



**4 1981** **ЗЕМЛЯ**  
**И**  
**ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

**Ученым, конструкторам, инженерам, техникам, рабочим и космонавтам, всем коллективам и организациям, принимавшим участие в подготовке и успешном осуществлении длительных пилотируемых космических полетов на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз» и полетов международных экипажей по программе «Интеркосмос»**

Дорогие товарищи!

Наша социалистическая Родина одержала новую замечательную победу в мирном освоении космоса. Успешно завершена программа длительных пилотируемых полетов советских космонавтов на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз» и полетов международных экипажей по программе «Интеркосмос».

Выдающиеся достижения Советского Союза в области исследования и использования космического пространства широко известны всему миру. Двадцать лет назад первый полет в космос гражданина СССР Ю. А. Гагарина на корабле «Восток» продолжался 108 минут. Орбитальная научная станция «Салют-6» функционирует три года восемь месяцев, при этом около двух лет — в пилотируемом режиме. Космическая программа подобной длительности осуществлена впервые. Это стало возможным благодаря самоотверженному труду советских людей, последовательно осуществляющих под руководством КПСС планы освоения космического пространства в мирных целях.

На борту орбитальной станции «Салют-6» выполнен большой комплекс геофизических, астрофизических, технологических, физико-технических и медико-биологических исследований и экспериментов в интересах развития фундаментальных наук и практического использования в народном хозяйстве. Проведены широкие исследования природных ресурсов Земли, фотографии территории Советского Союза и других социалистических стран. Накоплен значительный опыт отработки технологии получения различных материалов и покрытий в условиях космического полета. Результаты проведенных исследований и экспериментов используются научно-исследовательскими производственными организациями различных отраслей народного хозяйства. Получены в условиях невесомости образцы новых материалов.

Высокую эффективность показала принципиально новая система регулярного снабжения станции «Салют-6» топливом, различными материалами, оборудованием и приборами, доставленными с помощью автоматических грузовых кораблей «Прогресс». Успешно выполнены сложные ремонтно-профилактические работы по восстановлению отдельных бортовых систем и оборудования орбитальной станции, что позволило существенно увеличить продолжительность ее функционирования. В совместном полете со станцией «Салют-6» успешно проведены испытания и отработка усовершенствованного космического корабля серии «Союз Т», использование которого существенно повысит эффективность исследования космического пространства. Завершен важный этап отработки долговременных орбитальных станций со сменяемыми экипажами. Получены новые данные, которые открывают перспективы создания постоянно действующих орбитальных научно-исследовательских комплексов.

В период полета станции «Салют-6» получили дальнейшее развитие совместные работы ученых социалистических стран по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях по программе «Интеркосмос». На орбитальной станции и космических кораблях успешно осуществлены полеты девяти меж-

дународных экипажей в составе космонавтов Советского Союза, Чехословацкой Социалистической Республики, Польской Народной Республики, Германской Демократической Республики, Народной Республики Болгарии, Венгерской Народной Республики, Социалистической Республики Вьетнам, Республики Куба, Монгольской Народной Республики и Социалистической Республики Румынии. Совместные научные исследования в космосе по программе, подготовленной учеными Советского Союза и других стран социалистического содружества, — яркий пример дружбы и плодотворного сотрудничества стран социализма.

Достоинным завершением работ на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз» стала пятая длительная экспедиция. Космонавты Коваленок Владимир Васильевич и Савиних Виктор Петрович успешно выполнили программу 75-суточного полета, в ходе которого полностью завершены комплекс научных исследований и экспериментов и осуществлены две экспедиции посещения станции международными экипажами с участием космонавтов Монгольской Народной Республики и Социалистической Республики Румынии.

Шлем сердечные поздравления вам, дорогие товарищи Коваленок Владимир Васильевич и Савиних Виктор Петрович, с успешным завершением полета, отличным выполнением почетного задания Родины.

Осуществление пяти длительных пилотируемых полетов и одиннадцати экспедиций посещения за время работы на орбите станции «Салют-6» является уникальным космическим экспериментом, в котором продемонстрированы отличные эксплуатационные качества и высокая надежность отечественной космической техники.

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР горячо поздравляют с новым достижением в исследовании космоса ученых, конструкторов, инженеров, техников, рабочих, космонавтов, специалистов космодрома, Центра управления полетом, Центра подготовки космонавтов, командно-измерительного и поисково-спасательного комплексов, все коллективы и организации, которые принимали участие в подготовке и успешном осуществлении длительных пилотируемых космических полетов и полетов международных экипажей по программе «Интеркосмос» на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-6» — «Союз».

Новый успех отечественной космонавтики является важным вкладом в решение задач одиннадцатой пятилетки по дальнейшему изучению и освоению космического пространства в интересах науки, техники и народного хозяйства, поставленных XXVI съездом КПСС.

Желаем вам, дорогие товарищи, новых достижений в вашей ответственной работе — целенаправленном исследовании космоса во имя мира, прогресса, на благо всех людей Земли.

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
КОМИТЕТ КПСС**

**ПРЕЗИДИУМ  
ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР**

**СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР**

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

4 ИЮЛЬ  
АВГУСТ  
1981

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

Кириллов-Угрюмов В. Г., Сагдеев Р. З., Семенов Ю. П.— Перспективы наблюдательной гамма-астрономии . . . . .	4
Буланже Ю. Д.— Постоянна ли сила тяжести? . . . . .	10
Шкловский И. С.— Взрывающиеся звезды и их остатки . . . . .	15
Проблема «Солнце — биосфера»	
Гневышев М. Н.— Гелиофизические основы солнечно-биологических связей . . . . .	22
Владимирский Б. М.— Как влияет солнечная активность на био- сферу . . . . .	26
Темурьянц Н. А., Макеев В. Б.— Солнечная активность и меди- цина . . . . .	28
Шефтер Я. И., Хелленов О. Б.— Нетрадиционные энергоресурсы . . . . .	32
<u>Штерифельд А. А.</u> — Космические скорости настоящего и будущего . . . . .	40
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>	
Коротцев О. Н.— Евгения Максимовна Руднева . . . . .	44
<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>	
Лонгинов В. В.— У истоков современной океанологии . . . . .	47
Хргиан А. Х.— Звук в атмосфере . . . . .	52
<b>ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>	
Радзиевский В. В.— Тайна рождения косматых светил . . . . .	56
<b>КОСМОНАВТИКА ЗА РУБЕЖОМ</b>	
Новиков Н. С.— Космические исследования в Швеции . . . . .	61
<b>В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО</b>	
Малахова Г. И., Стамейкина И. А.— 40-летие Ярославского отделения ВАГО . . . . .	66
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Бронштэн В. А.— Лауреаты поощрительных премий ВАГО . . . . .	68
<b>ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ</b>	
Неяченко И. И.— Весы . . . . .	70
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Ушаков С. А.— «Популярная история Земли» . . . . .	75
Авсюк Г. А.— Славная полярная история . . . . .	77
<b>ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ</b> . . . . .	78

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На орбите «Салют-6» [2]; Восьмой из семьи «Прогнозов» [8]; Фобос и Деймос [8]; Сверхновая вблизи Солнца! [21]; Вспышки комет и корпускулярная активность Солнца [31]; Неограниченное расширение Вселенной! [31]; Международная симпозиум по нетрадиционным энергоресурсам [38]; Часто ли рождаются пульсары! [39]; Звездный остаток вспышки сверхновой! [39]; Расстояние до центра Галактики [39]; Размеры и форма Юноны [39]; Метеоритный кратер в Бразилии [43]; Землетрясения и водный режим [51]; Свойства облаков над городом [51]; Болиды над Душанбе [65]; Новые книги [71, 76, 77, 79, 80]; Термины, используемые в планетной топонимике [72]; Болид, породивший метеорит Царев [74].

Оформление обложки А. Н. Ковалева (к статьям по проблеме «Солнце — биосфера»).



## На орбите «Салют-6»

Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Владимир Александрович Джанибеков** родился 13 мая 1942 года в поселке Искандар Бостанлыкского района Ташкентской области. После окончания в 1965 году Ейского высшего военного авиационного училища летчиков служил летчиком-инструктором в Военно-Воздушных Силах. В. А. Джанибеков — член Коммунистической партии Советского Союза с 1970 года. В отряд космонавтов был зачислен в 1970 году. Свой первый космический полет совершил в январе 1978 года в качестве командира корабля «Союз-27» и первого экипажа посещения станции «Салют-6».

**Жугдэрдэмидийн Гуррагча** родился 5 декабря 1947 года в сомоне Гурванбулак Булганского аймака в семье арата. В 1968 году был призван в Монгольскую народную армию. Затем окончил военную школу младших авиационных специалистов в Советском Союзе. В 1972 году стал слушателем Военно-воздушной академии имени Н. Е. Жуковского. После ее окончания работал инженером по авиационному оборудованию отдельной авиационной эскадрильи Монгольской народной армии. Жугдэрдэмидийн Гуррагча — член Монгольской народно-революционной партии с 1979 года. В 1978 году он начал готовиться к полету в космос на корабле «Союз» и станции «Салют» в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. Прошел полный курс обучения по программе «Интеркосмос».

23 марта 1981 года в 19 часов 28 минут московского времени произведена стыковка космического корабля «Союз-39» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз Т-4». После проверки герметичности стыковочного узла В. А. Джанибеков и Жугдэрдэмидийн Гуррагча перешли в помещение станции.

24 марта с целью изучения особенностей адаптации организма к условиям невесомости В. А. Джанибеков и Жугдэрдэмидийн Гуррагча провели несколько медицинских обследований, в том числе эксперимент «Биоритм». В. В. Коваленок и В. П. Савиных выполнили серию визуальных наблюдений по программе исследования природных ресурсов Земли и изучения окружающей среды. Во второй половине дня члены основного экипажа занимались физическими упражнениями, а экипаж посещения — кинофотосъемкой. В тот же день на борту комплекса был начат эксперимент по изучению первичного космического излучения с использованием аппаратуры, разработанной учеными Советского Союза и Монгольской Народной Республики. Космонавты установили в рабочем отсеке и в шлюзовой камере диэлектрические детекторы, фиксирующие космические частицы.

25 марта В. А. Джанибеков и Жугдэрдэмидийн Гуррагча провели эксперименты «Биоритм», «Опрос», «Восприятие», «Время», в ходе которых исследовались самочувствие и работоспособность космонавтов, их реакция на условия полета. В эксперименте «Кровообращение — спринт» изучалось влияние перераспределения крови в организме на состояние сердечно-сосудистой и дыхательной

систем на начальном этапе полета. В. В. Коваленок и В. П. Савиных помогли своим товарищам, контролировали работу научной аппаратуры, вели кинофотосъемку совместной деятельности советско-монгольского экипажа.

26 марта для накопления информации об особенностях адаптации организма человека к невесомости космонавты провели эксперименты «Биоритм», «Работоспособность», «Нептун». В частности, цель эксперимента «Нептун» — изучение изменения остроты и глубины зрения космонавтов в полете. Используя, созданный болгарскими специалистами спектрофотометр «Спектр-15», и имеющуюся на станции фотоаппаратуру, международный экипаж выполнил эксперименты «Горизонт — Заря» и «Иллюминатор».

27 марта космонавты приступили к осуществлению экспериментов «Голограмма». Цель их — проверка возможности использования новых более информативных методов записи и передачи изображений для решения различных научно-технических задач в космосе с применением голографии. С помощью портативной аппаратуры, включающей в себя гелий-неоновый лазер и регистрирующие устройства, космонавты выполнили два самостоятельных эксперимента. В. В. Коваленок и В. П. Савиных произвели голографическую съемку одного из иллюминаторов, имеющих на внешней поверхности следы попадания микрометеоритов. В. А. Джанибеков и Жугдэрдэмидийн Гуррагча осуществили съемку процесса растворения кристалла поваренной соли в условиях невесомости. В тот же день впервые передавали голографиче-

Продолжение. Начало в № 1, 2, 3, 5, 6, 1978; № 1, 3, 4, 5, 6, 1979; № 4, 5, 6, 1980; № 2, 3, 1981.

ские изображения со станции «Салют-6» на Землю и с Земли на борт станции. Космонавты провели также совместный советско-монгольский эксперимент по космическому материаловедению «Алтай-1». Цель его — исследование процессов диффузии и массопереноса в расплаве свинца и олова.

30 марта 1981 года в 14 часов 42 минуты московского времени спускаемый аппарат корабля «Союз-39» совершил посадку в заданном районе территории Советского Союза в 170 км юго-восточнее города Джезказгана.

За успешное осуществление космического полета и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил В. А. Джанибекова орденом Ленина и второй медалью «Золотая Звезда», а Жугдэрдэмидийну Гуррагче присвоил звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда».

31 марта В. В. Коваленок и В. П. Савиных заменили один из блоков системы регенерации воды, провели очистку вентиляторов системы терморегулирования, часть дня занимались влажной уборкой помещений комплекса «Салют-6» — «Союз Т-4».

1 апреля космонавты готовили к предстоящей работе малогабаритный гамма-телескоп «Елена».

2 апреля у экипажа орбитального комплекса был день медицинских обследований.

3 апреля В. В. Коваленок и В. П. Савиных измерили массу тела, а после завтрака приступили к ремонтно-профилактическим работам по восстановлению отдельных бортовых систем станции.

4—6 апреля космонавты произвели замену блока переключения компрессоров в системе охлаждения субмиллиметрового телескопа БСТ-1М, подготовили к работе многозональную фотоаппаратуру МКФ-6М и малогабаритный гамма-телескоп «Елена», заменили блок автоматики в системе терморегулирования.

7 апреля В. В. Коваленок и В. П. Савиных занимались изучением влияния неоднородного магнитного поля на ориентацию и развитие высших

растений, делали физические упражнения.

8 апреля экипаж продолжал сбор информации о природных ресурсах Земли, метеорологической обстановке в различных районах планеты, пылевых и дымовых загрязнениях атмосферы.

10 апреля космонавты продолжали визуальные наблюдения и фотографировали земную сушу и акваторию Мирового океана, измеряли потоки гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном пространстве, выполнили очередной эксперимент по космическому материаловедению.

12 апреля в день 20-летия запуска первого пилотируемого корабля «Восток» с летчиком-космонавтом СССР Ю. А. Гагариным на встречу с В. В. Коваленком и В. П. Савиных в Центр управления полетом пришли семь, друзья-космонавты, конструкторы космической техники.

13 апреля В. В. Коваленок и В. П. Савиных с помощью аппаратуры «Полином-2М», приборов «Реограф» и «Бета» исследовали сердечно-сосудистую систему, провели медико-биологический эксперимент для изучения динамики изменения газовой среды в помещениях станции.

14—17 апреля космонавты продолжали сбор информации о минерально-сырьевых ресурсах Земли, об акватории Мирового океана с целью изучения его биологической продуктивности, рыболовства и условий мореплавания, оценивали загрязненность и состояние природной среды промышленных районов и крупных городов.

21 апреля В. В. Коваленок и В. П. Савиных прокалибровали бортовой субмиллиметровый телескоп БСТ-1М и измерили субмиллиметровое излучение земной атмосферы. В соответствии с программой космического материаловедения они отработывали методы получения в невесомости элементов конструкций из пенополиуретана. Затем исследовали сердечно-сосудистую систему при выполнении космонавтами физических упражнений.

22 апреля экипаж комплекса занимался визуальными наблюдениями и фотографировал сушу и акваторию

Мирового океана, осуществил эксперименты «Поляризация» и «Голограмма».

23 апреля космонавты демонтировали из шлюзовой камеры электронагревательную печь «Сплав» и на ее место установили аппаратуру «Испаритель», с помощью которой провели напыление меди на образец из титана.

24 апреля В. В. Коваленок и В. П. Савиных наблюдали и фотографировали акваторию Мирового океана, проверяли отдельные системы станции, занимались физическими упражнениями, измерили массу тела.

25 апреля экипаж убирал помещения станции, отдыхал.

27 апреля космонавты с помощью аппаратуры «Испаритель» выполнили очередную серию экспериментов по нанесению металлических покрытий методом испарения и последующей конденсации в условиях космического вакуума и невесомости. Они провели напыление серебра на образцы из титана.

28 апреля В. В. Коваленок и В. П. Савиных изучали природные ресурсы Земли, осуществляли тестовые проверки научной аппаратуры, занимались физическими упражнениями.

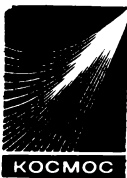
30 апреля космонавты выполняли комплексные медицинские обследования сердечно-сосудистой системы и антропометрические измерения.

1 мая экипаж комплекса отдыхал. В первом утреннем сеансе радиосвязи Земля поздравила космонавтов с праздником, а затем для них велась прямая трансляция первомайской демонстрации представителей трудящихся с Красной площади.

4 мая большая часть рабочего времени экипажа была отведена геофизическим исследованиям в интересах различных отраслей науки и народного хозяйства.

5 мая В. В. Коваленок и В. П. Савиных готовили научную аппаратуру к предстоящим исследованиям, занимались физическими упражнениями.

(Продолжение на 3-й стр. обложки.)



Доктор физико-математических наук  
В. Г. КИРИЛЛОВ-УГРЮМОВ

Академик  
Р. З. САГДЕЕВ

Доктор технических наук  
Ю. П. СЕМЕНОВ

## Перспективы наблюдательной гамма-астрономии

**В Советском Союзе и США ведутся проработки комплексных космических обсерваторий. Они позволят изучать астрофизические объекты в разных диапазонах электромагнитного спектра.**

### ОСОБЕННОСТИ ГАММА-ТЕЛЕСКОПОВ

Прогресс любого раздела наблюдательной астрономии определяется достижениями техники эксперимента, созданием более совершенных приборов. Освоение астрономией нового диапазона электромагнитного излучения каждый раз сопровождалось открытием фундаментальных астрофизических явлений. Доказательством тому служат впечатляющие данные рентгеновской астрономии, уже пережившей период своего становления (Земля и Вселенная, 1981, № 2, с. 28—33.— Ред.). По объему, качеству и значимости получаемых сведений она сравнялась с классическими разделами, например с оптической и радиоастрономией. Освоение же гамма-диапазона задержалось совсем не потому, что эта область спектра казалась менее важной и информативной. Задержка связана с методическими трудностями, которые объясняются специфическими условиями детектирования космических гамма-квантов.

Во-первых, абсолютный поток гамма-квантов от астрофизических объектов очень мал. Гамма-телескопы регистрируют кванты буквально поштучно. Например, гамма-кванты с энергией больше 100 МэВ от одного

из ярких гамма-источников — пульсара PSR 0531 + 21 в Крабовидной туманности — попадают на рабочую площадь телескопа спутника COS-B (размером  $24 \times 24$  см<sup>2</sup>) с частотой лишь шесть квантов в час! Это заставляет увеличивать площадь телескопов, а также длительность наблюдений.

Во-вторых, измерениям мешают огромные фоновые потоки (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 24—27.— Ред.). Интенсивность заряженной компоненты космических лучей превышает поток первичных гамма-квантов в 10 000 раз. Энергичные протоны, ядра, электроны не только могут имитировать в гамма-телескопе регистрацию кванта, но и вызывают в результате взаимодействий свечение окружающего детектор вещества в исследуемом диапазоне электромагнитного спектра. Кроме того, свечение в гамма-лучах атмосферы Земли, превышающее на несколько порядков потоки гамма-квантов от исследуемых астрофизических объектов, заставляет вводить в гамма-телескопы специальные устройства, подавляющие регистрацию гамма-квантов этого свечения.

И, наконец, третья особенность, характерная для любого прибора внеатмосферной астрономии, — ограниченные масса, габариты, электрическая мощность приборов, повышенные требования к прочности и надежности, к стабильности параметров аппаратуры в течение длительного времени. Поэтому космические телескопы существенно отличаются от аналогичных установок, используемых в наземных условиях

для регистрации элементарных частиц и ядер. Тем не менее, идеи построения спутниковых гамма-телескопов те же, что и наземных физических установок.

Космические гамма-телескопы должны «видеть» различие между фотонами космического происхождения и заряженными частицами и фотонами от атмосферы Земли, а также определять направление прихода и энергию фотонов.

Методики исследований гамма-квантов в диапазоне до 10 МэВ и более 10 МэВ существенно отличаются друг от друга (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 16—20.— Ред.).

Чтобы выделить из фона и определить направление прихода гамма-квантов с энергией выше 30 МэВ, в уже созданных (COS-B, SAS-2) и проектируемых современных телескопах применяются искровые камеры с различным видом получения информации.

Первый спутниковый гамма-телескоп с искровой камерой, события в которой регистрировались на фотопленку, был разработан в Московском инженерно-физическом институте и установлен на искусственном спутнике Земли «Космос-264» в 1969 году (Земля и Вселенная, 1973, № 1, с. 6—11.— Ред.). Гамма-кванты в конверторе превращаются в пару заряженных частиц — электрон и позитрон, ионизационные следы которых регистрируются искровыми камерами. По этим следам восстанавливается направление прихода самого гамма-кванта. Метод искровых камер позволяет увеличить эффективную площадь и апертуру телескопа, не

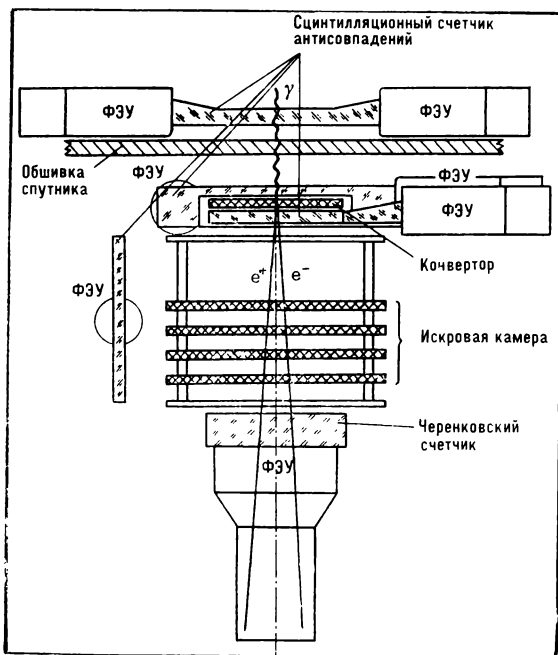


Схема гамма-телескопа, работавшего на искусственном спутнике Земли «Космос-264»

ухудшая разрешения прибора. Анализ следов частиц в камере дает возможность исключить из рассмотрения ложные события и уменьшить фон. Чтобы гамма-телескоп не сработал от заряженных частиц, используются сцинтилляционные счетчики, окружающие искровые камеры и включенные в схему антисовпадений (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 16—20.—Ред.). Под искровой камерой обычно размещается черенковский счетчик. Его назначение разрешать регистрацию события только при условии прохождения сверху вниз заряженной частицы со скоростью больше пороговой. Этим в основном устраняется фоновый поток гамма-квантов от атмосферы Земли.

Исследования в диапазоне 30—2000 МэВ, проведенные на SAS-2, COS-B и на других спутниках и высотных аэростатах, дали ряд важных результатов, относящихся к диффузному галактическому гамма-излучению (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 24—27.—Ред.) и дискретным источникам (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 21—23.—Ред.). Вместе с тем, недостаточное угловое разрешение

телескопов оставило открытым важный вопрос: что вносит основной вклад в наблюдаемое диффузное излучение — межзвездная среда или неразрешенные дискретные источники? По этой же причине невозможно, как правило, отождествить гамма-источники с объектами, наблюдаемыми в других диапазонах электромагнитного спектра. Принципиально важен вопрос о протяженности дискретных гамма-источников. Если, например, источник в районе  $\rho$  Змееносца имеет отношение к взаимодействию космических лучей с плотным газово-пылевым облаком, его угловые размеры будут около  $0,2^\circ$  (а это за пределами возможностей существующих гамма-телескопов).

#### ОРБИТАЛЬНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Следующий этап в изучении астрофизических объектов, особенно таких, как активные галактики и вспыхивающие звезды, целесообразно проводить комплексно с одновременной регистрацией излучений от этих объектов в разных диапазонах электромагнитного спектра. Орбитальная космическая обсерватория (ОКО) мо-

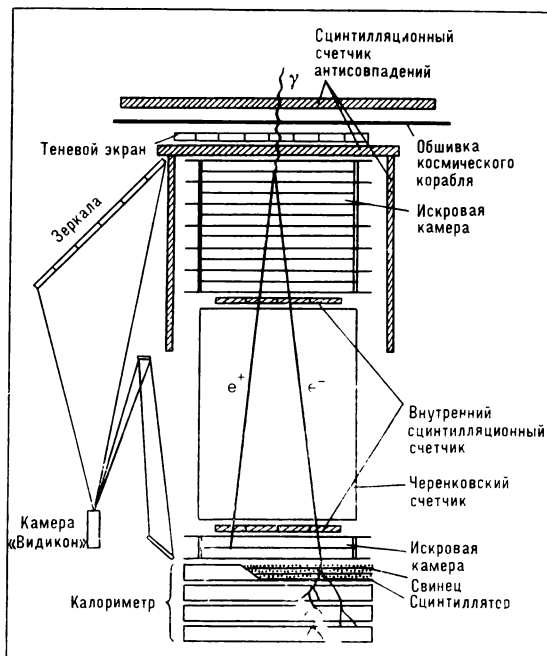


Схема большого гамма-телескопа

жет быть создана на базе космического корабля, способного поднять научную аппаратуру массой порядка двух тонн на орбиту высотой 300—400 км, осуществить ориентацию по трем осям с точностью не хуже  $0,5^\circ$  и наблюдение в течение длительного времени.

В состав ОКО может войти большой гамма-телескоп, охватывающий энергетический диапазон от 50 МэВ до 5 ГэВ, телескоп мягкого гамма-излучения с энергией от 40 кэВ до 5 МэВ и рентгеновский спектрометр, сопряженный с микро-ЭВМ, работающих в диапазоне от 3 до 25 кэВ.

Основу обсерватории должен составить телескоп для регистрации жесткого гамма-излучения. В отличие от телескопов, установленных на спутниках SAS-2 и COS-B, в этом телескопе целесообразно использовать широкозасорную искровую камеру. В отсеках такой камеры искра следует вдоль следа частицы, если ее траектория отклонена от вертикали не более чем на  $20^\circ$ . В этом варианте улучшается пространственная точность определения координат, меньше ложных пробоев, искажающих картину. При заданных габаритах ка-

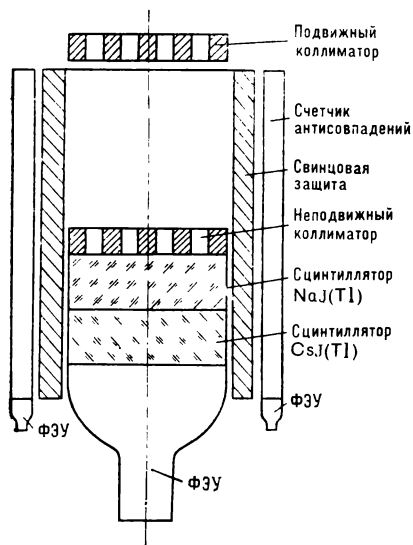


Схема гамма-телескопа мягкого гамма-излучения. Сцинтиллятор  $CsI(Tl)$  предназначен для подавления гамма-квантов, идущих от атмосферы Земли

меры было найдено оптимальное число искровых промежутков и определена толщина электродов, обеспечивающих наилучшую точность измерения направления и энергии гамма-квантов при достаточно высокой эффективности регистрации. Двенадцать искровых промежутков разделены поочередно электродами — конверторами из меди и алюминия толщиной 0,14 и 4 мм, соответственно. Эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 100 МэВ около 20%. Площадь пластин телескопа  $50 \times 50$  см<sup>2</sup>, что в 4 раза больше, чем в COS-B. Результаты калибровочных измерений искровых камер на ускорителях «Дези» в Гамбурге и «Пахра» в Троицке показали, что их угловое разрешение в 2 раза лучше, чем у COS-B.

В телескопе следует предусмотреть снятие информации с искровых камер с помощью видикона. Этот способ можно продублировать фотографическим для прецизионных измерений отдельных участков неба. Напомним, что видикон — передающая телевизионная трубка с электропроводящей мишенью. Под действием света от объекта передачи на мишени

образуется распределение зарядов, соответствующее изображению объекта. Заряд с мишени считывается электронным пучком, управляемым магнитными и электростатическими полями. Определить направление движения гамма-квантов с энергией больше 1 ГэВ можно с точностью до 1°. Дальнейшее повышение углового разрешения гамма-телескопа возможно при размещении в апертуре прибора теневого экрана. Как показывают оценки, этим методом при энергии больше 100 МэВ можно достичь угловую точность до 0,25° (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 21—23.— Ред.).

Для регистрации гамма-квантовых событий используются два внутренних сцинтилляционных счетчика и газовый черенковский счетчик. Каждый сцинтилляционный счетчик состоит из четырех самостоятельных счетчиков размерами  $40 \times 10$  см<sup>2</sup> и толщиной 1—2 см, в которых можно выделить случаи прохождения одной или двух частиц. Если частицы идут не сверху вниз, а наоборот, то данное событие не регистрируется. Газовый черенковский счетчик выделяет события, соответствующие приходу гамма-квантов при апертуре до 10°. Черенковский счетчик наполнен фреоном до давления 4 атм и срабатывает только тогда, когда скорость частиц, проходящих сверху вниз, более 0,9984 скорости света. Эффективная площадь счетчика 1250 см<sup>2</sup>. Минимальная энергия частиц, вызывающих срабатывание счетчика, 7 МэВ для электронов и 12 ГэВ для протонов.

Счетчики антисовпадений исключают из регистрации проходящие через телескоп заряженные частицы. Поскольку телескоп должен быть размещен внутри орбитальной обсерватории, фоновые потоки гамма-квантов могут образовываться заряженными частицами космических лучей в стенках космического корабля. Поэтому апертура искровой камеры должна быть перекрыта не только счетчиком непосредственно над камерой, но и счетчиком, смонтированным на внешней стороне обсерватории. Следы частиц в искровой камере регистрируются видиконом и фо-

тографируются через боковые счетчики антисовпадений.

Энергию гамма-квантов можно измерить либо по рассеянию электронов в пластинах искровой камеры, либо ионизационным калориметром, размещенным в нижней части установки. Калориметр должен представлять собой перемежающиеся слои свинца и сцинтилляторов общей толщиной 18,5 см. Его размеры  $60 \times 60$  см<sup>2</sup>, масса 300 кг. Калориметр необходимо разделить на четыре секции, каждая из которых просматривается фотоумножителями. Средняя ошибка при измерении энергии 100 МэВ составляет около 40%. Общий объем телеметрической информации от телескопа может составить до 60 Мбит/сут.

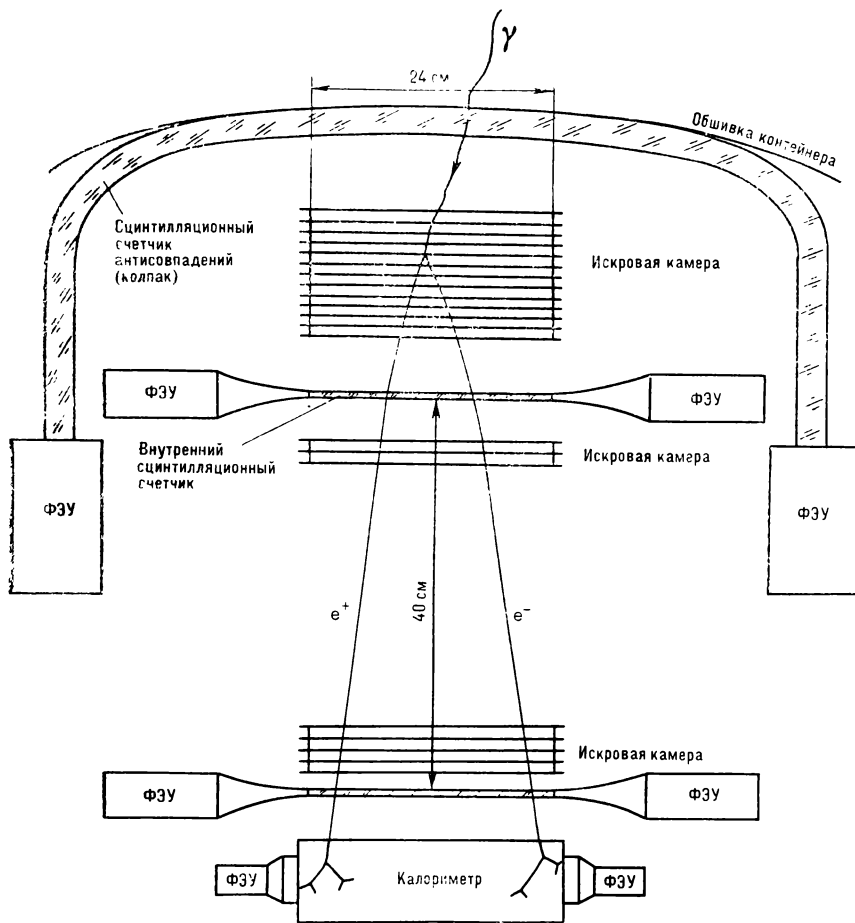
Минимально регистрируемый поток от дискретного источника существенно связан с величиной фона. Возможный фон от конструкции космического корабля был оценен с помощью малогабаритного телескопа «Елена-Ф» на борту космического комплекса «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс» (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 30—33.— Ред.). Величина фона не более  $10^{-3}$  фотона/см<sup>2</sup>·с·ср для гамма-квантов с энергией больше 100 МэВ.

Основу гамма-телескопа мягкого гамма-излучения составит сцинтилляционный счетчик с кристаллом NaI(Tl) площадью 200 см<sup>2</sup>. Применение подвижного и неподвижного коллиматоров позволит улучшить угловое разрешение прибора до 0,5° и устранить влияние нестационарности фона, что особенно существенно при работе на низкой орбите.

В 1977 году аналог телескопа был запущен на спутнике «Метеор». В интервале энергий от 25 до 50 кэВ был зарегистрирован поток квантов от Крабовидной туманности с интенсивностью  $7,8 \pm 1,3 \cdot 10^{-3}$  фотона/см<sup>2</sup>·с·кэВ. Эти цифры совпали с результатами измерений, выполненных другими способами.

Для наблюдения тех же объектов в рентгеновском диапазоне на космической обсерватории можно установить спектрометр четырех диапазонов энергий в области от 3 до 25 кэВ. Синхронные измерения на





*Схема гамма-телескопа средних энергий*

всех телескопов позволят измерить периоды двойных систем, пульсаров, обнаружить изменения во времени энергетических спектров и, в частности, линий атомов железа с энергией 6,7 кэВ. Для расширения диапазона временных измерений спектрометр будет соединен со специализированной вычислительной машиной. Она обеспечит частичную обработку информации и ее уплотнение для передачи на Землю.

Рентгеновский спектрометр с помощью четырех независимых пропорциональных счетчиков позволит исследовать и локализовать в поле зрения прибора размером  $10^\circ \times 10^\circ$  рентгеновские переменные источники с точностью до  $0,5^\circ$ . Оценки показывают, что спектрометр сможет

регистировать источники периодического рентгеновского излучения с интенсивностью, в 500 раз меньшей, чем Крабовидной туманности.

Программа измерений на ОКО должна предусматривать как совместную синхронную работу всех телескопов, так и автономную работу каждого из них.

Измерительные приборы обсерватории должны пройти предварительные испытания и калибровку. На ускорителях протонов будет проверена эффективность систем антисовпадений гамма-телескопов. На ускорителях электронов будут измерены характеристики телескопов во всем диапазоне энергий гамма-квантов и при различных углах их падения.

Длительность работы обсерватории на орбите должна быть не менее года. Среднее время экспозиции участка неба около двух месяцев, из

которых чистое время измерений будет равно примерно трети. Остальное время объекты закрыты Землей.

Первая часть программы наблюдений должна включать исследования известных всеволновых источников — пульсара PSR 0532 или PSR 0833. Не вызывает сомнений необходимость тщательного исследования центра Галактики. Особый интерес представляет антицентр Галактики, где расположены два ярких периодических гамма-источника, один из которых CG 195+1 с периодом 59 секунд пока не отождествлен с каким-либо объектом, наблюдаемым в другом диапазоне энергий. Затем — область созвездия Лебедя, активные галактики NGC 4151, 3C 120, квазар 3C 273, газопопылевые комплексы  $\rho$  Змееносца и  $\lambda$  Ориона и др.

Полученные к настоящему времени данные по гамма-излучению относятся к энергиям выше 40 МэВ. Область космического гамма-излучения с энергиями от 10 до 50 МэВ остается наименее изученной, а она важна для определения отношения потоков протонов и электронов в космических лучах. Дело в том, что светимость межзвездной среды в области от 20 до 50 МэВ определяется взаимодействием с межзвездным газом в основном электронной компоненты космических лучей, а при энергии более 70 МэВ — протонной компоненты. Очевидно, что соотношение соответствующих потоков гамма-квантов характеризует состав космических лучей в различных областях Галактики.

В настоящее время разрабатывается телескоп для регистрации гамма-квантов в области энергий от 10 до 100 МэВ. Рабочая площадь телескопа  $576 \text{ см}^2$ , а энергетическое разрешение около 30% при энергии 40 МэВ. Первая модель телескопа прошла успешные испытания во время исследований потоков гамма-квантов в верхних слоях атмосферы при запуске аэростатов в СССР и Индии.

Исследованиями в области гамма-астрономии в Советском Союзе занимаются ученые Института космических исследований АН СССР, Физико-технического института АН СССР, Физического института АН СССР, Мос-

ковского инженерно-физического института, сотрудничающие с французскими лабораториями из Сакле и Тулузы.

## АМЕРИКАНСКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Основа американской программы гамма-астрономических наблюдений — обсерватория GRO (Gamma-Ray Observatory), запуск которой планируется осуществить в 1985—1986 годах с помощью транспортного корабля «Спейс Шаттл». На орбиту высотой 400 км будет выведена платформа общей массой около 25 т.

Точность наведения и удержания платформы около 1°. Положение осей телескопов в пространстве будет определяться с точностью до 2'.

В комплект аппаратуры GRO входят: гамма-телескоп с искровыми камерами для исследований в диапазоне от 20 МэВ до 5 ГэВ, составная часть которого — поликристалл NaI(Tl) площадью  $76 \times 76$  см<sup>2</sup>, толщиной 20 см и массой 535 кг, обеспечивает точность измерения энергий до 15%; прецизионный гамма-спектрометр с восемнадцатью охлажденными кристаллами сверхчистого германия, каждый из которых имеет диаметр 6,5 см и длину 5 см; гамма-телескоп промежуточных энергий до 10 МэВ, работающий на принципе

комптоновского эффекта; набор из 12 дисков NaI(Tl), диаметром 48 см каждый, для исследования гамма-всплесков.

Исследования на космических обсерваториях позволят существенно продвинуться в понимании ряда астрофизических явлений. Но уже сегодня ясно, что необходимо начать разработку принципов построения гамма-телескопов следующего поколения с угловым разрешением порядка минут и точностью измерения энергий гамма-квантов не хуже единиц процентов в широком диапазоне энергий. Эти задачи чрезвычайно трудны, но их решение позволит сделать очередной шаг в познании Вселенной.

## ВОСЬМОЙ ИЗ СЕМЬИ «ПРОГНОЗОВ»

Особое место среди советских искусственных спутников Земли занимают высокоорбитальные станции «Прогноз». Орбита «Прогноза» — сильно вытянутый эллипс. Летящий по ней спутник удаляется от Земли в апогее на расстояние до 200 000 км, а в перигее проходит над ней на высоте 550 км. Полный виток вокруг Земли «Прогноз» делает за четверо суток. Орбита, по которой он движется, пронизывает приземную плазму и выходит в межпланетное пространство.

25 декабря 1980 года в Советском Союзе был осуществлен запуск очередного спутника этой серии — «Прогноз-8». Как и семь его предшественников, он предназначен для изучения влияния солнечной активности на межпланетную среду и магнитосферу Земли. Будут исследоваться корпускулярное и электромагнитное излучение Солнца, потоки солнечной плазмы, а также магнитное поле Земли.

Для выполнения поставленных научных задач ученые и специалисты ПНР, СССР, ЧССР и Швеция создали сложный комплекс научной аппаратуры. Его можно разделить на три основные группы — плазменную, солнечную и радиационную.

Исследования энергетических спектров заряженных частиц в плазме осуществляются на борту «Прогноза-8» советским спектрометром и двумя приборами — «Монитором» и



детектором энергичных заряженных частиц, созданных совместными усилиями специалистов СССР и ЧССР.

Советские и шведские специалисты изучают ионный состав магнитосферной плазмы с помощью спектрометра «Промикс-2».

Плазменные волны исследуются комплексом приборов, включающим разработанные в СССР и ЧССР два спектроанализатора электрической и магнитной компонент, советско-польский ультранизкочастотный спектроанализатор плазменных волн и анализатор плотности потока плазмы, созданный в СССР. В плазменную группу приборов входят также два советских магнитометра.

Сведения о происходящих на Солнце процессах передает со спутника «Прогноз-8» советско-чехословацкая аппаратура, составляющая солнечную группу приборов, — рентгеновский солнечный фотометр и спектрометр длинноволнового солнечного радиоизлучения.

Для определения радиационной обстановки в окрестностях нашей

планеты на борту «Прогноза-8» установлена группа советских приборов. Это необходимо для решения проблемы защиты космонавтов от радиации во время пилотируемых полетов.

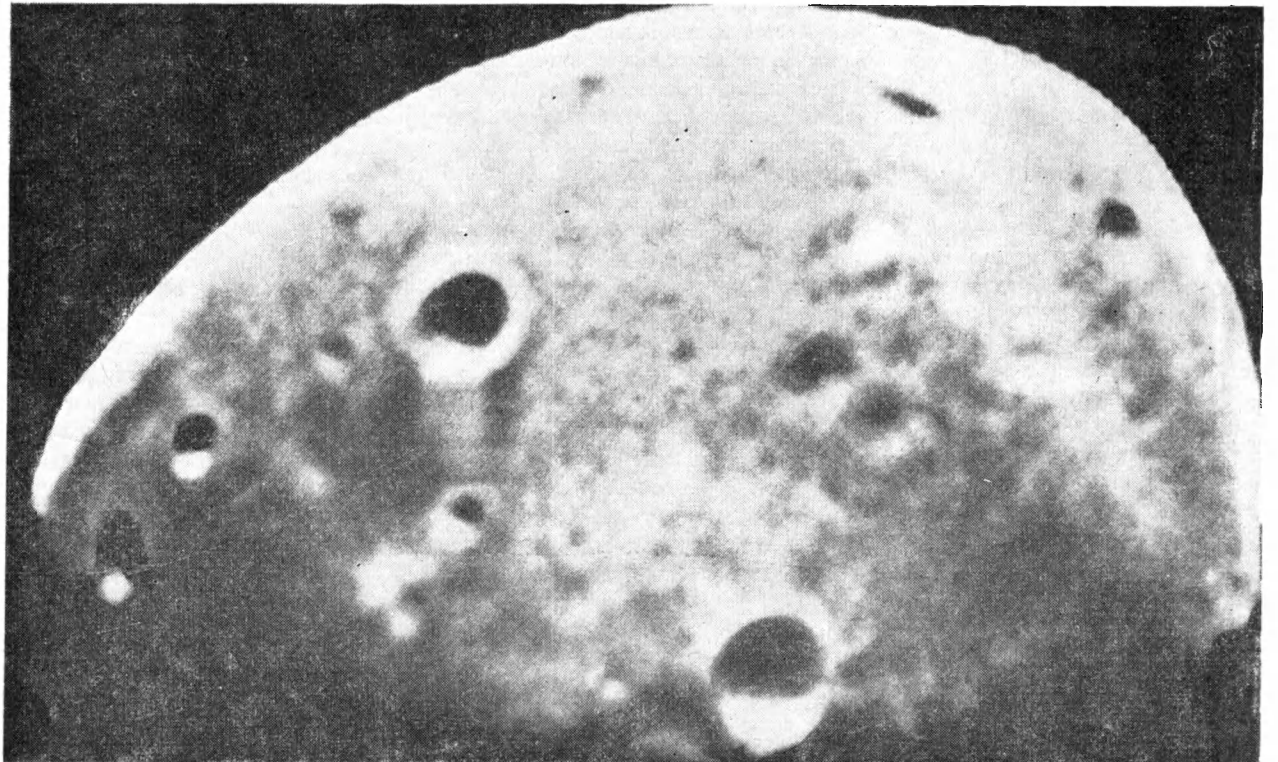
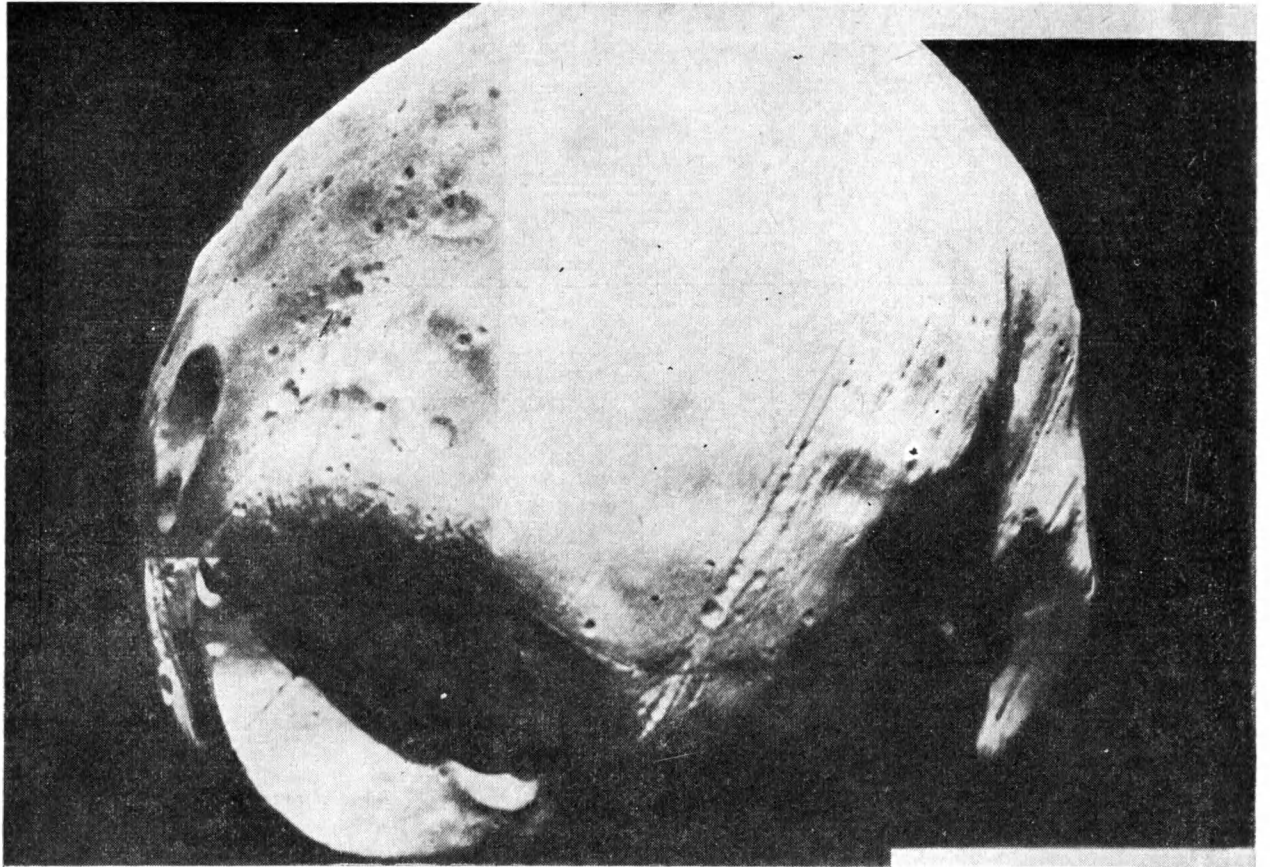
В настоящее время для прогнозирования погоды используется информация, переданная с метеорокетов (на высотах до 120 км), спутников «Метеор» (около 1000 км) и «Прогноз» (до 200 000 км). Анализируя данные, полученные на трех высотных «этажах», можно представить состояние околосолнечного пространства, формирующегося под воздействием солнечной активности.

М. А. РИМША

## ФОБОС И ДЕЙМОС

Удивительно по-разному выглядят спутники Марса. Вверху — Фобос, его поперечник 24 км. Он обращается вокруг Марса на высоте 6000 км с периодом 7,6 часа. На Фобосе видны резко очерченные кратеры, многочисленные трещины и другие четкие детали. Внизу — Деймос, его поперечник вдвое меньше Фобоса. Деймос обращается вокруг Марса на высоте 24 000 км с периодом 1,3 суток. Все детали на нем имеют мягкие, сглаженные контуры, словно изображение спутника расфокусировано. Причина этого различия остается пока неясной.

Images of Mars, NASA SP-444, 1980.





## Постоянна ли



следнее десятилетие в результате работ, выполненных с абсолютным гравиметром АН СССР группой специалистов под руководством Юрия Дмитриевича, установлено глобальное изменение силы тяжести во времени.

Ю. Д. Буланже внес выдающийся вклад в проведение Международного геофизического года и дальнейшее развитие международного сотрудничества в области наук о Земле. Международная научная общественность отметила заслуги Юрия Дмитриевича, избрав его в 1974 году президентом Международной ассоциации геодезии и членом ряда международных научных учреждений. Уже несколько лет Ю. Д. Буланже возглавляет Всесоюзное астрономо-геодезическое общество, успешно руководит издательской деятельностью Междуведомственного геофизического комитета АН СССР, является заместителем главного редактора нашего журнала. За научные заслуги и вклад в народное хозяйство Юрий Дмитриевич награжден орденом Октябрьской Революции, орденом Трудового Красного Знамени, двумя орденами «Знак Почета» и медалями.

Редакционная коллегия, сотрудники редакции и авторский коллектив «Земли и Вселенной» поздравляют Юрия Дмитриевича, желают ему крепкого здоровья и новых творческих успехов.

**Проблема нестабильности гравитационного поля Земли во времени становится одной из важнейших проблем гравиметрии. Она тесно связана с решением многих задач глобальной геодинамики.**

### ЗАЧЕМ ИЗУЧАЮТ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ?

Измерение силы тяжести — одной из фундаментальных физических констант, используемой в различных областях знаний, — началось на земной поверхности более двухсот лет назад. Одновременно ученые интересовались и тем, изменяется ли величина силы тяжести со временем. Проблема эта стала особенно острой в последнее время и объясняется несколькими причинами. Во-первых, стремительное развитие спутниковой геодезии заставило решать вопрос о нестабильности положения центра масс Земли в системе координат, закрепленных на литосфере. Дело в том, что еще не так давно все геодезические работы, связанные с определением координат точек земной поверхности (широты, долготы, высоты), основывались на предположении, что Земля — абсолютно твердое, недеформируемое тело. Однако существенное повышение точности геодезических измерений показало, что земная поверхность деформируется и что скорость деформации в горизонтальном и вертикальном направлениях может быть значительной — десятки миллиметров в год.

В августе этого года исполняется 70 лет члену-корреспонденту АН СССР, доктору физико-математических наук, профессору Юрию Дмитриевичу Буланже. Юрий Дмитриевич — признанный глава научной школы, связанной с экспериментальным изучением гравитационного поля Земли. Конструктор и исследователь нескольких поколений приборов, организатор создания опорной гравиметрической сети СССР, автор нового направления — изучение неприливных изменений силы тяжести — таков перечень важнейших научных достижений Юрия Дмитриевича. В по-



## сила тяжести?

Для решения геодезических задач сейчас широко применяются наблюдения за движением искусственных спутников Земли. В этом случае начало координатной системы относится к центру масс Земли. Поскольку измерения проводятся на литосфере, то необходимо решить вопрос, перемещается ли начало координат по отношению к литосфере или остается неизменным. Ответ на эти вопросы могут дать результаты наблюдения за изменениями силы тяжести на гравиметрической сети, равномерно охватывающей всю территорию земного шара.

Во-вторых, знания об изменениях силы тяжести необходимы еще и потому, что непрерывно возрастает **точность физических эталонов**, а многие из них определяются через величину силы тяжести. В-третьих, гравиметрические работы, особенно высокоточные, предъявляют высокие требования к метрологическому обеспечению определений силы тяжести. Стандартизация измерительных шкал приборов проводится преимущественно на специальных эталонных полигонах, и нужно иметь ясное представление, стабильны ли **эталонные значения силы тяжести** на этих полигонах, а также на пунктах опорных сетей, которые используются при производстве гравиметрической съемки.

Высокоточные гравиметрические работы сейчас проводятся во многих странах мира. Особенно хорошо они поставлены в СССР, Финляндии и ФРГ. Советские ученые принимают активное участие во всех международных программах по изучению гравитационного поля Земли.



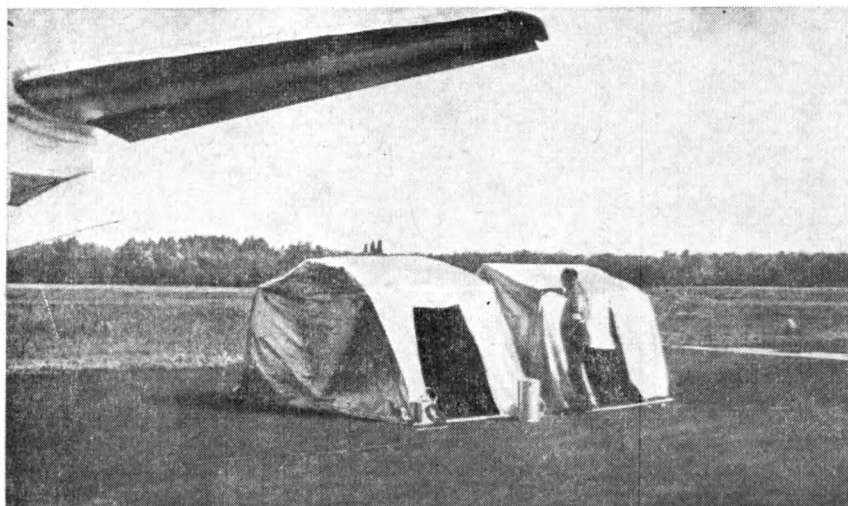
### НЕПРИЛИВНЫЕ ВАРИАЦИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Сейчас четко разграничивают понятия об изменениях гравитационного поля во времени — их делят на **приливные вариации**, вызываемые притяжением Луны и Солнца, и **неприливные изменения**, которые порождаются внешними и внутренними причинами, связанными с развитием нашей планеты. Приливные вариации имеют периодический характер и к настоящему времени довольно хорошо изучены. Наблюдаемые на земной поверхности, они несут ценную информацию о физических свойствах отдельных слоев Земли и всей планеты в целом. Амплитуда приливной волны, как теперь установлено, зависит от широты места наблюдений: на полюсах она близка к нулю, на экваторе максимальна и достигает примерно 500 мкГал ( $1 \text{ мкГал} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ г}$ ). Зависит она также от местных условий, связанных с неоднородностью строения Земли, и может быть предвычислена для любого момента времени и для любого пункта с точностью до  $\pm 6-7 \text{ мкГал}$

*Контрольные измерения силы тяжести на эталонном полигоне в Баксанском ущелье (Северный Кавказ) при стандартизации шкал гравиметров*

(Земля и Вселенная, 1965, № 2, с. 7—13.—Ред.).

В данной статье речь пойдет о **медленных вековых, или неприливных, изменениях силы тяжести**. Они изучены намного хуже. Величина их зависит от многих причин, связанных как с перестройкой масс внутри всего земного шара и его отдельных частей, так и от действующих на Землю внешних сил. Изучение неприливных изменений силы тяжести осложняется и тем, что они весьма малы и лежат на границе точности измерений. К тому же, изменения протекают очень медленно и для их изучения требуется длительное время. По всем этим причинам пока сравнительно мало известна их природа, и лишь в самые последние годы удалось несколько продвинуться в их изучении.



*В таких палатках устанавливаются приборы на гравиметрических пунктах на аэродромах при проведении высокоточных измерений гравиметрами*

Первые исследования неприливных изменений силы тяжести в Советском Союзе начались в 1935 году. Толчком к ним послужили большие — в десятки миллигал — расхождения между повторными определениями силы тяжести на Кавказе и в Средней Азии. Для проверки этих данных сотрудники бывшего Сейсмологического института АН СССР Н. Н. Парийский и автор этой статьи провели повторные измерения силы тяжести на трассах, пересекавших Главный Кавказский хребет. В результате оказалось, что большие изменения силы тяжести — лишь следствие накопления ошибок измерений, а вовсе не колебания гравитационного поля. Стало ясно, что если неприливные изменения силы тяжести и существуют, то они весьма малы и не превышают десятых долей миллигала в год. Измерительная аппаратура не обладала тогда точностью, которая позволила бы зарегистрировать такие изменения.

Разработку новых средств и методов измерений надолго прервала Великая Отечественная война, и вернуться к ним удалось только в 50-х годах. К тому времени были созданы широкодиапазонные высокоточ-

ные гравиметры, с помощью которых были заложены начальные эпохи для изучения неприливных изменений силы тяжести на территории Советского Союза и социалистических стран.

В последние годы в научной литературе появилось много сообщений о значительных изменениях силы тяжести, обнаруженных при повторных измерениях. Но из-за недостаточного метрологического обеспечения в большинстве случаев их нельзя сопоставлять друг с другом. В то же время авторы измерений отождествляли эти расхождения с изменениями гравитационного поля Земли. Чтобы избежать ошибочных выводов, нужно каждый новый результат принимать с большой осторожностью и тщательно обосновывать.

Что же нам сейчас достоверно известно о неприливных изменениях силы тяжести?

#### ЛОКАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Теперь твердо установлено, что сила тяжести может изменяться в отдельных районах земного шара, и изменяться значительно. Объясняется это многими местными причинами. Наибольшее воздействие, по видимому, оказывают деформации земной поверхности, процессы, протекающие в земной коре перед извержениями вулканов. Определенную роль играют также вариации гидро-

логического режима и атмосферного давления.

Хорошо фиксируются колебания силы тяжести, связанные с изменением высот пунктов наблюдений. В Японии, на полуостровах Мицуру и Босо, где отслежены интенсивные местные опускания земной поверхности, изменения силы тяжести достигали 20 мкГал в год. Похожая картина наблюдалась и в районе озера Бива. Там в некоторых пунктах с 1964 по 1971 год при опускании земной поверхности сила тяжести изменилась на 100 мкГал. В Северной Исландии, где наблюдения ведутся с 1938 года, увеличение силы тяжести, вызванное перемещением пунктов по высоте, с 1977 по 1978 год составило 200 мкГал. Подобных примеров можно привести много, и все они указывают на заметные изменения, которые вызываются изменением высот земной поверхности.

В Японии, Индонезии, на Корсике отчетливо зафиксированы значительные колебания силы тяжести в связи с активной деятельностью вулканов. Интересные результаты получены при наблюдениях на геодинамических полигонах. В СССР на одном из таких полигонов, расположенном в сейсмоактивном районе вблизи Ашхабада, удалось обнаружить локальные изменения силы тяжести порядка 100 мкГал в период подготовки крупного землетрясения. (Интересно отметить, что в этом случае никакой корреляции с изменением высот пунктов не наблюдалось.) Видимо, они были вызваны изменением плотности горных пород, деформировавшихся перед сейсмическим ударом.

Сейчас интенсивно изучается влияние атмосферных и гидрологических условий на изменение силы тяжести. Кратковременные перемещения масс атмосферного воздуха при прохождении циклонов и антициклонов, их сезонные передвижения, по теоретическим оценкам, могут вызвать изменение силы тяжести на 15—20 мкГал. Колебания уровня воды в водоемах, артезианских скважинах также могут привести к возмущениям силы тяжести порядка 7—8 мкГал, а иногда и более 100 мкГал. Такие оценки подтверждаются и на

практике. Например, вследствие опускания уровня грунтовых вод на 12 м сила тяжести в Токио за три года (с 1960 по 1963) уменьшилась на 80 мкГал. В ближайшее время на территории Болгарии будет осуществляться международная программа по изучению колебаний силы тяжести, связанных с сезонными изменениями уровня воды в Дунае. Кроме болгарских специалистов в работе примут участие чехословацкие, советские и венгерские ученые.

Говоря об изучении локальных изменений силы тяжести, нельзя не упомянуть о двух интересных практических результатах. Использование методики тонких наблюдений за не-приливными изменениями силы тяжести помогло зафиксировать миграцию газа в нескольких естественных газохранилищах. Метод оказался настолько эффективным, что сразу же нашел применение. Второй результат неожиданно был получен при повторных измерениях силы тяжести вдоль профилей, пересекавших районы, где происходят крупные оползни. Гравитационное поле оказалось весьма чувствительным к уменьшению плотности верхней толщи в тех пунктах, где зарождаются оползневые сколы. Результат этот, вероятно, можно будет использовать для прогнозирования этих стихийных явлений.

#### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Как изменяется сила тяжести на больших территориях земного шара, охватывающих целые регионы, пока до конца неясно. Интересные исследования проводились в 1966—1976 годах в Фенноскандии. Первый траверз длиной около 1200 км был проложен от берегов Атлантики до восточной границы Финляндии. Позднее появились еще два траверза широтного направления, пересекавших территорию Швеции и Финляндии. И хотя гравиметрические и геодезические работы проводились там на высоком научном и техническом уровне, уверенных данных об изменении силы тяжести получить не удалось.

В 1968 и 1974 годах были проведены измерения силы тяжести на

Международном гравиметрическом эталонном полигоне, проходящем по территории Восточной Европы — от Таллина через Потсдам до Софии. Оказалось, что за шесть лет сила тяжести на всех пунктах полигона по отношению к Потсдаму практически не изменилась. Колебания не превышали 2—3 мкГал в год, что было в пределах ошибок измерений.

Большая работа по изучению не-стабильности гравитационного поля проделана в США. Там в 1966—1967 годах была создана опорная гравиметрическая сеть из 59 пунктов. Предварительные данные повторных определений, выполненных в 1975 году, показали, что за десять лет сила тяжести на всех пунктах оставалась неизменной в пределах 30 мкГал. Годовые изменения, если они и происходили, то не могли превышать 3 мкГал, то есть оказались примерно такими же, как и на полигоне в Восточной Европе.

Таким образом, региональные изменения силы тяжести на больших территориях, охватывающих сейсмические районы, где не происходит быстрой перестройки земной коры, вероятно, невелики и вряд ли могут быть больше 1—2 мкГал в год.

#### ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Существует несколько теоретических объяснений возможных изменений силы тяжести глобального характера. Первое было дано венгерским ученым Г. Барта. В основе его лежало предположение о том, что ядро Земли перемещается относительно ее оболочек. И поскольку ядро асимметрично, в районах больших аномалий возможны значительные изменения силы тяжести во времени. По мнению Барта, изменения могут достигать даже 500 мкГал в год. Однако эти предположения не получили экспериментального подтверждения.

Советские ученые Н. Н. Парийский и С. М. Молоденский выдвинули гипотезу, которая основывается на том, что глобальные изменения силы тяжести вызываются неравномерностью вращения Земли. Согласно расчетам, изменения эти могут дости-

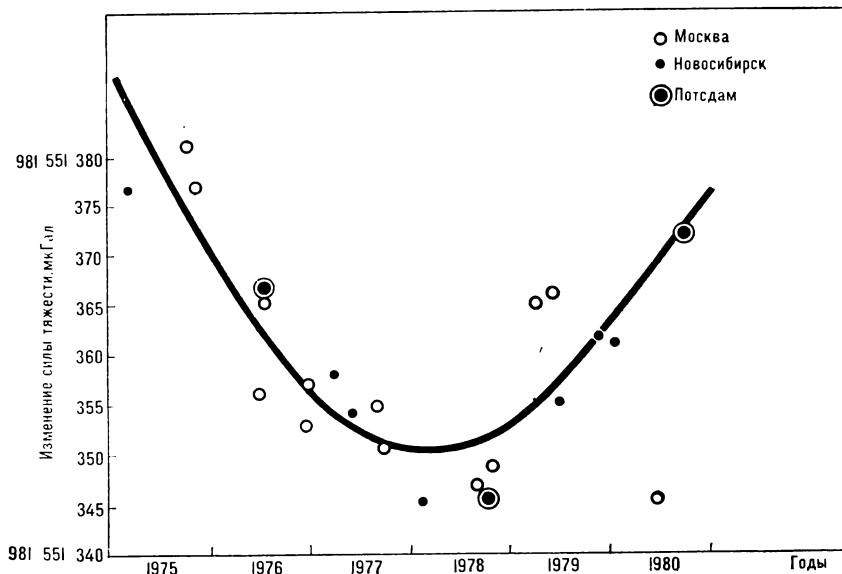


гать нескольких десятков микрогал в год. Одной из причин изменения силы тяжести является перемещение полюсов Земли. В средних широтах оно может вызвать изменение в несколько микрогал.

Сезонные изменения уровня Мирового океана могут вызвать смещение центра масс Земли, что также приведет к глобальным изменениям силы тяжести на земной поверхности до 0,6 мкГал в год, а глобальные перемещения воздушных масс в атмосфере — к изменениям до 1,3 мкГал. Однако все это только теоретические оценки, они довольно приближенны и требуют уточнения. Посмотрим, что же дает эксперимент.

На территории Советского Союза в 50-х годах с интервалом в четыре года осуществлялись повторные определения силы тяжести по трассам Потсдам — Рига — Москва — Казань — Свердловск — Чита — Петропавловск-Камчатский и Тбилиси — Ашхабад — Балхаш — Алма-Ата — Душанбе. Оказалось, что полученные изменения много меньше ошибок их определения. Иначе говоря, реальных изменений силы тяжести при той точности эксперимента (порядка  $\pm 30$  мкГал) обнаружить не удалось.

В конце 60-х годов инструментальная гравиметрия сделала гигантский скачок. Появились новые приборы — **баллистические гравиметры**, позволяющие с высокой точностью определять абсолютную величину силы тяжести. Таким прибором, созданным в Институте автоматики и электротехники СО АН СССР, были сделаны определения на многих пунктах Восточной Европы, Советского Союза, в экваториальной зоне (Син-



*Глобальные изменения силы тяжести, измеренные в Москве, Новосибирске и Потсдаме. Видно, что заметные изменения происходят с периодом около 5 лет. Они вызваны, вероятнее всего, неравномерностью вращения Земли*

гапур, Папуа Новая Гвинея), Австралии и Тасмании. Везде изменения силы тяжести были малы и не превышали 2—4 мкГал в год.

Однако новые многократные повторные определения, начавшиеся в 1976 году в Потсдаме, Москве и Новосибирске, неожиданно дали иной результат — глобальное изменение силы тяжести удалось обнаружить. На всех этих пунктах изменения составляли одну и ту же величину. В первом приближении их можно считать квазипериодическими с периодом около 5 лет и амплитудой порядка 20 мкГал (максимальное изменение имело место в 1976—1978 годах и достигало 10 мкГал в год). Отметим, что за несколько лет до этих измерений аналогичная картина наблюдалась в Севре (Франция). Там были также зарегистрированы квазипериодические изменения силы тя-

жести примерно с таким же периодом, правда, с несколько большей амплитудой. Но тогда их отождествили с локальными изменениями, вызванными колебаниями уровня грунтовых вод в районе Парижа.

Если подвести итог имеющимся теоретическим оценкам и экспериментальным измерениям, то можно сказать, что глобальные колебания силы тяжести, вероятно, существуют, но пока все же недостаточно данных для определения их периода или амплитуды. Но важно то, что, согласно расчетам Н. Н. Парицкого, эти колебания хорошо объясняются изменением скорости вращения Земли. Полученная Н. Н. Парицким величина изменения — 6 мкГал в год — хорошо согласуется с величиной, измеренной в экспериментах.

Какие же выводы можно сделать о наших познаниях неприливных изменений силы тяжести? Во-первых, эти изменения малы и потому трудно уловимы, но современные измерительные средства, применяемые в высокоточной гравиметрии, позволяют их обнаруживать. Во-вторых, уверенно прослеживаются локальные изменения силы тяжести, связанные с перемещением масс в земной ко-

ре, с изменением гидрологического режима и движениями воздушных масс в атмосфере. Обычно локальные изменения не превышают 5—10 мкГал в год, но были отмечены случаи, когда они достигали и 60 мкГал в год, что чаще всего было связано с подъемом или опусканием земной поверхности. В-третьих, сейчас мы имеем первые данные о глобальных изменениях силы тяжести, которые, скорее всего, обусловлены неравномерностью вращения Земли. Их величина, вероятно, может достигать 10—15 мкГал в год.

Чтобы понять природу неприливных изменений силы тяжести и прогнозировать их с точностью, достаточной для решения практических задач, нужно затратить еще немало времени и труда. В ближайшее десятилетие изучению глобальных изменений силы тяжести будет уделяться особое внимание. Такое изучение необходимо для решения фундаментальных проблем геодинамики и, в первую очередь, определения перемещения центра масс Земли. Одновременно будут продолжаться исследования локальных изменений, присущих конкретным районам земного шара. Это направление имеет большое прикладное значение и необходимо метрологам, геодезистам и, особенно, гравиметристам при использовании опорных гравиметрических сетей и эталонных полигонов.

Изучением колебаний силы тяжести в Советском Союзе занимаются многие научные и научно-производственные учреждения. Координацию этих исследований осуществляет Комиссия по изучению неприливных изменений силы тяжести, входящая в Геодезическую секцию Междугосударственного геофизического комитета при Президиуме Академии наук СССР.





## Взрывающиеся звезды и их остатки

### ВСПЫШКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗВЕЗД

Звезды, более или менее сходные с нашим Солнцем, длительно и устойчиво излучают практически на постоянном уровне. Геологические и палеонтологические данные доказывают, что на протяжении нескольких миллиардов лет мощность солнечного излучения не могла отличаться от современной больше чем на 50%. Такие звезды представляют собой великолепно отлаженные «машины», характеризующиеся совершенной устойчивостью. Малейший рост температуры звезды почти мгновенно приводит к ее расширению, которое сопровождается падением температуры до прежнего значения. Поэтому говорят, что нормальная звезда представляет собой «систему с отрицательной теплоемкостью». В таком состоянии звезда находится до тех пор, пока не исчерпает запасов своей ядерной энергии, то есть пока водород в ее центральной области не превратится в гелий (Земля и Вселенная, 1969, № 4, с. 19—26.— Ред.). У Солнца, которое уже «живет» около 5 млрд. лет, это произойдет через 7—8 млрд. лет. После выгорания водорода Солнце сильно изменится: оно «раздуется» до размеров орбиты Земли, а мощность его излучения увеличится в сотни раз. Другими словами, из звезды главной последовательности Солнце превратится в красного гиганта, а через сравнительно короткое время, потеряв наружную оболочку, — в белого карлика.

Многие звезды, возможно даже большая часть, меняют мощность

**Вспышки сверхновых — закономерный финал звездной эволюции. Все ли звезды заканчивают свою «жизнь» взрывом сверхновой и что остается после взрыва!**

своего излучения либо периодически (как, например, цефеиды), либо в той или иной степени беспорядочно. К числу последних относится самая многочисленная группа звезд — красные карлики. Это звезды малой массы (раз в десять меньше солнечной) и, соответственно, низкой светимости. Они эволюционируют очень медленно. Свое ядерное горючее (водород!) они исчерпают только через сотни миллиардов лет. Заметим, что Вселенная существует около 20 млрд. лет, следовательно, за это время красные карлики еще не успели эволюционировать. Вещество красных карликов находится в состоянии бурных конвективных движений. По этой причине на их поверхности происходят грандиозные вспышки, длительность которых порядка минут и часов. Во время таких вспышек мощность излучения красного карлика увеличивается во много десятков раз.

Более грандиозные изменения светимости наблюдаются во время вспышек новых и новоподобных звезд. При таких вспышках светимость звезды иногда возрастает в десятки миллионов раз. Длительность вспышки исчисляется днями и неделями. Сейчас доказано, что все новые и новоподобные звезды входят в тесные двойные системы, где «активный»

(вспыхивающий) компонент — белый карлик. На его поверхность все время натекает богатое водородом вещество со второго компонента системы, и, когда этого вещества накопится достаточное количество, происходит термоядерный взрыв. Взрывы повторяются почти периодически через промежутки времени от нескольких недель (звезды типа U Ближнецов) до многих тысяч лет (классические новые).

Все описанные выше изменения мощности излучения звезд не затрагивают их внутренней структуры. Это «поверхностные» явления, происходящие в наружных слоях звезд. Даже термоядерная вспышка на поверхности новой звезды практически не отражается на ее недрах. Тем больший интерес представляют катастрофические изменения мощности излучения звезды, которые сопровождаются радикальной перестройкой ее внутренней структуры. Такие грандиозные взрывы звезд исторически получили, на наш взгляд, крайне неудачное название «вспышки сверхновой звезды».

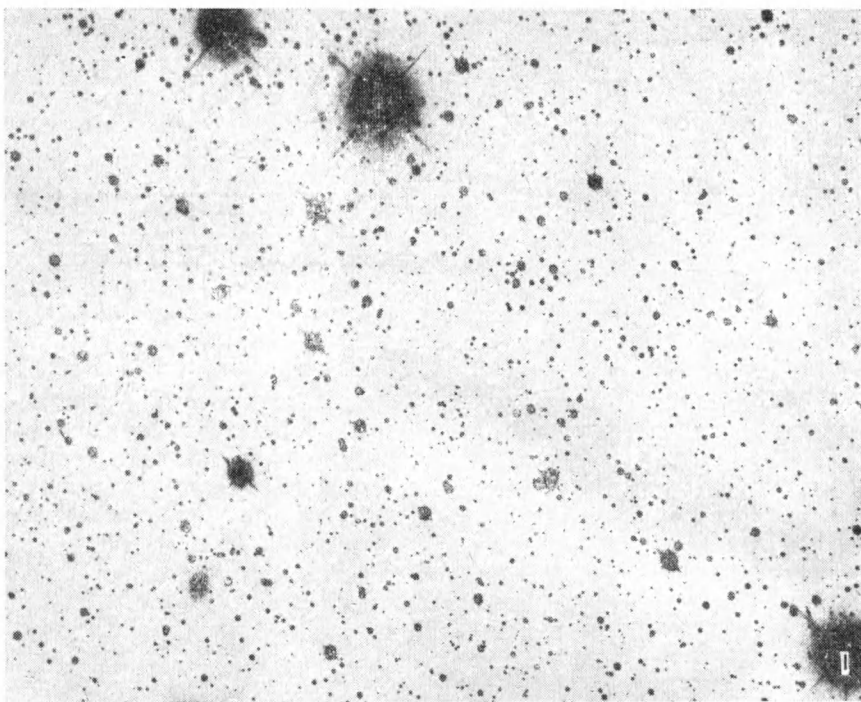
### ВСПЫШКИ СВЕРХНОВЫХ

Из старинных хроник известно, что на небе иногда внезапно ярко вспыхивали звезды. Достигнув максимума блеска, такая звезда медленно угасала и через несколько месяцев становилась невидимой. Вблизи максимума блеска эти звезды (в древних китайских хрониках они назывались «звезды-гости») могли наблюдаться даже днем, и тогда их видимый блеск превосходил блеск Венеры — ярчайшего после Солнца и Луны све-

тила. В 1572 году яркую вспышку звезды наблюдал в созвездии Кассиопеи выдающийся астроном Тихо Браге. Последний раз в нашей Галактике сверхновую звезду наблюдал в 1604 году в южном созвездии Змееносца великий Кеплер, который через пять лет после этого ввел в практику астрономических наблюдений телескоп. Появление на небе таких звезд (как и комет) привлекало к себе пристальное внимание ученых и философов, поскольку нарушало аристотелево представление об «идеальности», «совершенстве» и неизменности небес.

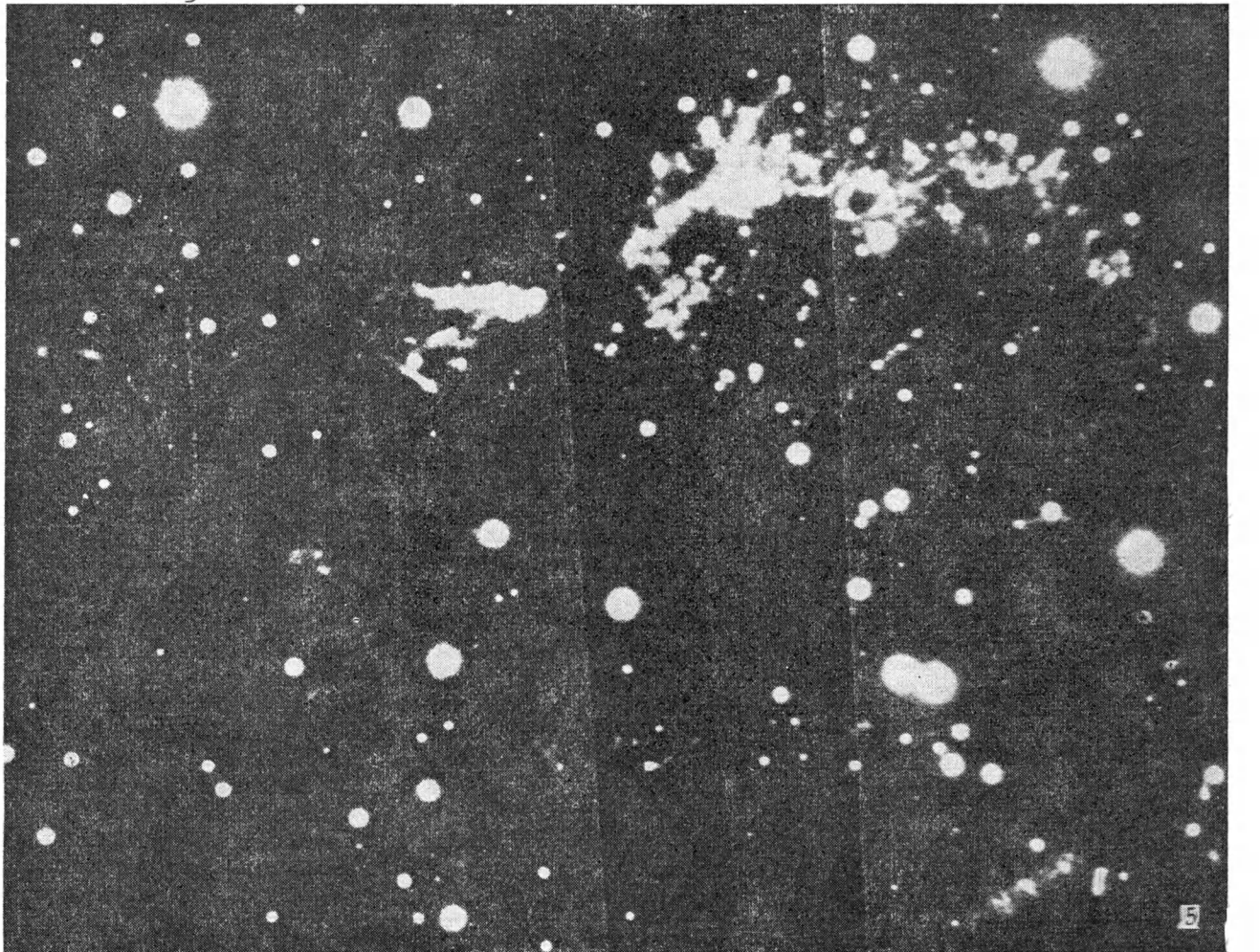
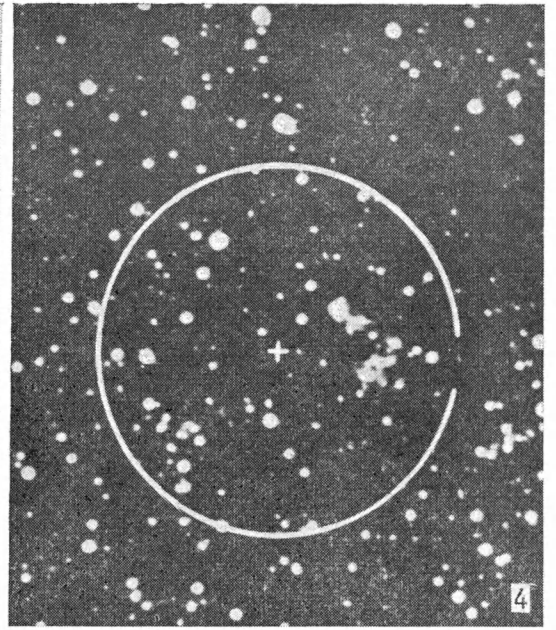
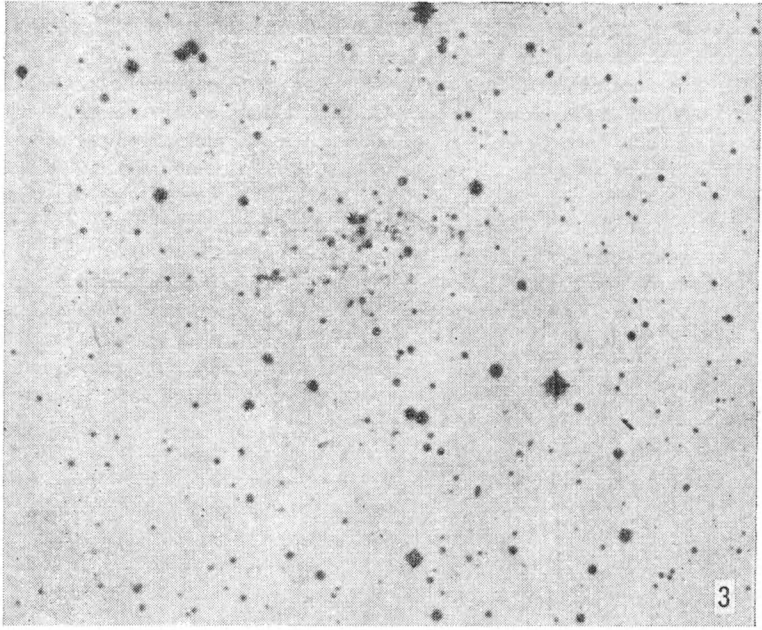
После 1604 года в Галактике вспышки сверхновых звезд не наблюдались. Это, конечно, не означает, что в нашей звездной системе не было таких вспышек за последние без малого четыре столетия «телескопической» эры в истории астрономии. Доподлинно известно, например, что около 1667 года вспыхнула сверхновая в созвездии Кассиопеи, но почему-то она не была замечена. Следует иметь в виду, что межзвездное пространство вблизи плоскости Галактики наполнено поглощающими свет пылевыми частицами. Так как большинство звезд Галактики концентрируется в этой плоскости, то лучи света проходят большой путь в межзвездном пылевом слое и испытывают очень сильное поглощение. Поэтому отдаленные вспышки наблюдать не удается.

Казалось бы, при столь редких вспышках сверхновых мы мало что можем знать об их природе. Но это не так. Астрономы уже давно наблюдают вспышки сверхновых в других галактиках. В 1885 году впервые вспышка звезды наблюдалась в туманности Андромеды на отечественной обсерватории в Дерпте (Тарту). Сама туманность Андромеды имеет видимую величину около  $4,5^m$  и различима невооруженным глазом. Блеск вспыхнувшей звездочки достиг  $6^m$ , то есть поток излучения от нее был всего в 4 раза меньше, чем от всей туманности Андромеды. В те времена результат не удивил астрономов, ведь они не имели ни малейшего представления о природе туманности Андромеды, равно как и



*Участки неба и туманности, отождествляемые со вспышками сверхновых звезд, которые произошли в нашей Галактике за последнюю тысячу лет:*  
 1 — созвездие Волка, сверхновая 1006 года (негатив);  
 2 — Крабовидная туманность, сверхновая 1054 года;

3 — созвездие Кассиопеи, сверхновая 1572 года (негатив);  
 4 — созвездие Змееносца, сверхновая 1604 года;  
 5 — оптическая туманность, связанная с радиисточником Кассиопея А, сверхновая 1667 года



других спиральных туманностей. Только на рубеже 20-х годов XX века была понята внегалактическая природа М 31 (так обозначена туманность Андромеды в известном каталоге туманностей, составленном французским астрономом Ш. Мессье в конце XVIII века), а также других сходных объектов. Оказалось, что это — гигантские агрегаты, состоящие из сотен миллиардов звезд, межзвездной среды и огромного количества туманностей. Каждый такой «звездный остров» подобен нашей Галактике.

И тут невольно поразило воображение астрономов то обстоятельство, что мощность излучения вспыхнувшей в 1885 году в М 31 звезды была вполне сравнима с мощностью многих миллиардов звезд, ответственных за светимость этой галактики! Ничего подобного астрономы раньше не наблюдали. Мощность излучения вспыхнувшей звезды в десятки тысяч раз превосходила мощность излучения обычных новых звезд. Любопытно, что это обстоятельство известный американский астроном Х. Шепли использовал как аргумент против метагалактической природы М 31. Вскоре, однако, в туманности Андромеды обнаружили обычные новые звезды, которые наблюдались как объекты 16—17-й величины. Новые звезды в М 31 вспыхивают по несколько десятков в год. Звезды, подобные вспыхнувшей в 1885 году в туманности Андромеды, астрономы стали называть сверхновыми.

Вспышки сверхновых в других галактиках наблюдались не только в сравнительно близкой к нам туманности Андромеды (расстояние до нее составляет «все же лишь» 600 000 пк). В 1895 году в карликовой галактике NGC 5253 вспыхнула очень яркая сверхновая, имевшая в максимуме блеска 7,5 звездной величины, в то время как «материнская» галактика была на 4,5 величины слабее. Интересно, что в 1972 году в этой же галактике вспыхнула еще одна сверхновая, которая была со всей тщательностью исследована астрономами на современном техническом уровне. Естественный вопрос: почему большинство вспышек сверхновых в нашей

Галактике ускользает от наблюдателей, а вспышки в далеких галактиках наблюдаются? Дело в том, что из далекой галактики свет от сверхновой идет обычно к земному наблюдателю под большим углом к плоскости симметрии галактики, где концентрируются поглощающие излучение пылевые облака. Поэтому вспышка сверхновой в другой галактике будет значительно меньше ослаблена, чем вспышка на далекой периферии нашей собственной Галактики.

Сверхновые звезды вспыхивают чрезвычайно редко. Подсчет вспышек в других галактиках, где за последние десятилетия наблюдалось около 500 сверхновых, приводит к выводу, что в гигантской галактике типа нашей вспышка случается приблизительно раз в несколько десятилетий.

## ДВА ТИПА СВЕРХНОВЫХ

Сверхновая звезда в течение короткого времени излучает столько же энергии, сколько миллиарды звезд той галактики, в которой она вспыхнула. Полное количество энергии, излученное сверхновой за время вспышки, порядка  $10^{50}$  эрг, что близко к солнечному излучению за миллиард лет! Заметим, что запас тепловой энергии солнечных недр, нагретых до нескольких миллионов градусов, около  $10^{48}$  эрг, то есть в 100 раз меньше энергии, излучаемой сверхновой за время вспышки. Гравитационная энергия связи звезды, похожей на Солнце, также порядка  $10^{48}$  эрг. Значит, освободившейся при вспышке сверхновой энергии более чем достаточно, чтобы полностью рассеять в окружающее пространство вещество звезды, похожей на Солнце. Следовательно, взрыв звезды должен сопровождаться коренным изменением ее структуры.

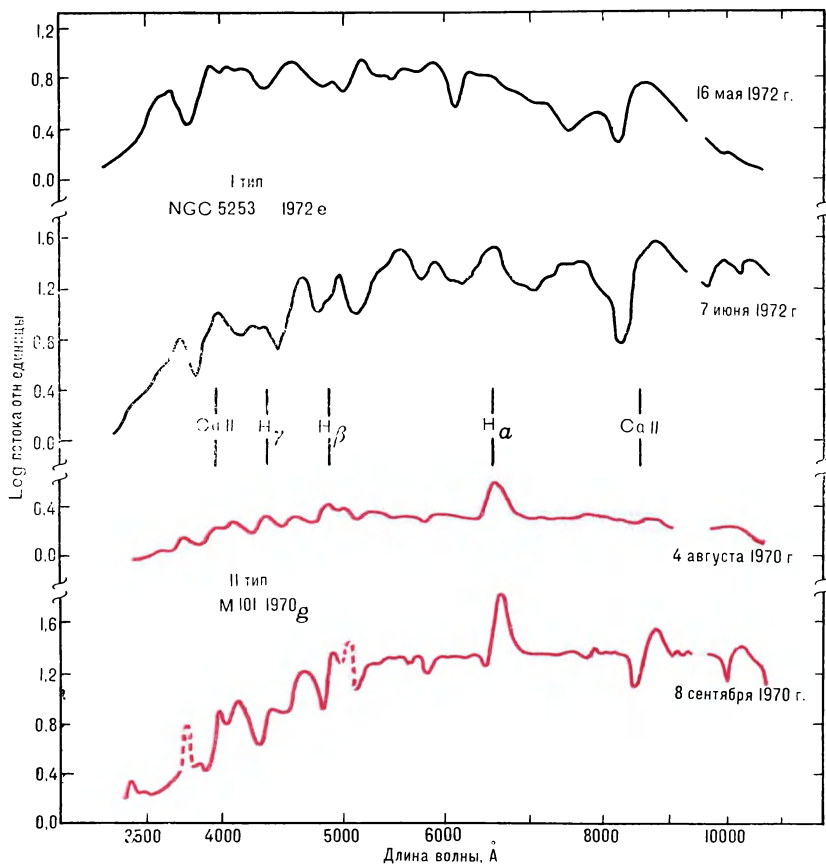
За последние полвека проблема сверхновых звезд стала одной из центральных в астрономии. Постепенно выяснялось, что ряд фундаментальных вопросов естествознания (например, происхождение химических элементов, космических лучей и даже происхождение жизни) в боль-

шей или меньшей степени связан с различными аспектами проблемы сверхновых звезд.

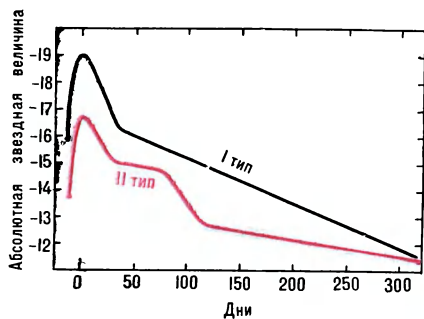
Еще в конце 30-х годов выяснилось, что сверхновые звезды отнюдь не составляют группу однородных объектов, наблюдается по крайней мере две разновидности: сверхновые I типа и II типа. Они отличаются, прежде всего, своими спектрами и кривыми блеска (так называется зависимость мощности излучения звезды от времени). Существует также важная зависимость типа сверхновой от морфологических характеристик галактик, в которых происходят вспышки. Сверхновые I типа наблюдаются во всех галактиках — спиральных, эллиптических, неправильных. Сверхновые II типа вспыхивают только в спиральных галактиках. Связь между типом сверхновых и типом галактик, в которых происходят вспышки, как увидим ниже, очень важна для понимания природы взрывающихся звезд.

Более привычный для астрономов вид имеют спектры сверхновых II типа. Их довольно легко удалось отождествить. После максимума блеска в этих спектрах наблюдаются широкие линии излучения и поглощения, принадлежащие водороду, кальцию, железу и другим элементам. Анализ спектров приводит к заключению, что линии образуются в весьма протяженной оболочке, которая расширяется с огромной скоростью — более 5000 км/с. Существует, что химический состав разлетающихся оболочек сверхновых II типа примерно такой же, как у солнечной атмосферы: преобладают водород и гелий.

Иначе выглядят спектры сверхновых I типа. В течение трех десятилетий не удавалось отождествить широкие полосы, характерные для этих спектров. Только когда выяснилось, что эти полосы не что иное, как участки непрерывного спектра между широкими и довольно глубокими линиями поглощения, отождествление спектров сверхновых I типа сдвинулось с мертвой точки. Был отождествлен ряд линий поглощения и, прежде всего, линии ионизированного кальция и кремния. Длины волн этих линий сдвинуты в фиолето-



Записи спектров сверхновых I и II типа, вспыхнувших в галактиках NGC 5253 в 1972 году и в M 101 в 1970 году. Вертикальными черточками отмечены лабораторные длины волн водорода и ионизированного кальция



Средние кривые блеска сверхновых I и II типа. В максимуме блеска сверхновые I типа примерно на две звездные величины ярче, чем сверхновые II типа

вую сторону спектра из-за эффекта Доплера в расширяющейся со скоростью 10 000—15 000 км/с непрозрачной оболочке — фотосфере. В спектрах сверхновых I типа очень много линий, и они накладываются друг на друга. Поэтому значительная их часть еще не имеет однозначного отождествления. Тем не менее, анализ этих спектров позволяет сделать очень важный вывод: в оболочках, выброшенных во время вспышки сверхновых I типа, почти нет водорода. Температура фотосферы сверхновых обоих типов, определяющая их непрерывный спектр, в максимуме блеска очень высокая — около 10 000—20 000 К. После максимума она падает и через один-два месяца составляет 5000—6000 К.

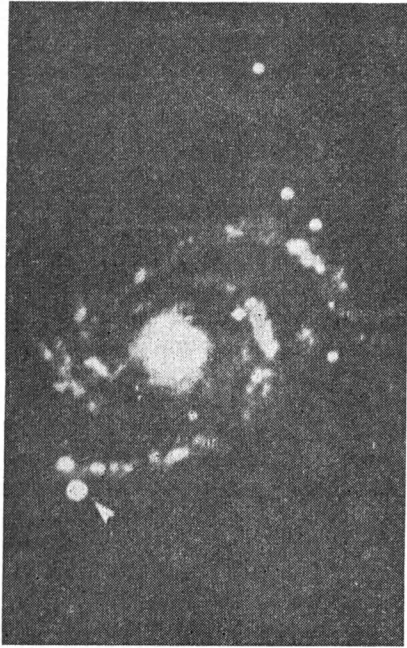
Кривые блеска сверхновых I типа очень сходны. Вслед за крутым подъемом блеска наблюдается максимум длительностью в один-два дня, после чего блеск довольно быстро убывает. Когда он упадет при-

мерно на  $2,5^m$  (приблизительно в 10 раз), характер кривой блеска меняется. Звездная величина сверхновой с удивительным постоянством слабеет на  $0,013^m$  в сутки. Это означает, что на поздней фазе развития (обычно через 50 дней после максимума) светимость ( $L$ ) убывает со временем по экспоненциальному закону:  $L \propto e^{-t/\tau}$ , где  $t$  — время,  $\tau = 85$  дням. Этот закон изменения блеска выполняется вплоть до 700 дней после вспышки — наиболее долгий срок наблюдений сверхновой, вспыхнувшей в NGC 5253 в 1972 году.

Кривые блеска сверхновых II типа довольно разнообразны. Иногда они близки к кривым блеска сверхновых I типа, чаще всего после максимума блеск остается примерно на одном уровне 50—70 дней, затем быстро падает.

Анализ спектров и кривых блеска сверхновых, выполненный в последние годы различными исследователями, позволяет сделать важные выводы о природе звезд, которые вспыхивают как сверхновые. Поскольку оболочки сверхновых I типа практически лишены водорода, можно утверждать, что перед вспышкой эти звезды прошли долгий эволюционный путь, в итоге которого они потеряли богатые водородом наружные слои и превратились в компактные объекты, более или менее сходные с белыми карликами. Между тем звезды, вспыхивающие как сверхновые II типа, — это красные гиганты и сверхгиганты, размеры которых превышают расстояние от Земли до Солнца, а масса в несколько раз больше солнечной. С этим выводом хорошо согласуются оценки масс оболочек, выброшенных при взрывах звезд. У сверхновых I типа массы оболочек сравнительно невелики, около 0,3 солнечной, в то время как у сверхновых II типа массы оболочек составляют 1—2 солнечных.

Становится понятной зависимость между типом сверхновой и морфологическими характеристиками галактик, в которых происходят вспышки. Очевидно, массивные звезды, вспыхивающие как сверхновые II типа, должны быть молодыми. Вер-



*Сверхновая (отмечена стрелкой) в M 100 — ярчайшей спиральной галактике в скоплении галактик в созвездии Девы. Сверхновая впервые наблюдалась 19 апреля 1979 года, в максимуме ее блеск достигал 11<sup>m</sup>*

## ПОЧЕМУ ВЗРЫВАЮТСЯ ЗВЕЗДЫ?

Каковы же причины взрыва звезд, наблюдаемых как грандиозное явление вспышек сверхновых? Сразу же оговоримся, что теории, описывающей все стороны этого явления, пока нет: проблема слишком сложна и наблюдательных данных, которые позволили бы ее решить эмпирически, еще недостаточно. Однако суть дела, по-видимому, в следующем. После того как в центральных областях звезды ядерное горючее «выгорело», может наступить критическая ситуация. Лишенное источников энергии ядро при некоторых условиях (например, достаточно большая масса) начинает катастрофически сжиматься, так как внутреннее давление уже не в состоянии противодействовать силе гравитации, стремящейся сблизить все образующие ядро частицы. Это явление называется гравитационным коллапсом (Земля и Вселенная, 1969, № 1, с. 40—48.—Ред.). Не имея поддержки, наружные слои звезды-гиганта как бы «рухнут» на продолжающее сжиматься ядро. После того как ядро перестанет сжиматься, образуя сверхплотную конфигурацию нейтронной звезды, падающие наружные слои ударятся об него, причем произойдет мгновенный разогрев вещества. Из недр наружу пойдет сильная ударная волна. Она разогреет холодную оболочку красного гиганта и «сорвет» ее самые внешние слои.

В случае сверхновых I типа также происходит катастрофическое сжатие звезды. Оно может начаться при массе звезды (разновидности белого карлика), превышающей некоторое критическое значение — так называемый чандрасекаровский предел, который близок к 1,4 солнечной массы. Как же образуется белый карлик с массой больше критической? Есть по крайней мере две возможности.

Анализируя проблему вспышек сверхновых в эллиптических галактиках, исследователи уже давно столкнулись с одной трудностью. Дело в

том, что более чем за 10 млрд. лет в таких галактиках успели проэволюционировать все звезды с массой, превышающей одну солнечную, а между тем взрывается как сверхновая I типа только объект с массой больше 1,4 солнечной. Эта трудность снимается остроумным предположением, что вспыхивающие в эллиптических галактиках сверхновые звезды всегда находятся в **двойных системах**. Подразумевается, что в таких системах более массивный компонент давно уже проэволюционировал, превратившись в белого карлика. Второй, менее массивный компонент начал «сходить» с главной последовательности, превращаясь в красного гиганта уже в современную эпоху. Когда он в процессе такого «разбухания» достигнет некоторого критического радиуса, начнется перетекание его наружных слоев на давно уже проэволюционировавший белый карлик. Если масса последнего превысит критическое значение, наступит гравитационный коллапс и произойдет вспышка сверхновой I типа. Хотя эта гипотеза сталкивается с известными трудностями, вряд ли какой-нибудь другой механизм способен объяснить вспышку сверхновых в эллиптических галактиках. Очевидно, такой механизм действует и в спиральных галактиках, но является ли он там единственно возможным?

Другой механизм образования белых карликов с массой, превышающей критическую, связан с обстоятельствами их «рождения». «Родители» белых карликов — звезды красные гиганты — по каким-то причинам теряют свою наружную оболочку, которая превращается в планетарную туманность. Возникающий при этом «промежуточный» компактный горячий объект — ядро планетарной туманности — эволюционирует в белого карлика. Вполне возможна такая ситуация, когда ядро планетарной туманности (это еще не белый карлик!) будет иметь массу, превышающую чандрасекаровский предел. В процессе сжатия и уплотнения «на пути» превращения в белого карлика этот объект может сколлапсировать.

ный признак их молодости — концентрация таких вспышек в рукавах спиральных галактик, ибо «новорожденные» звезды возникают из облаков газово-пылевой межзвездной среды, которые сосредоточены преимущественно в рукавах. Между тем в эллиптических галактиках очень мало газово-пылевой межзвездной среды и процесс звездообразования там почти прекратился много миллиардов лет назад. Но это означает, что звезд с массой, превосходящей солнечную, в этих галактиках нет — они давным-давно проэволюционировали. А раз так, то не может быть там и сверхновых II типа, которые ассоциируются с довольно массивными звездами. Что касается сверхновых I типа, то они связаны с проэволюционировавшими звездами, и поэтому их вспышки могут наблюдаться во всех галактиках — спиральных, эллиптических, неправильных.

Механизм «двойной звезды» далеко не всегда действует в спиральных галактиках (в частности, в нашей Галактике). В самом деле, на месте вспышек исторических сверхновых 1572 и 1604 годов, которые, согласно их кривым блеска, принадлежали к I типу, нет звезд субгигантов — компонентов двойных систем, куда входили взорвавшиеся звезды. Автор этой статьи считает, что 1—2% ядер планетарных туманностей после сравнительно короткой эволюции вспыхивают как сверхновые I типа.

Серьезную проблему представляет объяснение заключительной, экспоненциальной части кривых блеска сверхновых I типа. Еще в 1956 году группа американских астрономов высказала гипотезу, что основным источником энергии на поздней стадии вспышки сверхновых I типа может быть радиоактивное деление сверхтяжелых ядер калифорния-254. Этот элемент был выбран потому, что главным видом его распада оказалось самопроизвольное деление, к тому же период полураспада калифорния-254 (66 дней) близок к показателю экспоненты кривых блеска сверхновых. Но слишком много экзотического калифорния требуется, чтобы объяснить излучение сверхновых I типа. Вряд ли он образуется в таких количествах при взрывах звезд.

В последние годы появились более реалистические модификации «радиоактивной» гипотезы. Перспективной представляется гипотеза образования во время вспышки сверхновых I типа большого количества (около одной массы Солнца) радиоактивного изотопа никель-56. Распадаясь с периодом около девяти дней, он дает радиоактивный изотоп кобальт-56, который, в свою очередь распадаясь с периодом 88 дней, переходит в стабильный изотоп железо-56, причем в каждом акте распада возникает гамма-квант с энергией 3,6 МВ. Здесь мы сталкиваемся с трудностью: через несколько месяцев после вспышки расширившаяся, а значит, ставшая менее плотной оболочка будет прозрачна для жестких гамма-квантов. Оболочка перестанет при поглощении «усваивать» их. Возможно, эту трудность удастся преодолеть,

если принять во внимание, что при радиоактивном распаде кобальта-56 образуются, наряду с гамма-квантами, позитроны, которые вполне могут поглощаться оболочкой. Значительно труднее объяснить отсутствие сильных линий ионизированного кобальта в спектрах сверхновых I типа сразу же после максимума. Ведь если «радиоактивная» гипотеза справедлива, кобальта в оболочках должно быть очень много — в тысячи раз больше, чем кальция, линии поглощения которого заметны во всех спектрах сверхновых I типа.

Однако несколько лет тому назад неожиданно появился довольно сильный аргумент в пользу «никелевой» модификации «радиоактивной» гипотезы. Выяснилось, что спектр сверхновой 1972 года, вспыхнувшей в NGC 5253, на заключительной стадии вспышки состоит только из широких полос излучения. Их удалось отождествить с линиями ионизированного железа. Из анализа интенсивности полос излучения можно сделать вывод, что железо — самый обильный химический элемент в оболочке; его масса составляет несколько десятых солнечной. И все же окончательное торжество «радиоактивной» гипотезы еще не наступило. С ней конкурирует другая гипотеза. Предполагается, что источником «накачки» энергии в оболочку сверхновой I типа может быть быстро вращающаяся, сильно намагниченная нейтронная звезда — конечный продукт гравитационного коллапса.

Таким образом, ряд вопросов, связанных с причинами и характером взрыва звезд, все еще остается без ответа. Прогресс в этой важной области астрономии определяется успешными наблюдениями различных стадий вспышки сверхновой.

**(Окончание в следующем номере)**



## СВЕРХНОВАЯ ВБЛИЗИ СОЛНЦА?

На карте радионеба видна огромная дуга размером около  $120^\circ$  (230 пк) — Северный Полярный отрог (Земля и Вселенная, 1975, № 2, с. 33—36. — *Ред.*). Предполагается, что это очень старый остаток сверхновой, вспыхнувшей в нескольких сотнях парсек от Солнца. Отрог — источник мягкого рентгеновского излучения, причем далеко не везде области рентгеновского излучения совпадают с радиодугой. Наблюдения последних лет показали, что на внешней границе этого остатка сверхновой находится нейтральный водород, температура которого не превышает нескольких тысяч градусов. Внутри остатка, где возникает рентгеновское излучение, температура достигает миллионов градусов.

Д. Давелаар, Д. Бликер и А. Дегеренберг (Нидерланды) изучили данные о Северном Полярном отроге, полученные во время полета высотной ракеты, на борту которой находились счетчики мягкого рентгеновского излучения. Ученые создали модель остатка, показавшую сложное строение межзвездной среды в окрестности Солнца. По-видимому, Солнце расположено в обширном облаке горячего разреженного газа, нагретого до 800 000 К. Это облако соприкасается с внешней границей отрога — зоной нейтрального водорода. Внутри Северного Полярного отрога кроме горячего газа находятся ассоциация молодых звезд Скорпион — Центавр и очень плотное темное облако вокруг  $\rho$  Змееносца — один из центров звездообразования. По мнению нидерландских ученых, горячее облако, в котором расположено Солнце, тоже может быть остатком сверхновой. Если гипотеза верна, то вспышка произошла около 250 000 лет назад на расстоянии всего 18 пк от Солнца. Ударная волна достигла Земли около 200 000 лет назад.

Astronomy and Astrophysics,  
1980, 92, 1.

# ПРОБЛЕМА «СОЛНЦЕ—БИОСФЕРА»



Хотя идея о зависимости явлений, происходящих в биосфере, от уровня солнечной активности была высказана еще в прошлом столетии, серьезно она начала разрабатываться А. Л. Чижевским (1897—1964), которого по праву считают основоположником гелиобиологии. В настоящее время установлено, что к повышению солнечной активности чувствительны организмы различной степени сложности — от инфузорий

до человека. Но до сих пор точно не известно, какие факторы внешней среды, зависящие от уровня солнечной активности, оказывают влияние на жизнедеятельность организмов и, в частности, вызывают обострение различных заболеваний. О некоторых аспектах проблемы «Солнце — биосфера» рассказывается в публикуемых ниже статьях астрономов, медиков и биологов.

Кандидат физико-математических наук  
М. Н. ГНЕВЫШЕВ

## Гелиофизические основы солнечно-биологических связей

### РОЖДЕНИЕ ГЕЛИОБИОЛОГИИ

С 1610 года наблюдения Солнца ведутся в телескоп. Становясь с течением времени все более регулярными, эти наблюдения предоставили исследователям богатейшие фактические данные, на основе которых постепенно уточнялись наши знания о Солнце и солнечной активности.

Давно известно, что появление солнечных пятен предшествует образованию вспышек и протуберанцев. Затем было установлено, что число солнечных пятен изменяется с 11-летним циклом и колебания числа солнечных пятен соответствуют колебаниям напряженности магнитного поля Земли. Когда же изобрели радиосвязь, то оказалось, что ее качество определяется событиями на Солнце. Теоретическими и экспериментальными исследованиями (в том числе и спутниковыми) было доказано, что физическое состояние верхних слоев земной атмосферы полностью зависит от солнечной активности. И тогда исследователи попы-

тались выяснить, не влияет ли солнечная активность на нижнюю атмосферу (тропосферу) Земли и ее биосферу?

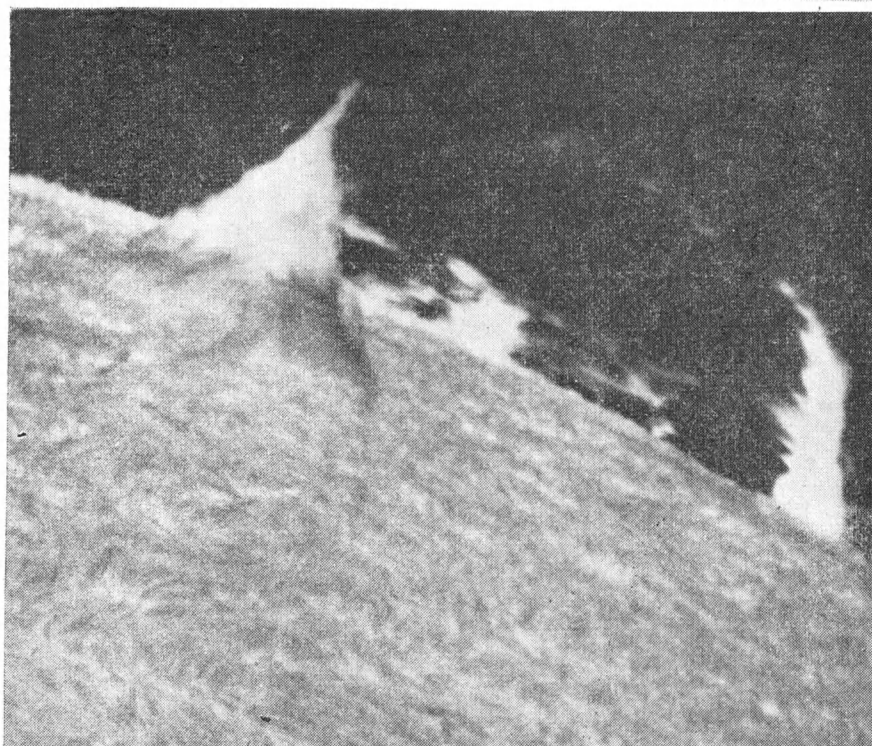
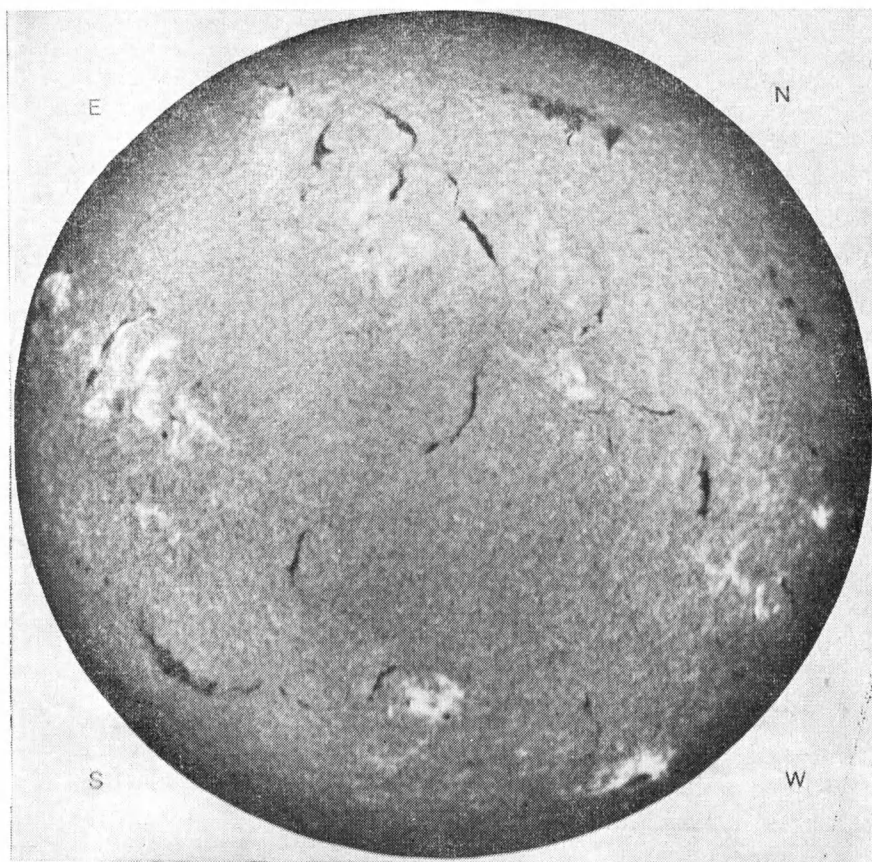
В последнее время получены убедительные доказательства того, что состояние тропосферы, а значит, и погода на Земле зависят от солнечной активности (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 2—7.—Ред.). Погода или, говоря иначе, совокупность термодинамических параметров (температура, давление, влажность и скорость перемещения воздуха) — вот те внешние физические факторы, которые действуют на живой организм. Но на самочувствие человека оказывают влияние (правда, не столь очевидное, как, например, давление воздуха) **электрические и магнитные поля**.

Естественные электромагнитные поля, в которых находится человек, могут быть связаны либо с погодой — атмосферное электричество, либо с активными областями на Солнце. Проблемой воздействия электромагнитных полей солнечного происхождения на биосферу занимается **гелиобиология**.

Первые предположения о связи биологических явлений с процессами на Солнце мы находим в работах А. Л. Чижевского, опубликованных еще в 1915 году. Он обратил внимание на сходство циклов пятнообразовательной деятельности Солнца и появления эпидемий и эпизоотий (одновременное заболевание значительного числа животных). В дальнейшем благодаря массовым прививкам и другим санитарно-гигиеническим мерам эта зависимость стала менее заметной и реальность солнечно-биологических связей была поставлена под сомнение.

Проблема влияния солнечной активности на живые организмы (прежде всего, на человека) вновь возникла, когда были накоплены клиникостатистические, физиологические и биохимические данные (Земля и Вселенная, 1971, № 4, с. 33—36.—Ред.). Эти данные подтвердили весьма существенное воздействие солнечной активности на живые организмы. Оказалось, что при усилении солнечной активности увеличивается в 3—4 раза смертность от инфаркта миокарда и инсульта, уменьшается свертыва-





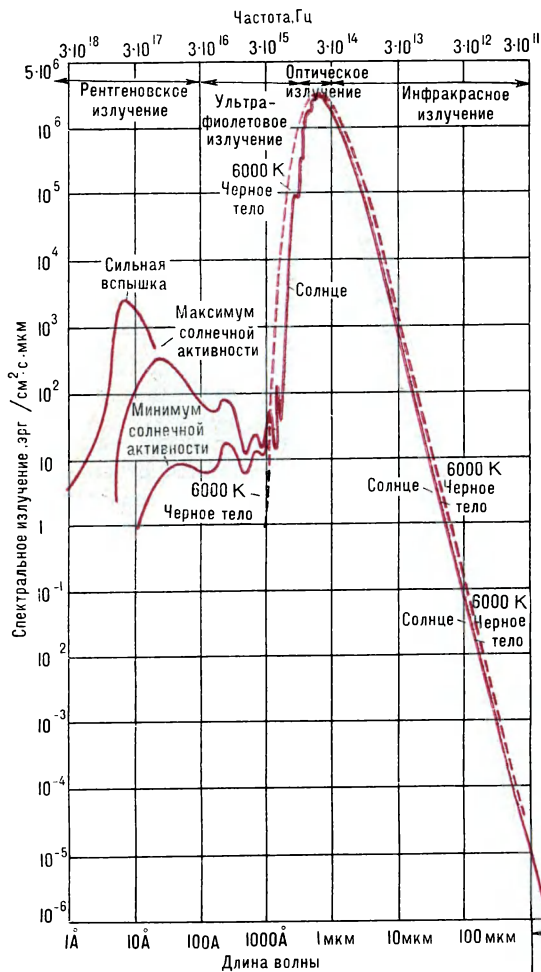
ваемость крови, изменяется суточный биологический ритм и состояние нервной системы, что приводит, в частности, к замедлению скорости реакции человека, к росту числа автodorожных происшествий, производственных травм и т. д. Однако механизм солнечно-биологических связей все еще остается неизвестным.

#### СОЛНЦЕ И БИОСФЕРА

Спектр электромагнитного излучения Солнца простирается от гамма- и рентгеновских лучей до радиоволн. Но не все солнечное излучение способно проникнуть в атмосферу Земли и оказать влияние на биосферу. Атмосфера совершенно прозрачна для видимого света, радиоволн длиной до 30 м и частично для инфракрасных лучей. Рентгеновское и коротковолновое излучение Солнца (длина волны меньше 2900 Å) поглощается в верхней атмосфере Земли на высотах больше 60 км. Это излучение ионизирует газы в земной атмосфере.

Максимум электромагнитного излучения Солнца приходится на видимую часть спектра. В этом диапазоне излучение Солнца соответствует излучению абсолютно черного тела, нагретого до 6000 К. Если температура Солнца немного изменится (а больших колебаний температуры на значительной части диска быть не может), распределение солнечной энергии в видимой области практически остается тем же. Следовательно, не изменится и количество солнечной энергии, достигающей атмосферы Земли. И действительно, многолетние измерения количества энергии, поступающей от Солнца, в видимой области спектра подтвер-

*Изображение Солнца в линии  $H_{\alpha}$  (вверху). На диске видны яркие факельные площадки и темные флоккулы. Протуберанцы и край диска Солнца в линии  $H_{\alpha}$  (внизу). Снимки получены сотрудником Горной астрономической станции ГАО АН СССР В. И. Макаровым*



*Спектр солнечного электромагнитного излучения по результатам измерений (сплошная линия). Штриховые линии — распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Показано, как изменяются радиоизлучение Солнца при вспышках и поток ультрафиолетового излучения Солнца в минимуме и максимуме солнечной активности, а также во время сильной вспышки*

дили, что эта величина не изменяется и потому названа **солнечной постоянной**. Каждый 1 см<sup>2</sup> на границе атмосферы Земли, удаленной от Солнца на 150 млн. км, получает  $1,388 \cdot 10^6$  эрг/с, или 2 кал/мин.

В коротковолновой части спектра поток солнечного излучения резко меняется при изменении температуры. Например, поток излучения из хромосферы, в которой активные образования развиваются при температуре несколько десятков тысяч градусов, в максимуме 11-летнего цикла может быть вдвое больше, чем в минимуме, а поток излучения из тех участков короны, где температура несколько сот тысяч градусов, в максимуме 11-летнего цикла в 3—5 раз больше, чем в минимуме. Сильно возрастает поток коротковолнового излучения во время хромосферных вспышек. Но, как известно, солнечное коротковолновое излучение полностью поглощается в

земной атмосфере и не может поэтому оказывать влияние на биосферу.

Солнечное радиоизлучение также усиливается, если на Солнце появляются мощные активные области. Однако его воздействие на живые организмы еще не выяснено.

Помимо электромагнитного излучения, из Солнца вследствие расширения солнечной короны постоянно истекает солнечный ветер — поток электронов и протонов, движущихся вблизи Земли со скоростью 300—350 км/с. Плотность солнечного ветра у орбиты Земли несколько частиц в 1 см<sup>3</sup>.

Неоднородная, изменяющаяся со временем структура короны отражает изменения, происходящие в глубоких слоях Солнца. Структура короны определяется магнитными полями. Если они замкнуты, частицы, двигаясь вдоль силовых линий, образуют в короне арки и дуги повышенной яркости. Если же магнитные поля разомкнуты (силовые линии уходят в бесконечность), частицы устремляются в межпланетное пространство. В этих местах короны плотность солнечного ветра увеличивается в несколько раз, а скорость частиц достигает 900 км/с. Во время протонных вспышек частицы могут разогнаться до 100 000 км/с, то есть возникают космические лучи солнечного происхождения. В обычном солнечном ветре энергия протонов около 100 эВ, в случае же протонных вспышек она составляет  $10^{10}$  эВ.

Частицы солнечного ветра могут проникать в атмосферу до высоты 80 км. Как и коротковолновое излучение, солнечные корпускулярные потоки непосредственно не воздействуют на земную биосферу, но переносимые этими корпускулами солнечные магнитные поля создают в земной ионосфере переменные электрические токи. Следовательно, проблема влияния солнечной активности на живые организмы сводится к действию на них переменных электромагнитных полей.

Особенно благоприятные условия для попадания солнечных корпускул и их воздействия на Землю создаются в весенний и осенний периоды. В это время Земля вследствие на-



клона плоскости ее орбиты к плоскости эклиптики удаляется от солнечного экватора на те гелиошироты, на которых преимущественно бывают активные области, излучающие корпускулы. По этим же причинам максимальные гелиобиологические эффекты наблюдаются на Земле не в момент максимума 11-летнего цикла, а на 2—3 года позднее, когда активные явления на Солнце возникают на широтах, более близких к направлению на Землю.

Как известно, межпланетное магнитное поле имеет секторную структуру. В соседних секторах направление магнитного поля различно — оно направлено то к Солнцу, то от Солнца. Число секторов изменяется от двух до шести в зависимости от фазы солнечного цикла (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 10—16.—Ред.). Земля в своем движении вокруг Солнца переходит из сектора с одним знаком межпланетного магнитного поля в другой. Есть указания на то, что эти переходы не безразличны для живых организмов. Однако пока неясно, связаны ли эти биологические эффекты с изменением знака межпланетного поля или с полем корпускул, определяющих секторную структуру.

Постоянное магнитное поле Земли «контролирует» движение солнечных корпускул. Они проникают в земную атмосферу преимущественно в кольцевых (авроральных) зонах, удаленных от магнитных полюсов на 23°. В этих зонах максимальны колебания геомагнитного поля, особенно часты и интенсивны полярные сияния, здесь же следует ожидать и максимальных биологических эффектов.

## ДОСТИЖЕНИЯ ГЕЛИОБИОЛОГИИ

Для солнечной активности характерны одновременное воздействие на биосферу и сильная зависимость от геомагнитной широты. Эти особенности позволяют отличить влияние солнечной активности от других, например метеорологических. Как выявляют действие солнечной активности?

Во-первых, проводятся сравнительные наблюдения за состоянием организма в спокойном геомагнитном поле и во время колебаний поля, вызванных солнечной активностью. Во-вторых, осуществляются сравнительные наблюдения за организмом, помещенным в искусственное переменное магнитное поле, характеристики которого аналогичны естественным возмущениям геомагнитного поля, и за контрольными объектами вне такого поля (этот способ применим только к животным). Получив длительные однородные медицинские данные, можно попытаться обнаружить в них 11-летний цикл солнечной активности или 27-дневную периодичность, связанную с вращением Солнца.

Более эффективные методы поиска воздействия солнечной активности на биосферу основаны на анализе влияния отдельных солнечных событий на живые организмы. Поскольку организмы находятся во внешней среде с разнообразными физическими факторами, в том числе и не связанными с солнечной активностью, необходимо применять методы исследования, которые позволили бы исключить влияние всех других факторов, кроме солнечной активности. Такой метод, известный сейчас как метод наложенных эпох, предложил в 1913 году английский магнитолог Ч. Кри.

Многочисленные исследования, выполненные в последние годы, показали, что влияние солнечной активности на биосферу особенно велико, если живой организм находится в состоянии неустойчивого равновесия. Так бывает, когда организм болен или несет дополнительную нагрузку, связанную, например, с необходимостью приспособиться к новому климату. Колебания геомагнитного поля не вызывают специфических заболеваний, но отягощают протекание уже имеющихся. Действие солнечной активности сказывается на всем организме, но особенно ярко проявляется в звене, ослабленном болезнью. Среди разнообразных колебаний электромагнитного поля Земли встречаются правильные синусоидальные колебания с частотой, при-

мерно соответствующей частоте биологического ритма. Именно такие колебания, известные под названием «жемчужин», должны привлечь особое внимание гелиобиологов, ибо частота следования «жемчужин» (1 Гц) примерно совпадает с частотой сердечного ритма.

По абсолютной величине колебания геомагнитного поля невелики, и они не могут вызвать энергетических изменений в организме, подобных тем, что бывают, например, при холодной погоде. Влияние колебаний геомагнитного поля, вероятнее всего, информативное, то есть изменения в организме происходят за счет его собственной энергии. Известны случаи, когда человек заболел или даже умер, получив плохое известие, хотя при этом он не подвергался никакому энергетическому воздействию.

В процессе эволюции живые организмы настолько приспособились к окружающей среде, что в них могут возникать изменения, адекватные изменениям внешних условий. Например, при увеличении свертываемости крови, которое наблюдается во время геомагнитных возмущений, «включаются» механизмы противосвертываемости. Однако эти защитные реакции работают достаточно эффективно только у здоровых людей. У ослабленных заболеванием, травмой, а также у пожилых людей и маленьких детей приспособляемость ограничена.

До настоящего времени наблюдения солнечной активности использовались только для предсказания условий радиосвязи и явлений в магнитосфере и ионосфере Земли. В недалеком будущем исследователи Солнца надеются давать прогнозы возможных последствий солнечной активности на биосферу. Уже делаются попытки предсказывать с заблаговременностью в одни сутки появление вспышек по предшествующим им событиям на Солнце. Пользуясь картами солнечных магнитных полей и закономерностями развития активных областей, можно будет давать прогнозы вспышек на месяцы вперед.



ПРОБЛЕМА  
«СОЛНЦЕ — БИОСФЕРА»

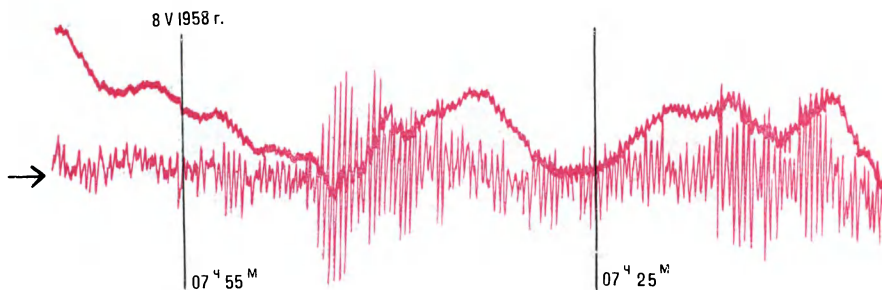
Кандидат физико-математических наук  
Б. М. ВЛАДИМИРСКИЙ

## Как влияет солнечная активность на биосферу

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ БУРИ И БИОСФЕРА

Наша Земля движется фактически внутри самой разреженной части солнечной короны, все время расширяющейся и образующей солнечный ветер. При обтекании Земли солнечным ветром в магнитосфере почти постоянно происходят магнитные возмущения. Большие возмущения фиксируются как магнитные бури. Особенно сильные магнитные бури наблюдаются после хромосферных вспышек — самых мощных проявлений солнечной активности. Обычно магнитная буря сопровождается одновременным изменением нескольких показателей нашей среды обитания. Некоторые из этих изменений не безразличны для живых организмов.

Самые большие по своим масштабам и, вероятно, самые важные для биосферы возмущения, сопутствующие магнитным бурям, — это **возмущения естественного электромагнитного поля Земли**. Электромагнитное поле Земли — постоянно существующий всюду фон электромагнитных колебаний. Их амплитуда (напряженность поля) максимальна в диапазоне очень низких частот (меньше 5 Гц), где обычно регистрируется магнитная составляющая — короткопериодические колебания геомагнитного поля (микроразряды). Подобные колебания имеют и электрическую составляющую (с напряженностью до десятков вольт на метр). Микроразряды, так же как и колебания на высоких частотах (килогерцы), генерируются в магнитосфере. Во время магнитных бурь амплитуда в неко-



*Микроразряды геомагнитного поля в полосе частот около 0,01 Гц (отмечены стрелкой). Амплитуда колебаний около  $10^{-5}$  Э. Запись сделана А. М. Дворяшиным (Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР)*

торых полосах частот может возрасти в сотни раз, а в полярных широтах Земли еще больше. Изменения в низкочастотном электромагнитном поле наблюдаются, конечно, не только во время магнитных бурь, в сущности, даже небольшие вариации солнечной активности приводят к заметным вариациям амплитуды поля на отдельных частотах.

Возмущения электромагнитного фона влияют на всех представителей биосферы — от бактерий до человека. Таков итог экспериментальных исследований, проведенных в последние годы у нас в стране и за рубежом (Земля и Вселенная, 1974, № 4, с. 38—42.—Ред.). В лаборатории можно искусственно создать электромагнитное возмущение и наблюдать результат его воздействия на организм животного. Такие опыты осуществили биологи Симферопольского университета, установив-

шие, в частности, что в диапазоне микроразрядов есть отдельные полосы частот, в которых слабые поля воздействуют особенно эффективно. К необходимости учитывать влияние фонового электромагнитного поля приводят и опыты с экранированием организмов от внешних полей. Наконец, сотрудники Института физиологии имени И. П. Павлова, работавшие совместно с физиками, доказали, что некоторые рыбы благодаря имеющимся у них специальным электрорецепторам чувствуют магнитные бури.

### БУРЯ В ИНФРАЗВУКАХ

Геофизики обнаружили, что почти все сильные магнитные бури сопровождаются сигналами совсем другой природы — акустическими колебаниями очень низкой частоты, **инфразвуком**. В день магнитной бури эти колебания появляются обычно с наступлением ночи. Их частота около 0,01 Гц. Амплитуда постепенно увеличивается, достигая иногда  $10 \text{ дин/см}^2$ , а затем, к утру, уменьшается. Сигналы идут с высоких полярных широт Земли к экватору. Источник их возбуждения — полярные сияния. Акустические колебания на

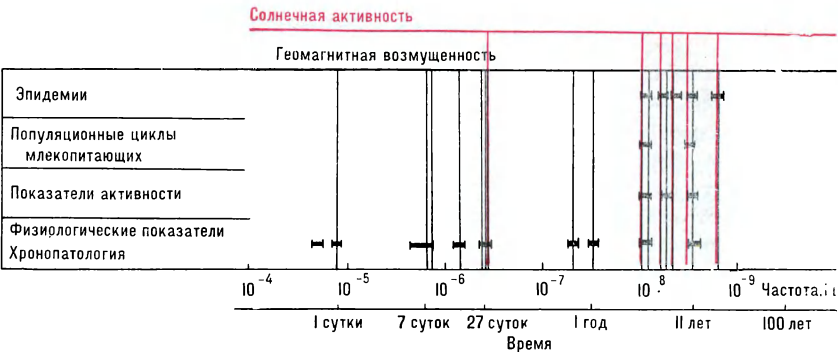
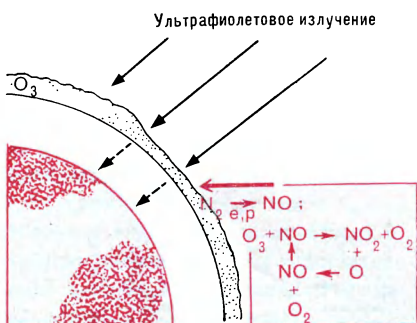
очень низких частотах вообще слабо затухают и могут распространяться на громадные расстояния. Инфразвуковой «грохот» от мощных полярных сияний регистрируется в ночном секторе целого полушария.

Мы не слышим этого грохота (граница слышимости, напомним, составляет 16 Гц), но это отнюдь не означает, что инфразвук на нас не влияет, его воздействие на организм известно. Но вот будет ли биологическое действие инфразвука от полярных сияний (частота 0,01 Гц, продолжительность несколько часов, амплитуда 10 дин/см<sup>2</sup>) заметно выраженным? — вопрос пока открытый. Недавно опыты с искусственной инфразвуковой бурей поставил в Московском университете на насекомых В. Б. Чернышев. Оказалось, что насекомые явно реагируют на такое возмущение. Если эксперименты с другими подопытными объектами приведут к сходным результатам, существование еще одного, инфразвукового, канала влияния солнечной активности на живые существа станет фактом. Пока же это только гипотеза.

## ДИНАМИКА ОЗОНОСФЕРЫ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

Определенное влияние солнечная активность может оказывать на организмы за счет **вариаций интенсивности ультрафиолетового излучения**. Земные организмы защищены от

*Когда толщина озоносферы уменьшается, достигающее Земли солнечное ультрафиолетовое излучение близ 2900 Å может возрасти в 1,5—2 раза. Это излучение биологически активно*



*Макроритмы, обнаруженные у человека и млекопитающих, имеют те же периоды, что и вариации солнечной активности и геомагнитной возмущенности. Совпадение периодов указывает на синхронизацию биоритмов и ритмов внешней среды. Хронопатология — ритмика в протекании некоторых заболеваний*

ультрафиолетового излучения с длиной волны короче 2900 Å тонким (3 мм при нормальных давлении и температуре) слоем озона, располагающимся в нижней стратосфере. Толща этого озонного экрана подвержена заметным изменениям. Например, концентрация озона снижается, когда в стратосфере увеличивается содержание окиси азота — катализатора превращения озона в кислород. Концентрация же окиси азота зависит от интенсивности ионизирующего излучения (космические лучи, «высыпания» из поясов радиации). Изменения эквивалентной толщи озоносферы обычно невелики — несколько процентов. Однако близ края основной полосы поглощения озона (2900 Å), в узком диапазоне длин волн, эти небольшие вариации приводят к существенным (в 1,5—2 раза) изменениям интенсивности излучения у поверхности Земли. Величины потоков излучения вблизи 2900 Å, достигающих земной поверхности, очень малы — миллионные доли солнечной постоянной. Но это излучение биологически очень активно, поскольку вблизи 2900 Å находится край полосы поглощения важнейших биологических соединений — белков и ДНК.

Каковы последствия вариаций интенсивности ультрафиолетового излу-

чения? Здесь еще многое предстоит изучить. Американские исследователи А. Хаутон, Е. Мюнстер и М. Вайола полагают (и их аргументы представляются убедительными), что именно эти колебания интенсивности — причина циклических (11 лет) изменений в заболеваемости человека раком кожи. Возможно, в колебаниях интенсивности ультрафиолетового излучения скрывается разгадка причины изменений в числе появления мутаций у плодовой мушки дрозофилы, которые происходят синхронно в далеко отстоящих друг от друга районах земного шара. Содержание биологически активных веществ в растительных организмах (например, витаминов) также зависит от интенсивности ультрафиолетового излучения. Через цепи питания такие изменения относительно быстро передаются в другие подсистемы биосферы и могут, в принципе, привести к эффектам, казалось бы, никак не связанным с вариациями толщи озоносферы.

## СУЩЕСТВУЮТ ЛИ НЕИЗВЕСТНЫЕ КАНАЛЫ?

Думается, солнечная активность способна оказывать воздействие и на некоторые другие параметры внешней среды. Московский физик А. Э. Шемьин обратил внимание на биологические последствия, к которым может привести рост концентрации радиоактивного газа радона в атмосфере, наблюдаемый во время магнитных бурь. В каких случаях и для каких организмов это окажется существенным, должны решить специальные наблюдения и опыты.

Нашей среде обитания свойственно периодическое изменение показате-

лей. Большая часть известных сейчас циклов и периодов так или иначе связана с Солнцем и солнечной активностью. Здесь — и обнаруженные недавно периоды 160 и 80 минут, обусловленные пульсациями Солнца как целого, и околонедельная цикличность, объясняемая секторной структурой межпланетного магнитного поля, и полугодовые периоды, вызванные изменениями гелиошироты Земли, и многочисленные гармоники в самой солнечной активности.

Многие из этих циклов модулируют электромагнитный фон, инфранизкие кустические шумы, уровень приземного ультрафиолетового излучения близ длины волны 2900 Å и, вероятно, некоторые другие показатели среды обитания. Биологические ритмы, замеченные сейчас у многих живых существ, имеют тенденцию синхронизироваться с ритмом внешней среды. Явление это вполне аналогично колебанию маятника, раскачиваемого «в такт» каким-нибудь внешним устройством. Например, границы секторов межпланетного магнитного поля (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 10—16.— Ред.) проходят около Земли приблизительно с недельной цикличностью. В день прохождения границы секторов в земной магнитосфере происходит некоторая перестройка, регистрируемая на поверхности как электромагнитное возмущение. Эти возмущения «задают такт» околонедельной цикличности физиологических показателей человека. Очень важно, что синхронизация может осуществляться сигналом весьма малой амплитуды, лишь бы оказалось малым различие частот (периодов). Если подобная синхронизация имеет место для циклических колебаний численности некоторых животных (например, популяционные циклы мелких грызунов с периодом, близким к 11 годам), то возникает корреляция численности этих животных с индексами солнечной активности. Физическую природу агента, через посредство которого осуществляется синхронизация, в данном случае выяснить нелегко. Он может быть связан с солнечной активностью длинной и сложной причинно-следственной цепочкой.

Кандидат медицинских наук  
Н. А. ТЕМУРЬЯНЦ  
Кандидат биологических наук  
В. Б. МАКЕЕВ

ПРОБЛЕМА  
«СОЛНЦЕ — БИОСФЕРА»

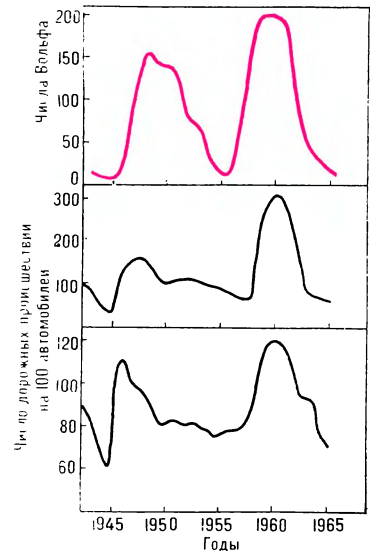
## Солнечная активность и медицина

### ЧУВСТВИТЕЛЬНЕЙШАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗМА

Особенно чувствительна к колебаниям солнечной активности **нервная система**. Еще А. Л. Чижевский изучал величину и распределение электрических потенциалов кожи — «зеркало» нервно-психического тонуса человека — в период повышения солнечной активности. Оказалось, что в это время величина электрических потенциалов изменяется и возникает асимметрия в их распределении. Поскольку при возрастании солнечной активности изменяется функциональное состояние нервной системы, то в живом организме может снизиться секреторная деятельность желудка, уменьшается чувствительность к наркотическим веществам, тормозятся условные рефлексы, развивается спазм сосудов, увеличивается время реакции на сигнал.

Влияние солнечной активности на подвижность нервных процессов исследовали профессор А. А. Портнов и его сотрудники. Испытуемым ежедневно предъявлялся текст с рядами повторяющихся букв и предлагалось вычеркивать определенные буквы. В дни повышенной солнечной активности, о чем судили по смене полярности секторов межпланетного магнитного поля, резко увеличивалось количество ошибок. На второй-третий день после смены полярности секторов межпланетного магнитного поля ошибок становилось меньше.

Таким образом, выбрать правильное решение, не совершить ошибку в дни повышенной солнечной активности даже практически здоровому человеку не всегда легко. Именно



Сравнение числа дорожных происшествий в Токио (средняя кривая) и во всей Японии (нижняя кривая) с ходом солнечной активности. Данные Ш. Масамура

поэтому в такие дни резко возрастает число несчастных случаев, аварий, дорожно-транспортных происшествий. Установлено, например, что несчастные случаи на угольных шахтах при прочих равных условиях чаще происходят в дни высокой солнечной активности. В это же время, как оказалось, увеличивается в 2—2,5 раза число аварий на транспорте в городах. Такие данные получены для городов Крыма, Риги, Томска (СССР), Мюнхена (ФРГ), Токио, Оса-

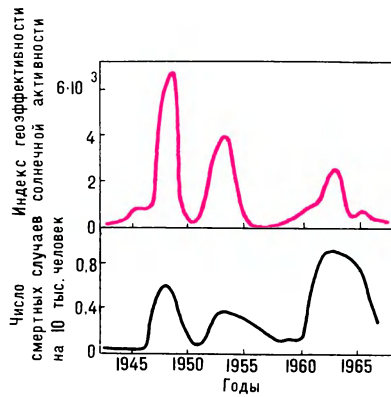
ки, Нагои, Киото (Япония), Гидерабада, Секундарабада (Индия).

Воздействием солнечной активности на нервную систему объясняется и обострение психических заболеваний. Это явление, впервые описанное А. Л. Чижевским, зарегистрировано в различных городах земного шара. Так, по данным семи психиатрических клиник штата Нью-Йорк, число больных, поступивших в клиники, резко увеличивается в дни подъема солнечной активности. Подобные закономерности прослеживаются и в других городах. В частности, в Симферополе профессор А. Н. Корнетов с сотрудниками заметили, что число поступивших в клиники больных с обострением шизофрении значительно увеличилось в дни смены полярности межпланетного магнитного поля.

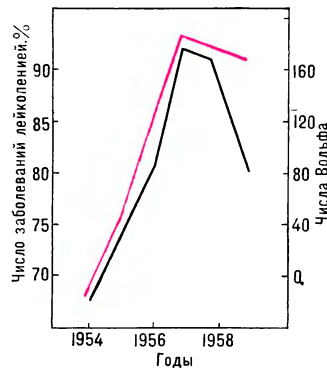
#### ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ КРОВИ

Можно предположить, что подъем солнечной активности выше определенного уровня воспринимается живым организмом как сигнал тревоги. И организм немедленно реагирует на него, активизируя свертывающую систему крови. В течение последнего десятилетия было обнаружено, что при возрастании солнечной активности протромбиновый индекс крови (один из показателей состояния свертывающей системы крови) повышается более чем в 1,5 раза. Вследствие этого резко увеличивается количество тромбоэмболических осложнений (закупорка кровеносных сосудов).

Рост активности свертывающей системы крови вместе со спазмом сосудов может вызвать инфаркты миокарда, нарушения мозгового кровообращения, гипертонические кризы, острые приступы глаукомы. В ряде городов (Свердловск, Ленинград, Вильнюс, Петропавловск-Камчатский, Севастополь, Иркутск, Ставрополь) отмечается увеличение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний во время подъема солнечной активности. Однако гелиобиологические связи не везде выявляются с одинаковой четкостью, в частности, они не



*Изменение индекса геоэффективности солнечной активности (вверху) и смертности вследствие сердечно-сосудистых заболеваний на 10 тыс. человек в Свердловске с 1944 по 1966 год (внизу). Данные М. Н. Гневышева, К. Ф. Новиковой и др.*



*Зависимость концентрации лейкоцитов в крови человека от солнечной активности (красная линия). Данные Н. А. Шульца, полученные в результате обследования 150 тыс. человек*

обнаружены в городах-гигантах (например, в Нью-Йорке). По-видимому, огромные перенаселенные города следует рассматривать, как своеобразные экстремальные зоны. Людям, проживающим в них, свойственны непрерывные и все возрастающие нервные перегрузки. В городах-гигантах, естественно, на живой организм доминирующее влияние оказы-

вают антропогенные (социальные) факторы.

В ответ на увеличение свертываемости крови живой организм «включает» защитную реакцию — активизируется **антисвертывающая система крови**. В день возмущения естественных электромагнитных полей наблюдается отчетливая тенденция к торможению фибринолиза (растворения сгустка крови), однако уже через 24 часа после начала магнитной бури фибринолитическая активность крови повышается. Активация антисвертывающей системы крови наиболее выражена на второй, четвертый и седьмой день после магнитных бурь. В эти же дни возрастает число кровотечений и связанных с ними осложнений. Таким образом, при увеличении солнечной активности одновременно происходят изменения в свертывающей и антисвертывающей системах крови, способствующие возникновению тромбозов и кровотечений.

Результаты клинко-статистических исследований свидетельствуют о том, что **патологические реакции во время подъема солнечной активности наблюдаются, как правило, у больных людей**, поскольку адаптационные возможности больного организма резко снижены. У здоровых людей, в отличие от тех, у которых поражены сосуды (атеросклероз, гипертоническая болезнь), в дни повышенной солнечной активности изменения в нервной системе, в тонусе сосудов, в системах крови выражены незначительно.

Солнечная активность оказывает влияние не только на систему гемостаза. Н. А. Шульц обнаружил **снижение числа лейкоцитов** (белых кровяных телец) в периферической крови людей (лейкопения) в годы максимумов солнечной активности.

Как известно, кровь, в частности лейкоциты, — один из ведущих факторов защиты организма от различных инфекций. Учитывая это, логично предположить, что солнечная активность влияет и на частоту возникновения инфекционных заболеваний. Принципиальная возможность гелиоэпидемических связей была показана еще А. Л. Чижевским.

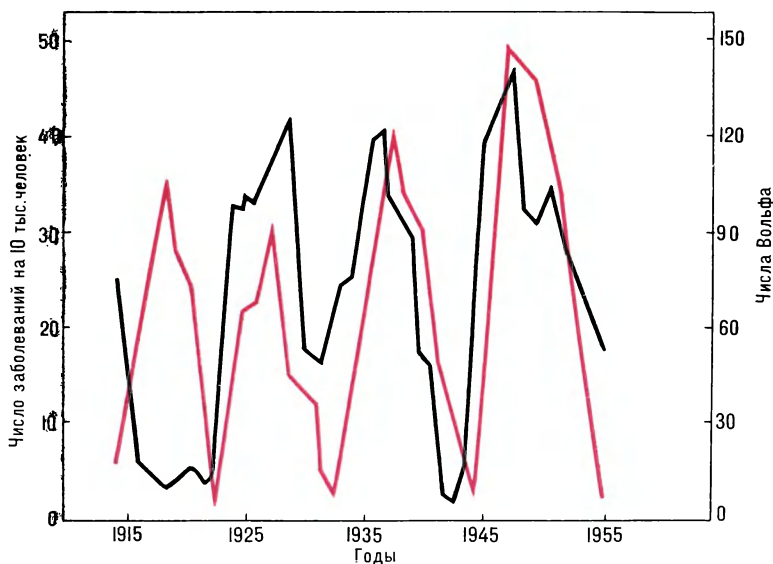


## СОЛНЦЕ И ЭПИДЕМИИ

Распространение инфекционных заболеваний зависит от трех факторов: источника инфекции, механизма ее передачи и степени восприимчивости человека или животного. Наряду с этим, распространение инфекционных болезней прежде всего следует рассматривать как социальное явление. Эпидемический процесс характеризуется состоянием социальной, природной и биологической среды во всех их взаимосвязях.

Зависимость эпидемического процесса от колебаний солнечной актив-

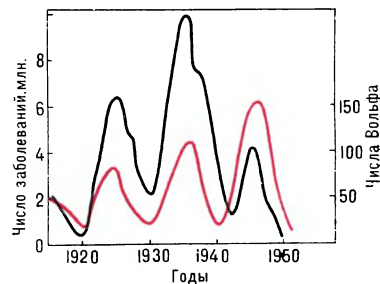
*Заболееваемость скарлатиной в Ленинграде и изменение солнечной активности (красная линия) в 1915—1955 годах. Данные В. Н. Ягодинского с сотрудниками*



ности подтверждается наличием 11-летних циклов в динамике ряда инфекционных заболеваний. Так, трем подъемам в заболеваемости скарлатиной в Ленинграде в 1925—1955 годах соответствовали резкие увеличения числа солнечных пятен.

В условиях массовой вакцинации населения гелиоэпидемические связи перестали выявляться. Например, до 1960 года, когда в СССР начались массовые прививки против полиомиелита, динамика этой тяжелой инфекции совпадала с ходом кривой солнечной активности. Сейчас заболеваемость полиомиелитом в нашей стране резко снизилась и совпадение максимумов заболеваемости полиомиелитом и солнечной активности уже не прослеживается. Такая же картина наблюдается и в динамике заболеваемости дифтерией и другими инфекционными болезнями до и после массовых прививок.

Еще одно яркое подтверждение взаимосвязи различных факторов в динамике инфекционных заболеваний — изменение заболеваемости малярией. До ликвидации этой болезни в нашей стране динамика заболеваемости малярией была синхронна с колебаниями солнечной активности. Дело в том, что от уровня солнечной активности зависит выплод малярийного комара, в теле которого созревают возбудители малярии. После того, как были ликвидирова-

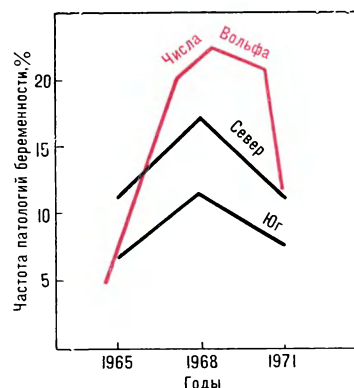


*Кривая численности впервые выявленных больных малярией в СССР и ход солнечной активности (красная линия) в 1920—1950 годах. Данные П. Г. Сергеева*

ны места, где плодятся комары (осушение болот и т. д.), заболеваемость малярией резко снизилась. С обусловленными солнечной активностью циклами размножения некоторых животных связаны и такие природно-очаговые инфекции, как, например, клещевой энцефалит.

Проблема гелиобиологических связей интересует и специалистов, занимающихся охраной материнства и детства. Этот интерес вызван данными о возрастании частоты прежде-

*Частота патологий беременности в зависимости от географической широты (север — города РСФСР севернее 62° параллели, юг — города РСФСР южнее 62° параллели) и солнечной активности (красная линия). Данные П. З. Гоголова*





временных родов, самопроизвольных аборт, токсокозов во второй половине беременности и детской смертности в периоды подъема солнечной активности.

Результаты клинико-статистических исследований свидетельствуют о том, что влияние солнечной активности на биосферу увеличивается от экватора к геомагнитным полюсам Земли. В условиях Заполярья среди внешних факторов доминирующее значение имеет суровый климат, но здесь велико и воздействие на организм солнечной активности.

Накопленные данные убеждают в том, что увеличение солнечной активности служит фактором риска для больных и ослабленных людей. Поэтому действие солнечной активности необходимо учитывать при проведении комплекса профилактических мероприятий. Пора перейти от стихийного приспособления человека в постоянно изменяющейся среде к сознательно управляемой адаптации.

1980-й год — год максимума солнечной активности был особенно благоприятен для получения достоверной информации о гелиобиологических связях. В течение этого года проводился глобальный синхронный эксперимент «Глобэкс-80», разработанный Сибирским филиалом Академии медицинских наук СССР. В точно согласованные сроки выполнялись геофизические, метеорологические и медико-биологические наблюдения, причем пункты наблюдений располагались на всей территории СССР, в различных зонах Мирового океана на кораблях погоды, на станциях «Северный полюс» и зимовочных базах в Антарктиде. Цель этой программы — создание комплекса мероприятий по профилактике неблагоприятных воздействий солнечной активности, магнитного поля Земли, климата и погоды на человека.



### **ВСПЫШКИ КОМЕТ И КОРПУСКУЛЯРНАЯ АКТИВНОСТЬ СОЛНЦА**

Внезапные вспышки комет, во время которых блеск их возрастает на несколько звездных величин, привлекали внимание астрономов еще в прошлом веке. Сотрудники Киевского государственного университета Д. А. Андриенко и В. Н. Ващенко составили каталог вспышек комет, наблюдавшихся за последние 130 лет. В каталог вошло около 270 случаев вспышек, подтвержденных несколькими уверенными наблюдениями. Используя данные этого каталога, Д. А. Андриенко и В. Н. Ващенко провели статистическое исследование вспышечной активности комет и ее связи с корпускулярным излучением Солнца. На возможность такой связи неоднократно указывали в своих работах известные советские астрономы С. К. Всехсвятский и О. В. Добровольский.

На протяжении 130 лет, охватывающих двенадцать солнечных 11-летних циклов, вспыхивала примерно четвертая часть всех наблюдавшихся комет. Наибольшая частота вспышек комет приходится на период спада солнечной активности. Амплитуда вспышек блеска комет (1—9 звездных величин) также зависит от уровня солнечной активности. Один максимум мощности кометных вспышек наблюдается при возрастании, другой — при спаде солнечной активности. В эти же периоды 11-летнего цикла достигает максимума интенсивность геофизических явлений, возникающих в результате воздействия корпускулярного излучения Солнца на магнитосферу и атмосферу Земли (возмущенность геомагнитного поля, полярные сияния и т. д.).

Как показали прямые измерения с борта искусственных спутников Земли и автоматических межпланетных станций, в предмаксимальный период и в период спада солнечной активности в межпланетном пространстве наблюдается особенно много высокоскоростных потоков сол-

нечной плазмы. В этих потоках скорость частиц может превышать 700 км/с, в то время как в спокойном солнечном ветре скорость частиц всего 300—400 км/с. Именно высокоскоростные потоки солнечной плазмы обуславливают различные геофизические и геомагнитные явления. По мнению Д. А. Андриенко и В. Н. Ващенко, вспышечная активность комет может быть результатом их взаимодействия с высокоскоростными потоками солнечной плазмы.

Астрономический журнал, 1980,  
57, 6.

### **НЕОГРАНИЧЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ?**

Обнаруженную в последние годы анизотропию реликтового излучения астрономы связывают с движением нашей Галактики относительно этого излучения (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 62—66.— *Ред.*). Более того, измерения лучевых скоростей далеких галактик показали, что вся Местная группа галактик, в которую входит наша звездная система, туманность Андромеды (М 31) и несколько галактик меньшей массы, движется со скоростью 300—500 км/с в направлении крупного скопления галактик в созвездии Девы. Это скопление — центр гигантской системы, объединяющей несколько больших и малых скоплений галактик. «Сверхскопление» в созвездии Девы включает и Местную группу галактик.

Предположив, что движение Местной группы к центру сверхскопления происходит в результате их взаимного гравитационного притяжения, американские ученые рассчитали массу сверхскопления и определили среднюю плотность вещества в близкой к нам окрестности Вселенной. Оказалось, что средняя плотность составляет примерно 0,4 критической плотности. Как известно, если сегодня плотность Вселенной меньше критической, то ее расширение никогда не прекратится, в противном же случае расширение в какой-то момент приостановится и сменится сжатием. Таким образом, если найденное значение средней плотности материи характерно для большинства областей Вселенной, то разбегание галактик никогда не должно прекратиться.

*Astrophysical Journal Letters*,  
1980, 238, 3.



Доктор технических наук  
Я. И. ШЕФТЕР  
Кандидат технических наук  
О. Б. ХЕЛЛЕНОВ

## Нетрадиционные энергоресурсы

**Солнце и ветер, тепло недр Земли, энергия морей и океанов — важный резерв экономики органического топлива. Эти возобновляющиеся энергоресурсы распространены практически повсеместно, и запасы их неограниченны.**

Одна из наиболее сложных проблем конца XX века — обеспечение человечества энергией. Острота проблемы вызвана резким увеличением потребности в энергии, сокращением запасов традиционных энергоресурсов и значительным ростом затрат на их добычу и транспортирование, расширением масштабов загрязнения окружающей среды, повышением роли нефти, газа и угля как сырьевой базы химической и других отраслей промышленности.

Один из путей экономии органического топлива в нашей стране — использование возобновляющихся источников энергии (ВИЭ). К ним в первую очередь относятся Солнце, ветер, тепло земных недр. Эти «экологически чистые» энергоресурсы не требуют затрат на транспортирование к месту потребления. По оценкам ученых, через 15—20 лет доля ВИЭ в обеспечении энергетических потребностей может возрасти до 5—7%, а в некоторых регионах, где «запасы» ВИЭ особенно велики, достигнет 15—20%.

В последнее время в нашей стране осуществляется несколько научно-технических программ, направленных на повышение эффективности использования солнечной, ветровой и

геотермальной энергии в сельском хозяйстве и промышленности, для бытовых и коммунальных целей. Однако несмотря на то, что обширные районы страны имеют благоприятные климатические и хозяйственные условия для применения гелио-, ветро- и геотермальных установок, потенциальные возможности ВИЭ используются недостаточно.

В докладе Л. И. Брежнева на XXVI съезде КПСС отмечалась важность практической реализации энергосберегающей политики партии, а в постановлении съезда «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» есть прямое указание на необходимость «увеличить масштабы использования в народном хозяйстве возобновляемых источников энергии (гидравлической, солнечной, ветровой, геотермальной)», «совершенствовать методы преобразования энергии».

В последнее десятилетие в связи с возникновением «энергетического кризиса» и по ряду других причин во многих зарубежных странах (США, Великобритания, Франция, Япония и др.) были разработаны и активно осуществляются национальные долгосрочные энергетические программы, цель которых постепенно сокращать потребление в качестве топлива нефтепродуктов и газа и выводить на «энергетическую орбиту» новые и альтернативные источники энергии, в первую очередь ВИЭ. В нашей стране сейчас разрабатывается комплексная программа, главная цель которой улучшить топливно-энергетический баланс страны, расширить масштабы использования ВИЭ.

### ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ВИЭ

Идея использования энергии Солнца, ветра, тепла недр Земли в принципе не нова, но в последние годы она получила новое содержание. Впервые, благодаря успехам в области фундаментальных наук и технических разработок открылись новые возможности утилизации ВИЭ, с другой стороны, возросли требования к качеству энергии, производимой соответствующими установками, усложнились условия их применения, больше внимания стали уделять экономической эффективности энергоснабжения. Вчера главный акцент делали на получение от ВИЭ механической и тепловой энергии, сегодня речь идет об использовании ВИЭ для производства наиболее удобных видов энергии — электрической и химической. Два-три десятилетия назад нас удовлетворяли установки в 1—10, максимум 100 кВт, в ближайшие 10—15 лет нам потребуются станции и агрегаты, использующие ВИЭ, мощностью 2—3 МВт. Раньше удовлетворяли нас и установки, управляемые вручную, но уже в ближайшей перспективе широкое внедрение установок потребует автоматического режима их эксплуатации. И все это необходимо обеспечить несмотря на то, что возобновляющиеся источники энергии — малоконцентрированные и рассеянные ресурсы, а энергия ветра и Солнца, к тому же, непостоянна во времени.

Но потребителю нужно, чтобы энергию подавали в определенное время, в заданных количествах и требуемого качества, по цене, не превышающей затрат на альтернативных энергопроизводящих установках.

И хотя ВИЭ по традиции часто называют «даровыми» источниками (это справедливо только в том смысле, что не нужны затраты на их добычу и транспортировку), сегодня приходится нести большие расходы на сооружение установок. Нередко они громоздки, иногда их нужно снабжать дорогостоящими аккумулялирующими устройствами, чтобы энергия поступала точно по графику, независимо от силы ветра или интенсивности солнечной радиации.

Повышение эффективности и экономичности систем преобразования ВИЭ в пригодные для практики виды энергии (электрическую, тепловую, механическую) — главная задача, решение которой во многом определяет масштабы рационального использования нетрадиционных энергоресурсов. С этим связаны существенное повышение к.п.д. установок, увеличение их рабочего времени, значительное сокращение материалоемкости (показатель, характеризующий расход, в первую очередь, металла на единицу мощности и вырабатываемой энергии). Необходимо разрабатывать также новые процессы и системы преобразования энергии, создавать принципиально иные устройства, совершенствовать методы аккумулялирования энергии.

Необходимость повышать мощности единичных агрегатов, их использование в электрических системах требуют разработки методов устойчивой работы с гидравлическими, атомными и тепловыми электростанциями, полной автоматизации управления. Учитывая особенности энергетических характеристик ВИЭ и изменение этих характеристик в течение суток, сезонов и на протяжении всего года, можно считать, что один из методов повышения эффективности ВИЭ — их комплексное использование с помощью автоматизированных комбинированных установок. Это может повысить суммарную выработку энергии, сэкономить топливо на тепловых и воду на гидравлических электростанциях, улучшить графики производства энергии и повысить ее качество.

Наконец, необходимо выявить такие участки и регионы, где энергетиче-

ский потенциал и кадастр ВИЭ наиболее адаптивны к требованиям качества энергоснабжения и особенностям потребителей. Для этого должны быть разработаны методы оптимального размещения установок. Здесь нужно иметь в виду, что графики подачи энергии смещены по времени, что интегральные характеристики ее поступления от Солнца, ветра, океана за длительный период, например за год, в данном регионе достаточно стабильны и отклоняются от средних многолетних норм не более чем на 10—15%. Наряду с этим, перспективным является сооружение установок ВИЭ в «аномальных энергетических зонах», например, использование ветродвигателей там, где в силу особых условий рельефа дуют сильные и устойчивые ветры. Поиск таких условий привел к выводу, что можно использовать сильные струйные течения больших воздушных масс в тропопаузном слое атмосферы на высоте 8—12 км. Если будет найден

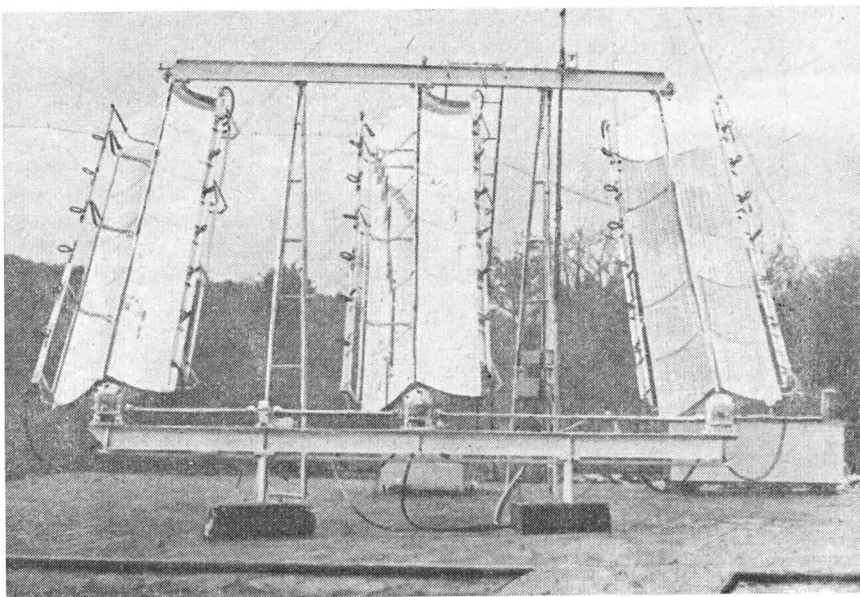
способ передачи электрической энергии на Землю с этой высоты, то многие районы смогут удовлетворить свои потребности в энергии за счет ВИЭ.

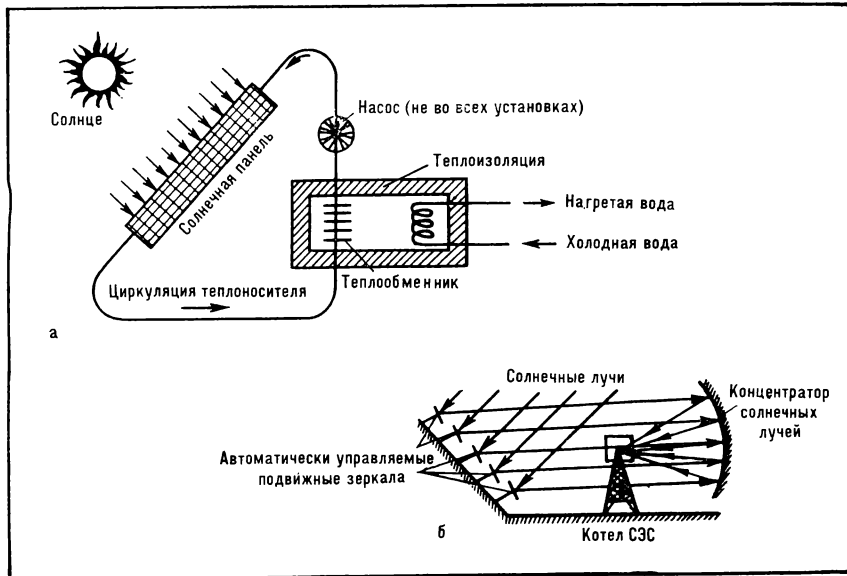
## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ

Чтобы лучше представить себе величину потенциала солнечной радиации, поступающей на Землю, укажем, что только 1% этой радиации в 130—140 раз превышает современный мировой уровень производства энергии. На земной поверхности общая энергия солнечного излучения близка к 2000 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год, что дает 0,6 кВт·ч/м<sup>2</sup> в течение девяти часов ежесуточно. Если бы всю эту энергию можно было эффективно утилизировать, то с территории около 80 км<sup>2</sup> снималась бы энергия, которая могла бы обеспечить все потребности населения Земли.

Сейчас солнечная энергия во многих случаях успешно заменяет органическое топливо в тепловых процессах. С помощью солнечных станций с фотоэлементами (в основном для автономных объектов) и станций с термодинамическим циклом энергии Солнца преобразуют в электрическую. Наряду с этим, солнечная энергия перспективна для кондицио-

*Общий вид солнечной энергетической установки системы «Квант». Она используется для выработки электроэнергии в одном из районов пустыни Каракум*





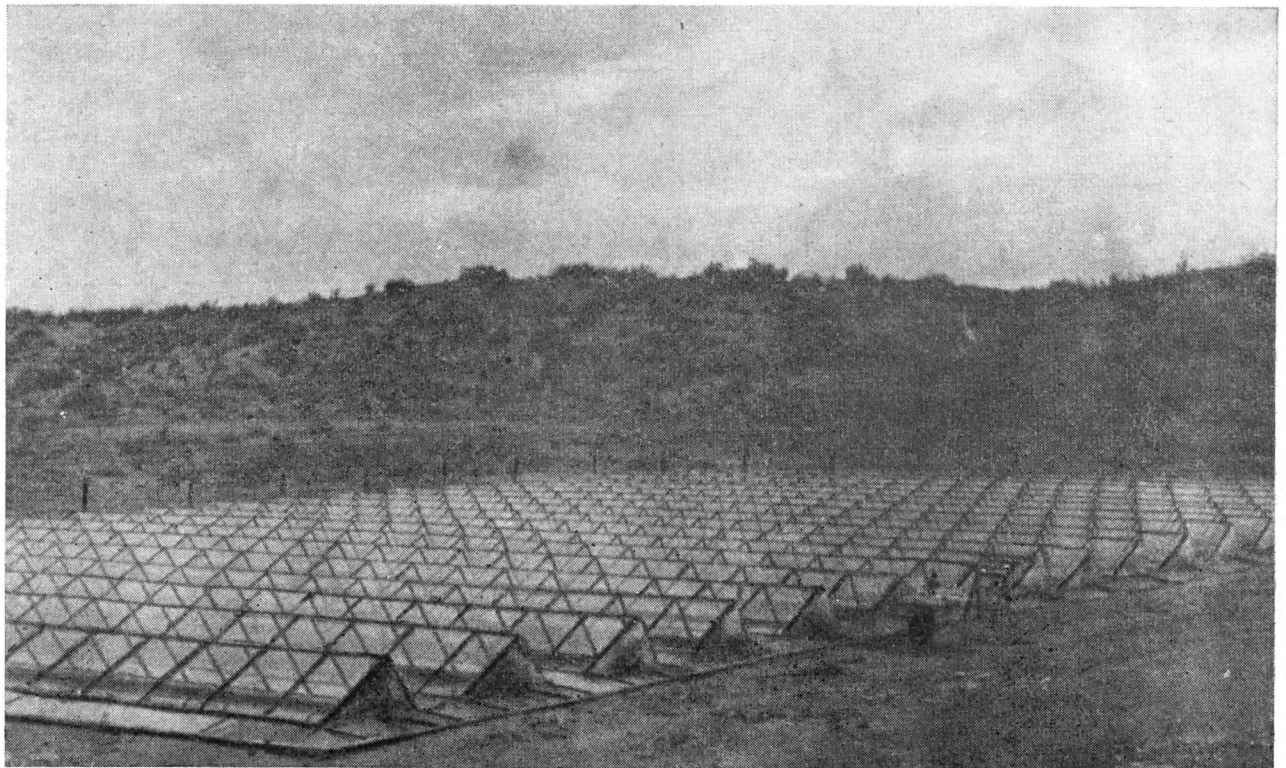
*Принципиальные схемы различных видов гелиоустановок: а — для нагрева воды; б — для производства электрической энергии*

нирования воздуха, опреснения воды, сушки сельскохозяйственных продуктов. В Узбекистане, Туркмении, Крыму и других зонах построен и испытан ряд экспериментальных устано-

вок для горячего водоснабжения и отопления, начато промышленное производство водонагревателей и «солнечных кухонь», сооружены двух- и четырехэтажные дома, базы отдыха, пионерские лагеря с солнечным отоплением и горячим водоснабжением, гелиотеплицы и опреснители. До 30% годового количества топлива экономит солнечная установка горячего водоснабжения, ежедневно производящая до 15 тыс. литров воды для одной из гостиниц в Симферополе.

Гелиоопреснители парникового типа имеют годовую производительность до 1000 л/м<sup>2</sup> дистиллята. Опреснять в них воду дешевле, чем доставлять ее в автоцистернах, кроме того, каждые 100 м<sup>2</sup> опреснителя экономят в год до двух тонн условного топлива (обладающего теплотворной способностью 7000 ккал). По сравнению с обычными теплицами в гелио-

*Опреснительная гелиоустановка в совхозе «Базарден» в Туркмении*



теплицах удается снизить расход топлива на 60—70%. Созданы и испытаны в Молдавии и Таджикистане гелиосушители фруктов и овощей, шелковичных коконов. С помощью солнечных печей, имеющих устройства, концентрирующие солнечную энергию, получают сверхчистые металлы и материалы (в плавильной зоне печи, где фокусируются солнечные лучи, температура достигает 3800 °С).

Все более широко применяются устройства, преобразующие солнечную энергию в электрическую. Их солнечные батареи имеют обычно небольшую мощность (до 200 Вт) и питают энергией маяки, автоматические метеостанции, средства связи. Они долговечны (срок службы 20—30 лет), но пока дорого стоят из-за высокой цены исходных материалов и низкого к.п.д.: у кремниевых фототермопреобразователей он равен 12—14%, а с применением арсенида галлия повысился до 20—22%. Найдены способы существенного снижения стоимости солнечных батарей и можно ожидать, что к концу 90-х годов солнечные установки, предназначенные для производства электроэнергии, станут дешевле в 5—10 раз.

Более экономичен термодинамический принцип преобразования солнечной энергии. Солнечная электростанция (СЭС) мощностью 200 МВт будет стоить (в зависимости от зоны строительства) от 700 до 500 рублей за 1 кВт установленной мощности. Работая около 2500 часов в год в условиях Средней Азии, она произведет до 500 млн. кВт·ч энергии. В ближайшее время в Крыму предполагается построить экспериментальную СЭС такого типа мощностью 5 МВт.

Сейчас во всем мире гелиоэнергетика переживает этап интенсивного развития, и особенно это относится к прикладным исследованиям. В нашей стране исследования и разработки ведут многие организации. Два года назад при Академии наук ТССР создано Всесоюзное научно-производственное объединение «Солнце», состоящее из научно-исследовательского института, конструкторского бюро и опытного завода. Составлена комплексная программа работ на 11-ю пятилетку по развитию гелио-

энергетики. Расширяются масштабы научно-технического сотрудничества с зарубежными странами.

### ЭНЕРГИЯ ВЕТРА

В дореволюционной России имелось более 200 тыс. кустарных ветряных мельниц, перерабатывавших более 2/3 всего товарного зерна. Пос-

ле Октябрьской революции по указанию В. И. Ленина начали интенсивно разрабатывать проблему исполь-

*Сельскохозяйственный ветроагрегат «Ветерок», который применяется для подъема воды на пастбища. На заднем плане — ветроэлектрический агрегат «Сокол» универсального назначения*





*Схема преобразования энергии ветра. Колесо, вращаясь под действием ветрового потока, приводит в действие через редуктор любую рабочую машину, в том числе генератор или насос*

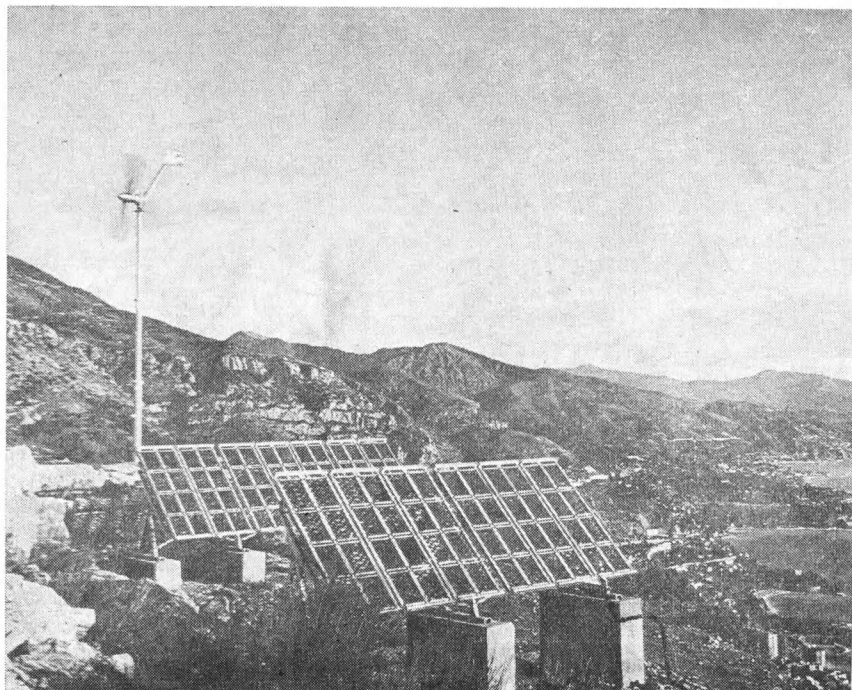
зования энергии ветра, в первую очередь, в сельском хозяйстве. Были созданы различные конструкции ветродвигателей мощностью до 10 кВт для подъема воды, размола зерна, переработки продуктов. Тысячи ветроустановок работали в колхозах и совхозах. Наибольшая единичная мощность ветроэлектростанции (ВЭС), сооруженной в СССР в 30-х годах, равнялась 100 кВт. В послевоенные годы были разработаны и построены в ряде совхозов станции мощностью 25—30 кВт. На базе ветродвигателей Д-18 мощностью 35 кВт в Казахстане в конце 50-х годов построили групповую ВЭС мощностью 400 кВт.

Согласно теоретическим расчетам, суммарная мощность ветроагрегатов, которые можно было бы установить на площади, равной территории СССР, составляет около 11 млрд. кВт, а ежегодная выработка энергии — более  $1,8 \cdot 10^{13}$  кВт·ч. Более чем на четверти территории нашей страны среднегодовая скорость ветра превышает 5 м/с и установки могут работать 4—6 тыс. часов в год (это примерно 6—

9 месяцев чистого времени). Каждый киловатт мощности ветроустановки производит в год до 5000 кВт·ч энергии примерно на одной пятой территории страны, около 2500 кВт·ч — более чем на 2/3 площади СССР. Себестоимость энергии, производимой небольшой установкой, в 1,7—2 раза ниже, чем равной по мощности бензиновой или дизельной. Десятикиловаттная ветроэлектростанция, например, экономит в год от 7,5 до 10 т топлива.

В нашей стране в последние годы спроектированы весьма перспективные энергетические установки с механическим и электрическим приводом. Создана тихоходная ветроустановка «Чайка» с поршневым насосом, которая работает в районах, где скорость ветра невелика, быстроходные машины «Ветерок», «Беркут» и АВЭУ-6 с винтовым и электрическим насосами и аккумуляторами, предназначенные для зон с умеренным и

*Комбинированная установка для совместного использования энергии ветра и Солнца. Вверху — ветровое колесо, внизу — солнечные батареи*



интенсивным ветровым режимом. Ветроагрегаты имеют относительно небольшую массу и простую конструкцию, удобны в монтаже и эксплуатации, снабжены высокопрочными лопастями из стекловолна. Разработан и испытан электрический агрегат «Сокол» с принципиально новой универсальной системой регулирования, ведутся исследования и подготовительные работы по созданию ВЭС мощностью 100 и более киловатт. Сейчас выполнены расчеты будущих тропопазных ВЭС большой мощности, которые будут монтироваться на дирижаблях и доставляться в зону струйных течений.

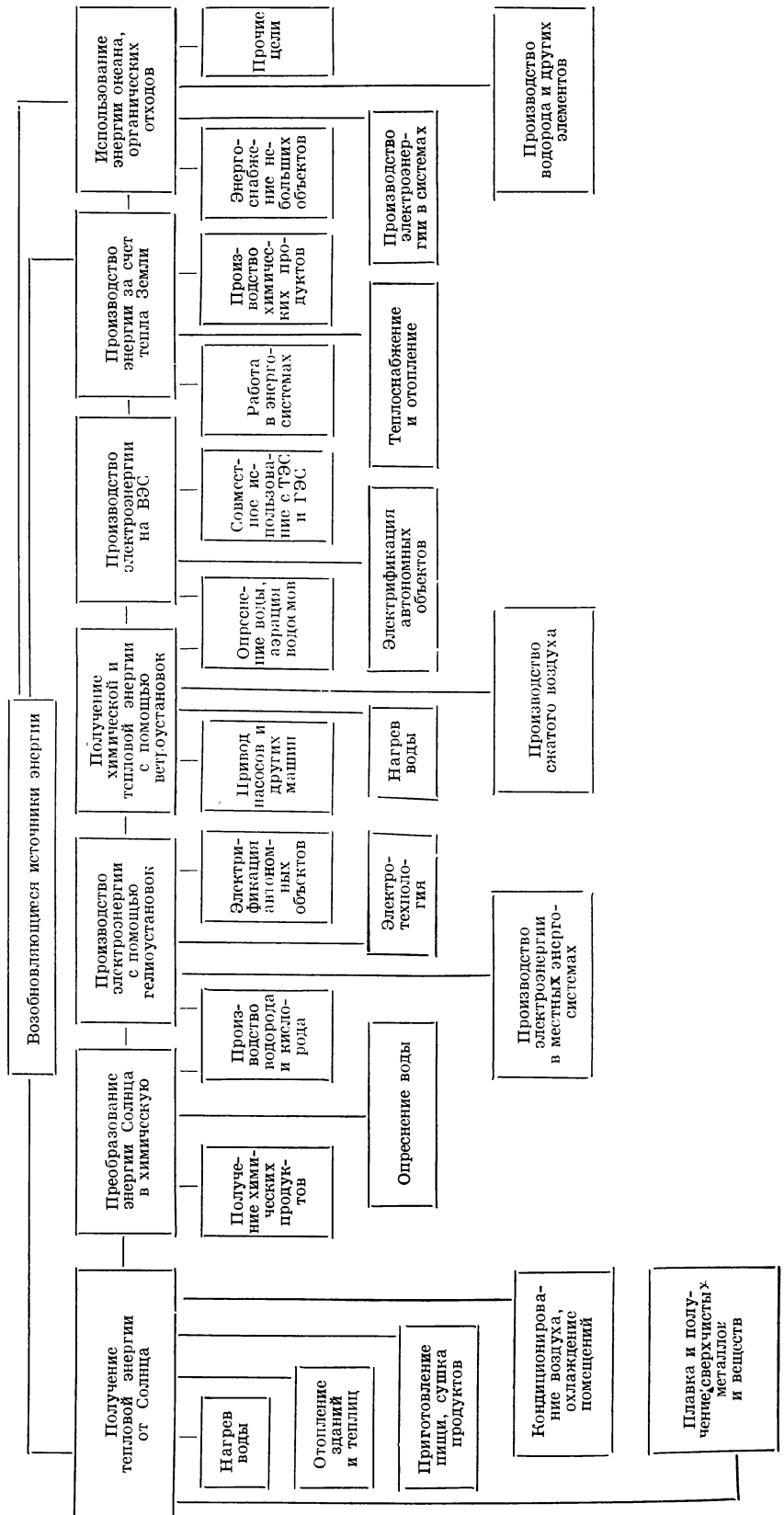
### ЭНЕРГИЯ ЗЕМНЫХ НЕДР И ОКЕАНА

Велики в нашей стране ресурсы глубинного тепла Земли, превышающие теплотворную способность всех традиционных видов топлива в верхних слоях земной коры. По годовому эквиваленту они оцениваются в 40—50 млн. тонн условного топлива. Наибольшие запасы этого вида энергии имеются в Западной Сибири и на Камчатке, в Грузии, Армении, Краснодарском и Ставропольском краях,

Дагестане и в некоторых зонах Казахстана и Узбекистана.

В течение длительного времени более 20 городов и крупных населенных пунктов нашей страны удовлетворяют свои потребности в тепле главным образом за счет термальной энергии земных недр. Ежегодная добыча термальных вод сейчас превышает 25 млн. м<sup>3</sup>, а пара — 0,3 млн. тонн. Работают системы теплоснабжения жилых и общественных зданий, обогреваются теплицы и парники, из термальных вод добывают такие химические элементы, как бор, мышьяк, литий, цезий. Интенсивно используются эти энергоресурсы на Камчатке. Паратунский теплично-парниковый комбинат площадью 6 га круглый год обеспечивает прилегающие районы полуострова свежими овощами и дает прибыль в несколько сот тысяч рублей. С 1967 года эксплуатируется на Камчатке Паужетская геотермальная теплоэлектростанция (ГеоТЭС). Ее среднегодовая мощность была равна 4 МВт, а выработка энергии — 15—16 млн. кВт·ч при себестоимости, в 2,5—3 раза меньшей, чем себестоимость дизельных электростанций, используемых в этом крае. По основным технико-экономическим характеристикам ГеоТЭС сравнима с Камчатскими теплоэлектроцентралями и проектируемой атомной теплоэлектроцентралью. В 1980 году после установки еще двух турбин мощность Паужетской ГеоТЭС возросла до 11 МВт. Согласно предварительным подсчетам, стоимость 1 кВт энергии, вырабатываемой ГеоТЭС в условиях, например, Ставропольского края, окажется не больше 1,5 копейки.

Еще один вид возобновляемых источников — энергия приливов и отливов, волн, подводных течений в морях и океанах. Несколько лет назад были созданы небольшие волновые электростанции для питания буев и других устройств. На Кольском полуострове уже много лет действует опытная Кислогубская приливная станция (ПЭС) мощностью 400 кВт (Земля и Вселенная, 1970, № 4, с. 34—45.—Ред.), разработаны технико-экономические обоснования и более мощных ПЭС.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ВИЭ

При наличии определенного количества различных установок ВИЭ, характеристики которых обеспечат необходимую эффективность, к 1990 году можно получить экономию в 10—11 млн. тонн органического топлива. Работа в рамках долговременной целевой программы комплексного освоения ВИЭ пойдет в будущем по двум основным направлениям. В первую очередь, будут выпускаться установки небольшой мощности для рассредоточенных объектов и потребителей, во-вторых, разрабатываться и сооружаться крупные СЭС, ВЭС и ГеоТЭС. Они будут работать в автономном режиме и совместно с тепловыми или гидроэлектростанциями. Трудности первого направления связаны в основном с организацией промышленного выпуска, внедрения и эксплуатации установок, второго — с решением ряда научных проблем, обеспечивающих существенное повышение экономичности станций.

Важным аспектом использования ВЭС и СЭС большой мощности будет получение водорода из воды и применение его в качестве топлива. Энергия от мощных установок ВИЭ будет расходоваться на электролитическое разложение воды на водород и кислород, которые затем будут аккумулироваться в резервуарах и использоваться по мере надобности: водород — для работы двигателей внутреннего сгорания, кислород — в технологических процессах.

Большую выгоду для энергоснабжения сулит совместное применение ветро- и гелиоустановок. Опытная эксплуатация такой комбинированной установки в Туркмении подтвердила перспективность ветрогелиоустройств для подъема и опреснения воды, разработки электрической энергии, особенно в зонах, где ветер усиливается зимой и в ночные часы, когда резко снижается приток солнечной энергии. Развитие других направлений ВИЭ будет определяться тем, как скоро удастся найти и реализовать

пути снижения затрат на производство энергии. Для этого необходимо расширить исследования и разработки, в том числе и в области использования энергии приливов и волн, а также органических отходов. В океане можно утилизировать и энергию, которая создается за счет разности температур и градиента солености между поверхностными и глубинными слоями воды, наличием водорода и органических веществ. Все эти возможности в нашей стране имеются и создают реальные предпосылки для того, чтобы возобновляющиеся энергоресурсы эффективно служили обществу. Это тем более важно, что диалектика развития энергетики показывает неизбежность постепенного перехода к более широкому использованию ядерной энергии и ВИЭ для удовлетворения потребностей людей.



### МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО НЕТРАДИЦИОННЫМ ЭНЕРГОРЕСУРСАМ

С 20 по 24 апреля 1981 года в Москве работал международный симпозиум «Значение новых и возобновляемых источников энергии в решении глобальных проблем энергетики». Его организовал Госкомитет СССР по науке и технике совместно с секретариатом Конференции ООН по новым и возобновляемым источникам энергии (конференция состоится в августе 1981 года в Кении). В симпозиуме приняли участие более 100 ученых из 60 стран.

Основные вопросы, обсуждавшиеся на его заседаниях, касались развития нетрадиционной энергетики, технологии использования атомной, солнечной, ветровой и геотермальной энергии, органических отходов сельскохозяйственного и промышленного производства, энергии приливов морей и океанов. Обсуждались социально-экономические аспекты использования нетрадиционных источников энергии, экологические особенности их развития, международное сотрудничество и подготовка кадров для решения проблемы.

Было отмечено, что при существующем росте потребления энергии (за последние 10 лет оно увеличилось примерно в полтора раза), сокращении запасов жидкого топлива и резком повышении мировых цен на традиционные энергоресурсы удовлетворить энергетические потребности можно, если больше использовать ядерную энергию, увеличить добычу угля и сланца, выявить

новые месторождения нефти и природного газа. Следует также соблюдать режим экономии энергии, в частности, за счет повышения эффективности устройств и оборудования, преобразующих и использующих энергию, и более широкого вовлечения в топливно-энергетический баланс **новых источников**. Участники симпозиума пришли к выводу, что уже в недалеком будущем нельзя будет удовлетворить энергетические потребности людей, не используя в больших масштабах нетрадиционные ресурсы. По оценке большинства специалистов, к началу XXI века возобновляющиеся источники будут составлять 8—10% мирового энергобаланса. Но если сейчас расширить исследования и практические работы по освоению новых энергоресурсов, то их роль можно существенно повысить.

Я. И



## ЧАСТО ЛИ РОЖДАЮТСЯ ПУЛЬСАРЫ?

Изучив зависимость между периодом следования импульсов радиопульсаров и скоростью изменения этого периода, американские астрофизики Е. Финней и Р. Блэндфорд попытались определить частоту образования радиопульсаров в Галактике. Основные трудности в этой работе связаны с незнанием того, как быстро уменьшается напряженность магнитного поля нейтронной звезды со временем, а также какова ширина радиолуча пульсара, в который попадает (или не попадает) наблюдатель. В зависимости от принятых предположений интервал времени между рождением пульсаров в Галактике получается от двух до восьми лет. Поскольку интервал между вспышками сверхновых в Галактике оценивается сейчас в 15—20 лет, подтверждается гипотеза о том, что часть нейтронных звезд — пульсаров образуется «тихо», без вспышки сверхновой звезды (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 30. — *Ред.*).

Monthly Notices of the Royal  
Astronomical Society,  
1981, 194, 1.

## ЗВЕЗДНЫЙ ОСТАТОК ВСПЫШКИ СВЕРХНОВОЙ?

В двух остатках сверхновых — Крабовидной туманности и Паруса X — находятся нейтронные звезды — пульсары, возникшие при взрывах звезд. Ведутся поиски аналогичных объектов и в других остатках сверхновых, особенно в молодых. Американские астрофизики Ф. Швейцер и Дж. Миддлдитч исследовали фотографии газовой туманности — остатка сверхновой, вспыхнувшей в созвездии Волка в 1006 году. В этом остатке сверхновой они обнаружили очень голубую звезду 16,7 величины. Исследователи не нашли никаких следов периодических изменений в интервале частот от 0,002 до 50 Гц. В спектре звезды видны линии поглощения водорода и гелия. Спектральные и фотометрические данные показывают, что звезда еще не достигла стадии горячего белого карлика. Температура ее поверхности около 38 000 К, а расстояние до звезды совпадает с расстоянием до остатка сверхновой.

Вероятность того, что звезда лишь случайно оказалась в пределах остатка сверхновой и физически с ним не связана, крайне мала. Но тогда возникают две проблемы. Почему после взрыва не образовалась нейт-



ронная звезда? Можно предположить, что мы наблюдаем компонент двойной системы. Второй, невидимый компонент — нейтронная звезда, образовавшаяся при вспышке сверхновой. Но есть и другая проблема. Звезда находится в 2,45' от геометрического центра остатка. Вспышка произошла около 1000 лет назад. Чтобы удалиться так далеко от места взрыва, двойная система должна двигаться со скоростью 800 км/с! Между тем измеренные радиальная и тангенциальная скорости звезды невелики. Ученые считают, что, вероятно, неправильно определен геометрический центр туманности — место взрыва. Несимметричная форма остатка сверхновой не позволяет точно установить положение взрыва.

Astrophysical Journal, 1980, 241, 3.

## РАССТОЯНИЕ ДО ЦЕНТРА ГАЛАКТИКИ

Как далеко находится от Солнца центр нашей Галактики, скрытый от наблюдателей газовыми и пылевыми туманностями? В течение многих лет астрономы, рассчитывая модели Галактики, принимали расстояние до центра равным 10 кпк. Сейчас эта величина все чаще подвергается сомнению.

Р. Куирода (Бразилия) определил расстояние до центра Галактики, исследовав кинематику областей нейтрального водорода, горячих звезд спектральных классов O и B, областей ионизированного водорода и звезд, связанных с этими областями. Изучая кинематику водородных туманностей, Р. Куирода строил шкалу расстояний до них, а затем эти расстояния сравнивал с полученными независимо расстояниями до O- и B-звезд, расположенных в исследованных областях нейтрального и ионизированного водорода. Так была откалибрована «мерная линейка». Р. Куирода нашел, что галактический центр удален от Солнца на 8,5 кпк, причем ошибка в определении этой величины составляет

±0,7 кпк. Новая величина расстояния до центра Галактики согласуется с другими оценками, в частности, с расстоянием 8,7 кпк, полученным Я. Оортом и М. Плаутом (Нидерланды), которые исследовали распределение короткопериодических переменных звезд типа RR Лирь.

Astronomy and Astrophysics,  
1980, 92, 1.

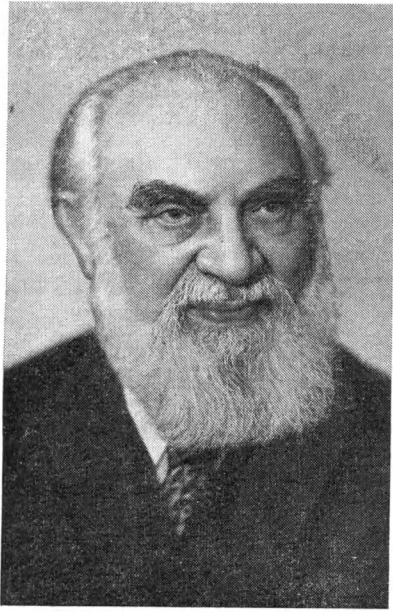
## РАЗМЕРЫ И ФОРМА ЮНОНЫ

На протяжении почти двух столетий Юнона считалась четвертым по величине астероидом. Но в начале 70-х годов, когда ее размеры определили с помощью радиометрического и поляриметрического методов, она была отодвинута на пятнадцатое место (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 10—14. — *Ред.*). Однако Юнона явно не хочет уступать главенствующее положение в кольце астероидов. В этом нас убеждают более точные определения размеров астероида.

В ночь с 10 на 11 декабря 1979 года несколько групп американских астрономов наблюдали покрытие Юноной звезды SAO 115946. Результаты обработки наблюдений преподнесли сюрприз: видимый диск Юноны оказался вовсе не кругом. Это эллипс с полуосями около 290 и 245 км. (Напомним, что прежние оценки диаметра Юноны приводили к среднему значению 250 км.) Остается пока неизвестным размер Юноны в направлении луча зрения. В списке астероидов Юнона сейчас занимает девятое место.

Если моменты покрытия звезд астероидами фиксировать с точностью до нескольких тысячных долей секунды (как это было в случае с Юноной), размеры астероидов получают с ошибкой всего около 1%. Зная массу астероида, можно достаточно уверенно вычислить среднюю плотность астероида, а значит, установить его состав. Таким путем в будущем удастся выявить углестые, каменные и металлические астероиды, плотность которых, соответственно: 2,2; 3,6; 7,8 г/см<sup>3</sup>. Пока что нам известен лишь состав поверхностного вещества астероидов, и за неимением лучшего мы предполагаем таким же и средний состав. Ведь радиометрический, поляриметрический и даже метод спеклинтерферометрии дают размеры астероидов с точностью 5—10%, а это влечет за собой ошибку в определении плотности порядка 30% — большую, чем ожидаемые различия в плотности астероидов разных классов.

Sky and Telescope, 1980, 59, 4.



*Ари Абрамович Штернфельд  
(1905—1980)*

Одной из последних статей А. А. Штернфельда была статья о космических скоростях, написанная им специально для «Земли и Вселенной». Ее передала в редакцию вдова ученого — И. Н. Штернфельд.

Редакция попросила члена-корреспондента АН СССР Б. В. Раушенбах, который хорошо знал А. А. Штернфельда, рассказать о деятельности ученого.

«Ари Абрамович Штернфельд родился 14 мая 1905 года в польском городе Серадз. В 1927 году он окончил Нансиский университет во Франции и получил диплом инженера-механика. Работая на парижских промышленных предприятиях, А. А. Штернфельд в свободное время изучал труды К. Э. Циолковского. Он завязал переписку с основоположником космонавтики и познакомил с ним французскую общественность. В 1930 году в газете «Юманите» молодой ученый утверждал: «Только социалистическое общество откроет путь к освоению космического пространства».

В 1935 году А. А. Штернфельд переехал в СССР и стал сотрудником Реактивного научно-исследовательского института. В 1937 году вышла

в свет его книга «Введение в космонавтику». Это было первое систематическое изложение совокупности проблем, связанных с предстоящим завоеванием космоса,— от строения Солнечной системы до релятивистских эффектов при космических полетах. Неудивительно, что по этой книге учились многие из тех, кому в будущем предстояла практическая работа по завоеванию космоса.

Наиболее значительный вклад А. А. Штернфельда в теорию космического полета — его работы по оптимизации траекторий межпланетных перелетов.

В последние годы советские ученые провели подробное и систематическое изучение этих траекторий и по достоинству оценили их преимущества. Обыденные сегодня понятия «первой» и «второй» космических скоростей тоже были предложены А. А. Штернфельдом. Я считаю нужным говорить здесь об этом, поскольку публикуемая ниже популярная статья посвящена проблеме космических траекторий и скоростей.

Конечно, деятельность А. А. Штернфельда не ограничивалась только траекторными исследованиями. В частности, не оценим его вклад в популяризацию достижений советской космонавтики. Так, в 1956 году (за год до начала космической эры) вышла его книга «Искусственные спутники».

За свою научную деятельность А. А. Штернфельд был удостоен ученой степени почетного доктора наук (*honoris causa*), звания заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, стал лауреатом двух международных премий по астронавтике».

## Космические

ПЕРВАЯ, ВТОРАЯ,  
ТРЕТЬЯ, ЧЕТВЕРТАЯ...

В 1937 году в своей книге «Введение в космонавтику» я писал: «Когда будет достигнута первая космическая скорость, в порядок дня встанет вопрос о постройке обитаемого искусственного спутника, обращающегося вокруг Земли или другой планеты вне ее атмосферы».

Сегодня уже — и искусственные спутники Земли на орбитах, осуществлены полеты на Луну, Марс, Венеру. Освоена вторая и почти достигнута третья космические скорости. А что же дальше? Попробуем разоблачить, что собой представляют другие космические скорости и чем они могут быть полезны человечеству. Вообразим, что мы имеем возможность построить космический аппарат (ракету) и вывести его на орбиту поочередно с различными скоростями.

Чтобы не нарушать стройности нашего повествования, начнем с **первой** — 7,91 км/с. Эта скорость такова, что аппарат не опускается и не поднимается, то есть описывает круговую орбиту с постоянной скоростью. Другими словами, тело движется по окружности вокруг Земли над ее поверхностью, совершая полный оборот за 84,4 минуты. Напомним, что из-за наличия земной атмосферы круговая орбита вблизи земной поверхности практически неосуществима. Поэтому правильнее было бы называть первой космической скоростью круговую скорость на высоте, где спутник способен совершить хотя бы один оборот (примерно на уровне 160 км).

## скорости настоящего и будущего



Траектории космического аппарата, летящего с первой и второй космическими скоростями

Но вот мы увеличиваем скорость, сообщаемую аппарату у поверхности Земли, до **второй космической скорости** — 11,2 км/с. Получив такую скорость, аппарат начнет двигаться по параболе, фокус которой расположен в центре Земли, и уже не будет возвращаться к центру притяжения. Он как бы сбрасывает окопы тяготения.

При отклонении начальной скорости от горизонтального направления и ее приближении к вертикали расстояние в перигее уменьшается от величины, равной радиусу Земли, до нуля. Парабола переходит в прямую, но и в этом случае скорость назы-

вают параболической. Вторая космическая скорость позволит попасть, например, на Луну.

Теперь, когда удалось вырваться из поля тяготения нашей планеты, можно подумать и о межпланетных перелетах. Начальная скорость последующего движения относительно Солнца — это гелиоцентрическая скорость выхода из сферы действия Земли. Она складывается из геоцентрической скорости выхода (скорость, которую имел бы космический аппарат, если никаких других притягивающих тел, кроме Земли, не было бы) и скорости Земли.

В зависимости от величины гелиоцентрической скорости гелиоцентрические орбиты могут быть эллиптическими, параболическими, гиперболическими и даже... прямолинейными. В первом случае космический аппарат, покинув сферу действия Земли, превратится в искусственную планету или, что то же самое, в искусственный спутник Солнца. Во втором и третьем он навсегда покинет Солнечную систему. Наименьшая скорость, которую нужно сообщить

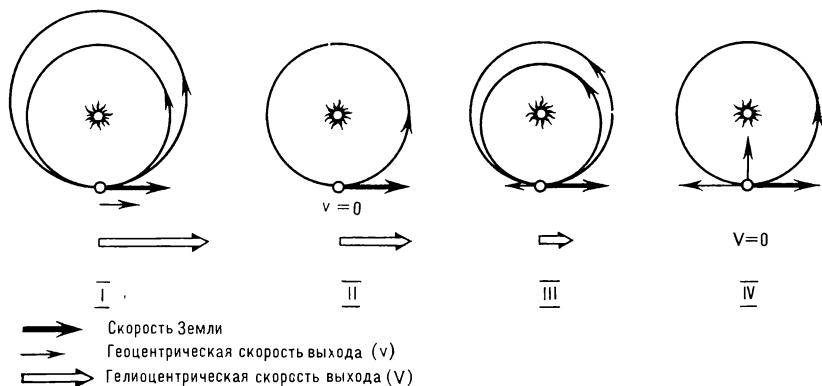
аппарату у поверхности Земли, чтобы он смог уйти из Солнечной системы по параболе, касательной к орбите Земли, — **третья космическая скорость** — 16,7 км/с. Чем же примечательны межпланетные траектории?

Чтобы не усложнять читателю понимание сути, рассмотрим семейство гелиоцентрических орбит, касательных к орбите Земли. Такие орбиты получаются, если геоцентрическая скорость выхода из сферы действия Земли совпадает по направлению со скоростью Земли или прямо противоположна ей. (Подробнее о межпланетных перелетах читатель сможет узнать из книги В. И. Левантовского «Механика космического полета в элементарном изложении». М.: Наука, 1980.— Ред.)

Представим, что запущенный космический аппарат превратился в искусственную планету. Существует несколько вариантов орбит.

**Вариант I:** геоцентрическая скорость выхода совпадает по направлению со скоростью Земли. Тогда гелиоцентрическая скорость выхода больше скорости Земли, орбита искусственной планеты расположена вне орбиты Земли, ее перигелий находится на орбите Земли. По таким орбитам может лежать путь к внешним планетам — Марсу, Юпитеру...

Гелиоцентрические траектории в четырех характерных случаях выхода из сферы действия Земли



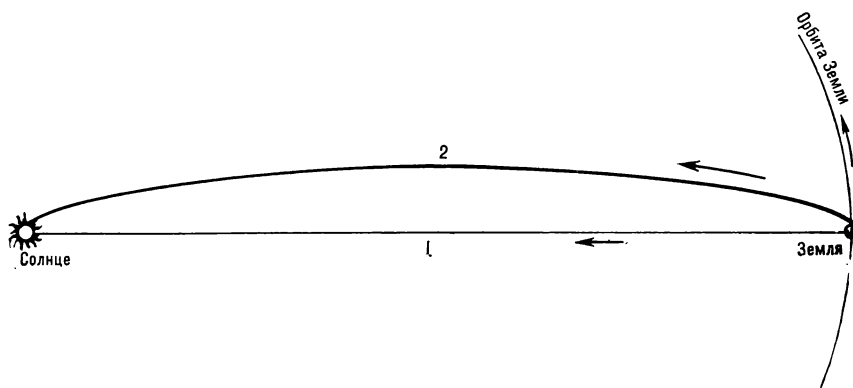
**Вариант II:** геоцентрическая скорость равна нулю. Это означает, что гелиоцентрическая скорость равна скорости Земли и орбита искусственной планеты совпадает с орбитой Земли.

**Вариант III:** геоцентрическая скорость направлена прямо противоположно скорости Земли. Теперь уже гелиоцентрическая скорость меньше скорости Земли, орбита искусственной планеты расположена внутри орбиты Земли, ее афелий находится на орбите Земли. Если мы воспользуемся этими орбитами, то сумеем добраться к Венере, Меркурию и окрестностям Солнца.

И, наконец, **вариант IV:** геоцентрическая скорость равна скорости Земли и прямо противоположна ей. Отсюда следует, что гелиоцентрическая скорость равна нулю и орбита искусственной планеты вырождается в радиальную прямую падения на Солнце. Но для того, чтобы ракета вне поля притяжения Земли могла обладать ее орбитальной скоростью в гелиоцентрических координатах (29,8 км/с), у самой поверхности Земли следует ей сообщить большую скорость, которая называется **четвертой космической скоростью** — 31,8 км/с. «Упасть на Солнце» оказывается значительно сложнее, чем навсегда покинуть поле его тяготения.

Один из парадоксов космической навигации заключается в том, что ракета, обладающая третьей космической скоростью, может улететь в бесконечность, но она не способна приблизиться к Солнцу ближе чем на 30 млн. км (точнее 30,9 млн. км, или 0,207 а. е.). Для того же, чтобы достичь любой точки эклиптики, тело должно обладать у поверхности Земли четвертой космической скоростью.

Основные космические скорости имеют только теоретическое значение, так как мы допускаем, что все они сообщаются у самой поверхности нашей планеты и что обладающие ими космические аппараты не встречаются при полете никакого внешнего сопротивления. Если довольствоваться тем, чтобы аппарат пролетел в перигелии по касательной к поверхности нашего дневного светила, сле-



*Траектории полета к Солнцу с четвертой (1) и псевдочетвертой космическими скоростями (2).*

*Большая полуось эллипса 75,1 млн. км, малая — 10,2 млн. км*

довало бы ему сообщить у поверхности Земли скорость, несколько меньшую четвертой космической, — 29,1 км/с (назовем ее псевдочетвертой космической скоростью). Орбита ракеты была бы тогда очень сплюснутым эллипсом с малой осью, почти в 8 раз меньшей его большой оси.

Естественно, что не в любой момент ракета, обладающая четвертой космической скоростью, может отправиться в намеченную точку эклиптики. Для этого следует подобрать соответствующее место старта на орбите Земли. А для того, чтобы наша планета подошла к намеченной стартовой точке, иногда может понадобиться целый год.

В самом деле, лишь на первый взгляд четвертая космическая скорость — величина постоянная, как постоянны величины первой и второй космических скоростей. Но на самом деле это не так. Земля обращается вокруг Солнца отнюдь не по кругу, а по эллипсу. В начале января, когда Земля проходит через перигелий, ее скорость наибольшая — 30,3 км/с. А в начале июля, когда Земля проходит через афелий, ее скорость составляет лишь 29,3 км/с. В связи с этим конец весны и первые недели лета — лучшее время для отлета зонда к центру эклиптики с четвертой космической скоростью. И наоборот, осень и зима не благоприятствуют такому полету. Самая

большая скорость старта, необходимая для того, чтобы космический летательный аппарат умчался к Солнцу по прямой (32,3 км/с), нужна в начале года. Затем с каждым днем необходимая скорость постепенно уменьшается и достигает минимального значения в начале июля — 31,3 км/с.

Все планеты Солнечной системы имеют свои четвертые космические скорости. И периоды колебания этих скоростей определяются на планетах продолжительностью местного года. Особенно сильны изменения четвертой космической скорости для Меркурия. На этой планете в течение местного полугодия длительностью 44 суток четвертая космическая скорость увеличивается с 39,1 до 59,1 км/с, а затем в течение следующих 44 суток уменьшается в тех же пределах.

## К ЗВЕЗДАМ И КОМЕТАМ

Космический аппарат может улететь из Солнечной системы по параболе, которая лежит в плоскости, проходящей через Землю, Солнце и любую заданную звезду. Солнце занимает привилегированное положение — оно находится в фокусе параболы.

Вследствие движения Земли по орбите в течение года можно подобрать такую траекторию, которая при полете с третьей космической скоростью ведет к любой звезде, лежащей в плоскости движения нашей планеты.

Но если бы мы решились отправить космический зонд к звезде, находя-

щейся в плоскости, сколько-нибудь наклоненной к плоскости эклиптики, то для этого потребовалась бы большая стартовая скорость. Так, например, если угол наклона доходит до  $20^\circ$ , то минимальная стартовая скорость возрастает до  $20,7$  км/с. По мере увеличения наклона плоскости минимальная стартовая скорость для отлета в бесконечность все увеличивается, и когда угол наклона достигает  $45^\circ$ , эта скорость составляет уже  $31,8$  км/с. Наконец, для полета по параболической траектории в плоскости, перпендикулярной к земной орбите, требуется **пятая космическая скорость** —  $52,8$  км/с. С этой скоростью может быть достигнута любая точка в плоскости, перпендикулярной к орбите Земли.

Известно, что многие кометы огибают Солнце, двигаясь по сильно вытянутым эллипсам, в направлении, обратном движению Земли вокруг Солнца. Поэтому, чтобы отправиться вдогонку за любой кометой в произвольный момент, стартовую скорость придется увеличить до **шестой космической скорости** —  $72,7$  км/с.

Это — начальная скорость, обеспечивающая полет по параболе относительно Солнца в направлении, противоположном движению Земли.

Уже третья космическая скорость может пригодиться для сопровождения «случайно» проходящей мимо Земли кометы. Но может оказаться и так, что какая-то «злостная» комета, прибывшая с окраин Солнечной системы, пройдет мимо Земли точно в обратном направлении ее движения. И если с целью исследования этой кометы ученые захотят приставить к ней космический аппарат в качестве эскорта, то они должны будут сообщить этому аппарату значительно большую космическую скорость, близкую к шестой космической скорости. Уравняя дополнительным включением двигателя скорости корабля и кометы, космонавты смогут сопроводить исследуемое светило на расстоянии, удобном для наблюдений.

В дальнейшем за такими автоматами по проложенным ими трассам смогут последовать и космонавты. Однако о высадке на крупные глыбы

в ядре кометы говорить еще рано. Само приближение к голове кометы может оказаться небезопасным для космического корабля: здесь особенно велика вероятность столкновения. Поэтому речь должна идти только о сопровождении кометы на безопасном расстоянии.

Еще удобнее было бы изучать ядро кометы, превратив ракету в ее искусственный спутник. Вследствие небольшой притягивающей силы комет такой спутник обращался бы вокруг ядра с весьма малой скоростью — до  $10$  м/с, что благоприятствовало бы наблюдениям.

Сопровождение комет космическими летательными аппаратами даст возможность ответить на большинство неясных и спорных вопросов о природе комет. Выход же ракет за пределы Солнечной системы обогатит наши знания о межзвездном пространстве.

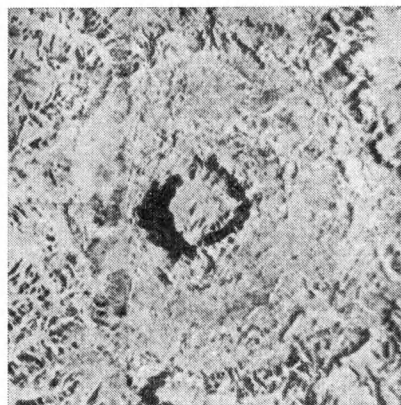
Таковы возможности, которые открывают перед нами космические аппараты, летящие с пятой и шестой космическими скоростями.

## МЕТЕОРИТНЫЙ КРАТЕР В БРАЗИЛИИ

Воздействие атмосферы, океана и деятельность человека постепенно приводят к уничтожению метеоритных кратеров, тем более быстрому, чем меньше их размеры. Поэтому неудивительно, что Земля кажется бедной метеоритными кратерами, они обнаружены лишь в 90 местах на ее поверхности.

Новый кратер, пополнивший список метеоритных, находится в Бразилии, его координаты:  $8^\circ 5'$  ю. ш.,  $46^\circ 52'$  з. д. Кратер имеет два кольцевых вала: один диаметром около  $3$  км, другой — диаметром  $12$  км. Кратер, получивший название Сьерра-де-Кангалга, расположен в пустынной местности, в  $60$  км восточнее города Каролина. Лет двадцать назад пилот бразильской авиалинии обратил внимание геологов на этот кратер.

В начале 70-х годов бразильские геологи во главе с Р. Дитцем (США) начали исследовать кратер. Доказать его метеоритное происхождение в то время не удалось и было решено сфотографировать кратер в ходе совместного советско-американ-



*Так выглядит кратер Сьерра-де-Кангалга на космическом снимке*

ского эксперимента «Союз» — «Аполло». Космические снимки помогли детально изучить структуру Сьерра-де-Кангалга и выявить еще один кратер меньших размеров в  $45$  км северо-восточнее.

Позднее геологи нашли много-

численные косвенные подтверждения метеоритной природы кратера Сьерра-де-Кангалга и среди них — характерные для ударных кратеров конусы сотрясения. Внутри конусов обнаружено много стеклянных шариков, приуроченных к краям трещин. Бразильские геологи считают, что стеклянные шарики образовались в результате мгновенного расплавления мелких частиц во время прохождения ударной волны, вызванной падением метеорита.

Возраст кратера оценивается в  $220$  млн. лет — таков возраст самых старых неразрушенных пород, подстилающих кратер. Кратер необычайно хорошо сохранился. Он «выжил» благодаря тому, что в течение длительного времени был погребен под осадочными породами. Со временем местность поднялась на  $300$  м над уровнем моря, осадочные породы были постепенно содраны с окружающего ландшафта и смыты реками. Произошло редкое событие — эксгумация ранее погребенного кратера, и он стал выделяться на земной поверхности.

Sky and Telescope, 1980, 59, 6.



О. Н. КОРОТЦЕВ

## Евгения Максимовна Руднева

Когда я смотрю на Капеллу — одну из ярчайших северных звезд, то невольно вспоминаю светловолосую и ясноглазую девушку, влюбленную в звезды. В астрономических справочниках сказано, что  $\alpha$  Возничего — Капелла относится к классу звезд желтых гигантов. Но, к сожалению, ни в одном из них вы не найдете упоминания о том, что Капелла была любимой звездой Евгении Рудневой, отдавшей свою молодую жизнь за свободу нашей Родины, за процветание советской науки.

Евгения Максимовна Руднева родилась 24 декабря 1920 года в Бердянске. Вскоре семья Рудневых переехала в поселок Лосиноостровскую (ныне Бабушкинский район Москвы). Еще в школе она стала проявлять интерес к астрономии. В 1937 году, будучи ученицей девятого класса, она написала в дневнике: «Вот смотрю я на звездное небо, на Орион, на Сириус и мечтаю о том, как я буду астрономом, как я буду изучать их спектры, я вижу себя в обсерватории...».

Исключительно собранная и целеустремленная, Женя добивалась осуществления своей мечты. Уже через год она активно работала в Московском отделении Всесоюзного астрономо-геодезического общества, впоследствии она возглавила отдел Солнца.

В отделе Солнца Женя Руднева выполнила две научные работы, которые были опубликованы. Под руководством доцента Е. Я. Бугославской были обработаны многолетние ряды наблюдений относительных чисел солнечных пятен (чисел Вольфа) за 16 лет (1923—1938 гг.). Работа эта



*Евгения Максимовна Руднева  
(1920—1944)*

несложная, но довольно однообразная: требовалось производить много вычислений, приводить одни ряды наблюдений к другим с помощью специальных коэффициентов. Женя писала в своем дневнике: «Вчера опять считала коэффициенты чисел Вольфа, помогала Зверькову». Действительно, в работе участвовали двое: М. И. Зверьков и Е. М. Руднева, но статья в «Бюллетене ВАГО» (1939, № 1) вышла за подписью одного М. И. Зверькова. Правда, в конце статьи указывалось: «В настоящей работе, помимо автора, принимала участие Е. М. Руднева».

Другая работа, выполненная Женей самостоятельно, представляет собой обзор сообщений любителей о наблюдениях за поведением животных, птиц, насекомых и растений во время солнечного затмения 19 июня 1936 года. Она называется «Биологические наблюдения во время солнечного затмения 19 июня 1936 года» и была опубликована в «Бюллетене ВАГО» (1939, № 3).

Осенью 1938 года после окончания средней школы № 311 Руднева стала студенткой Московского университета по специальности астрономия. Учебу в университете девушка сочетала с комсомольской работой и занятиями в военных кружках. Угроза войны с каждым днем нарастала. И Руднева готовила себя к защите Родины.

Однажды, после просмотра кинофильма «Ленин в Октябре», она написала в дневнике: «Я очень хорошо знаю: настанет час, я смогу умереть за дело моего народа так, как умирали они, безвестные герои этого чудесного фильма. Я хочу посвятить свою жизнь науке, и я это сделаю... Но я комсомолка, и общее дело мне дороже, чем свое личное... и если партия, рабочий класс этого потребуют, я надолго забуду астрономию, сделаюсь бойцом...».

Когда Женя сдавала экзамены за третий курс, началась война. И ком-

*Это Почетное свидетельство  
о присвоении названия Руднева  
малой планете № 1907  
хранится  
в Московском отделении ВАГО*



# Почетное свидетельство

о присвоении названия малой планете 1907

Институт теоретической астрономии, возглавляющий в Советском Союзе работы по малым планетам, настоящим свидетельствует, что малая планета № 1907, открытая советскими астрономами, получила название в честь

Евгении Максимовны Рудневой

Отныне эта неотъемлемая частица Солнечной системы будет именоваться малая планета (1907) Rudneva

Ниже приводится текст официального сообщения об утверждении Центром по малым планетам (обсерватория Цинциннати, США) названия малой планеты (1907) Rudneva = 1972 RC2. Discovered 1972 Sept. 11 by M. Chernykh at the Crimean Astrophysical Observatory. Named in honor of Evgeniya Maksimovna Rudneva, hero of the Soviet Union, member of Moscow branch of the Astronomical-Geodetical Society of the USSR, head of the Solar department. During the Great Patriotic War she voluntarily joined the army. Being assigned to the woman's night bombers regiment, she fought at the front and perished valiantly in Apr. 1944 while flying a mission.

Minor Planet Circular 3937 Feb. 20 1976

Директор Института теоретической астрономии АН СССР Ю. Баранов

Ю.В. Баранов

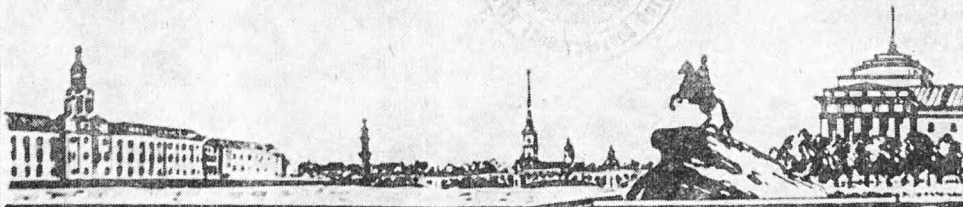
Первооткрыватель

Мельник

(Н.С. Черных)

Ленинград

27 декабря 1976 г.



сомолка Руднева приняла решение: пока враг топчет родную землю, она должна сражаться с ним до полной победы! В октябре 1941 года Герой Советского Союза Марина Раскова обратилась с призывом к девушкам идти в авиацию. Женя Руднева в числе первых пришла в летную школу. «Я чувствую, что я иду единственно правильным путем, что здесь я делаю то, что должна как комсомолка делать», — сообщила она своим родителям. За полгода обучения Женя освоила специальность военного штурмана и с гордостью могла о себе заявить: «Когда я пойду на фронт, то я пойду на Гитлера не с голыми руками...».

В мае 1942 года авиаполк ночных бомбардировщиков, в который Е. М. Руднева была назначена штурманом звена самолетов У-2, вылетел на Южный фронт, в район Северного Кавказа. Этот прославившийся в боях полк целиком состоял из женщин. Одним из лучших был признан экипаж: летчица Дина Никулина и штурман Женя Руднева. Фронтная газета «Крылья Советов» писала о них: «Первым ложится на курс орденосный экипаж лейтенанта Никулиной. 250-й раз летит она на врага. Уверенно ведет Никулина свой самолет... Станция обнаружена. Бомбы, метко сброшенные младшим лейтенантом Рудневой, ложатся по назначению...». Уже тогда на Кавказе командование считало Рудневу непревзойденным мастером бомбовых ударов.

За год пребывания на фронте Женя хорошо овладела практикой самолетовождения. Под обстрелом вражеских зениток, в ослепительных лучах прожекторов не терялась, вела себя уверенно. А когда штурман полка выбыл из строя, приказом командования на эту должность была назначена коммунистка Евгения Руднева (в марте 1943 года ее приняли в партию).

Возглавив работу всего штурманского состава полка, Женя продолжала заниматься со своими «штурманятами» (она подготовила не один десяток молодых штурманов!) и по-прежнему много летала. Почти все молодые летчицы отправлялись в

свой первый боевой полет вместе с Е. М. Рудневой. Она считала, что обязана знать личные качества каждой летчицы. А где, как не в воздушном бою, эти качества проявляются лучше всего?

Сотни раз летала Женя бомбить вражеские склады, железнодорожные узлы, переправы, укрепления, сотни раз смотрела смерти в глаза... Стараясь посылать бомбы точно в цель, юная патриотка мстила врагам за свой родной университет (при налете на Москву одна фашистская бомба повредила здание механико-математического факультета, где она училась), и за варварски разрушенный храм науки — Пулковскую астрономическую обсерваторию. А когда выдалась свободная минута, Женя, глядя на далекие звезды, мечтала. Она думала о том, как снова вернется в университет... «Я очень скучаю по астрономии, — писала она с фронта профессору Московского университета С. Н. Блажке, — но не жалею, что пошла в армию: вот разобьем захватчиков, тогда возьмемся за восстановление астрономии. Без свободной Родины не может быть свободной науки».

Летом 1943 года в небе Кубани начались ожесточенные воздушные бои. Неизмеримый ратный труд выпал тогда на долю женского полка ночных бомбардировщиков. Бомбовыми ударами полк помогал морским десантникам и войскам Северо-Кавказского фронта взламывать вражескую оборону. За участие в освобождении Кубани лучшие воины были удостоены высоких наград. Той боевой осенью на груди Евгении Рудневой рядом с орденами Красного Знамени и Красной Звезды заблестел орден Отечественной войны I степени.

...8 апреля 1944 года началось освобождение Крыма. В ночь на 9-е штурман 46-го гвардейского Таманского авиационного полка, гвардии старший лейтенант Евгения Руднева вместе с летчицей Полиной Прокофьевой отправилась бомбить вражеские укрепления под Керчью. Это был 645-й боевой вылет Е. М. Рудневой.

При подлете к цели их самолет был «схвачен» сразу несколькими

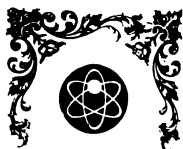
вражескими прожекторами и обстрелян. Снаряд, видимо, попал в бензобак, так как пламя сразу охватило всю машину. У-2 рухнул на землю и взорвался. Смертью храбрых пали в этом бою Прокофьева и Руднева. Женя ушла из жизни, когда ей было немногим более 23...

«Тяжело переживали мы гибель Жени Рудневой, нашего лучшего штурмана, любимой подруги, — вспоминает бывший начальник штаба полка Ирина Вячеславовна Ракобольская. — До самого рассвета продолжались боевые вылеты. Мы писали на бомбах: «За Женю!». Имя Рудневой было занесено в Книгу боевой славы полка. Ее образ еще долго согревал сердца летчиц, особенно тех, кто в минуты опасности ощутил товарищескую преданность Жени, ее постоянную готовность прийти на помощь.

Родина высоко оценила подвиг своей славной дочери. 26 октября 1944 года Евгении Максимовне Рудневой за мужество и отвагу было посмертно присвоено звание Героя Советского Союза. Вечным космическим памятником храброму штурману стала малая планета № 1907, получившая в ее честь наименование «Руднева». Это небесное тело открыл в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР кандидат физико-математических наук Н. С. Черных.

Время не властно над человеческой памятью. Все дальше уходят от нас суровые годы сражений, а имена героев Великой Отечественной продолжают жить в наших сердцах. И если вам доведется побывать в городе-герое Керчи, посетите городское воинское кладбище. Там в одной из братских могил похоронена Евгения Руднева — девушка, которая была влюблена в звезды, готовила себя к их познанию, и чье имя засияло в небе новой звездой.





ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Доктор географических наук  
В. В. ЛОНГИНОВ

## У истоков современной океанологии

Немного можно назвать наук или даже хотя бы их крупных разделов, возникновение которых было бы связано с творчеством только одного исследователя. К числу таких наук относится океанология: ее зарождение и становление обязано работам выдающегося географа, жившего на рубеже XVII и XVIII веков, Луиджи Фердинанда Марсильи. В этом году исполняется 300 лет со дня публикации его первой океанографической работы. В последующие годы исследования, проводившиеся Марсильи, охватили почти все основные явления в море, составляющие ныне предмет изучения океанологии.

Луиджи Фердинанд Марсильи родился 10 июля 1658 года в Болонье, в семье графа Марсильи, и с юности готовил себя к карьере военного инженера. В это же время он стал заниматься различными науками — ботаникой и зоологией, математикой и астрономией, историей и военными науками, в том числе фортификацией, которую он хотел избрать своей профессией.

Девятнадцатилетним юношей Л. Ф. Марсильи приезжает в Константинополь. Одиннадцать месяцев он изучает природу Османской империи, в которую тогда входили Греция, Болгария, Югославия и большая часть современной Венгрии, знакомится с устройством турецкой армии и античными памятниками. В окрестностях Константинополя он узнал от местных рыбаков о донном противотечении в Босфоре, направленном из



*Луиджи Фердинанд Марсильи  
(1658—1730). Гравюра XVIII века*

Мраморного моря в Черное, и решил детально изучить противотечение. Совместно с аббатом Биньоном он провел множество наблюдений в самом проливе, затем создал гипотезу, объясняющую противотечение различной плотностью воды в этих двух морях, и, наконец, попытался построить модель водообмена между ними. Модель была простой, ею служил ящик с перегородкой, снабженной двумя отверстиями — у дна и в верхней части. Заполнив при открытых отверстиях одну половину ящика более тяжелой соленой водой (Мраморное море), а другую — пресной (Черное море) и открыв затем оба отверстия, он наблюдал циркуляцию воды. Верхняя ветвь перетекала из бассейна с более пресной водой в бассейн с соленой, а нижняя — в обратном направлении.

Подобных исследований, включающих натурные наблюдения, построение гипотезы и ее экспериментальную проверку, никто из географов тогда еще не проводил. И даже спустя 200 лет не только механизм обмена вод, но и сам характер течений в Босфоре не были до конца поняты, пока в 1885 году будущий русский адмирал и ученый С. О. Макаров серией точных измерений не подтвердил вывод Марсильи. Течениям Босфора посвящен первый опубликованный труд Л. Ф. Марсильи «Наблюдения в проливе Босфор», напечатанный в Риме в 1681 году. С. О. Макаров высоко оценил эту работу. Он писал: «...светлый взгляд на причины течений имел Марсильи, писавший 200 лет тому назад, когда только что был изобретен барометр, когда ни метеорология, ни физическая география моря не были науками и когда не имели никакого понятия о самой глубине морей, считавшихся едва ли не бездонными».

В 1680 году Марсильи вновь посещает Турцию. Однако назревающее очередное вторжение турецких войск на территорию Австрии заставило его покинуть страну. Он едет в Вену и поступает на службу в качестве военного инженера к императору Священной империи (союз Австрии, Польши, Венеции и России) Леопольду I. Император направляет его на

укрепление крепостей, расположенных по Дунаю и его притокам. С этого момента долгое время Марсильи совмещает военную карьеру с тщательным и всесторонним изучением бассейна Дуная. Результатом изучения был составленный в 1699 году трактат о географии придунайских стран.

В 1683 году при осаде Вены турками Марсильи был тяжело ранен, взят в плен, а затем продан в рабство в Боснию. Только в следующем году ему удалось переслать в Италию, где он считался погибшим, известие о себе, и вскоре он был выкуплен и вернулся в Болонью. Леопольд I вновь направляет Л. Ф. Марсильи на фортификационные работы, и военный инженер снова участвует в осаде нескольких крепостей в Венгрии, в том числе важнейшей крепости на правом берегу Дуная — Буды. После взятия Буды Л. Ф. Марсильи долгое время изучал этот город, снимал планы, строил укрепления и мост через Дунай. Во время этого строительства он обнаружил остатки римского моста, построенного при императоре Траяне, которые он детально описал и зарисовал.

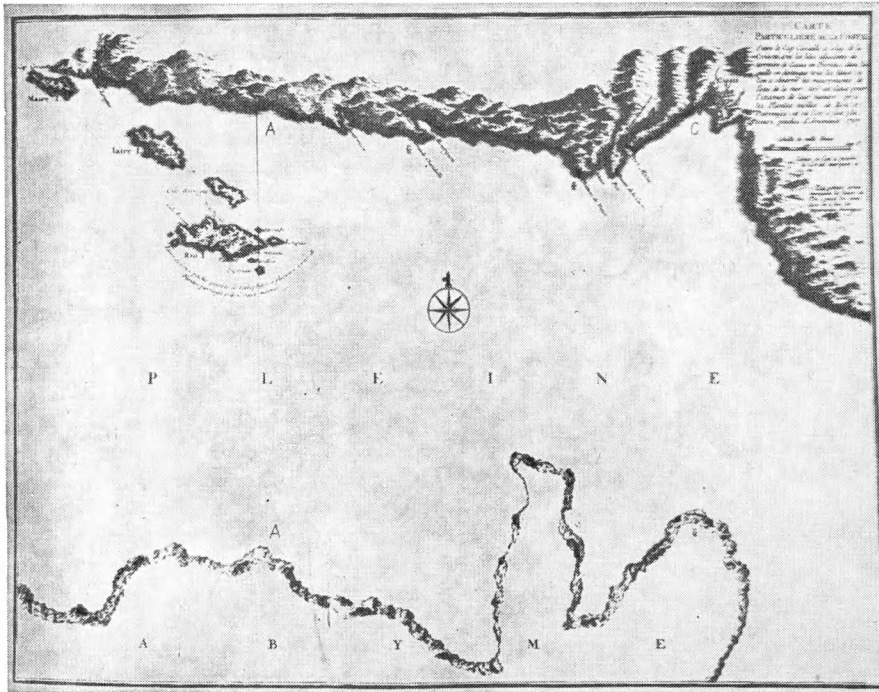
Через два года Л. Ф. Марсильи участвует в подготовке мирного пакта между Венецией и Турцией и в связи с этим снова посещает Константинополь и Адрианополь. Там он наблюдает течения в проливе Дарданеллы. В 1698 году начинаются мирные переговоры между Священной и Османской империями, в которых в качестве военного инженера, ученого и дипломата деятельное участие принимает и Л. Ф. Марсильи.

После подписания ряда мирных договоров, установивших владения и границы воевавших сторон, Марсильи снова начал путешествовать по бассейну Дуная, определяя положение границ, координаты пограничных пунктов и постоянно проводя разнообразные наблюдения. Завершением этих работ и наблюдений был обширный трактат, который Л. Ф. Марсильи преподнес в 1699 году императору Леопольду I, но опубликовал его только через 27 лет. Об этом периоде жизни Марсильи один из его биографов писал: «Среди всех

этих хлопот он совершал исследования, достойные ученого, имеющего все возможности и полную свободу. Со шпагой в руке он снимал планы, определял координаты, измерял скорости течения рек, изучал ископаемых, птиц и рыб и даже проводил химические и анатомические опыты». Но опубликовал Л. Ф. Марсильи за эти годы всего одну небольшую работу — «Рассуждения о минеральном фосфоре» (Лейпциг, 1698).

В годы относительного мира в Европе (1699—1701) Л. Ф. Марсильи знакомится с рудными богатствами Саксонии, а затем в Швейцарии изучает строение гор и соленые источники. В 1700 году он посылает в Лондонское королевское общество и публикует проспект своей работы о Дунае, переизданный на латинском языке в Амстердаме в 1725 году. В окончательном виде эта работа Марсильи под названием «Наблюдения в странах, при Дунае лежащих» увидела свет в Амстердаме только в 1726 году и представляет собой роскошно оформленное шеститомное издание. Первый том содержит общице географические сведения о районе, данные астрономических определений и гидрографию бассейна Дуная, второй посвящен памятникам античности, третий — геологии и полезным ископаемым бассейна, четвертый — рыбам Дуная, пятый — птицам и шестой — флоре. Все тома иллюстрированы зарисовками самого автора. Едва ли для какого-то другого района Европы к концу XVII века было составлено такое полное и точное географическое описание. Этот труд по праву можно назвать шедевром физико-географического исследования территории, превосходящей по площади многие европейские государства того времени. В 1744 году труд Марсильи был издан на французском языке в Париже под названием «Описание Дуная от горы Каленберг в Австрии до устья реки Янтра в Болгарии».

Однако мир в Европе длился недолго — в 1701 году разгорелась четырнадцатилетняя война за испанское наследство, и Л. Ф. Марсильи вновь ушел на военную службу. В конце 1702 года Марсильи был направлен



*Район морских исследований Л. Ф. Марсильи (побережье Средиземного моря в Провансе). Карта взята из книги Л. Ф. Марсильи. С — поселок Кассис, А—А — разрез морского дна, длина его 5000 туазов (около 10 км). Профиль пересекает часть шельфа и достигает склона подводной долины, врезающейся в шельф. Pleine — равнина (шельф), Абуте — бездна (глубина неизвестна, в данном случае — подводная долина)*

помощником коменданта крепости Альт-Бризак. Однако укрепление этой крепости было не закончено, гарнизон не был обеспечен необходимым вооружением и в 1703 году после двухнедельной осады французскими войсками Альт-Бризак пал. Разгневанный потерей крепости, император Леопольд I (не без участия придворных завистников) предал ее коменданта графа д'Арко и Л. Ф. Марсильи военному суду. В 1704 году первый был казнен, а второй — лишен всех чинов и отличий. В знак великой немилости императора к прежнему своему любимцу шпага была сломана над головой Марсильи.

Почти два года пытался он снять с себя несправедливые обвинения военного суда. Но не добившись аудиенции у императора и не получив официального оправдания, в конце 1704 года он издает свой оправдательный меморандум, в котором описывает истинные причины падения Альт-Бризака и свою фортификационную деятельность в крепости. В 1705 году Л. Ф. Марсильи представил в Парижскую академию наук записку, в которой описал свои злоключения. Он изложил также теорию единого строения горных систем, простирающихся от южного берега Черного моря через Карпаты и Альпы к берегам Средиземного. Эта система горных сооружений, которую Марсильи включил и неизвестные тогда структуры средиземноморского дна, по современным воззрениям имеет единое происхождение — альпийскую складчатость.

Оправдав себя, как считают его биографы, изданием своего меморандума, Л. Ф. Марсильи полностью отдается научным исследованиям. В 1706 году он поселяется на морском берегу в прованской деревушке Кассис близ Тулона. Здесь он начинает детально изучать природу

моря и в декабре 1706 года впервые пишет аббату Биньону о своем открытии «цветения кораллов» (кораллы в то время считались растениями). Наблюдавшееся Л. Ф. Марсильи отцветание кораллов и некие желтые шарики, падающие на дно сосуда, возможно, были процессами отделения личинок кораллов — планул. Лишь почти через сорок лет, изучая обнаруженные Марсильи «цветы», биологи поняли, что кораллы — это колонии полипов.

В 1707 году Л. Ф. Марсильи писал аббату Биньону о своем намерении исследовать «историю моря, в которой рассмотреть природу морской воды и различные ее движения, рельеф дна, связанный, по моему мнению, со строением гор, действие ветра на морскую воду, природу рыб и донной растительности». Многие из намеченного в этой программе удалось осуществить, когда Л. Ф. Марсильи жил в Кассисе. Краткое изложение результатов своей научной работы он направил в 1710 году в Парижскую академию и опубликовал в 1711 году в Болонье на итальянском языке, а полное описание — лишь в 1725 году на французском. Это была книга «Физическая история моря», изданная в Амстердаме. Она представляла собой том, состоящий из четырех глав и содержащий 143 страницы текста, 12 таблиц и 40 листов рисунков морских растений.

В первой главе, посвященной морскому бассейну, описываются детальные измерения глубины на шельфе Лионского залива и промеры за его пределами. На карте шельфа отмечена его бровка на глубинах 100—150 м, вероятно, впервые показаны два каньона или подводные долины, оконтуренные бровкой шельфа. Здесь же можно видеть и донные грунты с подстилающими их породами. Данные о температуре воды на различных горизонтах и ее изменениях с глубиной сведены в таблицы (Л. Ф. Марсильи указывает, что температура придонных слоев более постоянна, чем поверхностных). Породы морского дна Марсильи считает аналогичными породам суши и отмечает, что к бровке шельфа приурочены скалистые породы, всегда



# HISTOIRE PHYSIQUE DE LA MER.

Ouvrage enrichi de figures  
deffinées d'après le Naturel.

PAR

LOUIS FERDINAND  
COMTE DE MARSILLI,

MEMBRE DE L'ACADEMIE ROYALE DES  
SCIENCES DE PARIS.



A AMSTERDAM,  
Aux DEPENS DE LA COMPAGNIE.

M. DCC. XXV.

*Титульный лист и фронтиспис  
книги Л. Ф. Марсильи  
«Физическая история моря»,  
изданной в Амстердаме в 1725 году*

описание морских растений и их рисовки. Разделяя морские растения на «мягкие», «древовидные» и «каменистые», Марсильи отмечает, что только первые имеют корни. Способ питания остальных растений совершенно иной: у них нет даже сосудов, по которым должны поступать питательные соки. Изучая растения, Марсильи пользовался микроскопом, применял химический анализ и проводил наблюдения в искусственных условиях.

«Физическая история моря» — несомненно, первый труд по комплексной океанологии, и если некоторые предположения и выводы автора ошибочны, то все его наблюдения и измерения были выполнены на высоком для того времени уровне, ряд выводов вполне справедлив, а высказанные гипотезы плодотворны. Многие из того, что было сделано Л. Ф. Марсильи впервые, вошло затем в число обязательных океанологических работ. К ним относятся: детальный промер и картирование шельфа и материкового склона, четкое определение бровки шельфа, картирование подводных долин, построение профилей дна с указанием грунтов и подстилающих их пород,

систематическое измерение температуры и солености на различных горизонтах, сбор донных растений драгой и, наконец, проведение лабораторного эксперимента для проверки гипотезы о механизме образования двухслойного течения.

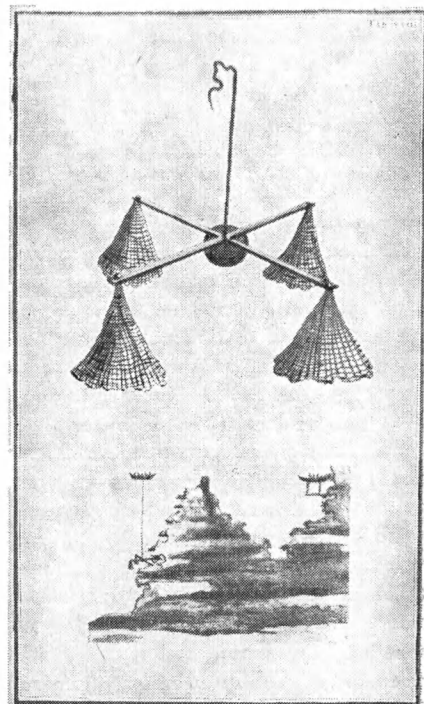
В 1710 году после небольшого перерыва Л. Ф. Марсильи вернулся к своим научным исследованиям. Однако развернуть морские работы в полном объеме ему так и не удалось — пришлось уехать в Болонью. Здесь при университете он мечтал создать Институт свободных искусств и наук, где хотел сосредоточить весь громадный материал, собранный в странствиях по Европе. В начале 1712 года он подал ходатайство в городской сенат, и спустя два года институт был открыт в одном из лучших дворцов Болоньи. Следующие несколько лет Л. Ф. Марсильи готовил к изданию два своих основных труда и заботился о пополнении коллекции института экспонатами и но-

покрытые слоем ила, выносимого реками.

Глава, посвященная морской воде, содержит результаты определений ее солености и удельного веса на различной глубине. Л. Ф. Марсильи установил прямую зависимость плотности от солености. В этой главе подробно описываются различные течения, в том числе многослойные и переменные по направлению. Однако несмотря на длительные наблюдения уровня моря, которые Л. Ф. Марсильи проводил 5 раз в сутки, ему не удалось обнаружить приливные изменения уровня. Говоря о волнах, он считал, что амплитуда их не может превышать шести футов, поскольку ветер не способен «поднять» воду выше этого уровня. Когда ему все же приходилось замерять вблизи берега волны с амплитудой 7 футов, он объяснял это влиянием мелководья.

Основную часть книги составляют

*Драга для сбора кораллов  
конструкции Л. Ф. Марсильи  
(из книги Л. Ф. Марсильи)*



выми книгами. С этой целью он посетил Францию, Голландию и Англию, где закупил ценности и книги.

В 1725 году Л. Ф. Марсильи был избран членом Парижской академии наук, затем членом Лондонского королевского общества и Академии в Монпелье. В Голландии он издал свои монографии: «Физическую историю моря» (на французском языке) в 1725 году и «Наблюдения в странах, при Дунае лежащих» (на латинском языке) в 1726 году. Только в 1728 году Л. Ф. Марсильи вернулся к морским исследованиям на берегу Прованса. Но через год в Кассисе его настиг первый апоплексический удар, заставивший его возвратиться в Болонью. Второй 1 ноября 1730 года стал причиной его смерти.

За восемнадцать лет жизни в Болонье Л. Ф. Марсильи опубликовал (кроме своих основных двух книг) лишь три небольшие работы: «Рассуждения о росте грибов» (Рим, 1714), «Письмо о мосте, построенном на Дунае императором Траяном» (Рим, 1715) и «Документы о создании Института свободных искусств и наук» (Болонья, 1728). В 1732 году, уже после смерти Л. Ф. Марсильи, в Голландии вышло его сочинение «Военная мощь Оттоманской империи — ее расцвет и упадок». Это был единственный труд Марсильи, который вышел на русском языке под названием «Военное состояние Оттоманской империи с ее приращением и упадком» (СПб, 1737). Почти 200 лет спустя, в 1930 году, в связи с 200-ле-

тием со дня смерти Марсильи в Болонье выходит его работа «Физические наблюдения на озере Гарда».

Конечно, Марсильи удалось обработать и издать лишь часть огромного материала, который он собрал за годы своих странствий и исследований, но и того, что он опубликовал при жизни, вполне достаточно, чтобы считать его крупнейшим естествоиспытателем и географом своего времени. Кроме того, он, безусловно, был пионером океанологии — его перу принадлежит первый труд по комплексному изучению моря. Многие в науке сделано Марсильи впервые, и множество его гипотез и идей бесспорно послужили основой для дальнейшего развития океанологии, геоморфологии и физической географии в целом.

## ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ

В 1956 году индийские сейсмологи заметили, что в одном из районов Индии в период летних половодий возрастает число землетрясений. Позднее такие же данные были получены в США. Сейчас реальность связи между сейсмическими толчками и уровнем поверхностных вод, по-видимому, не вызывает сомнений и особенно отчетливо проявляется в случае сильных землетрясений.

Е. С. Штенгелов (Одесский государственный университет) рассмотрел гидрогеологические особенности некоторых сильнейших землетрясений и условия водного режима на их территории. Сильнейшее землетрясение Сахалина — Монеронское (1971) произошло через год после самого значительного (за все время гидрометрических наблюдений) максимума в режиме поверхностных и грунтовых вод. Сарыкамышское и Урэг-Нурское землетрясения в Прииссыккульской котловине (1970) также разразились спустя год после исключительно водообильного периода в бассейнах алтайских рек. Разрушительным среднеазиатским землетрясением Красноводскому (1895) и Верненскому (1887) предшествовало небывалое количество атмосферных осадков, что, несомненно, вызвало резкий подъем уровней грунтовых вод (за полмесяца до Красноводского толчка прошел уникальный для этого района ливень — выпало 77 мм осадков за сутки).

Изменение естественного водного режима влияет на сейсмическую активность так же, как искусственные мероприятия, например, наполнение водохранилищ или заливка скважин (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 29.— *Ред.*). Это связано с тем, что высвобождающаяся при растрескивании земной коры энергия, изменяет гидростатическое давление в водонасыщенных трещинных зонах, к которым обычно приурочены речные долины, а также основные запасы трещинных вод в коренных породах, а это дает дополнительный импульс к разрывам земной коры.

Доклады АН СССР, 1981, 256, 1.

## СВОЙСТВА ОБЛАКОВ НАД ГОРОДОМ

В рамках программы ГАРЭКС (Глобальный аэрозольно-радиационный эксперимент) в декабре 1978 года изучалось влияние города на радиационный режим атмосферы. Были предприняты самолетные измерения над крупными промышленными центрами — Запорожьем и Донском. Два самолета-лаборатории, принадлежащие главной геофизической обсерватории, проводили вертикальное зондирование атмосферы в ин-

тервале высот 500—7200 м над городами и вне их территории. С помощью комплекса приборов, включающего спектрометр, ловушку аэрозолей, счетчик ядер конденсации, изучались параметры облаков, аэрозолей и радиационные свойства атмосферы.

Член-корреспондент АН СССР К. Я. Кондратьев, В. И. Биненко, О. П. Петренчук (Главная геофизическая обсерватория) проанализировали данные этих измерений. Химические пробы воды, собранные в атмосферных облаках над городом, говорят о довольно высокой ее минерализации. Из примесей больше всего в ней содержится сульфата аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и  $\text{CaSO}_4$ , а также капель серной кислоты и нерастворимых черных частиц сажи. Органического вещества, в состав которого входят соединения углерода, довольно много — 30—50% массы всего нерастворимого осадка.

Установлено, что поглощательная способность и радиационное нагревание облаков над городом вдвое больше, чем в загородной зоне. Объясняется это присутствием аэрозолей антропогенного происхождения. Облачно-аэрозольный слой, возникающий над городской территорией, сильно снижает эффективное излучение нижней атмосферы (разность между восходящими и нисходящими тепловыми потоками). Например, эффективное излучение на высоте 500 м при безоблачных условиях было в среднем  $90,7 \text{ Вт/м}^2$ , а при облаках —  $14,0 \text{ Вт/м}^2$ .

Известия АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1981, 17, 2.



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Доктор географических наук  
А. Х. ХРГИАН

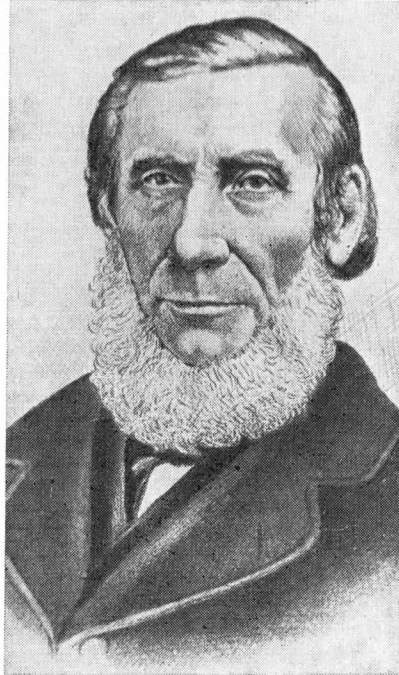
## Звук в атмосфере

Звук как естественное явление издавна интересовал людей. В «Метеорологии» Аристотеля (384—322 гг. до н. э.) мы находим: «Молния кажется опережающей гром, потому что зрение опережает слух. В этом можно убедиться, наблюдая взмахи весел на галере: гребцы уже делают второй взмах, когда шум первого доносится до наших ушей». В своей книге «О душе» Аристотель писал: «Все звуки производятся потому, что воздух приходит в движение путем расширения или сжатия». Тремя столетиями позднее, около 25 года до н. э., римский архитектор Витрувий считал, что звук «двигается, как круги, расходящиеся от брошенного в воду камня».

### РОЖДЕНИЕ АКУСТИКИ

В 1626 году англичанин Ф. Бэкон — по выражению К. Маркса, «родоначальник английского материализма и всей экспериментирующей науки нашего времени» — по-видимому, первый предложил определить скорость звука по звону колокола отдаленной церкви. Выполнил же это спустя девять лет французский математик и физик М. Мерсенн (1588—1648). Он нашел, что скорость звука в воздухе — 230 туазов, или 448 м/с. А еще через 30 лет, в 1666 году, ученики Галилея Вивiani и Корелли (Италия) получили более точную величину скорости звука — 361 м/с.

И. Ньютон в своих «Математических началах натуральной философии» в 1687 году доказал, что скорость звука с пропорциональна квадратному корню из величины давления возду-



Дж. Тиндаль (1820—1893)

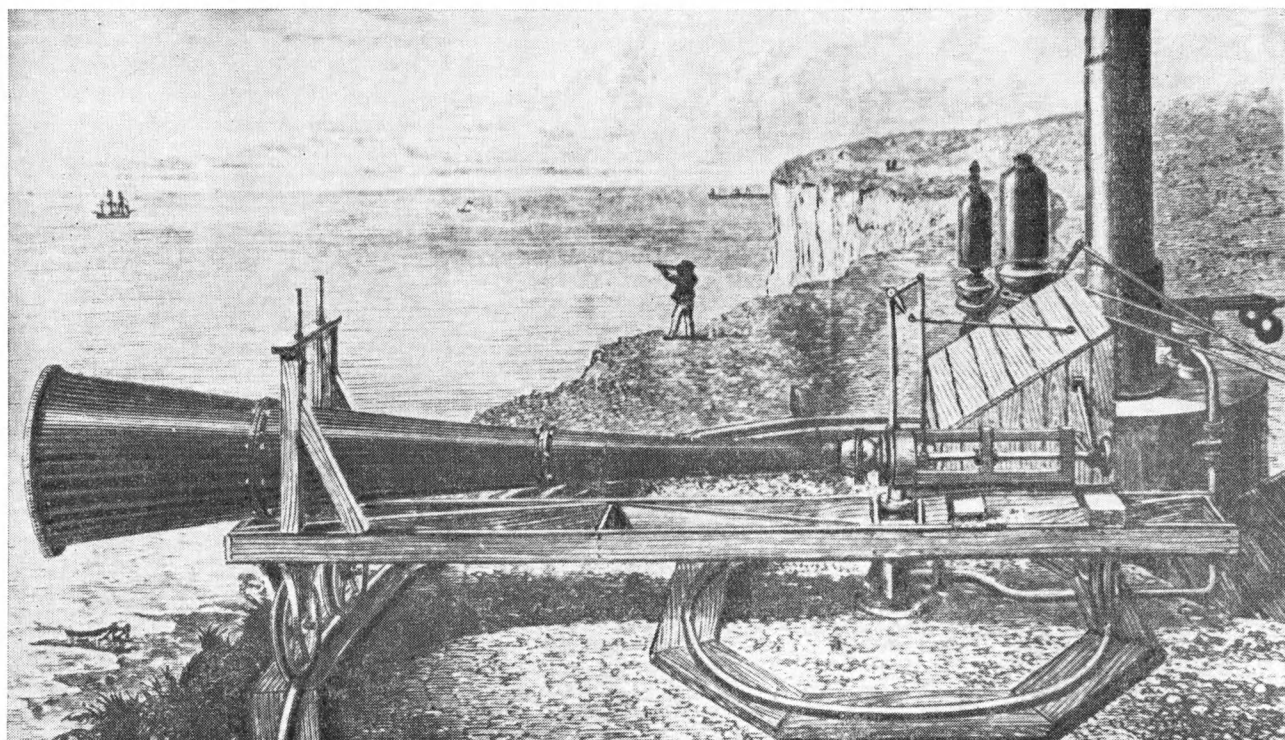
ха, деленной на его плотность ( $c = \sqrt{p/\rho}$ ). И хотя позднее Ж. Лагранж, основатель современной аналитической механики, счел вывод Ньютона «наиболее темной и трудной страницей в «Началах», полученная по этой формуле величина  $c$ , равная 295 м/с, была тогда весьма точной. В 1816 году крупнейший французский математик и астроном П. Лаплас согласовал

теорию звука с опытом, внося в ньютоновское выражение для  $c$  некоторый постоянный множитель.

В начале XVIII века У. Дерхэм, секретарь Лондонского королевского общества, опытным путем доказал, что попутный ветер увеличивает скорость звука, а встречный уменьшает ее. В 1740 году Бианкони (Италия), сравнивая зимние и летние наблюдения, впервые нашел, что скорость звука увеличивается, если растет температура. Данные Дерхэма и Бианкони уже в середине XVIII века позволяли создать теорию преломления звука в атмосфере (по аналогии с хорошо изученным тогда преломлением света). Но такой аналогии, как это ни странно, никто не заметил вплоть до конца следующего столетия.

Выдающийся немецкий естествоиспытатель, геофизик и географ А. Гумбольдт (1767—1835), путешествуя в 1803 году по Южной Америке, сделал замечательное наблюдение: шум дальнего водопада на реке Ориноко ночью был слышен гораздо громче, чем днем. Гумбольдт заключил, что днем восходящие струи воздуха над пересеченной местностью мешают звуку распространяться далеко. Наблюдение было очень важным, хотя интерпретация его и неточной. Примерно через полвека известный английский физик и математик Г. Стокс (1819—1903) (обратите внимание, сколько имен известных ученых вошло в историю акустики!) заметил, что ветер может быть причиной особого преломления звука. Если в нижней атмосфере, как это бывает чаще всего, скорость ветра растет с высотой, звук слышен дальше.

Немного позднее распространени-



*Аппаратура, с помощью которой Дж. Тиндаль изучал распространение звука в воздухе над поверхностью моря (1873 год). Труба двигалась по круговому рельсу, благодаря чему звук распространялся во всех направлениях*

ем звука в атмосфере заинтересовалось английское Бюро торговли, озабоченное тем, как в тумане, когда не видны огни маяка, уберечь суда от подводных камней. В 1873 году пригласили для работы талантливого физика-экспериментатора Дж. Тиндаля. Он был уже известен наблюдениями рассеяния света мелкими частицами, взвешенными в воздухе или в воде. Дж. Тиндаль изучал также поглощение инфракрасных лучей (он назвал их «лучистым теплом») газами и парами атмосферы и вязкое течение льда в альпийских ледниках.

Слушая в море пушечные выстрелы, звуки сирен, труб и свистки, доносившиеся с берега, Тиндаль опро-

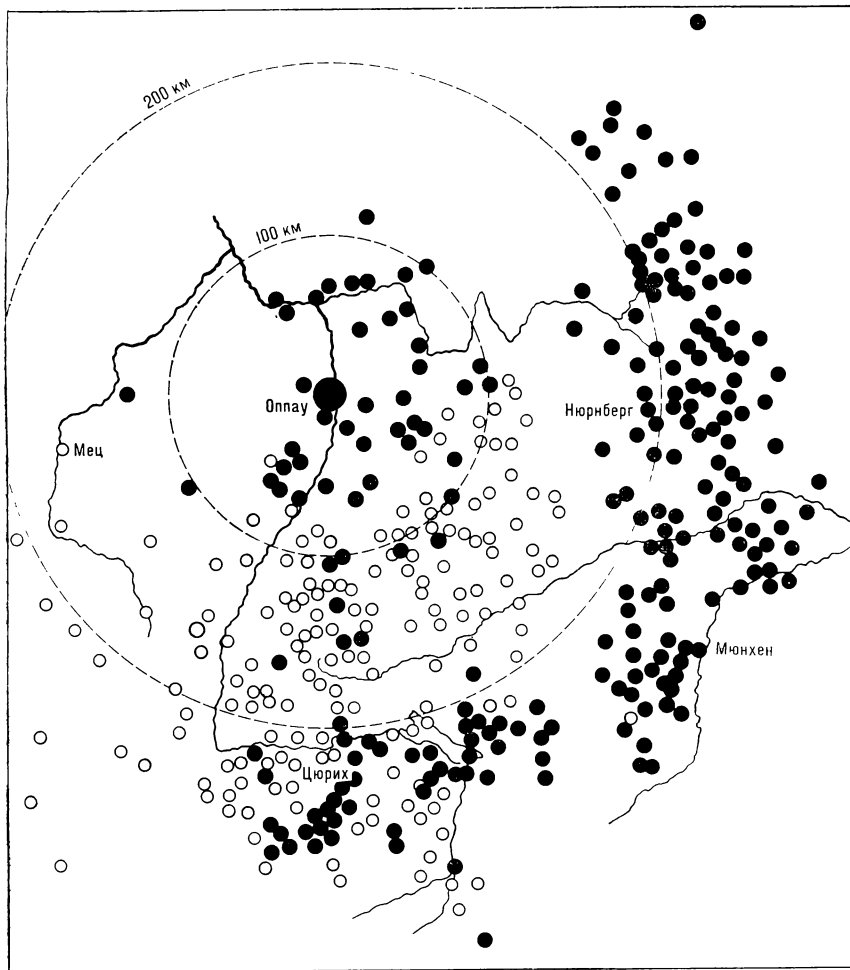
верг распространенное мнение, что звук гаснет в тумане. Вместе с тем, он наблюдал, например 26 июня 1873 года, как свистки и звуки труб были хорошо слышны в море на расстоянии 9,25 мили (16,7 км) против ветра (напомним, что дневной морской бриз ослабевает с высотой). В то же время при попутном ветре зона слышимости распространялась всего на 6,5 мили (11,75 км). 17 октября Тиндаль наблюдал почти вертикальное отражение звука на высоте 600—700 футов (0,18—0,21 км), которое он назвал «эхом от невидимых акустических облаков».

#### СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП

Поскольку температура (а с нею и скорость звука) в нижней атмосфере убывает с высотой, то можно было заключить, что звуковые лучи там должны искривляться. Но эта идея о преломлении звука всеобщее внимание привлекла лишь в XX веке после открытия «аномальных зон слышимости». Когда при постройке туннеля в районе Юнгфрау (Швейцария) в

1908 году произвели гигантский взрыв, обнаружилась отдельно расположенная внешняя зона слышимости в 150—200 км от места взрыва. Объяснил происхождение этой аномальной зоны немецкий геофизик Р. Эмден в 1916 году. Для этого он привлек атмосферные инверсии — нередко наблюдаемые, особенно ночью (вспомним наблюдение Гумбольдта!), слои, для которых характерен рост температуры с высотой. Благодаря им в атмосфере существуют волноводы.

В 1920 году профессор Московского университета В. И. Виткевич наблюдал две отдельные, очень правильные зоны слышимости взрыва, произведенного в Москве на Ходынском поле, — внутреннюю радиусом 55 км и внешнюю радиусом 120—150 км. Считая, что внешняя зона возникла из-за преломления звука и расслоения ветра в тропосфере, Виткевич высказал важную идею об использовании звука для изучения атмосферы. Свою статью о взрыве он так и назвал «Звуковой луч как метод исследования атмосферы». Однако этим методом стали широко пользоваться лишь полвека спустя.



*Расположение зон слышимости (черные кружки) и зон молчания (белые) после взрыва в Оппау (Германия) 21 сентября 1921 года*

Вопрос о зонах слышимости сильных взрывов широко обсуждался в научной литературе в 20-х — начале 30-х годов. Тогда же было окончательно доказано, что дальнейшее распространение звука происходит в слоях инверсии, расположенных в стратосфере. Теория распространения оказалась похожей на теорию сейсмических волн. В 1932 году известный немецкий сейсмолог Б. Гутенберг по данным об аномальной слышимости взрыва, произведенного в

1928 году в Ютербоге (Германия), вычислил скорость звука в стратосфере на различных высотах: от 360 км/с на высоте 40 км скорость изменялась до 390 км/с на высоте 60 км. Стало ясно, что аномальная слышимость создается не в тропосфере, а в слое воздуха с высокой температурой на высоте 40—60 км. В ходе этого эксперимента подтвердился вывод о существовании верхнего теплого слоя в стратосфере, сделанный еще в 1923 году русским ученым В. Г. Фесенковым. Вместе с тем, удалось объяснить, почему этот слой так нагрет — был открыт озоновый слой, поглощающий днем заметную долю солнечных ультрафиолетовых лучей.

Во время второго Международного полярного года (1932—1933) советско-германская арктическая экс-

педиция произвела на Мысе Желания, в Русской Гавани и на Маточкином Шаре (Новая Земля) несколько взрывов. В каждом случае одновременно велись и акустические наблюдения. 16 и 23 декабря 1932 года немецкий геофизик К. Велькен обнаружил аномальную дальнюю слышимость на Мысе Желания при распространении звука из Русской Гавани (расстояние 174 км).

Эти наблюдения было трудно объяснить — неясно, почему озоновый слой нагрет и в полярную ночь. Наблюдения вызвали некоторое разочарование, и разработка атмосферной акустики пошла на убыль. (Только через много лет ракетные наблюдения подтвердили, что теплый слой действительно существует и в дневное время, и в полярную ночь.) Но нельзя, конечно, сказать, что метеорологи и физики совсем не интересовались акустикой. Например, развивалась идея, высказанная А. Вегенером и советским метеорологом В. Н. Оболенским, что в разреженной верхней атмосфере идущая снизу звуковая волна может перерождаться в ударную (взрывную). При этом скорость ее растет, и звуковой луч может преломляться и поворачивать вновь к Земле. Эта идея, математически разработанная членом-корреспондентом АН СССР Л. Н. Сретенским в начале 50-х годов, помогла описать сложное и разрушительное действие ударных волн, излучаемых современными самолетами, но самой атмосферной акустике она дала очень мало.

#### АКУСТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ

У метода эхо-зонда были свои «предки» — от наблюдений Гумбольдта до возникшего в 1920-х годах способа эхолотирования глубин океана. В 1968 году Л. Ж. Мак-Аллистер впервые описал практически удобный эхо-зонд. Он излучает звуковые сигналы (на частоте около 1000 Гц), которые отражаются неоднородностями в атмосфере и принимаются антенной. Записи этих звуковых сигналов могут дать представление о высоте отражения.

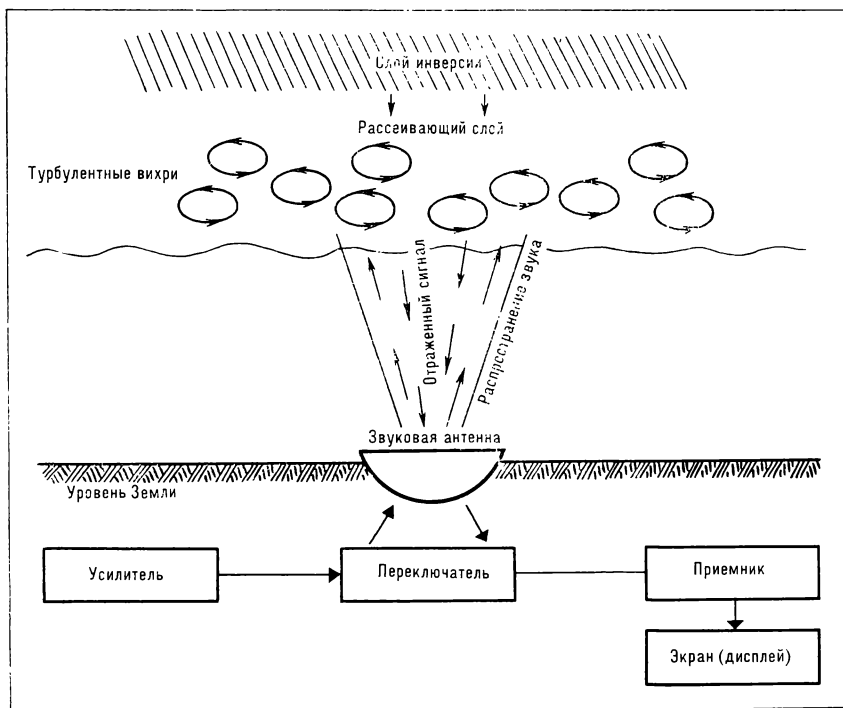


В 1972 году в Австралии, Швейцарии, Японии и других странах занялись реализацией идеи эхо-зонда. Оказалось, что метод отличается простотой и дешевизной по сравнению, например, с радиолокацией. К тому же он дал возможность понять многие до тех пор неясные детали в строении атмосферы. На регистрограммах пульсаций температуры можно обнаружить начинающиеся у Земли конвективные воздушные струи и решить старый спор о том, рождаются ли они из отдельных вихрей или их вызывают неровности земной поверхности. Струи эти наблюдались даже над льдами Антарктиды. Еще интереснее оказалось то, что отражение звукового сигнала такими струями в тропической зоне зависит не столько от различия их температуры, сколько от их повышенной влажности. Рассчитав ее, выяснили, например, что влажность создает перенос скрытого тепла водяного пара от поверхности океана в атмосферу, в 10 раз больший, чем перенос явного (ощущаемого) тепла. Так по-новому удалось подойти к проблеме взаимодействия океана и атмосферы.

Акустический метод позволил также наблюдать инверсии — теплые и очень устойчивые слои в атмосфере, холодные и теплые фронты и даже проследить эфемерные (слабые) фронты морского бриза. Эхо-зонд «заметил» струйные течения и в приземном слое воздуха, на высоте всего 200 м. Это — сильные, узкие течения, возникающие в спокойных условиях. Они крайне опасны для самолетов при взлете и посадке, и поэтому важно следить за их появлением. Волны в атмосфере длиной в сотни и тысячи метров (подобные волнам, создаваемым облаками — «барашками») тоже обнаруживаются эхо-зондом. Наконец, эхо-зонд помогает оценивать и более сложные параметры атмосферы, например ее турбулентность.

## ИНФРАЗВУКИ

Рассказ об истории акустики был бы неполным, если бы мы не упомянули об открытии и наблюдениях



Принцип работы эхо-зонда

инфразвука. Еще в 1935 году один из наших крупнейших исследователей физики моря академик В. В. Шулейкин наблюдал в Карском море замечательное явление. Когда над палубой судна надували водородом большой шар-пилот, то вблизи него члены команды испытывали сильную боль в ушах. Как позднее выяснилось, шар играл роль акустической линзы, собиравшей «лучи» звука в одну точку. В. В. Шулейкин высказал тогда два важных предположения (оба они оправдались позднее). Во-первых, это были звуки такой низкой частоты, что их невозможно было услышать. Во-вторых, звуки эти порождает ветер, скользящий над взволнованной поверхностью моря.

С 1948 года инфразвуки наблюдались в различных районах и при разных условиях над океанами и горами, при землетрясениях, извержениях вулканов и даже во время полярных сияний. Оказалось, что период инфразвуковых волн несколь-

ко секунд. Они очень слабо затухают в атмосфере и поэтому могут далеко распространяться. Академик Л. М. Бреховских в 1973 году доказал, что энергия звука, создаваемого ветром над взволнованной поверхностью моря, пропорциональна седьмой степени скорости ветра. Инфразвук, таким образом, больше, чем все другие атмосферные явления, зависит от ветра. В связи с этим предлагалось даже прогнозировать приближение дальних — за тысячи километров — океанских штормов по излучаемому ими инфразвуку, усиление и ослабление ветра в шторме.



Доктор физико-математических наук  
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ

## Тайна рождения косматых светил

Космогонисты — народ упорный.  
Козьма Прутков.

### ГИПОТЕЗА — ШАГ К ПОЗНАНИЮ ИСТИНЫ

Исполнилось 70 лет известному астроному, заслуженному деятелю науки РСФСР, доктору физико-математических наук, профессору Владимиру Вячеславовичу Радзиевскому. Основной его вклад в науку связан с исследованием различных фотогравитационных эффектов, проявляющихся в том или ином воздействии светового давления на небесные тела. Один из таких эффектов назван эффектом Ярковского — Радзиевского. Сущность его в том, что малые тела Солнечной системы переизлучают солнечную радиацию анизотропно, то есть неравномерно в разных направлениях, что создает реактивную силу, тормозящую или ускоряющую движение тела в зависимости от направления его осевого вращения. В. В. Радзиевский обнаружил также планетоцентрический эффект лучевого торможения, исследовал торможение солнечной радиацией несферических тел. Учет фотогравитационных эффектов позволил ему найти оригинальное решение некоторых космогонических задач — таких, как захват пылевой материи звездой, происхождение комет, распределение пыли в окрестностях звезды.

В. В. Радзиевский успешно разрабатывал также ряд проблем небесной механики, в том числе известную задачу трех тел.

Редакционная коллегия «Земли и Вселенной» поздравляет Владимира Вячеславовича, желает ему крепкого здоровья и новых творческих успехов.

Упорство в поисках научной истины — великолепное качество ученых. Упрямство в защите пошатнувшихся концепций, игнорирование новых результатов «живого созерцания», ретроградство — негативная черта некоторых из них. Среди космогонистов носители упомянутых черт встречаются чаще, чем среди естествоиспытателей других профилей.<sup>1</sup>

Но почему именно космогония создает повышенный соблазн научных спекуляций и служит ареной столкновений исследователей в широком диапазоне «весовых категорий» от маститых тяжеловесов — прославленных ученых, до любителей-дилетантов и даже маньяков-гипотезоманов (наилегчайшая весовая категория, по нашей терминологии)? Думается, что причина особого положения космогонии кроется в существовании своеобразных «ножниц» между интересом человечества к выяснению тайны эволюции мира и малочисленностью фактов, имеющих бесспорно генетический характер.

Диалектика познания истины особенно ярко проявляется в космогонии. Сперва человек созерцает, накапливая наблюдательные данные. Пока их мало — пища для абстрактного мышления недостаточна. Но зуд нетерпения велик. На этом втором этапе познания **возникают гипотезы,**

построить которые относительно легко. Ведь объяснить надо немного. Важно лишь, чтобы гипотеза не противоречила каким-либо другим фактам или уже установленным законам. Впрочем, последнее — предмет заботы только серьезных ученых. «Легковесы», одержимые неукротимой жаждой «объяснения», в основе которой лежит стремление прославить свое имя, мало считаются со всем остальным.

Как известно, гипотеза — путь развития естествознания. Но построенная на небольшом числе фактов, гипотеза имеет много шансов оказаться ошибочной. В таких случаях настоящий ученый находит в себе достаточно мужества, чтобы под давлением новых фактов признать ошибочность своих идей. Но как же трудно это сделать исследователю, для которого самоутверждение своего Я важнее, чем поиск истины!

Довольно противоречивый, чтобы не сказать драматический период в развитии космогонии наступает, когда фактов собрано уже слишком много для построения легковесной всеобъясняющей гипотезы, но для создания стройной космогонической теории их еще недостаточно. На этом этапе третья фаза познания — **проверка практикой,** как правило, приносит негативные результаты: старые гипотезы рушатся, новые встречаются в штыки, борьба амбиций обостряется, отнимая силы и энергию от поиска недостающего наблюдательного материала, который необходим для качественного скачка к истине. Современная кометная космогония находится, на наш взгляд, именно на этой стадии развития.

<sup>1</sup> Богатый фактический материал по этому поводу читатель может найти в книге В. А. Бронштэна «Беседы о космосе и гипотезах» (М.: Наука, 1968).



## ТРУДНОСТИ КОМЕТНОЙ КОСМОГАНИИ

Как известно, кометы с вычисленными орбитами делятся на короткопериодические и долгопериодические (или почти параболические). В последнем издании кометного каталога Б. Марсдена содержится 110 короткопериодических (период менее 200 лет) и 545 долгопериодических комет. Физическое сходство между кометами обеих групп порождает иллюзию общности их происхождения, жертвами которой чаще становятся астрофизики, чем специалисты по небесной механике. Последние, отдавая первенство динамическим и кинематическим критериям, не в состоянии согласовать допущение о едином процессе рождения тех и других комет с фактом резкого различия особенностей их орбит: практически все короткопериодические кометы имеют прямое движение (движутся в ту же сторону, что и Земля), в то время как среди долгопериодических комет прямое и обратное движения по орбите встречаются одинаково часто. Предложить разумный механизм одновременного рождения комет обеих групп ис-

ключительно трудно и практически невозможно.

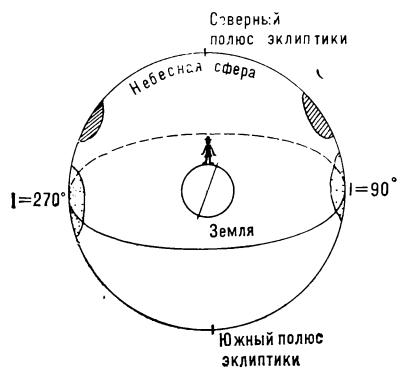
Вторая трудность связана с кажущейся... легкостью кометной космогонии, располагающей относительно обильным статистическим материалом. Как сложно было бы, нередко восклицаем мы, обнаружить генетические признаки комет и решить вопрос об их происхождении, если бы мы наблюдали только одну или даже десяток комет! Но к нашим услугам многочисленный наблюдательный материал, на котором мы можем проверить правильность своих теоретических построений. Увы, обремененность этого материала эффектами селекции<sup>2</sup> резко снижает его информативность, а порой превращает в коварного дезинформатора. Проиллюстрируем сказанное на одном примере.

Известно, что комету проще открыть в максимуме блеска — вблизи перигелия. Северянам легче увидеть ту комету, перигелий которой находится в северном полушарии, то есть имеет положительную эклиптическую широту  $b$ . Но северян больше, чем южан. Поэтому не приходится удивляться, что у 60% почти параболических комет эклиптическая широта положительна, а ее среднее значение равно  $+8^\circ$ . Кроме того, известно, что эклиптическая долгота перигелиев  $l$  слишком часто, чтобы говорить о случайности, имеет значение, близкое к  $270^\circ$ . Второй, менее выраженный максимум числа перигелиев наблюдается около  $l=90^\circ$ . С чем связан этот феномен и носит ли он генетический характер?

Эклиптическую долготу, близкую к  $270^\circ$ , по странному совпадению имеют сразу три точки небесной сферы: точка зимнего солнцестояния ( $l=270^\circ$ ,  $b=0$ ), центр Галактики ( $l=266^\circ$ ,  $b=-5^\circ$ ) и апекс Солнца ( $l=271^\circ$ ,  $b=53^\circ$ ). С какой из этих точек связана упомянутая концентрация перигелиев? Если с точкой зимнего солнцестояния, как долгие годы думали многие ученые, то подобная связь не проливает свет на историю рождения комет и должна быть следствием сезонности их открытия. Однако кометы с перигелийным расстоянием меньше 1 а. е. (а таких больше половины), открываемые в любое время года, чаще имеют эклиптическую долготу перигелия  $270^\circ$ . Значит, точка зимнего солнцестояния здесь ни при чем. Чтобы сделать выбор между центром Галактики и апексом Солнца, было вполне сравнение частоты встречаемости перигелиев в сегментах небесной сферы с вершинами в каждой из этих точек. Оказалось, что перигелии интенсивнее концентрируются вблизи апекса. Если бы это было действительно так, то гипотеза захвата комет из межзвездного пространства в процессе полета Солнца к созвездиям Геркулеса (модернизированная автором и В. П. Томановым гипотеза Лапласа) приобрела бы второе дыхание. Но вспомним, что на апекс «работает» эффект селекции: ведь вершина сегмента с максимумом концентрации перигелиев смещается в сторону положительных эклиптических широт просто потому, что северян больше, чем южан.

Некоторые эффекты селекции срав-

<sup>2</sup> Преимущественное открытие удобных для наблюдения комет, которое приводит к искажению их реального статистического распределения.



*Концентрации перигелиев кометных орбит: истинная (области, выделенные точками) и кажущаяся (заштрихованные области)*

нительно легко поддаются математическому учету. К ним относятся эффект преимущественного открытия комет с прямым движением (попутное с Землей движение кометы увеличивает интервал времени, благоприятного для открытия), а также эффект удобной для обнаружения конфигурации кометы в эпоху ее прохождения через перигелий, известный под именем эффекта Голечека. Гораздо труднее, а корректно и вовсе невозможно учесть роль случайных открытий комет при длительном наблюдении некоторых областей неба по какому-либо другому поводу. Так, если мы упорно ищем новые астероиды, наблюдаем другие объекты в области эклиптики, то это повышает шансы на открытие комет с «пологими» к плоскости эклиптики наклонами плоскости орбит. И действительно, число параболических комет с прямым и обратным движением в пределах случайных отклонений одинаково для любого угла наклона, но «пологих» орбит в 1,5 раза больше, чем «крутых». Внимательное наблюдение Венеры повышает шансы на открытие комет с перигелийным расстоянием 0,7 а. е. Соответствующий максимум числа комет наблюдается.

Третья трудность кометной космогонии искусственно создается нежеланием астрофизиков и специалистов по небесной механике объеди-

нить свои усилия в решении вопроса о происхождении комет. Даже само понятие кометы вводится ими в учебную литературу с разных позиций. Если астрофизик скажет, что кометы суть малые тела Солнечной системы с быстро меняющейся атмосферой, то небесный механик определит их как тела, имеющие близкий к единице эксцентриситет орбиты. Первое свойство комет вытекает из второго, но для космогонии они оба имеют одинаково большое значение.

Думается, что автору этих строк несколько легче быть объективным в вопросе о происхождении комет. Во-первых, он астрофизик по образованию, постепенно перешедший на исследования в области небесной механики. Во-вторых, он никогда не связывал свою научную жизнь только с кометной космогонией, а лишь время от времени обращался к этой увлекательной теме.

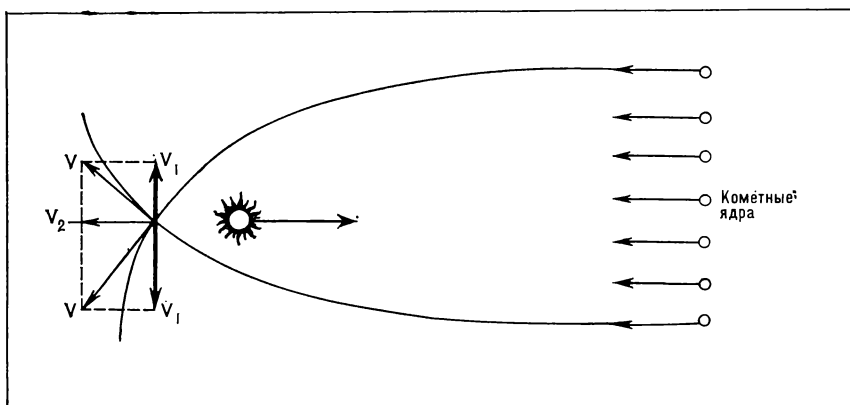
#### ЗАХВАТ КОМЕТ СОЛНЦЕМ

Начиная с 1970 года автор совместно с В. П. Томановым пытался воскресить гипотезу, предложенную Р. А. Литтлтоном в 1948 году. Суть этой гипотезы состоит в следующем. Солнце летит к апексу, а встречный поток космической пыли или даже готовых протокометных ядер движется по гиперболическим орбитам, которые пересекаются позади Солнца (так называемая гравитационная фокусировка). Здесь часть их скорости «гасится» в результате взаимных столкновений, а оставшаяся ра-

диальная скорость оказывается уже эллиптической, если столкновение случилось ближе орбиты Юпитера. Происходит захват материи, которая обязана двигаться почти по прямой от апекса к антиапексу и обратно, то есть по очень вытянутым орбитам. Гипотеза Литтлтона великолепно объясняет все небесномеханические особенности кометных орбит, но она не выдерживает критики с астрофизических позиций и служит ярким примером переоценки критериев одного профиля. Дело в том, что столкнувшаяся материя должна полностью испариться и распределиться в таком большом объеме, что последующая ее конденсация становится маловероятной.

Но не возможен ли бесстолкновительный захват готовых кометных ядер? Эта мысль побудила нас с В. П. Томановым обратиться к гипотезе захвата комет по схеме П. Лапласа. Как показал Лаплас на рубеже XVIII и XIX столетий, захват межзвездного тела Солнцем вполне возможен при взаимодействии этого тела с планетой. Если ядро кометы входит в зону действия планеты, догоняя ее, а затем, обогнув планету, покидает

*Захват кометных ядер Солнцем по гипотезе Литтлтона.  $V$  — гиперболическая скорость кометного ядра;  $V_1$  — составляющие гиперболической скорости, которые «гасятся» в результате столкновений ядер;  $V_2$  — оставшаяся радиальная скорость кометного ядра. Если она меньше параболической, ядро захватывается*



эту зону в направлении, противоположном гелиоцентрическому движению планеты, то скорость ядра относительно Солнца окажется сильно уменьшенной, и оно может быть захваченным. Лаплас не знал о движении Солнца к апексу и считал захват проходящих отовсюду кометных ядер явлением перманентным. В такой постановке его гипотеза не объясняла отсутствие комет на гиперболических орбитах и другие особенности кометных орбит, ставшие известными значительно позже.

Наша модернизация гипотезы Лапласа состояла в предположении, что захват комет был единовременным актом. Это случилось в эпоху, когда Солнечная система пронеслась через область высокой концентрации космической пыли, содержащей уже готовые кометные ядра. Такой областью могли быть плоскость Млечного Пути или туманность Ориона, которые Солнце пересекало 20—30 млн. лет назад. В те времена звездное небо нашей планеты украшала феерическая иллюминация множества комет, которые, двигаясь по гиперболическим орбитам, безвозвратно покидали Солнечную систему. Лишь часть кометных ядер, выпавших на планеты, которые были лишены атмосфер, оставила на их поверхности астроблемы в виде цирков и кратеров. Небольшой процент ядер был захвачен на почти параболические и эллиптические орбиты. Но короткопериодические кометы под влиянием частых возвращений к Солнцу быстро «выгорели», разрушились и превратились в метеорные рои. Современные короткопериодические кометы — молодые объекты. Они образовались в ходе последующих событий.

Возражение астрофизиков против этой гипотезы — недостаточное сходство химического состава комет и межзвездной материи — не является непреодолимым. Ведь межзвездная материя не продукт конвейерного производства. Ее скорее можно сравнить с изделиями «индпошива»: то облако, через которое пролетала Солнечная система, имело нужный нам химический состав. Зато большинство небесномеханических осо-

бенностей комет эта гипотеза объясняет хорошо или, точнее сказать, не противоречит им, кроме, пожалуй, одной. Существует 17 комет, у которых оба узла орбиты (точки пересечения орбиты с плоскостью эклиптики) удалены от Солнца менее чем на 0,3 а. е., наклон орбит достаточно крутой, а перигелий находится вблизи одного из полюсов эклиптики. Такие кометы никогда не могли встретиться с планетами и испытать планетных возмущений. Откуда взялись эти кометы?

Другой недостаток модернизированной гипотезы Лапласа состоит в отсутствии уверенно выполненных статистических подтверждений этой гипотезы с учетом эффектов селекции и проверкой степени надежности найденных совпадений теории с данными наблюдений. И все же, на наш взгляд, модернизированная гипотеза Лапласа достаточно привлекательна и на современном этапе вполне может конкурировать с гипотезой Я. Оорта.

#### КОМЕТНОЕ ОБЛАКО ООРТА

В 1950 году голландский астроном Я. Оорт высказал предположение, что Солнечная система окутана облаком кометных ядер. Диаметр этого облака порядка 100 000 а. е. Самым слабым, в космогоническом смысле, местом этого предположения является его безусловная... правильность. В самом деле, откуда бы ни взялись почти параболические кометы, все они львиную долю «жизни» проводят вблизи своих афелиев. Если бы удалось сфотографировать Солнечную систему «со стороны» и на фотографии получились бы все кометные ядра, то миллиарды этих объектов оказались бы на периферии и лишь тысячи — на пути к Солнцу и от него.

Итак, термин «облако Оорта» не встречает возражений, но к термину «гипотеза о происхождении» справедливее было бы присоединить имя того ученого, который первым объяснил, как это облако появилось. Нам представляется, что первое слово по этому вопросу было сказано О. Ю.



Шмидтом и его учениками — Б. Ю. Левиным, В. С. Сафроновым и другими, по мнению которых облако протокометной материи образовалось из остатков строительного материала, обусловившего возникновение самой Солнечной системы (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 2—6.— Ред.).

Долгопериодические кометы, приближающиеся к Солнцу, имеют шанс войти в зону действия планеты, а оттуда выйти либо на гиперболическую, либо на эллиптическую орбиту. Так, в процессе перезахвата, как считает Е. И. Казимирчак-Полонская, К. А. Штейнс, Н. А. Беляев и большинство других специалистов по небесной механике, рождаются современные короткопериодические кометы. Впрочем, по остроумному замечанию одного из этих специалистов, «комета, вышедшая из зоны действия Юпитера, забывает о своем происхождении». Она выбрасывается из этой зоны точно так же, как если бы она была извергнута Юпитером. Иными словами, гипотеза извержения, выдвинутая еще Ж. Лагранжем в 1812 году, и гипотеза перезахвата одинаково хорошо объясняют основное свойство короткопериодических комет — резкое преобладание прямых движений. Известно, что при взрыве в воздухе снаряда центр массы осколков движется вдоль траектории снаряда. Так и «осколки» Юпитера движутся в среднем со скоростью самого Юпитера и в ту же сторону, то есть в прямом направлении.

Но зачем же, спрашивается, цепляться за устаревшую гипотезу Лагранжа, если она не способна объяснить образование долгопериодических комет? Ведь у последних обрат-



ные движения встречаются даже чаще, чем прямые, особенно если учесть эффект селекции, а должны были бы чаще (в 4 раза) встречаться орбиты с прямым движением. Физическое же сходство комет обеих групп делает малопривлекательной идею их независимого образования.

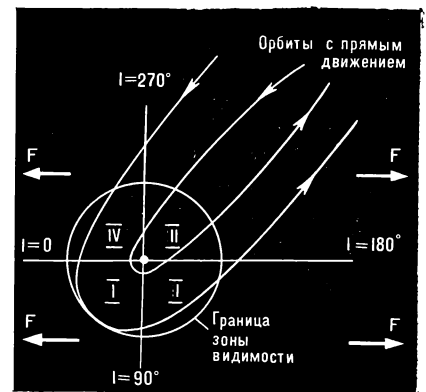
#### НА ПУТИ ОТ ГИПОТЕЗЫ К ТЕОРИИ

Обзор основных направлений развития кометной космогонии был бы неполным, если бы мы не упомянули о недавно высказанном Э. М. Дробышевским остроумном предположении. Он считает, что кометные ядра возникают при выбросе ледяной коры астероидов, которые вполне могут составлять второе кольцо за орбитой Плутона. Быть может, и сам Плутон — «Церера» этого кольца. Гипотеза Дробышевского на первый взгляд ничему не противоречит и многое объясняет. Но что она предсказывает, пока сказать трудно. А ведь только та гипотеза способна перерасти в теорию, которая предскажет новые закономерности и выдержит проверку практикой! Необходимо активизировать наши усилия в деле накопления нового наблюдательного материала, его каталогизации и очистки от эффектов селекции. Естественно, что повышенный статистический вес мы должны придавать тем наблюдательным фактам, которые выясняются после их теоретического предсказания. Расскажем об одном таком факте, описанном в научной печати в 1980 году.

На комету, движущуюся вокруг Солнца в гравитационном поле Га-

лактики, действуют со стороны последней возмущающие силы, которые по своей природе совершенно тождественны силам, создающим приливы на Земле. Поэтому будем называть их приливными силами Галактики. Если комета ближе к центру Галактики, чем Солнце, то она притягивается к нему сильнее, что и создает избыток действующей на нее силы, направленной к центру Галактики. Если же комета находится вне галактической орбиты Солнца, то она притягивается к центру Галактики слабее, чем Солнце, по отношению к которому на нее как бы действует избыток силы, направленной к антицентру Галактики. Таким образом, приливная сила направлена к центру или антицентру Галактики в зависимости от того, находится ли комета внутри или вне галактической орбиты Солнца.

Разобьем любую плоскость, проходящую через Солнце и центр Галактики, на квадранты (см. рисунок). В четных квадрантах момент приливной силы по отношению к Солнцу действует против часовой стрелки (прямое направление), а в нечетных — по часовой стрелке (обратное направление момента). Любая почти параболическая комета имеет очень вытянутую орбиту. В соответствующем масштабе ее можно было бы сравнить с иглой, в ушке которой располагается Солнце. Поэтому каждая комета практически всю свою жизнь находится в каком-либо одном квадранте. Через остальные три квадранта она проносится вблизи перигелия за малую долю полного периода. Так, на комету, изображенную на рисунке, действует момент обратного направления, который, как это известно из небесной механики, будет уменьшать перигелийное расстояние, если сама комета имеет прямое движение (по отношению к избранной плоскости) и увеличивать его у кометы с обратным движением. Расчет показывает, что за 100 000 лет перигелий кометы может передвигаться к Солнцу или отойти от него более чем на 1 а. е., а сама комета либо войдет в зону видимости и будет открытой, либо выйдет из нее. Следовательно, в первом квадранте



*Эффект дифференциальной концентрации перигелиев кометных орбит. В плоскости галактического экватора приливная сила Галактики  $F$  имеет отрицательный момент в I и III квадрантах. Благодаря этому уменьшается перигелийное расстояние орбиты кометы, если перигелий находится в I квадранте*

должны преобладать перигелии комет с прямым движением. Аналогичная картина должна наблюдаться в третьем квадранте. В четных квадрантах, наоборот, должны преобладать перигелии комет с обратным движением.

Предсказанный эффект обнаружился с полной уверенностью. Одновременно была раскрыта тайна концентрации перигелиев вблизи центра и антицентра Галактики: такой эффект возникает из эффекта дифференциальной концентрации перигелиев, если подсчитывать полное их число без учета направления движения комет.

На чью мельницу льет воду вновь обнаруженный феномен? Пожалуй, в наилучшей мере он согласуется с гипотезой Оорта. Но и его еще нельзя считать решением проблемы происхождения комет. Впереди нас ждут дальнейшие поиски, удачи и разочарования. Путь к истине тернист и нелегок. Но как же он прекрасен и увлекателен!

Заместитель председателя Совета  
«Интеркосмос» при АН СССР  
Н. С. НОВИКОВ

КОСМОНАВИКА  
ЗА РУБЕЖОМ

## Космические исследования в Швеции

5 июля 1972 года парламент Швеции принял решение создать при Министерстве просвещения Шведское управление по космической деятельности. Задачи управления: разработка предложений для правительства по наиболее важным вопросам исследования и использования космического пространства, распределение финансов, координация и контроль космических исследований. Директором назначен Ян Шернстедт.

В тот же день при Министерстве промышленности была создана Шведская космическая корпорация, цель которой — оказание помощи правительству и научно-исследовательским центрам в организации работ по исследованию и использованию космического пространства. Она поддерживает связь с промышленными фирмами и научными центрами, которые по ее контрактам разрабатывают, проектируют и создают научную аппаратуру и приборы, используемые в космических экспериментах.

### ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ

**Геофизический институт в Кируне** занимается фундаментальными исследованиями физических процессов в магнитосфере и ионосфере. Институт расположен за полярным кругом. Возглавляет институт профессор Б. Хулквист. В институте имеются специализированные лаборатории, вычислительный центр и хорошо оснащенные мастерские. Здесь же разрабатывается научная аппаратура, которая устанавливается на неуправляемых ракетах, запускаемых с по-



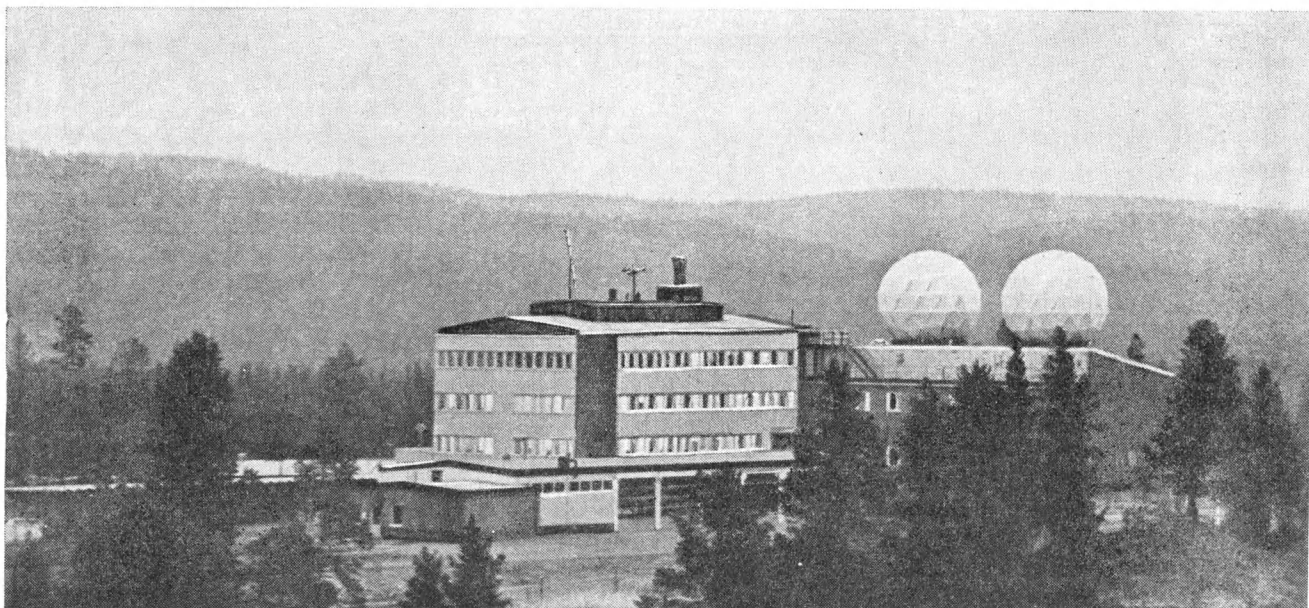
*Геофизический институт  
в Кируне*

лигона Эсрендж (67°53' с. ш., 21°04' в. д.) на небольшую высоту. Ракеты изготавливаются Шведской космической корпорацией. В 1962 году в Геофизическом институте была спроектирована и запущена первая зондирующая ракета для измерения потока частиц в ионосфере. В 1964 году провели первый эксперимент на борту ракеты, изготовленной Европейской организацией космических исследований (ЭСРО), позднее преобразованной в ЕКА (Европейское космическое агентство).

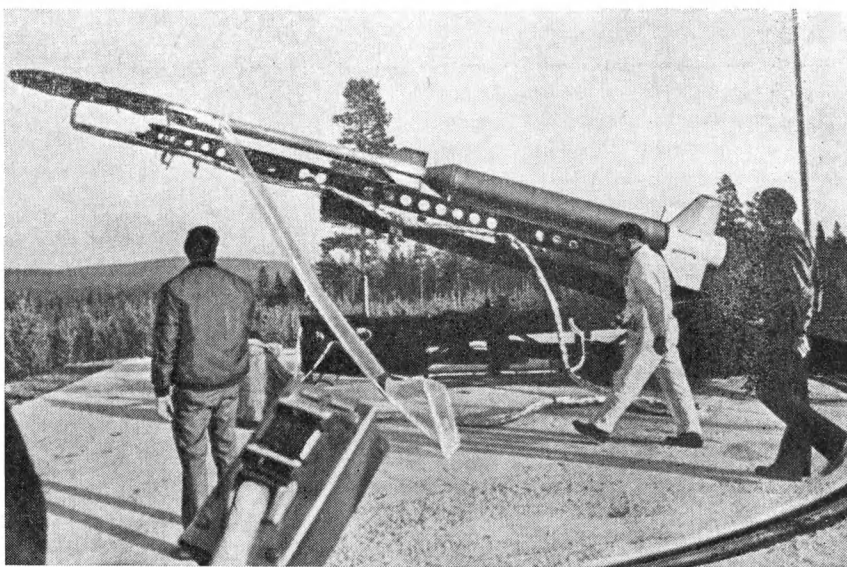
Институт располагает средствами для наземных наблюдений явлений в полярных областях магнитосферы,

исследует низкочастотные явления в атмосфере, имеющие большое практическое значение, в частности, для работы гидроэлектростанций. Наземные исследования включают измерения магнитного поля, оптического излучения, ионизации ионосферы, распространения радиоволн. Усиленно изучаются механизмы высыпания и ускорения входящих в земную атмосферу частиц. В настоящее время ученые Геофизического института разрабатывают специальный спутник «Викинг» для исследования магнитосферы на расстоянии 10—15 тыс. км от Земли. Запуск предполагается осуществить в 1984 году с помощью западноевропейской ракеты-носителя «Ариан».

На кафедре физики плазмы Королевской высшей технической школы



*Наземные сооружения полигона Эсрендж. Вверху — радарные установки для слежения за полетом ракет до высоты 130 км*



*Стартовая установка для запуска зондирующих ракет*

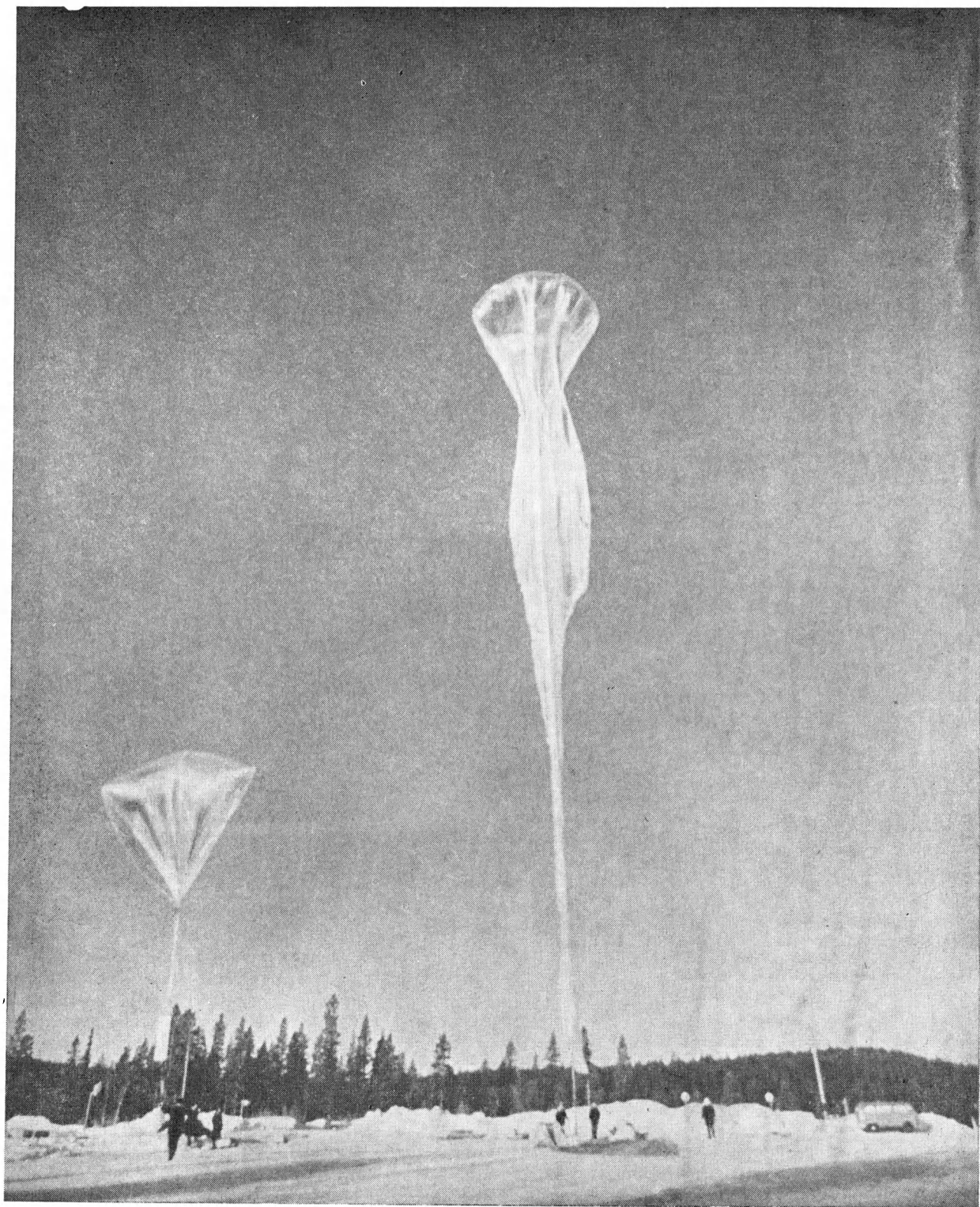
занимаются изучением физических явлений в плазме ионосферы и магнитосферы, солнечной и межпланетной плазме. Руководит исследованиями профессор К.-Г. Фельтхаммар. Здесь проводятся теоретические изыскания и экспериментальные работы на воздушных баллонах, ракетах и спутниках, а также лабораторные исследования. Основные задачи: исследование роли электрических полей во вре-

мя полярных сияний и магнитных бурь, ускорения заряженных частиц, взаимодействия магнитосферы и ионосферы.

На кафедре метеорологии **Стокгольмского университета** в течение многих лет исследуются состав и структура верхних слоев атмосферы и, в первую очередь, в высоких широтах. Научную группу возглавляет доктор Г. Витт.

Теоретические исследования охватывают распространение и поглощение света, различные эмиссионные процессы в атмосфере, связь между физическими, химическими и динамическими процессами, определяющими структуру верхней атмосферы; взаимодействие между заряженными и нейтральными компонентами атмосферы, физические свойства верхних слоев атмосферы и проис-





*Запуск аэростатов*

хождение находящихся в них пылевых частиц.

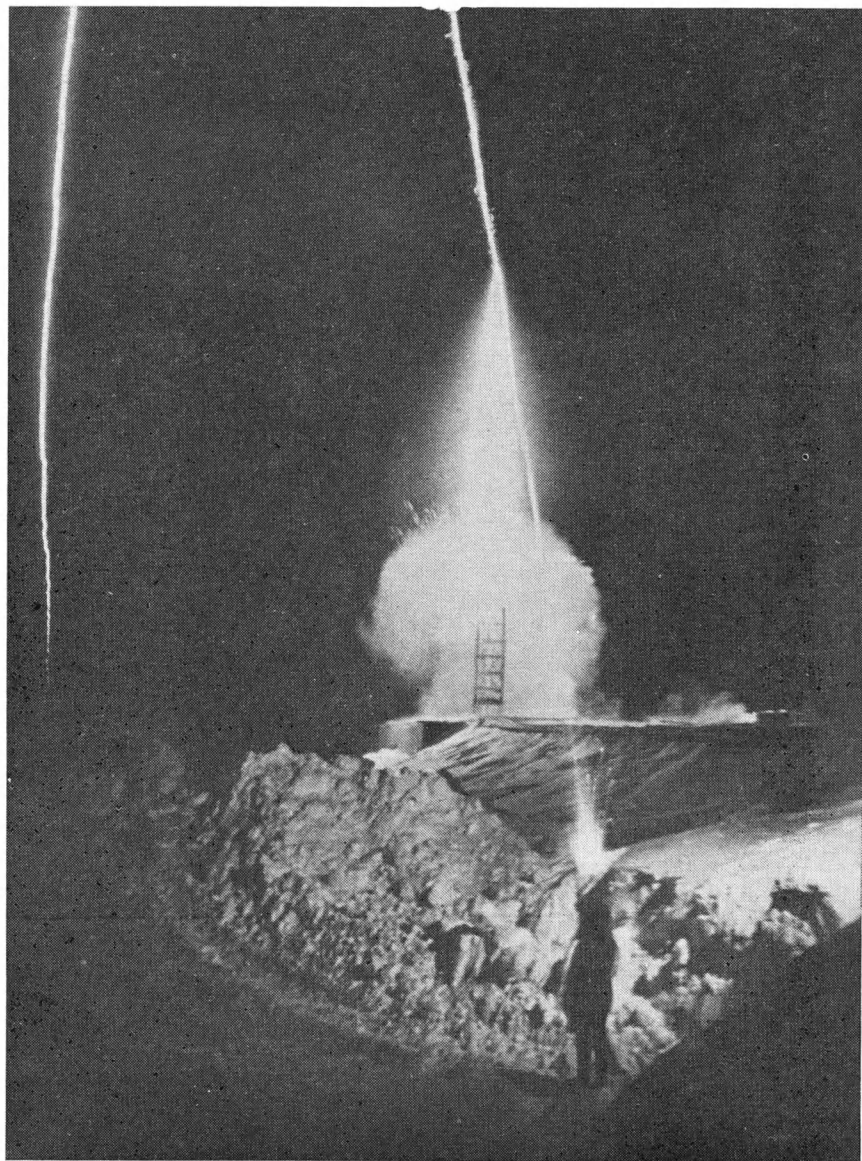
Экспериментальная программа включает спектрометрические исследования, в том числе изучение поляризации рассеянного света неба, оптическое зондирование атмосферы с помощью искусственных источников света.

Исследования **Уппсальской ионосферной обсерватории** (директор — инженер Г. Дерблюм) проводятся на Земле, а также с зондирующих ракет. В обсерватории есть небольшая группа, которая в сотрудничестве с другими исследовательскими лабораториями занимается запусками ракет. На ракетах устанавливается изготовленная в обсерватории научная аппаратура.

Ученые исследуют взаимодействие между ионосферой и магнитосферой и свойства нейтральной атмосферы.

**Стокгольмская обсерватория** (директор — профессор П. Линдبلاد) исследует атмосферу звезд. Для этого проводят наблюдения в видимом, ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах спектра. Особое внимание уделяется Солнцу, а также звездам, которые имеют хромосферу. Изучаются и холодные звезды, находящиеся на ранней стадии развития.

При кафедре астрономии **Лундского университета** научная группа во главе с доктором Б. Линдбладом занимается изучением межпланетной пыли и ее распространением в пространстве. Исследования ведутся с помощью ракет, спутников и космических зондов.



*Старт геофизической ракеты с острова Хейса*

#### СОВЕТСКО-ШВЕДСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

В октябре 1969 года Шведская академия наук и Академия инженерных наук обратились в Академию наук СССР с предложением расширить программу научного сотрудничества и начать совместные исследования для использования космического пространства в мирных целях. Это предложение было принято.

Решили не заключать новых специальных соглашений по космосу, а в рамках уже существовавшей программы сотрудничества начать под-

готовку советско-шведских космических экспериментов.

В январе 1972 года в Москве состоялось первое совещание советских и шведских ученых и специалистов о проведении совместного эксперимента по исследованию коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца на спутнике серии «Интеркосмос».

Предложения известного шведского астрофизика профессора Й. Омана о проведении исследований ультрафиолетового спектра солнечных вспышек оригинальным телескопом-спектрометром, установленным на борту искусственного спутника Земли, с интересом встретили советские ученые. 17 июля 1973 года председатель Совета «Интеркосмос» академик Б. Н. Петров и председатель Шведского управления по космической деятельности Я. Шернстедт подписали меморандум о проведении совместного советско-шведского экспе-

римента по исследованию ультрафиолетового излучения Солнца на шведском спектрометре-поляриметре, установленном на борту советского спутника серии «Интеркосмос». Научным руководителем проекта с советской стороны назначили академика А. Б. Северного, со шведской стороны — доктора Я. Стенфло (Лундский университет).

Основная цель эксперимента — изучение переходной области Солнца между хромосферой и короной с температурой 10 000—200 000 К. Этот эксперимент осуществили на спутнике «Интеркосмос-16» в июле 1976 года. Материалы были обработаны советскими и шведскими учеными и опубликованы в международных научных журналах.

Следующие совместные эксперименты по изучению солнечной активности и ее влияния на межпланетную среду и магнитосферу Земли были проведены на советских автоматических станциях «Прогноз», которые в апогее удаляются от поверхности Земли на 200 000 км.

Советский Союз представляет ученые Института космических исследований АН СССР, научный руководитель проекта — академик Р. З. Сагдеев, шведскую сторону — Геофизический институт в Кируне, научный руководитель — профессор Б. Хулквист.

В 1978 году осуществлен первый такой эксперимент — «Промикс-1» (Prognoz Magnetospheric Ion Composition Spectra). Это был космический эксперимент, впервые давший возможность ученым наблюдать тяжелые энергичные ионы в магнитосфере. Использовались масс-спектрометры, разработанные советскими и шведскими учеными.

В феврале 1980 года в Геофизическом институте в Кируне состоялась встреча советских и шведских ученых, на которой обсуждались результаты эксперимента «Промикс-1». Удалось обнаружить неизвестные ранее явления, в частности, присутствие ионов кислорода в магнитосферной мантии Земли.

В декабре 1980 года был осуществлен эксперимент «Промикс-2» на спутнике «Прогноз-8». Обсуждена

научная программа для эксперимента «Промикс-3».

Особое место в сотрудничестве занимают эксперименты серии «Самбо» по исследованию электрического поля в атмосфере, тормозного рентгеновского излучения и полярных сияний. Эти исследования представляют большой научный интерес, ибо они проводятся одновременно с наземными наблюдениями. В этих экспериментах участвуют кроме советских и шведских ученых ученые Франции и Австрии.

Ученые этих стран готовят научные программы, разрабатывают аппаратуру, графики работ и распределения обязанностей. Французская сторона кроме приборов предоставляет плавающие аэростаты, шведская сторона — полигон Эсрендж и средства для запуска, советская сторона — комплекс наземных станций.

Как правило, на острове Хейса в период полета аэростатов осуществляются ракетные эксперименты для измерения электрического поля советскими ракетами МР-12.

В ноябре—декабре 1980 года проведена новая серия экспериментов «Самбо» с полигона Эсрендж.

Советские и шведские ученые анализируют возможность проведения совместных экспериментов и по дистанционному зондированию Земли, и по космическому материаловедению, а также по другим проблемам исследования и использования космоса в мирных целях.

Советско-шведское сотрудничество осуществляется на безвозмездной основе — никаких финансовых расчетов. Полученные результаты с согласия обеих сторон становятся достоянием мировой научной общности. Записи и копии обработанных данных передаются в национальные центры космических данных и в международный центр. Это хороший пример бескорыстного сотрудничества ученых стран с различными социальными системами, которое приносит пользу всем ученым мира и способствует развитию космической науки на благо мира и прогресса человечества.



## БОЛИДЫ НАД ДУШАНБЕ

Болиды редко вспыхивают в атмосфере Земли, поэтому для их регистрации созданы специальные сети (Земля и Вселенная, 1965, № 6, с. 63—66. — *Ред.*). Болидные сети включают десятки синхронно работающих фотокамер, размещенных на площади порядка 1 млн. км<sup>2</sup>. Однако сфотографировать болиды удается и при систематическом наблюдении метеоров.

Среди 1000 метеоров, сфотографированных в течение десяти лет (1957—1967 гг.) сотрудниками Института астрофизики АН ТаджССР в Душанбе, оказалось 44 болида ярче —4<sup>m</sup>. Исследование фотографий, выполненное под руководством академика АН ТаджССР П. Б. Бабаджанова, показало, что большая часть болидов порождена телами, которые влетели в земную атмосферу с высокой скоростью — 50—70 км/с. Массы этих тел, определенные по интенсивности свечения болидов, были всего несколько грамм или десятков грамм. Но среди тел, которые породили особенно яркие болиды (около —13<sup>m</sup>), встретилось два уникальных с массами 2 и 33 кг. Оба они двигались по орбитам, сильно наклоненным к плоскости эклиптики (55° и 32°, соответственно), и были выловлены Землей в районе перигелиев своих орбит. Афелий орбиты меньшего тела располагался вблизи орбиты Юпитера, большего — около орбиты Сатурна. Еще одно крупное тело массой 7 кг породило болид —7<sup>m</sup>. Его орбита лежала почти точно в плоскости эклиптики (наклон 17'), афелий находился во внешней части кольца астероидов, а перигелий — вблизи орбиты Земли. Все три тела относятся к разряду спорадических, то есть они не связаны ни с одним из известных метеорных потоков.

Двух- и 33-килограммовые тела двигались в атмосфере со скоростью 25 и 35 км/с. Они полностью расплылись в атмосфере, и созданные ими болиды погасли на высоте около 70 км. Скорость движения 7-килограммового тела была небольшой (около 13 км/с), и на высоте 37 км, когда болид погас, еще сохранился остаток массой примерно 200 г. Он мог выпасть в виде метеорита.

Метеоритика, 1980, 39.

Г. И. МАЛАХОВА  
И. А. СТАМЕЙКИНА



В ОТДЕЛЕНИЯХ  
ВАГО

## 40-летие Ярославского отделения ВАГО

В Ярославле состоялось юбилейное собрание, посвященное 40-летию отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Об организации отделения и основных направлениях его деятельности рассказала заместитель председателя И. А. Стамейкина. С докладами «Нейтрино и проблемы астрофизики» и «Успехи космической геодезии» выступили доценты В. К. Мичурин и В. Н. Симонич. По поручению президиума ЦС ВАГО собравшихся приветствовал член президиума ЦС ВАГО, председатель учебно-методической секции ЦС ВАГО Е. П. Левитан, вручивший адрес совету отделения и Почетные грамоты его активным членам.

Истоки астрономической деятельности в Ярославле уходят в прошлое столетие, когда было создано Ярославское естественно-историческое общество. В губернии насчитывалось пять частных астрономических обсерваторий, где систематически проводились наблюдения различных небесных тел и явлений. В архиве Ярославля сохранились рисунки лунных морей и кратеров, пятен на Солнце, Большой туманности в созвездии Ориона и других астрономических объектов, выполненные в результате наблюдений на 132-миллиметровом рефракторе, который был установлен на обсерватории в селе Михайловском. В ярославских «Губернских ведомостях» существовал отдел, именуемый «Неофициальной частью» (его редактором с 1848 года был К. Д. Ушинский, а затем русский поэт Л. Трефолев), в котором довольно часто публиковались астрономические заметки. В частности, по поводу солнечного затмения 7 августа 1887 года газета



*Первые наблюдения в телескоп в Ярославском отделении ВАГО. Слева — один из организаторов отделения В. В. Радзиевский (1949 г.)*

*Юные любители астрономии наблюдают Солнце в телескоп (1960 г.)*

сообщила, что «...в пределах Ярославской губернии будут производить наблюдения профессор Императорского С.-Петербургского Университета Глазенап вместе с г. г. Тачаловым, Ковальским, Грузовым, Горбуновым и двумя студентами в г. Петровске, а также профессор Колли». 31 июля 1887 года «Губернские ведомости» поместили инструкцию по наблюдению солнечного затмения для любителей, которые пожелали бы оказать посильную помощь науке своими наблюдениями. 4 августа 1887 года в Ярославле состоялась публичная лекция профессора С. П. Глазенапа «О солнечных затмениях».

Ярославское отделение ВАГО было создано в феврале 1941 года по инициативе преподавателя Педагогического института имени К. Д. Ушинского В. В. Радзиевского, ныне профессора, вице-президента ЦС ВАГО. Группа научных работников выступила в газете «Северный рабочий» с предложением организовать в Ярославле отделение ВАГО, которое занималось бы популяризацией астрономических знаний, боролось с религиозными предрассудками, оказывало методическую помощь преподавателям астрономии, руководило работой астрономических кружков.

На первых порах астрономические наблюдения выполнялись с помощью переносных инструментов и собирали многочисленные группы желающих заглянуть в небесную бездну. Совет отделения ставил перед собой две важные задачи — добиться открытия в городе планетария и астрономической обсерватории. Однако Великая Отечественная война надолго задержала осуществление этого замысла.

*Ю. А. Гришин ведет занятия астрономического кружка в средней школе № 5 города Углича (1979 г.)*

Но уже в ноябре 1948 года, несмотря на трудное послевоенное время, в городе был открыт планетарий, ставший центром пропаганды естественно-научных знаний (Земля и Вселенная, 1973, № 6, с. 63—64.—Ред.).

К сожалению, планетарий не имел ни астрономической обсерватории, ни даже астрономической площадки, и созданная в 1958 году станция для наблюдения искусственных спутников Земли работала в очень сложных условиях. Студентам и школьникам приходилось каждый раз выносить

тяжелые астрономические инструменты на берег реки Которосль, где были установлены столы и тумбы, на которых размещались инструменты. Поэтому актив отделения неуклонно стремился к созданию наблюдательной базы. Благодаря энергии и огромной работе, проделанной профессором пединститута В. В. Радзиевским, доцентами В. К. Мичуриным и Б. А. Вольтским, обсерватория была построена в 1964 году на крыше здания педагогического института. Вскоре она стала центром астрономических наблюдений, воспитавшим большую группу энтузиастов-наблюдателей — таких, как В. Приходько, А. Огнев, М. Зарубин, В. Лутковский, В. и С. Кутюмины, В. Чернышов, М. Бар-тенов.



В последние годы в состав отделения влились любители астрономии из других городов области. Систематически выполняет фотографические наблюдения астрономических объектов Г. В. Самойлов (Рыбинск), большую пропагандистскую и исследовательскую работу проводит заслуженный учитель школы РСФСР Ю. А. Гришин (Углич). Под его руководством в средней школе № 5 изготовлено немало самодельных астрономических инструментов, активно работает астрономический кружок (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 68—72.—Ред.).

Разностороннюю работу проводят члены учебно-методической секции. Они организовали семинары повышения квалификации учителей астрономии (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 96.—Ред.), астрономический факультет при Народном университете естественных наук. В Ярославле издано три методических сборника «Астрономия в школе» (1968, 1972, 1976 гг.), ставших широко известными за пределами Ярославской области. Каждый сборник состоит из разделов: «Новости науки — в школьный курс» и «Вопросы методики преподавания астрономии». Активное участие в создании и редактировании сборников приняли Е. П. Левитан и Б. А. Волинский. Систематически проводятся школьные астрономические олимпиады и конференции юных любителей астрономии.

В 1965 году по инициативе председателя отделения Б. А. Волинского и при участии инженеров Б. А. Иванова и Г. И. Блувштейна в отделении была создана геодезическая секция. Ее члены оказывают помощь промышленным предприятиям города, участвуют в разработке новых методов производства топографо-геодезических работ и исследований геодезических инструментов.

Члены Ярославского отделения ВАГО часто выступают в печати, по радио и телевидению, пропагандируя достижения астрономии и космонавтики, а также рассказывая о предстоящих астрономических явлениях.

Кандидат физико-математических наук  
В. А. БРОНШТЭН

## Лауреаты поощрительных премий ВАГО

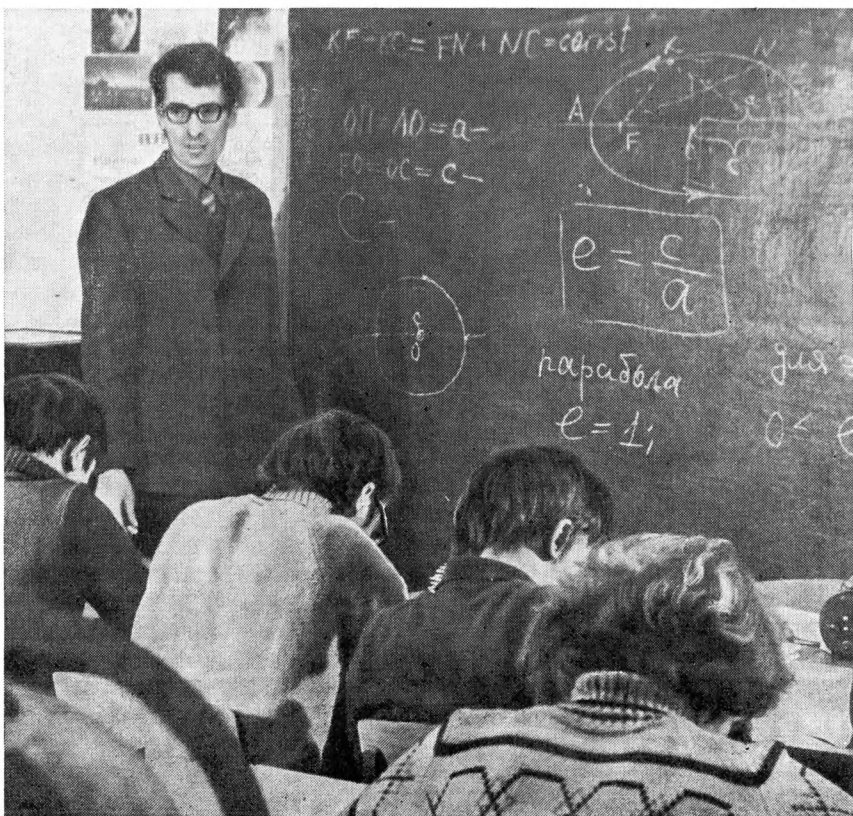
На состоявшемся 2 декабря 1980 года в Алма-Ате VI пленуме Центрального совета Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии наук СССР были присуждены поощрительные премии ВАГО за 1979—1980 годы. Напомним, что эти премии вручаются любителям астрономии и телескопостроения за выдающиеся достижения.

Отделения ВАГО представляют кандидатов на премию. Их заслуги рассматривает экспертная комиссия

Центрального совета ВАГО под председательством члена-корреспондента Академии педагогических наук СССР Б. А. Воронцова-Вельяминова, которая и выносит свои рекомендации президиуму, а затем пленуму Центрального совета ВАГО.

Первая премия за 1979 год присуждена члену Новосибирского отде-

*Владимир Ильич Кириченко  
ведет занятия  
астрономического кружка*





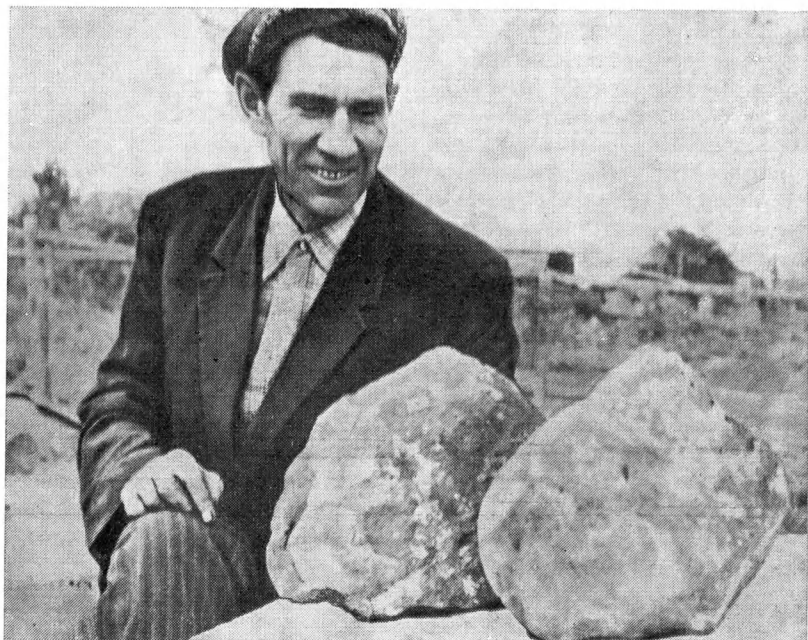
*Леонид Леонидович Сикорук*

*Георгий Валентинович Шувалов  
ведет занятия кружка  
телескопостроителей*



ления ВАГО Владимиру Ильичу КИРИЧЕНКО за руководство работой юных любителей астрономии и телескопостроения Сибири и Дальнего Востока.

В. И. Кириченко работает на астрономической обсерватории Клуба юных техников Сибирского отделения АН СССР с 1970 года. В 1974 году он возглавил юношескую обсерваторию и одновременно юношескую секцию Новосибирского отделения ВАГО. Под руководством В. И. Кириченко школьники — члены кружка осваивают новые методы астрономических наблюдений. Ребята используют для наблюдений фотоэлектрические установки (ими же созданные), а при обработке наблюдений — ЭВМ, причем сами составляют программы. Такое обучение формирует у школьников черты будущих наблюдателей, операторов ЭВМ, инженеров, научных работников. Члены кружка проводят интересные экспедиции, на-



*Борис Георгиевич Никифоров  
с образцами метеорита Царев*

блюдают серебристые облака, солнечные и лунные затмения, метеоры, переменные звезды. О работе юных астрономов Новосибирска В. И. Кириченко не раз рассказывал на страницах «Земли и Вселенной» (1977, № 3, с. 88—93; 1980, № 2, с. 60—66).

Клуб юных техников СО АН СССР — региональный центр по руководству работой юных любителей астрономии Сибири и Дальнего Востока. Центр издает и рассылает астрономическим кружкам бюллетени «Юный астроном», инструкции для наблюдений и описания новых астрономических приборов, проводит сборы юных любителей астрономии.

За свою работу В. И. Кириченко дважды награждался бронзовой медалью ВДНХ и трижды был лауреатом Всесоюзной выставки научно-технического творчества молодежи. Более двадцати его кружковцев — юные участники ВДНХ.

**Первая премия за 1980 год** присуждена Леониду Леонидовичу СИКОРУКУ за работы в области любительского телескопостроения и его пропаганду на телевидении, в кино и печати. Л. Л. Сикорук — работник телевидения Новосибирска. В 1973 году он организовал Клуб любительского телескопостроения имени Д. Д. МаксUTOва, куда вошли юные и взрослые любители астрономии (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 66—70). В клубе действует правило: «в каждом телескопе — что-то новое». И действительно, ни один телескоп, изготовленный членами клуба, не похож на другой. Каждый член клуба стремится внести в конструкцию телескопа что-то оригинальное. Так накапливается опыт, выявляются полезные находки. При консультации Л. Л. Сикорука Новосибирский приборостроительный завод имени В. И. Ленина сконструировал и начал изготавливать телескоп «Алькор» для любителей астрономии, готовится к выпуску более крупная модель телескопа «Мицар» (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 73—74).

**Вторая премия за 1980 год** присуждена заведующему отделом любительского телескопостроения Московского отделения ВАГО, инженеру Георгию Валентиновичу ШУБАЕВУ за

руководство работой юных любителей телескопостроения Москвы и в общесоюзном масштабе. Г. В. Шуваев в течение нескольких лет является заместителем заведующего отделом любительского телескопостроения Центрального совета ВАГО. Сотни любителей астрономии и телескопостроения получили от него консультации по самым различным вопросам.

В течение многих лет Г. В. Шуваев возглавляет кружок любительского телескопостроения при Московском городском Дворце пионеров, он неоднократно выступал в телевизионном журнале «Звездочет».

Г. В. Шуваев принимал активное участие в подготовке посмертного издания известной книги М. С. Навашина «Телескоп астронома-любителя». Он соавтор статьи о постройке самодельного телескопа, опубликованной в «Астрономическом календаре» на 1980 год.

**Третья премия за 1980 год** присуждена члену Волгоградского отделения ВАГО, рабочему Борису Георгиевичу НИКИФОРОВУ за активное участие в поисках осколков метеорита Царев и пропаганду метеоритики в Волгоградской области.

Еще в 1979 году Б. Г. Никифоров сообщил ученым о находке крупного метеорита (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 35). На протяжении двух лет он оказывал самое активное содействие специалистам в розысках осколков метеорита, получившего название Царев. В 1980 году Б. Г. Никифоров участвовал в работе экспедиции Института геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского. В результате этих работ на площади 25 км<sup>2</sup> найдено 28 осколков метеорита общей массой более тонны. Метеорит Царев — крупнейший отечественный каменный метеорит. Как удалось установить по архивным данным, этот метеорит упал еще в 1922 году.

Список лауреатов поощрительных премий ВАГО, насчитывающий теперь уже 39 человек, пополнился четырьмя достойными членами трех отделений ВАГО.

ЛЕГЕНДЫ  
О  
ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

И. И. НЕЯЧЕНКО

## Весы

Среди зодиакальных созвездий только созвездие Весов посвящено неодушевленному предмету. Принято считать, что Весы введены в зодиак сравнительно недавно, во времена римского императора Августа (63 г. до н.э.—14 г. н.э.). В своей поэме «Георгики» Вергилий писал, обращаясь к Августу: «И ты, кому придется некогда быть допущенным в совет богов, ты, новое летнее светило, о Август, ужели не хочешь ты поместиться между Девой Эригоной и клешнями Скорпиона? Огненный Скорпион уже подогнул свои клешни, чтоб дать тебе достойное место на небе». А поскольку на медалях Августа изображали с весами — символом справедливости, то и на небе в созвездии, посвященном императору, появились весы.

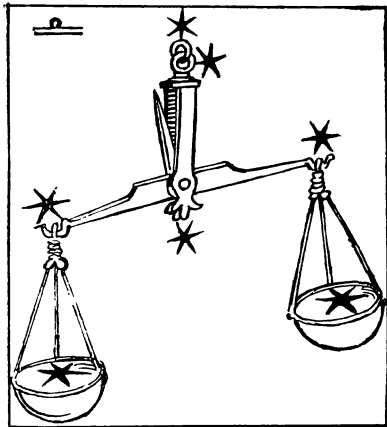
Древние греки считали небесные весы атрибутом богини справедливости Астреи. На них богиня взвешивала судьбы людей, их вину.

Появление созвездия Весов на небе указывало земледельцам время посева озимых. Вергилий писал:

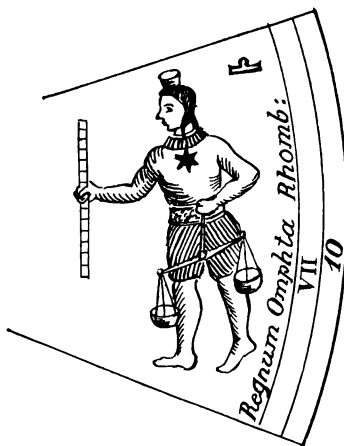
«Когда Весы Астреи висят  
высоко,  
Разделяя небо на дни и ночи,  
Тогда запрягай своих быков  
И высевай зерно,  
Пока не пришел декабрь  
с проливными дождями».

Но еще до весов Астреи в этом месте неба древние египтяне изображали коромысло весов, желая увековечить инструмент нилолот, с помощью которого измерялась высота подъема вод Нила. Египетский жрец Манефон, живший в IV—III веках до нашей эры, отметил, что жрецы заменили клешни Скорпиона чашами





Изображение созвездия Весов в книгах Сакробуста «Сфера мира» (1539 г.) и Карбинянуса «Доказательство доказательств» (1731 г.)



весов, потому что они располагались, как весовые чаши. Это были весы правосудия, на которых боги Озирис и Анубис взвешивали сердца усопших. Если сердце оказывалось

легче пера, усопшего допускали в страну света, если тяжелее — его отправляли в преисподнюю. Однако на древнеегипетских звездных картах созвездие Весов не утвердилось.

Десятки других легенд связаны с созвездием Весов. Древние греки видели в этом месте неба также колесницу, запряженную черными лошадьми, на которой бог Аид увозил в подземное царство похищенную Персефону. Перуанцы помещали здесь Радугу, Молнию, Небесную реку, ибо, когда Солнце входило в это созвездие, часто шли проливные дожди. На чаше весов иногда изображали ягненка, так как на Древнем Востоке ягненок служил единицей массы. Называли созвездие то Мохосом в честь предполагаемого изобретателя мер и весов, то Ноктипарем, что означало «уравновешиватель ночи и дня».

## НОВЫЕ КНИГИ

### ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В проблеме предсказания землетрясений важную роль играют геологические методы прогнозирования сейсмической опасности. Им посвящена книга Г. И. Рейснера «Геологические методы оценки сейсмической опасности» (М.: Недра, 1980). Книга состоит из предисловия и четырех глав.

В первой главе книги рассматривается история развития методов выделения сейсмоопасных зон в Советском Союзе.

Вторая глава книги посвящена исходным геологическим данным и геологическим критериям сейсмичности. В качестве первых служат карты историко-тектонического районирования, показывающие структуру территории и историю ее формирования во времени, а также карты новейших тектонических движений. Выделение критериев сейсмичности (признаки степени сейсмической опасности территории) обычно проводится путем сравнительного анализа сейсмотектонических условий различных территорий (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 20—24. — *Ред.*).

Для выделения зон возможных землетрясений с определенной магнитудой по геологическим данным используются традиционные и формальные методы. Традиционным ме-

тодам посвящена третья глава книги. Они позволяют составлять карты зон с максимально возможной магнитудой, однако, зоны эти выделяются недостаточно надежно. Более перспективны новые методы, основанные на формализации геологических данных, и в их разработке автор книги принимает активное участие. Формальные методы предсказания сейсмической опасности описаны в четвертой главе книги.

### ПОПУЛЯРНО О МЕТЕОРОЛОГИИ

В условиях все более тесных взаимосвязей между природой и человеком проблема «всеобщего метеорологического обучения» приобретает большое значение. Книга Дж. Вайсберга «Метеорология. Погода на Земле» (перевод с английского. Л.: Гидрометеиздат, 1980) как нельзя лучше помогает решать эту проблему.

Книга состоит из предисловия, введения и 11 коротких глав. В первых трех автор рассказывает о происхождении, развитии и структуре атмосферы, трансформации в ней солнечной энергии, распределении температуры. В поглощении и накоплении лучистой энергии на Земле важная роль принадлежит воде. Образованию водяного пара в воздухе, формированию осадков и об-

лаков, методам искусственного воздействия на облака посвящена отдельная глава.

О движениях в атмосфере — циркуляции воздушных масс и ветрах на большой высоте, об атмосферных фронтах и их взаимодействии, а также о бурях и других атмосферных возмущениях повествуют следующие три главы книги. Читатель узнает, как образуются торнадо, тропические циклоны, водяные смерчи и пыльные бури. Одна из глав книги посвящена метеорологическим наблюдениям.

Погода и климат на Земле — тема следующих трех глав книги. В них речь идет о методах составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов погоды, взаимоотношении климата и погоды, дается характеристика основных климатических зон и классификация климата.

Проблеме воздействия погоды на здоровье человека посвящена последняя глава книги.

Книга Дж. Вайсберга имеет особенности, которые помогают лучше усвоить изложенные в ней сведения: краткое содержание каждой главы, краткий словарь метеорологических терминов, список литературы, интересные комментарии переводчика и редакторов. Она доступна широкому кругу читателей, интересующихся проблемами изменения погоды, климата, а также экологическими проблемами.





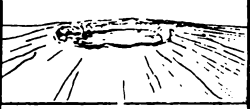














## ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЗУЕМЫЕ В ПЛАНЕТНОЙ ТОПОНИМИКЕ

Несколько лет тому назад Рабочая группа по номенклатуре планетной системы при Международном астрономическом союзе (МАС) утвердила список латинских терминов для обозначения различных типов рельефа на поверхности тел Солнечной системы. Эти термины

в сочетании с индивидуальными названиями данного образования встречаются на картах планет и спутников. Недавно Рабочая группа МАС одобрила схематические изображения различных типов рельефа, которые приводятся ниже вместе с латинскими терминами (в скобках указано множественное число), рекомендуемыми эквивалентами латинских терминов на русском языке и краткими пояснениями.

<p>CATENA (CATENAE)</p>		<p><b>ЦЕЛОЧКА</b> – ряд тесно расположенных (иногда накладывающихся) небольших кратеров, обычно сходных размеров.</p>
<p>CAVUS (CAVI)</p>		<p><b>КОТЛОВИНА</b> – выемка неправильной формы с крутыми склонами; выемки чаще расположены группами.</p>
<p>CHAOS</p>		<p><b>ХАОС</b> – район сильно разрушенной поверхности с беспорядочным рельефом.</p>
<p>CHASMA (CHASMATA)</p>		<p><b>УЩЕЛЬЕ</b> – глубокая расщелина, линейная впадина с крутыми склонами, большой каньон.</p>
<p>CRATER (CRATERES)</p>		<p><b>КРАТЕР</b> – округлая впадина ударного или вулканического происхождения.</p>
<p>DORSUM (DORSA)</p>		<p><b>ГРЯДА</b> – вытянутая прямолинейная или извилистая возвышенность.</p>
<p>FOSSA (FOSSAE)</p>		<p><b>БОРОЗДА</b> – узкий, линейный желоб (на Луне называется Rima).</p>
<p>LABYRINTHUS (LABYRINTHI)</p>		<p><b>ЛАБИРИНТ</b> – район пересекающихся каньонообразных впадин.</p>
<p>LACUS (LACUS)</p>		<p><b>ОЗЕРО</b> – небольшой, неправильной формы равнинный участок темного материала (только на Луне).</p>
<p>MARE (MARIA)</p>		<p><b>МОРЕ</b> – большая, зачастую округлая область темного равнинного материала (только на Луне).</p>

<p>MENSA (MENSAE)</p>		<p>СТОЛОВАЯ ГОРА – возвышенность с плоской вершиной и крутыми склонами.</p>
<p>MONS (MONTES)</p>		<p>ГОРА</p>
<p>OCEANUS</p>		<p>ОКЕАН – обширная, неправильной формы темная равнинная область (только Океан Бурь на Луне).</p>
<p>PALUS (PALUDES)</p>		<p>БОЛОТО – небольшая, неправильной формы область, включающая и морское и материковое вещество (только на Луне).</p>
<p>PATERA (PATERAE)</p>		<p>ПАТЕРА – неглубокий, сложный кратер с фестончатыми склонами.</p>
<p>PLANITIA (PLANITIAE)</p>		<p>РАВНИНА – низменность, низко расположенная область.</p>
<p>PLANUM (PLANA)</p>		<p>ПЛАТО – ровная возвышенная область.</p>
<p>PROMONTORIUM (PROMONTORIA)</p>		<p>МЫС – выступ светлого материка, окруженный темной морской областью (только на Луне).</p>
<p>RIMA (RIMAE)</p>		<p>БОРОЗДА – узкая длинная долина, трещина или лавовый канал (только на Луне).</p>
<p>RUPES (RUPES)</p>		<p>ОБРЫВ – линейный уступ.</p>
<p>SCOPULUS (SCOPULI)</p>		<p>УСТУП – лопастевидный или очень извилистый обрыв.</p>
<p>SINUS (SINUS)</p>		<p>ЗАЛИВ – полузамкнутый темный район, прилегающий к морю (только на Луне).</p>
<p>SULCUS (SULCI)</p>		<p>РЫТВИНА – район почти параллельных борозд и гряд.</p>

<b>TERRA</b> <b>(TERRAE)</b>	
<b>THOLUS</b> <b>(THOLI)</b>	
<b>VALLIS</b> <b>(VALLES)</b>	
<b>VASTITAS</b> <b>(VASTITATES)</b>	

ЗЕМЛЯ — возвышенность или нагорье.

КУПОЛ — изолированная куполообразная гора или холм.

ДОЛИНА — прямолинейная или извилистая ложбина.

ВЕЛИКАЯ РАВНИНА — обширная равнина или низменность (только на Марсе).

По материалам заседания  
 Рабочей группы по номенклатуре  
 планетной системы.  
 Монреаль, август 1979 года.

## БОЛИД, ПОРОДИВШИЙ МЕТЕОРИТ ЦАРЕВ

После публикации в газетах и в журнале «Земля и Вселенная» (1980, № 3, с. 35) статей о находке в Ленинском районе Волгоградской области метеорита Царев удалось разыскать очевидцев его падения. Г. А. Сафонов и А. Г. Герасимова, жившие в детстве в селе Царев, вспомнили, что поздней осенью 1921 или 1922 года они наблюдали ночью полет необычайно яркого «огненного тела» и слышали «оглушительный взрыв». П. С. Князьков, живший в те же годы в Царицыне, также сообщил, что однажды ночью его деды видели полет «огненного камня».

Сотрудник Института геохимии и аналитической химии АН СССР И. Т. Зоткин просмотрел архив болидов за 1922 год, хранящийся в Комитете по метеоритам АН СССР. Оказалось, что в архиве имеется богатый газетный материал о грандиозном болиде, который с сильным грохотом и искрами пронесся по небу 6 декабря 1922 года около 19 часов местного времени и сильно переполошил население. Полет болида наблюдали жители города Ленинска, сел Царев, Колобовка, Владимировка (ныне город Ахтубинск). Царицынская газета «Борьба» 29 декабря 1922 года писала: «Метеорит летел по горизонту огненным шаром. По-

лет сопровождался шумом как бы от летящего огромного снаряда, а при падении метеорита раздался как бы залп от сотен орудий. От сотрясения в ближайших хуторах выбиты в окнах все стекла». «Весть об упавшей звезде,— сообщила газета «Петроградская правда» 30 декабря 1922 года,— взбудоражила всю губернию (Царицынскую.— Р. Х). Распространяются самые чудовищные толки. Приезжающие в Царицын степняки, со слов очевидцев, дают противоречивые сведения, которые сводятся к следующему: метеорит в виде огромного огненного шара с необычайным шумом летел... и упал приблизительно в 130 верстах от Царицына».

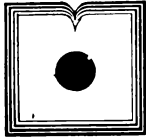
Сенсационное происшествие привлекло внимание ученых. На место событий выезжали научные работники из Саратова, Ростова-на-Дону, Астрахани. Заинтересовался этим падением и знаменитый исследователь метеоритов Л. А. Кулик. Весной 1923 года Л. А. Кулик с сожалением писал в журнале «Мироведение» о том, что царицынский метеорит еще не обнаружен, хотя место падения определено с точностью до 200—300 квадратных верст. Тогда же Геологический и минералогический музей Российской академии наук объявил премию в 100 рублей золотом за находку царицынского метеорита. И вот спустя 57 лет царицынский метеорит, теперь

известный как метеорит Царев, найден!

Весной и летом 1980 года на полях совхоза «Ленинский» в Волгоградской области экспедиция Института геохимии и аналитической химии АН СССР (руководитель И. Т. Зоткин) продолжала поиски метеорита Царев. Образцы метеорита нашли и передали ученым чабаны и трактористы совхоза «Ленинский»: А. Е. Костенко, В. Я. Раушенбергер, Р. М. Санжапов, С. Ф. Ульев, В. М. Затынайко, И. М. Майбородин и житель города Ленинска Ф. И. Фролов. Все они премированы Академией наук СССР за содействие науке.

Собрано уже 28 экземпляров метеорита Царев общей массой 1131,7 кг. Самый крупный образец весит 284 кг, самый маленький — 761 г. Поле рассеяния обломков метеорита имеет максимальный поперечник 6 км, причем крупные образцы найдены в его северной части, маленькие — в южной. По сведениям очевидцев, болид, полет которого закончился падением метеорита, двигался с юга на север или с юго-востока на северо-северо-запад. И. Т. Зоткин определил орбиту метеорного тела. Она оказалась типичной для большинства метеоритов, попадающих на Землю из пояса астероидов.

**Р. Л. ХОТИНОВ**



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Доктор геолого-минералогических  
наук  
С. А. УШАКОВ

## «Популярная история Земли»

Так называется книга, написанная директором Института океанологии АН СССР, членом-корреспондентом АН СССР А. С. Мониним (2-е изд. перераб. и доп. М.: Наука, 1980). В развитии новых идей о происхождении и эволюции земной коры и всей Земли в целом коллектив института сыграл существенную роль. Поэтому выход в свет популярной монографии о Земле, написанной ученым, который возглавляет институт, — интересное и закономерное явление в жизни науки.

В предисловии автор говорит, как много разногласий и нерешенных проблем существует в науках о Земле. Его научное кредо состоит в том, что, рассматривая глобальную эволюцию нашей планеты, нужно обязательно учитывать горизонтальные перемещения литосферных плит на поверхности Земли. Иными словами, вся геологическая история нашей планеты (кроме самой ранней — догеологической) представлена с позиций мобилизма.

В первой главе «Современная Земля» рассказывается о глубинном строении нашей планеты, о ее глобальных физических полях — гравитационном, магнитном, тепловом, о земной коре, гидросфере и атмосфере. Автор не только вводит читателя в курс современных представлений об оболочках Земли, но и показывает, что все они объединены в одну динамическую систему.

Вторая глава «Естественная периодизация истории Земли» посвящена грандиозной по своей продолжительности, разделенной на различные эпохи геологической истории нашей планеты. Здесь дается также базовая гео-



хронологическая схема тех рубежей, на которые принято разделять историю Земли: катархей (от 4,5 до 3,5 млрд. лет назад), архей (от 3,5 до 2,6 млрд. лет), афебий (от 2,6 до 1,7 млрд. лет), рифей (от 1,7 до 0,57 млрд. лет) и фанерозой — эру, которая продолжается последние 570 млн. лет.

Очень интересно (даже для геофизиков-профессионалов), сжато и в то же время достаточно полно написана третья глава «Эволюция недр Земли». В ней убедительно показано, что главный процесс в эволюции недр нашей планеты — гравитационная дифференциация различных веществ. Используя химическую мо-

дель внешнего ядра Земли, содержащего лишь  $Fe_2O$  (впервые предложенную О. Г. Сорохтиным), автор выдвигает динамическую и химическую модель эволюции недр от первичной, сравнительно однородной, до современной, четко стратифицированной Земли. В развитии модели А. С. Монин принимал активное участие. Вероятно, поэтому так ясно и просто раскрыт в этой главе трудный и дискуссионный вопрос о структуре конвекции в земной мантии, которая ответственна за перемещение литосферных плит.

В четвертой главе «История атмосферы и гидросферы» автор вслед за академиком А. П. Виноградовым рассматривает эволюцию этих оболочек как результат дегазации лав, выплавлявшихся из верхней мантии Земли. Но для оценок изменения масс воды в гидросфере и в земной коре он использует современную модель химической эволюции планеты.

В пятой главе «Эволюция земной коры» на основании количественных оценок сделан важный вывод: в процессе эволюции земной коры действуют эффективные механизмы, превращающие осадочные породы в изверженные и метаморфические породы континентальной коры. Таким механизмом, как показал автор, служит перемещение литосферных плит. На границах плит при их столкновении и погружении одной под другую вместе с плитой погружаются и осадки. Автор книги специально подчеркивает, что «выделение летучих и легкоплавких компонент океанической коры в этих зонах, называемых зонами Заварицкого — Беньоффа, — эффективный механизм образования

континентальной коры». Изложена в этой главе и современная модель образования океанической коры (и литосферы) в рифтовых трещинах Мирового океана.

В шестой главе «Геологические периоды фанерозоя» автор рассматривает историю континентов и океанов, в частности, образование и распад двух суперконтинентов — Гондванского, включавшего в себя Африку с Аравийским полуостровом, Южную Америку, Антарктиду, Индостан, Австралию, и Лавразийского, состоявшего из Северной Америки и частично Евразии.

В седьмой главе «История жизни на Земле» прослеживается эволюция от первичных микроорганизмов до птиц и млекопитающих. В интересной форме рассказывается о мутации и адаптации к изменениям природных условий, о живых ископаемых, миграции организмов и их вымирании, о происхождении человека. В конце главы автор подчеркивает, что человеческое общество оказывает влияние на развитие жизни на Земле. Это влияние началось в форме охоты, рыболовства и истребления опасных для человека животных и вытеснения дикой жизни из населенных районов, а в наши дни идет по пути создания и разведения культурных сортов растений и пород животных и может в конце концов привести почти к полному управлению развитием всех форм жизни.

Восьмая глава книги «Палеомагнетизм» — это увлекательный рассказ о направлении геофизики, которое помогло возродить погибшую, как казалось многим, гипотезу дрейфа материков. Развитие современной теории тектоники литосферных плит привело к разработке новой теории глобальной тектоники, которой и посвящена в основном книга А. С. Монины. Читатель узнает о физической природе намагниченности горных пород, об инверсиях геомагнитного поля и палеомагнитной геохронологии, о геологическом анализе полосчатых магнитных аномалий и возрасте дна Мирового океана.

Девятая глава «Движение материков» повествует об истории становления идей мобилизма, начавшейся с

ранних догадок, основанных на сходстве очертаний противоположных берегов Атлантики, и закончившейся современной теорией тектоники литосферных плит. Здесь изложены основы теории, показаны современные и древние границы плит, приведены интересные данные о глобальных реконструкциях взаимного расположения материков и океанов в фанерозойской истории Земли. Автор рассказывает об эволюции и постепенном исчезновении палеоокеана Тетис, на месте которого образовался современный Индийский океан и Средиземное море, вскрывает наиболее вероятные причины позднемiocеновых «катастроф» жизни в Сарматском море, простиравшемся от Вены до Урала и нынешнего Аральского моря.

В заключительной, десятой, главе «История климата» рассказывается о климатообразующих факторах — внешних астрономических, а также геофизических и географических. На современном научном уровне автор излагает проблему изменения климата вследствие геохимической эволюции атмосферы и гидросферы, приливной эволюции системы Земля — Луна, перемещения континентов и океанов. Здесь представлены методы палеоклиматических реконструкций, особенно ледниковых периодов в различные фазы истории Земли (последнее оледенение началось в Антарктиде около 20—25 млн. лет назад, а несколько позднее охватило и северное полушарие). Десятая глава особенно интересна, ведь автор книги — один из ведущих специалистов по проблеме взаимодействия атмосферы и океана.

Книга А. С. Монины, безусловно, значительное явление в научно-популярной литературе о Земле, она сочетает в себе научное изложение самых современных представлений, моделей и фактов с простотой и доступностью изложения. Однако, по нашему мнению, при будущих переизданиях нужно изменить композицию книги. Хорошо бы ее закончить главой об эволюции жизни на Земле, которая в значительной степени определяется движениями континентов и связанной с ними историей кли-

мата. В рецензируемой книге эти главы следуют после глав, посвященных истории жизни. Такую композицию можно объяснить лишь слабой разработкой проблемы эволюции жизни с новых мобилистских позиций.

И хотя по замыслу автора книга предназначена «прежде всего школьным учителям, а также лицам со средним образованием», ее с большой пользой для себя прочтут и специалисты в области наук о Земле.

## НОВЫЕ КНИГИ

### «КОСМОС — ЗЕМЛЕ»

Так называется книга, которую в 1981 году выпустило издательство «Наука» в серии «Наука и технический прогресс». Книга написана коллективом авторов (ответственный редактор Г. С. Нариманов).

Первая глава «Спутниковые системы связи» знакомит читателей с основными принципами применения искусственных спутников Земли для связи, рассказывает, как спутниковые системы позволяют преодолеть многие трудности, возникающие при организации связи старыми, традиционными методами.

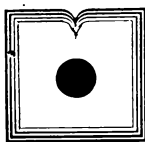
Вторая глава посвящена космическим навигационным системам. Она повествует о роли таких систем, их структуре, перспективе использования, методах навигационного обеспечения.

«Космическая геодезия» — третья глава, в которой идет речь о задачах, решаемых космической геодезией, о космической геодинاميке.

В четвертой главе «Космические метеорологические системы» отмечается значение для человека окружающей среды, рассказывается об источниках получения информации о ней, о назначении, структуре, экономическом эффекте космических метеорологических систем, бортовой аппаратуре.

Последняя глава «Изучение природных ресурсов Земли из космоса» — это описание многонаправленных методов съемки, дешифрирования и интерпретации информации, полученной из космоса.

Книга будет полезна широкому кругу читателей.



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Член-корреспондент АН СССР  
Г. А. АВСЮК

## Славная полярная история

Об истории первой в мире дрейфующей научно-исследовательской станции «Северный полюс», работавшей под руководством И. Д. Папанина, рассказывается в книге Г. С. Тихомирова «К истории экспедиции Папанина» (М.: Мысль, 1980). Героический дрейф этой станции в суровых просторах Арктики ознаменовал новую эпоху в изучении Северного Ледовитого океана. За 274 дня (с 21 мая 1937 по 19 февраля 1938 года) дрейфующая станция прошла 2500 км от Северного полюса до Гренландского моря, и на всем пути замечательная четверка советских ученых успешно вела океанические, метеорологические, магнитные, гидробиологические исследования.

Хотя о папанинской экспедиции (СП-1) написано довольно много, работы, подобной книге Тихомирова, еще не появлялось. Это документальный очерк, состоящий из двух частей, которым предшествует «Вступительное слово И. Д. Папанина». В нем знаменитый полярник дает краткий обзор истории изучения Арктики и рассказывает об основных этапах своей экспедиции. Он, между прочим, заметил, что документальный очерк Г. С. Тихомирова навеял на него «поток воспоминаний и поставил в хронологический ряд минувшие события и факты, а ведь было их довольно много...».

Первая часть книги «Героическая четверка» включает биографические очерки о начальнике СП-1 И. Д. Папанине, геофизике Е. К. Федорове, океанологе П. П. Ширшове и радисте Э. Т. Кренкеле. Особенно удачен рассказ о Папанине, в нем автор использовал много нигде не опубли-



кованных документов и фотографий. Во второй части «Говорят современники» содержатся отзывы, оценки, суждения выдающихся деятелей науки и культуры, а также общественных и государственных деятелей о первой в мире дрейфующей станции «Северный полюс». Многие из приведенных документов, хотя и публиковались в периодической печати, за давностью практически недоступны массовому читателю. Обзор их — ценный вклад автора книги в историю экспедиции, он вызовет большой интерес к полярным исследованиям у нового поколения читателей.

В конце книги помещено «Послесловие», написанное участником экспедиции на Северный полюс Героем

Советского Союза И. П. Мазуруком. В нем коротко рассказано о летной части экспедиции. Заслуженный полярный летчик правильно заметил, что «книга Г. С. Тихомирова посвящена героической экспедиции советских ученых, полярников и авиаторов, создавших первую в мире станцию «Северный полюс» и во время дрейфа раскрывших многие тайны Ледовитого океана. В ней собран и обобщен большой документальный материал о выдающемся подвиге советских людей, историческое и воспитательное значение которого огромно».

### ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО НЕБУ

Четвертым исправленным и дополненным изданием вышла в 1980 году в издательстве «Наука» книга известного популяризатора астрономии Ф. Ю. Зигеля «Сокровища звездного неба (путеводитель по созвездиям и Луне)».

Как и в прежних изданиях, основу книги составляет увлекательное описание созвездий. Однако автор переработал текст в соответствии с новейшими достижениями астрофизики и внегалактической астрономии. Появился и параграф, посвященный звездному небу Антарктиды.

Расширен материал о Луне. В нынешнем виде он представляет собой краткий путеводитель по Луне, позволяющий читателю подробно изучить лунный рельеф, узнать о районах посадки лунных экспедиций, автоматических станций и луноходов.

Небольшие параграфы книги посвящены планетам, кометам и метеоритам.

Автор рассматривает свою книгу как доступное каждому руководство для самостоятельных астрономических наблюдений.



ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

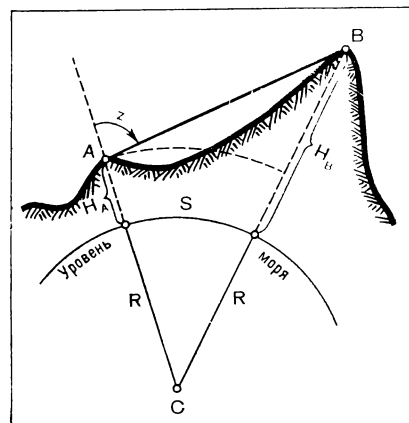
Весной 1982 года советские альпинисты впервые совершат восхождение на Эверест. Как измерили высоту этой величайшей вершины!

Е. Афанасьевский, студент  
(Ленинград)

По просьбе редакции на этот вопрос отвечает кандидат технических наук И. С. ПАНДУЛ.

Высоты точек на Земле определяют относительно поверхности геоида, которую в первом приближении можно представить, как поверхность морей и океанов в невозмущенном состоянии, мысленно продолженную под материками. Для этой цели применяют метод **геометрического нивелирования** (визирование горизонтальным лучом) или метод **тригонометрического нивелирования** (визирование наклонным лучом). Высоты земных точек над поверхностью геоида называют **ортометрическими**.

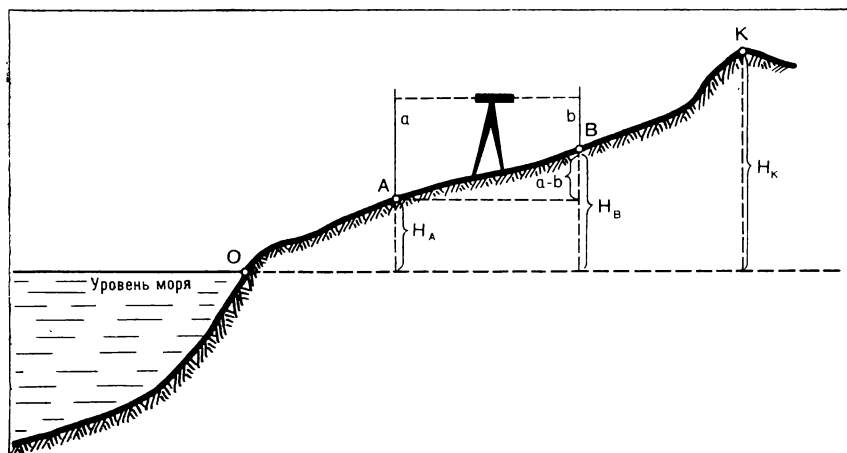
На нашей планете есть всего лишь 14 горных вершин высотой более 8000 м, причем 10 из них сосредоточены в Гималаях, остальные — в соседней горной системе Каракорум. В свое время было много споров о том, какая из гималайских вершин выше. В 1855 году немецкий натуралист Г. Шлагинтвейт, много путешествовавший по высокогорной Азии, с двух удаленных друг от друга пунктов измерил зенитные расстояния вершины горы Гауризанкар в Восточных Гималаях, которая считалась тогда самой высокой на Земле. После вычислений он получил высоту этой вершины, равную 8899 м. Несколько позднее выяснилось, что Шлагинтвейт наблюдал не Гауризанкар, а безымянный пик в 58 км к востоку от него, который на картах британского Генерального штаба с 1850 года был обозначен номером XV и имел отметку 8840 м. Попутно выяснилось также, что скромный пик XV в действительности высочайшая вершина земного шара.



*Тригонометрическое нивелирование. Зная радиус земного шара  $R$  и высоту  $H_A$  точки  $A$ , а также измерив зенитное расстояние  $z$  от зенита точки  $A$  до направления на точку  $B$  и расстояние  $S$  между проекциями этих точек на уровень моря, определяют высоту  $H_B$  из тригонометрических вычислений*

В 1856 году английские топографы присвоили этой вершине имя Джорджа Эвереста (1790—1866) — крупного геодезиста, президента Геодезического комитета Индии. Но вершина имеет еще и местное название. Жители Тибета именуют ее Джомолунгма (иногда Чомолунгма), а жители Непала, на территории которого она расположена, — Сагарматха, что в переводе означает «Царица гор».

Последующие шесть вычислений высоты Эвереста в 1881—1901 годах дали среднее значение 8882,2 м. В 1903 году английский геодезист ка-



*Геометрическое нивелирование. С помощью трубы нивелира, приведенной в горизонтальное положение, берут отсчеты  $a$  и  $b$  по рейкам со шкалами, установленным в точках  $A$  и  $B$ , и находят разность высот  $a - b = H_B - H_A$  этих точек. Прделав аналогичные действия последовательно от точки  $O$  на уровне моря до точки  $K$ , находят высоту  $H_K$  над уровнем моря*



питан Вуд уточнил высоту горы путем тригонометрического нивелирования, получив ее равной 8839,8 м. Но на всех картах мира вплоть до 1953 года Эверест имел «круглую» отметку 8888 м. Очевидно, географов очаровали «магические» восьмерки, другого объяснения этому нет.

Долгое время высочайшая вершина на планете была неприступной крепостью. Огромная высота, разреженность воздуха, мороз, ураганные ветры непреодолимой преградой стояли на пути альпинистов. Наконец, 29 мая 1953 года люди впервые ступили на ее гордую вершину: новозеландский альпинист Эдмунд Хиллари и непалец-шерп Норгей Тенсинг покорили Эверест.

В 1954 году в процессе комплексных геологических исследований Индии было осуществлено очередное тригонометрическое определение высоты Эвереста. Измерения выполнялись с восемью станций, расположенных на разных высотах, и привели к среднему значению ортометрической высоты вершины 8825 м. В 1957 году на географических картах вновь появилась отметка 8882 м. Последнее очень странно, так как

именно в 1955—1957 годах английская геодезическая служба выполнила многократные тригонометрические определения высоты Эвереста, в результате чего была получена высота 29 028 английских футов, что соответствует 8839,89 м.

Как видим, высота Эвереста на картах изменялась неоднократно. Это объясняется тем, что вершина имеет неправильную форму и с различных мест видна по-разному. Для того, чтобы точно определить высоту, на ее вершине следовало соорудить геодезический знак. В 1975 году металлическая пирамида красного цвета высотой 3,5 м была установлена на Эвересте китайскими геодезистами. В 1966—1975 годах они выполнили комплекс астрономо-геодезических работ для определения высоты Эвереста. С девяти пунктов триангуляции, расположенных на высотах 5600—6400 м и на расстоянии 8,5—21,2 км от Эвереста, измерялись горизонтальные и вертикальные углы на визирную цель красной пирамиды. Одновременно была определена толщина снежного покрова на вершине. Окончательная ортометрическая высота пика оказалась равной 8848,13±0,35 м.

Заметим, что горная система Гималаев относится к активным участкам Земли и «растет» вверх примерно на 7—12 мм в год. Говорят, что высота Эвереста за последнюю тысячу лет увеличилась почти на 9 м. Но тектонические колебания земной коры происходят неравномерно и могут прекращаться на годы и десятилетия.

На Эвересте побывало уже свыше 107 человек, в том числе четыре женщины. Экспедиции на эту вершину столь популярны, что на нее «все билеты проданы» до 1989 года включительно. Дело в том, что для восхождения на Эверест, как и на другие горные вершины королевства Непал, надо записаться в очередь, внести определенный денежный взнос и получить разрешение правительства этой страны. Советская федерация альпинизма имеет такое разрешение на весенний межмуссонный период 1982 года. Экспедиция в составе двенадцати сильнейших альпинистов начнет восхождение 15 марта 1982 года и пойдет на вершину мира пока еще никем не пройденным маршрутом.

## НОВЫЕ КНИГИ

### КОСМОНИМИКА

В последнее время в разделе языкознания, который занимается собственными именами (ономастика), оформился новый космический подраздел (космонимика), посвященный лингвистическому изучению космических названий.

В 1981 году издательство «Наука» выпустило книгу известного языковеда Ю. А. Карпенко «Названия звездного неба», собравшего и проанализировавшего обширный и интересный материал о собственных именах космических тел.

Рассматривая наименования отдельных объектов (созвездий, звезд,

планет, астероидов), автор охватил множество терминов (астронимов, или космоимов). Прежде всего рассказывается о многочисленных названиях Млечного Пути, в которых нашли яркое отражение исторический опыт и хозяйственная деятельность различных народов. Затем рассматриваются созвездия и их части (астеризмы), к числу последних относят и такие «достопримечательности» созвездий, как звездные скопления (Плеяды и Гиады).

Особые главы посвящены именам звезд, планет, спутников планет, астероидов и комет. Небесные тела, принадлежащие Солнечной системе и имеющие поперечники менее одного километра, условно выделены в класс метеороидов, к которым, в частности, относятся и метеориты. В главе о метеороидах говорится также о метеорах и метеорных потоках.

Заключительная глава книги знакомит читателя с названиями деталей на поверхности Луны, то есть

с одним из разделов астротопонимии (как известно, первые астротопонимы появились в связи с изучением естественного спутника Земли).

Книга снабжена полезным указателем (словарем) упоминаемых в ней собственных космических названий.

### ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ

Книга кандидата технических наук В. А. Гурикова «Возникновение и развитие оптико-электронного приборостроения» (М.: Наука, 1981) — «первая серьезная работа по истории оптико-электронного приборостроения как в нашей стране, так и за рубежом».

Первая глава книги посвящена

естественнонаучным предпосылкам оптико-электронного приборостроения. В доступной для широкого читателя форме в ней повествуется об открытии в 1800 году В. Гершелем теплового (инфракрасного) излучения, особенностях различных областей электромагнитного спектра и прохождении оптических излучений через атмосферу Земли.

Во второй главе автор знакомит читателя с искусственными источниками и приемниками излучений. Здесь же он приводит мало известные факты из истории радиометрического определения температуры звезд и планет по их тепловому излучению.

Третья глава книги посвящена первым оптико-электронным приборам — радиометрам, спектрометрам, оптическим системам связи, системам автоматического сопровождения движущихся источников излучения.

О приборах, способных «видеть» то, что человеческий глаз видеть не может, рассказано в четвертой главе. Читатель узнает и об оптико-электронных приборах, используемых в космической навигации.

В последней, пятой, главе книги изложена история создания лазеров и мазеров и объяснен принцип действия наиболее интересных лазерных оптико-электронных приборов — дальномеров, астролокаторов, систем для обнаружения космических кораблей в космосе и стыковки космических аппаратов. Сообщается о развитии голографического метода передачи и обработки информации в оптико-электронных приборах.

## НАБЛЮДАТЕЛЯМ КОМЕТ

В 1980 году издательство «Наука» выпустило в свет книгу известного исследователя комет К. И. Чурюмова «Кометы и их наблюдение». Это — очередная книга, входящая в серию «Библиотека любителя астрономии». В 1979 году вышла книга В. А. Бронштэна «Планеты и их наблюдение» (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 72—73. — *Ред.*).

Книга, адресованная любителям астрономии, членам астрономических кружков, учителям, лекторам, в основном посвящена природе и происхождению комет. Автор достаточно подробно знакомит читателей с особенностями движения комет, их строением и спектрами. Особое место уделяется в книге уникальным кометам, а также данным о нестационарных процессах в головах и ядрах комет.

Любители астрономии узнают о том, как ищут и открывают кометы, как выполняются физические наблюдения комет, позволяющие оценить различные параметры комет (видимую визуальную звездную величину, интегральную фотографическую и фотовизуальную звездные величины, звездную величину ядра, диаметр комы, тип головы и хвоста, наличие вспышек яркости и других особенностей).

Таблицы, входящие в приложение к книге, содержат данные о кометах семейств Юпитера, Урана и Нептуна, а также объекты каталога Мессье.

# 4 июля АВГУСТ 1981 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

### 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  
Член-корреспондент АН СССР  
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. ИЗOTOV  
Доктор физико-математических наук  
И. К. КОВАЛЬ  
Член-корреспондент АН СССР  
В. Г. КОРТ  
Доктор физико-математических наук  
Б. Ю. ЛЕВИН  
Кандидат физико-математических наук  
Г. А. ЛЕЙКИН  
Академик  
А. А. МИХАЙЛОВ  
Доктор физико-математических наук  
Г. С. НАРИМАНОВ  
Доктор физико-математических наук  
И. Д. НОВИКОВ  
Доктор физико-математических наук  
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ  
Доктор физико-математических наук  
Г. Н. ПЕТРОВА  
Доктор географических наук  
М. А. ПЕТРОСЯНЦ  
Доктор геолого-минералогических наук  
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ  
Доктор физико-математических наук  
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ  
Доктор физико-математических наук  
Ю. А. РЯБОВ  
Доктор физико-математических наук  
Г. М. ТОВМАСЯН  
Доктор технических наук  
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21, комн. 2

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

Корректоры: В. А. Ермолаева, Т. Н. Морозова

Номер оформили: А. Г. Калашникова, А. Н. Ковалев, Е. К. Тенчурина

Издательство «Наука»: 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

Сдано в набор 27.III.81. Подписано к печати 10.VI.81. Т-09032.

Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4. Усл. кр.-отт. 532,7 тыс.

Уч.-изд. л. 11,2. Бум. л. 2,5. Тираж 50 000 экз. Заказ 304.

Цена 50 коп.

2-я типография издательства «Наука»: 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

(Продолжение. Начало на 2-й странице)

14 мая 1981 года в 21 час 17 минут московского времени в Советском Союзе осуществлен запуск космического корабля «Союз-40». Корабль пилотировал международный экипаж: командир корабля Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Леонид Иванович Попов** и космонавт-исследователь гражданин Социалистической Республики Румынии **Думитру Прунариу**.

Л. И. Попов родился 31 августа 1945 года в городе Александрия Кировоградской области. После окончания в 1968 году Черниговского высшего авиационного училища служил летчиком-истребителем в Военно-Воздушных Силах. В 1970 году он был зачислен в отряд космонавтов. Л. И. Попов — член Коммунистической партии Советского Союза с 1971 года. В 1976 году без отрыва от работы в Центре подготовки космонавтов окончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина. Свой первый космический полет продолжительностью 185 суток Л. И. Попов совершил в 1980 году в качестве командира четвертой основной экспедиции на станции «Салют-6».

Д. Прунариу родился 27 сентября 1952 года в городе Брашов. В 1976 году окончил Бухарестский политехнический институт, работал на авиационном заводе. Затем окончил военно-авиационную офицерскую школу и служил в авиационном полку румынской Народной армии. Д. Прунариу — член Румынской коммунистической партии с 1973 года. В марте 1978 года он начал готовиться к космическому полету по программе «Интеркосмос» в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

Прошел полный курс обучения по программе пилотируемого корабля «Союз» и орбитальной станции «Салют».

15 мая 1981 года в 22 часа 50 минут московского времени была произведена стыковка космического корабля «Союз-40» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз Т-4».

16 мая Л. И. Попов и Д. Прунариу проводили медицинские эксперименты, а В. В. Коваленок и В. П. Савиных помогли своим товарищам.

17 мая в экспериментах «**Баллисто**» и «**Нептун**» космонавты экспедиции посещения исследовали свойства сердечной мышцы, остроту и глубину зрения. В эксперименте «**Нановесы**» определяли влияние космической среды на конструкционные материалы, а в эксперименте «**Астро-2**» регистрировали тяжелые заряженные частицы. В. В. Коваленок и В. П. Савиных смонтировали установку «**Пион**».

18 мая Л. И. Попов и Д. Прунариу проводили эксперимент «**Минидоза**» для оценки составляющей, вносимой радиационными поясами Земли в суммарную дозу космического излучения в околоземном пространстве, и медицинские эксперименты «**Работоспособность**» и «**Оператор**». В. В. Коваленок и В. П. Савиных помогали им и контролировали работу бортовых систем и научной аппаратуры станции.

19 мая экипаж комплекса на установке «**Кристалл**» выполнил эксперимент «**Капилляр**». Цель его — исследование возможности получения в условиях микрогравитации монокристаллов заданного профиля. В. В. Коваленок и В. П. Савиных выполняли технические эксперименты.

21 мая Л. И. Попов и Д. Прунариу начали готовиться к возвращению на Землю.

22 мая 1981 года в 17 часов 58 минут московского времени советско-румынский экипаж возвратился на Землю. Спускаемый аппарат корабля «Союз-40» совершил посадку в 225 км юго-восточнее города Джезказгана.

За успешное осуществление космического полета и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил Л. И. Попова орденом **Ленина** и второй медалью «**Золотая Звезда**», а Д. Прунариу присвоил звание **Героя Советского Союза** с вручением ордена **Ленина** и медали «**Золотая Звезда**».

23 мая В. В. Коваленок и В. П. Савиных на установке «**Пион**» провели эксперимент «**Структура**». Цель его — исследование процессов теплообмена и массопереноса при выращивании кристаллов из водных растворов.

25 мая космонавты начали подготовку корабля «Союз Т-4» к спуску с орбиты.

26 мая 1981 года в 16 часов 38 минут московского времени В. В. Коваленок и В. П. Савиных возвратились на Землю. Спускаемый аппарат корабля «Союз Т-4» совершил посадку в 125 км восточнее города Джезказгана.

За успешное осуществление космического полета и проявленные при этом мужество и героизм Президиум Верховного Совета СССР наградил В. В. Коваленка орденом **Ленина** и второй медалью «**Золотая Звезда**», а В. П. Савиных присвоил звание **Героя Советского Союза** с вручением ордена **Ленина** и медали «**Золотая Звезда**» и звание «**Летчик-космонавт СССР**».

По материалам сообщений ТАСС



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ИНДЕКС 70336

ЦЕНА 50 КОП

