



ISSN 0044-3948

**5**<sup>1979</sup> **ЗЕМЛЯ  
И  
ВСЕЛЕННАЯ**

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА  
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

---

Венская встреча знаменует важный шаг вперед по пути оздоровления советско-американских отношений и всего международного политического климата. Полное претворение в жизнь подписанных в Вене документов открывает новые возможности для того, чтобы прекратить наращивание арсеналов ракетно-ядерного оружия, обеспечить их действительное количественное и качественное ограничение. Решение этой задачи явилось бы новым этапом сдерживания гонки ядерных вооружений и открывало бы дорогу к существенному сокращению вооружений и к реализации высшей цели: полному прекращению производства и ликвидации запасов ядерного оружия.

«Об итогах встречи Генерального секретаря ЦК КПСС,  
Председателя Президиума Верховного Совета СССР  
Л. И. Брежнева с Президентом США Дж. Картером»

«Правда», 22 июня 1979 года

---

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

5 СЕНТЯБРЬ  
ОКТАБРЬ  
1979

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

Н. П. Дубинин — Космическая генетика . . . . .	4
В. Н. Брюханов — Геология и космос . . . . .	7
Ам. Александров — Беседа в Центре управления полетом . . . . .	12
Д. Ю. Гольдовский — Новая встреча с Юпитером . . . . .	15
М. С. Бобров — Кольца вокруг планет . . . . .	19
Г. С. Голицын, А. Ф. Стеклов — Атмосферы спутников больших планет . . . . .	26
Н. П. Грушинский — Форма Земли . . . . .	30
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>	
В. В. Шевченко — Юрий Наумович Липский . . . . .	35
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>	
В. А. Бронштэн — Пленум Центрального совета ВАГО . . . . .	38
<b>ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ</b>	
В. Д. Большаков — Старейший технический вуз страны . . . . .	42
С. О. Кузьмин — Пуццино — радиоастрономический центр . . . . .	47
<b>ЭКСПЕДИЦИИ</b>	
Е. П. Гуров, А. А. Вальтер, Е. П. Гурова, А. И. Серебренников — Метеоритный кратер на Чукотке . . . . .	54
В. И. Цветков — Небесное железо старого прииска . . . . .	57
<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>	
А. А. Михайлов — Apex Солнца . . . . .	61
<b>НАУЧНЫЕ ОБЩЕСТВА</b>	
Б. А. Петрушевский — Московское общество испытателей природы и его журнал . . . . .	64
<b>ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ</b>	
С. А. Саляев — «Советская геодезия и картография за 60 лет» . . . . .	70
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
В. И. Павленков, Г. С. Яхно — Гидирующее устройство для астрографа . . . . .	72
<b>КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ</b>	
С. Б. Абрамов — Корабли науки . . . . .	75
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Л. С. Хренов — Юбилейный альбом . . . . .	76
<b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
На орбите «Салют-6» [2]; Федерация космонавтики СССР [14]; Вулканы на Ио [18]; Еще раз о спутниках звезды Барнарда [25]; Загадка кратера Рис [37]; Конкурс юных любителей астрономии [40]; Новая международная программа [41]; Гравитационная постоянная [41]; Радиоизлучение ближнего космоса [41]; «Космос — Земля» [46]; След урагана в океане [69]; Статьи и заметки об искусственных спутниках Земли, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965—1978 годах [79]; Новые книги [80].	

---

## На орбите «Салют-6»

1—2 мая космонавты отдыхали. В телевизионных сеансах связи В. А. Ляхов и В. В. Рюмин встречались с семьями и друзьями, приехавшими в Центр управления полетом, смотрели репортаж о первоймайской демонстрации с Красной площади.

3 мая проводились медицинские обследования и очередной эксперимент на установке «Кристалл», цель которого — получение монокристалла арсенида индия. Космонавты продолжали изучать развитие различных растений в невесомости.

4 мая экипаж перевел комплекс в режим орбитальной ориентации и приступил к работе с субмиллиметровым телескопом БСТ-1М. Космонавты провели калибровку телескопа по тепловому излучению Луны и Юпитера, а затем измерили излучение земной атмосферы в субмиллиметровом диапазоне длин волн. При измерениях использовались приемники, охлажденные до  $-269^{\circ}\text{C}$ . Эксперименты на субмиллиметровом телескопе дают информацию для прогнозирования циклонической деятельности в тропической зоне Земли.

6 мая В. А. Ляхов и В. В. Рюмин выполняли визуальные наблюдения и фотографировали земную поверхность и акваторию Мирового океана. Съемка велась фотоаппаратурой МКФ-6М и КАТЭ-140. С помощью малогабаритного гамма-телескопа «Елена» измеряли потоки гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве.

7 мая космонавты измеряли массу тела и дали оценку состояния отдельных групп мышц, нагрузка на которые в невесомости незначительна. На установке «Кристалл» экипаж выполнил очередной технологический эксперимент.

8 мая В. А. Ляхов и В. В. Рюмин заменили телевизионный передатчик. Новый передатчик был доставлен на станцию грузовым кораблем «Прогресс-5». Космонавты поддерживали необходимые условия в контейнерах с биологическими объектами, наблюдали развитие растений.

9—12 мая экипаж вел визуальные наблюдения и фотографировал поверхность Земли и акваторию Мирового океана. Так, по рекомендации специалистов сель-

ского хозяйства исследовались восточные районы Казахстана для оценки состояния пастбищ.

В соответствии с программой обеспечения длительного функционирования орбитального научного комплекса «Салют-6» — «Союз» 13 мая 1979 года в 7 часов 17 минут московского времени в Советском Союзе был произведен запуск автоматического грузового транспортного корабля «Прогресс-6».

14 мая В. А. Ляхов и В. В. Рюмин заменили химические источники тока в переносных приборах с автономным питанием, занимались медицинскими исследованиями и ремонтно-профилактическими работами.

15 мая 1979 года в 9 часов 19 минут была осуществлена стыковка грузового корабля «Прогресс-6» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-6» — «Союз-32». Грузовой корабль доставил на орбиту топливо для объединенной двигательной установки станции «Салют-6», оборудование, аппаратуру, материалы для обеспечения жизнедеятельности экипажа и проведения научных исследований и экспериментов, почту. В тот же день экипаж выполнил технический эксперимент по измерению уровня шума в отсеках станции.

16 мая космонавты контролировали бортовые системы корабля «Союз-32». После проверки герметичности стыка во второй половине дня были открыты внутренние люки и космонавты приступили к демонтажу и переносу грузов и оборудования из корабля «Прогресс-6» в помещение станции. Проводили очередной эксперимент на установке «Сплав».

17 мая В. А. Ляхов и В. В. Рюмин продолжали разгрузку корабля «Прогресс-6». Они перенесли в станцию контейнеры с продуктами питания, медицинское оборудование, кинофотоматериалы, почту, посылки.

18 мая большая часть дня была отведена медицинским обследованиям. Командир экипажа исследовал динамику кровообращения в условиях полного покоя, а бортинженер — тонус сосудов. Затем вместе они исследовали реакцию сердечно-сосудистой системы на имитацию действия гидростатического давления.

20 мая у В. А. Ляхова и В. В. Рюмина был день отдыха.

21 мая космонавты продолжали разгрузку корабля «Прогресс-6», поддерживали необходимые условия в термостатах с биологическими объектами, наблюдали за развитием растений.

---

Продолжение. Начало в № 1, 2, 3, 5, 6, 1978 и № 1, 3, 4, 1979.

22 мая с помощью малогабаритного гамма-телескопа «Елена» экипаж измерял потоки гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве. С использованием двигательной установки грузового корабля была проведена коррекция траектории движения орбитального комплекса.

23—25 мая В. А. Ляхов и В. В. Рюмин продолжали разгрузку корабля «Прогресс-6», дозаправили горючим баки объединенной двигательной установки станции и приступили к изучению оптических явлений в верхних слоях атмосферы Земли с помощью аппаратуры «Дуга», разработанной болгарскими специалистами.

26 мая провели дополнительный наддув отсеков орбитального комплекса воздухом из баллонов грузового корабля «Прогресс-6».

27 мая у космонавтов был день отдыха.

28 мая экипаж комплекса оценивал состояние мышц, нагрузка на которые в условиях орбитального полета незначительна. Продолжалось измерение потоков гамма-излучения и заряженных частиц в околоземном космическом пространстве.

29 мая космонавты исследовали биоэлектрическую активность сердца и тонус сосудов, изучали кислородный режим в тканях.

30 мая В. А. Ляхов и В. В. Рюмин заменили пульт управления системы автономной навигации «Дельта», изучали развитие растений в условиях искусственной гравитации.

31 мая экипаж комплекса на установке «Сплав» выполнил совместный советско-болгарский эксперимент «Пирин». Цель эксперимента — получение в условиях невесомости пенометаллов с малым удельным весом и сравнительно высокими механическими характеристиками. Космонавты измеряли гамма-излучение и потоки заряженных частиц в околоземном космическом пространстве, определяли влияние углового положения Солнца на фотографирование через иллюминатор.

1 июня у В. А. Ляхова и В. В. Рюмина были водные процедуры. Они подготовили душевую установку и приняли душ.

2 июня космонавты выполнили советско-болгарский эксперимент «Пирин» по космическому материаловедению. Цель его — исследование диффузии в жидких металлах в условиях невесомости. В тот же день экипаж проводил визуальные наблюдения и фотографировал отдельные районы суши и моря. В сеансах связи космонавты вели переговоры со специалистами лесного хозяйства, учеными-океанографами.

3 июня В. А. Ляхов и В. В. Рюмин контролировали работу аппаратуры и агрегатов орбитального комплекса.

4—5 июня с использованием двигательной установки корабля «Прогресс-6» осуществлялась коррекция траектории движения орбитального комплекса.

6 июня 1979 года в 21 час 13 минут московского времени был произведен запуск беспилотного космического корабля «Союз-34». В тот же день у бортинженера исследовалась динамика кровообращения в условиях полного покоя, а у командира экипажа — тонус сосу-

дов. Во второй половине дня определялась реакция сердечно-сосудистой системы на имитацию действия гидростатического давления.

8 июня после завершения программы совместного полета было произведено отделение автоматического транспортного корабля «Прогресс-6» от орбитального пилотируемого комплекса «Салют-6» — «Союз-32». В. А. Ляхов и В. В. Рюмин контролировали расстыковку и отход грузового корабля. В тот же день космонавты измеряли потоки гамма-излучений и заряженных частиц в околоземном космосе с помощью гамма-телескопа «Елена», наблюдали и фотографировали Землю для изучения окружающей среды.

В тот же день в 23 часа 02 минуты московского времени была осуществлена стыковка корабля «Союз-34» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-6» — «Союз-32». Космический корабль доставил на станцию материалы для дальнейших научных исследований, дополнительное оборудование, почту и продукты питания.

9 июня «Прогресс-6» перешел на траекторию снижения, вошел в плотные слои атмосферы над заданным районом Тихого океана и прекратил существование.

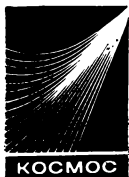
В. А. Ляхов и В. В. Рюмин начали эксперименты с биологическими объектами, доставленными на станцию беспилотным кораблем «Союз-34», одновременно по программе комплексного эксперимента измеряли гамма-излучение и потоки заряженных частиц на околоземной орбите и в верхней атмосфере. Измерения выполнялись с помощью малогабаритных гамма-телескопов «Елена», один из которых был установлен на высотном аэростате, а другой находился на борту станции.

10 июня — день отдыха.

11 июня В. А. Ляхов и В. В. Рюмин измерили массу тела и оценили состояние мышц, нагрузка на которые в невесомости незначительна, контролировали работу аппаратуры с биологическими объектами, наблюдали развитие растений, вели визуальные наблюдения земной поверхности и акватории Мирового океана. Во второй половине дня космонавты выполнили еще один советско-болгарский эксперимент по космическому материаловедению. Цель эксперимента — исследование диффузии металлических материалов в условиях невесомости.

13 июня в 12 часов 51 минуту московского времени корабль «Союз-32» был отстыкован от станции «Салют-6». После проверки работоспособности его бортовых систем в автономном полете была включена тормозная двигательная установка, затем отсеки корабля отделились и спускаемый аппарат перешел на траекторию снижения. В 19 часов 18 минут московского времени спускаемый аппарат корабля «Союз-32» совершил мягкую посадку в заданном районе территории Советского Союза — в 295 км северо-западнее города Джезказгана. На Землю были доставлены кассеты с кинофотопленкой, капсулы с веществами, полученными при выполнении экспериментов по космическому материалу-

(Продолжение на 3-й странице обложки.)



Академик  
Н. П. ДУБИНИН

## Космическая генетика

### ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ

Человек в космическом полете сталкивается с факторами, не типичными для земных условий,—такими, как перегрузки, вибрации, космическая радиация, электростатические и электромагнитные поля. Кроме того, на космическом корабле ему приходится жить и работать в условиях динамической невесомости. На других планетах его ждет иная, чем на Земле, гравитация. Поэтому необходимо выяснить, как влияют факторы космического полета на организм, на все его системы, а также на структуру и функционирование клетки. Клетки человека содержат генетическую информацию в виде молекул ДНК, локализованных в хромосомах. От полноценности функционирования генетической информации в клетках зависит здоровье человека. При поражении ДНК в зародышевых клетках будет рождаться уродливое потомство. Поэтому становится ясным значение космической генетики, так как именно она призвана изучать влияние факторов космического полета на наследственный аппарат в клетках.

Первая попытка испытать живые организмы в стратосфере принадлежит Г. Г. Фризену. В 1935 году на стратостате «СССР-1-бис» он послал в стратосферу самцов дрозофилы и был очень огорчен, убедившись, что полет на стратостате не привел к появлению генетических эффектов у дрозофил. Несколько позже исследователи США тоже отправили в стратосферу дрозофил и споры грибов на аэростате «Эксплорер-2»,

**Биологические и генетические исследования в космосе имеют очень большое значение. Не преувеличивая, можно сказать, что от решения вопросов биологии и генетики зависит проникновение человека во Вселенную.**

Кратковременное пребывание в стратосфере посланных ими организмов также не вызвало генетических изменений. Эти опыты были началом биологических исследований в космосе, которые продолжались вплоть до 1960 года.

В США, наряду с воздушными шарами, были использованы ракеты У-2 и «Аэробы», достигшие высоты 85—155 км, с пребыванием в стратосфере около 30 минут. Посылались мыши, обезьяны, дрозофилы, мучнистые хрущи, клетки дрожжей, семена кукурузы, горчицы, ячменя, луковицы, яйца карликовой креветки. Все эти опыты дали отрицательный результат (генетических изменений не произошло). Исключением были депигментация черных волос на коже мышей и гибель яиц карликовой креветки. Гибель яиц была следствием прямого воздействия тяжелых частиц космического излучения.

### ГЕНЕТИКА ДАЕТ «ДОБРО»

С тех пор прошло около 20 лет. За это время оформились новые научные дисциплины — космическая биология и космическая генетика («Земля и Вселенная», № 6, 1977, с.

30—35.—Ред.). Историю их можно разделить на два этапа. Первый этап проходил примерно с 1957 по 1971 год. Он начался с полета второго искусственного спутника Земли. Советские исследователи поместили на нем дрозофилу и другие объекты, генетический анализ которых вели сотрудники лаборатории радиационной генетики Института биофизики АН СССР и впоследствии сотрудники лаборатории космической генетики Института общей генетики АН СССР. В этот период осуществлялся поиск биологических объектов и методов исследования, пригодных для проведения опытов в специфических условиях космоса. Важнейшей научно-практической задачей стала биологическая индикация околоземных трасс космических полетов. Нужно было оценить возможную опасность воздействия космических факторов на космонавтов. Генетические методы должны были дать ответ на вопрос, достаточно ли безопасно (на клеточном уровне и на уровне молекул ДНК) пребывание людей в космосе. После проведенных экспериментов специалисты по космической генетике с полной ответственностью заявили, что в полетах сравнительно небольшой продолжительности по околоземным орбитам генетический код человека и биосинтез на клеточном уровне не испытывают поражений («Земля и Вселенная», № 1, 1979, с. 17—21.—Ред.).

Исследования по космической генетике проводились на пилотируемых и автоматических космических аппаратах, летающих на разных орбитах (орбитальные полеты, полеты

по трассе Земля — Луна — Земля) от нескольких часов до нескольких месяцев. Большое значение имело то, что в Советском Союзе начиная с 1957 года появились специализированные биологические спутники — второй и четвертый искусственные спутники Земли и «Космос-110, -605, -690, -782, -936». В США удачные эксперименты были проведены на спутнике «Биос-2». Основными объектами генетических исследований были бактерии, низшие растения (хлорелла, хламидомонада), высшие растения (крепис, арабидопсис, ячмень, салат, горох), насекомые (дрозофила, хабробракон, триболиум), амфибии (ксенопус), рыбы (гуппи, даннио рерио), мыши и крысы. Коренным образом изменилось техническое оснащение экспериментов. Было налажено термостатирование биологических объектов — созданы приборы типа «Биотерм», «Биокат», «Термоконт», приборы для культивирования микроорганизмов; разработаны приборы, позволяющие фиксировать развитие икринок рыб, прорастание семян в условиях невесомости; построена бортовая оранжерея «Оазис». В опытах на борту космических кораблей использовались искусственные облучатели и центрифуги для изучения влияния невесомости и ее взаимодействия с ионизирующей радиацией.

Эксперименты показали, что и отдельные факторы космического полета и их комплекс способны вызывать различные изменения в строении и функционировании наследственного аппарата организмов различного уровня организации.

Обнаружены следующие изменения: уменьшение активности клеток; появление генных и хромосомных мутаций; возникновение потенциальных повреждений в участках хромосом, которые лишь спустя некоторое время проявляются в мутации; нарушение непрямого деления клеток. Это показывает, что факторы космического полета способны вызывать все типы генетических изменений в хромосомах.

Интересная особенность генетических поражений, возникающих в космических условиях, — их прост-

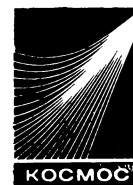
ранственная неодинаковость. На фоне общего сохранения нормального состояния живых объектов некоторые группы клеток или отдельные клетки были довольно сильно поражены. Вероятно, они подверглись воздействию высокоэнергичных частиц космической радиации. По той же причине произошло и повреждение хромосомного аппарата отдельных клеток. Обнаружилось, что невесомость может нарушать клеточное деление, вызывая в одних условиях усиление, в других — ослабление мутагенных эффектов.

Анализ полученных материалов показал, что влияние факторов космического полета на наследственные структуры может быть **прямым и косвенным**, то есть через нарушения клеточного обмена веществ. Прямым действием обладают тяжелые ионы космической радиации. То же можно сказать о действии невесомости на процессы клеточного деления. Косвенное действие оказывают динамические факторы (вибрация, перегрузки...).

Генетические нарушения клеток и организмов, происшедшие в результате их полетов в космос, были крайне редки. Генетические эффекты не имели прямой связи ни с длительностью пребывания организмов в условиях невесомости, ни с дозой ионизирующей радиации. Было установлено, что космические факторы при полетах длительностью до трех месяцев по околоземной орбите, ниже поясов радиации и в отсутствии вспышек на Солнце не вызывают ощутимых изменений в генетическом аппарате клеток. На основании этих данных сделали заключение, что пребывание космонавтов на кораблях (в течение совершавшихся в то время полетов) не представляет опасности на клеточном уровне для жизнедеятельности их организмов.

#### ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ОРБИТАЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

Второй этап генетических исследований в космосе начался в 1971 году и продолжается сейчас. Его начало ознаменовалось созданием долговременных орбитальных станций.



Этот этап характеризуется увеличением длительности экспериментов, габаритно-весовых возможностей, доли участия космонавтов в проведении экспериментов. Активное участие космонавтов позволяет по-новому осуществлять эксперименты в космосе.

Пример успешной работы — исследования космонавтов Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко на орбитальных комплексах «Салют-6» — «Союз-26» — «Союз-27» и «Салют-6» — «Союз-27» — «Прогресс-1». Биологические исследования в этом полете проводились по программе ряда советских институтов, а также по двум международным программам. Институт общей генетики АН СССР посылал в космос дрозофил, семена растений и икринки рыб. Полученный материал исследуется в лаборатории космической генетики этого института.

С участием космонавтов В. Ремека и А. А. Губарева был осуществлен совместный советско-чехословацкий эксперимент **«Хлорелла-1»**, в котором использовался новый вид хлореллы, созданный в Институте общей генетики АН СССР («Земля и Вселенная», № 5, 1978, с. 17—23. — Ред.). Изучалось размножение этих одноклеточных водорослей в условиях космического полета. Результаты сравнивались с параллельным модельным опытом по размножению хлореллы в контрольном наземном эксперименте. Почему взяли именно хлореллу? Дело в том, что хлорелла представляет большую ценность для системы жизнеобеспечения, так как ее клетки обладают большой фотосинтетической активностью и, следовательно, могут по-

полнять воздух кислородом. Кроме того, они содержат большое количество белка и их можно употреблять в пищу. Было установлено, что невесомость и другие условия, действовавшие на хлореллу в космосе, не изменили темпа размножения клеток водорослей. Это, видимо, позволит использовать ее в качестве компонента системы жизнеобеспечения космических кораблей.

Эксперимент «Хлорелла-1» разработали ученые Института молекулярной биологии и генетики АН УССР, Института микробиологии АН ЧССР и Института медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР.

Вторым международным экспериментом на станции «Салют-6» был советско-французский эксперимент «Цитос». Цель его — изучение влияния факторов космического полета на кинетику клеточного деления у простейших организмов и бактерий. Представителем простейших была инфузория туфелька — парамеция, детально изученная и цитологами, и генетиками. Это гарантировало возможность уловить изменения в размножении парамеций в космических условиях. Проходил испытания в космосе и протей — палочковидная бактерия (в древнегреческой мифологии Протей — это морское божество, произвольно меняющее свой облик). Клетки протей очень многообразны. Они быстро реагируют на изменения условий.

Парамеции и протей отдельно помещались в герметичные пакетики из двухслойного полиэтилена емкостью 1,5 мл. В 128 таких пакетиках были клетки парамеций (французский материал), в 32 — клетки протей (советский материал).

Для доставки биологических материалов из Москвы на космодром использовался прибор «Термоконт-2», сохраняющий температуру  $8 \pm 1^\circ\text{C}$ . На корабле «Союз» материал находился в приборе «Биотерм-8», который поддерживал такую же температуру (оба прибора разработаны ленинградскими учеными).

На станции «Салют-6» биоматериал перенесли в прибор «Цитос» (разработан фирмой ТЭЕ в Тулузе). Прибор

сохранял температуру  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , что обеспечивало нормальные условия для размножения парамеций и протей. Во время полета космонавты через каждые 12 часов фиксировали состояние биоматериала на протяжении всего опыта, длившегося четверо суток.

Предварительные данные, полученные при сравнении темпа деления клеток живых культур во время полета на корабле «Салют-6» с темпом деления их клеток на Земле, свидетельствуют о том, что клеточное деление и у парамеций, и у протей в условиях космического полета происходит быстрее.

Этот факт имеет принципиальное значение, ибо указывает на то, что процессы синтеза белков в клетках парамеций и протей в условиях невесомости идут с большой интенсивностью.

Эксперимент «Цитос» был подготовлен учеными Института медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР, Института молекулярной биологии и генетики АН УССР, Национального центра космических исследований Франции и Тулузского университета имени П. Сабатье.

#### ГЕНЕТИКА — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Генетические исследования, вначале проводившиеся только для целей космоплавания, находят практическое применение в народном хозяйстве. Пример — селекция продуктивных форм водорослей с повышенной способностью к фотосинтезу, необходимых для систем жизнеобеспечения космических кораблей. Полученные в Институте общей генетики АН СССР высокопродуктивный штамм хлореллы ЛАРГ-3 и его модификация ЛАРГ-3М используются в производстве кормовых добавок для сельскохозяйственных животных.

Для изучения влияния космических факторов на живые организмы были разработаны специальные тест-объекты. Эти объекты достаточно чувствительны, чтобы уловить изменения в живом организме, возникающие в космических условиях. Один из таких

объектов — хлорелла, которая нашла применение и на Земле. Она введена в набор тест-систем, используемых при анализе мутагенных факторов окружающей среды. Предусматривается использование некоторых организмов для создания биологических методов очистки от загрязнителей, попадающих в среду, окружающую человека.

#### ТРИ ГЛАВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Прежде всего необходимы дополнительные эксперименты, которые позволили бы понять генетические последствия сверхдлительных полетов для космонавтов и организмов — компонентов системы жизнеобеспечения. Решение этой проблемы потребует фундаментальных исследований генетических и биологических механизмов действия космических излучений и невесомости.

В условиях длительных полетов необходима устойчивая система жизнеобеспечения. Для решения этой задачи нужна генетико-селекционная работа с организмами — будущими компонентами этой системы. Очень важно изучить влияние космических условий не только на отдельные клетки и их группы, как это делалось до сих пор. Возникают проблемы генетики популяций организмов и анализ взаимосвязей особей разных видов в сообществах, на которые будут длительно влиять космические условия. Это — качественно новая задача.

Длительные полеты могут быть связаны с накоплением поражений в генетическом аппарате космонавтов и организмов, входящих в систему жизнеобеспечения корабля. Поэтому требуется разработка методов защиты, охраны существующих генетических программ на уровне клеток и организмов.





Кандидат  
геолого-минералогических наук  
В. Н. БРЮХАНОВ

## Геология и космос

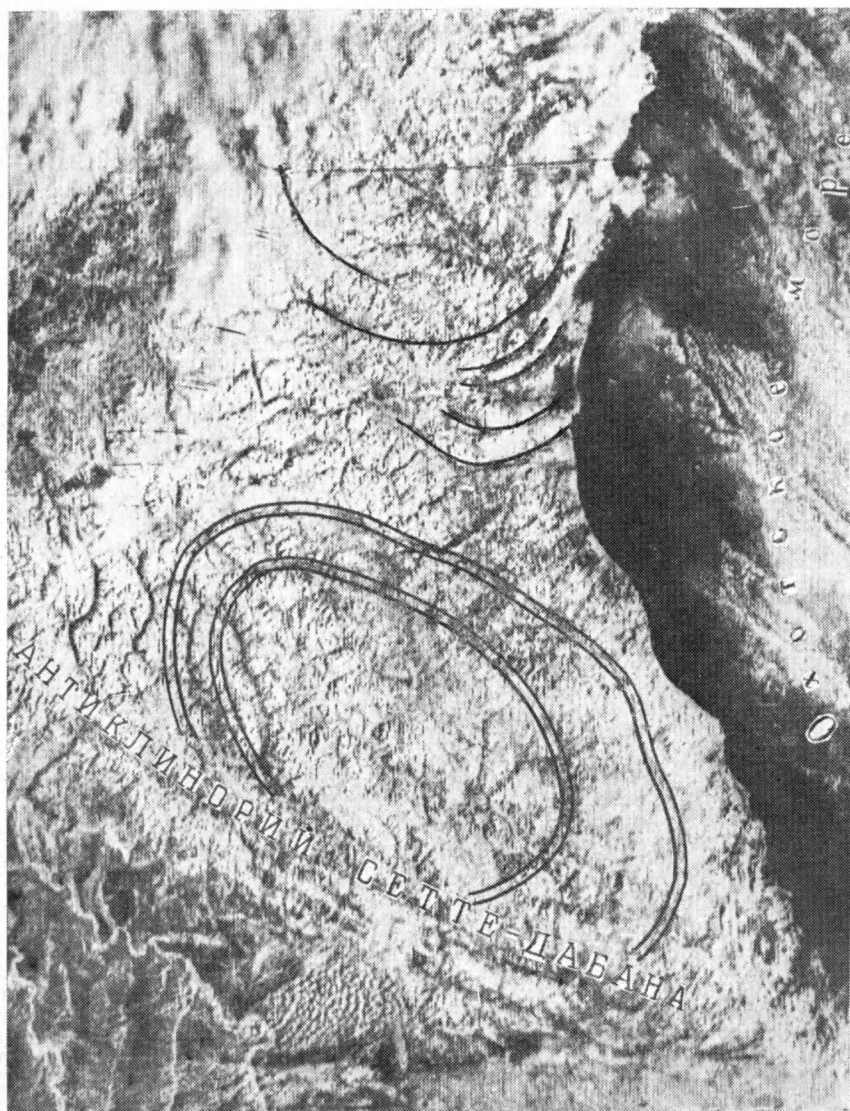
**Наблюдения из космоса позволяют выделить участки, где наиболее вероятны месторождения полезных ископаемых.**

Около 40 лет назад геологи поднялись в воздух на самолете, чтобы увидеть землю с высоты. Их взору представились геологические пласты, смятые в складки, картина залегания горных пород, результаты процессов разрушения и формирования геологических отложений. То, что при наземных исследованиях изучалось на отдельных небольших участках, объединилось в цельную картину, отражающую особенности геологического строения данной территории. Визуальные наблюдения с воздуха и дешифрирование материалов аэрофотосъемки существенно дополнили информацию, полученную наземными способами. В конце 40-х годов возникли новые методы геологических исследований — аэрометоды, позволившие повысить надежность, точность и детальность геологических карт, более обоснованно осуществлять поиск новых месторождений полезных ископаемых.

С появлением космических снимков, различных по масштабу, обзорности и разрешающей способности,

Снимок Центральной Европы, полученный с искусственного спутника Земли «Метеор-25»: 1 — Альпийская складчатая система, 2 — Карпатская складчатая система, 3 — Пражский массив, 4 — глубинные разломы





открылся новый этап дистанционных методов изучения Земли. По космическим снимкам можно изучать геологическую природу объектов и явлений различных масштабов — от локальных до глобальных, охватывающих крупные регионы и целые континенты. Именно глобальный струк-

■ *Крупные кольцевые структуры в пределах Охотско-Чукотского складчатого пояса. Снимок сделан спутником «Метеор-18»*

турный план — это тот объект исследований, единственным средством познания которого служит съемка с космических кораблей и орбитальных станций.

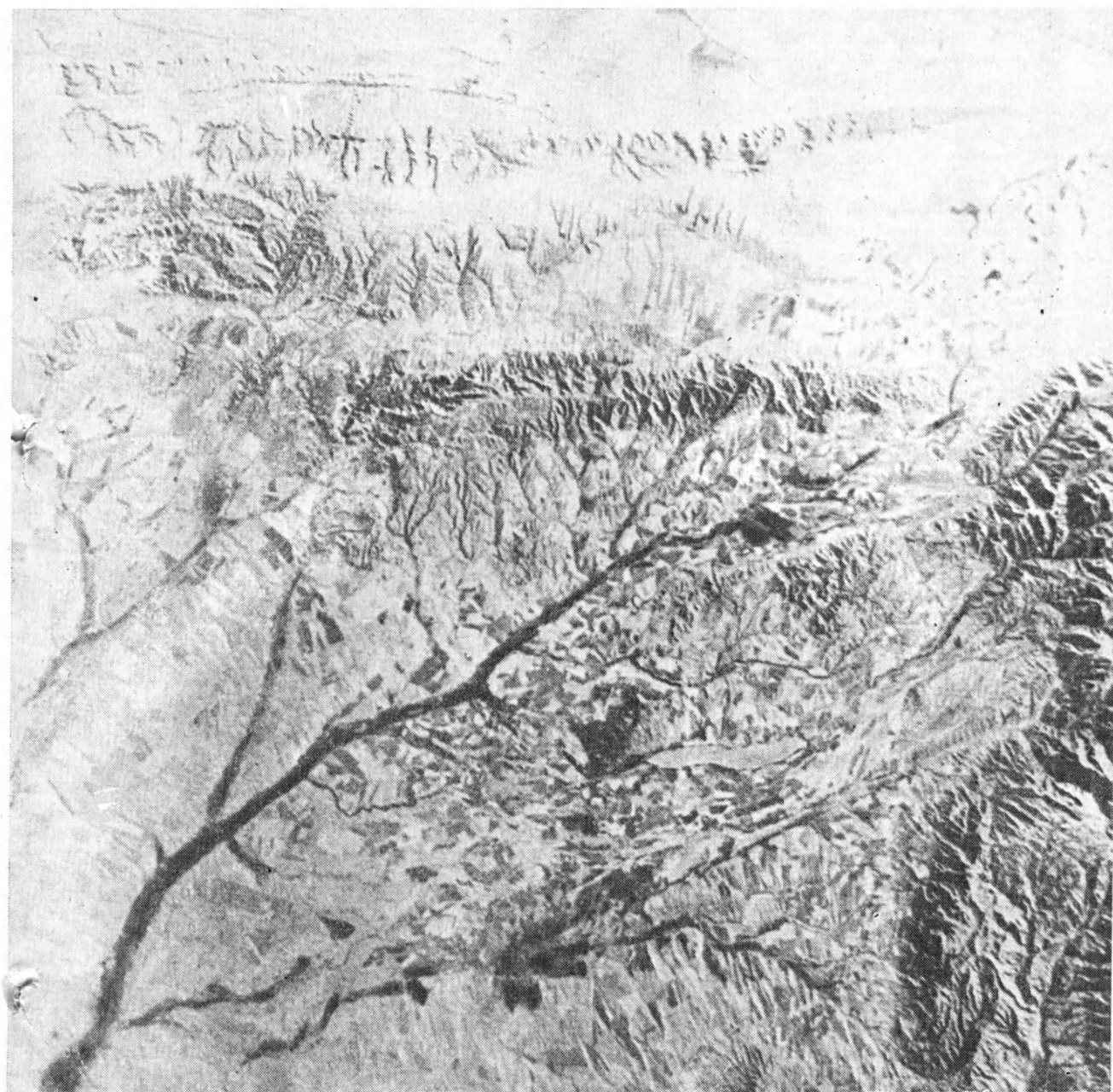
Космическая съемка положила начало новому направлению региональных геологических исследований — **космогеологическому**. Специфика этого направления заключается в том, что при космогеологических исследованиях удается находить и изучать такие элементы глубинной структуры, которые далеко не всегда можно выявить другими методами.

Но они очень важны для формирования правильных представлений об истории развития Земли и закономерностях размещения полезных ископаемых.

Так, по данным космической съемки, на земном шаре (да и на других планетах Солнечной системы) распространены очень крупные линейные зоны тектонических нарушений [**линеаментов**] и кольцевые структуры разного масштаба. Первые можно считать разрывными нарушениями. Многие из них имеют протяженность в сотни и тысячи километров и уходят своими корнями в мантийную оболочку Земли. Кольцевые структуры, как удалось установить, имеют различное происхождение и могут быть отображением блоковых сдвигов фундамента, крупных складчатых дислокаций, внедрения магматических расплавов и даже процессов формирования земной коры, которые происходили около 4,5 млрд. лет назад. Таким образом, информация, получаемая с космических аппаратов, часто не укладывается в привычные представления о геологическом строении того или иного региона и в ряде случаев заставляет пересматривать установившиеся взгляды на его развитие, закономерности распределения месторождений или перспективы нефтегазоносности.

Если посмотреть с высоты спутника «Метеор» глазами геолога на Европу, когда она не закрыта облачностью, можно отчетливо увидеть складчатые сооружения Альп, дуги Карпат, крупный выступ древних пород в районе Праги, который как бы обтекается линейно вытянутыми структурами более молодого возраста. Можно увидеть и гигантские глубинные разломы, пересекающие континент в различных направлениях. Специалист-геолог, изучая даже этот мелкомасштабный снимок, сумеет извлечь столько полезной информации, что она позволяет внести существенные коррективы в представления о тектоническом строении огромной части Евразийского континента.

На фотографиях побережья Охотского моря, например, обнаружива-



ются крупнейшие концентрические образования, просвечивающие через многокилометровую толщу пород и не находящие отображения в современном геологическом строении этой территории. Удалось установить, что именно подобные кольцевые структуры играют заметную роль в распределении месторождений ряда рудных полезных ископаемых. Эти

Снимок предгорий Тянь-Шаня, полученный с борта орбитальной пилотируемой станции «Салют-5» в 1976 году. В верхней части снимка видны смятые в пологие складки горные породы. (С такими складками могут быть связаны месторождения нефти и газа.)

структуры, сходные с часто встречающимися на поверхности Луны, Марса и других планет Солнечной системы, сформировались, по всей видимости, на ранних стадиях образования земной коры. Концентрические разломы определили закономерность размещения кристаллических пород фундамента и послужили каналами связи глубинных расплавов с поверх-

ностью Земли на более поздних стадиях ее развития. Подобные кольцевые структуры распространены достаточно широко. По материалам космических съемок они обнаружены в Забайкалье, на северо-востоке СССР, в Якутии, на Кольском полуострове и в других районах. В центральных частях кольцевых структур локализуются магматические породы глубинного мантийного происхождения. Менее глубинные гранитоидные образования охватывают периферийные зоны. В соответствии с этим, в центральных частях кольцевых структур возможны месторождения меди, никеля, хрома, титана. На периферии этих структур можно встретить (с большой вероятностью) месторождения редких и рассеянных элементов, золота и других металлов. Эта гипотеза подтверждается практикой на примерах известных рудных месторождений Забайкалья.

Большую информацию о геологическом строении удастся почерпнуть при изучении космических снимков более крупного масштаба, полученных с космических кораблей «Союз» и орбитальных пилотируемых станций «Салют». В этом случае устанавливаются не только общие закономерности генерального структурного плана крупных территорий, но выясняются и важные элементы геологического строения, определяющие локальное размещение перспективных площадей и даже отдельных месторождений.

Например, на снимке предгорий Тянь-Шаня, выполненном с борта орбитальной пилотируемой станции «Салют-5» (высота фотографирования 260 км), отчетливо прослеживаются складки горных пород с разрывными нарушениями. При дешифрировании снимка можно с хорошей точностью определить выходы пачек горных пород в их залегании, установить наиболее приподнятые части складок, с которыми в большинстве случаев связаны месторождения нефти и газа. Таким образом, анализируя космические снимки, можно выделить конкретные участки и геологические объекты, перспективные для поисков нефти и газа, для постановки более детальных, в том числе и буровых,



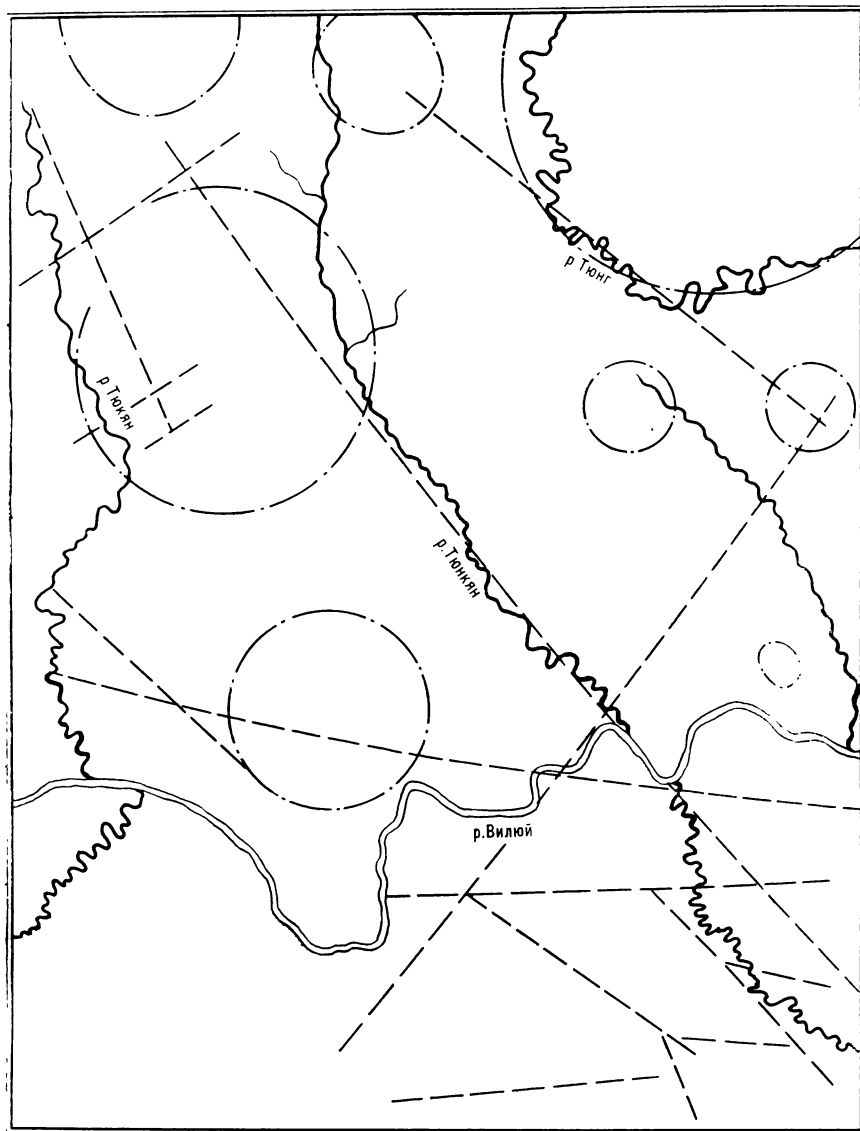
работ. Так были выявлены некоторые нефтегазоносные структуры в Средней Азии.

На снимке, полученном с пилотируемого космического корабля «Союз-22», Вилюйская впадина — перспективный нефтегазоносный район. С поверхности она закрыта чехлом рыхлых новейших образований. Поэтому расшифровать геологическое строение более глубоких горизонтов обычными геологическими методами практически невозможно.

А по снимку установлено значительное количество линейментов. Анализ их позволил предположить наличие отдельных блоков в подстилающих геологических образованиях, сместившихся относительно друг друга по разломам. Ранее подобные блоки здесь не обнаруживались. Предпо-



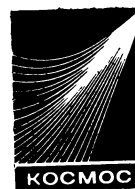
*Снимок бассейна реки Вилюй, выполненный экипажем космического корабля «Союз-22» в 1976 году. Схема геологического дешифрирования снимка*



лагаемое блоковое строение территории весьма интересно с точки зрения перспектив нефтегазоносности. Дело в том, что в пунктах пересечения разрывных нарушений различного направления могут быть локальные изгибы пластов на глубине, служащие «ловушками» для скоплений нефти и газа. Ряд разрывов подтверждается данными геофизических исследований, что говорит о реальности их существования.

Помимо вновь выявленных разрывных нарушений по космическим

снимкам установлено наличие кольцевых структур в долине реки Вилюй и ее левых притоков — рек Тюкян и Тюнг. Среди них можно отметить две наиболее крупные (диаметром 35—40 км) — Верхневилюйскую и Большую Тюнговскую, а также ряд более мелких (диаметром 5—25 км). Эти структуры интересны с точки зрения возможного обнаружения залежей нефти и газа. Связь газовых месторождений с кольцевыми структурами была ранее установлена в Предкавказье.



Особенности геологической информации, заложенные в космических снимках, позволили начать принципиально новый вид региональных геологических исследований — космогеологическое картирование. Эти специализированные карты, на которых изображены основные рудо-контролирующие элементы, служат хорошей основой для изучения закономерностей распределения месторождений и для составления карт с указанием перспективных нефтегазоносных районов. В процессе космофотогеологических исследований за последние годы было выявлено значительное число перспективных объектов и площадей. На некоторых из них — в пределах Кольского полуострова, Якутской АССР, Иркутской области и Дальнего Востока — уже ведется поиск различных видов полезных ископаемых.

Использование материалов космических съемок в геологии весьма разнообразно. Это — решение теоретических вопросов развития земной коры и закономерностей размещения полезных ископаемых, составление региональных карт, карт тектонического, гидрогеологического и инженерно-геологического районирования, исследование движений береговых линий, изучение зон активного вулканизма и высокой сейсмичности с целью прогноза землетрясений и вулканических извержений, изучение динамики рельефообразования.

Космические методы геологических исследований — очень молодое направление, возможности которого до конца еще не раскрыты. Перед исследователями открывается широкое поле деятельности. Прежде всего, нужно решить ряд задач, среди которых можно выделить несколько основных.



Доктор технических наук  
А.М. АЛЕКСАНДРОВ

## Беседа в Центре управления полетом

**Повышение геологической информативности материалов космических съемок.** Для этого нужно, с одной стороны, усовершенствовать способы получения изображений (многозональное, телевизионное, сканерное, радиолокационное, тепловое, лазерное), что позволит более четко выделять и разграничивать исследуемые объекты, с другой — разработать различные способы преобразования этих изображений в лабораторных условиях.

**Автоматизация процессов дешифрирования и машинная обработка полученной информации.** Решив эту задачу, мы сумеем оперативно и объективно выявлять и анализировать интересные геологические объекты, использовать статистические методы обработки изображений, электронные вычислительные машины.

**Установление четких связей между выявленными на космических снимках геологическими объектами и месторождениями полезных ископаемых.** Эффективность космогеологических методов — это и упорядочение наших знаний о геологическом строении изучаемых территорий, и установление общих закономерностей размещения полезных ископаемых, обеспечивающих повышение надежности локального прогноза. А отсюда — и высокий экономический эффект, связанный с концентрацией средств наземного поиска (бурение, горные выработки) на рекомендованных в результате космогеологических исследований наиболее перспективных площадях.

**Перед вами не стенографическая запись какой-то одной беседы с представителем прессы. Здесь даны ответы на некоторые вопросы, задававшиеся автору и восстановленные несколько лет спустя. Может быть, что-то забылось, некоторые термины, бывшие тогда в употреблении, заменены современными. Многие суждения, высказанные в ходе этой беседы и казавшиеся спорными, получили признание и распространение.**

**Корреспондент.** В своих репортажах и корреспонденциях мы часто пишем, что «все идет в соответствии с программой», давая при этом понять, что этой самой программой все или почти все предусмотрено. Сообщаем, что «управленцы» имеют готовые указания, как действовать в самых различных, в том числе и «нештатных» ситуациях. Словом, в управлении полетом все «заранее предусмотрено и спланировано». Но так ли это на самом деле?

**А.М. Александров.** Действительно, у нас имеется программа, предусматривающая реализацию всех целей и задач полета. В укрупненном виде — на весь период работы и достаточно детально — на первый, начальный этап. Есть инструкции по управлению, телеметрическому контролю и другая многочисленная документация. Ну, а разве в других больших или сложных системах (скажем, в управлении крупными промышленными предприятиями, различными отрасля-

ми народного хозяйства) нет планов, программ и других весьма обширных материалов? Но вначале поясню, на основании чего, собственно, мы считаем, что, управляя космическими аппаратами в полете, мы управляем сложной и даже большой системой. Начнем с необходимости постоянной координации работы служб и средств управления полетом, являющихся общими для нескольких космических аппаратов с разными задачами и программами полета. Уже одно это связывает различные космические аппараты в единую систему. Причем систему, непрерывно изменяющуюся (по взаиморасположению космических аппаратов в пространстве, программам, заданиям и другим показателям). Прибавьте к этому многовариантность способов выполнения задач полета и управления, случайное «выпадение» какой-то части программы, необходимость ее восполнения, а следовательно, и перестройки программы, влияние природной среды (например, условий распространения радиоволн, метеорологических условий), также иногда вызывающее изменение первоначально разработанной программы, возникновение конфликтных ситуаций вследствие ограничений и несовместимостей в радиочастотах и кодах, непредвиденные отклонения в работе или отказы бортовых приборов, наземных систем и каналов связи (даже при их дублировании и резервировании). Сюда же нужно отнести недостаточность информации для быстрого и однозначного разрешения «нештатных» ситуаций, а отсюда неопределенность, неоднозначность положения, затруднительность медленного, «шагового»

поиска и необходимость применения вероятностных статистических методов. Признаками большой сложной системы можно считать и сложность техники, высокую степень автоматизации, применение эвристических методов планирования и анализа, глобальный характер размещения служб и средств управления, многотысячный коллектив, принимающий участие в работе.

**Корреспондент.** Но для этого зараннее и разрабатываются варианты действия в различных, в том числе и «нештатных» положениях. Скажем, «ситуация номер один» — инструкция номер такой-то. Если сложится «ситуация номер два» — действия та-кие-то.

**Ам. Александров.** Две однородные, большие, сложные системы, даже имеющие совершенно одинаковые цели и программу, не будут, не могут развиваться совершенно одинаково. Сложные системы как раз и характерны множеством неповторимых состояний, причем состояния эти отличаются не только свойствами самих элементов и подсистем, но и условиями взаимодействия их между собой. Учтите, в каждые сутки полета, даже на каждом витке два однотипных космических аппарата находятся в неодинаковой «космической обстановке». В некоторых случаях различия эти несущественны, иногда огромны. Один и тот же отказ на совершенно однотипных аппаратах может проявиться при настолько непохожих сопровождающих обстоятельствах — даже не сразу догадаешься, что мы с этим уже сталкивались. Конечно, в логическом анализе ситуации нам помогут моделирование, «перебор вариантов» на ЭВМ, а также всевозможные методы прикладной математики. Но никакая заранее подготовленная документация выручить не сможет, да и составить ее на все случаи жизни невозможно. Вместе с тем, из каждой «хитрой ситуации», с которой мы сталкиваемся в ходе управления, в «копилке опыта» остается немало и, соответственно, в документацию что-то попадает. Сейчас на основе анализа работы однотипных или сходных больших систем и опыта управления ими стремятся нако-

пить специальный фонд, или, как теперь говорят, «банк» возможных решений для управления конкретными системами в различных условиях. «Управленцы» одни из первых, кто для больших систем готовит наиболее полную консультативную и директивную документацию по «управляющим решениям» в различных ситуациях. К составлению подобных «банков» раньше других нас вынудила скоротечность многих процессов и операций в космических полетах, внезапно возникающие ситуации и недостаток времени для их длительного анализа в ходе полета.

**Корреспондент.** Какие же требования в свете всего сказанного предъявляются к работникам, занятым в управлении космическими полетами?

**Ам. Александров.** К различным специалистам — разные. Одни требования неприменные, другие — желательные. Но если попытаться сформулировать их в самом общем виде (пусть вас не удивляет их противоречивость), то вот они:

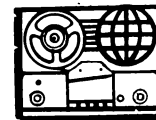
— способность к быстрому восприятию новых идей, фактов, сведений, умение к ним приспособляться и «отключаться» от ранее принятых и хорошо усвоенных концепций, планов, программ. Умение отбрасывать второстепенное, несущественное для данного этапа работы;

— способность к анализу («разложить по полочкам») и к синтезу (воссоединить разрозненные, казалось бы, факты в единую картину; объяснить множество проявлений одной общей причиной);

— логическое мышление, способность к комбинированию. Скептицизм, критицизм (при оценке новых сведений и фактов) и оптимизм (в особенности, после принятия решения, в ходе его реализации);

— терпимость к временной неопределенности, умение к ней приспособиться и работать в этих условиях. Постоянная бдительность. Настойчивость, смелость и... осторожность. Умение ощутить неотложность при запрете на поспешность и азарт;

— умение и желание (!) принимать решение (в пределах своих прав и обязанностей), умение сотрудничать, работать в коллективе;



НАШИ  
ИНТЕРВЬЮ

— правдивость (немедленно сообщить о допущенной ошибке). Наконец, интуиция.

Впрочем, подобные качества нужны и во многих других областях деятельности. Ну, а коль скоро мы имеем дело с космическими системами, то вследствие скоротечности многих процессов и операций управления нужно обладать и определенными психофизическими данными. Такими, например, как способность к длительному и повышенному вниманию, быстрота реакции, безошибочность в выполнении каждой операции. Нельзя забывать и высокую ответственность за принимаемые решения, за точность и своевременность их выполнения.

Вместе с тем, необходимо разработать такую систему дублирования и контроля, чтобы возможные ошибки, сбои или психофизические недостатки того или иного сотрудника не могли существенно повлиять на ход и результаты управления. Разумеется, нужно делать все возможное для обеспечения хорошего «микроклимата» в коллективе, умело используя неизбежно различные склонности и свойства характера каждого из «управленцев». Очень важна слаженность, «сыгранность» коллектива.

**Корреспондент.** А что же определяет «искусство управления»?

**Ам. Александров.** Думаю, что творческое начало, дар предвидения, прозорливость. Целостность восприятия, то есть особая, чисто человеческая способность охватывать, воспринимать работу всей системы (или хотя бы своей подсистемы) в целом, интуиция. Наконец, умение мгновенно, в нужный момент извлечь и умело применить весь имеющийся опыт.

**Корреспондент.** То, что вы рассказали, должно быть, объективно отражает существо дела. Но не кажется ли вам, что это в какой-то мере лишает управление полетами его ореола — царства высокой точности математики, предельно строгого планирования, величайшей предусмотрительности?

**Ам. Александров.** Отнюдь. Но представления о роли математиков в управлении полетом космических аппаратов, видимо, нуждаются в уточнении. «Пусть мы имеем...», «пусть нам задано...», «по условиям задачи...», «если нам известно, что...» — так или приблизительно так на протяжении столетий начиналась постановка и решение многих задач классической математики. И коль скоро зависимость между тем, что задано (известно), и тем, что отыскивается, строго и однозначно переводится на язык формул, функционалов, матриц, словом, на язык математики, то с помощью карандаша и бумаги, счетной линейки или компьютера самого последнего поколения (тут принципиальной разницы нет) математики свое дело делали. Бесспорно, при управлении полетами возникает немало задач со строгой математической зависимостью между заданными и искомыми величинами, поддающихся решению в общем виде, например, в области космической баллистики, в обработке и передаче различного вида информации. Но не такие задачи, во всяком случае, не только они определяют роль, место и характер деятельности математиков в управлении космическими полетами (так же, как и в других больших и сложных

системах). Методами «чистой», классической математики здесь не обойтись. Необходима прикладная математика — статистические методы, исследование операций, моделирование. В управлении большими системами, в особенности в сложных и различных «нештатных» ситуациях, сформулировать задачу, понять, какие именно математические методы здесь можно было бы применить, пожалуй, наиболее трудная часть дела.

Математик-прикладник — активный и непосредственный участник управления полетом. Он не вправе ждать постановки перед ним готовой, сформулированной математической задачи. Он обязан, вникнув в существо сложившейся ситуации, «углядеть» возможность использования тех или иных математических методов и оценить эффективность их применения. При этом математик-прикладник должен уметь поступиться строгостью, точностью (а это для математика, ох, как нелегко) в угоду здравому смыслу, «функции полезности», скорости получения результатов и другим факторам. Он должен также уметь оценить надежность полученных решений, ибо в управлении полетами ошибка может обойтись очень дорого, а исправить ее бывает очень трудно. Более того, он обязан неплохо знать работу системы в целом и иметь достаточно смелости, чтобы некоторые из вариантов решений отбросить заранее, как заведомо неприемлемые.

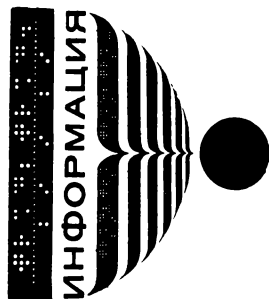
**Корреспондент.** А как же баллистики? Неужели и им приходится переключаться с классической математи-

ки и механики на разбор измерений и экспериментов.

**Ам. Александров.** Конечно. Даже при баллистическом проектировании, на этапе подготовки к полетам, при работе над расчетными траекториями и коррекциями орбит, над стыковой, спуском, посадкой они вынуждены иметь дело не только с законами классической механики, но и с аэродинамикой, возможностями двигателей, данными приборов стабилизации и многим другим, добываемым в результате опыта, эксперимента и всегда лежащим в пределах от и до.

Что же касается работы баллистиков в ходе самого управления, при определении реальных параметров траектории или установлении фактических результатов коррекции, то здесь приходится основательно вникать в технологию траекторных измерений, в вопросы правильности и точности работы навигационной аппаратуры, в погрешности, ошибки, искажения и сбой измерительной техники и каналов передачи, в отклонения параметров систем стабилизации, ориентации, в работу радиолиний и многое, многое другое.

Подводя итоги беседы, хотелось бы сказать в заключение, что когда мы с вами говорим «все идет в соответствии с программой», «программа полета успешно выполняется», то в целом это совершенно справедливо. В результате применения всего арсенала средств науки и искусства управления планы и программа полетов космических аппаратов успешно выполняются и перевыполняются.



## ФЕДЕРАЦИЯ КОСМОНАВТИКИ СССР

В декабре 1978 года создана Федерация космонавтики СССР. Она призвана привлечь ученых, конструкторов, изобретателей, специалистов, связанных с космическими исследованиями, летчиков-космонавтов, писателей, журналистов к пропаганде достижений отечественной космонавтики. Федерация космонавтики будет помогать секциям, кружкам, школам «юных летчиков-космонав-

тов», музеям космонавтики необходимыми программами и рекомендациями. В сферу ее деятельности входит подготовка популярных брошюр и книг по космонавтике, обсуждение кинофильмов, связанных с космической тематикой. Федерация космонавтики СССР будет готовить материалы о рекордах, установленных во время пилотируемых полетов или во время полетов автоматических космических аппаратов для регистрации этих рекордов в Международной авиационной федерации (ФАИ). Федерация космонавтики



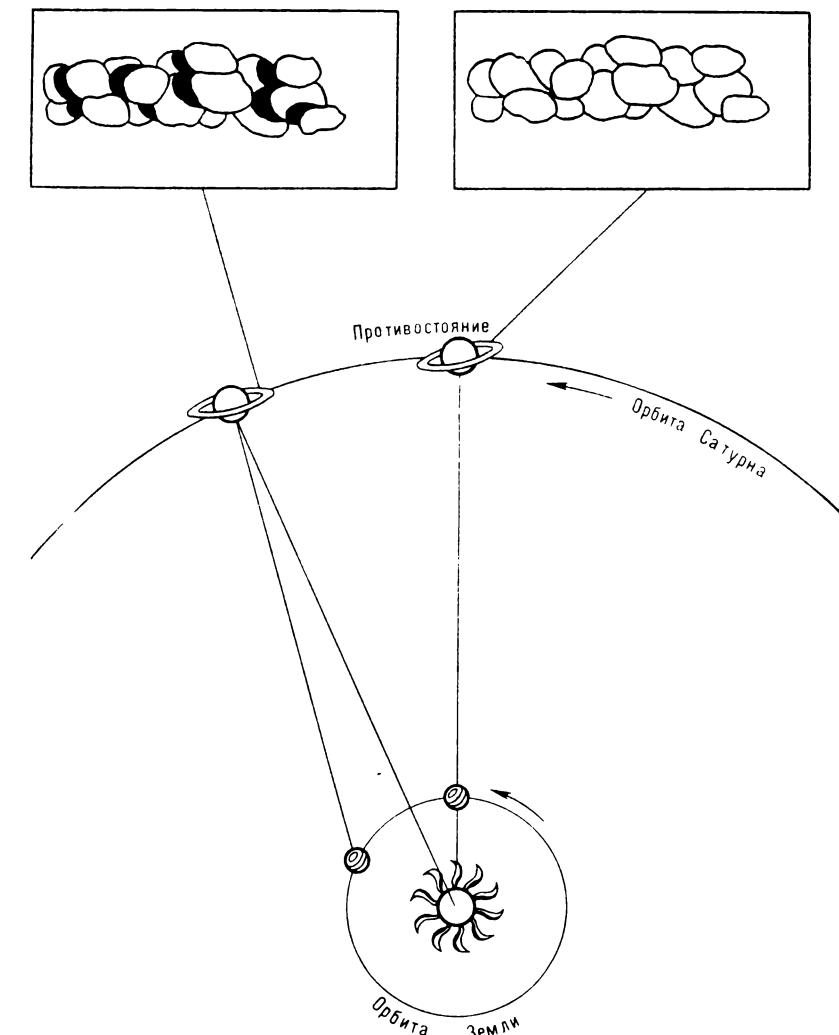
нее одной двадцатитысячной ширины колец (свыше 60 000 км). Для сравнения укажем, что у листа бумаги, на котором напечатана эта статья, отношение толщины к ширине больше; образно говоря, кольца «относительно тоньше листа бумаги».

**Поперечник частицы колец** настолько мал, что с Земли при самых благоприятных условиях нельзя обнаружить ни малейших признаков «зернистости» вещества колец. Чтобы определить размеры частиц, приходится прибегать к косвенным методам. Их предложено два.

Первый метод основан на том, что при освещении Солнцем каждая частица отбрасывает тень на более далекие частицы. В момент, когда Земля ближе всего к Сатурну (противостояние), Солнце освещает частицы как бы из-за спины наблюдателя. Тени частиц скрыты за их дисками, следовательно, яркость колец максимальна. После противостояния Земля, движущаяся по орбите значительно быстрее Сатурна, уходит вперед, тени частиц появляются из-за дисков и кольца темнеют. Подобный «эффект противостояния», и притом очень интенсивный, у колец Сатурна действительно наблюдается. Чтобы выяснить, обязан ли он описанному взаимозатенению частиц друг другом, автор этих строк построил соответствующую теорию и сравнил ее с данными наблюдений.

Интенсивность эффекта, вызванного взаимозатенением, должна зависеть от среднего расстояния между частицами или, что то же самое, от доли объема  $D$ , которая занята в кольце частицами. Действительно, благодаря тому, что с Сатурна Солнце видно не точкой, а заметным диском (поперечник около 3,5 минуты дуги), тени частиц должны быть конусами конечной длины. Чем дальше частицы друг от друга (чем меньше  $D$ ), тем меньше будут на них «пятнышки» теней и тем менее интенсивным окажется «эффект противостояния». Если же расстояние между частицами больше длины тени, то взаимозатенения вообще не произойдет.

Удалось показать, что при  $D$  порядка 0,01 теоретические кривые изменения яркости колец хорошо согла-



суются с данными наблюдений. Отсюда, зная величину прозрачности колец и их толщину, можно вычислить поперечник типичной частицы колец — он составляет около 10 см. Разумеется, это среднее значение — должны встречаться как более мелкие, так и более крупные частицы.

Полученный результат был проверен путем применения второго метода «измерения» поперечника частицы — радиоастрономического. По сути дела, он состоит в сопоставлении размеров частицы с длиной радиоволны. Волны любой природы огибают препятствия, малые в сравнении с длиной волны, но отражаются от препятствий более круп-

ных. Следовательно, если «просвечивать» кольца Сатурна радиоволнами различной длины, то можно ожидать, что они окажутся весьма прозрачными для волн с длиной больше попе-

**Теневой эффект на кольцах Сатурна.** Для земного наблюдателя тени, отбрасываемые частицами колец, в момент противостояния закрыты их дисками, благодаря чему яркость колец максимальна. После противостояния Земля уходит по орбите вперед, тени частиц появляются из-за дисков и яркость колец уменьшается.



речника частицы и малопрозрачными для более коротких волн.

Где же взять необходимый для такого эксперимента источник радиоволн? Им, к счастью, может служить диск Сатурна. Наблюдая в 1971—1972 годах радиоизлучение диска Сатурна, частично закрытого кольцами, американский радиоастроном Ф. Бриггс обнаружил, что на волнах 3,7 и 11 см кольца заметно уменьшают поток излучения Сатурна, тогда как на волне 21 см они почти прозрачны. Это также приводит к оценке поперечника типичной частицы колец примерно в 10 см. Таким образом, два совершенно независимых друг от друга метода дали по существу тождественные результаты.

**Проблема уплощения колец.** Сопоставляя поперечник частицы и толщину колец (10 см и 1—3 км), мы должны сказать, что кольца хотя и тонки по сравнению со своей шириной, но все же это — «система толщиной во много частиц». Иными словами, кольца могли бы быть еще более плоскими — «системой толщиной в одну частицу».

Чем же вызвано уплощение колец и почему это уплощение не стало полным?

Рассмотрим движение частиц вокруг Сатурна. Из механики известно, что плоскость орбиты спутника, который обращается вокруг планеты под действием силы тяготения, всегда проходит через центр массы планеты. Это справедливо и для орбит частиц, образующих кольца Сатурна: ведь каждая из частиц — маленький самостоятельный спутник. Если бы плоскости орбит всех частиц совпадали друг с другом, мы имели бы

идеально уплощенные кольца — «систему толщиной в одну частицу». А как получить из нее фактически наблюдаемую систему толщиной во много частиц? Необходимо наклонить друг к другу плоскости орбит под разнообразными, хотя и весьма малыми углами так, чтобы все плоскости в то же время проходили через центр массы Сатурна.

Такой тип движения можно представить себе как сумму орбитального движения вокруг Сатурна по окружности и колебаний около мгновенного положения на орбите по трем взаимно перпендикулярным направлениям (два — в плоскости орбиты, третье — перпендикулярно к ней). Можно показать, что если подобное облако частиц не слишком разрежено (а для колец Сатурна это именно так), то частицы будут постоянно сталкиваться между собой. Но при столкновении тел часть энергии их относительного движения переходит в тепло (диссипирует). В кольцах Сатурна относительное движение возникает за счет упомянутых колебаний частиц. Диссипация энергии колебаний означает постепенное уменьшение их размаха до столь малой величины, что частицы уже не смогут сталкиваться. Их траектории превратятся в почти точные окружности, а толщина колец уменьшится до величины, лишь немногим превышающей поперечник частицы.

Столь идеального уплощения, однако, не произошло, хотя кольца существуют достаточно давно. По-видимому, имеется источник энергии, непрерывно пополняющий ее расход вследствие диссипации и тем поддерживающий толщину колец на уровне выше минимального.

В последние годы проблема уплощения колец подверглась дружной атаке теоретиков из разных стран. Среди этих ученых — А. И. Цыган (СССР), К. Хямеен-Анттила (Финляндия), Я. Трульсен (Норвегия), А. Брахик (Франция), П. Гольдрейх, Дж. Куцци, Дж. Барнс (США) и др. Удалось выяснить следующее.

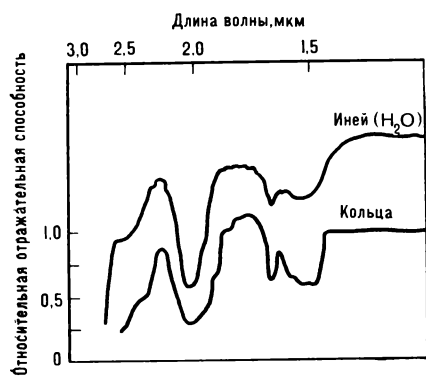
Колебания частиц, по-видимому, поддерживаются за счет того, что кольца вращаются не как твердое тело: частица движется по орбите тем

быстрее, чем ближе она к Сатурну. При столкновении двух частиц некоторая доля энергии этого так называемого дифференциального вращения переходит в энергию колебаний частиц, поддерживая толщину колец. С течением времени толщина колец все же уменьшается, но очень медленно: для идеального уплощения системы требуется время, приблизительно в 1000 раз большее возраста планет.

Расчеты показали, однако, что такой механизм способен поддерживать толщину колец на уровне всего 10—20 м, тогда как наблюдаемая толщина измеряется километрами. Новая трудность!

Пути ее преодоления — в учете притяжения (как говорят, возмущения), которое оказывают на частицы колец спутники Сатурна. Некоторые из спутников (Мимас, Тетис, Титан) имеют орбиты, наклоненные к плоскости колец. Своим притяжением спутники стремятся вывести частицы из этой плоскости, благодаря чему кольца становятся не совсем плоскими, а как бы покоробленными, волнистыми. Рассматривая кольцо с ребра, земной наблюдатель увидит эти волны в профиль и примет их за толщину колец. Другими словами, надо различать «видимую» и «истинную» толщину колец. Согласно теории, возмущающее действие особенно велико для тех частиц, периоды обращения которых находятся в простых кратных отношениях с периодом того или иного спутника. Оборот за оборотом спутник как бы накапливает возмущение, подобно тому как «в такт» раскачивают качели. Такие возмущения называются резонансными. У колец Сатурна две зоны особо сильных резонансных возмущений приходится на внутренний и внешний край наружного яркого кольца, где период обращения частиц по отношению к периоду близкого к кольцам Мимаса составляет, соответственно,  $1/2$  и  $2/3$ . Для «видимой» толщины колец особенно важна внешняя зона — здесь они «покороблены» сильнее.

**Химический состав частиц.** Сведения о нем были получены из наблюдений инфракрасного спектра колец В. И. Морозом в СССР и Дж. Кой-



пером с сотрудниками в США. Наблюдения позволили установить, что частицы покрыты обычным льдом. Метод не дает возможности судить о составе глубоких слоев вещества частицы, если они непрозрачны для инфракрасных лучей, и одно время казалось, что под ледяной оболочкой частицы может быть скрыта каменная «косточка». Теперь, однако, мы склоняемся к выводу, что частицы сплошь ледяные. Этим мы обязаны радиоастрономам: по их данным, частицы колец хорошо отражают радиоволны, но весьма слабо их поглощают, то есть представляют собой диэлектрик с малыми потерями, что свидетельствует в пользу ледяного, а не каменистого состава. Заметим, что впервые высокую отражательную способность частиц в радиодиапазоне продемонстрировала радиолокация: пучок радиоволн, посланный с Земли, преодолел расстояние до Сатурна (около 1,5 млрд. км), отразился от колец и приблизительно через 3 часа принес на Землю информацию об их свойствах (американские ученые Р. Голдстейн и Дж. Моррис, 1973 г.).

**Масса колец.** Если спутник притягивает кольца, то по третьему закону Ньютона кольца с такой же силой притягивают спутник, возмущая его движение. Наблюдая эти возмущения, в принципе можно определить мас-

су колец. На практике, однако, оценить массу колец оказывается очень трудно по той причине, что центральное тело системы — Сатурн не шар, а сплюснутая у полюсов фигура — сфероид. По сравнению с шаром он имеет избыток вещества у экватора, который действует на спутники так же, как и кольца, но с гораздо большей силой. Выделить из возмущений слабый эффект от колец можно лишь при условии, что не только возмущения спутников, но и внутреннее строение Сатурна известны с высокой точностью. Этого пока не достигнуто, и ученые обсуждают лишь величину того предела, который масса колец не может превосходить. Еще в 1898 году Г. Струве, наблюдая спутники Сатурна на Пулковской обсерватории, нашел, что масса колец не более  $1/27\ 000$  массы Сатурна. До последнего времени было неясно, насколько достоверна эта оценка. В 1978 году советский теоретик В. П. Трубицын с сотрудниками сделал следующий шаг, показав, что масса колец, по-видимому, существенно меньше  $1/27\ 000$  массы планеты, ибо, приняв это значение, мы приходим в противоречие с современными данными о внутреннем строении Сатурна.

### КОЛЬЦА УРАНА

Открытие колец Урана — одна из астрономических сенсаций последних лет. 10 марта 1977 года ожидалось покрытие Ураном звезды SAO 158687 9-й звездной величины. Молодые американские ученые Дж. Эллиот, Э. Данхем и Д. Минк приготовились наблюдать покрытие с высотного самолета, оборудованного для астрономических наблюдений телескопом с объективом 91 см и другими приборами («Летающая обсерватория имени Дж. Койпера» НАСА). Первоначальной целью наблюдений было уточнение диаметра диска Урана.

В окуляр было видно, что звезда приближается к Урану. За 40 минут до начала покрытия диском Урана ее блеск неожиданно резко упал и через несколько секунд восстановился до первоначальной величины. Таких спадов блеска было отмечено пять. После покрытия звезды диском, длив-

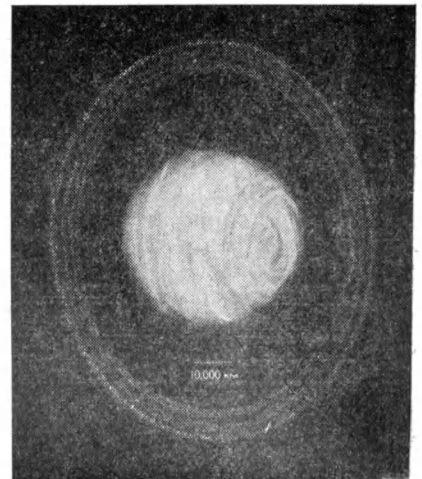
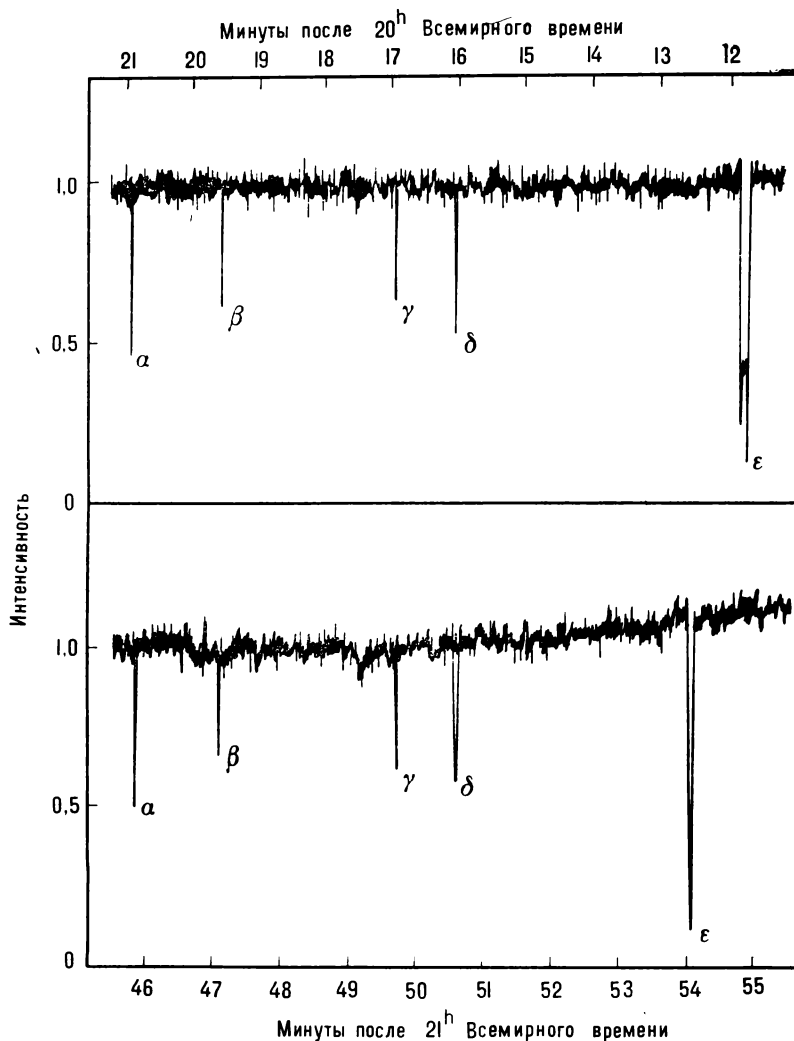
шегося 25 минут, кратковременные спады блеска повторились в обратном порядке через те же промежутки времени. Наблюдатели поняли, что явление вызвано системой концентрических тонких колец, окружающих планету. Аналогичные, но менее полные результаты удалось получить наземным обсерваториям. Обработка всех данных выявила еще несколько более слабых спадов и позволила сделать вывод, что колец не менее девяти.

В отличие от колец Сатурна, кольца Урана представляют собой узкие цепочки частиц, разделенные широкими прогалами. Типичная ширина одного кольца около 10 км. Плоскость колец приблизительно совпадает с плоскостью экватора Урана. Здесь уместно вспомнить одну особенность Урана: ось его вращения находится почти в плоскости орбиты («волчок, который вращается лежа»); при движении планеты по орбите ось сохраняет направление в пространстве, так что иногда Уран обращен к Земле своим экватором, а иногда полюсом. В момент открытия колец он был близок ко второму положению, и плоскость колец оказалась почти перпендикулярной к лучу зрения земного наблюдателя. Это весьма облегчило открытие колец.

Может показаться удивительным, что кольца Урана не были обнаружены раньше — ведь сам Уран открыт почти двести лет назад, в 1781 году. Дело в том, что кольца Урана отражают слишком мало света, поэтому выявить их посредством обычных визуальных или фотографических наблюдений невозможно. Кстати говоря, на основании этого факта У. Синтон (США) нашел, что частицы колец Урана отражают не более 5% солнечного света. По-видимому, частицы каменные. Это еще одно отличие колец Урана от колец Сатурна — у последних частицы ледяные и отражают около 70% солнечного света.

И все же, хотя кольца Урана очень темные, недавно удалось получить их прямой снимок, правда, не в видимых, а в инфракрасных лучах. На снимке кольца окружают планету, что, вообще говоря, наблюдениями покрытия звезды доказано не было.

*Инфракрасный спектр колец Сатурна и инея H<sub>2</sub>O. Сходство кривых свидетельствует о том, что частицы колец покрыты инеем*



## КОЛЬЦО ЮПИТЕРА

Еще в 1960 году советский астроном С. К. Всехсвятский опубликовал статью, в которой говорилось: «Существование активных процессов —

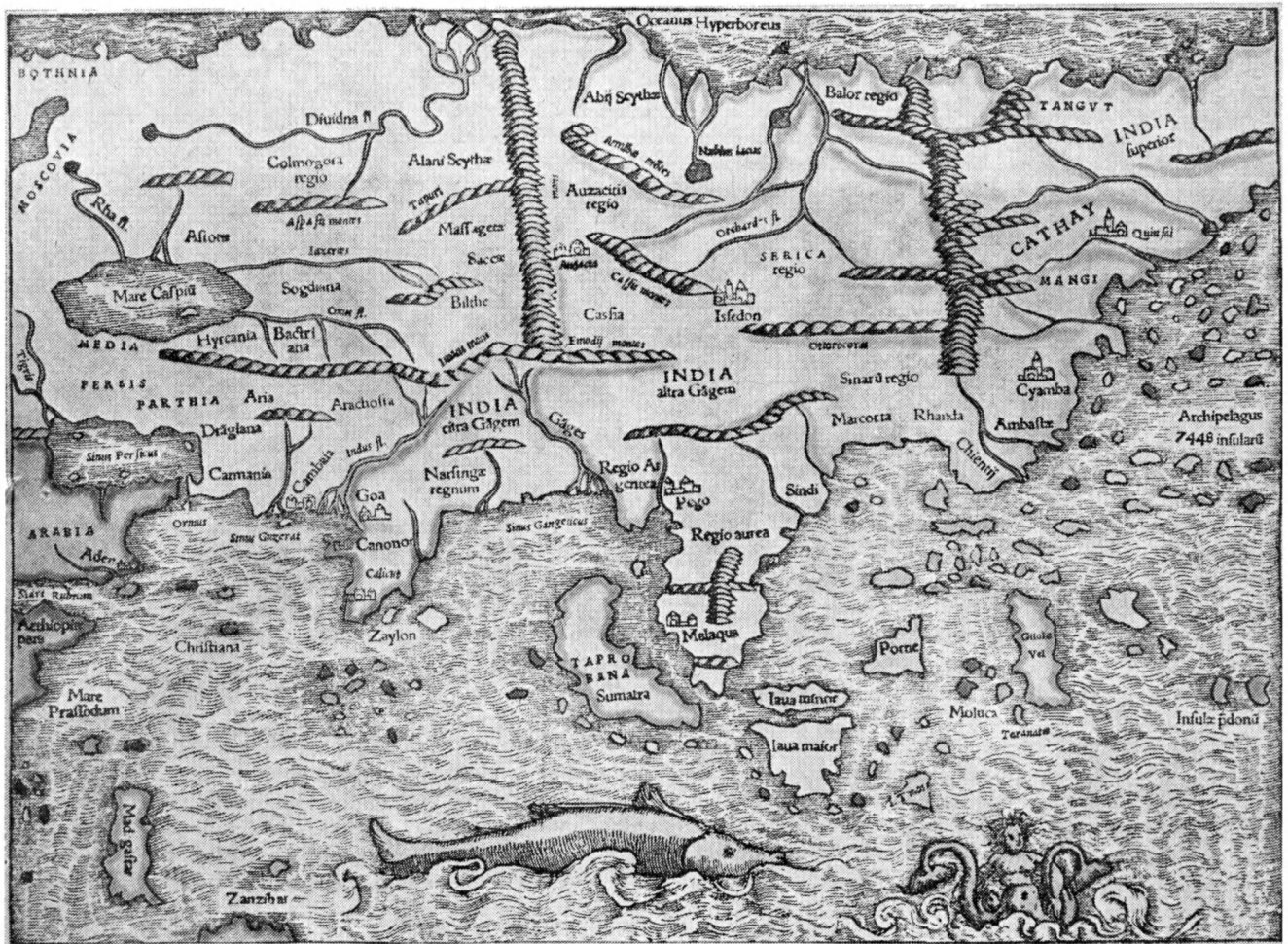
Регистрограммы блеска звезды SAO 158687, полученные 10 марта 1977 года до покрытия ее диском Урана (вверху) и после покрытия (внизу). Кратковременные спады блеска вызваны кольцами Урана. Поскольку блеск звезды уменьшался не до нуля, был сделан вывод, что кольца состоят из отдельных частиц с просветами между ними. (Рисунок из журнала «Sky and Telescope», 53, 6, 1977)

выбросов в системе Юпитера, доказываемое данными кометной астрономии, дает все основания предполагать, что вокруг Юпитера также движутся кометно-метеоритные массы в виде кольца, аналогичного кольцу Сатурна». Несколько позднее С. К. Всехсвятский обратил внимание на наблюдаемую иногда на диске Юпитера, близ его экватора, тонкую темную полоску, которая, возможно, представляет собой тень предполагаемого кольца. Однако непосредственно увидеть в телескоп или сфотографировать кольцо Юпитера не удавалось, почему и само существование его считалось сомнительным.

Новейшие космические исследования показали, что советский астроном

Схематическое изображение колец Урана. (Рисунок из журнала «Sky and Telescope», 53, 6, 1977)

Первое прямое изображение колец Урана. Получено с помощью ЭВМ и телевизионной техники путем обработки инфракрасных наблюдений, которые проводились в двух длинах волн (1,6 и 2,2 мкм) на 5-метровом телескопе обсерватории Маунт Паломар. Обработка позволила удалить изображение диска Урана. Разрешение недостаточно велико для того, чтобы увидеть кольца по отдельности. (Рисунок из журнала «Sky and Telescope», 56, 6, 1978)



роче, чем на юг. Это и свидетельствовало в пользу гипотезы Кассини.

Конечно, совпадение с экспериментом было случайным и объяснялось ошибками еще несовершенных в то время измерений. Градусные измерения, выполненные позднее экспедицией Л. Годена, Ш. Лакондамина и П. Буге у экватора (1735—1742 гг.) и экспедицией П. Мопертюи, А. Клеро и А. Цельсия под полярным кругом (1736—1737 гг.), полностью подтвердили расчеты Ньютона. С тех пор и укоренилось мнение, что форма Земли — **эллипсоид вращения**.

Считать Землю эллипсоидом удобно, поскольку это — простая геометри-

ческая поверхность и ее легко отобразить на картах. Эллипсоид описывается простыми формулами геометрии и на его поверхности нетрудно решать различные геодезические задачи. Самые большие отклонения реальной физической поверхности Земли от хорошо подобранного эллипсоида не превышают 8—9 км (пики высочайших вершин), в среднем же они не больше сотен метров на континентах и десятков метров на океанах. Реальную Землю с ее горами и впадинами невозможно представить какой-либо правильной геометрической поверхностью («Земля и Вселенная», № 5, 1967, с. 25—29.— Ред.).

В конце прошлого столетия было введено понятие **геоида** как геометрической фигуры, представляющей

Землю. За геоид принимается **уровенная поверхность**, которая совпадает с поверхностью воды в океанах, если отсутствуют волны, ветровой надув и прочие возмущающие явления. В районе континентов эта поверхность проходит под сушей. Вообще, уровенной поверхностью называется поверхность равного потенциала силы тяжести (работы, совершаемой единичной массой при переносе ее из бесконечности в данную точку или на данную поверхность). Линии действия сил всегда перпендикулярны уровенной поверхности, и поэтому жидкость на ней находится в равновесии и не должна перетекать.

Геоид как уровенная поверхность почти точно совпадает с поверхностью Земли на океанах и отклоняется от

Карта Азии из космографии Себастиана Мюнстера (XVI в.)

нее на континентах, и это отклонение тем больше, чем больше возвышается континент над уровнем моря. Если бы Земля была однородной по составу, то под действием сил тяготения и центробежных сил она приняла бы форму правильного эллипсоида вращения. В этом смысле геоид идеальной Земли есть эллипсоид вращения.

Когда ввели понятие геоида, сложилось мнение, что он — третье, более точное приближение к фигуре Земли по сравнению с шаром и эллипсоидом. Но если под этим понимать близость данной модели к реальной физической поверхности Земли с ее горами, возвышенностями и впадинами, то геоид мало отвечает такому понятию: порядок отклонений его от физической поверхности Земли остается по величине таким же, как и отклонений от эллипсоида. Введение геоида не сняло всех проблем, но, безусловно, приблизило нас к решению задачи точного определения фигуры Земли. Задача эта сводится, во-первых, к определению сжатия и большой полуоси эллипсоида, наилучшим образом отвечающего фигуре Земли, а также положения его центра относительно центра масс Земли. Вторая часть задачи состоит в том, чтобы вычислить, насколько геоид отклоняется от поверхности эллипсоида, и третья — определить высоты физической поверхности Земли над геоидом. Совокупность всех этих элементов и даст нам полное представление о фигуре Земли, а степень его точности будет зависеть от густоты опорных точек, в которых производились измерения.

## ЗЕМЛЯ — ТРЕХОСНЫЙ ЭЛЛИпсоИД

Одно время живо обсуждался вопрос о **трехосности земного эллипсоида**, то есть о сплюснутости Земли и по экватору. Впервые эта идея была высказана русским военным геодезистом Ф. Ф. Шубертом в 1859 году. Определяя размеры Земли геометрическим методом, обнаружили, что ее экваториальное сечение не правильный круг, а, скорее, эллипс малого сжатия (его большая полуось незначительно отличается от малой —

всего на 150—200 м). Однако данные различных наблюдателей о том, как направлена большая полуось экватора сильно отличались друг от друга. Геодезические определения, проведенные в первой половине нашего века, показали, что разброс данных о направлении большой полуоси эллипса лежит в пределах  $57^\circ$ .

Гравиметрические измерения, сделанные в 50—60-х годах нашего века, обнаружили, что большая полуось в северном полушарии направлена к западу от Гриничского меридиана, а в южном — к востоку. Это свидетельствует о сложности и асимметричности фигуры Земли. Представление ее в виде трехосного эллипсоида не уточнило решение задачи, а только создало дополнительные трудности.

## МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИГУРЫ ЗЕМЛИ

В настоящее время существует несколько способов определения формы и размеров Земли. Первый — **геометрический или геодезический** — основан на том, что радиус Земли зависит от кривизны ее поверхности. Чем больше кривизна, тем меньше радиус, а следовательно, и линейная длина дуги, приходящаяся на единицу стягиваемого ею центрального угла. Между параметрами эллипсоида, длиной дуги и соответствующим ей углом существует определенная математическая зависимость. Измеряя длины дуг и координаты их концов, то есть выполняя чисто геометрические измерения, а затем используя эту математическую зависимость, можно получить размеры земного эллипсоида. Способ позволяет также ориентировать эллипсоид в теле Земли (расположить его так, чтобы отклонения от реальной Земли были минимальными).

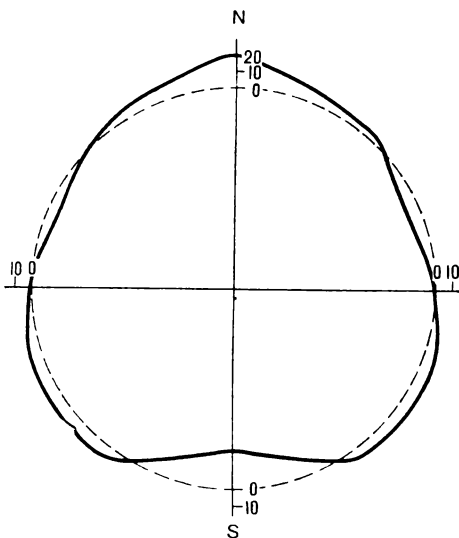
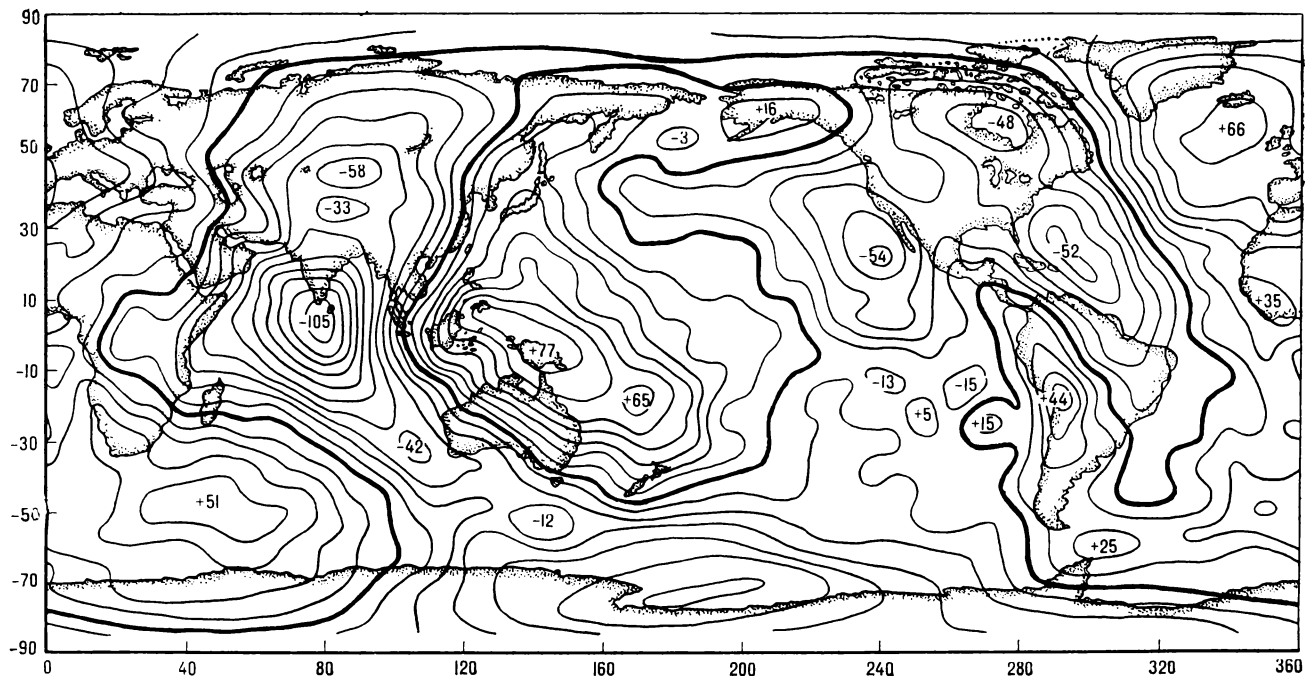
Фигуру Земли можно определить и по измерениям силы тяжести на ее поверхности, то есть **гравиметрическим** способом. Он основан на том, что форма Земли сложилась под действием силы тяжести, следовательно, величина последней на поверхности зависит от формы и строения Земли. Определенные соотношения связывают силу тяжести с сжатием Земли. Эти соотношения (если они подобра-



ны так, чтобы наилучшим образом представить реальную силу тяжести) дают модель гравитационного поля Земли и называются формулами **нормальной силы тяжести**. Разности между истинными (непосредственно измеренными значениями силы тяжести) и нормальными значениями составляют **аномалии силы тяжести**. Они характеризуют отклонения геоида от эллипсоида, которому и соответствует нормальная сила тяжести. Пользуясь соотношениями, связывающими, в свою очередь, аномалии силы тяжести с высотами геоида, определяют сжатие Земли и высоты геоида над эллипсоидом. Таким образом, появляется возможность изучать фигуру Земли уже в деталях. Сочетание гравиметрического и геометрического методов позволяет получить точное представление о форме и размерах нашей планеты.

Пока сила тяжести изучена далеко не на всем земном шаре. Мы еще мало знаем о гравитационном поле океанов (там труднее проводить наблюдения) и труднодоступных районов континентов. На помощь здесь приходят искусственные спутники Земли, расширяющие возможности обоих методов («Земля и Вселенная», № 4, 1965, с. 65—69.— Ред.). Используя их как визирные цели, хорошо видимые на огромных расстояниях, можно измерить большие дуги и построить геодезическую сеть на океанах, опираясь на острова и континенты.

Искусственные спутники позволяют получить также динамические характеристики гравитационного поля и фигуры Земли. Этот метод основан



на законах небесной механики. Искусственные спутники Земли движутся вокруг Земли по законам Кеплера, которые справедливы для точечных

**Полярная асимметрия Земли.** Отклонения геоида от эллипсоида настолько малы, что на рисунке их невозможно изобразить, не исказив масштаб. Цифрами обозначено отклонение «апиоида» от эллипсоида в метрах

или правильных шаровых масс. Но отклонение формы Земли от шарообразной возмущает правильную орбиту спутника. В частности, под влиянием экваториального вздутия Земли плоскость спутниковой орбиты постоянно поворачивается. В результате точка пересечения земного экватора с орбитой спутника постепенно перемещается на запад.

Под воздействием неоднородностей Земли, а значит, и аномалий силы тяжести и высот геоида происходят возмущения и других элементов орбиты спутников. Пользуясь известными соотношениями между возмущениями элементов орбит и гравитационным полем, можно определить сжатие Земли, причем во много раз точнее, чем другими методами.

Формулы небесной механики, описывающие движение искусственных спутников в поле земного тяготения, представляют в виде рядов сферических функций, члены которых характеризуют отклонения истинной формы Земли от правильного эллипсоида. Некоторые члены ряда характеризуют зональные отклонения в областях, ограниченных широтными линиями — параллелями. Фигура Земли, построенная только по зональным характе-

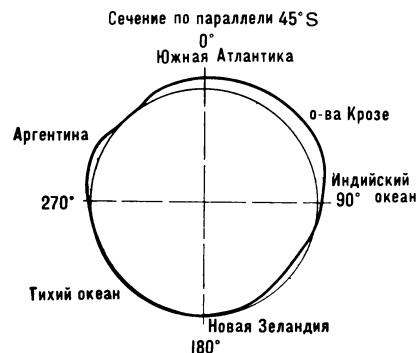
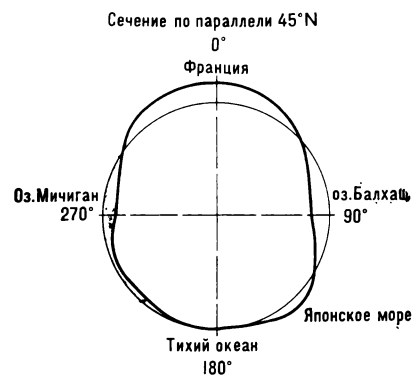
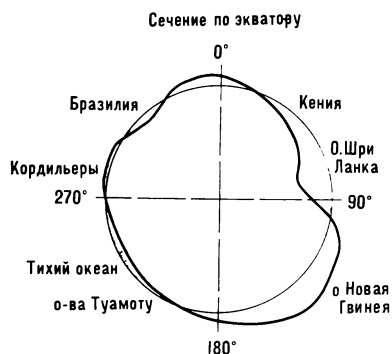
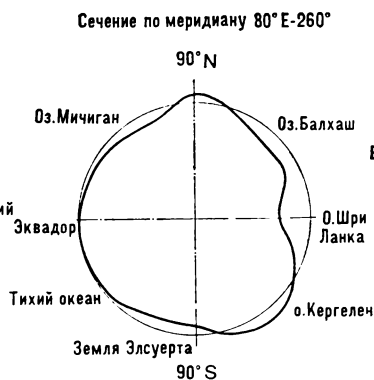
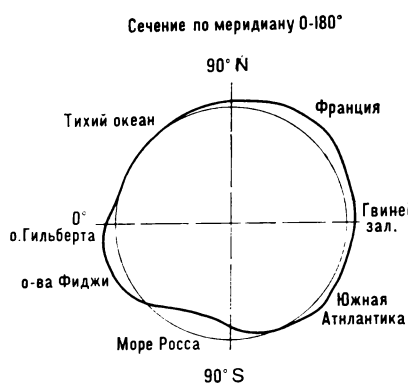
ристикам, имеет грушевидную форму — **апиоид**, вытянутый к северу и сплюснутый с юга. Таким образом, Земля обладает еще и четко выраженной полярной асимметрией.

Более детальный анализ возмущений орбиты спутников позволяет найти отклонения от эллипсоида не только в широтных зонах, но и в секторах, ограниченных различными меридианами. В настоящее время этим методом можно выделить аномалии силы тяжести и соответствующие им средние высоты геоида в областях, занимающих небольшую площадь — примерно  $1000 \times 1000$  км<sup>2</sup>. Таким образом составляется детальная схема отклонений геоида от земного эллипсоида.

#### КАРТЫ ВЫСОТ ГЕОИДА

На основании спутниковых данных, которые уточняют с помощью наземной гравиметрической съемки, ученые

**Геоид, построенный по гравиметрическим и спутниковым данным в Центре космических полетов имени Годдарда (США) в 1973 году.** Цифрами обозначены отклонения геоида от эллипсоида в метрах



получили весьма точное представление об истинной форме Земли. В последнее время построено много карт высот геоида. Рассматривая одну из них, опубликованную Центром космических полетов НАСА имени Годдарда (США), можно заметить, что **больше всего геоид возвышается над эллипсоидом у Новой Гвинеи** (величина возвышения достигает 77 м). **Максимальная впадина геоида** располагается у южной оконечности Индии (—105 м).

Сечения геоида по экватору и другим параллелям заметно отличаются друг от друга. Причина такого расхождения — неправильная форма геоида. Направление наибольших полуосей в южном полушарии смещается по сравнению с северным примерно на 45°. Подобная же картина наблюдается, если рассматривать сечения геоида по меридианам.

Сечение геоида по меридианам. На рисунке даны названия пунктов и областей земного шара, на которые приходится возвышения или понижения геоида. На этом и следующем рисунке отклонения геоида от эллипсоида для наглядности сильно увеличены

Сечение геоида по параллелям

### ЧТО ПОНИМАЮТ ПОД ФИГУРОЙ ЗЕМЛИ

Ясно, что ни трехосный эллипсоид, ни грушевидная фигура не совпадают точно с фигурой Земли. Она значительно сложнее. Попытка представить ее математически через аналитические функции приводит к бесконечным рядам этих функций. Ограничивая число членов ряда, мы получаем сглаженную фигуру Земли. Степень сглаживания зависит от числа доступных определению членов ряда. Если же мы хотим представить Землю, ограниченную ее реальной физической поверхностью, то к высотам геоида надо добавить еще совокупность высот физической поверхности Земли над уровнем моря.

Итак, фигура Земли задается большой полуосью с сжатием земного эллипсоида, элементами его ориентирования, системой высот геоида над эллипсоидом и совокупностью высот физической поверхности Земли над геоидом, то есть над уровнем моря. Сейчас задают обычно некоторую стандартную Землю, определяемую **большой полуосью, сжатием и совокупностью некоторых коэффициентов**, характеризующих отклонения фигуры Земли от правильной формы эллипсоида вращения.

Принятая в 1973 году модель «стандартной Земли» имеет сжатие  $\frac{1}{298,256}$  и большую полуось экваториального эллипса 6 378 140 м.





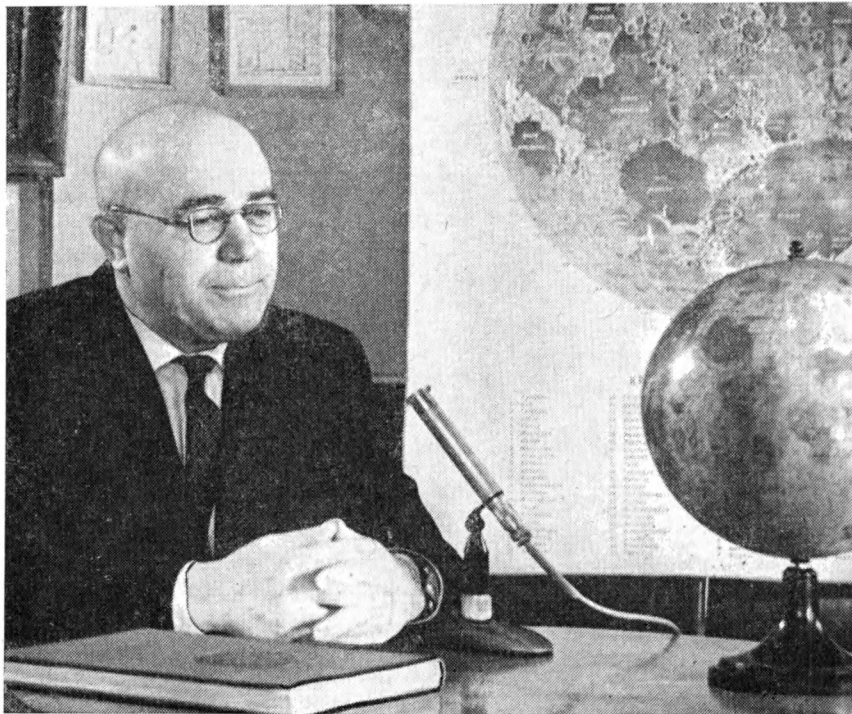
Кандидат  
физико-математических наук  
В. В. ШЕВЧЕНКО

## Юрий Наумович Липский

(к 70-летию со дня рождения)

Известный исследователь Луны и планет, профессор Московского государственного университета Юрий Наумович Липский родился 22 ноября 1909 года в белорусской деревне Дубровно в семье рабочего. Свой трудовой путь Ю. Н. Липский начал в 1925 году после окончания школы. Несколько лет он работал электромонтером на вагоноремонтном заводе. Там же в 1931 году Ю. Н. Липский вступил в партию. В 1932 году его направили на курсы рабочей аспирантуры, окончив которые, он стал студентом физического факультета Московского университета. С 1938 года Ю. Н. Липский под руководством академика В. Г. Фесенкова проходил аспирантскую подготовку. В 1941 году он закончил аспирантуру и получил назначение на должность заведующего Кучинской астрофизической обсерваторией Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (ГАИШ). В том же году Ю. Н. Липский опубликовал свою первую научную работу «О дифракционном методе исследования щели спектрографа», определившую одно из направлений его последующей научной деятельности. Однако продолжить начатые исследования помешала война. Коммунист Ю. Н. Липский, как и многие другие представители советской науки, ушел добровольцем на фронт. В рядах Красной Армии Ю. Н. Липский прослужил с 1942 года до сентября 1945 года, воевал на различных фронтах, был трижды ранен и один раз контужен. Боевые заслуги Ю. Н. Липского отмечены правительственными наградами.

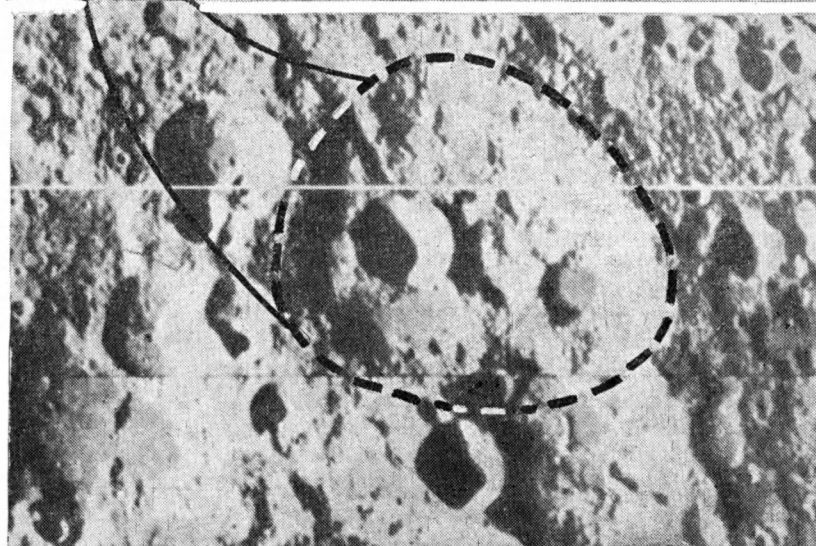
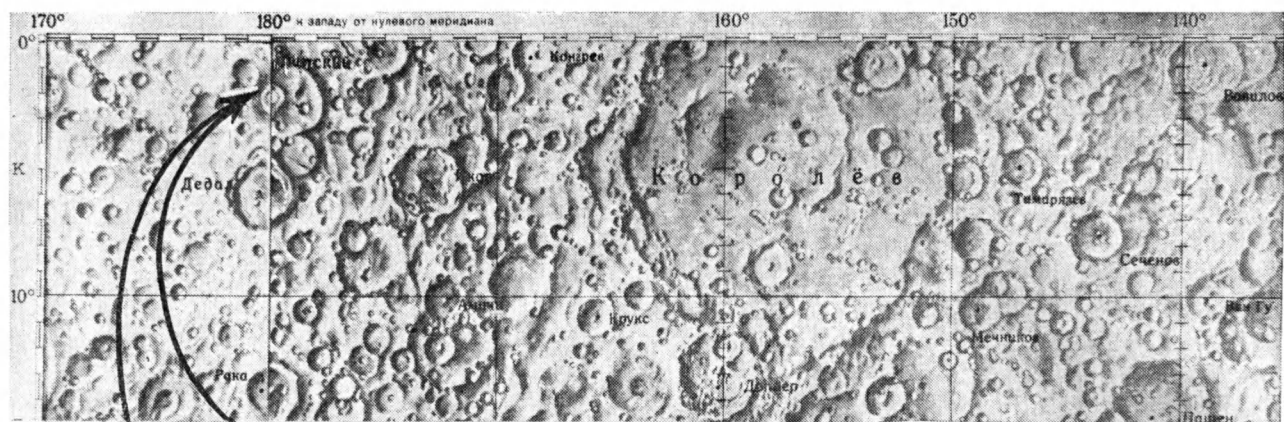
Вернувшись в ГАИШ после демобилизации, Ю. Н. Липский продолжил



прерванную войной научную деятельность. В конце 40-х и в 50-е годы он занимался в основном изучением поляризации света и, в частности, света, отраженного Луной. В 1948 году Ю. Н. Липский защитил кандидатскую диссертацию на тему «Оценка массы лунной атмосферы по поляризационным исследованиям ее поверхности». В серии последующих работ он усо-

вершенствовал методику поляризметрических наблюдений, широко использованную затем при изучении Луны и планет, солнечной короны, дневного и сумеречного неба. В этот же период Ю. Н. Липский предложил новые методы спектрофотометрических исследований, в том числе метод, основанный на поляризационно-спектрофотометрических измерениях. Во время Международного геофизического года Ю. Н. Липский руководил исследованиями спектральных поляризационных особенностей свечения дневного и сумеречного неба. В начале 60-х годов он заинтересовался

■  
*Юрий Наумович Липский (1909—1978)*



применением телевизионных систем в астрономии. Аппаратура, благодаря которой изображение, полученное с помощью телескопа, передавалось на экран телеустановки, позволила провести ряд детальных наблюдений участков лунной поверхности.

Параллельно с научной работой Ю. Н. Липский вел активную педагогическую, общественную и организационную деятельность. С 1938 года он преподавал на астрономическом

отделении Московского университета. Ю. Н. Липский постоянно находился на выборной партийной работе. Во время строительства нового здания университета и обсерватории на Ленинских горах он многое сделал для оснащения обсерватории современным оборудованием.

Но, пожалуй, наиболее плодотворной стала деятельность Ю. Н. Липского в эру космических исследований Луны. Юрий Наумович активно включился в обработку первых фотографий невидимого с Земли лунного полушария. Он предложил оригинальную методику обработки снимков, благодаря которой удалось выявить многие особенности лунного рельефа на снимках, полученных в условиях полнолуния, когда детали рельефа становятся трудноразличимыми неза-

висимо от качества фотографического изображения. Результаты работы Ю. Н. Липского были опубликованы в «Атласе обратной стороны Луны», вышедшем в 1960 году. Совместно с картографами из Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэросъемки и картографии Ю. Н. Липский подготовил первую детальную карту обратной стороны Луны и первый в мире глобус Луны, на котором «белым» пятном остался лишь небольшой сектор невидимого с Земли полушария.

Научная и организационная деятельность Ю. Н. Липского в этот период получила заслуженное признание. В 1963 году ему была присуждена степень доктора физико-математических наук, а несколько позднее Ю. Н. Липского назначили научным руководителем комплексной работы по изучению космических снимков Луны и глобальному картированию поверхности лунного шара. В середине 60-х годов советские космические аппараты завершили глобальный обзор лунной поверхности, а затем в СССР и США появились первые снимки, переданные с борта искусственных спутников Луны. Представители около десяти различных организаций, объединенных под научным руководством Ю. Н. Липского, проводили исследования по разным направлениям. Были разработаны и применены на практике методы электронно-аналоговой обработки изображений. Астрономы использовали такие

■  
Фрагмент «Полной карты Луны» масштаба 1:5 000 000 и фотография кратера Липский (очерчен пунктирной линией). Диаметр кратера около 90 км, его координаты: 2,3° ю. ш., 180,8° в. д.

новые методы исследований, как фотометрия деталей Луны на основе космических съемок. Они сделали фундаментальные выводы о глобальном строении лунного шара, обнаружили неизвестные ранее типы лунных образований — огромные впадины на материковом щите и гигантские кратерные цепочки. Картографы впервые приступили к созданию карт, охватывающих всю лунную поверхность, и глобусов, на которых уже практически не осталось «белых» пятен.

Подобная организация астрономических лунных исследований в нашей стране осуществлялась впервые. В процессе этой работы в ГАИШ развивался и рос коллектив ближайших сотрудников Ю. Н. Липского, созданный в самом начале 60-х годов. При своем рождении он получил название отдела физики Луны и планет. Помимо изучения традиционных проблем планетной астрофизики на основе наземных, а затем и космических съемок, сотрудники отдела разрабатывали методы автоматизированного анализа изображений, картографо-морфометрических и селенодизических исследований. Научный кол-

лектив, проводивший на достаточно высоком профессиональном уровне работы по всем основным астрономическим направлениям лунных исследований, возник благодаря многогранности научных интересов своего руководителя — Юрия Наумовича Липского. Закономерно, что впоследствии Астрономический совет АН СССР поручил ГАИШ роль координирующего учреждения по теме «Луна». Это было признанием ведущей роли отдела, возглавляемого Ю. Н. Липским, в астрономических исследованиях Луны.

В результате комплексного изучения материалов космических съемок Луны были изданы в 1967 и 1975 годах вторая и третья части «Атласа обратной стороны Луны», составленные под научным руководством Ю. Н. Липского, и селенодизические каталоги, охватывающие видимую и обратную стороны Луны. ГАИШ совместно с Топогеодезической службой СССР подготовил и выпустил в свет несколько изданий «Полной карты Луны» (масштаб 1 : 5 000 000) и глобуса Луны (масштаб 1 : 10 000 000). Большой популярностью у профессиональных астрономов и любителей

астрономии пользовалась «Фотокарта видимого полушария Луны» (масштаб 1 : 5 000 000).

В 70-х годах под руководством Ю. Н. Липского сотрудники ГАИШ и Геологического института АН СССР начали новый цикл работ — сравнительный статистический анализ распределения кратерных форм на Луне, Меркурии и Марсе. Вышедшие отдельными изданиями «Каталог кратеров Меркурия и Луны» и «Каталог кратеров Марса и статистика кратеров Марса, Меркурия и Луны» (1977 г.) стали последними крупными работами, завершенными при жизни Ю. Н. Липского. Юрий Наумович умер 24 января 1978 года.

Учитывая значительный вклад профессора Ю. Н. Липского в лунно-планетные исследования и, особенно, в изучение обратной стороны Луны, Международный астрономический союз принял решение увековечить его имя в названии кратера на Луне. Кратер Липский расположен в самом центре невидимого с Земли полушария, исследование которого было наиболее яркой страницей в жизни ученого.



## ЗАГАДКА КРАТЕРА РИС

Среди множества земных кольцевых структур особое внимание привлекает метеоритный кратер Рис в южной части ФРГ («Земля и Вселенная», № 3, 1968, с. 11; № 5, 1969, с. 35.— *Ред.*). Диаметр кратера около 24 км, он образовался 15 млн. лет назад в результате падения маленького астероида, поперечник которого составлял примерно 1 км.

Химический состав этого астероида попытались установить Дж. Морган, М.-Дж. Янсенс, Я. Хертоген, Дж. Гросс и Х. Такахаши, работавшие в Чикагском университете (США).

До начала их работы бытовало неверное представление о том, что метеоритные кратеры на Земле возникали при падении крупных железных или железо-каменных метеоритов. Осколки таких метеоритов находили в небольших кратерах, в крупных кратерах метеоритное вещество полностью перемешано с земным.

Хороший индикатор метеоритного вещества — сидерофильные (греч. *sideros* — железо, *philos* — любящий) элементы, в частности, никель, кобальт, иридий и осмий. Их количество в образцах пород, взятых из кратера, степень превышения над «фоновым» содержанием в образцах вне кратера и в еще большей мере — соотношение между содержаниями этих элементов (оно различно в земных породах и в метеоритах раз-

ных классов) позволяют идентифицировать вещество метеорита, породившего кратер. Однако во время образования кратера происходят физико-химические процессы, которые ведут к перераспределению сидерофильных элементов. Поэтому определяют не только их содержание, но и содержание летучих элементов — таких, как цинк и кадмий. Степень потери летучих элементов в том или ином исследуемом образце характеризует и степень физико-химических изменений (степень метаморфизма), которым подвергался образец. А это уже дает возможность судить о происшедшем перераспределении сидерофильных элементов.

Результаты подобных анализов свидетельствовали о существовании в земных метеоритных кратерах вещества железных или железо-каменных метеоритов. Исключение составлял до недавнего времени лишь кратер Кливтер Восточный (Канада), возникший при падении хондрита. Между тем среди метеоритов, выпадающих на поверхность

Земли, на долю железных приходится всего 6%, на долю железо-каменных — менее 2%, на долю хондритов — около 86% (1), на долю ахондритов — примерно 7%.

Чтобы определить состав тела, которое породило кратер Рис, было отобрано из кратера и проанализировано 23 образца с разной степенью метаморфизма, происшедшего в результате кратерообразования. Содержание сидерофильных элементов, привнесенных космическим объектом, получилось необычайно низким, а соотношение между содержаниями этих элементов оказалось примерно таким же, как в каменной части железо-каменного метеорита Бенкуббин, найденного в Австралии в 1930 году. Каменная часть метеорита Бенкуббин имеет ахондритный состав, точнее, состав одной разновидности ахондритов — обритов, которые почти целиком состоят из белого силикатного минерала энстатита.

Исследователи полагают, что метеоритный кратер Рис образован астероидом обритного состава. По их мнению, этот астероид мог принадлежать к группе мелких астероидов, названной по имени одного из своих представителей Венгрия. Двадцать три члена этой группы движутся по орбитам, пересекающим орбиту Марса. Два года назад астрофизическими методами было исследовано три астероида группы — Низа, Ангелина и сама Венгрия. Их размеры, соответственно, 82, 56 и 11 км. Оказалось, что все они сложены веществом обритного состава. Весьма примечательно, что это — единственные астероиды такого состава среди почти четырехсот, вещество поверхности которых изучалось астрофизическими методами. Не исключено, что группа Венгрии возникла в результате дробления более крупного астероида обритного состава. Планетные возмущения меняют орбиты его обломков, и некоторые обломки получают возможность выпасть на Марс или на Землю, Венеру и Меркурий. Не одно ли из таких столкновений произошло 15 млн. лет назад, когда на Земле образовался кратер Рис?

**Кандидат  
физико-математических наук  
А. Н. СИМОНЕНКО**

**Ученый секретарь ВАГО,  
кандидат физико-математических наук**

**В. А. БРОНШТЭН**



## **Пленум Центрального совета ВАГО**

9—10 марта 1979 года в Москве состоялся четвертый пленум Центрального совета Всесоюзного астрономического общества (ВАГО) шестого созыва. В его работе участвовали представители отделений общества из 53 городов страны.

Пленум открыл президент ВАГО член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже. С отчетным докладом о деятельности общества в 1978 году выступил вице-президент ВАГО профессор Л. С. Хренов. В докладе были отмечены достижения общества за третий год 10-й пятилетки. Укрепилась связь Центрального совета ВАГО с отделениями, заметно оживилась работа многих отделений, особенно Тюменского, Шадринского, Магаданского. Активно функционируют секции Центрального совета и отделений ВАГО. При астрономической секции Центрального совета создана группа по газовой динамике, в которую вошли крупные специалисты: доктор технических наук К. П. Станюкович, доктор физико-математических наук Э. И. Андрианкин, доктор физико-математических наук И. В. Немчинов. Группа выпустила сборник «Низкотемпературная плазма в космосе и на Земле», готов к печати другой сборник «Динамика сплошной среды в космосе и на Земле».

Под руководством профессора Н. В. Васильева продолжались изыскания в районе Тунгусской катастрофы 1908 года. Были картированы обнаруженные ранее космохимические аномалии, собраны пробы почвы для анализа на сколовый углерод, проводились и другие исследования

(«Земля и Вселенная», № 6, 1978, с. 37—41.— Ред.). В них участвовали члены Томского, Новосибирского, Московского, Калининского отделений ВАГО. Члены ВАГО продолжали изучение кратеров Каали (Московское и Эстонское отделения), места падения Тасеевского метеорита (Московское отделение), специальная экспедиция была направлена в район находки Палласова Железа — первого метеорита, обнаруженного на территории нашей страны еще в 1749 году (Московское и Красноярское отделения, Комитет по метеоритам АН СССР). Визуальные, фотографические и спектральные наблюдения метеоров выполнялись на Крымской метеорной станции ВАГО, а визуальные — во многих других отделениях. В ряде отделений ВАГО проводились также систематические наблюдения планет, Луны, солнечных и лунных затмений, велись поиски и наблюдения комет, регистрация моментов покрытий звезд Луною.

Геодезические секции отделений ВАГО занимаются усовершенствованием методов геодезических исследований, помогают производству. Помимо «традиционных» направлений, связанных с применением геодезии в строительстве, в городском и сельском хозяйстве, в некоторых отделениях ВАГО развиваются оригинальные исследования. Так, в Свердловском отделении подытожены работы по стереофотограмметрической съемке инженерных взрывов. Такой метод съемки позволяет контролировать правильность расчетов взрывников, точно фиксировать последствия взрывов. Геодезисты Свердловского отделения ВАГО наблюдают также дви-



жения земной коры. В Ленинградском отделении много лет успешно функционирует секция физических основ астрономо-геодезического приборостроения. Сейчас методы радио- и светолокации все шире входят в практику геодезических работ, немало повышая их точность. Геодезисты — члены ВАГО приняли участие во многих научно-технических конференциях и совещаниях, организованных Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР, Министерством высшего и

среднего специального образования СССР и другими ведомствами.

Учебно-методическая секция ВАГО и секции отделений продолжают оказывать помощь школе. Обсуждалась программа по астрономии для 10 класса средней школы, во многих отделениях состоялись семинары и консультации для учителей астрономии. Назрела необходимость в проведении второго совещания представителей учебно-методических секций отделений ВАГО. Первое было создано в 1973 году в Горьком.

Почти все отделения ВАГО активно занимаются популяризацией науки: члены ВАГО читают лекции на предприятиях и в учебных заведениях, выступают по радио, телевидению, в печати. Известность приобрел телевизионный журнал «Звездочет», ор-

ганизованный членами Центрального совета ВАГО В. К. Луцким и Б. Г. Пшеничнером. Отделения ВАГО помогают работе планетариев и народных обсерваторий. Однако в ряде выступлений на пленуме было отмечено, что положение с народными обсерваториями далеко не благополучно. Созданные при активном участии ВАГО проекты народных обсерваторий устарели, нужно разрабатывать новые. Статут народных обсерваторий требует юридического оформления. Необходимо обеспечить действующие и строящиеся народные обсерватории аппаратурой и пособиями. Было высказано пожелание решить все эти проблемы совместно с Всесоюзным обществом «Знание». Это пожелание отражено и в решениях пленума.

ВАГО выпустило ряд полезных из-

■  
*Президент ВАГО член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже открывает пленум*

Фото И. И. Неяченко

даний. Среди них все большую популярность завоевывают сборники статей по астрономии, издаваемые Ленинградским отделением. Недавно вышел седьмой по счету сборник «Астрометрия и небесная механика», посвященный 90-летию выдающегося советского ученого академика А. А. Михайлова.

В издании сборников статей по геодезии участвуют Ленинградское, Свердловское, Минское, Рудненское, Целиноградское, Волгоградское, Омское отделения ВАГО. Все эти сборники демонстрировались на выставке, посвященной 60-летию советской геодезии и картографии. Выставка экспонировалась в Московском политехническом музее с 11 по 25 марта 1979 года (см. статью С. А. Салаяева в этом номере журнала).

В издательстве «Наука» регулярно выходит «Астрономический календарь». Увидел свет уже 82-й его выпуск (календарь издается с 1895 года). По договоренности с Главной редакцией физико-математической литературы издательства «Наука» начат выпуск книг серии «Библиотека любителя астрономии».

Юношеская секция ВАГО совместно с Министерством просвещения СССР и ЦК ВЛКСМ провела в августе 1978 года в Симферополе Всесоюзное совещание руководителей астрономических кружков и обществ. Его

участники посетили Симферопольскую областную юношескую астрономическую обсерваторию и Крымскую астрофизическую обсерваторию АН СССР. Сейчас ведется подготовка к IV слету юных астрономов и космонавтов, который состоится в октябре этого года в пионерском лагере «Орленок» (под Туапсе).

После обсуждения отчетного доклада президиума Центрального совета ВАГО выступил профессор Е. Е. Ширяев. Он рассказал о значении картографии как науки и предложил организовать в ВАГО картографическую секцию. Это предложение, уже одобренное президиумом Центрального совета ВАГО («Земля и Вселенная», № 3, 1979, с. 58—60. — Ред.), было поддержано пленумом. Профессор Д. Я. Мартынов и кандидат физико-математических наук В. А. Бронштэн в своих выступлениях осветили работу журналов общества — «Земля и Вселенная» и «Астрономический вестник». Кандидат педагогических наук Е. П. Левитан сообщил о состоянии преподавания астрономии в школах пятнадцати городов страны. Его выступление было основано на результатах выборочной проверки, выполненной отделениями ВАГО по рекомендации Центрального совета.

С большим интересом участники пленума выслушали научные докла-

ды. Профессор Д. Я. Мартынов представил доклад 100-летию со дня рождения выдающегося ученого современности Альберта Эйнштейна. Доктор физико-математических наук М. Я. Маров привел новые сведения о природе Венеры, исследование которой недавно осуществили автоматические станции «Венера-11 и -12» («Земля и Вселенная», № 4, 1979, с. 5—14. — Ред.). Заместитель директора Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэро съемки и картографии М. Г. Герасименко рассказал о геодезических работах на геодинимических полигонах и о вкладе геодезии в дело прогнозирования землетрясений. С новыми образцами геодезической аппаратуры познакомили участников пленума В. Г. Львов и Д. А. Аникст.

В резолюции, принятой пленумом, работа президиума Центрального совета ВАГО в 1978 года признана удовлетворительной. Пленум постановил организовать картографическую секцию ВАГО под руководством профессора Е. Е. Ширяева. Пленум избрал М. Г. Герасименко членом президиума Центрального совета ВАГО.



## КОНКУРС ЮНЫХ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

В Витебской области седьмой год подряд проводится областной конкурс юных астрономов. В конкурсе два тура — заочный и очный. В этом году заочный тур конкурсов проходил с 15 января по 15 февраля. Задания, состоящие из пяти задач, распределялись по возрастным группам: младшая — до 7 класса включительно, средняя — 8—9 классы и старшая — 10 классы. В конкурсе приняли участие 21 городская и 30 сельских школ. Получено более 150 работ школьников с выполненными заданиями.

Победители заочного конкурса бы-

ли приглашены на очный тур, который состоялся 27—28 марта в Витебске. Около 40 ребят, приехавших на конкурс, должны были решить три задачи, а также выполнить практические работы, используя подвижные карты звездного неба, теллурий, зарисовки солнечных пятен.

Участники конкурса прослушали лекцию «Кометы и их открытие», осмотрели астрономическую выставку, организованную школьниками Витебска, посетили планетарий и обсерваторию Витебского педагогического института. Победители конкурса были награждены дипломами и подарками.

**В. А. ГОЛУБЕВ**



## НОВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОГРАММА

На 1982—1985 годы намечено новое крупное научное мероприятие, которое называется Программой средней атмосферы. В ней будут участвовать все развитые страны мира. Подготовительные исследования начались в 1979 году, в период максимума солнечной активности (с августа 1979 года он продлится приблизительно до марта 1981 года). Начало программы предполагается приурочить к 100-летию юбилею Первого международного полярного года, из которого «выросли» такие грандиозные научные мероприятия, как Международный геофизический год, Международный год спокойного Солнца.

Объектом исследований будут в основном стратосфера и мезосфера, где поглощается солнечное ультрафиолетовое излучение и в результате выделяются химически активные элементы и куда поступают волны из более низких слоев атмосферы.

В интервале высот от 10 до 100 км предполагается исследовать плотность, давление и температуру, изучить атмосферные движения различного масштаба и, наконец, взаимодействие всех этих параметров. Предусматривается разработка теоретических моделей, описывающих динамические и аэрономические аспекты стратосферы и мезосферы, а также соседних с ними областей — тропосферы и термосферы.

Первый подготовительный проект программы — координированные исследования поведения стратосферы и мезосферы — уже осуществляется. Составлены суточные и двухсуточные синоптические карты геопотенциальных высот, температуры и ветров для всего «зимнего» полушария (в северном полушарии с 15 ноября по 15 марта). Второй подготовительный проект включает исследование динамики экваториальных волн; третий — изучение фотохимических процессов в верхней стратосфере и мезосфере; четвертый — представление

метеорологических и химических параметров в виде среднемесячных зональных разрезов.

«MAP Newsletter», 1, 1979.

## ГРАВИТАЦИОННАЯ ПОСТОЯННАЯ

В Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга (ГАИШ) несколько лет проводится определение кавендишской гравитационной постоянной (коэффициент  $G$  в формуле закона всемирного тяготения Ньютона).

Эксперимент в принципе повторяет схему П. Хейла и П. Хржановского (США), которые в 1942 году определяли эту величину методом крутильных весов в динамическом режиме. Но в конструкции установки ГАИШ и методике есть и существенные отличия. Например, изменена форма пробных масс (это обеспечивает более высокую точность метрологических измерений), крутильные весы помещены в камеру с высоким вакуумом ( $p=5 \cdot 10^{-5}$  тор), применяется автоматизированная цифровая система регистрации колебаний крутильных весов и т. д.

Сотрудники ГАИШ М. У. Сагитов, В. К. Милуков, Е. А. Монахов, В. С. Назаренко и Х. Г. Таджидинов в 1975—1977 годах провели четыре серии измерений. Для исключения систематических ошибок между сериями экспериментов проводились повторные взвешивания и измерялись линейные размеры деталей установки.

Среднее значение постоянной, полученное в эксперименте ГАИШ, составляет  $G=(6,745 \pm 0,0008) \cdot 10^{-11}$  м<sup>3</sup>/кг·с<sup>2</sup>. Величина, определенная Хейлом и Хржановским и до сих пор используемая в физике, геофизике и астрономии, равна  $G=(6,674 \pm 0,005) \cdot 10^{-11}$  м<sup>3</sup>/кг·с<sup>2</sup>.

В последнее время определение гравитационной постоянной проводилось в ряде стран. Сравнение показывает, что результат ГАИШ принадлежит к числу наилучших.

«Доклады АН СССР», 245, 3, 1979.

## РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ БЛИЖНЕГО КОСМОСА

Несколько лет назад в средних и полярных широтах были зарегистрированы всплески радиоизлучения

околоземного космического пространства в большом диапазоне частот. Обнаружена связь этих явлений с полярными сияниями, солнечной активностью, поглощением космического радиоизлучения. Отмечалось также, что всплески метрового диапазона, наблюдавшиеся одновременно в двух или трех пунктах, совпадали с геомагнитными возмущениями.

Сотрудники Киевского государственного университета С. И. Мусатенко и В. А. Кравченко сопоставили всплески метрового и дециметрового диапазонов (измерения проводились в средних широтах в 1975—1977 годах) с состоянием магнитного поля Земли и с ионосферными данными. Авторы заметили, что во время геомагнитных возмущений число и длительность всплесков, наблюдавшихся на частоте 550 МГц, возрастали.

Как показали ионосферные данные, необходимое условие для наблюдения всплесков — наличие слоя  $E$  в ионосфере, а также различные явления в этой области (появление и исчезновение спорадических слоев, резкое увеличение частоты экранировки или ее внезапный спад). Связь со спорадическими слоями свидетельствует о том, что всплески возникают под воздействием высыпавшихся электронов. (Когда спорадические слои не регистрировались, всплески были очень редки или отсутствовали.) По-видимому, источник ионизации области  $E$  в утреннее, вечернее и ночное время зависит от состояния магнитного поля, тогда как днем ионизация определяется лишь солнечным излучением.

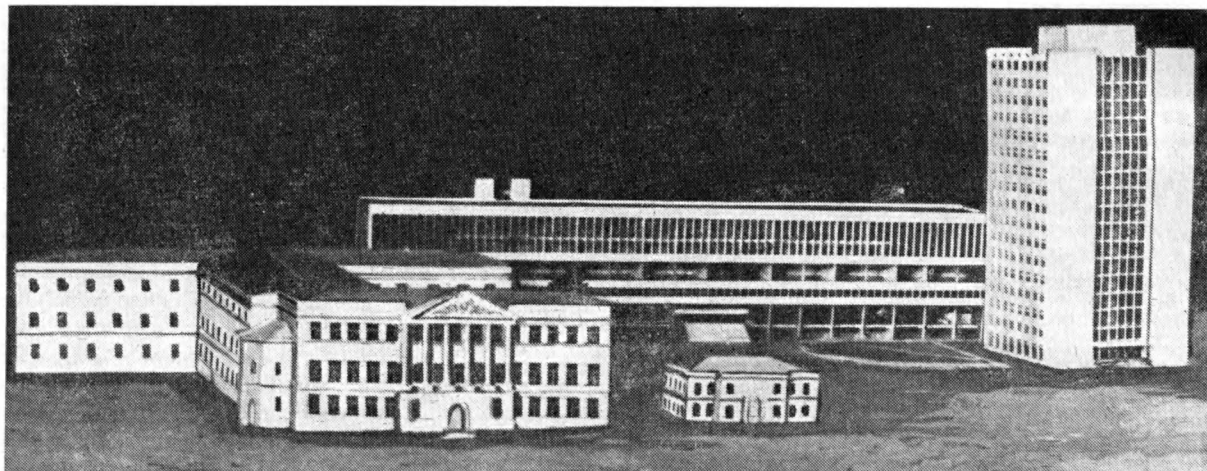
«Геомагнетизм и аэрономия», 2, 1979.





Профессор  
В. Д. БОЛЬШАКОВ

## Старейший технический вуз страны



### УКАЗ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

#### О награждении Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии орденом Ленина

За заслуги в подготовке высококвалифицированных специалистов для народного хозяйства, значительный вклад в развитие науки и в связи с 200-летием со дня основания наградить Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии орденом Ленина.

Председатель Президиума  
Верховного Совета СССР  
**Л. БРЕЖНЕВ**  
Секретарь Президиума  
Верховного Совета СССР  
**М. ГЕОРГАДЗЕ**

Москва, Кремль  
11 апреля 1979 г.

### РУССКОЕ ЗЕМЛЕМЕРНОЕ УЧИЛИЩЕ

Московский ордена Ленина институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии ведет свою историю от Константиновского землемерного училища, открытого 14 (27) мая 1779 года. Созданию этого учебного заведения предшествовал «Манифест о Генеральном межевании земель Российской империи», подписанный Екатериной II 19 сентября 1765 года. В следующем году была издана «Инструкция землемерам к Генеральному всей Империи земель размежеванию». В части, касающейся топографических съемок, инструкция гласила: «Снятие производить через вернейший инструмент — астролябию с принадлежностями, которые, приняв, осмотреть с прилежанием в ее исправности и содержать в крайнем бережении, чтобы оный не испортился».

Для организации и производства работ в составе Правительствующего Сената была на правах департамента образована Межевая экспедиция, в Москве — Межевая канцелярия, в губерниях — Межевые конторы. Естественно, встал вопрос о подготовке специалистов, владеющих искусством измерений на Земле, — землемеров (по современной терминологии — геодезистов).

Указом Правительствующего Сената от 23 апреля 1779 года предписывалось начать при Межевой канцелярии обучение землемерному делу помощников и учеников. Рапортом в Сенат по Межевой экспедиции 16 мая 1779 года Межевая канцелярия сообщила: «...училище...открыто сего мая 14 дня... и наименовано Константиновским». Основателем училища был директор Межевой канцелярии, оберпрокурор Сената, тайный советник Сергей Рожнов.

Через десять дней после открытия

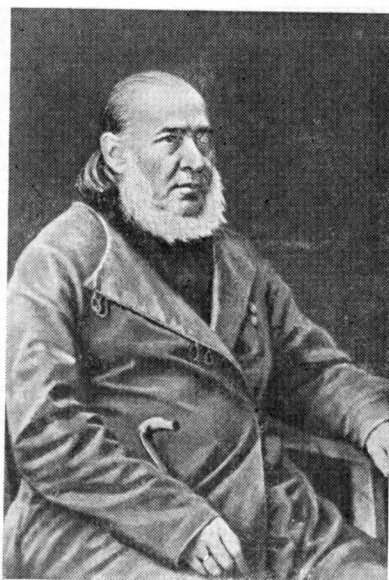


училища Межевая канцелярия утвердила порядок занятий (по данным годового отчета от июня 1780 года, в училище обучалось 75 человек). Основными учебниками были знаменитая «Арифметика» Магницкого и не имеющая себе равных в мировой литературе того времени книга «Молодой геодет», сочиненная ординарным профессором математики, членом Императорской академии наук Семёном Котельниковым и вышедшая в Санкт-Петербурге в 1766 году. В предисловии к «Молодому геодету» автор определяет геодезию как науку, имеющую «твердый союз» с геометрией, механикой, физикой и другими дисциплинами. Он пишет: «Науки, потребныя Геодету, Геометрия и Алгебра, способствующие и просвещающие разум Физика, Механика, Оптика, Астрономия, без помощи которых наука его более художеству или иначе некоему рукоделию уподобляется; ибо геодет принужден правилам применяться слепо, что во многих случаях рождает сумнение, а иногда и ошибки».

Спустя более 20 лет после основания Константиновского землемерного училища высшую математику в нем изучали уже по «Полному курсу чистой математики» (автор — артиллерийский штаб-юнкер Ефим Войтяховский). Геодезия в то время входила как часть тригонометрии в курс математики. Войтяховский дает ей в книге такое определение: «Геодезия, или межевание, есть наука, показывающая правила, каким образом означать границы земли, принадлежащей каждому владельцу, и сочинять оным землям самоисправнейшие планы, с подробным изображением различных местоположений, в пределах тех границ содержащихся».

Если учесть, что первый состав воспитанников училища более чем наполовину состоял из землемерных помощников, то есть людей взрослых и образованных (как, например, землемерный помощник живописец Егор Михайлов, который был «вместе учитель и ученик»), то училище готовило высококвалифицированных по тем временам специалистов.

Первую, наиболее существенную реформу в училище провели в 1819



году, когда специальным указом утвердили его устав и новый штат. Срок обучения по новому уставу составлял 4 года, а число учеников увеличилось

■ *Первый директор Константиновского межевого института — русский писатель С. Т. Аксаков*

■ *Профессор Б. Я. Швейцер — первый астроном Константиновского межевого института*

вдвое (вместо 100—200). Училище было открытым, с лекционной системой, а посещение лекций — свободное. Перевод из нижних классов в высшие производился только по результатам экзаменов.

## СОЗДАНИЕ ИНСТИТУТА

В 1835 году в связи с нехваткой землемеров Константиновское училище преобразовали в Константиновский межевой институт и его первым директором назначили известного русского писателя С. Т. Аксакова. Теперь это уже закрытое учебное заведение, что «было благодеянием для большей части воспитанников, принадлежавших к бедному классу семей землемеров (при приеме детям землемеров и чиновников Межевого ведомства отдавалось предпочтение — В. Б.), живших не в Москве, а по всей России».

Особое внимание в институте уделялось практическим занятиям по геодезии в полевых условиях, на них в последние два года обучения отводилось полтора месяца летнего времени. Студенты начали глубоко изучать алгебру, физику, геодезию, агрономию. Геодезия теперь стала самостоятельным предметом. Наряду со специальными и физико-математическими дисциплинами большое значение придавали географии, истории и даже русскому языку. Для преподавания языка С. Т. Аксаков пригласил В. Г. Белинского, но он, правда, пробыл в институте недолго (с 10 марта по 22 октября 1838 года).

По новому уставу, утвержденному 27 апреля 1844 года, в институте ввели 7-летнее обучение и он был официально признан «главным межевым учебным заведением» для подготовки землемеров по государственному межеванию земель.

Несмотря на то, что геодезия оставалась основной, ведущей дисциплиной института, в нем на высоком уровне преподавалась высшая математика, механика и другие фундаментальные науки. (К преподаванию математики привлекались С. А. Чаплыгин, Н. Н. Лузин и др.). Неудивительно поэтому, что А. В. Летников, окончивший институт в 1856 году, стал вы-

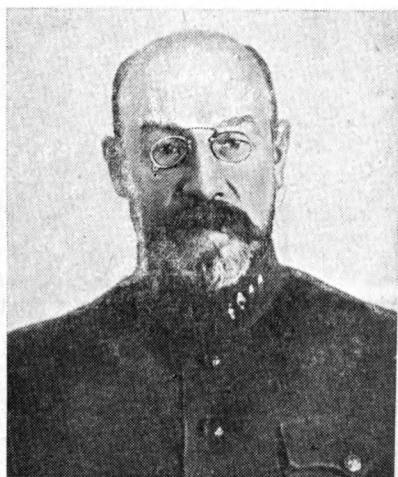
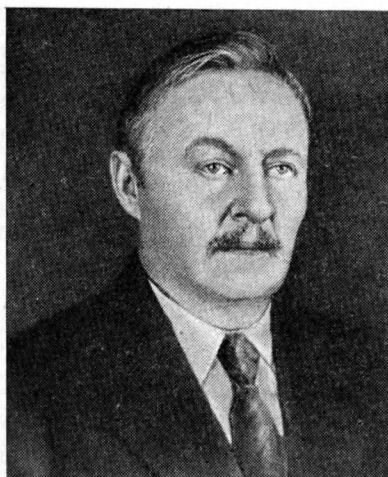
дающимся математиком (в 1884 году его избрали членом-корреспондентом Петербургской академии наук), а И. И. Померанцев (выпуск 1867 года) — выдающимся геодезистом. Назначенный в 1911 году начальником Корпуса военных топографов, И. И. Померанцев впервые в России наметил программу построения триангуляции I класса.

Константиновский межевой институт проводил и большую научную работу. На его обсерваториях (астрономической, магнитной и метеорологической) велись постоянные наблюдения. Профессор Б. Я. Швейцер в 1853 году на астрономической обсерватории открыл новую комету. Под его руководством в течение ряда лет изучался район подмосковной гравитационной аномалии. Продолжение этих исследований в 1877 году возглавил Ф. А. Бредихин, выдающийся русский астроном, ученик Б. Я. Швейцера.

С 40-х годов прошлого века преподаватели и студенты института участвовали во многих экспедициях: Астраханской, Восточно-Сибирской, Алтайской, экспедиции на Шпицберген, в Русской полярной экспедиции Э. В. Толля, а также в съемках территории многих городов России.

Исключительно большое значение в Константиновском межевом институте придавалось дополнительному обучению астрономии и геодезии, которое проводилось в Пулковской обсерватории. Туда направлялись лица, оставленные при институте для подготовки к профессорской деятельности. Среди них были, например, И. А. Иверонов и Ф. Н. Красовский. С выпускниками занимались академики В. Я. Струве, А. Н. Савич, А. Я. Купфер. Пулковская обсерватория до 1932 года непосредственно участвовала в подготовке астрономов-геодезистов сначала Межевого, а затем Московского геодезического института.

В дореволюционное время студенты института нередко протестовали против деспотизма, насилия и произвола, царившего тогда в России. Время от времени вспыхивали «беспорядки». В 1891 году за призыв «оказать администрации прямое сопротивление действием» из института были



исключены старшекурсники В. Д. Бонч-Бруевич, Н. Хавский, В. Ярмоленко. Революционное настроение студентов особенно проявилось во время первой русской революции, и по особому распоряжению реакционного столяпинского правительства в течение

■  
*Профессор Ф. Н. Красовский — ректор института с 1919 по 1921 год*

■  
*Первый начальник Высшего геодезического управления М. Д. Бонч-Бруевич*

двух учебных лет (1904/05 и 1905/06 годы) институт был закрыт.

#### СОВЕТСКИЙ ПЕРИОД

Только после Великой Октябрьской социалистической революции геодезическое образование достигло подлинного расцвета. Выдающуюся роль сыграл «Декрет о создании Высшего геодезического управления», подписанный В. И. Лениным 15 марта 1919 года.

В 1924 году в Межевом институте создали новую специализацию — фототопографию. Через шесть лет на базе геодезического факультета открыли Московский геодезический институт с пятью отделениями, а землеустроительный факультет выделили из состава института и передали Наркомзему. В 1936 году Геодезический институт был переименован в Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК). В нем организовали три факультета: геодезический, картографический и факультет геодезического инструментоведения.

Институт богат революционными традициями. Многие его выпускники и преподаватели активно участвовали в Великой Октябрьской социалистической революции и гражданской войне. Среди них: В. Д. Бонч-Бруевич — управляющий делами Совета Народных Комиссаров; М. Д. Бонч-Бруевич — первый начальник полевого штаба Реввоенсовета республики; П. А. Кобозев — большевик-ленинец, председатель Совета Министров Дальневосточной республики.

В нашей стране и за рубежом МИИГАиК признан ведущим учебно-научным центром в области геодезии, картографии, геодезического приборостроения и аэрокосмической съемки. В его стенах как самостоятельные подразделения наук о Земле возникли и оформились геодезия, картография, аэрофотосъемка, космическая геодезия, морская геодезия, гравиметрия, геодезическая астрономия, исследование природных ресурсов. МИИГАиК готовит инженеров по всем этим специальностям, включая оптическое и оптико-электронное приборостроение.



Труды профессоров и выпускников института принесли всемирную славу геодезической науке. Фундаментальные работы по геодезии, высшей геодезии, геодезической астрономии создали член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственных премий СССР, доктор технических наук, профессор Ф. Н. Красовский; заслуженные деятели науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора А. С. Чаботарев, А. А. Изотов, К. А. Цветков и др.

Исследованиям по теории фигуры Земли, изучению внешнего гравитационного поля и фигуры Земли, а также физике Земли посвящены выдающиеся работы Героя Социалистического Труда академика А. А. Михайлова и академика В. А. Магницкого, лауреата Ленинской и Государственной премий, члена-корреспондента АН СССР М. С. Молоденского, члена-корреспондента АН СССР Ю. Д. Буланже и др.

Все топографо-геодезическое производство страны оснащено фотограмметрическими приборами отечественного производства. Многие из них разработаны в институте. Один из авторов — доктор технических наук, профессор Ф. В. Дробышев — за разработку и внедрение большого числа уникальных фотограмметрических приборов был удостоен Государственной премии СССР и Ленинской премии.

Под руководством ученых института впервые в мире произведена фотосъемка Луны с космических кораблей «Зонд» с доставкой пленки на Землю, разработана и внедрена методика фотосъемки Земли с космических кораблей «Союз» и орбитальных пилотируемых станций «Салют», впервые в мире созданы топографические карты обратной стороны Луны. Ру-



*Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии сегодня. Занятия в метрологической лаборатории (верхний снимок); занятия в классе программированного обучения (средний снимок); студенты на полевой практике (нижний снимок)*



ководителями этих работ были автор этой статьи, а также доктор технических наук, профессор Л. А. Вахрамеева, доктор технических наук, профессор Н. П. Лаврова и др.

В институте сложилась признанная во всем мире школа по расчету оптических систем и по оптическим измерениям. Фундаментальные труды профессора Н. М. Кислова, доктора технических наук, профессора Б. В. Фе-

филова и лауреата Ленинской и Государственной премий А. С. Дубовика известны не только в нашей стране, но и за рубежом.

На шести факультетах МИИГАиК обучаются 5000 студентов и аспирантов, среди них более двухсот иностранцев, представителей 38 социалистических и развивающихся стран. В преподавательский состав института, включающий 210 докторов и кандида-

тов наук, входят высококвалифицированные специалисты.

Сейчас коллектив МИИГАиК трудится над выполнением задач, поставленных XXV съездом КПСС по дальнейшему повышению качества подготовки специалистов для народного хозяйства страны и, в первую очередь, для новых направлений науки и техники.

## «КОСМОС — ЗЕМЛЯ»

Так называется комплект открыток, подготовленный по материалам фотографических экспериментов с автоматических станций «Зонд-5, -7, -8» и орбитальных пилотируемых станций «Салют-3 и -5». Эксперименты выполнялись под научным руководством профессоров Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии В. Д. Большакова и Н. П. Лавровой.

Комплект включает 17 цветных и черно-белых открыток. Здесь и глобальные фотографии Земли, показывающие нашу планету с расстояний 86 тыс. км («Зонд-5»), 78 тыс. км («Зонд-7»), а также снимки, одновременно запечатлевшие Землю и край Луны («Зонд-7 и -8») с расстояния от Земли 390 тыс. км., расстояние до Луны — 1350 и 2000 км. Здесь и открытки, на которых видны зоны влияния апвеллинга и впечатляющие облачные образования (гряды мощных кучевых облаков, спирали облачных вихрей, подобные галактикам). Снимки позволяют проследить изменение береговой линии в дельте Волги, окинуть взглядом отроги и предгорья Тянь-Шаня, разглядеть множество русел рек, стекающих с гор и образующих неповторимый Ферганский оазис, всмотреться в знакомые с детства очертания озера Балхаш и увидеть прибалхашские пустыни...

Две открытки показывают нам лунный рельеф с расстояния 10 тыс. км («Зонд-7»).

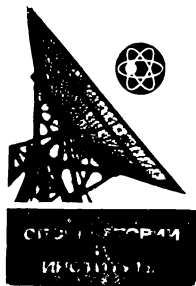
Каждый из снимков аннотирован. Кроме того, комплект открыток снабжен общим текстом, разъясняющим научное и народнохозяйственное значение фотосъемки из космоса.

Еще одна особенность открыток: на каждой из них помещена фотография либо искусственного спутника Земли, либо автоматической станции, либо космического корабля.

Этот интересный во многих отношениях комплект открыток выпустило в 1978 году издательство «Планета».

Е. Л.





С. О. КУЗЬМИН

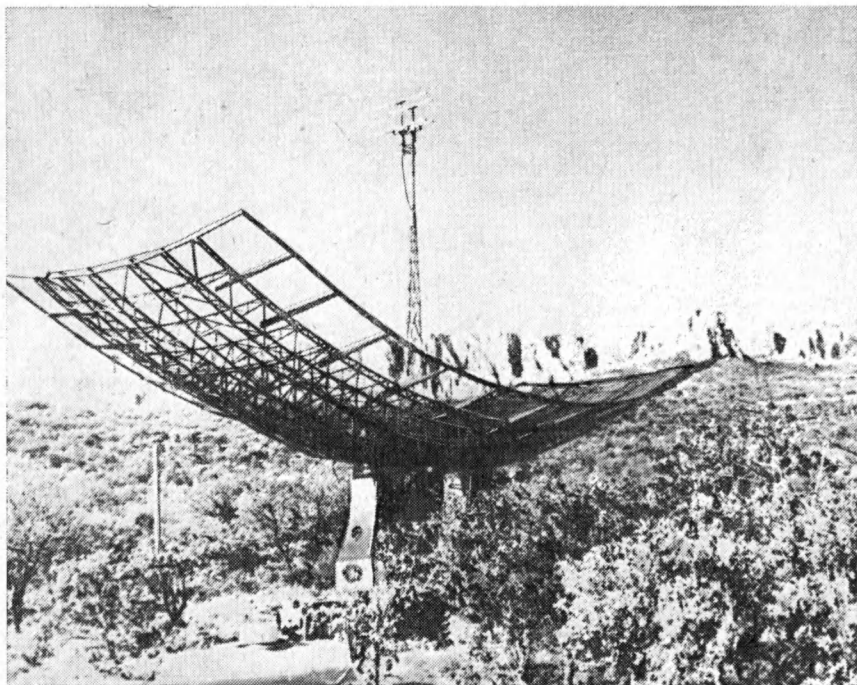
## Пушино — радиоастрономический центр

Пушино, Академгородок. Сегодня этот адрес знаком ученым многих стран мира. Здесь расположен Научный центр биологических исследований, АН СССР и Радиоастрономическая станция Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР, с которой немногим более двадцати лет назад и началось строительство города. Ученые, проникающие в тайны жизни и Вселенной, работают рядом.

### ПЕРВАЯ РАБОТА — ПЕРВОЕ ОТКРЫТИЕ

История научного центра... По-разному можно отсчитывать ее начало: от первой палатки строителей или истоков научного направления, от первого эксперимента или открытия. Но всегда у нее будет одно общее — неразрывная связь с судьбами людей.

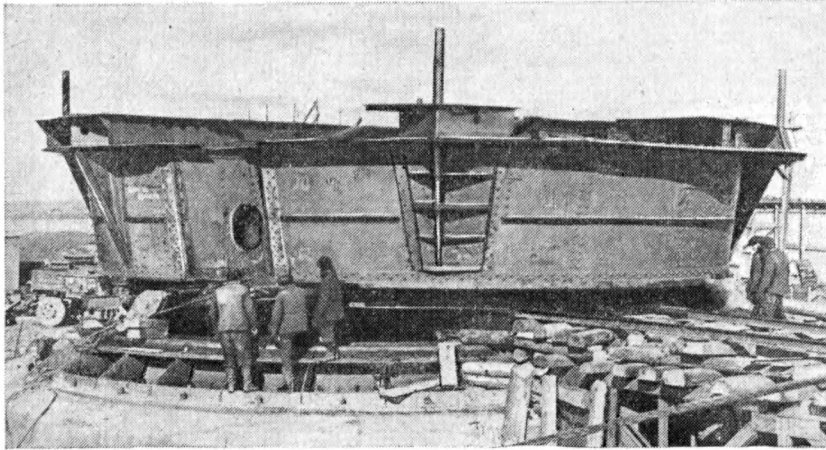
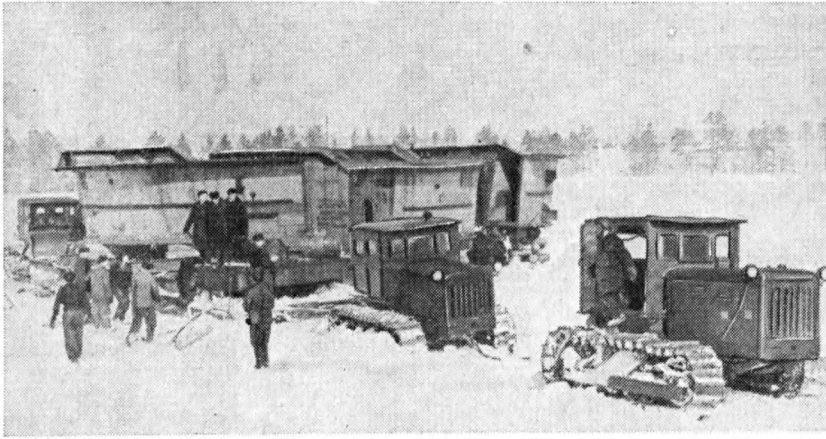
История радиоастрономической станции в Пушино началась у берегов... Бразилии. Шел 1947-й год. Всего три года назад с достоверностью обнаружено радиоизлучение Солнца. Но механизм солнечного радиоизлучения и его происхождение еще остаются загадкой. По инициативе академика Н. Д. Папалекси Академия наук СССР снаряжает на теплоходе «Грибоедов» экспедицию в Бразилию для того, чтобы наблюдать радиоизлучение Солнца во время полного солнечного затмения. К сожалению, Н. Д. Папалекси не успел принять в ней участие, однако работа, выполненная по его предложению С. Э. Хайкиным и Б. М. Чихачевым, имела огромное значение. Было показано, что радиоизлучение Солнца в диапазоне метровых волн исходит из короны.



В 1948 году в Физическом институте имени П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН) под руководством С. Э. Хайкина создается группа, фактически положившая начало радиоастрономическим исследованиям в Советском Союзе. На территории Крымской экспедиции (позднее переименованной в Крымскую научную станцию) ФИАН строятся первые радиотелескопы: с полноповоротным сплошным зерка-

лом диаметром 7,5 м (1948—1950 гг.), два 4-метровых (1949—1950 гг.) и два 18,5-метровых рефлектора (1952—1954 гг.). Позднее, в 1959 году, на этих антеннах измерялись траектории советских космических аппаратов «Луна-1, -2 и -3» и были определены время и район прилунения «Луны-2». В 1953—1954 годах сооружаются два уникальных радиотелескопа диаметром 30 м, параболические зеркала которых были выполнены прямо в земле и их отражающие поверхности покрыты провололочной сеткой. На этих инструментах В. В. Виткевич открыл сверхкорону Солнца, А. Д. Кузьмин и В. А. Удальцов обнаружили поляризацию радиоизлучения Крабовидной туманности.

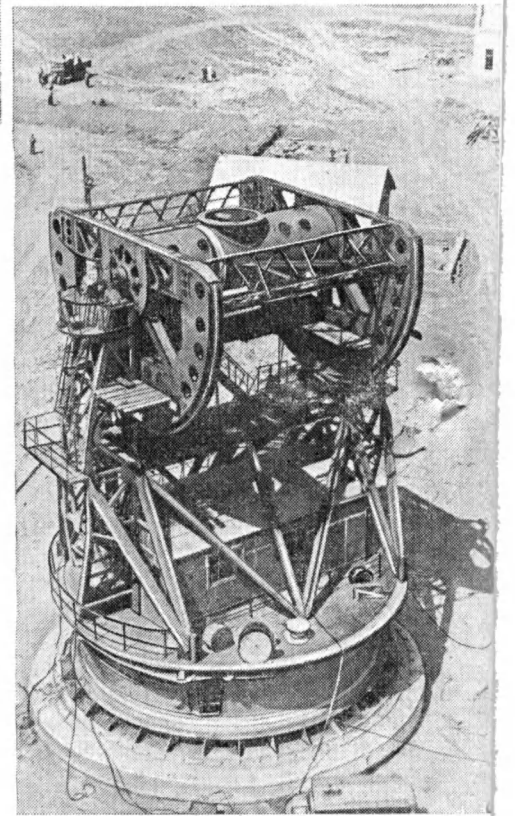
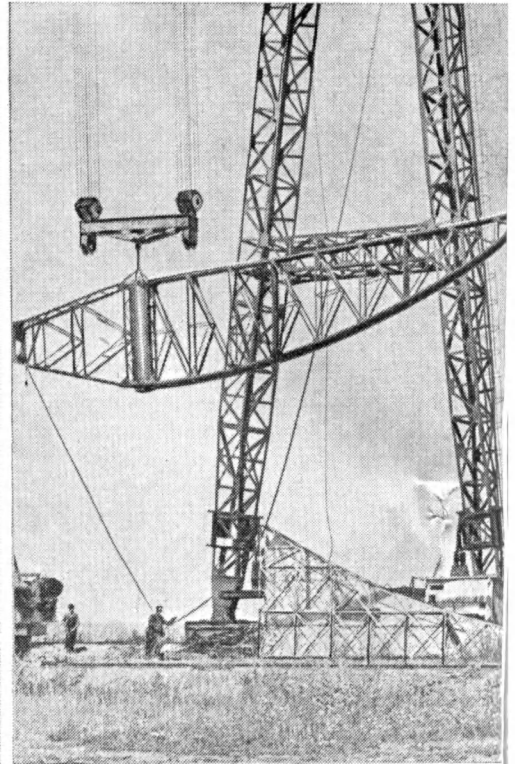
*Крымская научная станция ФИАН. Радиотелескоп с усеченным параболическим зеркалом 18×5 м<sup>2</sup> (главный конструктор П. Д. Калачев)*



Однако уже к началу 50-х годов стало ясно, что будущее радиоастрономии за новым поколением ее инструментов. В 1955—1956 годах В. В. Виткевич и Б. М. Чихачев приходят к идее создания гигантского ( $1 \times 1 \text{ км}^2$ ) крестообразного радиотелескопа. Разместить такую антенну в Крыму было невозможно, поэтому в 1956 году создается Радиоастрономическая станция ФИАН около деревни Пушино, неподалеку от Серпухова.

#### РАДИОТЕЛЕСКОПЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Прошло 20 лет, и в Пушино вырос современный город. А тогда, в декабре 1956 года, на берегу Оки появился первый отряд строителей. Их встретило огромное белое поле и затерявшиеся по его краям деревеньки Пушино, Харино и Митинка. Не было

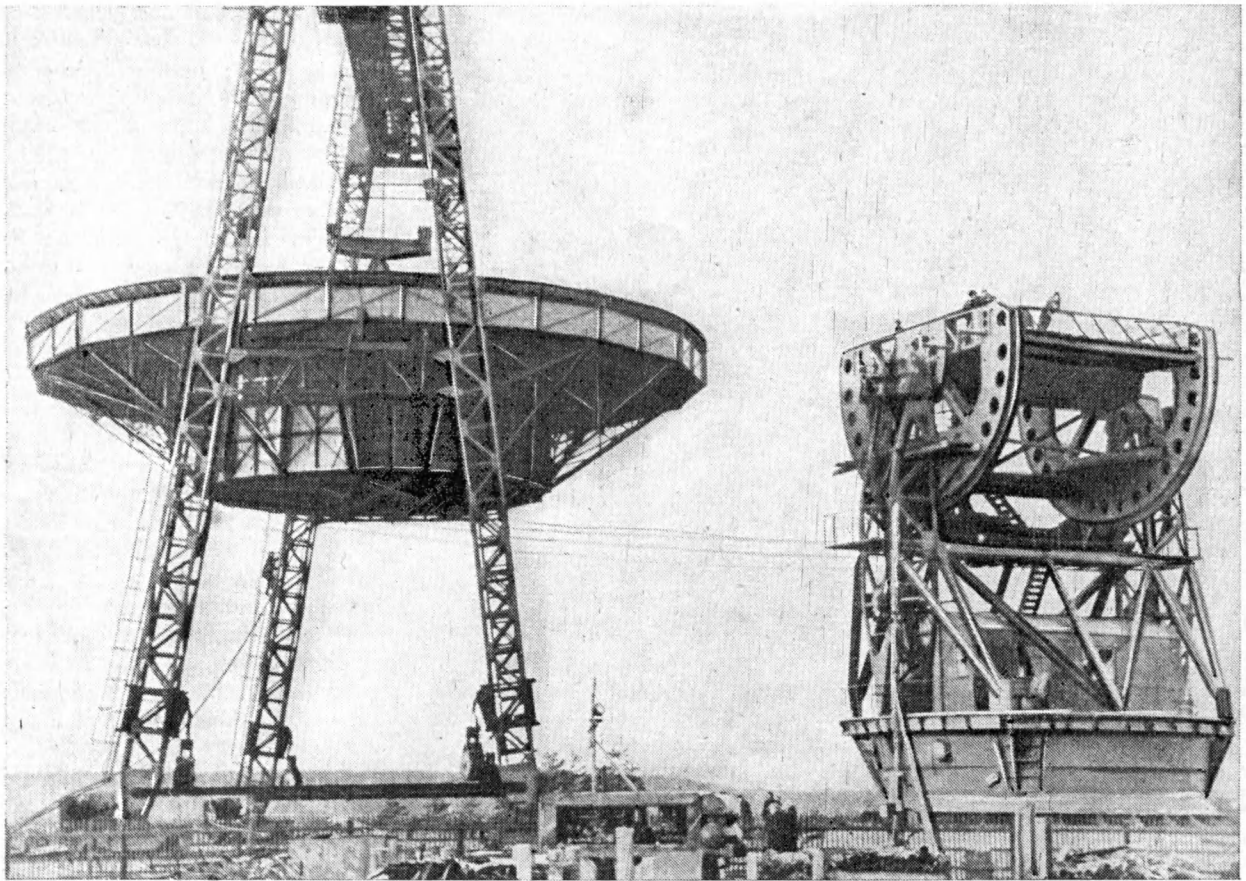


■ *Санный поезд транспортирует секции платформы радиотелескопа РТ-22. Март 1956 года*

■ *Орудийная башня старого линкора ставится на фундамент будущего радиотелескопа РТ-22*

■ *Шаблон, по которому выверялось 22-метровое зеркало радиотелескопа*

■ *Поворотный механизм радиотелескопа, установленный на платформе*



электричества, дорог, воды. Строили первый дом. Сами собирали дизель, приспособили генератор, дежурили возле него после работы. Носили из родника воду. А главное, закладывали фундамент для первого на будущей станции радиотелескопа. Его 22-метровое зеркало должно было встать на «рудийную башню» старого линкора. На станцию Тарусская с Ленинградского механического завода уже прибыл необычный груз — девять многотонных секций-гигантов, несших когда-то грозное оружие моря. Теперь им предстояло стать инструментом науки. Наступала весна, надо было спешить: ведь единственной дорогой был санный путь.

Всего 18 километров... Трое суток понадобилось санному поезду с пятью тракторами, чтобы провести по этому пути первую и последнюю секции. Сначала из-за недостатка опыта, потом из-за солнца, которое успело уже растопить дорогу.

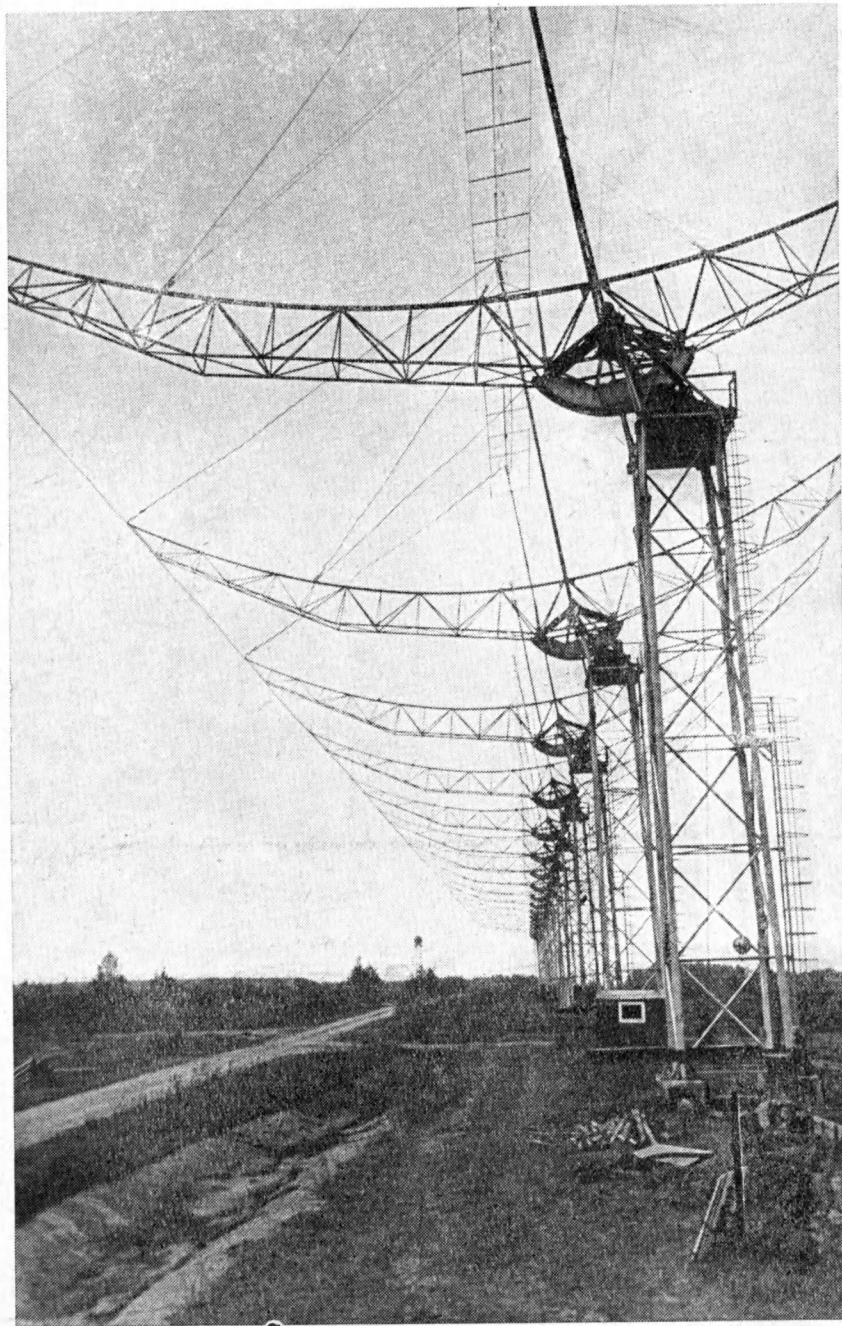
Параллельно с установкой платформы начался монтаж рефлектора радиотелескопа. Чтобы сделать его пригодным для наблюдений на волнах миллиметрового диапазона, требовалась высокая точность изготовления отражающей поверхности. Главный конструктор Л. Д. Калачев предложил крепить отражающие щиты к каркасу с помощью 32 000 регулировочных шпилек. Это снижало до обычных норм требования к точности несущего каркаса. Реализация идей П. Д. Калачева позволила создать зеркало, у которого ошибка отражающей поверхности составляла всего 0,3 мм.

В начале 1958 года после юстировки и первых измерений, проведен-

■  
*Подъем зеркала радиотелескопа РТ-22 (главный конструктор радиотелескопа Н. Д. Калачев, научный руководитель А. Е. Соломонович)*

ных А. М. Карачуном, А. Д. Кузьминым и А. Е. Соломоновичем, 22-метровый радиотелескоп (РТ-22) вступил в строй. И первым объектом исследований стала Луна. В те годы советские космические аппараты серии «Луна» приступили к активному изучению нашего естественного спутника. Планировались эксперименты, связанные с посадкой на Луну автоматических станций. Поэтому определение свойств лунной поверхности становилось задачей практической важности. И радиоастрономия должна была сказать здесь далеко не последнее слово. По радиоизлучению Луны судили о характеристиках грунта на глубинах от нескольких сантиметров до нескольких метров (в зависимости от длины волны).

Высокая разрешающая способность РТ-22 на волне 8 мм (около 2') позволила А. Е. Соломоновичу и Б. Я. Лосовскому построить двумерные распределения радиояркости по-



Широкодиапазонный крестообразный радиотелескоп ДКР-1000 (главный конструктор Н. Д. Калачев)

верхности Луны и проследить ее изменения в зависимости от лунной фазы. Удалось оценить такие важные параметры, как диэлектрическая проницаемость, плотность и теплопроводность лунной поверхности. А сравнительные измерения яркости радиоизлучения лунных морей и материков

показали различие свойств этих областей, а следовательно, различие их химического и минералогического состава. Этот вывод впоследствии подтвердили прямые космические эксперименты, выполненные в СССР и США.

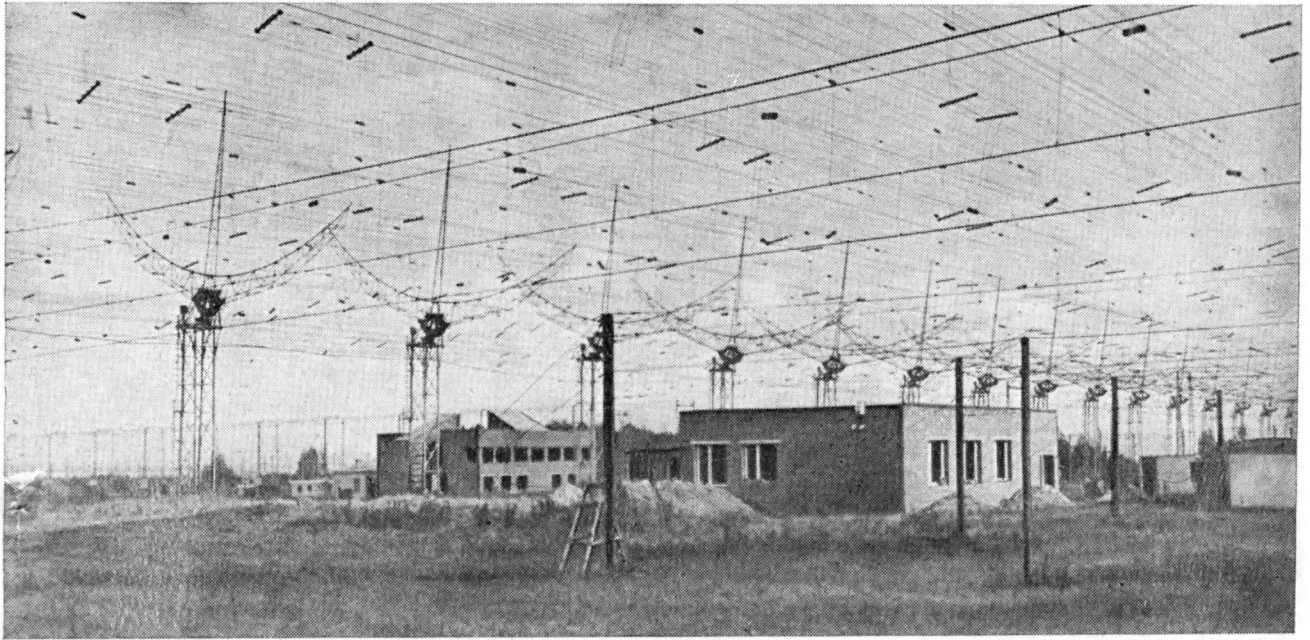
К началу 60-х годов на Радиоастрономическую станцию ФИАН переезжает основной состав Крымской станции и ее начальником становится В. В. Виткевич. Под его руководством строится крупнейший в мире широкодиапазонный крестообразный радиотелескоп ДКР-1000. Радиотелескоп состоит из двух скрещенных антенн длиной 1008 м и шириной 40 м каждая, ориентированных в направлении восток — запад и север — юг, и имеет геометрическую площадь 80 000 м<sup>2</sup>. А. Д. Кузьмин и Ю. П. Илясов предложили идею и нашли техническое решение, обеспечившее широкий диапазон рабочих длин волн телескопа — от 10 до 2,5 м (30—120 МГц).

Нередко пишут, что радиотелескопы — самые большие подвижные конструкции, которые когда-либо создавал человек. И те, кто в 1961 году приступил к монтажу нового крестообразного радиотелескопа, столкнулись с этим на практике. Нужно было доставить 37 параболических ферм антенны. И хотя все необходимые промеры дорог и формальности были соблюдены, все же не обошлось без курьезов. Когда первую ферму подвезли к железнодорожному переезду, дежурная ни за что не соглашалась открыть шлагбаум: в ее представлении «самые большие подвижные конструкции» явно превышали допустимые размеры. На несколько часов автопоезд с 20-метровой фермой перекрыл все движение. Дело принимало серьезный оборот. И лишь после долгих переговоров между представителями железной дороги, милицией и сопровождающими транспорт конструкторами проезд был разрешен.

Прошло два года... И к своему рапорту XX съезду КПСС конструкторы и ученые приложили первую запись излучения радиоисточника, сделанную на новом радиотелескопе ДКР-1000.

С 1972 года в Пушино началось сооружение еще одного уникального инструмента — большой синфазной,





антенны (БСА) — крупнейшего в мире радиотелескопа метрового диапазона волн с заполненной апертурой. Инструмент предназначен для исследования пульсаров и мерцающих источников. Идея создания такой антенны была выдвинута В. В. Виткевичем. Радиотелескоп представляет собой плоскую неподвижную решетку, состоящую из 16 384 диполей, равномерно натянутых параллельно земле на площади  $383 \times 187 \text{ м}^2$ . Рабочая частота (102,5 МГц) выбрана как наиболее свободная от помех. Для изменения направления приема антенну не нужно поворачивать — она всегда неподвижна. Отсутствие механического поворота или перемещения делает управление антенной практически безынерционным: переключение с одного источника на другой может быть осуществлено электронными схемами за доли секунды. А специально сформированная диаграмма направленности, состоящая не из одного, а из шестнадцати отдельных лучей, позволяет вести одновременный прием с шестнадцати соседних направлений.

Создание уникальных радиотелескопов РТ-22, ДКР-1000 и БСА на Радиоастрономической станции ФИАН способствовало осуществлению широ-

кой программы научных исследований по актуальным проблемам современной астрофизики. Эти радиотелескопы используются многими научными коллективами, на них выполняются совместные работы научными учреждениями Советского Союза, а также программы международного сотрудничества.

#### ПРОГРАММА РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

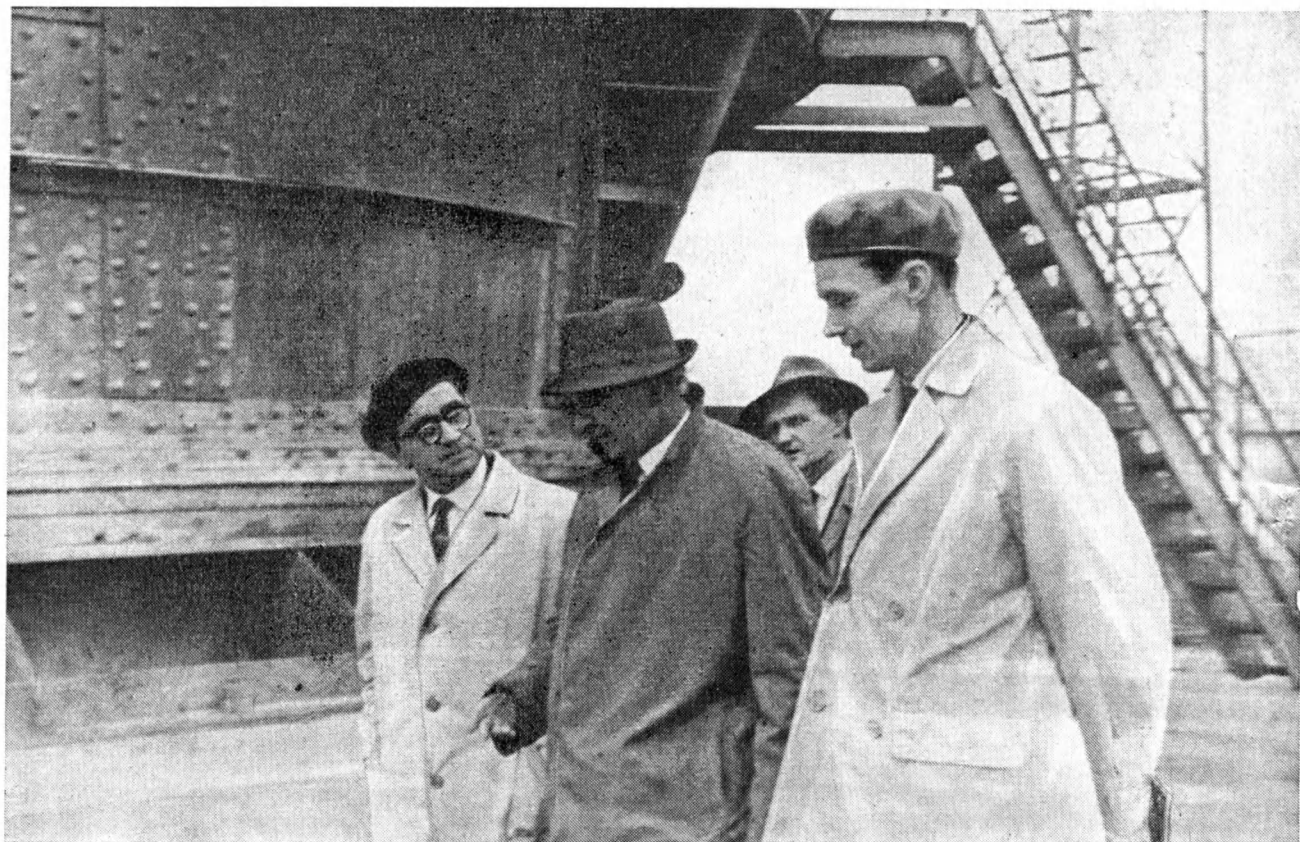
**Сверхкорона Солнца и межпланетная плазма.** Исследования межпланетной плазмы на Радиоастрономической станции ФИАН явились закономерным продолжением работ, начатых еще в 50-е годы на Крымской научной станции.

Открытая В. В. Виткевичем сверхкорона Солнца простирается на 30—40 солнечных радиусов, то есть до орбиты Меркурия (в годы максимума солнечной активности еще дальше). Сверхкорона плавно переходит в

межпланетную плазму — среду с неоднородной турбулентной структурой. Для наблюдателя, находящегося на Земле, радиоисточники малых угловых размеров из-за влияния межпланетной плазмы как бы мерцают. Этот эффект подобен хорошо известному эффекту мерцания звезд. Наблюдение мерцаний стало одним из важных направлений современной радиоастрономии. Такие исследования были начаты в 1964 году на антенне восток — запад ДКР-1000 и успешно продолжены на системе, которая еще включает два радиотелескопа, построенных в Калининской и Ярославской областях. В результате регулярных наблюдений в 1966—1970 годах удалось определить скорости движения, плотность, размеры, форму и пространственную ориентацию неоднородностей межпланетной плазмы, выявить их зависимость от гелиоцентрической широты и уровня солнечной активности.

Исследования межпланетной плазмы с 1975 года ведутся на антенне БСА, большая эффективная площадь которой ( $72\,000 \text{ м}^2$ ), высокая помехозащищенность и возможность быстрого маневрирования диаграммой направленности позволяют наблюдать

■ *Большая синфазная антенна (главный конструктор П. Д. Калачев)*



в течение суток до 500 мерцающих источников. Так удастся воссоздать детальную картину состояния межпланетной плазмы, подобную фотографиям солнечной короны.

Эти работы имеют важное прикладное значение, ведь межпланетная плазма активно влияет на магнитосферу и ионосферу Земли. В настоящее время изучается возможность предсказывать по радиоастрономическим наблюдениям состояние верхней атмосферы и магнитосферы Земли. Не исключено, что можно будет решить и такую задачу, как прогнозирование условий радиосвязи.

■  
*Руководитель радиоастрономической обсерватории Джордж Бенж сэр Ловелл (в центре) и советские радиоастрономы (слева — направо): А. Е. Соломонович, Р. Л. Сороченко, А. Д. Кузьмин*

**Исследования планет.** Первые в СССР радиоастрономические наблюдения планет начались на станции ФИАН в 1959 году. А. Д. Кузьмин и А. Е. Соломонович исследовали радиоизлучение Венеры в широком диапазоне радиоволн — от 4 мм до 10 см. Однако интерпретация этого спектра была неоднозначной: данные наблюдений соответствовали двум различным физическим моделям планеты — «горячей» атмосфере и «холодной» поверхности или, наоборот, «холодной» атмосфере и «горячей» поверхности. Требовался дополнительный эксперимент. А. Д. Кузьмин показал, что радиоизлучение должно быть поляризованным на краях видимого диска планеты, если его испускает поверхность, и неполяризованным, если излучает облачный слой, ионосфера или какое-либо другое атмосферное образование.

Эксперимент был проведен в 1964 году А. Д. Кузьминым и Б. Кларком (США) на радиоинтерферометре Ка-

лифорнийского технологического института. Они обнаружили поляризацию, впервые определили радиус поверхности планеты (6050 км), скрытой плотными облаками. Таким образом, было доказано, что источник радиоизлучения Венеры — горячая поверхность, температура которой  $650 \pm 70$  К («Земля и Вселенная», № 2, 1966, с. 14—19.—Ред.). В те годы многим было трудно поверить в этот результат. По установившимся тогда представлениям, температура Венеры считалась вдвое меньше и даже обсуждались вопросы существования жизни на планете.

Полученные радиоастрономами данные использовались при разработке посадочных аппаратов серии «Венера», в конструкциях которых были предусмотрены мощная теплозащита и парашют из теплостойкой ткани. Прямые измерения, проведенные космическими станциями, подтвердили, что Венера действительно горячая планета.

Наземные наблюдения Венеры позволили определить и другие важные параметры. Например, как изменяется в течение суток температура атмосферы на высотах 20—50 км, и оценить содержание водяного пара.

В 1971 году при участии сотрудников Радиоастрономической станции ФИАН впервые в мире были проведены радиоастрономические исследования поверхности планеты с борта космического аппарата. Автоматическая станция «Марс-3», выведенная на орбиту искусственного спутника Марса, несла радиометр, который позволил осуществить измерения с разрешением на поверхности около 150 км. Аналогичный эксперимент был повторен в 1973 году на станции «Марс-5». Эти измерения дали возможность исследовать свойства подповерхностных слоев и в сочетании с наземными наблюдениями Марса на радиотелескопе РТ-22 показали, что диэлектрические свойства поверхности планеты такие же, как у «сухого» песка. Согласно последующим измерениям с американских космических аппаратов «Викинг-1 и -2», марсианский грунт действительно состоит из силикатов с высоким содержанием железа и практически лишен влаги.

На радиотелескопе РТ-22 исследовалось радиоизлучение Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Впервые в Советском Союзе принято радиоизлучение спутника Юпитера — Каллисто.

**Спектральная радиоастрономия.** В оптической астрономии долгое время лучшим источником информации о различных характеристиках, химическом составе и движениях звезд были их спектры. В последние годы внимание исследователей все больше привлекают спектральные линии в радиодиапазоне. Первой обнаружили межзвездную радиолинию нейтрального водорода на длине волны 21 см.

Водород — основной элемент Вселенной. Около горячих звезд водород ионизован. Области ионизованного водорода III излучают в оптическом, инфракрасном и радиодиапазонах. Первые исследования III-областей сотрудники Радиоастрономической станции ФИАН выполнили в 1960 году. Советские радиоастрономы составили

первый каталог тепловых радиоисточников — областей III в сантиметровом диапазоне.

Еще в 1959 году Н. С. Кардашев пришел к выводу, что в зонах III должны существовать радиолинии, обусловленные переходами между соседними высоковозбужденными энергетическими уровнями. По его мнению, эти линии могут быть обнаружены радиометодом. И вот в 1964 году Р. Л. Сороченко и Э. В. Бороздич (на волне 3,3 см), а также группа радиоастрономов в Пулковке (на волне 5 см) открыли радиолинию возбужденного водорода.

**Пульсары.** Одним из самых выдающихся достижений радиоастрономии явилось открытие нового, ранее неизвестного класса космических объектов — пульсаров («Земля и Вселенная», № 2, 1971, с. 19—22.—Ред.). На Радиоастрономической станции ФИАН исследования пульсаров начались сразу же после сообщения об их обнаружении. В 1968 году на радиотелескопе ДКР-1000 был открыт один из первых пульсаров, названный PP 0943 (по принятой в то время классификации это означает: Пушчинский пульсар с прямым восхождением  $09^h 43^m$ ). У этого пульсара вспышечный характер радиоизлучения: в некоторые моменты времени интенсивность его импульсов возрастает во много раз. Аналогичная, но более «тонкая» особенность свойственна и другим пульсарам: интенсивность их импульсов в узкой полосе частот (порядка 1 МГц) резко увеличивается в десятки раз, в то время как на соседних частотах она остается постоянной. В целом, как показали исследования, спектр радиоизлучения пульсаров сложный и динамичный.

Большой вклад в изучение пульсаров внес международный эксперимент, проводившийся в 1975—1976 годах. Измерения в метровом диапазоне волн осуществлялись в Пушино. Одновременно английские радиоастрономы работали на крупнейшем в мире радиотелескопе дециметрового диапазона «Марк-1» обсерватории Джодрелл Бенк. А декаметровый диапазон радиоизлучения пульсаров исследовали ученые Института радиотехники и электроники АН УССР.



Объединение уникальных инструментов расширило диапазон наблюдений с 14 до 1400 МГц.

Не менее интересна и другая международная программа, проводимая на антенне БСА сотрудниками ФИАН совместно с австралийскими радиоастрономами. Одним из ее ближайших результатов станет каталог пульсаров всей небесной сферы.

А вот совсем недавнее открытие: в ходе обзора северного участка небесной сферы сотрудники Радиоастрономической станции обнаружили два новых пульсара с высоким потоком радиоизлучения в метровом диапазоне волн. Это — PSR 0320+39 и PSR 1839+56. Первый из них имеет необычайно длинный период излучения — 3,033 секунды. Из известных сегодня пульсаров только у двух большие периоды.

Разнообразны направления исследований, которые проводятся на Радиоастрономической станции Физического института. За 20 лет освоены различные методы приема слабых сигналов космического радиоизлучения, разработаны уникальная аппаратура и радиофизические системы, которые находят применение не только в радиоастрономии, но и в других областях техники.

Днем и ночью, в любую погоду чуткие приборы принимают невидимые волны, летящие из глубин Космоса, слушают «голоса Вселенной...».



ЭКСПЕДИЦИИ

Кандидаты  
геолого-минералогических наук  
Е. П. ГУРОВ  
А. А. ВАЛЬТЕР  
Е. П. ГУРОВА  
А. И. СЕРЕБРЕННИКОВ

## Метеоритный кратер на Чукотке



На северо-востоке нашей страны, в центральной гористой части Чукотки, расположено озеро Эльгыгытгын. Зеркало озера и примыкающие к нему пологие террасы образуют среди гор почти идеально круглую депрессию. Диаметр водной поверхности озера около 12 км, а всей впадины (по гребням окружающих гор) — 17—18 км, глубина озера 170 м. Вершины кольцевого обрамления поднимаются над его поверхностью до 450 м. Горы, окружающие озеро, сложены вулканическими породами верхнемелового возраста (около 80 млн. лет). В озеро вливается множество ручьев, а вытекает одна река Энмываам — приток реки Белой, впадающей в Анадырь.

О существовании крупного озера, из которого, как предполагалось, берет начало река Анадырь, географы знали давно. Но открыл это озеро только в 1933 году С. В. Обручев при аэрогеологических исследованиях. Ему удалось установить истинное местоположение истоков Анадыря. Первые добравшись на оленях до северного берега озера Эльгыгытгын зимой 1934/35 года, С. В. Обручев писал: «Вот оно лежит перед нами, это

озеро, цель мечтаний многих путешественников... Теперь я могу убедиться в его реальном существовании, взобраться на кольцо гор, которое его окружает, пройти по льду. Его сходство с лунным кратером кажется мне еще разительнее, чем с самолета. Громадные размеры этого кратера — поперечник впадины достигает 17 км, а ширина озера 12 км — ставят его наравне с маленькими лунными кратерами.\* Далее на основании господствующих в то время представлений о природе лунных кратеров он заключает: «А происхождение их одинаковое — и тут и там вулканические извержения». С тех пор большинство геологов вслед за С. В. Обручевым стали считать озеро вулканическим образованием или тектоническим провалом округлой формы.

В 1938 году К. П. Станюкович показал, что гигантские метеориты, проходя сквозь атмосферу без существенного торможения и соударяясь с поверхностью планет, производят яв-

ления, подобные сверхмощному взрыву. Выделяющаяся при этом энергия составляет 10—100 и более килокалорий на 1 г метеорита, то есть в десятки и сотни раз больше, чем у химической взрывчатки. Вблизи эпицентра взрыва в результате мгновенного сжатия вещество метеорита и пород «мишени» испаряется. Дальше от центра взрыва, где мощность ударной волны и величина сжатия несколько уменьшаются, образуются перегретые расплавы, температура которых значительно выше температуры изливающихся глубинных лав. Еще дальше от центра минералы под действием импульсного сжатия деформируются, переходят в более плотные формы. Вслед за ударной волной распространяется волна разрежения. «Брызги» быстро остывающих расплавов, а также обломки деформированных пород разлетаются и падают на дно возникшего кратера и вокруг него, образуя рыхлый вал выбросов. Эти события воссозданы по резуль-

\* С. В. Обручев. По горам и тундрам Чукотки. М., Гос. изд-во географ. лит., 1957.

Панорама озера Эльгыгытгын (вид с северо-востока)

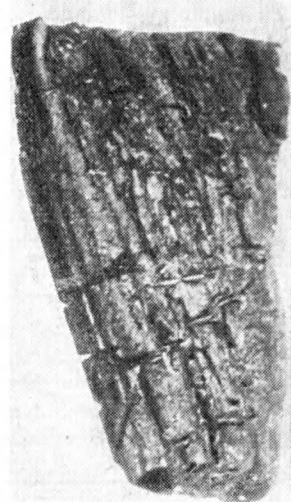
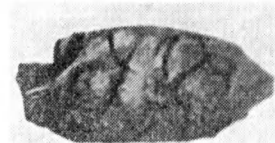
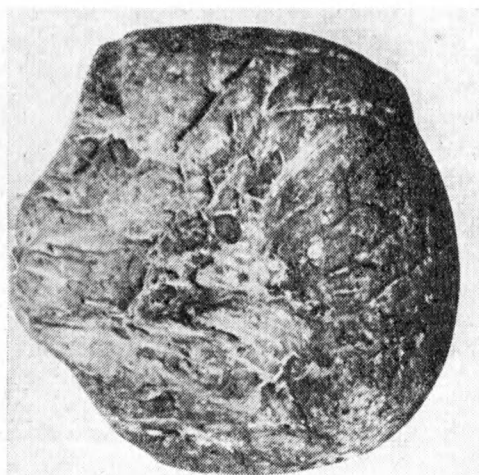
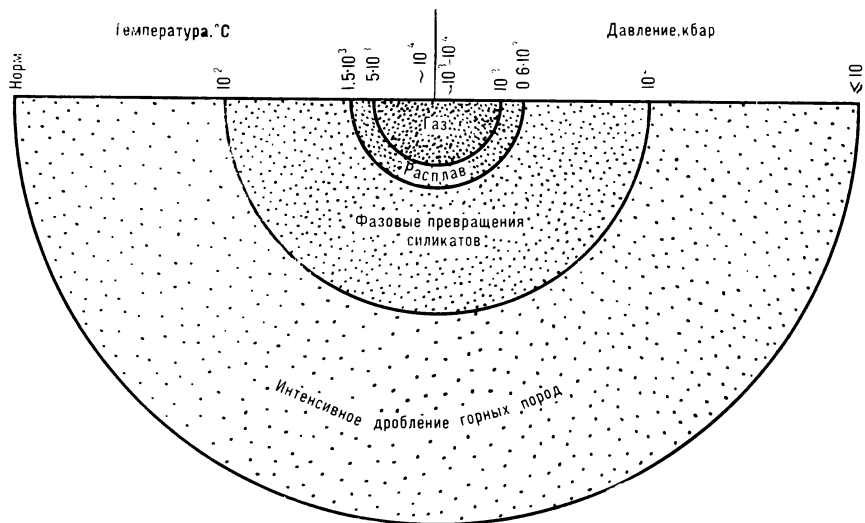
татам изучения взрывных метеоритных кратеров на поверхности Земли, Луны и планет, а также в ходе специальных экспериментов. Застывшие капли перегретых стекол и обломки измененных при взрыве (ударнометаморфизованных) пород спустя многие миллионы лет остаются надежными индикаторами метеоритного происхождения кратеров.

Геолог И. А. Некрасов первым в 1963 году указал на сходство впадины озера Эльгыгытгын с метеоритными кратерами Босумтви в Гане и Рис в ФРГ. Признаки воздействия метеоритного взрыва на горные породы и закономерности размещения в кратерах ударнометаморфизованных пород изучены лишь в последние 10—15 лет. В 1955—1963 годах, когда И. А. Некрасов и П. А. Раудонис исследовали структуру озера Эльгыгытгын, эти признаки еще не были хорошо известны. В породах, взятых на гребнях гор вокруг озера, не удалось обнаружить следов необычного дробления пород или плотной формы кремнезема — коэсита. Казалось, что впадину озера нельзя считать метеоритным кратером. Тем не менее Эльгыгытгын попал в список возможных метеоритных структур на территории СССР, составленный в 1970 году И. Т. Зоткиным и В. И. Цветковым.

В последние годы, благодаря работам В. Л. Масайтиса и других исследователей, в Советском Союзе были открыты гигантские метеоритные кратеры, или астроблемы, возраст которых от нескольких миллионов до 700 млн. лет («Земля и Вселенная», № 6, 1975, с. 13—17.—Ред.). В процессе их изучения был приобретен необходимый опыт в диагностике метеоритных кратеров. Это дало возможность летом 1977 года экспедиции Академии наук УССР осуществить

Схема расположения областей близ центра взрыва метеорита, в которых происходят различные превращения горных пород (по Д. Штоффлеру, «Journal Geophysical Research», 76 23, 1971)

Стекловатые импактиты из котловины озера Эльгыгытгын



поиски признаков метеоритного происхождения озера Эльгыгытгын. Дополнительным основанием для организации экспедиции послужила статья американских геологов Р. Дитца и Дж. Мак-Хоуна («Geology», 4, 7, 1976), которые, проанализировав космические снимки, пришли к выводу о сходстве озера Эльгыгытгын с метеоритным кратером.

Из города Певек, расположенного на берегу Чаунской губы, вертолет доставил экспедицию в составе авторов статьи на озеро Эльгыгытгын. Палатки поставили на восточном берегу озера, в устье ручья Лагерного. В первых маршрутах по кольцу гор, которые окружают котловину озера, не оправдался прогноз Р. Дитца о существовании вокруг кратера рыхлого вала, сложенного продуктами метеоритного взрыва. Не удалось отыскать и признаков недавних вулканических процессов. Медленно и тщательно участники экспедиции исследовали весь восточный берег. И первая удача пришла — среди галечника озерных террас были найдены образовавшиеся во время взрыва стекловатые породы — импактиты и испытавшие ударный метаморфизм вулканические породы.

За время существования кратера рыхлый вал выбросов был полностью размыт, и слагавший его материал частично отложился внутри озерной котловины, частично унесен ручьями и реками за ее пределы. Особенно много пород, образовавшихся при взрыве метеорита, оказалось в осадках террасы, которая возвышается над современным уровнем озера на 60—80 м. Здесь участники экспедиции отыскивали каплеобразные или лепешковидные стекловатые импактиты, так называемые «бомбы». Это — застывшие при полете в атмосфере «капли» и «брызги» перегретого расплава, который возник под давлением около 600 000 атм. Подобные бомбы стекловатых импактитов обнаружены в кратерах Рис (ФРГ), Жаманшин (СССР), Лонар (Индия) и некоторых других. Среди террасовых отложений встречаются обломки пород, перенесших сильное термическое воздействие (вплоть до вскипания отдельных минералов), а также минералы, в струк-



туре которых запечатлены следы импульсного сжатия до сотен тысяч атмосфер. Так, в обломках кварцсодержащих вулканических пород, которые испытали ударные давления около 400 000 атм, был найден коэсит. Этот минерал надежно диагностирован по особенностям структуры, оптическим и другим свойствам. Неудача И. А. Некрасова и П. А. Раудониса в поисках коэсита объясняется тем, что коэсит в горных породах вокруг озера Эльгыгытгын, как и в других



*Лагерь экспедиции*



*Олени в горах, окружающих озеро*

метеоритных кратерах, составляет большую часть от количества кварца. Коэсит удалось отыскать, применив специальную методику его выделения из кварца. Обнаруженный тонкокристаллический коэсит, с размером кристаллов около тысячных долей миллиметра, — надежный индикатор метеоритного происхождения кратера.

В обломках некоторых ударнометаморфизованных вулканических пород сохранились характерные следы деформации кварца — планарные элементы. В разрезах кристалла под микроскопом они выглядят как закономерно ориентированные линии или штрихи нескольких направлений. Такие деформации кварца возникают только в метеоритных кратерах или

во время подземных ядерных взрывов. Планарные элементы в кварце воспроизводятся в лаборатории при импульсных давлениях свыше 100 000 атм. Ближе к центру метеоритного взрыва кварц, сжатый под давлением свыше 600 000 атм, в результате сильного разогрева расплавился и при быстром остывании превратился в пузыристое стекло — лешательерит.

Продвигаясь вдоль берега озера, экспедиция за месяц обследовала всю озерную котловину и кольцо гор. Она установила, что кратер окружен кольцевыми и дугообразными разломами и от его краев во вмещающие породы, как лучи, расходятся радиальные нарушения.

Полярное лето скоротечно. В последних числах августа 1977 года выпал первый снег и настала пора свертывать экспедиционные работы. Многие еще остались невыясненным в геологической структуре озерной впадины Эльгыгытгын, но все-таки экспедиция разгадала тайну происхождения живописнейшего озера Чукотки, о котором ходит немало легенд. Рассказывают, например, что все живое избегает озера («Вокруг света», № 6, 1978). Это неверно. Летом здесь можно встретить северных оленей, медведей, волков, лисиц, песцов, зайцев, часто попадаются норки грызунов — евражек. Над озером кружат чайки, которые на мелководье охотятся за мальками рыб.

«Свежий» вид кратера Эльгыгытгын на космических снимках и его значительные размеры позволили Р. Дитцу высказать предположение, что австрало-азиатские тектиты образовались одновременно с этим кратером («Земля и Вселенная», № 3, 1978, с. 28—32.—Ред.). Возраст австрало-азиатских тектитов около 720 тыс. лет. Возраст же стекловатых импактитов из кратера Эльгыгытгын, определенный Ф. И. Котловской калий-аргоновым методом, оказался равным 3,5 млн. лет. Результаты, полученные экспедицией Академии наук СССР в районе озера Эльгыгытгын, опровергают предположение Р. Дитца об одновременном возникновении кратера и тектитов Австралии и Юго-Восточной Азии.

В. И. ЦВЕТКОВ

## Небесное железо старого прииска

...Начало полевых работ метеоритной экспедиции 1978 года принесло разочарование ее участникам. Целый день почти два десятка металлоискателей «ощупывали» галечник в русле горного ручья Чинге, и лишь назойливый звон магнетитовой гальки в наушниках был ответом на все усилия найти небесное железо. Гальку геологи обнаружили еще накануне. «Будет мешать, — говорили они. — Звонит как чистое железо». Собственно, это не было неожиданностью: из ранних отчетов мы знали, что выходы магнетита в верхнем течении Чинге снабжают своими обломками всю долину. Но мы знали также и о том, что в долине этого далекого тувинского ручья неоднократно находили метеориты.

Первые находки были сделаны в 1912 году, когда прогрессирующая золотая лихорадка в Туве привела старателей сюда, в Подхребтинский (ныне Тандинский) район, на речку Арголик (Ургайлык) и ее приток Чинге. Эти речки сбегают с северных склонов Восточного Танну-Ола и несут свои воды к Элегесту, левому притоку Улуг-Хема, как называют в Туве верхний Енисей. Долина Чинге небольшая, всего 11 км; в верхнем и среднем течении его обнаружили россыпное золото, которое добывалось столь усердно, что во многих местах русло ручья оказалось проработанным до коренных пород. В настоящее время россыпь выбрана полностью, но еще в 20—30-е годы прииск функционировал и случайные находки метеоритов продолжались.

Найденные старателями странные массивные куски металла впервые собрал и доставил в Петербург инженер

Н. М. Черневич. Ему же, вероятно, принадлежит и первая правильная догадка об их природе: ученые в Академии наук еще не верили в космическое происхождение «самородного никелистого железа» из Тувы, а Н. М. Черневич уже назвал один из приисков на ручье Чинге «Метеоритным». Любопытно, что находки метеоритов связаны с именем еще одного известного в истории Тувы человека: в числе первых обратил внимание на удивительное железо политический ссыльный В. П. Левченко, впоследствии видный деятель революционного движения в Туве, председатель Урянхайского Совета.

Н. М. Черневич привез в Петербург 30 образцов массой от 85 г до 20,5 кг. Произведенный впоследствии анализ показал, что все они — фрагменты одного метеорита, который был назван Чинге и отнесен к типу богатых никелем атакситов — железных метеоритов с неразличимой невооруженным глазом структурой. Такие метеориты встречаются редко, но среди них — Гоба, самый крупный (масса 60 т) целый метеорит на Земле. Типичен для атакситов химический состав Чинге: 82,8% железа, 16,6% никеля, примеси кобальта, фосфора и др.

В дальнейшем еще несколько экземпляров метеорита Чинге попали в руки ученых — последний из них (до 1978 года) был найден в 1948 году геологом А. Л. Додиним.

Большинство исследователей считают, что метеорит Чинге раскололся не в воздухе, а при ударе о землю. Об этом говорят морфологические особенности образцов (например, острые и рваные края), которые не могло

завуалировать даже многолетнее окисление. Значит, в окрестностях Чинге должен существовать метеоритный кратер. Его поисками безуспешно занималась небольшая экспедиция Комитета по метеоритам АН СССР в 1963 году. В итоге сложилось мнение, что образованная метеоритным ударом депрессия была небольшого размера (десятки метров) и время, прошедшее с момента падения метеорита, основательно стерло ее следы с поверхности Земли.

В 1978 году Комитет по метеоритам решил направить новую экспедицию к месту находок метеорита Чинге. Дело в том, что за время десятилетнего (1967—1977) цикла полевых работ по изучению знаменитого Сихотэ-алинского метеоритного дождя был накоплен большой опыт поисков железных метеоритов с помощью металлоискателя. На Сихотэ-Алине за эти годы было извлечено из грунта несколько тысяч экземпляров, причем многие из них оказались очень мелкими, массой в несколько граммов. Правда, все исследователи Чинге отмечали, что метеориты залегают в нижних слоях аллювия по долине ручья, на глубине 2—2,5 м. На такой глубине металлоискатель не чувствует железа. Однако часть метеоритов была выброшена старателями в отвалы и, следовательно, лежала уже на меньшей глубине. Кроме того, оставались необследованными овраги с мелкими ручьями, притоками Чинге, где слой аллювия мог быть существенно тоньше. Так что применение металлоискателей в этом районе выглядело перспективным и было положено в основу научной программы экспедиции. Не был снят и вопрос о поисках следов кратера. Начальником экспедиции был назначен автор этой статьи, в состав ее были включены специалисты из Москвы, Таллина, Киева и других городов — всего 22 человека.

...Поздним вечером мы греемся у костра — бесследно исчезла жара августовского дня. Мы в горах — вот они темными крутыми склонами обрамляют узкую долину Чинге. Пожалуй, если метеориты когда-то падали на эти склоны, они не могли долго на них удержаться. Неужели мы так



ничего и не найдем? Не хочется возвращаться с пустыми руками, потому что, хотя отрицательный результат

Участники экспедиции обследуют с металлоискателями русло Чинге  
Фото П. Кириллова

«тоже результат», никакого удовлетворения никому принести он не может.

«Госпожа Удача» улыбнулась нам к концу второго дня. Метеорит лежал под тонким слоем почвы на камнях в русле маленького ручья почти у самого устья. Этот уплощенный треугольник массой около 0,5 кг уже





оправдывал наши труды и вселял новые надежды, — небезосновательные, как показал следующий день, когда у нас появилось еще шесть метеоритов. В контурах самого большого из них романтически настроенная часть экспедиции разглядела летящую птицу. «Птица» лежала на уступе скалы, в полуметре над уровнем воды, и была замечена сверху, с тропинки, без всякого металлоискателя. При ближайшем рассмотрении уступ оказался «карманом» — углублением в каменном ложе ручья, заполненном рыхлым материалом. В этом материале покоились еще три метеорита, и в дальнейшем мы не раз находили метеориты в подобных «ловушках».

Потом чередовались радостные дни находок и пустые дни, когда их не было. Мы просмотрели с металлоискателями всю ту часть русла Чинге в среднем течении, где, по имевшимся у нас данным, раньше находили метеориты. Только в одном месте удалось их обнаружить — в нескольких метрах ниже устья того самого ручья, в котором была сделана наша первая находка. На обследование этого ручья в последние дни работы были брошены все силы экспедиции. Такого наплыва людей небольшой овраг, наверняка, не видел со времен золотоискателей. Землекопы с лопатами расположились вдоль русла ручья, свежие отвалы земли и дно раскопов периодически обследовались металлоискателями. Находка, еще находка, еще несколько... Общее число собранных экспедицией метеоритов — 36, их масса от 88 г до 6,1 кг, всего 61,2 кг. Экспедиция отыскала все метеориты в русле одного ручья или поблизости от его устья. Это оп-

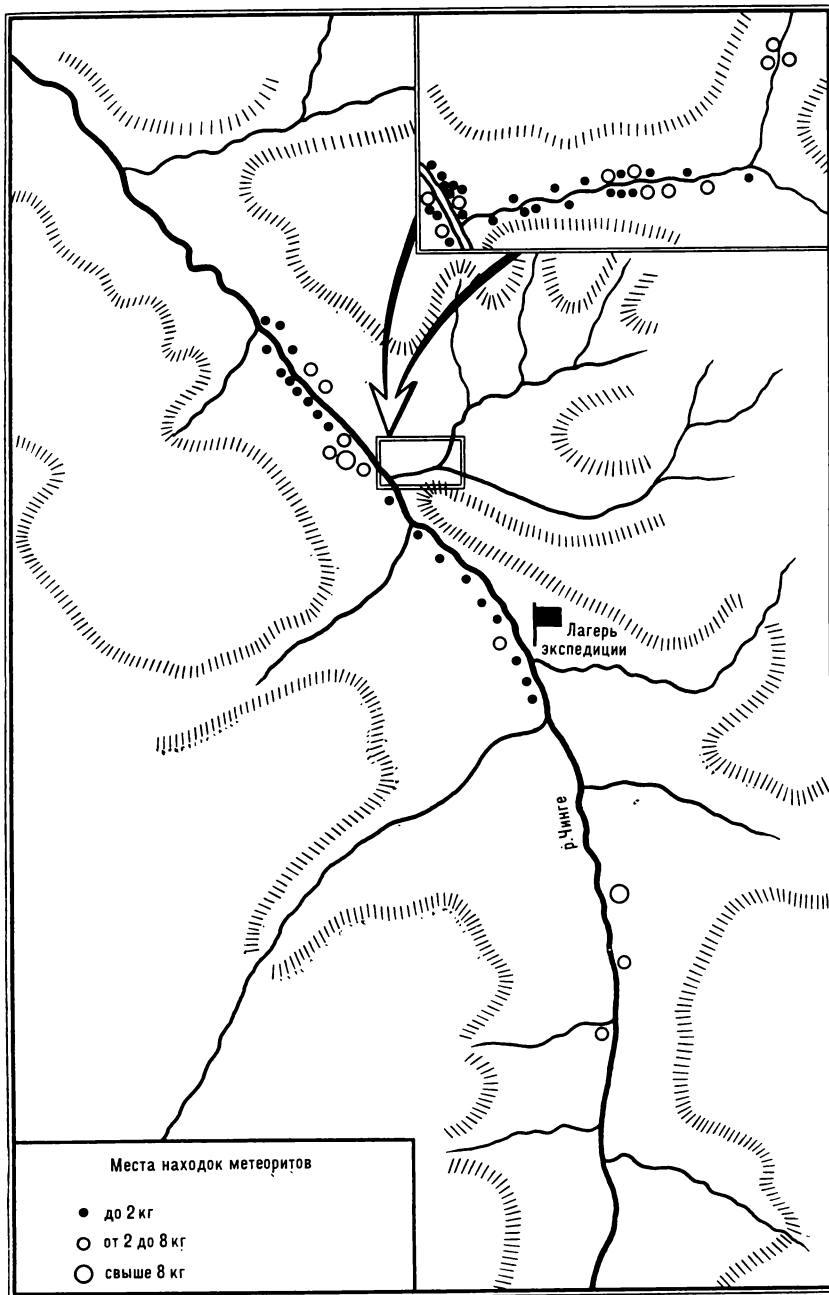


Первый найденный метеорит в руках начальника экспедиции В. И. Цветкова (справа). Рядом с ним — участники экспедиции М. И. Петаев и Г. Н. Афанасьев

Фото П. Кириллова

Метеориты Чинге, обнаруженные экспедицией 1978 года

Фото П. Кириллова



Топографически он совсем не выражен, что и неудивительно, так как склоновые процессы в данном месте идут очень активно. Средняя крутизна склона в овраге с метеоритными находками  $38^\circ$ , что больше угла естественного откоса! Правда, геолог нашей экспедиции Ю. Кестлане обнаружил здесь деформации горных пород, характерные для метеоритных кратеров, — сдвиги, трещины, брекчию. Так что мы с надеждой смотрим на будущие детальные геологические работы, которые призваны решить вопрос о местонахождении метеоритного кратера Чинге. Отметим, что из 200 метеоритных кратеров, открытых на Земле, лишь десяток сохранил в себе метеоритные осколки.

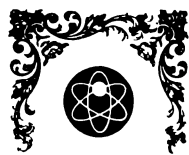
...Несколько тысячелетий тому назад огненный вихрь расколол небо над Тувой. Наверняка, это было грозное и яркое событие, потрясшее обитателей страны. Где, в каких глубинах народной памяти остался след этого потрясения? Может быть, знатоки тувинского фольклора, собиратели сказок и легенд дадут ответ на этот вопрос? Далее: метеоритное железо — прекрасный материал для поковок. По слухам, старатели в начале нашего века знали и использовали это качество. Но ведь эта традиция может оказаться гораздо более древней: из метеоритного железа можно изготавливать разные орудия, даже не владея секретом выплавки железа из руды! Не найдутся ли среди железных предметов древних культур, обнаруженных археологами в Туве, уникальные изделия из метеоритного железа?

Словом, метеорит Чинге оказывается интересной точкой пересечения естественнонаучных и культурно-исторических проблем. Все они еще только поставлены, и много предстоит труда для их разрешения.

Схема района находок метеоритов Чинге. Экспедиция 1978 года обследовала территорию в среднем течении ручья (внутри прямоугольника). Найдки метеоритов вдоль ручья Чинге относятся к 1912 году

ределенно указывает на то, что метеоритный кратер находится недалеко от этого ручья, ведь вдоль других притоков Чинге мы не нашли ни одного метеорита.

Однако обнаружение самого кратера представляется делом нелегким.



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Академик  
А. А. МИХАЙЛОВ

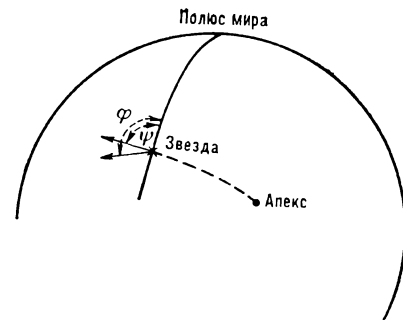
## Апекс Солнца

Собственные движения звезд первым обнаружил Э. Галлей в 1718 году путем сравнения новых определенных положений трех звезд — Альдебарана, Арктура и Сириуса — с наблюдениями Гиппарха, выполненными в III веке до нашей эры. Во времена Галлея уже было известно, что звезды чрезвычайно далеки от нас, так как их параллаксы оставались неуловимыми. Вместе с фотометрическими данными это свидетельствовало о том, что Солнце — звезда, отличающаяся от других лишь близостью к Земле. Когда звезды потеряли свое древнее прозвище «неподвижных», возникла мысль, что Солнце тоже перемещается в пространстве, унося с собой всю планетную систему, о чем ясно высказался Дж. Брайлей в 1742 году.

Т. Майер в 1758 году нашел уже 57 звезд, которые за полвека изменили свое положение более чем на  $10''$  дуги. Он сравнил перспективное смещение звезд, вызванное движением Солнечной системы, с тем, что видит наблюдатель во время прогулки в лесу: впереди него деревья как бы расступаются, по бокам — уходят назад, а сзади — смыкаются. Однако Майер не смог обнаружить такое явление в звездном мире. Лишь в 1783 году В. Гершель, рассматривая движения по прямому восхождению семи звезд, заметил, что они перемещаются довольно симметрично относительно часового круга с  $\alpha=257^\circ$ , а движение по склонению Арктура и Сириуса направлено в сторону, противоположную созвездию Геркулеса. Отсюда Гершель заключил, что Солнце смещается именно к этому созвездию, к точке, которая получила

название **апекс** (лат. apex — вершина). Изучив движение по прямому восхождению 14 звезд и по склонению 13, Гершель нашел, что 22 из этих 27 движений указывают на близость апекса к звезде  $\lambda$  Геркулеса, координаты которой  $\alpha=262^\circ$  и  $\delta=+26^\circ$ .

В 1805 году Гершель на основании движений 36 ярких звезд пытался установить не только направление, но и скорость перемещения Солнца. Так как расстояния звезд, определяемые по их годовым параллаксам, еще не были известны, то Гершель не сумел вычислить линейную скорость Солнца, а рассчитал лишь угловую, видимую под прямым углом со среднего расстояния звезд первой величины. Для этой скорости он получил значение  $1,12''$  в год. Освободив видимые движения звезд от перспективного влияния такого движения Солнца, Гершель нашел, что почти все 36 звезд тоже перемещаются к созвездию Геркулеса. Это странное явление он приписал притяжению расположенного в созвездии Геркулеса звездного скопления М 13, которое содержало, по его оценке, около 14 000 звезд. Теперь мы знаем, что скопление находится примерно в 6000 пс от нас и его притяжение не больше, чем, например, планеты с массой Юпитера на расстоянии звезды  $\alpha$  Центавра, то есть совершенно неощутимо. Результат Гершеля объясняется сильно преувеличенным значением угловой скорости Солнца, что и «заставило» большинство звезд перемещаться вместе с Солнцем. О. В. Струве в 1842 году на основании движений 400 звезд рассчитал, что угловая скорость Солнца, видимая со среднего расстояния звезд



первой величины, составляет  $0,34''$  в год — в 3 раза меньше значения, полученного Гершелем.

Однако если исключить эту погрешность, то вызывает удивление, что Гершель, располагавший столь скудными данными, сумел найти положение апекса, которое оказалось весьма близким к позднейшим определениям. Результат Гершеля был в значительной степени интуитивным, а не строго математическим, и многие отнеслись к нему с недоверием, в особенности тогда, когда такой авторитетный ученый, как Ф. Бессель, высказал сомнение в его реальности.

Вопрос о движении Солнца был окончательно решен в 1837 году Ф. Аргеландером, возглавлявшим в то время обсерваторию в Гельсингфорсе (ныне Хельсинки). Он рассуждал так. Направление собственного движения звезд определяется углом  $\phi$ , который оно образует с кру-

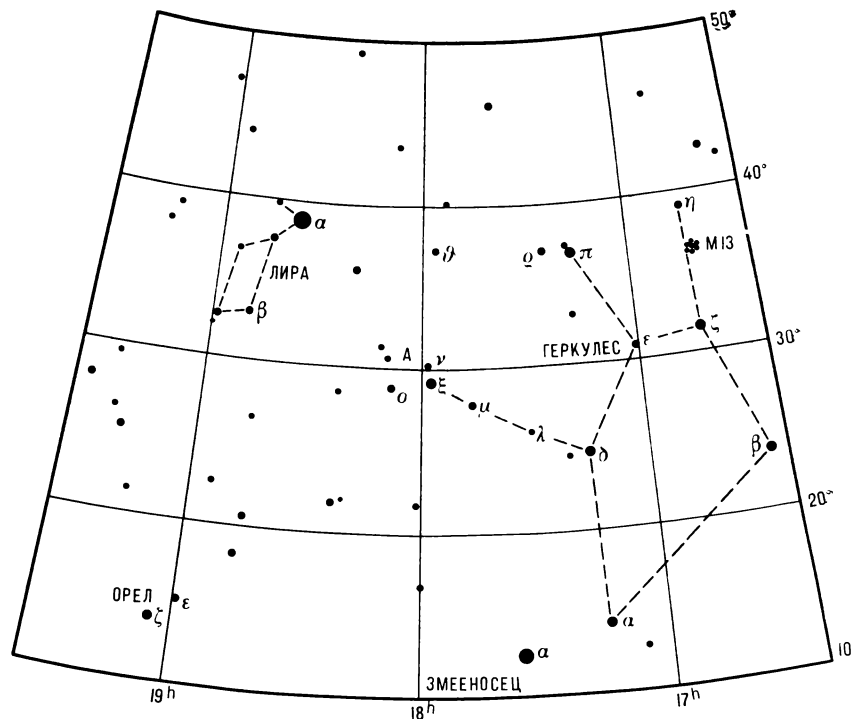
■ —  
*Наблюдаемое направление собственного движения звезды определяется углом  $\phi$ , движение Солнца к апексу — углом  $\psi$ . Положение апекса выбирается так, чтобы для всех исследованных звезд разность  $(\phi-\psi)^2$  была минимальна*

гом склонения, проходящим через данную звезду. Доля этого движения, которая вызвана перемещением Солнца, направлена к антиапексу и составляет с кругом склонения угол  $\psi$ . Его легко вычислить, задавшись положением апекса. Наиболее вероятным будет то положение апекса, при котором для всех исследованных звезд  $(\varphi - \psi)^2$  минимально, что соответствует принципу наименьших квадратов, разработанному незадолго до этого К. Гауссом. Исследуя собственные движения 390 звезд, Аргеландер показал, что такому условию удовлетворяет апекс с прямым восхождением  $A$  между  $255$  и  $261^\circ$  и склонением  $D$  между  $+38$  и  $+31^\circ$  в зависимости от величины собственных движений звезд.

С тех пор координаты апекса определялись много раз. Наиболее полный и строгий метод решения этой задачи разработал в 1843 году французский физик О. Браве. Он предположил, что центр массы системы звезд с известными пространственными координатами, скоростями движений и массами остается неподвижным благодаря уравновешиванию всех движений. По отношению к этому центру и определяется перемещение Солнца. Однако выполнить строгие расчеты по методу Браве нельзя из-за недостатка сведений о звездах. Мы знаем массы и расстояния лишь немногих звезд. Правда, массы всех звезд можно принять равными солнечной, но расстояния и лучевые скорости измерены для значительно меньшего числа звезд, чем их собственные движения.

Одно из лучших определений апекса по методу Браве было выполнено в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга в 1935 году под руководством В. Г. Фесенкова. Полученные координаты апекса:  $A = 269,5^\circ$ ,  $D = +30,7^\circ$ , скорость движения Солнца— $18,9$  км/с.

Другой способ нахождения апекса основан на лучевых скоростях звезд. На небе ищут область, в которой звезды в среднем приближаются к нам с наибольшей скоростью (избыток отрицательных лучевых скоростей), а в противоположной области неба звезды должны преимущественно



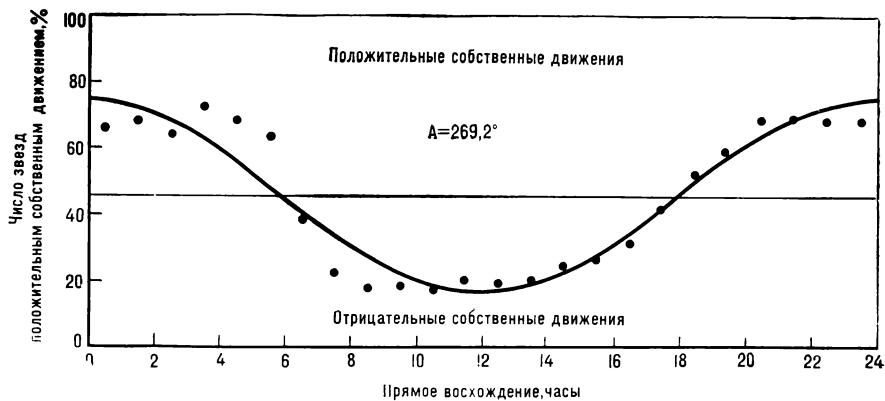
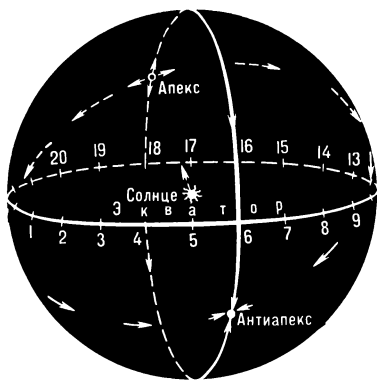
но удаляться от нас (избыток положительных лучевых скоростей). Разность средних скоростей в этих областях соответствует удвоенной линейной скорости Солнца. Так вывели положение апекса и скорость Солнца У. Кэмпбелл в США, затем Г. Лудендорф в Германии и другие ученые. Координаты апекса оказались примерно такими же, какими их получили по собственным движениям, а скорость Солнца — близкой к  $20$  км/с.

Чем вызваны небольшие разногласия в определении апекса? Почти всегда предполагается, что пекулярные, присущие самим звездам, движения (которые остаются после вычета из собственных движений перспективного эффекта, вызванного перемещением Солнца) хаотично направлены. Вместе с тем, известно, что некоторые звезды участвуют в общих течениях, например звезды в окрестности Гиад или часть звезд Большой Медведицы. Такие звезды искажают координаты апекса. Кроме того, в методах, использующих не

только направление, но и величину собственных движений, звезды с аномально большими скоростями сильно влияют на положение апекса. Движение всегда относительно и зависит от того, к каким объектам оно относится. Рассматривая перемещение Солнца по отношению к близким ему звездам, принимают такие координаты апекса:  $A = 270^\circ$ ,  $D = +30^\circ$  и скорость Солнца  $20$  км/с. Апекс находится в созвездии Геркулеса, почти на границе с созвездием Лиры.

В заключение покажем, как определить координаты апекса, подсчитывая знаки собственных движений звезд. Имеются каталоги, которые содержат приближенные данные для всех звезд до определенной звездной величины, в том числе и собственные движения по прямому восхождению и склонению. В частности, такой каталог составлен в обсерватории Йельского университета (США). Он содержит 9100 звезд до 6,5 визуальной величины. Для пояснения наших рассуждений обратимся к рисунку, изображающему небесную сферу с Солнцем в центре. Тенденция звезд двигаться от апекса к антиапексу создает избыток отрицательных соб-

Апекс (A) на карте звездного неба



ственных движений по прямому восхождению (в сторону убывающих значений прямого восхождения) в правой стороне рисунка и избыток положительных движений в его левой части. График, показывающий число звезд с положительными движениями в зависимости от прямого восхождения, достаточно хорошо соответствует синусоиде, которая пересекает горизонтальную ось при  $\alpha = 5^{\text{h}}57^{\text{m}}$  и  $17^{\text{h}}57^{\text{m}}$ , или  $89,2^\circ$  и  $269,2^\circ$ . Точки пересечения дают прямое восхождение антиапекса и апекса.

Теперь найдем склонение апекса. Известно, что к северу от него звезды имеют тенденцию перемещаться в сторону Северного полюса мира, то есть в их собственных движениях по склонению преобладают положительные. Такая же тенденция наблюдается и у звезд, расположенных к югу от антиапекса. В остальной части небесной сферы будут преобладать отрицательные движения. Если подсчитать число звезд с положительными и отрицательными движениями в пределах  $17\text{--}19^{\text{h}}$  близ апекса и  $5\text{--}7^{\text{h}}$  близ антиапекса для разных склонений, то место, где эти числа сравниваются, и определит искомое склонение.

Согласно подсчетам (см. таблицу), число положительных движений примерно такое же, как отрицательных, между склонениями  $25$  и  $35^\circ$ , может быть, чуть ближе к  $31^\circ$ . Это и будет склонение апекса, причем  $+31^\circ$  для апекса и  $-31^\circ$  для антиапекса. Таким образом, элементарный подсчет знаков собственных движений звезд

Число звезд с положительными и отрицательными движениями в районе апекса и антиапекса

Пределы склонений	Среднее склонение	Число движений		Разность
		положит.	отрицат.	
$10^\circ - 20^\circ$	$15^\circ$	38%	62%	-24%
20 — 30	25	44	56	-12
30 — 40	35	54	46	+8
40 — 50	45	52	48	+4

дал положение апекса, соответствующее наиболее обстоятельным исследованиям.

Интереснее, но и труднее определить направление и скорость движе-

ния Солнца вокруг центра Галактики, которое было открыто голландским ученым Я. Оортом в 1927 году. Если считать орбиту Солнца круговой, то его скорость получается порядка  $250$  км/с, а направление движения — к созвездию Лебедя. Есть некоторые основания предполагать, что эксцентриситет орбиты довольно значительный. Если это так, то скорость и направление движения будут отличаться от указанных. Возможно, что в решении этого сложного вопроса мы находимся в таком же положении, как В. Гершель, искавший координаты апекса.

*Вдоль экватора небесной сферы (Солнце — в центре) нанесены часы прямого восхождения, указано положение апекса и антиапекса. Стрелки соответствуют направлению движений звезд по прямому восхождению*

*Зависимость числа звезд с положительными собственными движениями от величины прямого восхождения. Точки пересечения синусоиды с осью абсцисс соответствуют прямому восхождению апекса и антиапекса*

## Московское общество испытателей природы и его журнал

### ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

Без малого 175 лет назад, 22 марта (3 апреля) 1805 года, группа профессоров Московского университета собралась для обсуждения вопроса об организации при университете общества натуралистов. Летом 1805 года утвердили устав общества; оно было названо Московским обществом испытателей природы (МОИП). Так оно именуется и теперь. Основную роль в организации этого общества, старейшего из поныне существующих в СССР, играл профессор Г. И. Фишер фон Вальдгейм, крупный ученый в вопросах естествознания, наиболее известный исследованиями в области энтомологии и палеонтологии. Его избрали пожизненным директором общества. Впоследствии он был избран почетным членом Петербургской академии наук.

Общество сразу поставило перед собой широкие задачи — изучение природы России, при подчеркнутой практической устремленности этих работ. В уставе 1805 года сказано: «Главный предмет общества сделать известною естественную историю обширной Российской империи. Особенно стараться оно будет, по возможности, делать открытие в таких произведениях, которые могут составить отрасль торговли для нашего отечества». Далее сказано, что общество «... будет собирать в географическом порядке все естественные произведения Российского государства по части Минералогии, Ботаники, Зоологии, Земледелия и Промышленности», и подчеркнута необходимость широкого общения с «просвещенными и учеными мужами» России и других



■ *Основатель Московского общества испытателей природы, профессор Г. И. Фишер фон Вальдгейм (репродукция с портрета, приписываемого кисти Д. Г. Левицкого)*

стран. Предполагалось проведение крупных экспедиционных работ, в том числе в отдаленных районах.

С первых шагов общество занялось публикацией получаемых им научных данных. Уже в 1806 году начал вы-

ходить журнал на французском языке, но быстро прекратил существование. В том же году в виде сборников или монографий стали печататься (также по-французски) мемуары общества. Издание их продолжалось по 1940 год, однако том от тома нередко отделяли большие промежутки времени. А нужен был постоянный периодический печатный орган, который помог бы взаимному ознакомлению зарубежной и русской наук.

#### ВОЗНИКНОВЕНИЕ «БЮЛЛЕТЕНЯ» — ЖУРНАЛА ОБЩЕСТВА

Такой журнал начал выходить 150 лет назад, в 1829 году под названием (которое носит и сейчас) «Бюллетень Московского общества испытателей природы». Первые десятилетия он печатался почти целиком на иностранных языках, следующие несколько десятилетий — преимущественно на иностранных языках. Конечно, это затрудняло русским людям чтение «Бюллетеня», но надо помнить, что такова была вообще тогдашняя практика публикаций научных работ в России. С другой стороны, иностранные языки «Бюллетеня» облегчали его проникновение в зарубежную науку и ознакомление ее с успехами русской науки.

Широкий обмен «Бюллетеня» на периодические иностранные издания, регулярно проводившийся в течение всего времени его существования, позволял собрать в библиотеке Московского общества испытателей природы огромное количество иностранных книг по естествознанию. По словам бывшего ученого секретаря МОИП С. Ю. Липшица, библиотека общества «... является одной из богатейших по естествознанию не только в Союзе, но и во всем мире, и представляет собой национальное сокровище».

Лишь после Великой Октябрьской социалистической революции «Бюллетень» начали печатать по-русски. Журнал стал доступен самым широким кругам лиц, интересующихся естествознанием, и это быстро вызвало увеличение его тиража и числа членов общества.

До революции «Бюллетень» был единым, в нем публиковались статьи

по всем вопросам естествознания, главным образом по ботанике, зоологии, геологии, палеонтологии, в меньшей мере по химии, физике, математике, астрономии. В 1922 году произошло разделение «Бюллетеня» на две серии (отдела) — биологическую и геологическую.

К началу публикации «Бюллетеня», в 1829 году, в обществе уже существовала в какой-то мере сработавшаяся группа ученых. Говорить об этом не без осторожности приходится по двум причинам. Во-первых, в начальные годы деятельности общества на его собрания выносилось рассмотрение многочисленных мелких, а то и мельчайших вопросов. Например, приводились описания растительности около такой-то подмосковной фабрики или обсуждалась конструкция нового прибора для винокурения и т. д. Основная линия развития общества в это время еще не определилась. Во-вторых, в 30—50-х годах прошлого века фактически не было понятий «коллективизм», «сработавшаяся группа», во всяком случае, в отношении исследователей науки.

Тем не менее несомненно, что группа ученых, объединившихся в составе Московского общества испытателей природы, явилась исключительно благоприятной средой для поддержания такого начинания, как издание периодического журнала общества. Последствия были взаимно выгодны и для журнала, получившего квалифицированных авторов статей, и для общества, широкие научные замыслы которого в значительной мере стали претворяться в жизнь силами этих авторов.

Я не буду пытаться хотя бы отчасти перечислить их. Сотни ученых напечатали свои работы в дореволюционных и послереволюционных «Бюллетенях». Но имена многих из них часто ничего не говорят современному читателю без разъяснений, которые невозможны в журнальной статье. Укажу лишь, что во все периоды деятельности «Бюллетеня» среди его авторов были выдающиеся представители научных дисциплин, освещавшихся журналом, притом не только русские, но и иностранные.

Уместно словами крупнейших ученых нашей страны дать оценку той роли, которую для русской науки играли Московское общество испытателей природы и его «Бюллетени». В обществе издавна существовала практика выборов почетными членами видных отечественных и зарубежных ученых. Они отвечали письмами с благодарностью и — почти всегда — с краткой оценкой деятельности общества. В уже цитированной книге С. Ю. Липшица, написанной к 135-летию юбилею общества, приведены выдержки из некоторых писем. Я ими воспользуюсь.

Вот что писал прославленный русский физиолог И. М. Сеченов (1885 г.): «Избрание это я всегда буду считать одной из самых почетных наград за мою посильную деятельность». А вот слова другого виднейшего представителя русского естествознания — Д. И. Менделеева (1885 г.): «Общество испытателей природы, славные ученые труды которого долгое время заключали в себе все, что помимо Академии наук доходило до мировой известности из русских работ по естествознанию, избрав меня в число своих сочленов, оказало мне такой почет, какого едва ли мне удастся заслужить в остальной моей деятельности». В 1893 году почетным членом был избран один из крупнейших русских ученых-ботаников А. Н. Бекетов. Он откликнулся следующим письмом: «Заслуги Московского общества испытателей природы перед наукой и Россией неоценимы. При ограниченности средств оно сумело возвыситься на степень настоящей Русской центральной Академии наук по естествознанию». В 1895 году в почетные члены избрали академика геолога А. П. Карпинского — ученого, значение которого для русской науки трудно переоценить. Он написал президенту общества: «Засвидетельствуйте мою глубочайшую признательность обществу, справедливо считающемуся как русскими, так и иностранными естествоиспытателями одним из самых выдающихся научных учреждений».

Здесь необыкновенно примечателен следующий факт. Из четырех

указанных ученых только Сеченов был длительно связан с Москвой, тогда как остальные жили и работали в Петербурге. Вероятно, бывая в Москве, они иногда присутствовали на заседаниях общества. Но в своих оценках его научного значения они основывались, конечно, не на отрывочных личных впечатлениях, а на печатных трудах, то есть в первую очередь на многих десятках выпусков «Бюллетеня», составлявшего подавляющую часть печатной продукции МОИП. Вот поистине лучшая похвала деятельности одного из старейших научных естественно-исторических журналов нашей страны! \*

Сходные оценки мы находим и в высказываниях иностранных ученых, среди которых видим в подлинном смысле всемирно известных деятелей науки: А. Гумбольдта, Л. фон Буха, Ж. Сент-Илера, Г. Гельмгольца и др.

#### УЧЕННЫЕ — РУКОВОДИТЕЛИ ОБЩЕСТВА

Не менее определенным было и официальное отношение русских ученых к обществу. Наглядно это видно по внушительному списку тех из них, которые занимали пост президента общества. Здесь надо сказать, что со второй половины XIX века этот пост существовал отнюдь не для показных целей, отличаясь тем от поста президента Петербургской академии наук, замещавшегося по личному распоряжению царя.

Президентами общества были ученые разных специальностей. Вот их список за последние почти 100 лет (в скобках—годы президентства; кроме Ф. А. Бредихина, все ученые до В. Н. Сукачева включительно были



президентами по день смерти): 1. **Ф. А. Бредихин** (1886—1890) — академик, видный астроном, став директором Пулковской обсерватории, ушел с поста президента общества; 2. **Ф. А. Слудский** (1890—1897) — профессор Московского университета, математик и физик; 3. **Н. А. Умов** (1897—1915) — профессор Московского университета, талантливый физик, философ материалистических направлений, поборник идей дарвинизма, много сделавший для расширения деятельности общества; в 1911 году первым ушел в отставку из университета в знак протеста против действий министра просвещения Кассо, учинив-

шего разгром в Московском и других университетах; 4. **М. А. Мензбир** (1915—1935) — академик, профессор Московского университета, зоолог, зоогеограф, в течение 20 лет отдававший все силы обществу (есть сведения, что за этот срок он не пропустил ни одного заседания!); как и Умов, ушел в 1911 году из универси-

■  
*Президент общества с 1886 по 1890 год — видный астроном Ф. А. Бредихин*

\* Раньше «Бюллетеня», с 1825 года, в России начал издаваться «Горный журнал». В течение многих десятилетий в нем публиковались статьи и по горному делу, и по самым разным вопросам геологии. В числе авторов статей были многие крупные русские ученые. Однако в последнее время тематика этого журнала, при сохранении прежнего названия, резко изменилась — геологии в нем не осталось.



тата в знак протеста против действий министра Кассо; 5. **Н. Д. Зелинский** (1935—1953) — академик, крупнейший химик, профессор Московского университета; так же, как Умов и Мензбир, ушел в 1911 году в отставку в знак протеста против действий Кассо; 6. **В. Н. Сукачев** (1955—1967) — академик, ботаник; 7. **А. Л. Яншин** (с 1967 г.) — академик, геолог.

Таким образом, уже более 60 лет (с 1915 г.) МОИП возглавляют только действительные члены Академии наук. Иногда академиков избирали и вице-президентами общества (А. П. Павлов, В. И. Вернадский, А. Е. Ферман, В. В. Меннер). Все это служит еще одним наглядным свидетельством высокой оценки научной роли общества представителями главного научного учреждения нашей страны — Академии наук.

#### ИСТОРИЯ ОБЩЕСТВА И ЕГО «БЮЛЛЕТЕНЯ»

Хотя очень коротко, но мы смогли познакомиться с историей Московского общества испытателей природы и его «Бюллетеня». Однако при этом были лишь вскользь затронуты некоторые важные вопросы; к их рассмотрению мы и переходим.

Как известно, изучение проблем естествознания в России началось в XVIII веке в Петербурге и несколько десятилетий происходило без заметного участия московских ученых. Поэтому понятно, что первые 10—15 лет после возникновения общества ученая жизнь в нем отнюдь не была бурной. Затем у геологов наступила эра «героических одиночек», из которых прежде всего необходимо назвать двоих — профессора Г. И. Фишера фон Вальдгейма и фактически ныне забытого химика и минералога Р. Германна. Первые публикации Фишера относятся к 1829 году, последняя — к 1852 году; за 23 года он напечатал в «Бюллетене» 51 статью, преимущественно по палеонтологии\*. За 48 лет (1830—1878) Гер-

\* Термин «палеонтология» был предложен одновременно Фишером и французским ученым Дюкротэ де Блэнвилем.



манн опубликовал в «Бюллетене» и других изданиях МОИП ни мало, ни много — 63 работы, главным образом о разных минералах (некоторые из них он открыл впервые и описал) и горных породах, а также работы по минеральным водам, химии, физико-химии и даже метеорологии.

С 40-х годов стало расти число ученых, стремившихся осуществить планы исследований, намеченные орга-

низаторами общества. Мы видим здесь и геологов «чистой воды», и палеонтологов, и минералогов. Расширился фронт работ и биологов. Год от года увеличивались районы работ,

■  
*Президент общества с 1915 по 1935 год — крупный зоолог М. А. Мензбир*

исследования захватывали не только центр, юг и восток Русской равнины, но и Урал, Кавказ, более отдаленные области. Для геологов это был период накопления фактического материала по стратиграфии, вещественному составу пород, содержащимся в них ископаемым организмам, минералам, рудам, по тектонике. Этот материал тщательно отбирали и возможно более подробно изучали.

С середины XIX века в «Бюллетене» начали появляться обобщения, на первых порах робкие, локальные, а затем и более широкие. Я имею в виду статьи К. Ф. Рулье по геологии Московской губернии, Э. И. Эйхвальда, касающиеся разных вопросов палеонтологии, Г. А. Траутшольда (много лет бывшего ученым секретарем общества) по строению карбона и мезозоя Московской губернии и Поволжья, Ф. Ф. Вангенгейма по Уралу и Оренбургскому Приуралью.

Чем дальше, тем многочисленнее и серьезнее становились эти работы. Укажу на труды А. П. Павлова, касающиеся мезозоя и тектоники центральной и юго-восточной частей Русской равнины; Н. И. Андрусова — относительно строения третичных отложений районов Черного и Каспийского морей и истории этих морей; А. Д. Архангельского — по самым разным вопросам большой геологии, включая общий абрис тектоники европейской части СССР; В. А. Обручева — по тектонике Сибирской платформы; М. В. Павловой — по палеозологии млекопитающих животных. Эти исследования и вытекающие из них обобщения нашли отражение в публикациях «Бюллетеня» с 90-х го-

дов XIX до середины 20-х годов XX века.

Все эти работы в своей совокупности и составляли значительную часть «генеральной» линии научной деятельности Московского общества испытателей природы. Другой частью были биологические работы. Проводили эти исследования члены общества и в экспедиционных условиях, и в камеральной обработке. Источники финансирования бывали разными. Обобщения получались тем шире и увереннее, чем лучше был собран и изучен исходный фактический материал и чем определеннее сделаны выводы. К сказанному надо прибавить данные о других сторонах научной деятельности общества — о росте числа его секций и интенсификации их работы, вопросах публикации материалов, организации филиалов в других городах. Все это наглядно свидетельствует о научной зрелости и прогрессивном характере устремлений общества.

Вот одна интересная иллюстрация к сказанному. В 1933 году в четвертом выпуске геологического отдела «Бюллетеня» была опубликована статья А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского «Схема тектоники СССР», послужившая началом совершенно нового направления в изучении и понимании тектоники — с помощью карт, составлявшихся на основании разделения рассматриваемой территории на зоны в зависимости от возраста их складчатости. Сейчас этот принцип принят в международном масштабе, в значительной мере вследствие успешного составления таких карт в СССР, которое осуществлялось под руководством Н. С. Шатского и его соавторшей.

#### ОБЩЕСТВО И «БЮЛЛЕТЕНЬ» В ПОСЛЕРЕВОЛЮЦИОННОЕ ВРЕМЯ

Остановимся теперь на вопросе о соотношении раннего и позднего изучения геологии нашей страны, проводившегося обществом. Порой высказываются суждения, что научные воззрения в геологии подверглись коренной ломке вблизи рубежа XIX и XX веков. Однако из содержания настоящей статьи достаточно ясно

следует значительная преемственность развития геологической науки в России. Конечно, в ходе времени одни соображения и взгляды устаревали и их заменяли другими, которые лучше подтверждались фактами. Но этот естественный процесс вовсе не был всеобщей ломкой, что справедливо в отношении всех дисциплин геологии — от «основополагающих» — стратиграфии, тектоники, палеонтологии до «замыкающих» — четвертичной геологии и гидрогеологии. Вывод о значительной преемственности развития геологических представлений в нашей стране был бы еще очевиднее, если бы мы привлекли данные по более обширным территориям СССР, но и сейчас он достаточен для отрицания коренной ломки в геологической науке в начале XX века.

Вместе с тем, около рубежа XIX и XX веков в геологии действительно произошли крупные изменения, но они свидетельствовали не о ломках, а о взаимном проникновении друг в друга разных наук. Решение ряда сложных задач геологии оказалось невозможным без глубокого обращения к химии, и в результате родилась новая дисциплина — геохимия. Аналогичный процесс в отношении геологии и физики породил геофизику. Обе эти дисциплины остались вместе с геологией в сообществе наук о Земле, и это естественно, ибо ни та, ни другая не могут существовать вне постоянной связи с изучением Земли.

И геохимия, и (хотя в меньшей степени) геофизика начали формироваться как науки еще до 1917 года. Становление и первые успехи геохимии многим обязаны работам двух видных членов общества — В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана. Начальным стадиям становления геофизики способствовал другой видный член общества — А. Д. Архангельский. Но — и это надо резко подчеркнуть — только после Октябрьской революции развитие этих двух наук приобрело в нашей стране должный размах и глубину, что и позволило им поразительно быстро войти в число ведущих в общегосударственном масштабе.

Великая Октябрьская социалистическая революция оказала огромное

влияние и на другие отрасли геологии, как и вообще на все науки, но и здесь — преимущественно не ломкой созданного ранее, а активной всемерной поддержкой того принципиально нового, что определилось в начале века или возникло в горниле революции. Имеются в виду не только новые крупные научные направления, вроде геохимии или геофизики, но и пусть менее яркие, зато гораздо более многочисленные явления. Например: новые методики исследований или новые формы информации, и качественно и количественно отличные от получавшейся ранее; или связи с другими науками, вроде проникновения математики в описательные науки естествознания и т. д. Все это, вместе взятое, уверенно позволяет говорить о новой эпохе развития науки в целом в нашей стране после Октября 1917 года.

Я рад возможности привести здесь и квалифицированную оценку деятельности биологического отдела «Бюллетеня» в послереволюционный период. Она принадлежит двум ученым, возглавляющим этот отдел журнала, — ответственному редактору Т. А. Работнову и заместителю ответственного редактора В. Н. Тихомирову. В их статье, посвященной работе биологического отдела «Бюллетеня» с 1917 по 1977 год, опубликованной в конце 1977 года, мы читаем: «Таким образом, за годы Советской власти «Бюллетень МОИП, отдел биологический» не только не утратил своего значения и не потерял славного места, которое он занимал раньше в мировой биологической периодической литературе, но, сохранив лучшие старые традиции, приобрел новые черты, отвечающие современному состоянию науки». Следовательно, нет сомнения, что сказанное о значении Московского общества испытателей природы и его «Бюллетеня» для развития русской и советской геологической науки полностью относится и к разветвленному комплексу биологических наук.

1979-й год — юбилейный для журнала: «Бюллетеню» исполняется 150 лет. 1980-й год — юбилейный для alma mater журнала — Московского общества испытателей природы, при

еще более почтенном сроке юбилея — 175 лет. Хочу подчеркнуть, что именно «Бюллетень» стал тем русским периодическим журналом, который очень долго, на протяжении полутора веков, добросовестно исполнял и научную и информационную работу, передавая из поколения в поколение геологов сведения о геологических новостях и тех особенностях развития нашей науки, которые однословно можно назвать преемственностью или унаследованностью.

Геологический отдел «Бюллетеня» стремится быть научным журналом, отражающим разные точки зрения. Широта и разнообразие тематики выгодно отличают его от подавляющего большинства геологических журналов СССР, специализированных по от-

дельным отраслям наук о Земле. Неряду с этими особенностями, унаследованными журналом от породившего его общества, есть и отличие: геологический «Бюллетень» не является ведомственным органом, отражающим исследовательскую работу только членов общества, страницы его вполне открыты и нечленам общества. Вневедомственный характер журнала стал намечаться давно, но окончательно это было внедрено в практику работы лет 20—25 назад одним из виднейших членов общества, его многолетним вице-президентом и главным редактором геологического отдела «Бюллетеня» В. А. Варсанюфьевой. Мы стремимся сохранить эту линию и знаем, что это встречает сочувствие и у авторов, и у читателей.



## СЛЕД УРАГАНА В ОКЕАНЕ

Ураганы и тайфуны оставляют «термические следы» в верхнем слое океана, охлаждая его на несколько градусов. Характеристики таких следов удается непосредственно измерить, а закономерности их образования выясняются на теоретических моделях. Одна из моделей получила недавно блестящее подтверждение при анализе следа тайфуна «Тэсс» в Тихом океане. Оказалось, что область воздействия тайфуна распространялась до 400 м в глубину и в поперечнике составила не менее 600 км.

До недавнего времени было неясно, долго ли «живут» такие следы. А вопрос этот важен, так как имеет прямое отношение к энергетике взаимодействия атмосферы и океана при

экстремально сильном ветре. К тому же появляется возможность установить, могут ли океанские вихревые образования синоптического масштаба («Земля и Вселенная», 1979, № 3, с. 14—18. — *Ред.*) возникать под прямым атмосферным воздействием.

В 27-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» (июль — октябрь, 1978 г.) в северо-западной части Атлантики проводились гидрофизические измерения во время тропического урагана «Элла». След урагана, восстановленный К. Н. Федоровым (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР) по этим измерениям, качественно напоминает след тайфуна «Тэсс». Только зона воздействия урагана была меньше. Она не превышала 50—60 морских миль в поперечнике и 200 м по глубине. Температура воды в верхнем слое зоны упала на 2° С.

Через 20 дней после урагана гидрофизические характеристики здесь остались почти неизменными — релаксация следа к этому времени практически еще не началась. Приращение потенциальной энергии относительно невозмущенного состояния океана, измеренное в эксперименте, было недостаточным для создания типичных синоптических вихрей, встречающихся в этом районе Атлантики. Но вполне возможно, что более мощные ураганы, «рассасываясь» в океане, могут приводить к локальному вихреобразованию.

«Доклады АН СССР», 245, 4, 1979.



ПО ВЫСТАВКАМ  
И МУЗЕЯМ

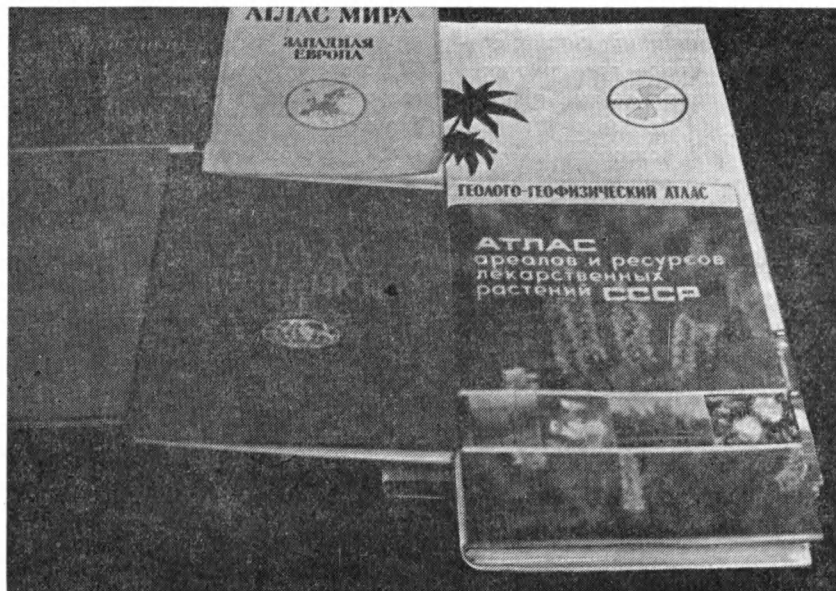
Кандидат технических наук  
С. А. САЛЯЕВ

## «Советская геодезия и картография за 60 лет»

В марте 1979 года советские геодезисты, топографы и картографы отмечали знаменательную дату. Декретом Совнаркома РСФСР, подписанным В. И. Лениным 15 марта 1919 года, было положено начало созданию государственной службы геодезии и картографии в Советской стране. В декрете «Об учреждении Высшего геодезического управления» записано: «Для изучения территории РСФСР в топографическом отношении, в целях поднятия и развития производительных сил страны, экономии технических сил и денежных средств и времени при научно-техническом отделе Высшего совета народного хозяйства учреждается Высшее геодезическое управление».

Молодая Советская Республика действительно нуждалась в топографических съемках своей территории. Без них нельзя было составить карты, необходимые для разведки и разработки полезных ископаемых, строительства дорог, промышленных сооружений и городов. К тому же, для большей части территории страны вообще не было точных топографических карт.

Ленинский декрет содержал перспективные задачи Государственной службы геодезии и картографии. Эта программа не потеряла своей актуальности и теперь — она успешно осуществляется советскими геодезистами и картографами. За истекшие 60 лет сделано многое. Выполнена точная топографическая съемка всей территории нашей страны и созданы карты, которыми пользуются строители городов и нефтепроводов, геологи, мелиораторы Нечерноземья и строители БАМа. Сейчас перед гео-



дезистами и картографами поставлены новые задачи: «сгустить» геодезические сети, провести топографические съемки в более крупных масштабах, осуществить съемки не только на суше, но и в шельфовых зонах морей и океанов, сделать городские съемки, включающие съемки подземных коммуникаций. Современная геодезическая, фотограмметрическая и картографическая техника позволяет успешно решать такие задачи. Все это было наглядно представлено на выставке в Московском политехническом музее, посвященной 60-летию Ленинского декрета. Выставка работала с 11 по 25 марта 1979 года.

Вводный раздел выставки показывал, какое большое внимание уделял В. И. Ленин геодезии и картографии. Здесь можно было видеть и декрет от 15 марта, и декреты «Об учете и

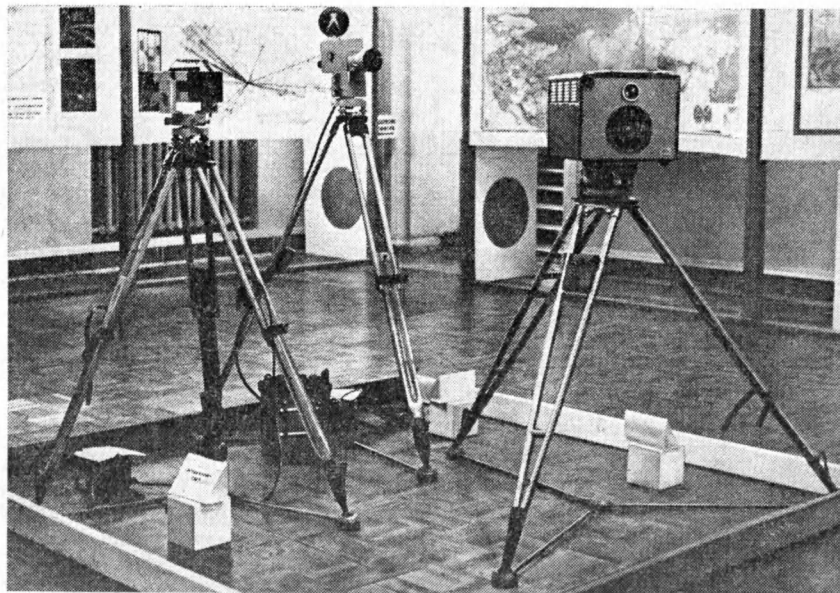
распределении... инструментов», «О мобилизации специалистов-геодезистов». На выставке экспонировались атласы, которыми пользовался Владимир Ильич, был воспроизведен уголок его кабинета с множеством карт. Здесь же — первые советские карты, письма Ленина по вопросам создания учебных, агитационных, справочных карт и атласов. Вводный раздел выставки давал ясное представление о том, как закладывались идейные и методические основы советской картографии.

*Справочные атласы, изданные в последние годы Государственным управлением геодезии и картографии*

В разделе «Карты и атласы» были представлены учебные, тематические, справочные карты и атласы, туристские карты-схемы, карты БАМа, Нечерноземья. Это о картах добрые слова сказал Л. И. Брежнев в книге «Целина»: «...Кроме печати да приказов в кармане, директора совхозов имели еще и портфели, а в них — карты земельных угодий и землеустройства новых хозяйств...».

Один из разделов выставки был посвящен изучению фигуры Земли. Советские ученые-геодезисты Ф. Н. Красовский (его имя в 1978 году было присвоено Центральному научно-исследовательскому институту геодезии, аэросъемки и картографии), М. С. Молоденский, А. А. Изотов внесли немалый вклад в изучение фигуры и размеров Земли, в создание точной государственной астрономо-геодезической сети. Как показывает практика, принятый в СССР и ряде других стран эллипсоид Красовского по своим параметрам (размеры осей, величина сжатия) — наиболее близкая к земному эллипсоиду математическая фигура.

Важный раздел выставки — геодезические приборы. За 60 лет геодезическая техника сделала гигантский скачок. На смену традиционной ленте и проволоке для измерения расстояний пришли свето- и радиодальномеры. Возросла точность, уменьшились размеры и масса теодолитов, нивелиров, тахеометров. Автоматизируется процесс регистрации полевых измерений, а применение ЭВМ позволяет проводить вычисления в де-

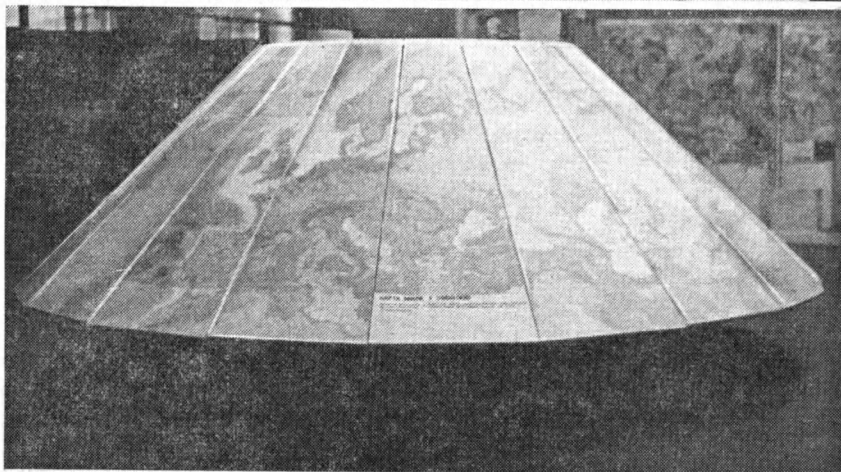


■  
*Геодезические светодальномеры «Кварц», 2СМ2 и СМ5. Расстояние определяется по скорости прохождения светового импульса между прибором и отражателем*

■  
*«Семейство» оптических теодолитов*

■  
*Монтаж части «Карты мира» масштаба 1 : 2 500 000*

Фото автора



В. И. ПАВЛЕНКОВ  
Г. С. ЯХНО

## Гидирующее устройство для астрографа

Любители астрономии знают, как непросто получить фотографию звездного неба, на которой были бы видны слабые звезды, яркие галактики и звездные скопления. Такой снимок можно сделать и обычной малоформатной камерой со светосильным объективом «Юпитер-8», но камеру нужно оборудовать гидирующим устройством. И тогда на пленке чувствительностью 250 ед. ГОСТа с выдержкой 15—20 минут можно запечатлеть звезды до 8-й величины, галактику М 31 в созвездии Андромеды, самые яркие звездные скопления.

В гидирующем устройстве используется механизм будильника. Часовой механизм и стойка с впрессованным в нее шарикоподшипником для часовой оси крепятся на планке. Один конец часовой оси соединяется с ключом, которым заводится будильник, а на другом крепится шарнирный зажим для установки фотоаппарата (зажим взят из набора школьному лабораторному штативу).

В механизме будильника необходимо сделать следующие изменения: убрать пружинный маятник, а к анкеру присоединить стержень из ферромагнетика, который втягивается внутрь периодически срабатывающего электромагнита. В исходное положение анкер возвращается под действием пружины. Таким образом осуществляется ход часового механизма.

Нужный режим работы электромаг-

сятки раз быстрее, чем прежде. В этом разделе были представлены также новейшие приборы для измерения ускорений силы тяжести.

Новое слово в геодезическом приборостроении — демонстрировавшийся на выставке комплекс астрономического теодолита, который включает аппаратуру для регистрации наблюдений и радиоприемник. Применение его экономит много сил и времени геодезистов.

На выставке экспонировалась аэрофотосъемочная техника: новые фотоаппараты ТЭС-5, ТЭС-10, ТЭ-35. По своим характеристикам (разрешающей способности, дисторсии объективов, интервалам экспозиции) эти приборы не уступают лучшим зарубежным образцам. Они дают высококачественные аэроснимки для картографических целей. Представлены были и современные носители аэрофотоаппаратов: новый специальный аэросъемочный самолет АН-30 и вертолет КА-26, успешно применяющийся для аэрофотосъемки небольших участков территории.

Внимание посетителей выставки неизменно привлекал стенд, на котором в натуральную величину была смонтирована часть «Карты мира» масштаба 1 : 2 500 000 (в 1 см — 25 км). Эта уникальная в мировой практике карта — результат коллективной работы картографов социалистических стран — Болгарии, Венгрии, Чехословакии, ГДР, Польши, Румынии и СССР. Она выполнена в виде отдельных листов, которые (если их склеить) образуют поверхность гигантского глобуса диаметром более пяти метров.

Среди экспонатов выставки были приборы, натурные экспонаты и стенды, посвященные инженерной геодезии. Они показывали роль геодезических измерений в строительстве, архитектуре, науке. Радиотелескоп Академии наук (РАТАН) («Земля и Вселенная», № 1, 1977, с. 42—49. — Ред.), общий вид которого представлен на выставке, — пример уникального сооружения, при строительстве которого потребовалась точность 0,3—0,4 мм при диаметре телескопа 600 м.

Геодезисты, участвующие в созда-

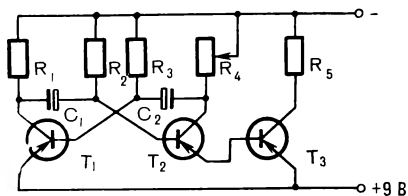
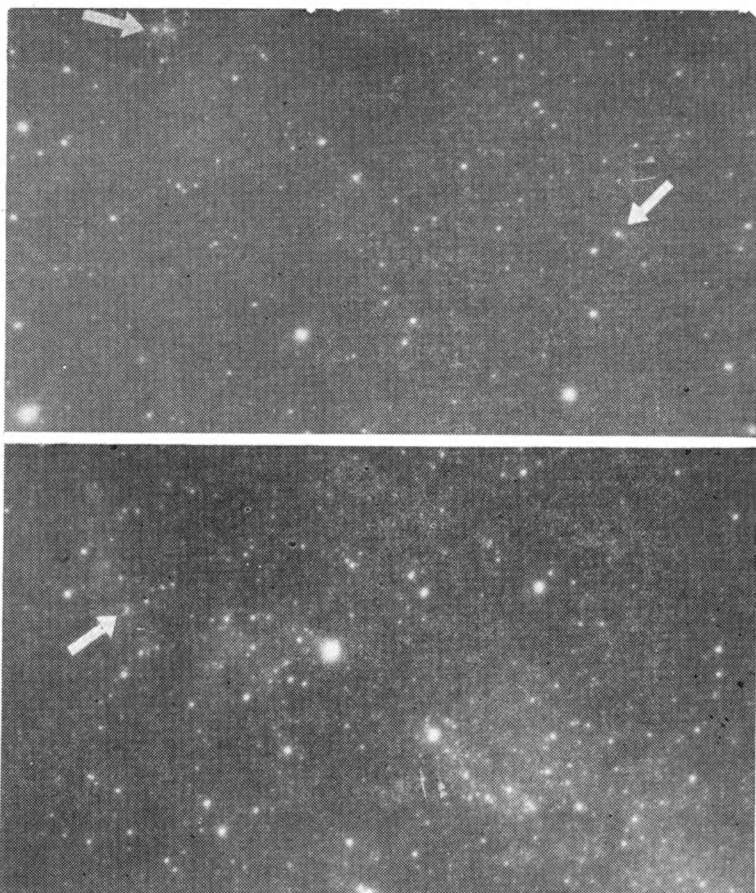
нии гидроэнергетических комплексов, демонстрировали свои работы на трех этапах: перед постройкой сооружения, в ходе ее (контроль) и после ввода в эксплуатацию (наблюдение за осадкой сооружения). И здесь геодезистам приходится «ловить» десятые и сотые доли миллиметра.

В выставке приняли участие и учебные заведения. На стендах был представлен учебный процесс в Московском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии, Московском институте инженеров землеустройства, Московском государственном университете, Московском институте инженеров транспорта, Московском топографическом политехникуме. Здесь же отражена учебная и исследовательская работа преподавательского состава и студентов этих учебных заведений.

Среди новых видов работ, выполняемых советскими геодезистами и картографами, — съемки шельфа, картографирование Луны и планет, использование материалов космических съемок в картографии. Этим темам были посвящены специальные стенды выставки.

На отдельном стенде была показана структура, перечислены основные задачи и направления деятельности Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Посетители выставки могли здесь познакомиться с научными трудами и другими изданиями ВАГО.

«Ленинский декрет в действии» — под таким девизом советские геодезисты, топографы и картографы отметили 60-летие декрета. Сейчас они намечают новые рубежи по дальнейшему повышению эффективности и качества своей работы в свете требований XXV съезда, июльского и ноябрьского (1978 г.) Пленумов ЦК КПСС, указаний Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища Л. И. Брежнева.



Самодельный астрограф на экваториальной монтировке

Схема мультивибратора, задающего режим работы часового механизма: сопротивления  $R_1=16 \text{ кОм}$ ,  $R_2=R_3=47 \text{ кОм}$ ,  $R_4=2 \text{ кОм}$ , обмотка электромагнита  $R_5=50-100 \text{ Ом}$ , конденсаторы  $C_1=C_2=50-100 \text{ мкФ}$ ,  $T_1, T_2, T_3$  — транзисторы типа МП-41

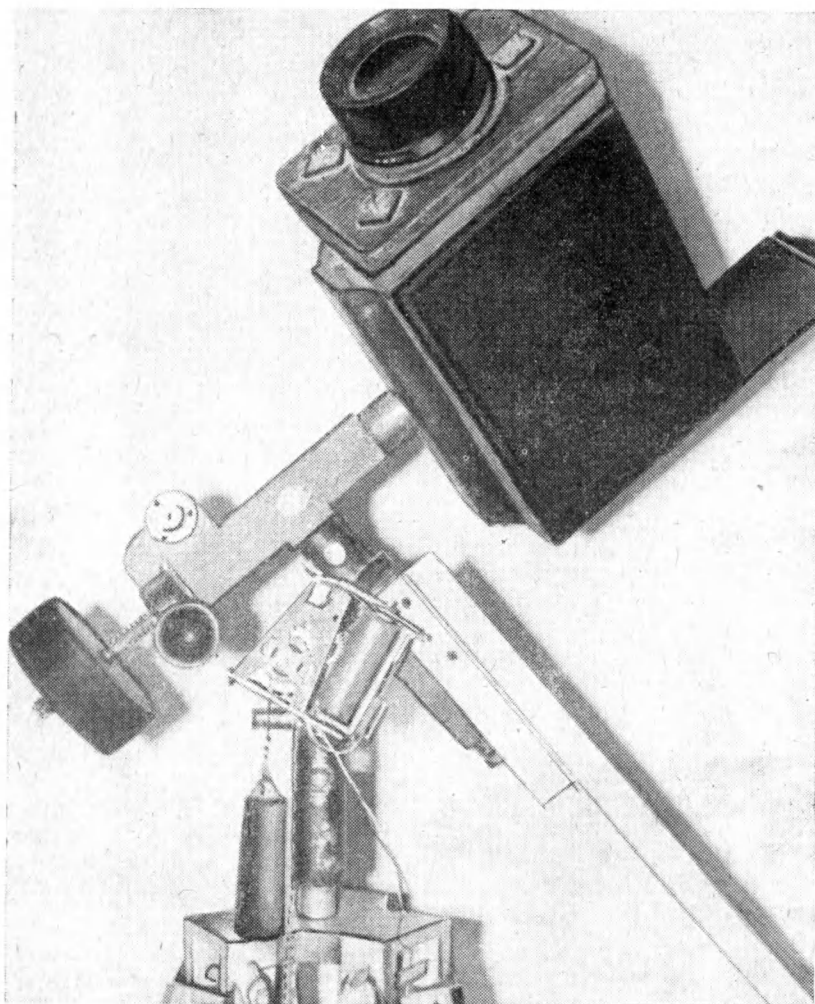
нита задается мультивибратором, собранным на трех транзисторах. Частота срабатывания электромагнита, если используется механизм будильника «Янтарь», должна быть 23,6 удара в минуту. Настраивается мультивибратор с помощью переменного сопротивления, которое есть в электрической цепи. Настройку нужно производить в температурных условиях, близких к условиям наблюдений, так как параметры электрической цепи зависят от температуры. Прерывистость хода часового механизма не сказывается заметно на качестве фотографий, поскольку фокусное расстояние объектива камеры мало.

Мультивибратор питается от шести последовательно соединенных элементов типа «Марс-373», дающих напряжение 9В. Элементы обеспечивают устойчивое функционирование ча-

сового механизма длительное время без дополнительной регулировки.

Планка с часовым механизмом устанавливается на штативе, который позволяет ориентировать часовую ось параллельно оси мира, например, на азимутальном штативе от школьного 60-миллиметрового телескопа-рефрактора. Направить часовую ось на Полярную звезду помогает спе-

Снимки звездного неба, полученные на самодельном астрографе. Вверху — участок неба в созвездии Андромеды. Стрелкой показаны галактика М 31 (справа) и двойное звездное скопление  $\chi$  и  $\eta$  Персея (слева). Внизу — участок неба в созвездии Лебедя. Стрелка указывает на звездное скопление М 59



циальный прицел, укрепленный на планке гидрирующего устройства.

Перед фотографированием пружину часового механизма заводят до отказа и устанавливают на шарнире фотоаппарат так, чтобы его центр тяжести располагался возможно ближе к оси вращения.

Лучшие возможности для фотографирования звездного неба у самодельной камеры-астрографа с объективом «Индустар-37» (фокусное расстояние 30 см), снабженной автоматическим гидрирующим устройством. Корпус камеры (размеры  $10 \times 13 \times 31$  см<sup>3</sup>) изготавливается из многослойной фанеры. В задней стенке камеры имеются металлические пазы, в которые вставляется

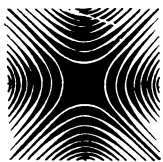
плоская кассета с фотопластинкой  $9 \times 12$  см<sup>2</sup>. На передней стенке камеры закреплена металлическая муфта с резьбой для установки объектива. Эта стенка соединяется с корпусом

■ Самодельная камера-астрограф, снабженная гиревым часовым механизмом

■ Участок неба в созвездии Ориона, снятый самодельной камерой-астрографом. Стрелкой показана Большая туманность Ориона

сом камеры винтами, что позволяет в процессе регулировки расположить оптическую ось объектива строго перпендикулярно плоскости фотопластинки. Щель между корпусом и передней стенкой закрывается плотной материей. Камера устанавливается на штативе от школьного 80-миллиметрового телескопа-рефрактора. Ведущий винт штатива вращается часовым механизмом, который имеет более мощный гиревой часовой механизм. Подробное описание камеры дано А. Б. Палеем в «Инструкции начальникам астрофотографических станций ВФСН по постройке и наладке астрографов и звездной астрофотографии» (Изд-во Ивановского пединститута, 1966).





КОСМИЧЕСКАЯ  
ФИЛАТЕЛИЯ

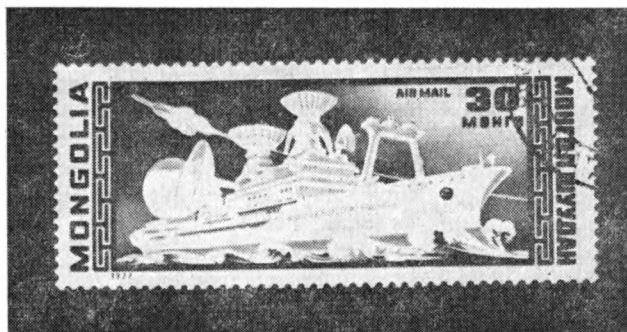
## Корабли науки

В нашей стране уделяется большое внимание созданию научного флота, в том числе судов Академии наук СССР. Известность и популярность получили немагнитная шхуна «Заря», исследовательские суда «Витязь», «Михаил Ломоносов», «Академик Курчатов», «Космонавт Владимир Комаров», «Космонавт Юрий Гагарин». Некоторые из них запечатлены на почтовых миниатюрах.

На марке, открывающей серию «Международный геофизический год 1957—1958», показана и поныне плавающая парусно-моторная шхуна «Заря». Она построена из немагнитных материалов, ведь судно предназначено для магнитной съемки Мирового океана. Прибор, служащий для этих целей, на марке изображен внизу слева. Довольно редко встречается специальный почтовый штемпель, посвященный рейсам шхуны, выполненным по программе Международного геофизического года. Штемпель стандартного образца, в его нижней части представлена шхуна.

Другой ветеран научно-исследовательского флота — «Витязь» прошел сотни тысяч миль, собрал ценные сведения о растительном и животном мире глубоководных впадин Тихого океана, участвовал в различных экспедициях. По программе Международного геофизического года он проводил исследования в Индийском океане. Маршрут судна прочерчен в верхней части почтовой миниатюры, вышедшей в 1959 году в серии, посвященной Международному геофизическому году.

На марке ГДР из серии «Судостроение в ГДР» воспроизведено судно «Академик Курчатов», построенное в





Висмаре по проекту Академии наук СССР. Корабль предназначен для комплексных исследований и географических работ в малоизученных районах Мирового океана. Судно изображено на фоне айсберга и торосов.

В 1971 году на миниатюре, приуроченной ко Дню космонавтики, впервые появилось изображение судна, построенного специально для связи с космическими аппаратами, находящимися за пределами радиовидимости с территории Советского Союза. Это — корабль «Космонавт Владимир Комаров».

Дважды, в 1973 и 1977 годах, на кубинских и монгольских марках, посвященных исследованиям космического пространства, представлен белоснежный флагман научно-исследовательского флота — судно «Космонавт Юрий Гагарин». Судно предназначено для изучения верхней атмосферы, околоземного космического пространства, а также для управления космическими аппаратами. На марках хорошо видны чаши антенн диаметром 12 и 35 м, способных в считанные секунды занять нужное положение и сохранить его при любом волнении океана.

Не так давно вымпел Академии наук СССР был поднят на научно-исследовательских судах «Космонавт Георгий Добровольский», «Космонавт Владимир Волков», «Космонавт Павел Беляев». Изображение некоторых из этих судов появилось в 1979 году на советских марках, посвященных развитию отечественного научного флота.

**С. Б. АБРАМОВ**

**Профессор  
Л. С. ХРЕНОВ**

## **Юбилейный альбом**

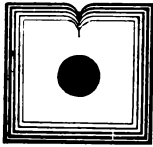
К 60-летию со дня подписания В. И. Лениным декрета «Об учреждении Высшего геодезического управления» приурочен выпуск альбома «Ленинский декрет в действии. 60 лет советской геодезии и картографии». Он составлен и подготовлен к печати производственным картосоставительским объединением «Картография» Государственного управления геодезии и картографии (ГУГК) при Совете Министров СССР.

На 75 красочных листах альбома — диаграммы, карты, схемы, фотографии с краткими пояснительными текстами. Расположенные в хронологической и логической последовательности, они ярко и наглядно отражают путь, который прошли советская геодезия и картография за шесть десятилетий. Альбом состоит из вводной части и четырех разделов. В его вводной части после краткого вступления приведен полный текст декрета, подписанного В. И. Лениным 15.III.1919 года, а также его письма и записки, посвященные вопросам картографии. Далее рассказывается о первой советской экономической карте — схематической карте электрификации России, составленной по заданию В. И. Ленина.

Первый раздел альбома «Становление и развитие геодезической и картографической службы», представленный на 14 листах, охватывает период с 1919 по 1940 год. Здесь же приведены первые декреты Советской власти по укреплению Высшего геодезического управления и данные о картографической изученности территории России к октябрю 1917 года. В этом же разделе отражена деятельность Государственной геодезиче-

ской службы по топографо-геодезическому освоению территории СССР, по обеспечению строительства каналов Москва—Волга и Беломорско-Балтийского, Днепрогэса, Заволжья Караганды, Турксиба, Урала и Кузбасса. Читатель подробно узнает, как в первое 20-летие Советской власти развивалась аэрофотосъемка и создавались карты для народного хозяйства. Раздел иллюстрирован атласами и картами того периода. Это — и политико-административные карты, и географические, и учебные. Издание карт, предназначенных для народного образования, в предвоенные годы стало одним из основных направлений советской картографии: вышли первые стабильные атласы для школы и 10 основных учебных карт. Тогда же начались работы над капитальными картографическими произведениями, завершившимися созданием первых экономических атласов СССР и комплексных региональных атласов Московской и Ленинградской областей.

Прочной основой развития топографо-геодезических и картографических работ еще с довоенных лет были научные исследования. Им отведено в альбоме особое место. Научные исследования начались с разработки программы и схемы построения государственной плановой геодезической сети, а для дальнейших исследований в области геодезии, аэрофотосъемки и картографии потребовалось специальное учреждение. Таким учреждением стал организованный в 1928 году Государственный институт геодезии и картографии (ныне ЦНИИГАиК).



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Во втором разделе «Все для фронта, все для победы» отражена работа советских геодезистов и картографов в годы Великой Отечественной войны. Особое место здесь уделяется деятельности ГУГКа по созданию одного из капитальных картографических произведений — государственной карты масштаба 1:1 000 000. На карте в единых условных знаках и единой гипсометрической шкале впервые было показано многообразие ландшафтов нашей страны. За эту карту, послужившую основой для научных исследований в области геологии, геоморфологии, изучения природной среды, перспективного планирования народнохозяйственных комплексов и решения других задач, Главное управление геодезии и картографии при Совнаркоме СССР в 1947 году было награждено Большой золотой медалью Географического общества СССР.

Топографо-геодезические и картографические работы, выполненные ГУГКом в период восстановления и развития народного хозяйства страны (1946—1965 гг.), показаны в третьем разделе альбома. Эти работы были связаны и с развитием Государственной геодезической сети СССР, и с картографированием страны в масштабе 1:100 000, и с построением топографических карт для районов месторождения нефти и газа в Западно-Сибирской низменности, алмазов, золота, олова, нефти в Якутии, для бассейнов сибирских рек, где проектировались, а затем строились Красноярская, Саяно-Шушенская и другие электростанции.

Заканчивается раздел картографическими произведениями, обобщаю-



щими достижения отечественной и мировой науки, — такими, как «Физико-географический атлас», «Географический атлас», «Атлас народов мира». Здесь же подробно отражена работа по созданию гипсометрических карт разных масштабов, отличающихся географической правдоподобностью и пластичностью изображения форм рельефа. На основе этих карт развивается комплексное тематическое картографирование природных условий. Отдельный лист альбома посвящен созданию крупнейшего советского общегеографического «Атласа мира». Он был выпущен ГУГКом и в дальнейшем послужил основой для составления многих карт и атласов.

В последнем разделе альбома в наглядной форме представлена работа ГУГКа в борьбе за претворение в жизнь решений XXIII, XXIV и XXV съездов КПСС (1966—1978 гг.). Часть раздела посвящена дальнейшему развитию топографо-геодезических работ, выполненных для мелиорации земель, обеспечения проектирования и строительства Байкало-Амурской магистрали, для создания планов городов и маркшейдерских работ.

На нескольких листах показано по-

следовательное развитие картографических работ в этот период. Здесь нашли отражение картографирование континентального шельфа и внутренних водоемов, Антарктиды, разработанные комплексные и тематические атласы, различные политические и тематические карты, карты и атласы для народного образования. Есть атласы и на историко-партийную тему: о жизни и деятельности В. И. Ленина, опубликованный в 1970 году к 100-летию со дня рождения великого вождя, «История Коммунистической партии Советского Союза», изданный в 1976 году к XXV съезду КПСС, «Атлас развития хозяйства и культуры СССР», вышедший в 1967 году, и многие другие.

Альбом дает представление о том, как создавалась «Карта мира» масштаба 1:2 500 000. Это — результат сотрудничества геодезических служб СССР, а также Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии и Чехословакии.

Значительное место в альбоме отведено прогрессу топографо-геодезического и картографического производства за 1966—1978 годы.

На четырех листах альбома отражены космические исследования и



картографирование Земли, Луны и планет. Здесь можно увидеть впервые выполненные в СССР фотографии обратной стороны Луны, панорамы поверхности Венеры, глобус и карту Луны, карты поверхности Марса

Альбом, несомненно, представляет интерес для специалистов, пользующихся результатами топографо-геодезических и картографических работ, для сотрудников научно-исследовательских институтов, студентов вузов и учащихся топографических техникумов.

Так выглядят листы альбома «Ленинский декрет в действии. 60 лет советской геодезии и картографии»



**С января 1980 года в издательстве «Наука» будет выходить новый журнал АН СССР «Исследования Земли из космоса». Индекс журнала 70420.**

В журнале будут публиковаться оригинальные статьи и краткие сообщения по следующим проблемам изучения Земли из космоса:

- физические основы космического земледения;
- методы и средства получения и обработки космической информации о Земле;
- интерпретация и использование космической информации при решении задач наук о Земле и хозяйственных отраслей.

Журнал предназначен для широкого круга научных работников, аспирантов и специалистов раз-

личных направлений технических и естественных наук, работающих в области исследования Земли, ее ресурсов и природной среды с помощью космической техники.

Журнал выходит 6 раз в год. Цена номера 1 р. 50 к. Подписная плата на год 9 р.

Журнал будет распространяться только по подписке.

Подписка на журнал принимается отделениями «Союзпечать», почтовыми отделениями, общественными распространителями печати.

**СТАТЬИ И ЗАМЕТКИ  
ОБ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКАХ ЗЕМЛИ,  
ОПУБЛИКОВАННЫЕ В «ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ»  
В 1965—1978 ГОДАХ**

**I. СТАТЬИ**

Александров Л. А.	Метеорологический эксперимент на спутнике «Космос-122»	1967, № 2, с. 10—16
Бугаев В. А.	Метеорологические спутники и служба погоды	1970, № 1, с. 21—30
Валничек Б. И., Тиндо И. П., Штарк Б.	В солнечном дозоре «Интеркосмос-4»	1971, № 6, с. 16—21
Васильев К. П.	Океанография из космоса	1970, № 1, с. 40—43
Васильев К. П.	Спутники и мореплавание	1970, № 6, с. 13—17
Васильев К. П.	Спутниковые микроволновые наблюдения	1974, № 6, с. 30—32
Джамалов Р. Г., Зекцер И. С., Иванов В. А., Зайцев Д. Л.	Изучение подземных вод из космоса	1978, № 2, с. 59—64
	Система спутникового телевизионного вещания «Экран»	1978, № 1, с. 27—31
Заморский А. Д., Батяева Т. Ф., Мурзина Л. С.	Бури и метеорологические спутники	1971, № 5, с. 37—41
Зевантовский В. И.	Стационарные спутники	1972, № 3, с. 34—40
Масевич А. Г.	Искусственные спутники — о нашей планете	1965, № 1, с. 11—16
Николаев В. Д.	Земля — «Молния-1» — Земля	1965, № 4, с. 54—57
Петросянц М. А.	Спутники службы погоды	1977, № 5, с. 16—24
Петрунин С. В., Харитонов Г. И.	«Снег-3» и гамма-астрономия	1978, № 3, с. 44—47
Талызин Н. В.	Спутники связи	1977, № 5, с. 8—15
Федоров К. Н., Скляр В. Е.	Океан из космоса	1977, № 5, с. 25—28
Цыпкин К. Б.	Спутники серии «Космос»	1978, № 4, с. 6—9

**II. ЗАМЕТКИ**

В полете «Молния-1» и «МАС»	1972, № 3, 2-я стр. обложки
Запуск «Интеркосмоса-2»	1970, № 2, с. 20
Запущен первый индийский спутник	1975, № 3, 2-я стр. обложки
«Интеркосмос-1» на орбите дружбы	1969, № 6, с. 7
«Интеркосмос-17»	1978, № 3, с. 48—49
«Космос-936» в полете	1977, № 6, с. 35
Метеорологический спутник «Метеосат»	1978, № 4, с. 32
Наблюдение кометы с ИСЗ	1971, № 6, с. 7
На орбите «Молния-1»	1969, № 5, с. 59
На орбите «Космос-300»	1970, № 1, с. 29
На орбите «Интеркосмос-3»	1970, № 6, с. 17
На орбите «Космос-800»	1976, № 2, с. 51
На орбите «Космос-1000»	1978, № 4, с. 6
Одной ракетой-носителем — восемь ИСЗ	1971, № 6, с. 7
Полет «Интеркосмоса-6»	1972, № 3, 2-я стр. обложки
Полет «Интеркосмоса-13»	1975, № 3, 2-я стр. обложки
Спутники — агроному	1971, № 1, с. 76
Спутник-долгожитель	1977, № 2, с. 40—41
Спутники служат навигации	1967, № 3, с. 23

## Новые книги

### «ГРАВИТАЦИЯ И ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ»

Книга с таким названием вышла в 1979 году в издательстве «Мир». Автор книги М. Боулер положил в ее основу курс лекций для студентов второго курса Оксфордского университета. Перевод с английского выполнен А. А. Бейлинсоном, редакция и дополнение Н. В. Мицкевича. Характеризуя книгу, редактор перевода пишет: «Новое изложение релятивистской теории тяготения, предлагаемое вниманию нашего читателя, строится главным образом на глубоких физических идеях, без привлечения мощных математических методов. Здесь уместно вспомнить, что именно таким был (особенно на первых этапах) и творческий метод самого создателя теории относительности...».

Книга включает предисловие редактора перевода, предисловие автора, десять глав, а также написанное Н. В. Мицкевичем «Дополнение» (Гравитация и вращение) и библиографию. Главы книги: «Частная теория относительности и ускорение», «Опыты Этвеша — Дикке — Брагинского», «Марсианская электродинамика» (здесь прослеживается «ход гипотетических рассуждений нашего гипотетического марсианина»), «Релятивистские гравитационные поля», «Релятивистские гравитационные силы», «Деформация систем отсчета», «Смещение перигелия Меркурия», «Гравитационные волны», «Тяготение и геометрия пространства-времени», «Черные дыры».

Автор адресует свою книгу любознательным младшекурсникам, которые, «как и большинство физиков — профессионалов — нетеоретиков, не владеют математикой общей теории относительности и не обладают ин-

туицией и опытом, необходимым для того, чтобы усмотреть за этой математикой физическую реальность».

### «НАДЕЖНАЯ ОРБИТА»

Так называется документальная автобиографическая повесть, которую выпустило в 1978 году издательство ДОСААФ СССР. Автор ее — дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. В. Филиппенко.

Книга состоит из трех глав: «На Земле», «Над Землей» и «В космосе». Первая рассказывает о родителях космонавта, братьях, сестрах, о городе юности — Острогжске, о школьных годах. Много пережил и увидел в детстве будущий космонавт: бомбежки, жизнь в оккупации, освобождение от фашистского рабства. В пятнадцать лет А. В. Филиппенко стал учеником токаря, чуть позже — учеником Воронежской спецшколы ВВС.

Вторая глава повествует об учебе в Чугуевском военно-авиационном училище, первом самостоятельном полете, назначении в истребительный авиационный полк, об учебе в Военно-воздушной академии имени Ю. А. Гагарина.

Третья глава — рассказ о медицинской комиссии, которую автору повести предстояло пройти, прежде чем стать космонавтом, о долгожданных словах: «Комиссию вы прошли». В этой же главе рассказ о многотрудных буднях тех, кто готовится лететь в космос, о своем первом космическом полете в 1968 году на корабле «Союз-7» вместе с В. В. Горбатко и В. Н. Волковым и о втором полете по программе «Союз» — «Аполлон» на корабле «Союз-16» в 1974 году вместе с Н. Н. Рукавишниковым.

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

Телефоны: 227-07-45; 227-02-45

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

Номер оформили: А. Г. Калашникова, Б. М. Разин, Е. К. Тенчурина, Р. И. Ходэс

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

Сдано в набор 28/IV 1979 г. Подписано к печати 24/VII 1979 г. Т-08686.  
Формат бум. 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 11,0.  
Бум. л. 2,5. Тираж 53 000 экз. Цена 50 коп. Заказ 1899.

Адрес издательства: 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

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

# 5 СЕНТЯБРЬ ОКТАБРЬ 1979 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. ИЗOTOB  
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

(Продолжение. Начало на 2-й стр.)

ведению, вкладыши с биологическими объектами. Возвращены также отдельные элементы и блоки научной аппаратуры и оборудования.

14 июня была осуществлена перестыковка корабля «Союз-34». В. А. Ляхов и В. В. Рюмин проверили бортовые системы комплекса, перешли в корабль и закрыли переходный люк. В 19 часов 18 минут по московскому времени корабль «Союз-34» отделился от стыковочного узла, расположенного на агрегатном отсеке, и отошел от станции на расстояние 100 м. В расчетное время были включены системы взаимного поиска и сближения космических аппаратов. Орбитальная станция сделала разворот, после чего были осуществлены причаливание и стыковка корабля «Союз-34» к стыковочному узлу на переходном отсеке станции. Экипаж непрерывно контролировал процессы причаливания и стыковки. Так был освобожден стыковочный узел со стороны агрегатного отсека для проведения транспортных операций по снабжению станции топливом и грузами, необходимыми для работы и жизнедеятельности экипажа, а также выполнения экспериментов и исследований в соответствии с принятой программой.

15 июня космонавты контролировали работу бортовых систем, готовили научную аппаратуру к предстоящим исследованиям и экспериментам. Вечером экипаж начал очередной эксперимент по космическому материаловедению. Цель его — получение в условиях невесомости полупроводникового материала (арсенида галлия).

16—17 июня экипаж отдыхал.

18 июня космонавты измеряли массу тела, проводили комплексное обследование системы кровообращения при дозированной нагрузке на велоэргометре. Во второй половине дня В. А. Ляхов и В. В. Рюмин провели эксперимент по космическому материаловедению. Цель его — получение в условиях невесомости полупроводникового материала германия.

В последующие дни экипаж готовил научную аппаратуру и оборудование к предстоящим экспериментам, проводил контрольные проверки бортовых систем станции, осуществлял визуальные наблюдения отдельных районов земной поверхности и акватории Мирового океана; продолжались биологические эксперименты; космонавты занимались физическими упражнениями на тренажере и велоэргометре.

22 июня экипаж проводил профилактические мероприятия на станции, работал с технической документацией, выполнял визуальные наблюдения земной поверхности и метеорологических явлений, занимался физическими упражнениями.

23—24 июня — дни активного отдыха космонавтов.

24 июня к 14 часам московского времени орбитальная станция совершила 10 000 оборотов вокруг Земли.

25 июня космонавты проводили биологические эксперименты, проверяли радиотехнические системы

станции, фотографировали земную поверхность с помощью аппаратуры МКФ-6М и КАТЭ-140.

26 июня — геофизические эксперименты и биологические исследования на установке «Оазис».

27 июня — совместные советско-болгарские эксперименты по исследованию оптических явлений в атмосфере и загрязненности ее вблизи крупных промышленных районов. Использовались приборы «Спектр-15» и «Дуга», разработанные болгарскими специалистами, и имеющаяся на станции фотоаппаратура.

28 июня в 12 часов 25 минут московского времени был запущен автоматический грузовой транспортный корабль «Прогресс-7».

28 и 29 июня космонавты продолжали визуальные наблюдения и фотографирование земной поверхности и акватории Мирового океана. В частности, они фотографировали южную часть территории Советского Союза, районы Алтая, Сибири, Дальнего Востока. В сеансах связи космонавты сообщали данные наблюдений специалисту по лесному хозяйству, находившемуся в Центре управления полетом. На установке «Сплав» продолжались эксперименты по космическому материаловедению.

30 июня в 14 часов 18 минут московского времени была осуществлена стыковка автоматического грузового транспортного корабля «Прогресс-7» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-6» — «Союз-34». Грузовой корабль доставил на орбиту топливо для объединенной двигательной установки станции «Салют-6», оборудование, аппаратуру, материалы для обеспечения жизнедеятельности экипажа и проведения научных исследований и экспериментов, а также почту.

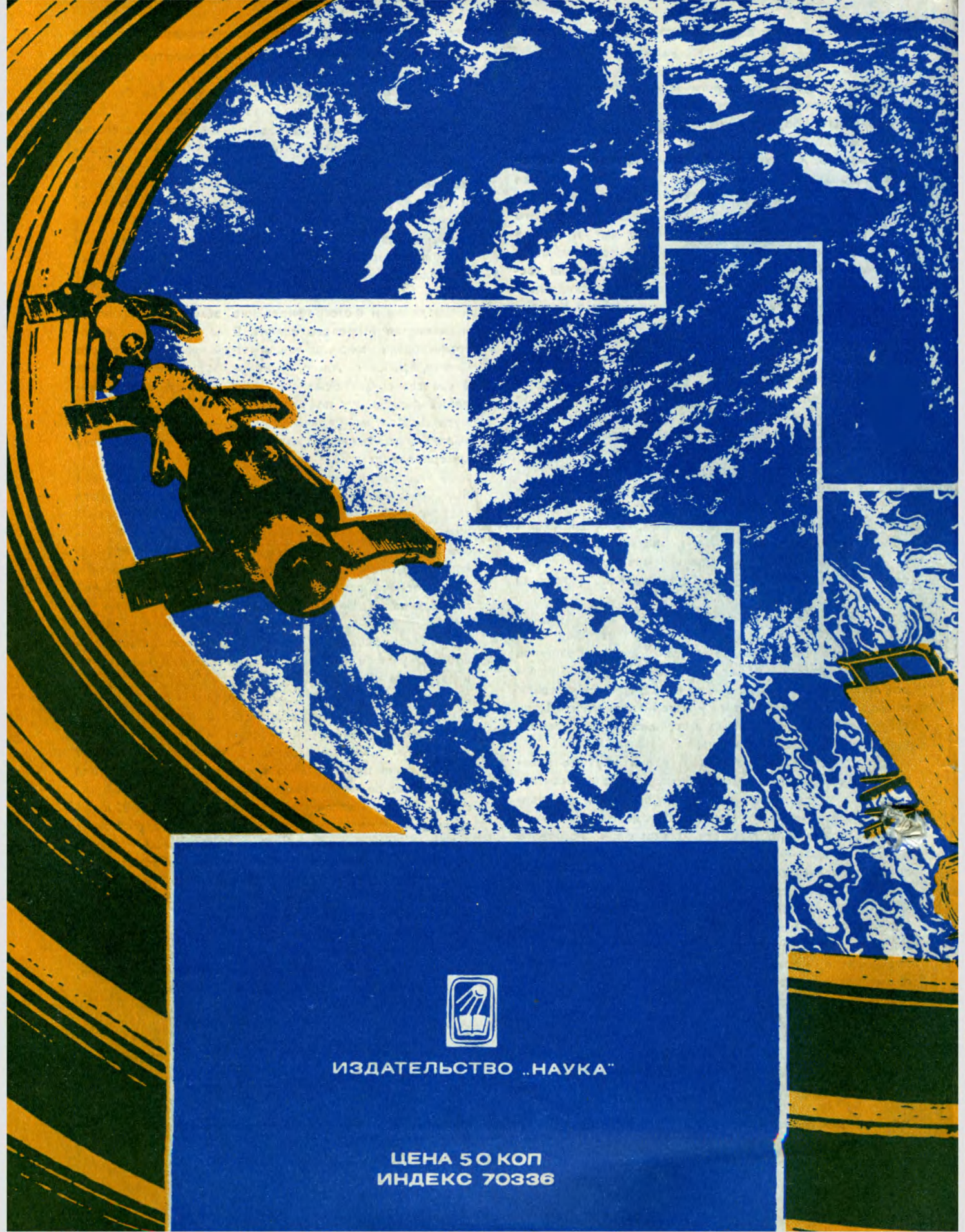
1 июля космонавты, проверив герметичность стыковочного узла, открыли переходной люк и приступили к разгрузке «Прогресса-7».

2 июля — очередной день медицинских обследований с использованием вакуумного костюма «Чибис» и регистрирующей многофункциональной аппаратуры «Полином-2М». Экипаж также выполнил эксперимент по изучению кислородного режима в тканях человека и комплексное обследование сердечно-сосудистой системы. Вечером космонавты завершили начатый 30 июня эксперимент по космическому материаловедению.

3 июля космонавты разгрузили «Прогресс-7» и размещали на станции доставленное оборудование. По программе технических экспериментов экипаж проводил оценку деформации конструкции комплекса под действием одностороннего нагрева солнечными лучами. Этот эксперимент («Деформация») выполнялся во время стабилизированного полета комплекса на освещенной части орбиты с использованием оптических приборов, установленных на «Салюте-6» и «Союзе-34».

(Продолжение следует)

По материалам сообщений ТАСС



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП  
ИНДЕКС 70336