблюдение комет, исследование переменных звезд, статистика солнечной активности, теперь стали направлениями исследований специалистов, работающих на крупных астрономических обсерваториях. Снизилась научная значимость любительских наблюдений планет и Луны, поскольку любители астрономии уже не могли конкурировать с профессионалами, вооруженными мощными телескопами, совершенными астрофизическими приборами и методами (включая радиоастрономию и радиолокацию), не говоря уже о тех принципиально новых возможностях, какие открылись благодаря использованию космических аппаратов.

Эти обстоятельства, вполне проявившиеся уже во второй

половине 60-х годов, послужили причиной того, что вместо «Бюллетеня ВАГО» начал выходить научный журнал «Астрономический вестник». В тот период Академия наук СССР проводила линию на замену ведомственных изданий (трудов обсерваторий, институтов, научных обществ) тематическими журналами. И тогда встал вопрос: каким быть новому научному журналу АН СССР и ВАГО? Приняли единственно правильное решение: этот журнал должен иметь определенный научный профиль, а не быть уменьшенной копией «Астрономического журнала». В качестве основной его тематики были избраны физика и динамика тел Солнечной системы. Поэтому, когда американская фирма «Консалтантс бюро» приступила к переводу и переизданию «Астрономического вестника» на английском языке (переиздается в США с самого первого номера), она дала ему несколько иное название: «Solar System Research» («Исследование Солнечной системы»).

Журнал выходит 4 раза в год, причем объем каждого номера составляет 6—7 учетно-издательских листов. Подписная цена на него невысока — 2 рубля 80 копеек в год, так что подписаться на журнал могут не только специалисты, но и любители астрономии, серьезно интересующиеся вопросами изучения Солнечной системы. Тираж неуклонно растет и в 1987 году превысил 3000 экз.

Как же распределяются статьи журнала по тематике? Наибольшее количество статей посвящено природе планет, их спутников и Луны (около

38%). На втором месте — работы, посвященные исследованию метеоров и метеоритов (приблизительно 36%). Эти два раздела — основные в журнале. Значительно меньше печатается статей по физике Солнца и солнечно-земным связям, космогонии и небесной механике, природе и динамике комет. Кроме того, небольшое число статей посвящено атмосферным процессам, вопросам астрометрии, гравиметрии и космической геодезии, астрономическим методам и инструментам, зодиакальному свету и пылевой оболочке Земли. Публикуются также краткие сообщения, хроникальные заметки, персоналии.

Важной составной частью «Астрономического вестника» стали обзорные статьи. Несмотря на небольшой объем журнала, редколлегия стремится давать их в каждом номере. Примерами хороших обзоров могут служить статьи: Д. Ф. Лупишко, И. Н. Бельской «Результаты астрофизических исследований астероидов» (1982, № 4 и 1983, № 1); В. Н. Жаркова, А. В. Козенко и С. В. Маевой «Строение и происхождение спутников Марса» (1984, № 2); Р. Бибе (США) «Метеорология Юпитера и Сатурна» (1984, № 4); В. С. Сафронова «Современные проблемы космогонии Солнечной системы» (там же) и другие.

В 1985 году были опубликованы первые результаты исследований поверхности Венеры советскими межпланетными станциями «Венера-15» и «Венера-16». С № 2 за 1986 год журнал регулярно печатает статьи, в которых большая группа исследователей си-

стематически и весьма детально описывает фрагменты структуры и рельефа поверхности Венеры — по мере подготовки соответствующих листов фотокарты северного полушария. Получение столь подробных радиолокационных изображений и составление карт стало возможным благодаря успехам космической техники и радиоэлектроники. Продолжать публикацию этих материалов планируется приблизительно два года. Журнал стремится уделять внимание результатам других космических миссий. Так, по проекту «Вега» были, например, опубликованы статья Ю. А. Суркова (с соавторами) о содержании водяного пара в атмосфере Венеры по данным спускаемых аппаратов «Вега-1» и «Вега-2», статья В. В. Савченко, посвященная проблеме высокоточного прогноза траектории сближения КА с кометой Галлея, и другие.

На страницах «Астрономического вестника» находит отражение тот широкий диапазон изучения по существу всех тел Солнечной системы, который свойственен современному этапу исследований. Назовем лишь некоторые публикации последних лет. С. О. Кузьмин и Б. Я. Лосовский проанализировали результаты измерений радиоизлучения Марса на длине волны 8 мм, выполненных на 22-метровом радиотелескопе Физического института АН СССР. Д. Ф. Лупишко и И. Н. Бельская (Харьковский университет) подробно рассмотрели физическую природу астероидов, используя совокупность наблюдений разными методами. Отражательной способности южной экваториальной области Сатур-

на была посвящена работа А. П. Видьмаченко (Главная астрономическая обсерватория АН УССР, Киев). О. М. Стародубцева (Астрономическая обсерватория Харьковского университета) и В. Г. Тейфель (Астрофизический институт АН КазССР) сообщили об исследованиях поляризации света в полярных областях Юпитера. Т. В. Гудкова и В. Н. Жарков (Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта) представили модели внутреннего строения Урана и Нептуна.

Немало статей было посвящено природе Луны. Так, результаты поляриметрии лунных образований изложены в статье О. И. Кварацхелия (Абастуманская астрофизическая обсерватория). Г. А. Лейкин (Астросовет АН СССР) и А. Н. Санович (ГАИШ) исследовали природу бассейна Южного на обратной стороне Луны. В статье О. Д. Родэ и А. В. Иванова (Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского) проанализированы итоги изучения гранулометрического состава образцов реголита, доставленного на Землю советской АМС «Луна-24». Х. Г. Таджидинов (ГАИШ) рассказал читателям о разработанной им обобщенной модели гравитационного поля Луны.

В ряде публикаций рассматривается природа спутников планет. Обзор известного американского астронома Т. Оуэна знакомит с новейшими представлениями об атмосфере Титана. Отражательной способности двух других спутников Сатурна — Дионы и Реи — посвящена статья астрономов ГАО АН УССР В. В. Аврамчука и Л. Р. Лисиной. Весьма

оригинальное объяснение различия альbedo «передней» и «задней» полусфер синхронных спутников Юпитера и Сатурна дано Г. Г. Поляковым (Астраханский пединститут имени С. М. Кирова).

Как уже говорилось, почти 40% статей журнала посвящено природе малых тел Солнечной системы: кометам, метеорным телам, метеоритам и их взаимосвязи. Примерами последних интересных публикаций могут служить работа казанских астрономов Е. Д. Кондратьевой и Е. А. Резникова «Комета Свифта — Туттля и метеорный рой Леонид», работа В. Н. Лебединца (Институт экспериментальной метеорологии Госкомгидромета) о происхождении метеорных роев типа Ариетид и Геминид и другие. Результаты экспериментального моделирования кометных явлений излагаются в статье Е. А. Каймакова и Ю. И. Светова (Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе). Много публикаций посвящено структуре и эволюции метеорных роев. Отметим, в частности, работу А. Н. Симоненко, А. К. Терентьевой (Астросовет АН СССР) и И. В. Галибиной о метеорных телах, обращающихся вокруг Солнца внутри земной орбиты, для которых авторы предложили новое название — Эксцентриды. Значительное внимание уделяет журнал также актуальным проблемам физики метеорных явлений и некоторым другим смежным вопросам. Упомянем в этой связи о статье Б. Ю. Левина (Астросовет АН СССР) и В. А. Бронштэна (Комитет по метеоритам АН СССР) «Тунгусское событие и метеоры с заключительной вспышкой», где обосновывается фи-

зическая аналогия между этими явлениями (отличающимися только масштабом) и дается критика распространенных взглядов на природу Тунгусского тела.

Наряду с работами профессиональных астрономов журнал публикует также статьи любителей астрономии из разных городов и областей страны. Пример тому — работа «Расчеты абляции метеороидов» (среди авторов — любители астрономии, члены московского отделения ВАГО Д. Д. Рабунский и М. И. Тертицкий); статья Г. Н. Сизонова «Наблюдения Орионид в 1984 году», в которой представлены результаты наблюдений этого потока, проведенных студентами Армавирского пединститута; публикация А. А. Хекало и В. М. Чернова (Киевское и Запорожское отделения ВАГО) о прогнозировании яркости лунных затмений и другие. В заметке А. М. Огнева и С. Ф. Масленицына (Ярославское отделение ВАГО) приводятся результаты обработки наблюдений яркого болида 11 сентября 1982 года в Кировской области, а членами Крымского отделения ВАГО А. И. Грищенко и М. Н. Бидниченко по данным любительских работ исследована крупномасштабная структура метеорного роя Персеид. Результатам наблюдений этого потока посвящена и заметка членов Московского отделения ВАГО Л. М. Бельского, Д. Д. Рабунского и Е. Л. Шиповой.

Следует сказать, что к непрофессиональным исследователям редколлегия неизменно относится объективно, рассматривая представляемые ими статьи самым внимательным образом. Как правило, надежные

и корректно интерпретированные результаты наблюдений принимаются к публикации, в отличие от полупопулярных, а зачастую и просто невалифицированных изложений (или переизложений) теоретических подходов и методов. Отклоняя подобные статьи, редколлегия глубоко убеждена в том, что делает полезное дело не только для своей читательской аудитории, но и для самих авторов. Качественная научная работа всегда будет одобрена независимо от того, написана она профессионалом или любителем, но это обязательно должно быть сделано со знанием предмета. Единственным критерием оценки рукописей является, таким образом, их высокий научный уровень, актуальность и новизна результатов.

Осталось только сказать несколько слов о людях, которые «делают» наш журнал. С самого основания журнала и до своей преждевременной кончины его главным редактором был известный ученый, член-корреспондент АН СССР, вице-президент ВАГО В. В. Федынский (1908—1978). Именно он придал журналу то основное направление, которое характерно для «Астрономического вестника» сейчас. В. В. Федынский много сделал для поддержания его высокого научного уровня и привлечения новых авторов.

В 1980 году утверждён новый состав редколлегии, в которую привлечены известные высококвалифицированные специалисты по всем основным направлениям тематики журнала. В ее составе — члены-корреспонденты АН СССР Г. С. Голицын, В. С. Троицкий, Т. М. Энеев, доктора наук М. С.

Бобров, В. Н. Жарков, Л. В. Ксанфомалити, М. У. Сагитов, В. С. Сафронов, кандидат наук В. А. Бронштэн (заместитель главного редактора), почетный член ВАГО, кандидат наук М. М. Дагаев. Обязанности ответственного секретаря возложены на И. Т. Зоткина, он так же, как и В. А. Бронштэн, работает со дня основания журнала. Все вопросы, связанные с публикацией статей, неизменно решаются сообща на заседаниях редколлегии, проводящихся регулярно. Здесь подробно обсуждаются сами рукописи и отзывы на них рецензентов, ведутся оживленные дискуссии по многим затрагиваемым в них проблемам. Редколлегия всегда пользуется специальным «институтом рецензентов», в составе которого — многие известные специалисты, что обеспечивает объективный отбор рукописей и одновременно способствует поддержанию высокого научного уровня журнала. В дискуссионных или других сложных случаях привлекаются два и более рецензентов, в том числе из состава редколлегии. Пользуясь случаем, хочу выразить всем рецензентам, сотрудничающим с журналом, глубокую признательность за их нелегкий труд.

Большая работа по комплектации журнала, чтению корректур, ответам на письма читателей и авторов ведется заместителем главного редактора и ответственным секретарем. К редактированию рукописей привлечен Ю. И. Ефремов, оказывающий редколлегии большую помощь.

Заведующей редакцией является В. М. Кудрявцева, сменившая работавшую до нее И. П. Щедрина (с 1967 по

1972 год). На ее плечах лежит основная работа по обеспечению издания журнала, что требует трудолюбия, высокой ответственности, неформального подхода к делу. Редколлегия признательна за внимательное отношение к своему изданию и Главной редакции по выпуску журналов издательства «Наука».

На пороге своего третьего десятилетия «Астрономический вестник» имеет сложившийся коллектив авторов. Среди них академик В. А. Котельников, члены-корреспонденты АН СССР В. Л. Барсуков, К. Я. Кондратьев, Т. М. Энеев, академики академий наук союзных республик П. Б. Бабаджанов, О. В. Добровольский, О. О. Овезгельдыев, десятки докторов и кандидатов наук. Кроме советских ученых, на страницах нашего журнала публикуют свои работы астрономы Чехословакии, Польши, Вьетнама, Монголии, Норвегии, Канады, США. Полезным оказался опыт подготовки специальных выпусков, содержащих материалы симпозиумов, а также публикация дискуссионных работ, инициирующих более глубокий подход к изучению ряда актуальных проблем.

Хочется надеяться, что журнал привлечет много новых авторов, а интерес к нему читателей будет возрастать и дальше. Редколлегия видит свою задачу в том, чтобы на его страницах появлялись статьи по самым актуальным проблемам, отражающим успехи советской астрономии. На этом и будут сосредоточены в дальнейшем наши усилия.



Новый взгляд на структуру Земли

Строение литосферы Земли и эволюция ее структуры — наиболее общие вопросы геологии, они часто обсуждаются в специальной и популярной литературе. Большинство авторов следуют в своих обобщениях от локальных геологических материалов к региональным и глобальным, и такой путь — от частного к общему — традиционен и удобен. Но есть и другие способы познания, в частности применение достижений других наук. Это как бы взгляд со стороны на привычный круг вопросов и проблем. Такой метод использовал доктор геолого-минералогических наук В. Н. Шолпо в своей научно-популярной книге «Структура Земли: упорядоченность или беспорядок?» (М.: Наука, 1986).

Книга затрагивает большой круг вопросов, но главное и принципиально новое в ней — попытка применить методы и идеи синергетики к анализу самых общих, глобальных закономерностей строения и истории развития Земли.

Синергетика — научное направление, которое возникло и бурно развивается на стыке нескольких наук (физики, химии, биологии) и которое использует последние достижения физики нелинейных процессов и термодинамики неравновесных систем. Синергетика исследует эволюцию сложных многокомпонентных



систем и процессы их самоорганизации, то есть возникновения структуры. Объекты синергетики — от квантовых оптических генераторов (лазеров) до колебаний численности популяций животных и эволюции спиральных галактик Вселенной. И во всех случаях рассматривалась эволюция очень сложных систем, выявлялись общие законы, управляющие организацией и самоорганизацией материи на атомном, молекулярном, макроскопическом и космическом уровнях.

Один из основных объектов изучения геологии — литосфера Земли. Вот какое определение дает ей в своей книге В. Н. Шолпо: «Литосфера — сложная многофазная среда, обладающая комплексом диалектически противоречивых

свойств и связанная многосторонними (прямыми и обратными) взаимодействиями со всеми земными оболочками, в которой путем сложных нелинейных процессов происходит направленная закономерная эволюция, находящая отражение в структуре земной коры и рельефе поверхности» (с. 138). Это определение очень точно отражает сложность объекта, к которому вполне можно применить приемы и методы синергетики. К этому и призывает автор книги.

В книге последовательно раскрываются перед читателем все сложности строения земной литосферы, анализируются пространственно-временные закономерности ее эволюции, излагаются главные идеи и гипотезы о развитии структур земной коры.

По форме издание представляет собой серию очерков, связанных главной темой — это характеристика структуры земной литосферы. Во вводной главе читатель знакомится с диапазоном размеров геологических объектов или иерархией геологических структур. Больше всего внимания автор уделяет проблеме образования складок в толщах горных пород литосферы (в этих вопросах автор книги является признанным авторитетом). Он подчеркивает, что необходимо анализировать развитие таких

структур во времени, и логичным продолжением этой темы служит вторая глава — о геологическом времени и некоторых способах его определения. В ней обсуждаются интересные и актуальные проблемы, такие как чрезвычайная длительность геологических процессов, неполнота геологической летописи, сложность сопоставления современных геологических явлений с теми, которые происходили миллионы лет назад и сведения о которых часто фрагментарны и условны.

В третьей главе довольно подробно освещена методика составления геологических карт. Вопрос этот может показаться слишком специальным, однако с ним необходимо познакомить читателей, ведь геологические карты служат первичной основой для разработки и обсуждения любых гипотез о строении и эволюции литосферы. Принятые для таких карт системы условных знаков наиболее ярко отображают современную структуру поверхности земной коры. Для анализа развития структур во времени на базе геологических карт и специальных исследований строятся палеотектонические, палеогеографические и карты других исторических реконструкций. Они уже содержат значительный элемент интерполяции и экстраполяции.

Очень интересные, к сожалению почти забытые, наблюдения и высказывания ученых прошлых эпох о географических закономерностях в строении поверхности Земли В. Н. Шолло приводит в четвертой главе книги. Это и сходство очертаний материков, подмеченное еще в XVII веке философом Ф. Бэконом; и деление

Земли на океаническое и континентальное полушария по Ч. Лайелю — известному естествоиспытателю начала XIX века; и симметрия в расположении горных хребтов, отмеченная одним из первых французских теоретиков-геологов Эли де Бомоном в 30-х годах прошлого столетия; и близкая к треугольнику форма земных материков по Ж. Э. Реклю — выдающемуся географу, писателю, путешественнику и активному участнику Парижской коммуны; и географические и геологические гомологии (подобия) А. П. Карпинского. Автор справедливо говорит, что высказывания этих ученых носят характер очень общих эмпирических обобщений, а сама проблема закономерного устройства структуры поверхности земного шара никогда не занимала главного места в науке о Земле. Дискуссии происходили между непунистами и плутонистами, эволюционистами и катастрофистами, сторонниками гипотез сжимающейся и пульсирующей Земли, дрейфа континентов, расширяющейся Земли. Но никогда не было дискуссий о причинах упорядоченности кажущегося на первый взгляд беспорядка общей структуры Земли. Гипотезы о развитии и происхождении литосферы Земли почти не уделяли этой теме внимания.

Современная теоретическая геология переживает очень интересный и острый период своего развития. Концепция тектоники литосферных плит, которая завоевала в 60-х годах симпатию многих специалистов и вступила в некоторых аспектах в противоречие с господствовавшим до нее учением о геосинклиналях, в последнее

время замедлила свое «наступление». Причина этого — трудности в интерпретации детальных геологических материалов по многим регионам. Но любопытно, что учение о геосинклиналях продвинулось за это время вперед, оно эгитало и переработало новую информацию о строении современных океанов и их окраин, усвоило некоторые разработки тектоники плит. Особенно важно то, что было введено новое понятие — «геотектонический режим развития» — и разработана В. В. Белоусовым классификация таких режимов развития. Сейчас весьма актуален вопрос, насколько положения тектоники плит согласуются с учением о геосинклиналях, ведь даже высказывалось мнение, будто учение это пора сдать в «архив». Все подобные вопросы автор обсуждает в пятой главе книги. Он четко определяет здесь свою позицию — критическое отношение к концепции тектоники плит. Хотя и признает, конечно, ее важное значение для современной геологии, тем более, что эта гипотеза не обходится вниманием вопросы и глобальной структуры Земли, а также кольцевых и дугообразных ее элементов.

Тема шестой главы книги — крупные кольцевые, дуговые и вихревые структуры Земли. Автор обсуждает точки зрения разных исследователей на происхождение этих структур. Здесь же рассматривается вопрос о глобальной симметрии и антисимметрии земного шара, например об антиподальности северного и южного полушарий, континентов и океанов. Приводится общий закон симметрии Земли, открытый советским ученым А. А. Шуль-

гой: рельеф Земли можно аппроксимировать, приближенно сопоставлять с симметрией куба. Причем речь идет не о совпадении ребер и граней куба с хребтами и равнинами Земли, а о сопоставлении осей симметрии куба с выявленными А. А. Шульгой осями симметрии (или антисимметрии) Земли.

Как формируются различные структуры Земли во времени и пространстве? Полного ответа на этот вопрос, справедливо подчеркивает автор, пока нет. В заключительной главе книги он приводит лишь некоторую общую оценку современных и прошлых гипотез, объясняющих формирование структуры Земли. Он еще раз подчеркивает сложность и многокомпонентность анализируе-

мой геологической системы — с одной стороны, и односторонность большинства геотектонических гипотез — с другой.

В конце книги автор вновь возвращается к самым сложным вопросам строения Земли и обращает внимание на то, что литосфера непрерывно обменивается веществом и энергией со всеми другими земными оболочками. Литосфера — открытая система, и поэтому при ее изучении вполне возможно и даже необходимо применять идеи и методы синергетики.

В своей книге В. Н. Шолпо затронул много геологических проблем. Но, к сожалению, не затронул одной, на мой взгляд, очень важной. Это проблема временной эволюции вещественного состава гео-

сфер Земли — атмосферы, биосферы, гидросферы, литосферы, мантии, ядра. Здесь множество интереснейших закономерностей и нерешенных вопросов, а учитывать их совершенно необходимо при анализе развития глобальной структуры Земли во времени и пространстве.

Книга В. Н. Шолпо написана увлекательно, живо, в ней ясно и точно сформулированы наиболее острые вопросы. Образные сравнения, диалоги, экскурсы в другие науки делают ее доступной и доходчивой. Но главное ее достоинство — она активно вводит читателя в творческую лабораторию современного учено-геолога, раскрывает сложность и противоречивость решаемых геологией научных проблем.

НОВЫЕ КНИГИ

«Космический» внук путиловского рабочего

«Штурм космоса начался 12 апреля 1961 года, когда человек впервые увидел открытую Вселенную, и даже не 4 октября 1957 года, когда первый спутник оторвался от Земли. Все началось с выступления „Авроры“, со штурма Зимнего». Эти емкие слова космонавта-1 Юрия Алексеевича Гагарина приведены в книге ленинградского журналиста В. С. Горшкова «Мы — дети Земли» (Л.: Лениздат, 1986). Истокам подвига первооткрывателя космических трасс, формированию основных черт его характера, тому, что связывает семью Гагариных с колыбелью революции

городом Ленина, с Путиловским — а теперь Кировским — заводом, и посвящена эта книга, состоящая из 17 небольших очерков.

Автор рассказывает о дедушке космонавта-1 Тимофее Матвеевиче Матвееве. Он был в числе передовых путиловских рабочих — одного из самых активных отрядов революционного пролетариата Петрограда, принимал участие в забастовках, в распространении нелегальной литературы. Тимофей Матвеевич и свидетель зверского расстрела путиловцев у Нарвских ворот 9 января 1905 года. С юношеских лет занимался революционной деятельностью Сергей Матвеев — родной дядя Ю. А. Гагарина. С интересом, например, читаются строки о том, как он и другие молодые рабочие добывали оружие. Когда же в феврале 1918 года германские отряды, взяв Псков, начали продвигаться к Петрограду и революция оказалась в опасности, в Путиловско-Юрьевский партизанский отряд запи-

салась Мария Матвеева — сестра Сергея.

Один из очерков («Память сердца») рассказывает о приезде матери космонавта Анны Тимофеевны Гагариной летом 1963 года в Ленинград, на Кировский завод, о горячем приеме, оказанном здесь ей и ее сестрам Марии Тимофеевне и Ольге Тимофеевне. Новые штрихи к портрету Ю. А. Гагарина — приведенные в книге воспоминания тех, кто встречался с ним, учился и работал вместе — еще в то время, когда он не был всемирно известен, а был, казалось, совсем обыкновенным и ничем не приметным пареньком, каких тысячи, но в характере которого уже обозначились черты, необходимые покорителю космоса.



Доступно и точно об истории астрономии

Чем древнее наука, тем богаче ее история, тем больше неизведанного таится в ее прошлом. И соперничать с астрономией в этом отношении могут лишь немногие области человеческих знаний. Научно-популярная литература последних десятилетий уже познакомила читателей с такими историко-астрономическими открытиями, как Стоунхендж (Земля и Вселенная, 1970, № 5, с. 45.—Ред.), с астрономическими изображениями на холме Мецамор в Армении и многими другими.

Дать представление об открытиях и находках в истории астрономии и смежных с ней дисциплин призван ежегодник «Историко-астрономические исследования». Постоянные рубрики этого издания посвящаются памятным рубежам науки, оригинальным исследованиям, истории обсерваторий и астрономических организаций; ежегодник рассказывает о жизни и творчестве ученых, знакомит с воспоминаниями, хроникой. Иными словами, статьи сборника могут заинтересовать и старших школьников, и студентов вузов, и специалистов смежных с астрономией областей знания, и просто любителей чтения.

Главным «недостатком» издания до недавнего времени была его малая известность,

обусловленная не столько содержанием статей, сколько небольшим тиражом книги, ее относительно высокой стоимостью и, наконец, невзрачным видом. Благодаря совместным усилиям редколлегии ежегодника и редакции астрономии Главной редакции физико-математической литературы издательства «Наука» в последних выпусках налицо новые тенденции: возрос тираж, почти вдвое снизилась стоимость, лучше стало оформление.

И самое важное — об издании заговорили. Пусть пока еще не слишком громко, но зато вполне доброжелательно. Так, журнал «Земля и Вселенная» регулярно помещает рецензии на очередные выпуски «Историко-астрономических исследований», откликнулись на это издание журнал «Природа» и еженедельник «Книжное обозрение». А журнал «Наука и религия» (1986, № 10) пригласил «Историко-астрономические исследования» на свои страницы (рубрика «У нас в гостях»). Одна из статей ежегодника была перепечатана во французском журнале «La Recherche». Можно надеяться, что в дальнейшем этот перечень будет продолжен.

Новый, XIX-й по счету выпуск «Историко-астрономических исследований» открывает-

ся статьей академика В. И. Вернадского «Памяти М. В. Ломоносова». Статья включена в сборник в связи с 275-летием со дня рождения великого русского ученого-энциклопедиста. (Впервые она была опубликована в 1911 году в № 5 журнала «Запросы жизни».) В ней В. И. Вернадский сумел в лаконичной форме дать емкую и отточенную характеристику самобытного гения М. В. Ломоносова. Статья содержит четко сформулированные мысли о сути научной работы, о связи науки с жизнью, о роли истории в развитии науки.

В 1985—86 годах в периодической печати появилось много статей о радиолокационном картографировании Венеры, которое выполняется по данным измерений, полученным с борта автоматических станций «Венера-15 и -16». В связи с этим несомненный интерес представляет аналитический обзор М. Я. Марова «Двадцать пять лет космических исследований Венеры», опубликованный в ежегоднике.

Статья Ю. Н. Парийского и Н. Л. Кайдановского «К истории обнаружения реликтового излучения» содержит малоизвестную, но, безусловно, заслуживающую внимания предысторию открытия. Факт обнаружения реликтового из-

лучения официально признан в 1978 году. За это открытие американские ученые А. Пензиас и Р. Вилсон были тогда удостоены Нобелевской премии по физике. Но на самом деле реликтовое излучение было обнаружено на два с лишним десятилетия раньше.

Для многих читателей, несомненно, представит интерес и статья В. В. Ильина «Астрология: роль и место в системе древней культуры». Автор отмечает псевдонаучный характер астрологии в современном мире и в то же время отстаивает положение о социокультурной обусловленности астрологии особенностями мировоззрения в древности и средневековье.

Становление понятия потенциал применительно к теории фигуры Земли, а также основополагающий вклад Леонарда Эйлера в эту проблему рассмотрены в статье М. И. Юркиной. Статья, очевидно, привлечет внимание геофизиков, астрономо-геодезистов, гравиметристов.

Из публикаций иностранных авторов назовем статьи астрономов из Белграда (СФРЮ) Г. Телеки и О. Атанацкович об астрономической рефракции, современного индийского историка науки Ш. М. Р. Ансари о творчестве индийского астронома Савай Джай Сингха и американского историка науки Б. Райтсмана, взгляды которого в кратком изложении уже известны читателям журнала (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 81.— Ред.).

В рубрике «История обсерваторий и астрономических организаций. Музеи» помещены две статьи. В одной из них Б. М. Шустов рассказывает о создании и полувековом пути

Астрономического совета АН СССР, о его роли как координационного центра советской астрономии. Другая статья — З. В. Карягиной — посвящена самоотверженному труду советских астрономов в тяжелые годы Великой Отечественной войны.

Высшей наградой Академии наук СССР по астрономии считается премия имени Ф. А. Бредихина (этой награды удостоены 17 советских ученых). В обзорной работе А. Г. Масевич и А. К. Терентьевой приводятся творческие портреты лауреатов. Статья дает наглядное представление о важных направлениях развития советской астрономии в послевоенный период.

Раздел «Жизнь и творчество ученых» на этот раз посвящен выдающимся ученым Франции. Статья «Франсуа Араго и становление инструментальной астрофизики» А. И. Еремеевой приурочена к 200-летию со дня рождения ученого. Работа М. Г. Новлянской и Г. Е. Павловой под названием «Научная династия Делилей» рассказывает о жизненном пути и творческих успехах талантливых ученых из этой знаменитой семьи.

Древнейшая история астрономии представлена публикацией о Кирике Новгородце — в связи с 850-летием появления его труда. Помещены в очередном выпуске «Историко-астрономических исследований» и многие другие материалы.

НОВЫЕ КНИГИ

Молодому читателю о космической эре

В 1986 году издательство «Молодая гвардия» выпустило книгу доктора философских наук Ю. А. Школенко «Космический век». Это одна из книг библиотечки «Университет молодого марксиста».

В предисловии к книге дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. И. Севастьянов отметил, что «в ней сочетаются размышления о глубинных процессах космического века с живыми репортажами из повседневной космопрактики». Действительно, это так и есть. В книге две части: первая называется «Реальности», вторая — «Размышления».

Первая часть книги — это рассказ о реальностях первых трех десятилетий космической эры, о важнейших достижениях космонавтики, о космизации различных сфер деятельности человечества. Но автор подчеркивает, что «космический век не понять без его целостного восприятия, как не понять без такого восприятия и космический мир». Именно такому целостному восприятию и осмыслению космических свершений посвящает автор вторую часть своей книги. Здесь читатель найдет обсуждение и осуждение современного «космизированного» мифотворчества, познакомится с некоторыми аспектами проблемы внесезонных цивилизаций и с концепцией антифинализма, войдет в «космический мир культуры» и, главное, вновь задумается над тем, что человечеству жизненно необходимо «звездный мир».

Капризы погоды (второе полугодие 1986 года)



В середине лета обычно активизируются атмосферные процессы в тропической зоне северного полушария и возрастает число тропических циклонов. Однако в минувшем году их летом было немного: в июле, например, возникло всего 6 тропических циклонов (при норме 9). Зато, пройдя над густонаселенными районами, некоторые из них оставили о себе недобрую память. Так, тайфун «Пегги», набросившийся в середине июля на северные районы Филиппин, принес проливные дожди, которые вызвали наводнения и разрушительные оползни. Этот же циклон причинил серьезный ущерб провинции Гуандун в Китае, где разрушены дома, повреждены линии связи и электропередач и уничтожено около 100 тыс. т. зерновых. В Шанхае пострадали жилые и административные здания, среди населения были жертвы. Неделю спустя ураганный ветер и проливные дожди вновь обрушились на побережье Южного Китая. Погибло 22 и ранено около 700 человек, затоплены сотни деревень и более 13 тыс. га культивируемых земель.

Продолжительные муссонные дожди на севере и западе Индии вызвали сильные разливы рек, в результате было прервано автомобильное движение, на больших площадях уничтожены посевы сельскохозяйственных культур.

В это же время на юге Франции и юго-востоке США свирепствовала жестокая засуха, начавшаяся в июне. В штатах Северная Каролина, Джорджия и Вирджиния, где полтора месяца температура не опускалась ниже 32°С, фермеры понесли крупные потери. Во Франции в результате засухи ожидалось снижение урожая.

В августе в Тихом океане зародилось десять тропических циклонов, в Атлантике — всего

один. В первые же дни месяца сильные дожди в Манилу принес тропический тайфун «Сара», тайфун «Вера» посетил в конце месяца Корею. Одним из «рекордсменов» по долготельству оказался тайфун «Уэйн». Зародившись в середине августа, он на Филиппинах вызвал наводнения и гибель около 20 человек. В южных районах Китая погибло 16 человек, десятки получили ранения. Было разрушено несколько тысяч жилищ, на площади в 300 тыс. га уничтожены посевы сахарного тростника и других культур.

В конце августа тайфун «Вера» пересек Корейский полуостров и уже ослабленным принес проливные дожди в советское Приморье. В результате дождей и разлива рек были размыты дороги, повреждены дома и мосты. Месяц спустя тайфун «Эбби» обрушился на остров Тайвань. В сентябре огромное количество осадков выпало в Бангладеш, вода залила поля, затопила дороги и населенные пункты.

Тропические циклоны, зарождающиеся на востоке Тихого океана, обычно проходят вдали от побережья Северной Америки. Но возникший в сентябре прошлого года ураган «Ньютон» продвигался вдоль побережья Мексики на северо-запад и достиг южной оконечности полуострова Калифорния. Здесь он вызвал проливные дожди, ветер достигал 120 км/ч. Примерно такой же путь проделал в конце сентября ураган «Пейн». В октябре на западе Тихого океана бушевало еще несколько тропических циклонов; в середине месяца тайфуны «Эллен» и «Джорджия» пересекли центр Филиппинского архипелага и вышли на север Вьетнама.

В ноябре и декабре интенсивность циклонической дея-

тельности в тропической зоне северного полушария сильно ослабла. В эти месяцы Филиппинские острова посещали тропические вихри «Ида», «Мардж», «Норрис».

В большинстве районов нашей страны лето было умеренно теплым. Резких аномалий в погоде не отмечалось, лишь в июле на европейской части СССР наблюдались два смерча: один возник в Латвии, другой — в Калининской области. В результате были повреждены дома и хозяйственные постройки.

В августе и сентябре на севере европейской части страны и на Урале сохранялась холодная погода со средней температурой воздуха на 2—3°С ниже обычной. На Северном Кавказе, в Закавказье и Средней Азии, наоборот, было на 2—3°С теплее обычного. Особенно сухая и жаркая погода стояла в Закавказье (такая жара здесь случается раз в 30—50 лет), а в некоторых районах Средней Азии температура воздуха 45—48°С отмечалась впервые за 90 лет. В конце августа шквалистые ветры пронесли по Центральному, Центрально-Черноземному районам и Среднему Поволжью.

В сентябре резко похолодало на Среднем Урале и юге Западной Сибири: ранние заморозки, затем пошел мокрый снег и местами устанавливался временный снежный покров, что сильно затрудняло уборочные работы на полях. В середине октября волна холода докатилась до Средней Азии. Интенсивные заморозки вызвали повреждение хлопчатника и других культур в Узбекистане.

В сентябре — октябре все чаще начала штормить Северная Атлантика. Исключительно интенсивные циклоны, перемещаясь через Скандинавию и Центральную Европу, вторгались на европейскую часть нашей страны. Один из таких циклонов вызвал ночью 3 октября 266 по счету наводнение в Ленинграде (первое в 1986 году). Западный ветер со скоростью до 90 км/ч вызвал подъем уровня воды в Неве до

182 см. Следующее 267, более сильное наводнение произошло ровно через два месяца — 3 декабря вода в Неве достигла отметки 212 см выше нуля Кронштадтского футштока. В некоторых местах были затоплены набережные рек и каналов. Циклон, вызвавший это наводнение, совершил «бросок» от Британских островов до центральных областей России.

Надо сказать, что накануне наводнения в Ленинграде было необычно тепло, днем до $+10^{\circ}\text{C}$. После прохождения циклона температура быстро понизилась до отрицательной, на дорогах и проводах начал образовываться лед. Гололедные явления и сильный ветер доставили немало хлопот транспортникам и энергетикам. Однако стихия не успокоилась, и спустя всего три дня, 6 декабря, очередной циклон с Атлантики вызвал новое наводнение с подъемом воды почти на 260 см. По высоте уровня — оно в первом десятке наводнений, случившихся за всю историю города. В морском порту были приостановлены работы, поскольку затопило некоторые причалы.

В самом конце года необычное для зимы явление отмечено в Туапсе. 22 декабря в море вблизи порта образовался смерч, который затем обрушился на причалы. Тут он опрокинул краны, повредил трансформаторные подстанции, кое-где порвал провода.

Отметим некоторые температурные аномалии, зафиксированные в последние месяцы 1986 года. В ноябре на севере европейской части СССР и Западной Сибири установилась исключительно теплая погода. Аномалия температуры составила $7-10^{\circ}\text{C}$, она наблюдается один раз в 25—50 лет. В декабре в этих районах похолодало, температура упала на

$5-10^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. На севере европейской части СССР морозы достигли 40° , в центральных областях — 30° . Волна холода прокатилась через Казахстан и похолодание завершилось морозами до 10° в Средней Азии. Как оказалось, эти холода стали предвестниками тех рекордных по силе морозов, что долго держались на большой территории страны в январе 1987 года.

М. Г. НАИШУЛЛЕР

Уникальные озера

На юго-востоке Забайкалья у границы с Монголией есть два необычных озера — Зун-Торей и Бурун-Торей. Открыты их в 1772 году академик П. С. Паллас, который тогда увидел их абсолютно высохшими, превращенными в солонцовые такыры. Исследователи, посещавшие эти места позднее, заставляли озера то полноводными и пресными, то пересохшими и солеными. Согласно топокартам, выполненным в различные годы, площадь водного зеркала Торейских озер менялась чрезвычайно сильно — от $800-900\text{ км}^2$ до нескольких десятков квадратных километров.

Окруженные множеством мелких и средних озер — пресных и соленых, — они расположены в области перехода от пустыни Гоби к зоне вечной мерзлоты. Уникальность этой местности в том, что почвы полупустыни лежат здесь прямо на мерзлых толщах. В январе земля охлаждается до $-40, -50^{\circ}\text{C}$, а летом нагрев на солончаках достигает 40°C . Однако на глубине всего в один метр температура ни-

огда не превышает $10-15^{\circ}\text{C}$. Почти вся годовая норма осадков выпадает здесь в июне — сентябре, в остальные месяцы — сушь. Степь покрывается сухой ветостью трав, которая и сохраняет мерзлоту, иначе почвы пересыхали бы на большую глубину.

Какова же периодичность заполнения и высыхания Торейских озер и с чем она связана? Член-корреспондент АН СССР Ф. П. Кренделев (Читинский институт природных ресурсов СО АН СССР), проанализировав данные различных независимых методов, установил некоторые закономерности. Во-первых, наполнение озер соответствует максимуму солнечных пятен, а высыхание — его минимуму. Во-вторых, на дендрограммах сосен, произрастающих на этой территории, обнаружено явное совпадение солнечной активности со скоростью прироста годовых колец. Любопытная деталь: сильный прирост деревьев начинается через 1—2 года после интенсивных осадков.

Таким образом, колебания уровня Торейских озер отражают колебания климата и определяются солнечной активностью и годовыми осадками. Вывод этот имеет практическое значение. В период нового повышения солнечной активности, то есть в начале 90-х годов, количество осадков в этой местности будет выше среднегодовых за последнее время, так что сложится благоприятная обстановка для лесовосстановительных работ, создания лесополос, увеличения поголовья овец за счет улучшения водопоя.

Доклады АН СССР, 1986, 287, 2

Сенсация в астрофизике

Уникальные наблюдения сверхновой в созвездии Золотой Рыбы могут начать эру нейтринной и гравитационной астрономии.

В конце февраля 1987 года произошло чрезвычайно редкое и грандиозное событие: в одном из ближайших спутников нашей Галактики — Большом Магеллановом Облаке — вспыхнула сверхновая. Впервые ее обнаружили 24 февраля около 6 часов по всемирному времени астрономы И. Шелтон и О. Духадл (обсерватория Лас Кампанас, Чили). Они снимали этот участок неба на 25-сантиметровом телескопе с экспозицией в 3 часа. В момент обнаружения вспышки блеск звезды был $4,5^m$ и постепенно возрастал. Независимо от этих ученых сверхновую увидел в 9 часов всемирного времени любитель астрономии из Новой Зеландии А. Джонс.

На фотографиях того же участка неба, полученных двумя сутками ранее, на месте вспыхнувшей сверхновой, в пределах $1''$, была видна звездочка $12,4^m$. Ее координаты: $\alpha = 05^h 35^m 50,22^s$, $\delta = -69^\circ 17' 59,2''$. Тщательный анализ фотографий показал, что изображение звезды, оказавшейся голубым сверхгигантом, несколько вытянуто. Это свидетельствует о том, что на расстоянии меньше $1''$ от сверхгиганта есть еще одна звезда на одну-две звездных величины слабее. Обе звезды не составляют физически связанной пары, поскольку на таком расстоянии от Земли (примерно 55 кпк) од-

ной угловой секунде соответствует 2,7 пк. В пределах $3''$ от двойного изображения заметен третий объект — звезда с видимой величиной около 16^m .

В начале марта сверхновая, получившая индекс 1987a, в видимом диапазоне достигла максимальной величины ($\sim 4^m$), а затем ее блеск стал медленно угасать. Изменялся и цвет звезды: если сразу после обнаружения звезда была голубой, то потом несколько покраснела, став звездой спектрального класса К 5. В спектре сверхновой наблюдаются водородные линии, исследование которых приводит к выводу о том, что оболочка звезды расширяется со скоростями 15—17 тыс. км/с.

25 февраля сверхновую зафиксировали в радиодиапазоне на частотах около 1 ГГц. Особенно много информации дали наблюдения этой звезды в недоступном с поверхности Земли ультрафиолетовом диапазоне электромагнитного спектра ($\lambda = 115\text{—}350$ мкм), которые проводились с борта международного спутника IUE и советской орбитальной станции «Астрон». С 25 по 27 февраля светимость сверхновой в указанном диапазоне упала более чем в 100 раз и в далеком ультрафиолете вышла на постоянную величину, соответствующую излучению голубого сверхгиганта. Таким образом, согласно предварительным данным, катастрофа произошла не с голубым сверхгигантом, а скорее всего взорвалась одна из двух более слабых звезд,

находящихся рядом. Не исключено также, что на стадии предсверхновой была и третья звезда, недоступная земным телескопам. Окончательный ответ — какая же из звезд взорвалась? — мы сможем узнать, когда блеск сверхновой упадет настолько, что участок неба вблизи нее станет доступен для точных астрометрических наблюдений. Ультрафиолетовые спутниковые наблюдения также позволили обнаружить большое количество межзвездных линий поглощения, которые формируются в облаках газа, расположенных на пути светового потока как в нашей Галактике, так и в Большом Магеллановом Облаке.

Весьма интересными оказались данные о вспышке нейтринного излучения. Согласно расчетам советских ученых академика Я. Б. Зельдовича и доктора физико-математических наук О. Х. Гусейнова, выполненных более 20 лет назад, она должна предшествовать оптической вспышке любой сверхновой. И действительно, примерно за сутки до того, как сверхновую увидели в оптическом диапазоне, нейтринными детекторами в Италии, СССР, Японии и США было зарегистрировано излучение нейтрино с энергиями около 10 МэВ. Но пока еще трудно утверждать, что источником излучения была сверхновая, так как уровень шумов этих детекторов достаточно велик.

Известно, что в результате несферического коллапса звезды на этой стадии развития сверхновой, одновременно с

нейтринной вспышкой, должен излучаться также импульс гравитационного излучения (Земля и Вселенная, 1981, № 2, с. 47.—Ред.). По предварительным данным, во время срабатывания нейтринного детектора в Италии сработал и установленный там же детектор гравитационных волн. Может быть, наконец удалось впервые зафиксировать гравитационные волны? Ответ и на этот вопрос пока еще не получен.

Большие надежды астрономы всего мира связывают с наблюдениями сверхновой 1987а в жестком диапазоне в момент «просветления» ее оболочки, когда она перестанет быть непрозрачной для рентгеновского и гамма-излучений. Согласно расчетам, в момент взрыва сверхновой следует ожидать выброса большого количества радиоактивных элементов, которые можно наблюдать по характерным линиям излучения в процессе распада этих элементов. В зависимости от массы выброшенной оболочки момент «просветления» должен наступить спустя несколько месяцев или даже через полтора-два года после взрыва. Вот тогда центральные области вспыхнувшей звезды станут доступными для прямых

наблюдений и появится возможность в рентгеновском диапазоне обнаружить «звездный остаток» — нейтронную звезду... Впрочем, не исключено: энергия взрыва сверхновой была столь велика, что вещество ее впоследствии полностью рассеется в пространстве и на месте сверхновой в отдаленном будущем не останется ничего в полном смысле этого слова. Сейчас нет недостатка в гипотезах. Некоторые из них будут обсуждены в ближайших номерах «Земли и Вселенной». Несомненно, что в течение 1987 года, да и в ближайшие несколько лет, сверхновая, вспыхнувшая в Большом Магеллановом Облаке, будет астрономическим объектом номер один.

Астрономы давно не наблюдали вспышек столь близких к нам сверхновых. Расстояние 55 кпк по внегалактическим масштабам очень небольшое, хотя напомним: наблюдаемый сегодня взрыв на самом деле произошел примерно 180 тысяч лет назад... Чрезвычайно важно, что впервые удалось зафиксировать не только явление самого взрыва, но и появилась возможность получить информацию о состоянии звезды до взрыва.

Уже в марте теоретики попытались отнести сверхновую 1987а к одному из известных классов объектов такого рода. Поскольку абсолютная звездная величина объекта 1987а равна -15^m , сверхновая относится скорее всего к разряду «карликовых». Но и такая звезда с расстояния в 10 пк освещала бы Землю лучше, чем Луна в полнолуние!

23 марта 1987 года в ГАИШе состоялось очередное (363) заседание Объединенного астрофизического семинара, которым уже много лет руководит академик Я. Б. Зельдович. Это было необычное заседание. В переполненном до отказа актовом зале ГАИШа собрались крупнейшие советские ученые, занимающиеся фундаментальными проблемами физики и астрофизики. Семинар, на котором обсуждались последние результаты наблюдений сверхновой 1987а, был посвящен памяти замечательных советских астрофизиков И. С. Шкловского и С. Б. Пикельнера, во многом предвосхитивших сегодняшние открытия.

Кандидат
физико-математических наук
Н. И. ШАКУРА

Сдано в набор 18.02.87. Подписано к печати 14.04.87 г. Т-05553. Формат бумаги 70×100^{1/16}.
Высокая печать. Усл.-печ. л. 9,03. Уч.-изд. л. 11,9. Усл. кр.-отт. 485 тыс. Бум. л. 3,5.
Тираж 43 000 экз. Заказ 154. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»,
103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21.

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., д. 6.

Орган Секции
физико-технических
и математических наук,
Секции наук о Земле
Президиума
Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-
геодезического общества

Земля и Вселенная

МАЙ • ИЮНЬ

3/87

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Академик
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН
Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор технических наук
А. А. ИЗOTOB
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН
Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО
Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор физико-математических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ
Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Кандидат технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

ответственный редактор **Е. А. Проценко**

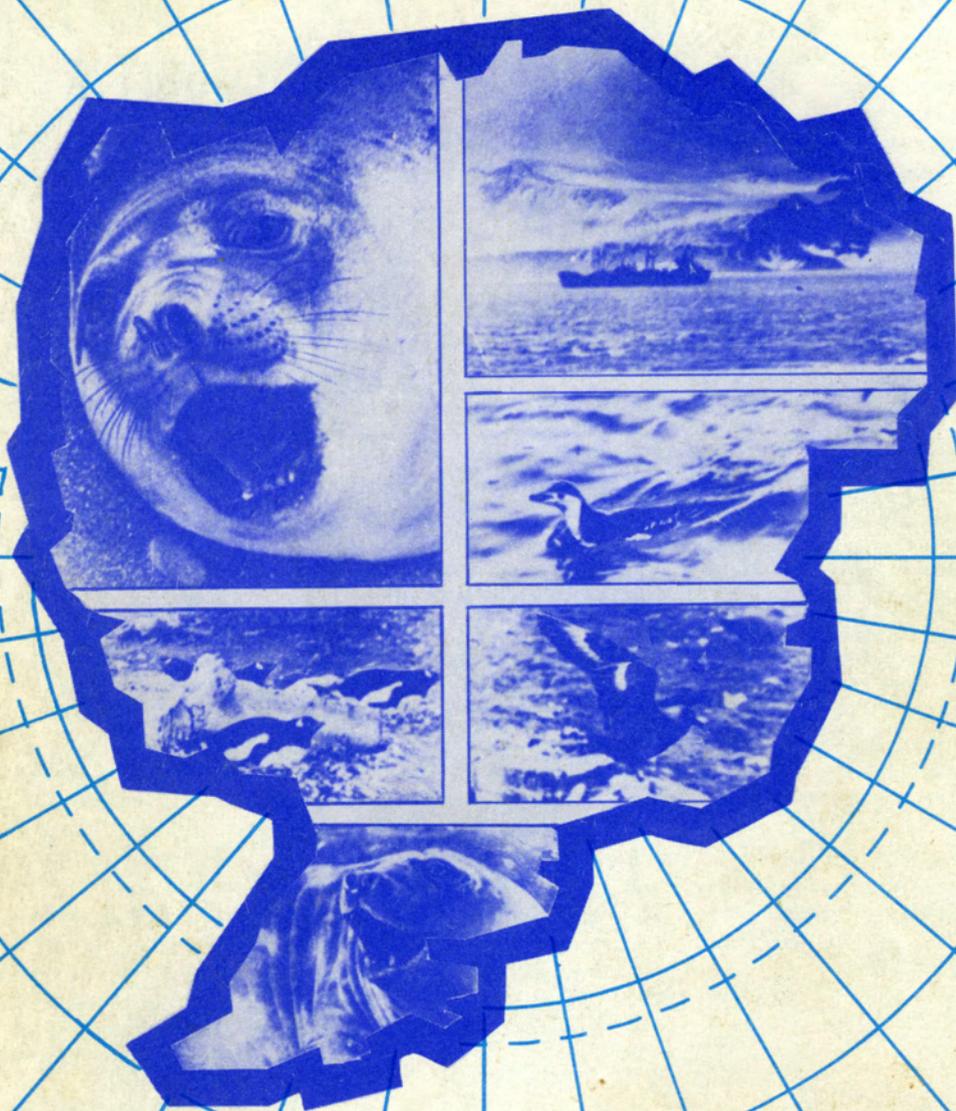
Корректоры: **В. А. Ермолаева, Л. М. Федорова**

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва,
Подсосенский пер., д. 21, комн. 2

Первую (к ст. Уго Давила и В. А. Юревича) и
четвертую (к ст. Л. А. Пономаревой) страницы
обложки оформил **А. В. Хорьков**

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Номер оформили: А. Г. Калашникова, А. В. Хорьков,
Е. К. Тенчурина



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЦЕНА 65 КОП.
ИНДЕКС 70336

Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

3/87