



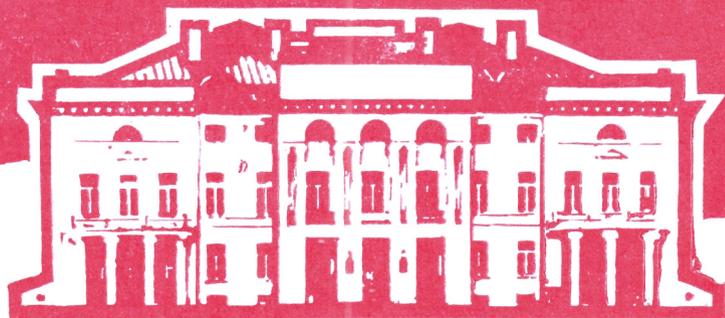
УКАЗ  
ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО  
СОВЕТА СССР  
**О награждении Академии  
наук СССР орденом  
Ленина**

За выдающиеся заслуги в развитии советской науки и культуры, подготовке высококвалифицированных научных кадров, укреплении экономической и оборонной мощи страны и в связи с 250-летием со дня основания наградить Академию наук Союза Советских Социалистических Республик орденом Ленина.

Председатель Президиума  
Верховного Совета СССР  
**Н. ПОДГОРНЫЙ.**

Секретарь Президиума  
Верховного Совета СССР  
**М. ГЕОРГАДЗЕ.**

Москва, Кремль.  
7 февраля 1974 г.



**3 1974** **ЗЕМЛЯ**  
**И**  
**ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

## Юность страны — Центральному Комитету КПСС

(Из приветственного письма XVII съезда ВЛКСМ Центральному Комитету КПСС)

Мы, делегаты XVII съезда Всесоюзного Ленинского Коммунистического Союза Молодежи, от имени комсомольцев, всей советской молодежи обращаемся к Центральному Комитету КПСС со словами сыновней любви и горячей благодарности за ленинскую заботу о юном поколении страны.

Ленинский комсомол, советская молодежь единодушно одобряют и безраздельно поддерживают внутреннюю и внешнюю политику Коммунистической партии, неутомимую деятельность Центрального Комитета КПСС, его Политбюро, Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Леонида Ильича Брежнева по осуществлению исторических решений XXIV съезда партии, по претворению в жизнь Программы мира.

В руководстве партии, в ее огромном и бесценном опыте — сила Ленинского комсомола. Благодаря повседневному вниманию и заботе ЦК КПСС повышается роль и ответственность ВЛКСМ как боевого резерва и надежного помощника партии в строительстве нового общества, в коммунистическом воспитании подрастающего поколения.

Пятьдесят лет назад, на VI съезде Российского Коммунистического Союза Молодежи, принимая имя Ленина, комсомол дал священную клятву — всегда и во всем неуклонно следовать ленинским заветам. Все поколения комсомольцев ратными и

трудовыми делами доказали верность этой торжественной клятве.

Вся деятельность ВЛКСМ неразрывно связана с общенародной борьбой за осуществление грандиозных планов коммунистического созидания.

Мы будем и впредь крепить Всесоюзный Ленинский Коммунистический Союз Молодежи, совершенствовать деятельность комсомольских организаций, укреплять дисциплину и организованность наших рядов, воспитывать каждого комсомольца в духе высокой ответственности за принадлежность к передовому отряду советской молодежи. Мы будем добиваться, чтобы каждый комитет комсомола стал подлинным организатором молодежи в труде, учебе и отдыхе.

XVII съезд ВЛКСМ торжественно заверяет Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза, что Ленинский комсомол еще теснее сплотит свои ряды вокруг родной партии, под ее мудрым руководством будет высоко и гордо нести имя Ленина, учиться, работать и бороться по-ленински во имя коммунизма.

Да здравствует великая Коммунистическая партия Советского Союза и ее ленинский Центральный Комитет!

Да здравствует наша любимая Родина — Союз Советских Социалистических Республик!

Москва, Кремлевский Дворец съездов,

27 апреля 1974 г.

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

**3** МАЙ  
ИЮНЬ  
**1974**

**ЗЕМЛЯ  
И  
ВСЕЛЕННАЯ**

**В номере:**

- Г. С. Хромов — Астрономический совет Академии наук СССР и развитие советской астрономии . . . . . 4
- В. А. Амбарцумян — Вспыхивающие звезды в скоплениях и ассоциациях . . . . . 21
- Д. Я. Мартынов — Что есть что на Марсе . . . . . 21
- Л. П. Зайцев — Роль Академии наук в развитии наук о Земле . . . . . 32
- М. В. Авдулов — Термодинамика земного шара . . . . . 43
- О. М. Белоцерковский — Космос и проблемы народного образования . . . . . 50

**ЛЮДИ НАУКИ**

- В. И. Езерский, К. Н. Кузьменко, В. Х. Плужников — Николай Павлович Барабашов . . . . . 58

**СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ**

- Г. Н. Дубошин — Некоторые задачи астродинамики . . . . . 62
- Л. М. Озерной, В. Ф. Шварцман — Международный симпозиум «Гравитационное излучение и гравитационный коллапс» . . . . . 65
- А. В. Тутуков, Ю. Л. Францман — Поздние стадии эволюции звезд . . . . . 68

**ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ**

- В. А. Бронштэн — Когда наступит противостояние Марса! . . . . . 70

**АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

- Б. А. Волинский — Астрономия в подготовке учителя географии . . . . . 74

- ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ** . . . . . 75

- ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ** . . . . . 76

**КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ**

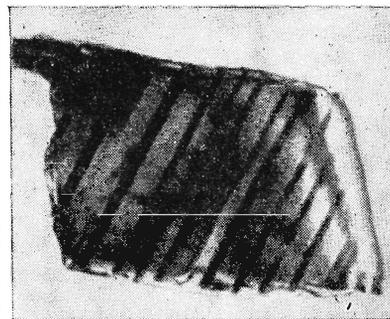
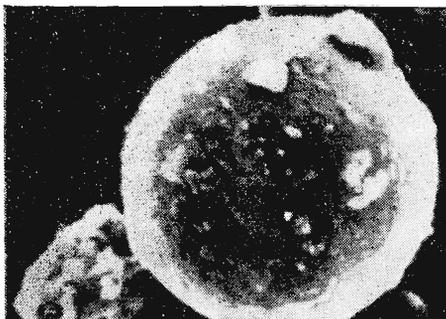
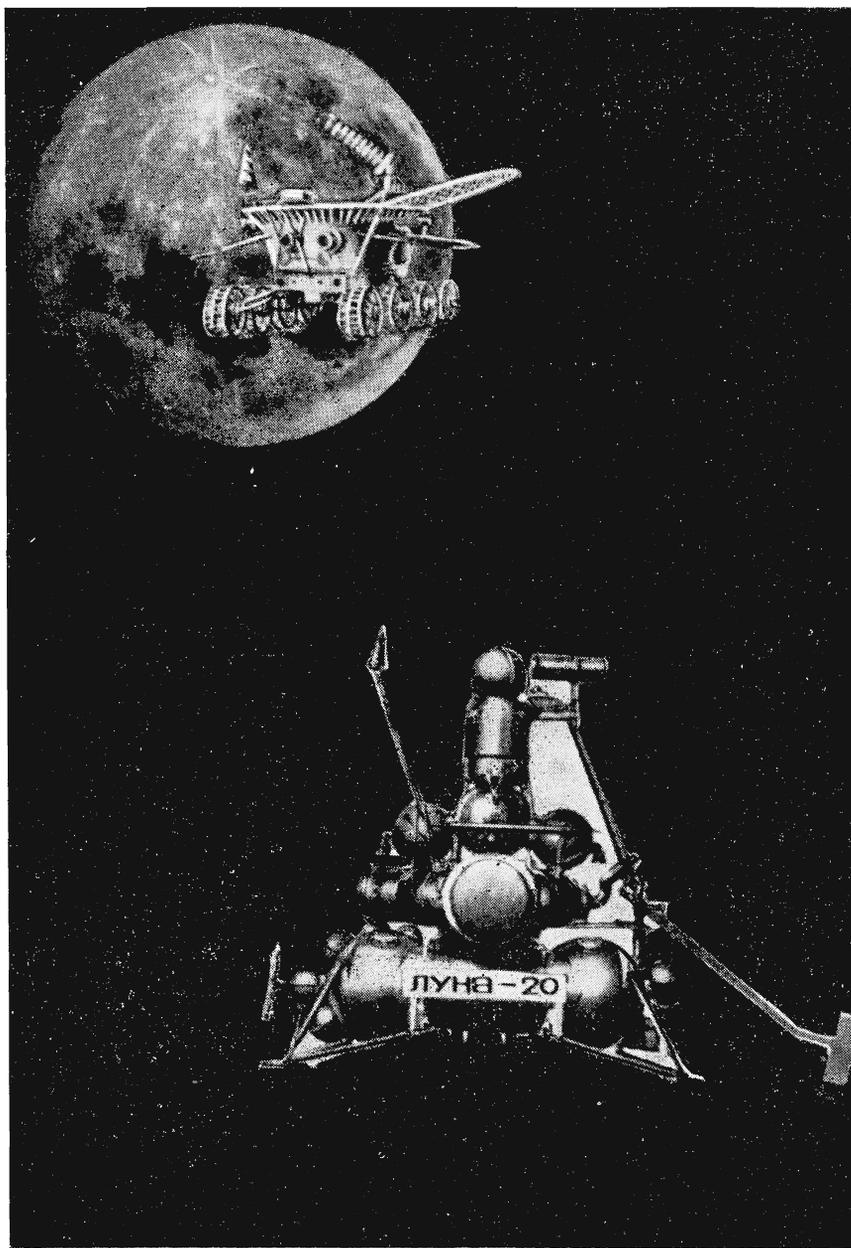
- П. Г. Куликовский — Вперед, в глубины Вселенной! . . . . . 78

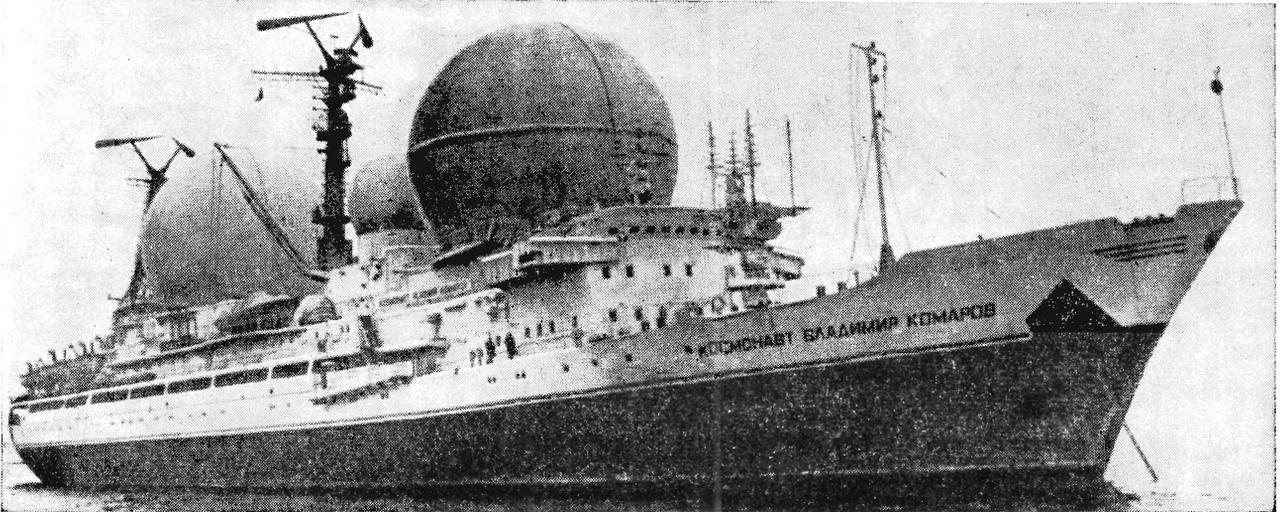
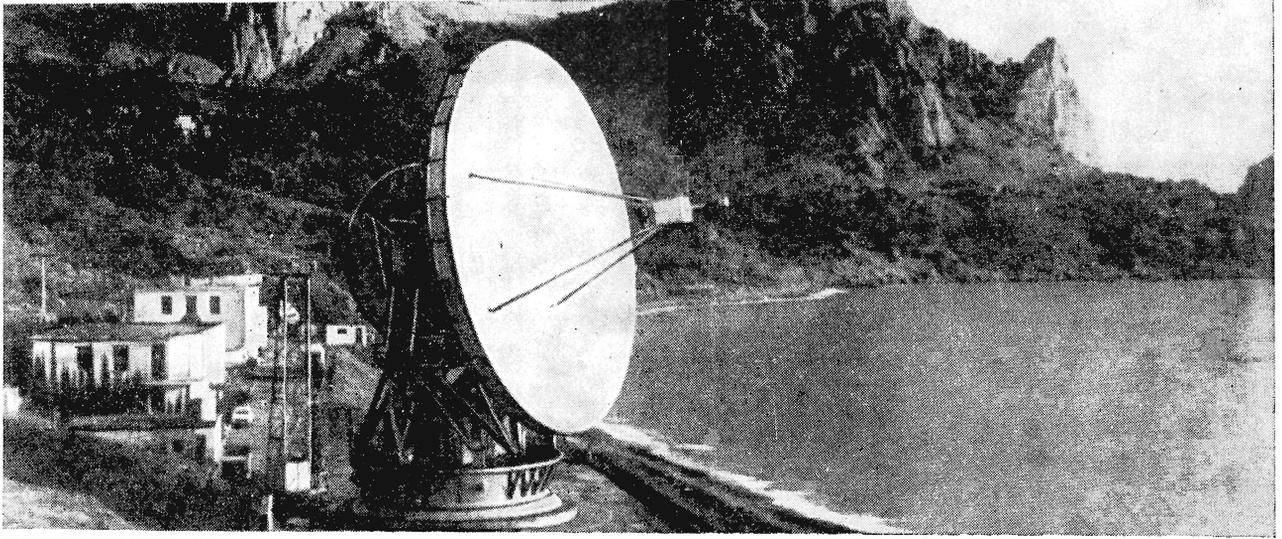
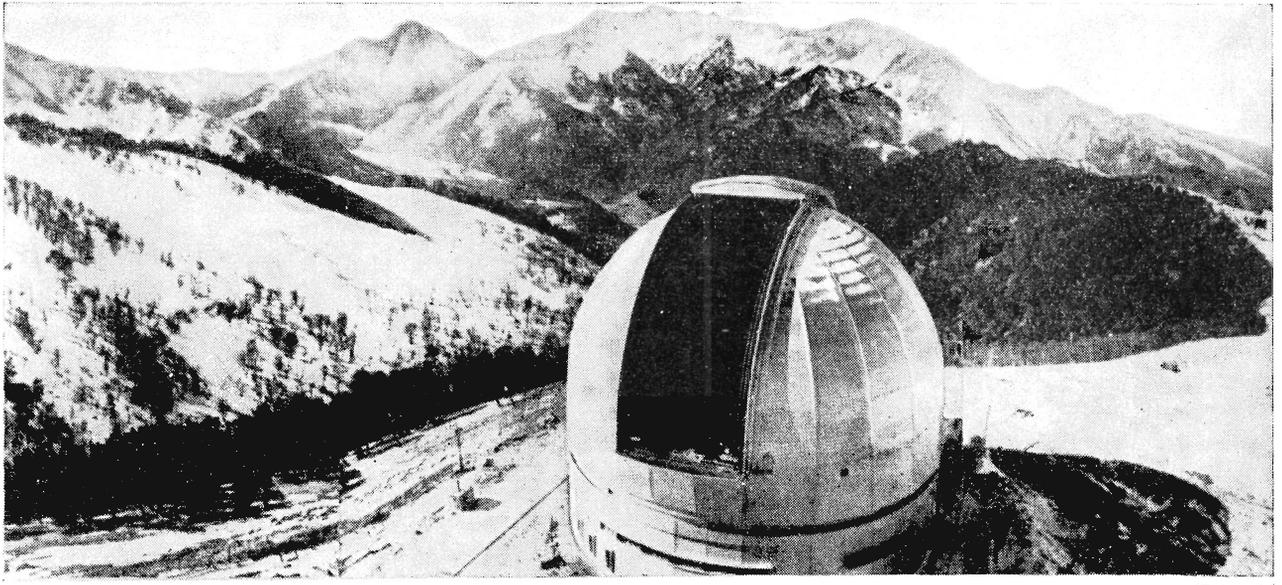
**НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Новый солнечный телескоп [11]; Как расширяются остатки Сверхновых [20]; Группа пятен нового цикла! [20]; Наши интервью [28]; Поток нейтрино из космоса [56]; Тектоника и уровень моря [57]; Древнейшие осадочные породы в мире [57]; Очередной рейс «Гломара Челленджера» [57]; Вулканизм и химия атмосферы [77]; Корона в Лайман- $\alpha$  [77]; Кратеры на... Венере [77].



**Четверть тысячелетия —  
таков возраст  
нашей Академии.  
Неоценим ее вклад  
в сокровищницу  
мировой науки.  
Неоценима ее роль  
в грандиозном  
процессе превращения  
некогда  
отсталой страны  
в одно из самых  
могущественных  
государств планеты.  
Академия наук СССР —  
любимое детище  
и гордость  
советского народа,  
предмет постоянного  
внимания и заботы  
Коммунистической  
партии  
и Советского  
правительства.  
Во многих статьях,  
принадлежащих перу  
крупнейших ученых  
и опубликованных  
в последнее время  
на страницах  
«Земли и Вселенной»,  
рассказывалось  
о самых важных  
достижениях  
советской науки  
в области астрономии,  
космонавтики  
и геофизики.  
Славному юбилею  
Академии наук СССР  
посвящается ряд  
материалов, включенных  
в этот номер журнала.**







Заместитель председателя  
Астрономического совета АН СССР  
Г. С. ХРОМОВ

## Астрономический совет АН СССР и развитие советской астрономии

Петербургская Академия наук имела славную историю. Именно с нее началось развитие науки как фундаментальной, так и прикладной на территории Российской империи. Конечно, на общем развитии естественных наук сильно сказывались традиционные для правящей верхушки царской России невежество, подозрительность и недоверие к просвещению и научному знанию вообще. Сказывалась и экономическая отсталость страны, вынужденной едва ли не всю сколько-нибудь сложную в техническом отношении продукцию закупать за рубежом.

Развитие астрономии в России по-настоящему началось с постройки Пулковской обсерватории. Несомненно, что в значительной степени благодаря энергии и организационному таланту В. Я. Струве — крупного ученого и незаурядного человека — русская наука получила прекрасно оснащенную для своего времени обсерваторию, которая во второй половине XIX века порой именовалась астрономической, вернее, астрометрической столицей мира («Земля и Вселенная», № 2, 1974 г., стр. 38—44.—Ред.)

Успешная работа этой обсерватории определила преимущественное развитие в России на стыке XIX и XX веков классической астрономии. Становление астрофизических исследований шло с отставанием. По сути дела первым крупным специализированным астрофизическим инструментом в России был заказанный еще перед первой мировой войной метровый рефлектор Симеизской обсерватории. Весьма медленно прокладывала себе дорогу астрофизика и в университетах, из-за чего подготовка специали-

стов-астрофизиков началась с большим запозданием.

Известно, что организационная роль Российской Академии наук, значительная в XVIII столетии, затем постепенно ослабевала. Возникновение системы университетов и местных научных обществ привело к децентрализации научных исследований, а дворянский, официозный характер академии изолировал ее от передовой общественности страны. В результате в годы, предшествовавшие первой мировой войне и Великой Октябрьской революции, Академия наук стала чем-то вроде комплексного научно-исследовательского института в сочетании с научным обществом.

Великая Октябрьская социалистическая революция в корне изменила отношение государства к науке. Молодой Советской стране была нужна сильная наука, способная оказать помощь народному хозяйству в решении многочисленных насущных проблем. Уже в 1918 году В. И. Ленин составляет «Набросок плана научно-технических работ», в котором фигурировали вполне конкретные поручения Академии наук. Известны многочисленные проявления внимания к ученым и науке вообще со стороны видных деятелей Коммунистической партии и Советского государства в трудные послереволюционные годы.

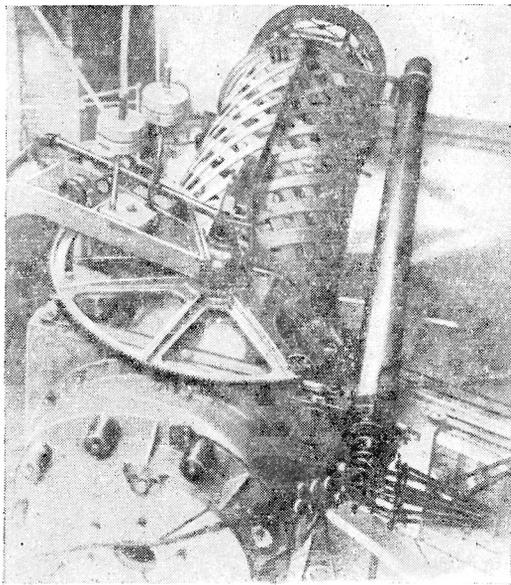
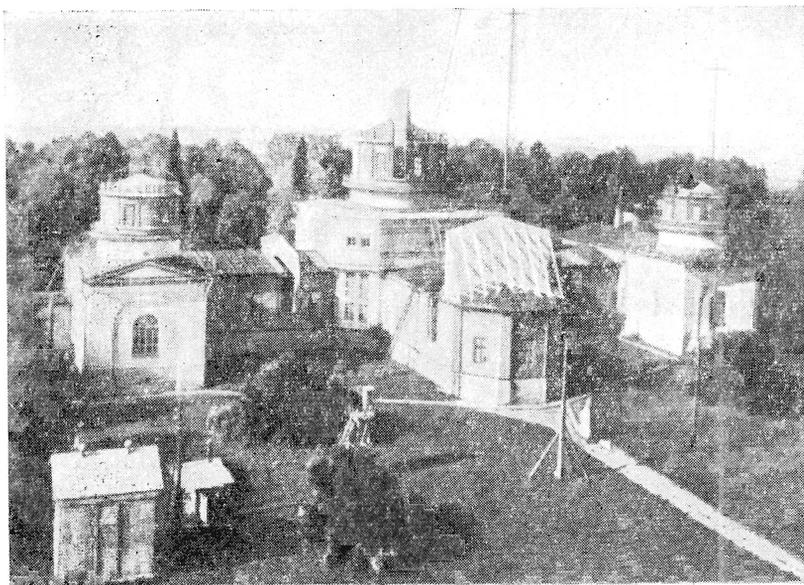
27 июля 1925 года ЦИК и СНК СССР постановили признать Российскую Академию наук высшим научным учреждением Советского Союза с присвоением ей наименования «Академия наук СССР». Этим решением академии была возвращена роль организующего начала нашей науки. С передачей Академии наук СССР в

ведение СНК СССР в 1933 году и переводом ее в Москву в следующем году закончилось становление академии как руководящего наукой государственного органа.

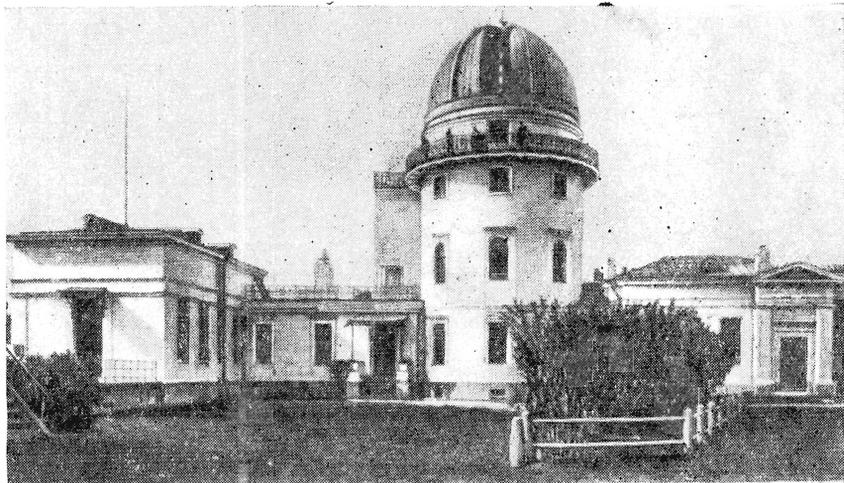
В 1934 году наряду с другими научными учреждениями в состав Академии наук СССР возвратилась Пулковская обсерватория, получившая название Главной астрономической обсерватории АН СССР. К тому времени обсерватория уже имела два филиала — в Николаеве и Симеизе, причем последний — с астрофизической ориентацией.

Несколько ранее, в 1932 году, при Академии наук СССР было учреждено Всесоюзное астрономо-геодезическое общество, вобравшее в себя уже существовавшие местные астрономические общества и кружки. В 1934 году в Москве состоялся I Всесоюзный астрономо-геодезический съезд. В 1935 году Академия наук СССР стала коллективным членом Международного астрономического союза.

Как уже упоминалось, единственным по-настоящему крупным и оснащенным астрономическим центром, доставшимся Советской стране в наследство от царской России, была Пулковская обсерватория. Существовали обсерватории при университетах, среди которых по оснащенности выделялись Энгельгардтовская обсерватория и организованный в 1932 году Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга. Действовала Ташкентская обсерватория, долгое время принадлежавшая военному ведомству. Наконец, в 20-х годах по инициативе Б. В. Нумерова в Ленинграде возник Астрономический институт, перешедший в 1939 году в систему

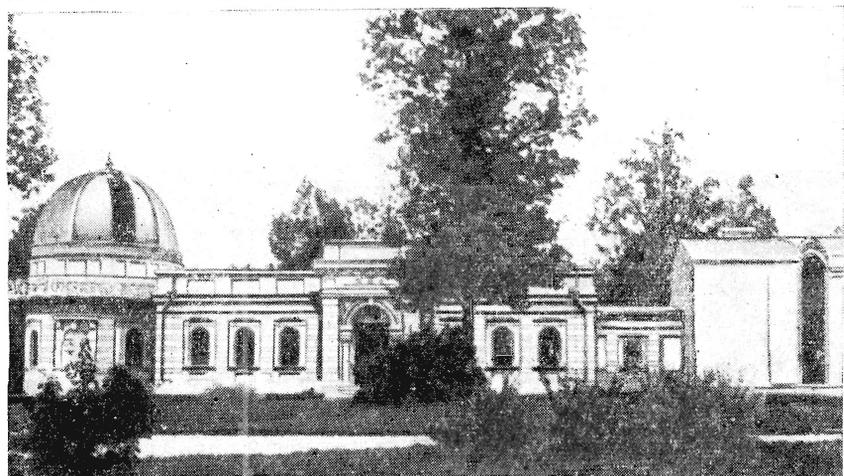


■  
 Главное здание Пулковской обсерватории до ее разрушения во время войны



■  
 Рефлектор диаметром 1 м фирмы Грэбб — Парсонс — самый крупный советский телескоп в предвоенные годы (разрушен во время войны)

■  
 Главное здание Московской университетской обсерватории на Красной Пресне. Здесь же размещался Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга



■  
 Астрономическая обсерватория имени В. П. Энгельгардта, в прошлом одна из наиболее оборудованных обсерваторий страны



Академии наук и позднее преобразованный в Институт теоретической астрономии АН СССР. К сожалению, оборудование даже наиболее мощных астрономических учреждений того времени оставляло желать лучшего и, вообще говоря, было пригодно только для традиционных астрометрических исследований. Положение усугублялось разобщенностью астрономических учреждений, разбросанных по территории огромной страны, следствием чего было возникновение своего рода научной изолированности. Это явление, метко названное Б. П. Герасимовичем «астропровинциализмом», приводило к распылению наших и без того скромных ресурсов.

Вместе с тем перед советской астрономией уже стоял ряд неотложных задач, требовавших объединения или хотя бы координации усилий. Надо было определить перспективные направления исследований, соответствующие наличным силам и средствам, требовалось добиться переоснащения обсерваторий более совершенными телескопами и лабораторным оборудованием, требовалось, следуя ходу мировой науки, развернуть астрофизические исследования, решить ряд прикладных народнохозяйственных задач, обеспечить подготовку астрономических кадров на современной основе. Предстояло создать астрономические центры в союзных республиках. Первенцами среди новых республиканских обсерваторий стали Абастуманская астрофизическая обсерватория и Душанбинская астрономическая обсерватория, основанные в 1932 году.

Наиболее дальновидные деятели советской астрономии того времени, в частности Б. В. Нумеров, Б. П. Гераси-

мович, В. Г. Фесенков, понимали необходимость в координационном астрономическом учреждении, способном взять на себя организацию целенаправленных коллективных действий. В начале 30-х годов такой орган действовал при Наркомпросе, в ведении которого в то время находилось большинство научных учреждений. С переходом руководящей роли к Академии наук СССР стало целесообразным иметь такой координационный центр при академии.

В октябре 1936 года при Физической группе Академии наук СССР был организован Астрономический совет, который провел свой первый пленум 16—17 марта 1937 года в помещении Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга на Красной Пресне. В соответствии с Положением об Астрономическом совете, утвержденном Президиумом Академии наук СССР 20 декабря 1936 года, в его обязанности входило планирование и организация советских астрономических исследований, ликвидация разобщенности между астрономическими учреждениями и их работниками. Совету предписывалось заслушивать и обсуждать отчеты и планы работы астрономических учреждений, заботиться об улучшении их материально-технического оснащения, направлять подготовку астрономических кадров, проводить научные конференции, контролировать выполнение международных обязательств. Было указано и на необходимость скорейшего создания на юге СССР всесоюзной академической обсерватории; уже на первом пленуме Астрономического совета был намечен ряд мероприятий по определению будущего местоположения этой обсерва-

тории, не исключая районов Средней Азии.

Великая Отечественная война с ее неисчислимыми жертвами нарушила мирное развитие советской науки. Многие астрономы погибли на полях сражений, иные умерли в осажденном Ленинграде. Научные судьбы тех, кто сражался в действующей армии и дошел до Победы, оказались так или иначе измененными этим вынужденным трагическим перерывом в работе. Наверное, война лишила нас и тех, кто — не разразись она! — стал бы астрономом, но вынужден был избрать другой жизненный путь. Мы помним о самоотверженном труде астрономов, оставшихся в тылу. Зачастую в труднейших условиях они продолжали научную работу, обучали военных специалистов, обеспечивали потребности страны в астрономических данных.

Современникам не нужно напоминать о материальных потерях, понесенных нашей страной в Великой Отечественной войне, и о том, с какой энергией наш народ под руководством Коммунистической партии и Советского правительства вновь взялся за мирное строительство. В тяжелые послевоенные годы были основаны Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР, Главная астрономическая обсерватория АН УССР, Астрофизический институт АН КазССР, Бюраканская астрофизическая обсерватория АН АрмССР и др. Вернулись к нормальной работе университетские обсерватории в западных районах страны. В начале 50-х годов была полностью восстановлена и переоборудована Пулковская обсерватория, расширен Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга.



Деятельность Астрономического совета АН СССР вновь пошла по пути, намеченному еще в предвоенные годы. В целях координации астрономических исследований совет организовал систему проблемных комиссий, созывал научные и координационные совещания. При участии Астрономического совета была начата работа по созданию Специальной астрофизической обсерватории АН СССР, вооруженной крупнейшим в мире 6-метровым телескопом; позднее куратором этой работы стала Главная астрономическая обсерватория АН СССР. Восстанавливались и расширялись международные связи советских астрономов. Во второй половине 50-х годов, с началом космических полетов, Астрономический совет принял на себя организацию и координацию оптических наблюдений за искусственными спутниками Земли, имеющих большое прикладное и научное значение. В последующие годы эти работы, проводимые при непосредственном участии Астрономического совета, значительно расширились и приобрели характер международной службы.

Попытаемся подвести некоторые итоги развития советской наземной оптической астрономии и в этой связи деятельности Астрономического совета АН СССР. Работа Астрономического совета эти годы велась по программе, намеченной при его создании. Проблемные комиссии Астрономического совета, практика созыва его пленумов и научных совещаний способствовали установлению и расширению контактов между нашими астрономическими организациями и их сотрудниками. Можно считать, что пресловутый «астропровинциона-

лизм», в общем, преодолен. В определенной мере удалось устранить и параллельность в научных исследованиях. Таким образом, выработались и привились методы координации астрономических исследований, хотя до кооперации, до согласованного объединения усилий дело, пожалуй, еще не дошло.

Кооперирование научных работ требует иных организационных форм, нежели их простая координация, основанная на взаимной осведомленности. Имея это в виду, Астрономический совет в 1972 году упразднил систему проблемных комиссий, создав взамен сеть учреждений, координирующих исследования по крупным научным проблемам. Каждое из них является наиболее мощным в стране центром, где разрабатывается данная проблема. От лица Астрономического совета и при его поддержке координирующие учреждения составляют и проводят в жизнь планы соответствующих кооперативных исследований.

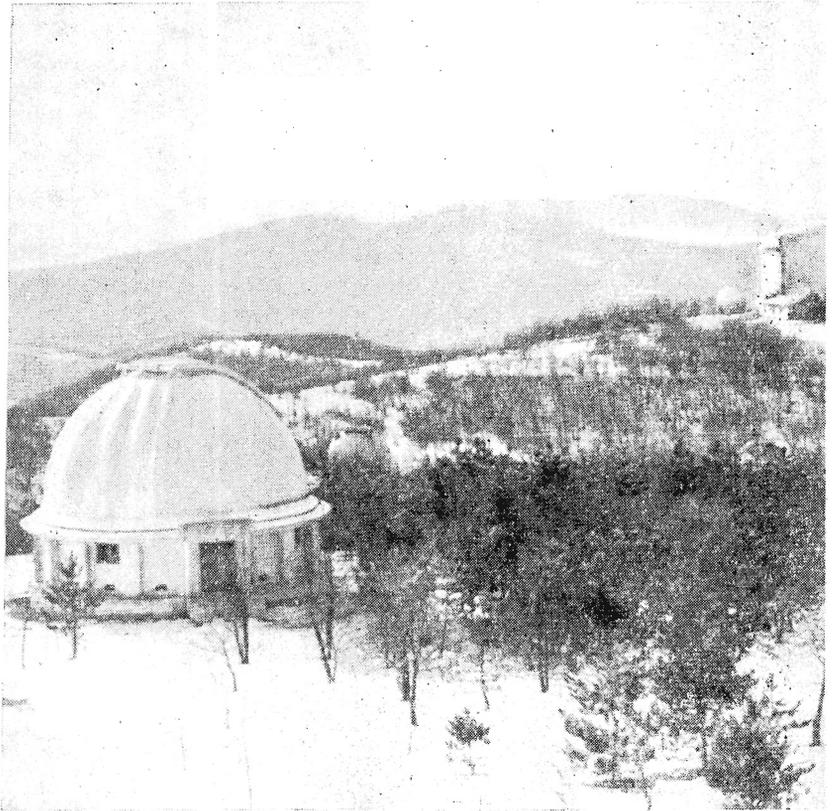
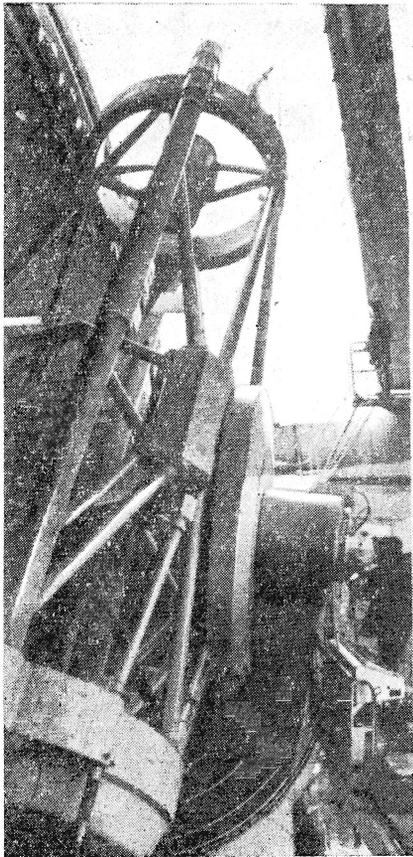
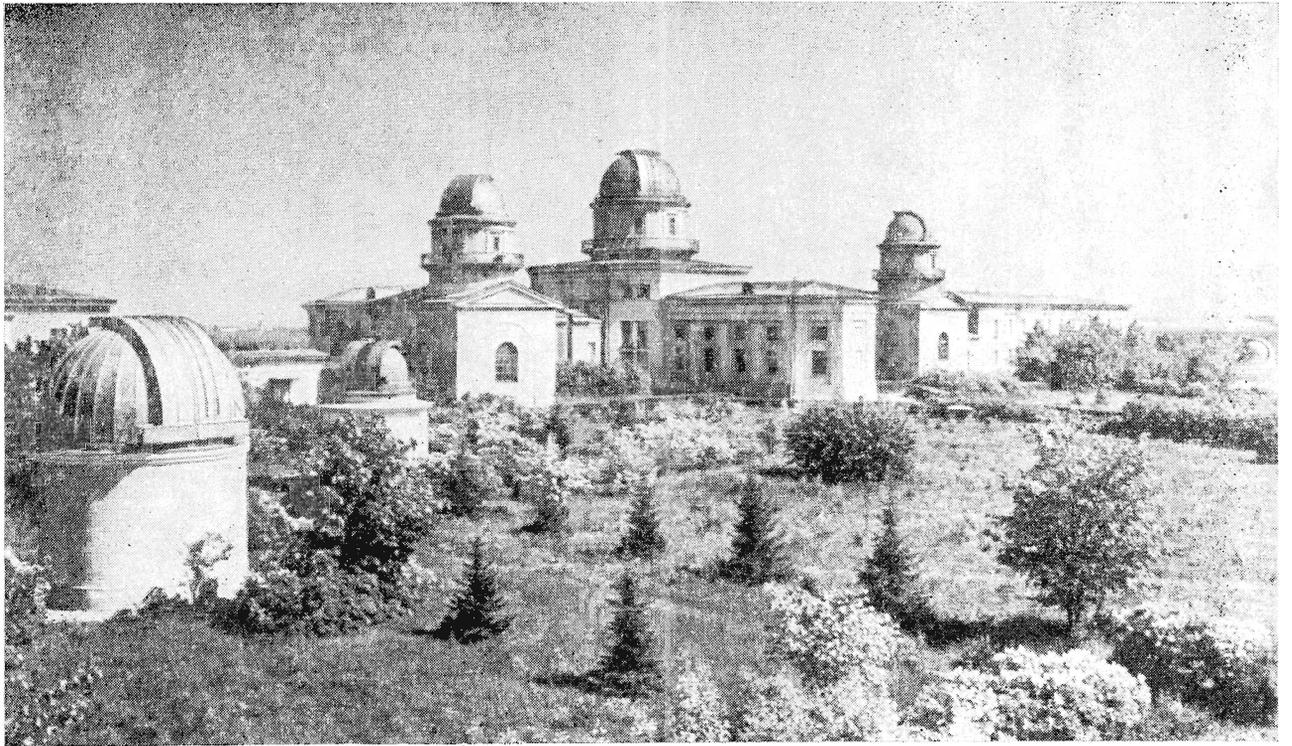
Тем временем жизнь ставит новые научно-организационные задачи. Так, общий ход развития отечественной науки требует разработки обоснованных долговременных перспективных планов по отдельным дисциплинам. Нужно ли доказывать, что здесь не обойтись без деятельного участия всей астрономической общественности и, особенно молодых ученых.

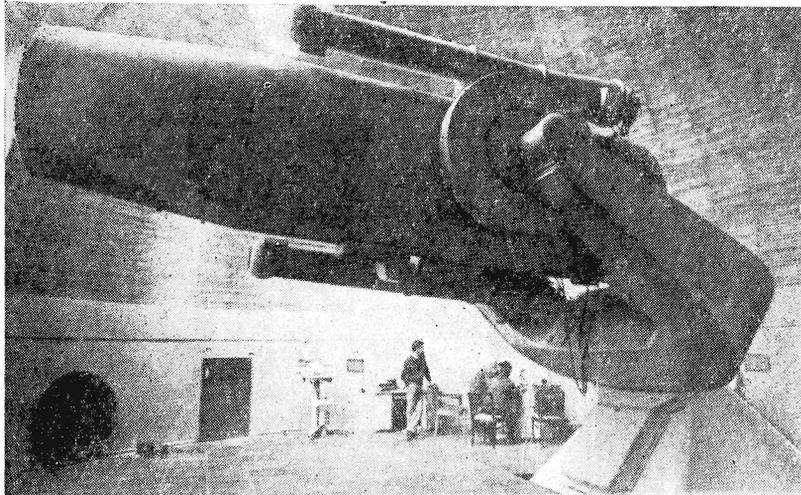
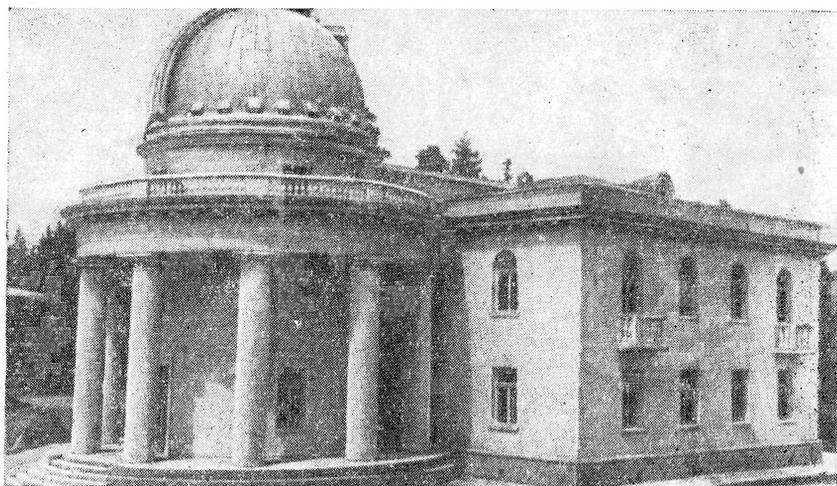
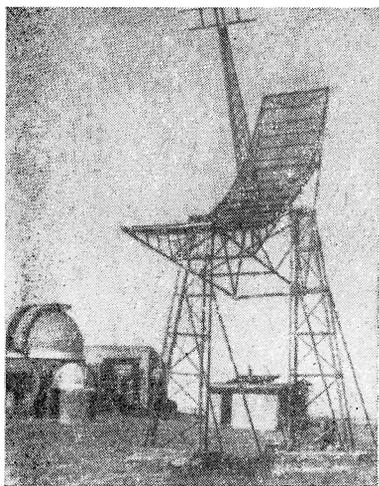
Памятуя, что астрономия — наука прежде всего наблюдательная, Астрономический совет предполагает и впредь уделять первостепенное внимание материально-технической базе советской астрономии. 50-е годы ознаменовались бурным количественным ростом советской науки. Именно

в этот период резко возросли штаты астрономических учреждений, начало поступать новое оборудование и инструменты. Окрепшая отечественная оптико-механическая промышленность приступила к выпуску советских астрономических приборов, включая самые крупные телескопы. Не будем скрывать, что часто астрономов не вполне удовлетворяет качество оптики этих инструментов. Однако все предпосылки для дальнейшего прогресса отечественного телескопостроения существуют, и его будущее в значительной степени зависит от делового сотрудничества астрономов и телескопостроителей. Наконец, к услугам астрономов — коллективная индустриальная мощь стран Совета экономической взаимопомощи и в первую очередь — Народного предприятия «Карл Цейсс, Йена».

Перспективы развития нашей оптической наблюдательной базы достаточно благоприятны. По планам, которые, вероятно, удастся реализовать в ближайшие 7—10 лет, на советских обсерваториях войдут в строй 6-метровый телескоп, два телескопа диаметром 2,6 м, один-два 2-метровых рефлектора и свыше десяти инструментов с диаметром главного зеркала 1,5—1,0 м. Планируется начать проектирование 4-метрового телескопа и разработки многоэлементных и интерферометрических систем. Одна из наших основных задач в ближайшие годы — строительство Объединенной среднеазиатской обсерватории, которая станет крупнейшим наблюдательным центром страны.

Говоря о перспективах развития материально-технической базы астрономии, нельзя забывать и о тех, кто бу-





■ Обновленная Пулковская обсерватория — ныне Главная астрономическая обсерватория АН СССР

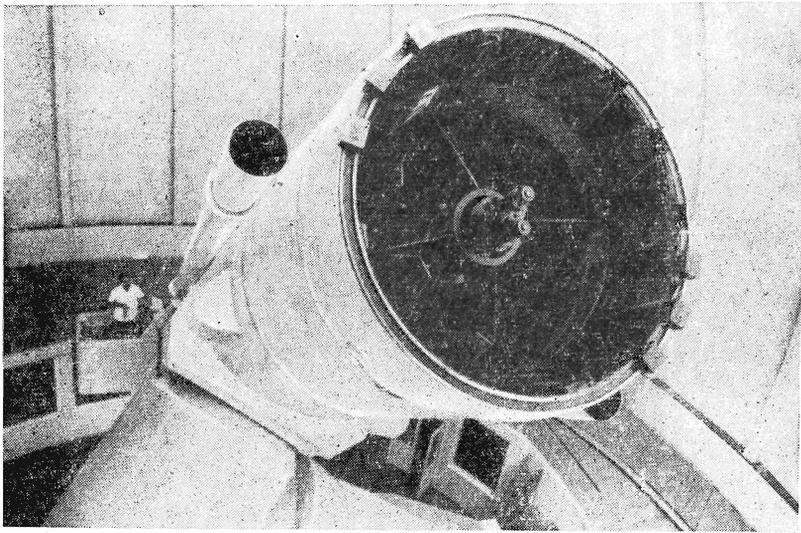
■ 2,6-метровый телескоп Крымской астрофизической обсерватории — самый большой инструмент на Европейском континенте

■ Общий вид Крымской астрофизической обсерватории АН СССР

■ Кисловодская горная солнечная станция — филиал Главной астрономической обсерватории АН СССР. На первом плане одна из антенн радиointерферометра

■ Главное здание Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР — первенца среди новых обсерваторий союзных республик

■ Большой шмидтовский телескоп Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР — советского центра внегалактических исследований



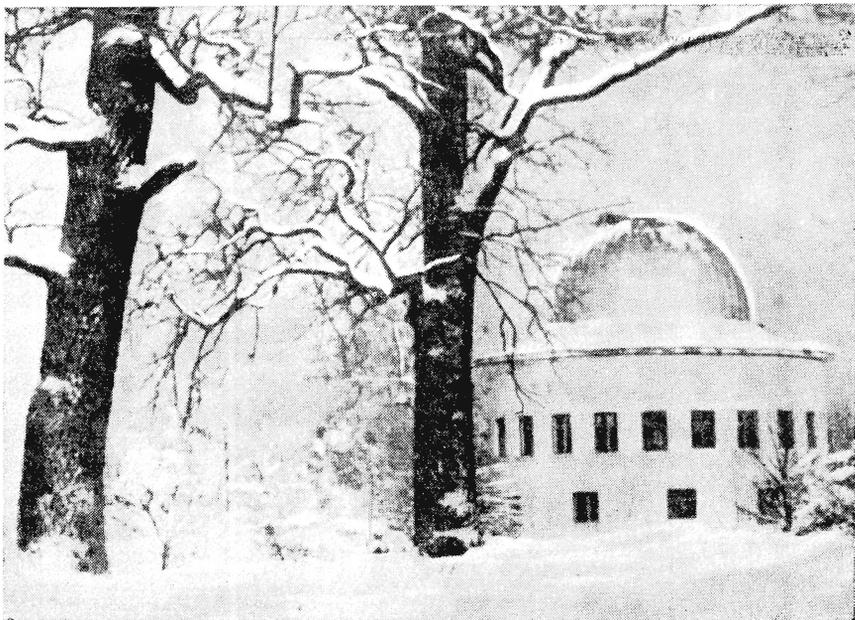
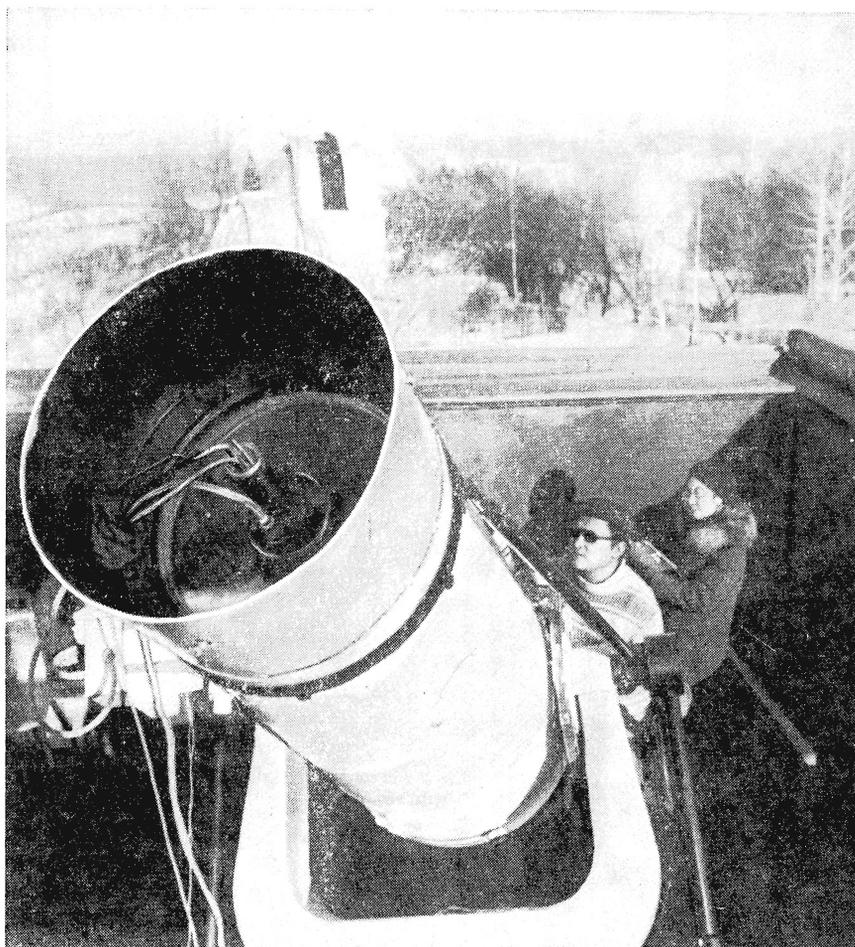
■ 2-метровый рефлектор — основной инструмент Шемахинской астрофизической обсерватории АН АзербССР

дет работать на новых инструментах, о молодых астрономах. Подготовка новых работников для обсерваторий и, вообще, астрономическое образование неизменно привлекали внимание Астрономического совета. Однако в силу ряда объективных и субъективных причин достижения в этой области пока невелики. С подготовкой молодых астрономов до сих пор не все обстоит благополучно. Традиции классической школы конца XIX — начала XX века еще слишком сильны в наших учебных центрах. Молодые астрономы продолжают получать довольно слабую подготовку по физике и, как правило, не знают современного физического эксперимента. Вместе с тем такие знания и навыки совершенно необходимы, ибо сложные передовые методы экспериментальной физики проникают сейчас едва ли не во все разделы астрономии.

В последние годы активизировалась работа совета по подготовке астрономических кадров, но модернизация преподавания астрономии в университетах, без сомнения, еще потребует значительных усилий, средств и времени. Как же быть, если для создания и освоения новой техники астрономических наблюдений и их обработки уже сейчас нужны такие специалисты, которых учебные астрономические центры не в состоянии подготовить?

■ *Телескоп системы Максутова Института астрофизики АН КазССР*

■ *Главная астрономическая обсерватория АН УССР в Голодеево. Башня 70-сантиметрового телескопа*





Хотя это и грустно с точки зрения «чистого астронома», но единственная, по нашему мнению, возможность состоит в привлечении в астрономические учреждения физиков-экспериментаторов.

Процесс «вторжения» физиков в астрономию объективен, во всяком случае, он уже многие годы идет в США, Англии и других странах. Эта своеобразная миграция наблюдается и у нас, хотя приходят в астрономию в основном физики-теоретики. Само по себе это полезно, но, к сожалению, не помогает решить набравшую проблему подъема уровня нашей наблюдательной астрономии. Мы рискуем подвести итог этого рассуждения следующей фразой: «физики-теоретики приходят к нам сами; физиков-экспериментаторов, насущно нам необходимых, придется приглашать специально».

В течение всего послереволюционного периода Академия наук СССР уделяла развитию советской астрономии значительное внимание и средства. С большой симпатией и пониманием к астрономическим проблемам относились такие видные руководители советской науки, как С. И. Вавилов и Л. А. Арцимович. Планы Астрономического совета, как правило, встречают одобрение Отделения общей физики и астрономии и Президиума Академии наук СССР. Сейчас, когда советская общественность празднует 250-летний юбилей Академии наук, советские астрономы тоже могут с удовлетворением оглянуться на пройденный путь, оценить открывающиеся перспективы и подумать о наилучших путях их реализации.

## НОВЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП

В Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР закончена реконструкция и модернизация башенного солнечного телескопа. Установленный в 1954 году телескоп был единственным в СССР, сейчас он стал и одним из самых крупных в мире инструментов такого типа. По существу, создан новый большой телескоп, предназначенный для исследования Солнца.

В башенных солнечных телескопах сама башня служит тубусом трубы. Труба установлена неподвижно в вертикальном положении на массивном фундаменте, уходящем глубоко в землю, что обеспечивает устойчивость телескопа и исключает влияние колебаний поверхностного слоя грунта. В верхней части трубы находится целостатная установка, состоящая из двух плоских зеркал. Одно из них — собственно целостатное зеркало — поворачивается часовым механизмом таким образом, чтобы скомпенсировать видимое движение Солнца. В результате отраженный от зеркала пучок солнечных лучей остается неподвижным, и дополнительное зеркало направляет его через трубу вниз. После отражения от целостатного и дополнительного зеркал параллельный пучок солнечных лучей поступает в оптическую систему, строящую изображение Солнца в камере или на щели спектрографа.

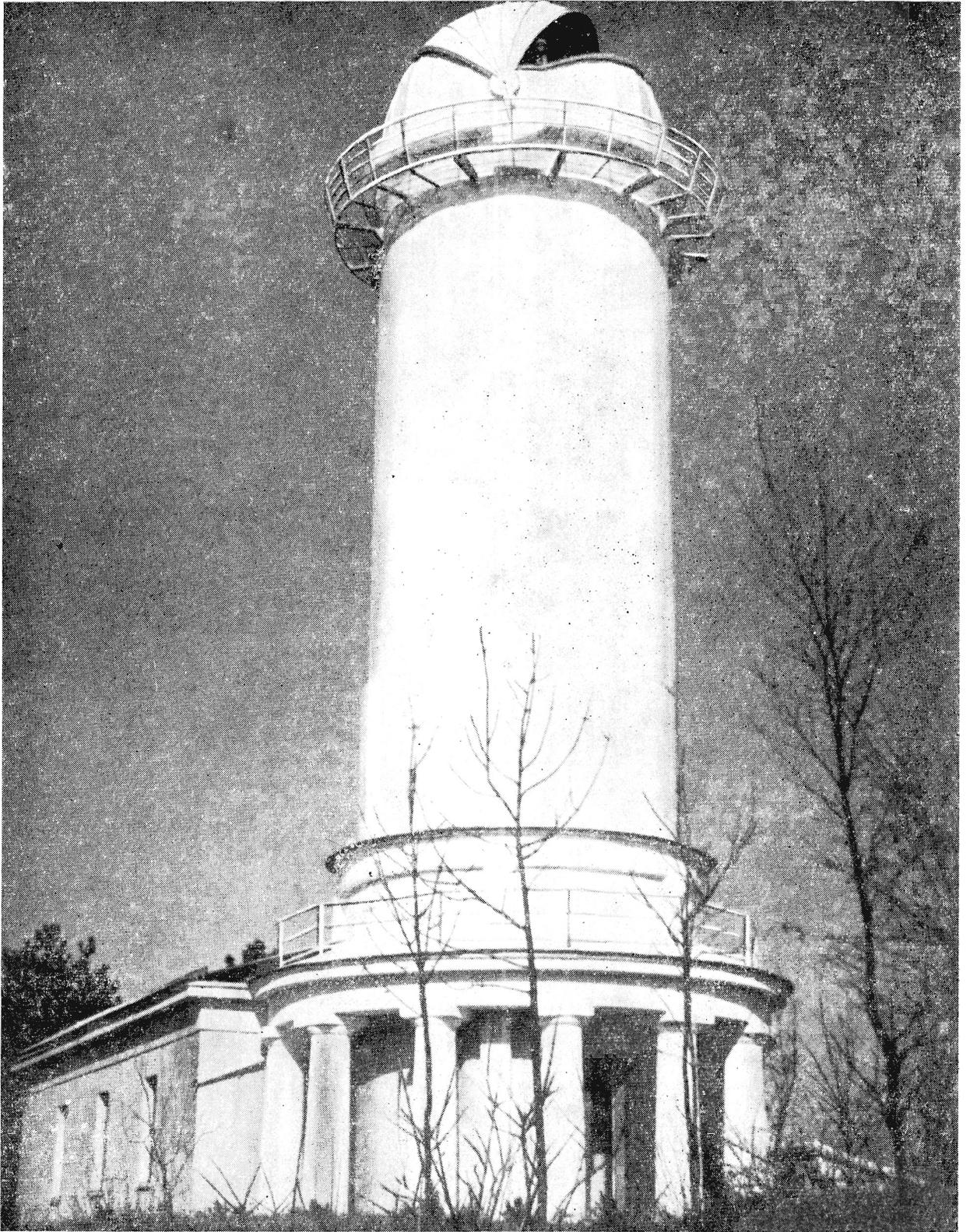
Труба телескопа окружена высокой башней, увенчанной полусферическим куполом. Фундамент башни не связан с фундаментом трубы телескопа. Все конструктивные элемен-

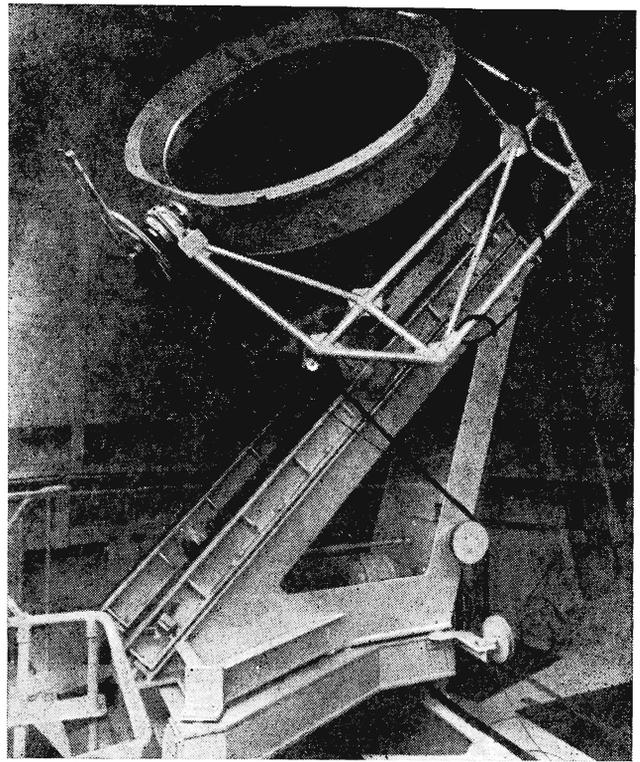
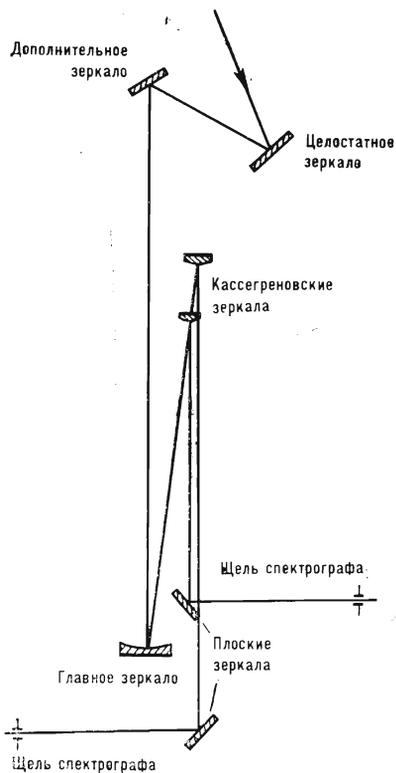
ты — лестницы, площадки, кронштейны и стойки для вспомогательной аппаратуры — соединены только с внешней башней. Она нигде не соприкасается с трубой телескопа, поэтому никакие колебания самой башни не передаются трубе. Башня защищает трубу телескопа от ветра, создает благоприятный тепловой режим, при котором движение воздуха в телескопе меньше всего искажает изображение Солнца.

Известно, что приземные слои воздуха после восхода Солнца быстро и неравномерно нагреваются и приходят в турбулентное движение. Влияние приземных слоев сказывается на качестве изображения Солнца, существенно снижая разрешающую способность телескопа. Чтобы по возможности избежать этого, высота башни нового телескопа увеличена до 25 м.

Улучшена и оптика телескопа. Если до реконструкции зеркало целостата имело диаметр 65 см, то сейчас поставлено зеркало почти вдвое больших размеров — 120 см. Диаметр дополнительного зеркала 110 см. Зеркала изготовлены из ситалла, обладающего практически нулевым коэффициентом теплового расширения в широком интервале температур.

Вместо традиционного люка с раздвижными створками, купол нового башенного солнечного телескопа оборудован забралом, которое открывает почти половину купола, обеспечивая минимальный (за счет постоянного обмена с окружающим воздухом) и достаточно равномерный нагрев подкупольного пространства. Купол и башня окрашены титановыми бели-





■ Башенный солнечный телескоп Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР

■ *Ход лучей в башенном солнечном телескопе. Плоское целостатное зеркало направляет пучок солнечных лучей на дополнительное зеркало, а затем на главное зеркало. Его оптическая ось наклонена на  $1^{\circ}30'$  к вертикали. Отразившись от главного зеркала, пучок лучей попадает на одно из выпуклых кассегреновских зеркал, потом плоские зеркала направляют его на щель спектрографа. Эквивалентное фокусное расстояние системы в зависимости от применяемого кассегреновского зеркала может быть 70 или 50 м*

■ *Целостатное зеркало башенного солнечного телескопа. Часовой механизм поворачивает это зеркало вслед за Солнцем*

лами, хорошо отражающими солнечные лучи.

В нижней части к башне примыкает несколько больших помещений, расположенных на поверхности земли и под землей. Сюда-то и приходит сверху параллельный пучок солнечных лучей, который поступает в оптическую систему, строящую изображение Солнца. Диаметр главного зеркала этой системы равен 100 см. Как и другие зеркала, оно сделано из ситалла. Размер изображения Солнца на щели спектрографа достигает 50 см.

Телескоп оснащен различными приборами и устройствами (спектрографы, магнитограф, двухлучевой спектрогелиограф, сканирующее устройство, фототид и др.), которые позволяют подробно исследовать отдельные участки солнечной поверхности, получать спектр с высокой дисперсией (до 0,1 А/мм), изучать тонкую структуру различных образова-

вспышки и т. п.), измерять их магнитные поля, яркость, лучевые скорости движения газов. Причем многие параметры регистрируются одновременно. Так, одновременно с регистрацией магнитного поля записывается яркость исследуемой области и скорости движения газа по лучу зрения. При записи магнитного поля пространственное разрешение составляет  $1'' \times 1''$ , что дает возможность исследовать тонкую структуру магнитных полей.

Уже первые наблюдения на новом телескопе показали высокое качество изображения Солнца, хорошее разрешение. В течение лета 1973 года закончена юстировка телескопа, отладка различных устройств и механизмов (сканирующего устройства, фототиды и др.), проводились регулярные наблюдения. Выполнено много синхронных наблюдений по программе «Скайлэб».

В. М. МОЖЖЕРИН  
Фото В. В. Гапеева



Академик  
В. А. АМБАРЦУМЯН

## Вспыхивающие звезды в скоплениях и ассоциациях

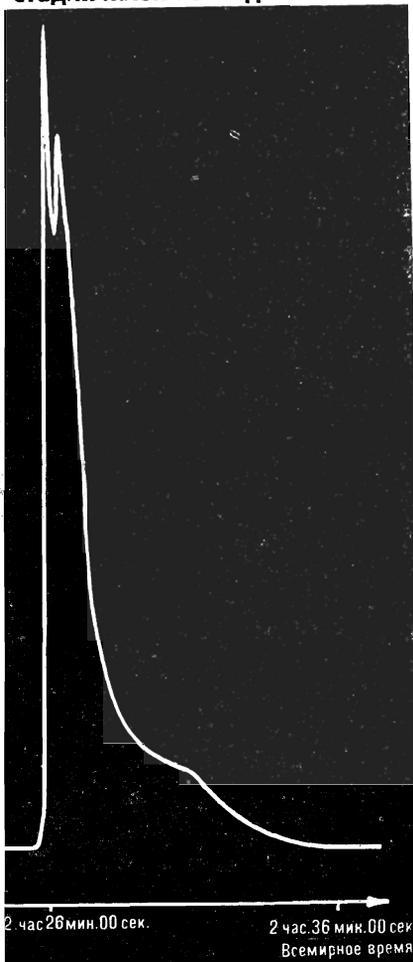
Во всех последних открытиях, которыми так богата астрономия, есть одна примечательная особенность. Сначала кажется, будто открыто удивительное, редкое, нечто действительно исключительное, требующее специального объяснения. А затем, после долгих кропотливых исследований становится ясно, что вся необычность была проявлением какой-то общей закономерности. Так случилось и со вспыхивающими звездами.

Четверть века назад открытие первой вспыхивающей звезды произвело потрясающее впечатление на астрономов. Ничем не примечательная слабая звезда 12-й звездной величины оказалась вспыхивающей! Естественно, астрономы считали, что звездные вспышки — уникальное явление в мире звезд. Теперь только в одном звездном скоплении Плеяды известно более 360 вспыхивающих звезд. И чтобы понять эволюцию звезд, надо изучать вспыхивающие звезды как ее закономерную стадию.

Изучение физических свойств звезд поставило перед астрофизиками огромное количество проблем, большинство которых остается нерешенными. Требуется объяснить наблюдаемые соотношения между такими характеристиками звезды, как масса, светимость, вращательные моменты и другие. Нужно найти механизм сложных динамических процессов и электромагнитных явлений, происходящих в звездных атмосферах; следует построить теории, описывающие фото-

Изложение доклада, с которым В. А. Амбарцумян выступил на I Всесоюзной астрономо-геодезической конференции. Май 1973 г., Тбилиси. (Прим. ред.)

**За несколько десятков секунд слабая, ничем не выделяющаяся звезда может в сотни раз увеличить свой блеск и затем медленно в течение получаса возвращаться к прежнему состоянию. Вспышки звезд, считавшиеся вначале исключительным явлением, теперь рассматриваются как закономерная стадия жизни звезды.**



метрические и спектральные изменения звездного излучения. Это лишь некоторые примеры нерешенных задач в астрофизике. По моему глубокому убеждению, их хватит на много поколений астрофизиков. Пока астрофизика находится в той стадии, когда каждая решенная задача вызывает появление доброго десятка новых нерешенных.

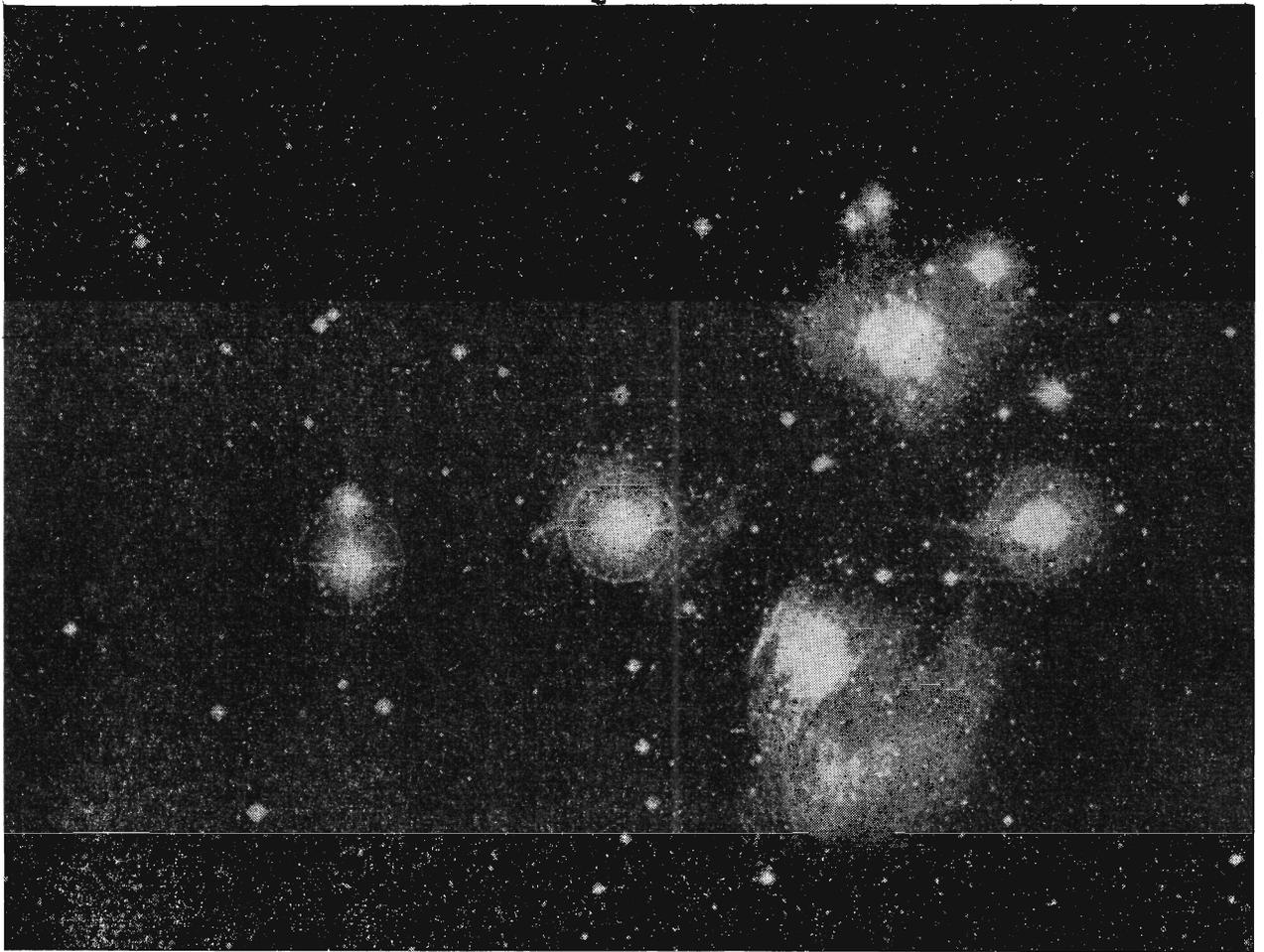
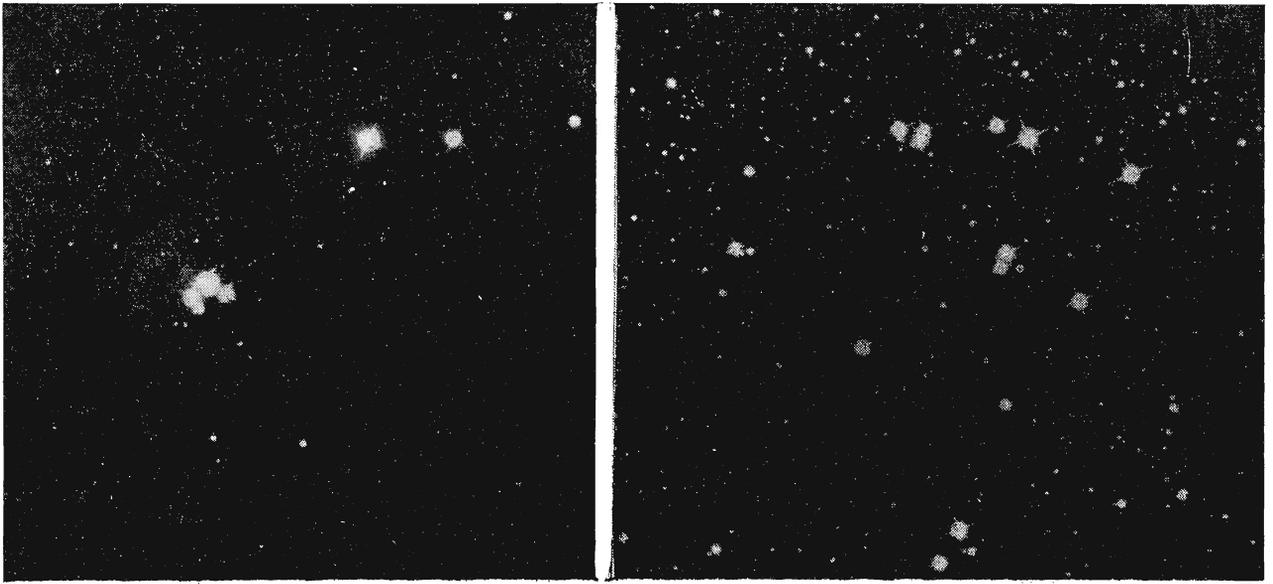
Среди многих проблем астрофизики видное место занимают две тесно связанные между собой проблемы — внутреннее строение звезд и эволюция звезд. Много усилий прилагается, чтобы решить их теоретическим путем на основе некоторых моделей. При этом наблюдательные данные либо играют наводящую роль, указывая, в каком направлении надо искать, либо же используются для проверки теории. Конечно, никто не может отрицать правомерность и логику такого пути. Однако независимо от успехов метода моделей при решении задач физики звезд представляется закономерным и другой, чисто эмпирический путь, когда решение ищется на основе наблюдательных данных с

■  
*Кривая блеска звезды UV Кита во время вспышки 19 октября 1968 года*

■  
*Ассоциация в Орионе*

■  
*Рассеянное звездное скопление Ясли*

■  
*Плеяды*





использованием лишь таких гипотез и теоретических положений, которые в применении к данному объекту кажутся неоспоримыми или по крайней мере правдоподобными. Здесь, наоборот, теоретические соображения играют наводящую роль и служат для проверки правильности экстраполяции наблюдательных зависимостей.

Следует признать, что эмпирический подход вряд ли широко применим к решению проблемы внутреннего строения звезд. Действительно, если звезды и Солнце излучали бы нейтринно, как предполагали когда-то теоретики, то можно было надеяться «увидеть» недра звезд и непосредственно изучать их внутреннее строение. Вся другая информация о звездах и Солнце, хотя и необычно обильна, но связана с их внутренним строением не прямо, а лишь через многочисленные промежуточные явления, большинство которых непосредственно не наблюдается.

Совершенно иное положение в проблеме звездной эволюции. Все что получают наблюдатели: светимости, массы, радиусы звезд, скорости их вращения, общее магнитное поле звезд, средний поток вещества в звездном ветре — все эти интегральные характеристики звезд связаны с вопросом звездной эволюции. Уже само существование непрерывных последовательностей на диаграммах цвет—светимость, масса—светимость и других наводит на мысль о непрерывных изменениях этих характеристик в течение жизни звезды. Вспомним весьма наивные первоначальные попытки интерпретации диаграммы Герцшпрунга — Рассела как диаграммы, свидетельствующей о сжати

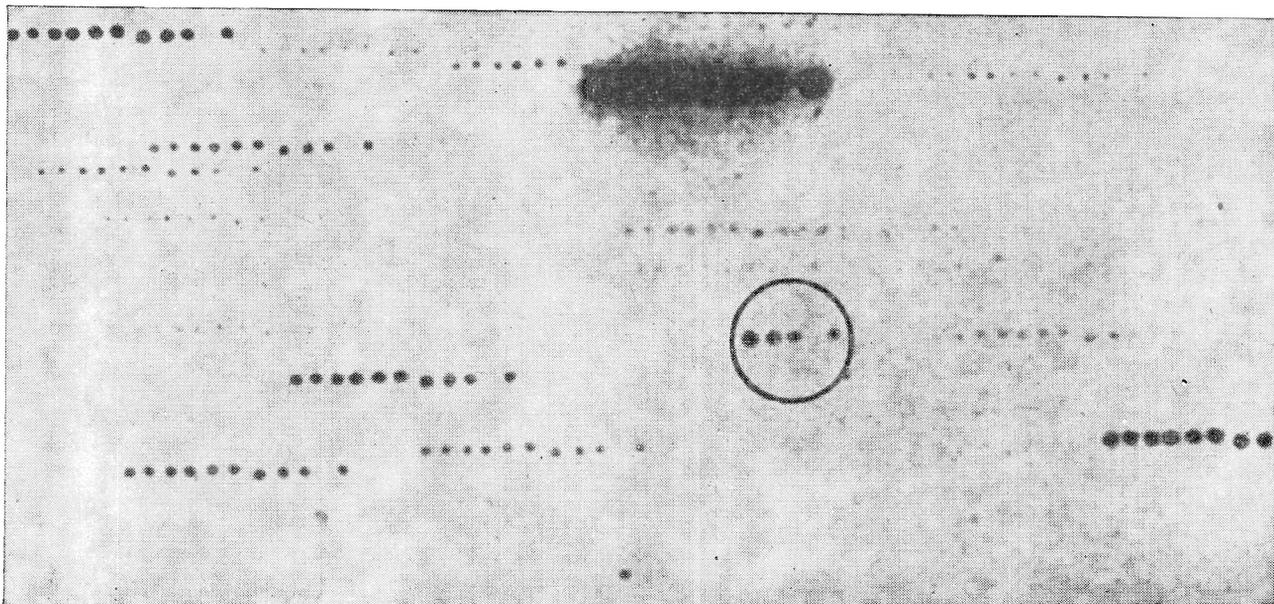
звезды от красного гиганта через голубую горячую звезду к красному карлику. Более серьезными оказались попытки прямого эволюционного истолкования диаграммы цвет — светимость для шаровых скоплений. Изучение рассеянных звездных скоплений позволило в грубых чертах решить некоторые проблемы, относящиеся к наиболее ранним этапам жизни звезды. Существование звездных агрегатов различного возраста — звездных ассоциаций, молодых и старых скоплений — открыло большие возможности для эмпирического изучения изменений звездных характеристик во времени.

В звездных ассоциациях и скоплениях часто встречаются вспышечные звезды. Много их и в окрестности Солнца. Первым начал исследовать вспышечные звезды в ассоциациях и скоплениях мексиканский астроном Г. Аро из обсерватории Тонанцинтла. Он открыл довольно много вспышечных звезд в ассоциации в Орионе, затем в скоплении Плеяды и некоторых других. Оказалось, что на диаграмме цвет — светимость для ассоциации в Орионе вспышечные звезды встречаются среди членов ассоциации, принадлежащих к поздним спектральным классам, начиная примерно с G8. В молодых скоплениях типа Плеяд, возраст которых порядка нескольких десятков миллионов лет, вспышечные звезды появляются со спектрального класса K5. Дальнейшие детальные исследования показали, что в Плеядах вспышечные объекты есть и среди звезд спектрального класса K2—K4. В других, более старых скоплениях типа Ясли и Гиалды вспышечные

звезды можно найти только среди объектов спектрального класса M0 и позднее. Следовательно, чем старше скопление, тем более поздний спектральный класс имеют вспышечные звезды.

Уже один этот вывод Аро заставляет думать, что изучение вспышечных звезд должно открыть путь для более глубокого наблюдательного исследования проблем звездной эволюции. Предположим, что мы знаем точно возраст ассоциации в Орионе, возраст скоплений Плеяды, Ясли, Гиалды. Тогда мы могли бы сопоставить возраст скоплений с характеристиками вспышечных звезд и в абсолютной шкале времени проследить эволюцию вспышечной активности звезд. Однако определить точно возраст скоплений невозможно. Мы не знаем, насколько длительным было само звездообразование в данном агрегате. Все оценки возраста скоплений основываются на тех или иных теориях звездной эволюции, поэтому оценки сильно отличаются друг от друга. Определять же возраст скопления эмпирически мы пока не умеем.

Между тем ставится задача построения картины звездной эволюции по возможности независимо от развиваемых теорией представлений. Следовательно, крайне желательно иметь более непосредственный критерий для абсолютного возраста скоплений. Мне кажется, что это трудная, но не безнадежная задача. Следует подумывать об уточнении статистико-механических критериев, которые будут давать надежный возраст. Можно попытаться установить точную зависимость между некоторыми характеристиками звезд и их возрастом. Известно, на-



пример, что обилие легких элементов в атмосферах звезд связано с их возрастом.

Поскольку среди довольно молодых звезд (относительно возраста агрегата) встречается много вспыхивающих, возникает вопрос: все ли звезды малой массы проходят через стадию вспышечной активности? Массивные звезды, в том смысле как мы понимаем явление вспыхивающей звезды, не вспыхивают. Вполне возможно, что они испытывают вспышки того же масштаба, которые бывают у звезд малой массы, но из-за высокой светимости массивных звезд мы этих вспышек не наблюдаем. Нельзя заранее отвергнуть, что наличие вспышечной активности зависит не только от массы, светимости, возраста звезды, но и от других факторов. В таком случае необходимо выяснить природу этих факторов. Важно, что на основа-

нии наблюдений можно попытаться ответить на вопрос, все ли звезды малой массы вспыхивают, а они составляют подавляющее большинство звезд в нашей Галактике. Для решения этого вопроса существенно знание полного числа вспыхивающих объектов в каждом агрегате на данном этапе его развития. Однако открывать вспыхивающие звезды очень трудно.

Вспышки звезд происходят периодически, их нельзя предсказывать. Чтобы открыть вспыхивающую звезду, мы должны подкараулить хотя бы одну ее случайную вспышку. При этом обычно используется фотографический метод. Наблюдатель делает на одной пластинке несколько пяти- или десятиминутных выдержек. Выдержки следуют одна за другой. На фотопластинке получается цепочка звездных изображений. И если одно или несколько изображений оказываются ярче других, вспышка заарегистрирована.

Фотографический метод имеет существенный недостаток — его точность очень мала. Нельзя считать реальными вспышки, амплитуда которых меньше половины звездной величины. Неужели фотографическая фотометрия до сих пор не научилась давать

большую точность? На самом деле, точность фотографических измерений в среднем составляет 0,1 звездной величины. Но каждый снимок скопления Плеяд запечатлевает множество звезд. Среди них могут быть такие, для которых ошибка при измерении яркости в несколько раз превосходит среднюю ошибку, и такое явление легко принять за вспышку. Поэтому наблюдатели доверяют лишь тем вспышкам, амплитуда которых не меньше 0,6—0,7 звездной величины. Вспышки такой мощности у звезды происходят обычно крайне редко — примерно одна за 1000 часов. Подкараулить вспышку, непрерывно фотографируя, трудно. Еще труднее набрать ценный наблюдательный материал, который охватывал бы много тысяч часов. Поэтому нужно отдать должное профессору Аро, открывшему две сотни вспыхивающих звезд.

Если открывать вспыхивающие звезды так трудно, то можно ли, не обнаружив все звезды, узнать все-таки их полное число в данном агрегате? Оказывается, можно. В 1968 году нами был предложен способ оценки полного числа вспыхивающих звезд в скоплении. Как это делается? Допустим, в каком-то скоплении открыто

*Фрагмент фотографии скопления Плеяд, полученной в Бюраканской астрофизической обсерватории. При фотографировании были сделаны одна за другой десять экспозиций, поэтому каждая звезда имеет десять изображений. Вспыхивающая звезда (окружена) дала только четыре изображения, ибо вне вспышки она очень слабая.*



40 вспыхивающих звезд. Пусть все эти звезды наблюдались во время вспышки только по одному разу. Последовательность вспышек у каждой звезды представляет собой некоторый случайный процесс. Для данного периода наблюдений (то есть всей длительности фотографических экспозиций, произведенных за рассматриваемый период) должна существовать некоторая вероятность того, что какая-то звезда вспыхнет. Будем считать эту вероятность одинаковой для всех вспыхивающих звезд нашего скопления. Если бы она была значительно больше  $1/40$ , то за период наблюдений хотя бы одна из открытых 40 звезд вспыхнула бы вторично. Но вспышки не было. Следовательно, вероятность наблюдения вспышки для каждой звезды была порядка  $1/40$  или меньше. Значит, полное число вспыхивающих звезд в скоплении около  $40 \cdot 40 = 1600$  или больше. Эти грубые рассуждения можно сделать более строгими, математическими. Используя их, удастся предсказать минимальное число вспыхивающих звезд в каждом скоплении.

На основании опубликованных к 1968 году данных о 60 звездах в Плеядах, у которых наблюдались вспышки, было предсказано, что полное число вспыхивающих звезд в этом скоплении больше 320. В то время такое утверждение могло показаться и показалось рискованным. Однако оно не только оправдалось, но оказалось даже слишком осторожным.

С 1968 года в Бюраканской астрофизической обсерватории выполняется довольно обширная программа наблюдений Плеяд на двух телескопах сразу — 40- и 21-дюймовом. Наблю-

дения вспыхивающих звезд ведутся совместно с обсерваториями Тонанцинтла и Азиаго. В Абастуманской астрофизической обсерватории исследуется ассоциация в Орионе. В результате большой кооперативной работы в Плеядах было открыто еще 300 вспыхивающих звезд (135 из них — в Бюраканской обсерватории). Но и теперь нельзя утверждать, что мы открыли все вспыхивающие звезды в Плеядах. Как показывают расчеты, истинное число таких звезд в скоплении больше 900 и, вероятно, даже 1000. Но небольшая часть из них принадлежит фону. Известно, например, что на Плеяды проецируется одна вспыхивающая звезда, которая на самом деле входит в состав другого скопления — Гиады. Между прочим, эта звезда показывает повышенную частоту вспышек и она неоднократно наблюдалась как вспыхивающая. По имеющимся оценкам, которые мне кажутся несколько завышенными, примерно 20% вспыхивающих звезд в Плеядах — объекты фона. Тогда в самом скоплении должно быть около 800 вспыхивающих звезд.

Помимо открытия 135 вспыхивающих звезд, бюраканские астрономы наблюдали у 140 ранее обнаруженных звезд повторные вспышки. Теперь, когда уже известно так много вспыхивающих звезд в Плеядах, из двух вспышек, которые регистрируются в Бюракане, одна приходится на уже известную звезду. Но это вовсе не означает, что в скоплении открыта половина вспыхивающих звезд. В первую очередь наблюдаются вспышки тех звезд, у которых средняя частота вспышек больше. К сожалению, астрономы не располагают точной ин-

формацией о распределении средней частоты вспышек звезд, поскольку определить ее для каждого объекта в отдельности пока не удастся. Можно лишь утверждать, что подавляющее большинство вспыхивающих звезд Плеяд имеет среднюю частоту фотографических вспышек, амплитуда которых превосходит  $0,6—0,7$  звездной величины, — одна за 2000 часов и небольшая часть звезд в 10 раз выше. По-видимому, у большинства вспыхивающих звезд Плеяд вспышки либо еще не наблюдались, либо наблюдались одна-две.

Самое интересное, что все вспыхивающие звезды Плеяд, открытые в последнее время, расположены в той же области видимых (а следовательно, и абсолютных) величин, что и ранее известные. Все они имеют спектральные классы K2 и позднее, а визуальные звездные величины — больше 13, что соответствует абсолютной величине  $+7,5$ . Вероятно, большинство членов Плеяд (слабее 13-й звездной величины) являются вспыхивающими звездами, ибо, если допустить, что число невспыхивающих слабых объектов Плеяд того же порядка, что и вспыхивающих, масса скопления получается слишком большая. Звезды ярче 13-й величины, по-видимому, в Плеядах не вспыхивают, хотя некоторый процент вспыхивающих объектов среди них есть.

Несомненно, у вспыхивающих звезд существует явление цикличности. В определенные периоды времени (на протяжении нескольких лет) звезда бывает активной, в другие — менее активной. Словом, вспыхивающая звезда имеет максимум и минимум вспышечной активности. Прошу





ваны три вспышки, у которых возрастание блеска заняло более получаса. Одна медленная вспышка, которую наблюдали Г. Аро и Э. Парсамян, работавшая в обсерватории Тонантинила, продолжалась много часов. Медленные вспышки, если они протекают именно так, как я предполагаю, должны быть заметны только в тех случаях, когда их энергия велика. Возможности для их наблюдения поэтому менее благоприятны. И все-таки эти вспышки открыты и подробно изучаются.

В заключение хочу сформулировать вывод, который мне кажется весьма существенным для теории звездной эволюции — теории, основывающейся на эмпирических данных. Звезды на разных этапах развития характеризуются двумя видами активности: всю свою жизнь они излучают электромагнитную энергию и на ранних стадиях длительное время испытывают вспышки. Вообще говоря, вспышечная стадия занимает значительную часть жизни звезды, хотя у массивных звезд она менее продолжительная. У звезд, с массой, близкой к солнечной или чуть меньше, время вспышечной активности составляет около 1% от возраста звезды.

Сколько энергии выделяется при вспышке? Составляет ли она за период, скажем 100 лет, значительную часть той энергии, которая в это же время излучается звездой? Если считать, что при вспышке энергия выделяется главным образом в форме электромагнитной, то она не превышает 1—2% от суммарной энергии излучения звезды. Но поскольку механизм излучения энергии во вспышках имеет явно нетепловую природу,

## КАК РАСШИРЯЮТСЯ ОСТАТКИ СВЕРХНОВЫХ

Во время вспышки Сверхновая звезда сбрасывает газовую оболочку, которая расширяется в межзвездной среде. В остатках Сверхновых — Крабовидной туманности и Кассиопей А — наблюдаются плотные холодные волокна. Скорость их перемещения того же порядка, что и скорость расширения оболочки. Когда оболочка начинает тормозиться межзвездной средой, эти волокна в силу большой инерции продолжают двигаться с прежней скоростью. Они, как языки, выдвигаются из туманности. По мнению астронома Специальной астрофизической обсерватории АН СССР К. В. Бычкова, магнитное поле не способно остановить волокно. Когда «язык» достаточно далеко выйдет из туманности, магнитное поле уже не мешает его выдвиганию, поскольку энергетически более выгодно отделение волокна от туманности. Оно отрывается путем перемыкания силовых линий магнитного поля, вмороженного в волокно и в туманность.

Какова дальнейшая судьба волокна, потерявшего непосредственную связь с туманностью? Оказывается, если магнитное поле в нем сильное, волокно может пройти значительное расстояние в межзвездной среде, не затормозившись. И такие волокна доступны наблюдениям. В радиодиапазоне излучают релятивистские электроны, заключенные в волокнах. От волокон следует ожидать

также излучения в линии  $H_{\alpha}$  и в другой линии водорода  $L_{\alpha}$ . Волокна могут служить хорошим критерием возраста туманности, из которой они вышли.  
«Астрономический журнал», 51, 1, 1974.

## ГРУППА ПЯТЕН НОВОГО ЦИКЛА?

На снимке Солнца, полученном в 4 часа 30 минут по Всемирному времени 5 декабря 1973 года на Уссурийской станции Службы Солнца, зарегистрирована одиночная пара площадью 11 миллионов долей полусферы. Пара располагалась на  $16^{\circ}$  восточнее центрального меридиана Солнца, на гелиографической широте  $+38^{\circ},0$ . Это пятно может оказаться «первой ласточкой» нового 11-летнего цикла (№ 21). Необходимы исследования магнитной полярности.

Пятна старого цикла во втором полугодии 1973 года наблюдались на широтах, не превышающих  $20^{\circ}$ . Средние широты зоны пятен составляли в северном полушарии  $11^{\circ},0$ , в южном  $9^{\circ},9$ . Обычно высокоширотные пятна нового цикла появляются незадолго перед минимумом активности, в среднем за  $1,2 \pm 0,7$  года до него. Интересно отметить, что в следующем 11-летнем цикле может сохраниться преобладание активности пятен северного полушария над южным, наблюдаемое на Солнце с 1958 года.

Кандидат физико-математических наук  
В. Ф. ЧИСТЯКОВ

то вполне возможно, что мы, наблюдая в доступной нам области спектра, видим лишь незначительную долю полной энергии вспышек. Остальную, гораздо большую часть, уносят энергичные частицы, образующиеся при вспышках, либо испускается она не в видимом, а в других диапазонах спек-

тра. И тогда получается, что на вспышечной стадии развития звезда излучает примерно столько же энергии, сколько и на других стадиях.

Итак, изучение вспыхивающих звезд приводит к выводам, весьма неожиданным для чисто дедуктивной теории звездной эволюции.



Профессор  
Д. Я. МАРТЫНОВ

## Что есть что на Марсе

Человечество приступило к интенсивному изучению Марса. Успехи автоматических межпланетных станций «Марс-2, -3», «Маринер-6, -7, -9» — только первые шаги в исследовании этой планеты с помощью космических аппаратов. Вслед за ними отправились новые космические корабли. Уже достигли планеты «Марс-4, -5, -6, -7». Один из этих аппаратов совершил успешную посадку, другой стал искусственным спутником Марса. Это — далеко не последние посланцы Земли к «Красной Звезде», и мы будем получать с близкого расстояния все новые и новые крупномасштабные фотографии поверхности планеты.

Одновременно Марс изучают средствами радиоастрономии и классическими оптическими методами, которые в первом приближении дали нам правильные сведения о планете, в частности, для ее картографирования.

Необходимо сказать, что карты, составленные различными авторами или одним и тем же автором, но из разных оппозиций, иногда не совпадают, особенно это относится к слабо выраженным деталям. Нередко местоположение на картах какой-либо детали различается на добрый десяток планетографических градусов, так что бывает трудно сказать, идет ли речь об одной и той же детали или о разных. Наконец, следует подчеркнуть, что сопоставление фотографий и зарисовок поверхности Марса, полученных с Земли, с фотографиями ее, переданными искусственными спутниками Марса, то есть с близких расстояний, иногда оказывается трудным или даже невозможным. Особенности рельефа Марса — его кратеры, каньоны и тому подобное — не всегда ук-

ладываются в детали, наблюдаемые с Земли. Поэтому последние принято теперь называть «детальями альbedo» Марса, то есть деталями отражающих свойств его поверхности.

За столетие усиленных наблюдений Марса астрономы нанесли на карту и придали наименования великому множеству темных «морей», полутемных «каналов», «озер» и «оазисов» наряду со светлыми областями «суши». Около сотни таких «деталей альbedo» на Марсе неизменно повторяются на картах, составленных разными исследователями. Еще 50—70 деталей встречаются часто, но в разных видах, потому что они меняются со сменой времен года. Многие детали малодостоверны, особенно «каналы».

Наименования «деталей альbedo» на Марсе, принятые в наши дни, ведут начало от Скиапарелли, который приступил к наблюдениям Марса в 1877 году. Последующие авторы продолжали его традицию — брали названия из древней географии и мифологии, в том числе библейские. Меньше 5% названий не имеют общего с древним миром. Вслед за Скиапарелли многие названия на Марсе даны французским исследователем Антониади, работавшим в начале нашего столетия. Ими были обозначены практически все достоверные «детали альbedo» на Марсе, так что на долю остальных наблюдателей — Ловелла, Фрамариона, Фурнье д'Альба, де Моттони — приходится совсем немного.

Для Скиапарелли, получившего классическое образование в Италии, где Вергилий, Овидий, Плиний считаются «своими» писателями, а Гомер, Гесиод, Плутарх, Фукидид и Геродот

изучались на уроках греческого языка, не составляло труда придумывать и комбинировать названия, взятые из этих источников. В наши дни, когда «классические гимназии» отошли в далекое прошлое, все эти латинские и греческие названия для неспециалиста (филолога!) в большинстве случаев лишены содержания, а их русский перевод забыт.

В настоящей статье сделана попытка раскрыть перед читателем содержание наиболее часто употребляемых названий на Марсе, конечно, с переводом их на русский язык. Всего их набралось 170. Они даны в порядке латинского алфавита. В скобках, после латинского названия, начальной буквой фамилии указывается его автор. Большинство названий принадлежит Скиапарелли, и для них буква «С» не проставляется.

1. **Ацидалийское море. Mare Acidaliium.** Мифология знает Ацидалийский источник в Беотии, где Афродита купалась вместе с гравиями.

2. **Мост Ахилла. Achillis Pons.** На Марсе он расположен между Ацидалийским морем и соседним Нильским озером. В древней географии так называли длинную узкую песчаную отмель в устье Днепра (может быть, Кинбурнская или Тендровская (?) коса). Здесь предположительно проходили местные спортивные состязания.

3. **Эолида. Aeolis.** Названа по имени острова, где обитал бог ветров Эол. По современному представлению, это — остров Мальта.

4. **Эрия. Aeria.** Древнегреческое название Египта; буквально — «дальняя страна мглы» (Оды Пиндара). Это наименование применялось также к

острову Крит. В детальной ареографии Эрия окружена каналами, носящими египетские названия.

5. **Этерия. Aetheria.** Страна эфира, высшего блаженства; верхний мир — в противоположность нижнему, подземному миру, который на Марсе представлен соседним каналом, названным Хаос.

6. **Эфиопия. Aethiopsis.** Так назывались в древности страны к югу от Египта, располагавшиеся, как говорили, у южной границы Земли.

7. **Альба. Alba. (A).** В переводе на русский — белая. Светлая область, примыкающая к Аркадии (см. 14).

8. **Амазония. Amazonis.** Страна Амазонок. По одним представлениям, — это был остров на далеком западе, на границах Атлантиды (см. 19), по другим, — на востоке, в Малой Азии.

9. **Аментес. Amenthes.** Египетское название подземного царства, именовавшегося в Греции Гадес. Последнее название в более поздние времена связано с именем бога подземного царства (другое, более позднее его название — Плутон). Вход в царство мертвых был у заката Солнца.

10. **Залив Аонид. Aonius Sinus.** По имени сестер Аонид — муз, которые соперничали с сиренами (см. 137). Вместе с тем Аониа обозначала часть Беотии — местопребывание муз. Грамматически правильно было бы перевести латинское название как «Аонийский залив», но первый перевод лучше соответствует положению детали на Марсе.

11. **Аравия. Arabia.** Название заимствовано из древней географии. На Марсе Аравия локализуется приблизительно около тех же стран, что и на Земле (см. 56 и 95).

12. **Арам. Aram. (A).** Старинное название Сирии.

13. **Аракс. Araxes.** Река того же названия на границе Азербайджана и Ирана.

14. **Аркадия. Arcadia.** Так называлась гористая часть Пелопоннеса, в древности прославленная как счастливая страна с идиллической жизнью. В переносном смысле — страна поэтов. Здесь обитал Пан — бог стад и родился Гермес (Меркурий).

15—16. **Аргир I, II. Argyre I, II.** Легендарная страна серебра. Территориально ее относили к устью Ганга или на северо-запад Бирмы.

17. **Арнон. Arnon.** Река в Иордании. Современное название — Сейль Эль-Моджиб.

18. **Аскрейское озеро. Ascraeus Lacus.** Город в Беотии Аскра (ныне Пиргаки), родина Гесиода.

19. **Атлантида. Atlantis.** Мифический остров к западу от Геркулесовых столбов (современного Гибралтара), разрушенный и утонувший в результате катастрофического землетрясения.

20. **Залив Авроры. Aurorae Sinus.** Аврора — богиня утренней зари (в греческой мифологии — Эос). В образе крылатой женщины она поднималась утром из Океана, принося людям свет.

21. **Авзония. Ausonia.** Так называлась в древности средняя Италия. Авзоны — народ, обитавший в ней первоначально, до римского завоевания.

22. **Южное море. Mare Australe.**

23. **Балтия. Baltia.** В древней географии (по Плинию) — большой остров на севере Европы.

24. **Северный Сирт. Boreosyrtris.** Расположен к северу от Большого Сирта (см. 143).

25. **Северное море. Mare Boreum.**

26. **Босфор. Bosphoros.** (Фурнье). Пролив. Первоначальное название — Bosphorus Gemmatus — пролив Драгоценных Камней.

27. **Кандор. Candor.** Белизна, сияние (лат.).

28. **Козерог. Capri Cornu.** По названию созвездия (Capricornus — морской козел).

29. **Каральский источник. Caralis Fons. (A).** По названию Каральского озера в Малой Азии (ныне озеро Бейшехир в Турции).

30. **Касий. Casius.** Старинное название реки Самур в древней Албании (ныне Дагестан). Впрочем, в Палестине две горы носят такое же имя.

31. **Бобровое озеро. Castorius Lacus.** По другой версии, название Castorius надлежит связывать с именем Кастора, одного из братьев Диоскуров (см. 55). Другой брат — Полидевк, или Поллукс. Расположение детали далеко на севере заставляет предпочесть первое толкование.

32. **Кебрения. Cebrenia.** Часть владений города Трои на горах Ида (см. 80).

33. **Кекропия. Cecropia.** Старинное название афинского Акрополя, а также Афин и Аттики в целом связано с именем Кекропа, первого легендарного царя Аттики, основателя Афин.

34. **Керавнский (залив). Ceraunius.** Это — первоначальное название; впоследствии — без слова «залив», так как считался каналом (двойным). Керавские горы в северной части Эпира (юг современной Албании) заканчивались мысом Акрокеравний в проливе Отранто. По-гречески означает — удар грома (κεραυνός).

35. **Цербер. Cerberus.** Другое назва-



АСТРОНОМИЯ

ние — Кербер. Трехглавый пес, встречавший души умерших у входа в подземное царство и не выпускавший никого оттуда.

36. **Халке. Chalce.** От греческого  $\chi\alpha\lambda\kappa\eta$  — медно-красный. На Марсе эта область расположена между Аргиром и страной Ноя (см. 15 и 105).

37. **Херсонес. Chersonesus.** Название, первоначально принадлежавшее Галлипольскому полуострову, потом — нескольким городам, в том числе вблизи нынешнего Севастополя.

38. **Море Крона. Mare Chronium.** Крон в греческой мифологии — бог жатвы, сын Урана и Геи, отец Зевса. В римской мифологии отождествлялся с Сатурном — богом посевов. По представлениям античных географов, море Крона — северная часть Океана, окружавшего Землю.

39. **Хриса. Chrysa.** Мифический остров золота (греч.  $\chi\rho\upsilon\sigma\acute{\alpha}\zeta$  — золото), расположенный далеко на востоке, в Эритрейском море (см. 63). По нынешним представлениям, находился в Таиланде или Малакке (ср. 15—16).

40. **Хрисокер. Chrysokeras.** (А). Буквально, «золотой рог» (греч.).

41. **Киммерийское море. Mare Cimmericum.** Древние греки называли киммерийцами народ, обитавший далеко на севере, «где ночь длится полгода». (Исторически киммерийцы населяли северное Причерноморье, Приазовье и Крым). Согласно «Одиссее», киммерийцы жили на крайнем западе у входа в подземное царство (см. 9), где «гибельная ночь простирается над жалкими смертными».

42. **Кларитас. Claritas.** (А). Ясность, блеск (лат.).

43. **Колойское болото. Coloe Palus.** Древнее название озера Тана в Эфи-

опии, откуда вытекает Голубой Нил.

44. **Копайское болото. Copais Palus.** (Л). Пересыхающее озеро в Беотии.

45. **Копрат. Coprates.** (Л). Старинное название реки Дец (Аб-и-Диц).

46. **Крокея. Crocea.** (А). Деревня в Спарте, где шла разработка камней, наплавлявших гигантскую гальку.

47. **Залив Циклопов. Cyclopia Sinus.** (А). Циклопами (иначе — Киклопами) названы в «Одиссее» одноглазые гиганты, сыновья Урана и Геи (см. 38) — людоеды, обитавшие в пещерах, в горах далекого Запада.

48. **Кидония. Cydonia.** Город на острове Крит. В настоящее время называется Ханья. По преданию, город был основан царем Миносом или его сыном Кидоном.

49. **Дедалия. Daedalia.** Названа по имени Дедала — легендарного механика, построившего на острове Крит лабиринт (см. 79).

50. **Треугольный залив. Delfoton Sinus.** Наверяно образом дельты Нила.

51. **Страна Девкалиона. Deucalionis Regio.** Согласно греческой мифологии, сын Прометея (см. 124) Девкалион и жена его Пирра (см. 129) — дочь Пандоры (см. 117) спаслись в ковчеге, когда рассерженный Зевс послал потоп на людей бронзового века. Умилостивив Зевса, Девкалион и Пирра просили его возродить род людской. По приказанию Зевса они бросали через голову камни. Камни, брошенные Девкалионом, превратились в мужчин, а Пиррой — в женщин.

52. **Дейтеронил. Deuteronilus.** «Другой (второй) Нил» (греч.).

53. **Дия. Dia.** (А). Древнее название города Наксоса на острове Крит. Малый остров у северного побережья Крита носит то же название.

54. **Диакрия. Diacria.** (А). Возвышенность в Аттике (близ Афин).

55. **Диоскурия. Dioscuria.** Диоскуры — братья Кастор и Полидевк (Поллукс). В греческой мифологии бессмертный Полидевк не хотел разлучаться со смертным Кастором. Ему было разрешено проводить один день с богами на Олимпе, а другой — в подземном царстве. Оба брата были вознесены на небо, где образовали созвездие Близнецов.

56. **Эдем. Eden.** По библейской традиции, — рай, расположенный в Междуречье Месопотамии.

57. **Эдом. Edom.** Библейская страна на юге Иудеи — пустыня с красными скалами. В русской литературе именовалась Идумеей.

58. **Электрида. Electris.** Легендарные острова в устье реки Эридан, богатые янтарем (см. 61). По преданию, этот янтарь — затвердевшие слезы сестер Фазтона, оплакивавших гибель брата (см. 119).

59. **Элисиум. Elysium.** По Гомеру, райская равнина (ср. «Елисейские Поля»), страна блаженства.

60. **Эос. Eos.** Греческое имя Авроры (см. 20).

61. **Эридания. Eridania.** Эридан — древнее название реки По. Но Геродот считал, что Эридан течет далеко на западе Европы и впадает в Северное море, где добывают янтарь. Это, — возможно, река Эльба. Тогда остров Гельголанд может считаться древней Электридой (см. 58).

62. **Эвксинское озеро. Euxinus Lacus.** (А). Древнее название Черного моря, которое именовалось также Pontus Euxinus.

63. **Эритрейское море. Mare Erythraeum.** «Красное море» (греч.

ερυθρός — красный), откуда появляется утренняя заря. Так же называли в древности Индийский океан.

64. **Эвност.** *Eunosfos*. Название переводится с греческого как «счастливого возвращения», намекая на посещение подземного царства. На Марсе как атрибут подземного царства (см. 35, 149) помещен и этот канал.

65. **Евфрат.** *Euphrates*. Так называлась одна из рек библейского рая. Имеет прямое отношение к современному Евфрату.

66. **Ганг.** *Ganges*. Река в Индии.

67. **Геон.** *Gehon*. Одна из рек мифического библейского рая.

68. **Залив Гóмера.** *Gomer Sinus*. В Библии гомерийцами называются киммерийцы («за страной Магога на Черном море») по имени Гóмера, сына Иафета (не путать с автором «Илиады» и «Одиссеи» — Homer!).

69. **Залив Горгон.** *Gorgonium Sinus*. (A). Горгоны — мифические крылатые существа (три сестры — Медуса, Эвриала и Стено), обращавшие в камень всех, кто на них смотрел. На голове у них вместо волос были змеи.

70. **Адриатическое море.** *Mare Hadriacum*.

71. **Эллада.** *Hellas*. Древнее и современное название Греции.

72. **Геллеспонтская низина.** *Hellespontica Depressio*. (A). (см. 73).

73. **Геллеспонт.** *Hellespontus*. Греческое название пролива Дарданеллы по имени Геллы, сестры Фрикса (см. 123).

74. **Мост Геракла.** *Herculis Pons*.

75. **Гесперия.** *Hesperia*. Так в античном мире называли страну, лежащую на западе. Для греков это была Италия, для римлян — Испания (Иберия), Западная Африка. Западнее Эфиопии,

быть может, на одном из Канарских островов, легенда помещала страну Гесперид — дочерей Ночи и титана Атланта, — в которой был сад с золотыми яблоками, охраняемыми драконом. Здесь Геракл совершил один из своих двенадцати подвигов.

76. **Гиддекель.** *Hiddekel*. Третья река библейского рая. Соответствует современному Тигру.

77. **Озеро Гиперборейцев.** *Hyperboreus Lacus*. Переводится как озеро «еще севернее Северного моря» (см. 25).

78. **Япигия.** *Iapygia*. Древнее название итальянской провинции Апулии.

79. **Икария.** *Icaria*. Икар — сын Дедала (см. 49), сделавшего себе и сыну крылья из воска. При бегстве обоих с острова Крит, Икар неосторожно приблизился к Солнцу, воск растаял, Икар упал в Эгейское море и утонул. Название «Икария» и в наши дни носит один из островов Эгейского моря.

80. **Источник Иды.** *Idaeus Fons*. Ида — название гор около Трои и на острове Крит. Кроме того, Ида — имя нимфы, спутницы Артемиды.

81. **Страна Исиды.** *Isidis Regio*. Исид — самая почитаемая в Древнем Египте богиня. Образ совершенной жены и матери.

82. **Озеро Исмена.** *Ismenius Lacus*. Исмен — сын Аполлона и океаниды Мелии. Этим именем называли бога Аполлона в Фивах. Здесь же протекает река Исмен.

83. **Джамна.** *Jamuna*. Приток Ганга. Другое название — Джумна.

84. **Источник Юности.** *Juventae Fons*. Располагался близ озера Тифона (см. 155). Тифон безуспешно мечтал о вечной юности.

85. **Залив Лестригонов.** *Laestrygonum Sinus*. Лестригоны — людоеды-гиганты, с которыми встретился Одиссей и ушел от них, потеряв почти всех своих спутников. По преданию, лестригоны обитали на острове Сицилия.

86. **Лемурия.** *Lemuria*. Гипотетический континент, который, якобы, соединял Индию с Африкой. Предложен, чтобы объяснить распространение в Индии и Африке некоторых животных, в частности, полуобезьян лемуринов. В Древнем Риме лемурами назывались привидения — беспокойные души умерших.

87. **Ливия.** *Libya*. В узком смысле слова соответствует современной Ливии, в широком — вся Северная Африка вдоль побережья Средиземного моря.

88. **Лунное болото.** *Lunae Palus*. (M). Название напоминает африканские Лунные горы, откуда, как считалось, берет начало Нил.

89. **Жемчужный залив.** *Margaritifer Sinus*. Темная область на Марсе, по форме похожая на Индостанский полуостров. Можно думать, что это название навеяно берегом у мыса Коморин, где добывается жемчуг.

90. **Черное озеро.** *Melas Lacus*. (A). Река в Беотии.

91. **Мемнония.** *Memnonia*. Мемнон — легендарный царь Эфиопии, сын Эос (см. 20) и Тифона (см. 155). Участвовал в Троянской войне на стороне троянцев. Был убит Ахиллом, но Зевс даровал ему бессмертие.

92. **Залив Меридиана.** *Meridiani Sinus*. (Ф). Темное образование у нулевого меридиана вблизи экватора Марса.

93. **Мероя.** *Merroe*. Остров на Ниле. Современное название — Атбар.



94. **Месогейя. Mesogaea.** (A). Равнина к востоку от Афин.
95. **Моав. Moab.** (A). Вулканическая область к востоку от Мертвого моря, простирающаяся на юг до Эдома (см. 57). Ее обитатели именовались в Библии моавитянами.
96. **Озеро Мериды. Moeris Lacus.** Озеро в Файюмском оазисе. Было соединено с Нилом искусственным каналом, использовалось для регулирования стока Нила.
97. **Нектар. Nectar.** Название напоминает о напитке богов, который приносил им орел с далеких берегов Океана.
98. **Страна Нейт. Neith Regio.** Нейт — египетская богиня, опекавшая царей.
99. **Непентес. Nepenthes.** Название египетского лекарства, смягчавшего горе.
100. **Пролив Нереид. Nereidum Fretum.** (A). Нереиды — дочери морского бога Нерея. Играющие nereиды олицетворяли волны и другие атрибуты моря.
101. **Нильское озеро. Niliacus Lacus.** Расширенная часть канала, который Скиапарелли назвал Нилом.
102. **Нилокер. Nilokeras.** Буквально — Нильский рог. В переносном смысле — рукав Нила, идущий от Лунного болота (см. 88).
103. **Нилосирт. Nilosyrtris.** Буквально — Нильская отмель.
104. **Олимпийские снега. Nix Olympica.** Олимп — гора в Греции, обиталище богов.
105. **Ноева страна. Noachis.** Ной — легендарный библейский персонаж, спасшийся вместе с некоторыми животными и растениями от всемирного потопа. Стал отцом нового человечества (ср. 51, 109, 167).
106. **Озеро Ночи. Noctis Lacus.** (A).
107. **Гордиев узел. Nodus Gordii.** По преданию, Александр Македонский разрубил мечом узел, завязанный фригийским царем Гордием, который никто не мог развязать. То же предание гласило, что развязавший этот узел будет владыкой Азии.
108. **Энотрия. Oenotria.** Так назывался полуостров Калабрия по имени вождя первых греческих поселенцев Энотра. Впоследствии в поэзии, например у Вергилия, это название относилось ко всей Италии.
109. **Страна Огига. Ogygis Regio.** Огиг — мифический основатель и царь греческих Фив, а также первый царь Афин (ср. 33). В его правление произошло великое наводнение от Копайского болота (см. 44).
110. **Олимпия. Olympia.** (A). Город в древней Греции на северо-западе Пелопоннеса, в Элиде, на правом берегу реки Алфей, где проводились Олимпийские игры.
111. **Офир. Ophir.** Мифическая библейская страна, богатая золотом и драгоценными камнями. Отождествлялась одними с абиссинским берегом Красного моря, другими — с полуостровом Малакка или Индией (по Флавию), к которой стремился Колумб при организации своего плавания.
112. **Ортигия. Ortygia.** В «Одиссее» — остров, где Артемида убила стрелой красавца-охотника Ориона. Это, может быть, современный Делос или древнейшая часть города Сиракузы на острове Сицилия.
113. **Оксия. Oxia.** Oxus — древнее название Амударьи, которую географы считали впадающей в Каспийское море, так же как и Джаксарт (Jaxartes) — современную Сырдарью.
114. **Оксийское болото. Oxia Palus.** (Л). Марсианский «оазис», который по его местонахождению лишь с трудом можно отождествить с Oxianus Palus — древним названием Аральского моря, куда впадает Амударья (см. 113).
115. **Пролив Палинура. Palinuri Fretum.** Палинур — кормчий Энея во время его путешествия из Трои в Италию.
116. **Панхая. Panchaia.** Остров, по одной версии, в Эритрейском море (см. 63), по другой — близ египетской столицы Гелиополиса, и в этом случае связан с легендой о Фениксе (см. 122).
117. **Пролив Пандоры. Pandorae Fretum.** (Ф). Пандора (буквально — «всеодаренная», греч.) — прекрасная женщина, созданная Гефестом по повелению Зевса для наказания человечества. Зевс был разгневан и испуган похищением огня Прометеем. Он наделил Пандору многими отрицательными качествами, среди которых было любопытство. Несмотря на запрет, она открыла ящик («ящик Пандоры»), данный Зевсом, в котором содержались бедствия. Бедствия разлетелись и поселились среди людей. Пандора вышла замуж за Эпиметея — брата Прометея. От этого брака родилась Пирра, впоследствии жена Девкалиона (см. 51 и 129).
118. **Павлинье озеро. Pavonis Lacus.** (A). По названию созвездия Pavo — Павлин.
119. **Страна Фазтона. Phaethontis.** Фазтон — сын бога Солнца Гелиоса. Однажды отец разрешил ему управлять своей колесницей. Неумелые руки юноши не смогли справиться с четверкой огненных коней, из-за чего половина Земли была сожжена. Что-

бы спасти Землю, Зевс поразил Фазтона молнией и низвергнул его в Эридан (см. 61 и 58).

120. **Физон. Phison.** Первая река библейского рая (ср. 65, 67, 76).

121. **Флегра. Phlegra.** По преданию, «огненная равнина», на которой Зевс поразил молниями восставших гигантов, когда с ними боролся Геракл. Древние географы относили это место к полуострову Кассандра на Халкидике.

122. **Озеро Феникса. Phoenicis Lacus.** По названию легендарной птицы Феникс, которая сжигает себя каждые 500 лет, чтобы снова возродиться. Образ Феникса связан с Солнцем. В египетском городе Гелиополисе (греч.— «город Солнца») был храм Феникса. После возрождения Феникс улетал на восток в Аравию (в другом варианте — в Индию). На Марсе озеро Феникса расположено близ озера Солнца (см. 140).

123. **Страна Фрикса. Phrixii Regio.** (А). Фрикс — сын беотийского царя Афаманта и нимфы туч Нефелы — вместе с сестрой Геллой (см. 73) бежал от отца, когда тот вознамерился принести его в жертву. Нефела спасла их, приведя овна с золотым руном. Овен поплыл к северу вместе с детьми, но Гелла по пути ослабела и утонула, а Фрикс достиг берега Колхиды. Здесь он принес овна в жертву Зевсу, а золотое руно подарил царю Колхиды Эту.

124. **Прометеев залив. Promethei Sinus.** По имени Прометея — титана, который, вопреки воле Зевса, даровал людям огонь. В наказание он был прикован к скале на Кавказе, и прилетавший каждый день орел клевал его печень (по другой версии, это был

ворон). Муки Прометея прекратил Геракл, освободивший его от оков.

125—126. **Пропонтида I и II. Propontis I et II.** Старинное название Мраморного моря. Буквально — «предморье» (греч.).

127. **Страна Протея. Protei Regio.** Протей — морское божество, способное мгновенно изменять свой облик. По легенде, обитал на острове Фарос. В позднее время Протея считали морским богом, сыном Посейдона.

128. **Протонил. Protonilus.** От греческого *πρωτος* — первичный. Восточная ветвь Нила.

129. **Страна Пирры. Pyrrhae Regio.** Пирра — дочь Пандоры (см. 117) и жена Девкалиона (см. 51).

130. **Разена. Rasena.** (Фурнье). Так называли страну этрусков по имени их вождя Разенны.

131. **Залив Шеба. Sabaeus Sinus.** Название Красного моря Шеба, или Сабба — часть Аравии, славившаяся добычей ладана. В русской литературе фигурировал библейский персонаж «Царица Савская», которая посетила царя Соломона.

132. **Скандия. Scandia.** По Плинию, страна на севере, откуда начинается путь к Туле (см. 150—151). В наше время это название относится к Швеции, точнее к ее южной части. На Марсе эта область находится рядом с Северным морем.

133. **Скамандр. Scamander.** Одна из рек около города Трои. Современное турецкое название ее — Мендере Су.

134. **Змеиное море. Serpentis Mare.** В честь созвездия *Serpens* — Змея.

135. **Симоис. Simois.** Одна из рек около города Трои. Современное турецкое название — Гумбре. Как и

Скамандр (см. 133), часто упоминается в «Илиаде».

136. **Синай. Sinai.** (М). Египетский полуостров на границе с Палестиной.

137. **Море Сирен. Mare Sirenum.** Сирены — мифические существа, изображавшиеся как птицы с девичьей головой, а позднее — как девы с птичьими ногами и крыльями. Своим чудесным пением они заманивали проплывавших мимо моряков в опасные для кораблей места, где те гибли. У Гомера Одиссею удалось избежать такой участи.

138. **Залив Сирен. Sirenum Sinus.** (А). (см. 137).

139. **Озеро Ситоньи. Sithonius Lacus.** Ситонья — средний из трех выступов Халкидонского полуострова в Греции. В древности так называлась область во Фракии, населенная ситонийцами.

140. **Озеро Солнца. Solis Lacus.** На Марсе озеро Солнца занимает центральное положение в круглой области, состоящей из нескольких частей — Тавмасии (см. 147), Сирии (см. 142), Синая (см. 136). Это — темное «око Марса». В древней мифологии образ Солнца часто уподоблялся всевидящему глазу. Тут же поблизости находятся области, связанные с Солнцем, — страна Фазтона (см. 119), озеро Тифона (см. 155), озеро Феникса (см. 122).

141. **Стикс. Styx.** Река (или озеро) в подземном царстве, водами которой клялись боги. Это считалось страшной клятвой.

142. **Сирия. Syria.** (М). Название вердет свое происхождение не от современной Сирии, а от одноименного острова, упоминаемого в «Одиссее» как очень счастливого для всех живущих там. Возможно, это — один из



Кикладских островов (например, Сирос), но, может быть, и Сицилия.

143. **Большой Сирт. Syrtis Major.** Под этим названием известен и сейчас обширный мелководный залив (по-латыни *syrtis* — отмель \*) в Средиземном море у берегов Ливии. Арабское название — залив Сидра.

144. **Малый Сирт. Syrtis Minor.** (см. 143). Современное название — залив Габес, между Тунисом и Триполи.

145. **Танаис. Tanais.** Древнее название реки Дон.

146. **Темпе. Tempe.** Долина в Фессалии, между Олимпом и Оссой, где протекает река Пеней. В классической литературе так называли всякую живописную долину.

147. **Тавмасия. Thaumasia.** Тавмант — сын Океана и Геи, бог облаков и небесных явлений, славившийся чудесами. На Марсе Тавмасия — светлая область, прилегающая к озеру Солнца, отличается изменчивостью очертаний.

148. **Тарсис. Tharsis.** Возможно, происхождение названия связано с городом Тартесс в устье Гвадалквивира, существовавшим от 1200 до 500 года до н.э. По другой версии, название это имеет отношение к Библии.

149. **Тот. Thoth.** Египетский бог, аналог греческого Гермеса. Он приносил богам амброзию и нектар, учил людей наукам и искусствам и провожал души умерших. В Египте считался преемником Осириса.

150—151. **Туле I, II. Thyle I, II.** Так древние географы называли недостоявшие страны на крайнем севере Ев-

\* Известное в географии нашей страны тюркское слово «сырт» обозначает возвышенность. Поэтому неразумно было бы в применении к *Syrtis Major (Minor)* употреблять *Сырт*, а не *Сирт*.

ропы (севернее Британии). Другое написание — *Thule I, II* и Фула.

152. **Тимиамата. Thymiamata.** Буквально — «земля благовоний» (греч.). Возможно, эта страна совпадает с современным южным Йеменом.

153. **Пролив Тифиса. Tiphys Fretum.** По имени кормчего на корабле аргонавтов.

154. **Залив Титанов. Titanum Sinus.** Согласно греческой мифологии, титаны — сыновья и дочери Урана и Геи, которые под предводительством Крона (см. 38) свергли своего отца. Впоследствии и они были низвергнуты Зевсом в Тартар — подземное царство.

155. **Озеро Тифона. Tifonius Lacus.** Тифон — брат Приама — был похищен богиней Эос (Авророй, см. 20), стал ее незаконным мужем и отцом Мемнона (см. 91). Ему было даровано бессмертие, но не вечная юность (см. 84). По другому варианту, Тифон — стоглавое огнедышащее чудовище, запрягнутое Зевсом под горой (Этна), — к данному названию отношения не имеет.

156—157. **Белая полоса [Северная и Южная]. Tractus Albus.** (А).

158. **Тринакрия. Trinacria.** (М). Согласно Фукидиду, это самое древнее название Сицилии.

159. **Залив Тритона. Tritonis Sinus.** (А). Тритон — морской бог, сын Нептуна и нимфы Салации. Сидя в раковине и трубя, он управляет морской стихией. Вообще, тритоны — морские божества в свите Нептуна (ср. 100).

160. **Перекресток Харона. Trivium Charontis.** Харон — перевозчик душ мертвых в подземном царстве через реку Ахеронт.

161. **Тирренское море. Tyrrhenum Mare.**

162. **Ухрония. Uchronia.** По аналогии с «Утопией» (см. 164) обозначает «страну без времени» (*οὐχρόνως*).

163. **Умбра. Umbrā.** (А). Тень (лат.).

164. **Утопия. Utopia.** По названию сказочного острова Утопия греч. *οὐτόπια* — «нигде») в знаменитом произведении Т. Мора.

165. **Море Вулкана. Vulcani Pelagus.** (А). Вулкан — бог огня в римской мифологии (в греческой — Гефест). За свое уродство младенцем был брошен в море, но морская богиня Фетида спасла и воспитала его. Позже Вулкан стал кузнецом в семье богов, выковал гром для Юпитера, создал Пандору (см. 117) и т. п.

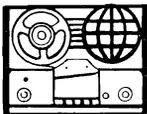
166. **Ксанфа. Xanthe.** (А). Происходит от греческого *ξανθός*, что означает «золотисто-желтый», поэтому *xanthe* можно отнести к светловолосым океанидам или амазонкам. На Марсе светлая область Ксанфа расположена около Хрисы (см. 39) — острова золота и золотоносной страны Офир (см. 111).

167. **Пролив Яо. Yaonis Fretum.** (А). Яо — полумифический китайский император, правивший в середине третьего тысячелетия до н.э. В его царствование было очень сильное наводнение.

168. **Страна Яо. Yaonis Regio.** (А). (см. 167).

169. **Озеро Зей. Zea Lacus.** (А). По имени круглой гавани Зей — главной гавани в древней Греции.

170. **Зефирия. Zephyria.** По названию западного ветра Зефира. В плавании Одиссея западный ветер сыграл важную роль. Зефирия часто встречается в древних наименованиях перешейков и островов (так, например, называли остров Мелос).



НАШИ  
ИНТЕРВЬЮ

**В связи с юбилеем Академии наук СССР редакция обратилась к ведущим ученым — директору ордена Ленина Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР М. А. Садовскому, директору Института физики атмосферы АН СССР А. М. Обухову, заведующему лабораторией магматогенных процессов ордена Ленина Института геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского АН СССР Н. И. Хитарову, директору Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР А. С. Монину, заведующему лабораторией морской метеорологии Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР В. С. Самойленко, начальнику экспедиции Института физики атмосферы АН СССР Ю. А. Волкову — с просьбой рассказать об исследованиях в рамках международных проектов: Международного геодинамического проекта и Атлантического тропического эксперимента («ТРОПЭКС-74»).**

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

**Каковы главные задачи Международного геодинамического проекта и как он связан с предшествовавшими глобальными программами?**

### Академик МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ САДОВСКИЙ:

Геодинамический проект не первое мероприятие, объединяющее усилия ученых всего мира для овладения тайнами нашей планеты. Вспомните «Международный геофизический год», «Год спокойного Солнца» и, наконец, «Верхнюю мантию» — проект, предложенный в 1960 году и реализованный в период 1963—1971 годов.

Проект «Верхняя мантия» был разработан членом-корреспондентом АН СССР В. В. Белоусовым. В основе этого проекта — идея о том, что причины эндогенных геологических процессов определяются явлениями, происходящими в верхней мантии Земли, и что именно в изучении этих явлений

заложен ключ к пониманию строения и развития земной коры. Сейчас эта идея почти тривиальна, что, впрочем, доказывает проницательность и глубокое понимание природы, высказанные в свое время В. В. Белоусовым. Результаты же самих исследований (в которых участвовали ученые почти 50 стран мира), подтвердив справедливость основной идеи, выявили огромное количество новых данных, неукладывающихся в рамки принятых представлений. Так, установлено, что взаимодействие коры и верхней мантии, несомненно, сопровождается обменом вещества. Однако мы еще очень далеки от понимания природы такого обмена.

Важно подчеркнуть, что если раньше представление о строении и жизни нашей планеты создавалось на основе фактов, собранных на одной трети ее поверхности, то теперь вся поверхность Земли, включая огромные площади океанов, может служить этим целям. Именно при изучении дна океана зародилась владеющая мысля-

ми многих ученых интереснейшая гипотеза «растекания океанического дна».

Проект «Верхняя мантия» убедил нас в том, что земная кора неоднородна и под континентами, и под океаном. Более того, вертикальная и горизонтальная неоднородности свойственны и верхней мантии. Помимо данных глубинного сейсмического зондирования к этому выводу приводят и многочисленные наблюдения магнитных и гравитационных аномалий, тепловых потоков как в океанах и морях, так и на континентах, а также комплексное изучение глобальных разломов Земли (в Африке, Прибайкалье и других регионах).

Таким образом, неоднородность не только вертикальная, к которой мы уже привыкли, но и горизонтальная, разделяющая слои Земли на отдельные блоки, как одно из основных свойств нашей планеты — вот фундаментальный вывод современной геофизики.

Все сказанное, естественно, приводит к мысли о том, что и в геодинамическом проекте важнейшими работами будут те, что связаны с дальнейшим изучением неоднородного строения всех земных оболочек. Ничего нового нет в мысли о том, что процессы, протекающие в более глубоких оболочках, способны индуцировать явления, наблюдаемые в верхней мантии и земной коре. Может быть, правильнее было бы говорить вообще о связи по вертикали всех явлений жизни Земли? Впрочем, дело не в словах, а в том, чтобы дать адекватное описание этих явлений, не доступных прямому наблюдению. Вместе с тем, невозможно себе предста-



вить ничего более сложного для условий неоднородной Земли. И уж, во всяком случае, нечего пытаться подходить к решению подобной задачи, не имея представления о физико-химических свойствах вещества земных недр, так как без этого немыслима идентификация процессов энергетического и вещественного обмена в недрах Земли. Поэтому-то изучение свойств вещества недр также должно быть отнесено к важнейшим направлениям работ геодинамического проекта. К сожалению, и здесь на долю прямого опыта приходится самая малость. Мы можем рассчитывать разве что на поиск первичного вещества на дне океанов (путем сбора образцов и бурения), да надеяться на результаты сверхглубокого бурения на континентах, что, как известно, дело не столь близкого будущего. Основное количество фактов нам придется добывать в лабораториях физики высоких давлений и температур, в автоклавах лабораторий экспериментальной петрологии и, вероятно, методами математического моделирования.

Надо признать, что существующий координационный план работ по геодинамическому проекту едва ли отражает истинное соотношение значимости наблюдательной и теоретической (лабораторно-математической) частей работ. Основная масса материальных средств и людских сил в настоящее время сосредоточена на всевозможных геонаблюдениях и лишь малая их часть отдана теории. Однако в этом нет злой воли. Ибо, если мы и представляем себе достаточно отчетливо, что следует наблюдать на поверхности Земли, то относительно направления теоретических исследований наши

представления много ограниченнее. Эти работы еще ждут своего Ньютона.

Геодинамический проект рассчитан на действие в течение 10 лет. Для разработки научных программ и общего руководства геодинамическим проектом Генеральная ассамблея Международного совета научных союзов еще в 1970 году утвердила Комиссию по геодинамике с представительством от двух Международных союзов — геологии, а также геодезии и геофизики. Президент комиссии — американский профессор Ч. Дрейк. От Советского Союза в составе комиссии — член-корреспондент АН СССР В. А. Магницкий и кандидат геолого-минералогических наук В. В. Эз.

Впереди — огромный и сложный комплекс экспериментальных и теоретических исследований. К каким результатам приведут нас эти исследования, мы, естественно, не знаем и знать не можем. Однако нет сомнений в том, что геодинамический проект расширит наши представления о Земле и откроет новые пути к использованию ее богатств.

**Какие исследования выпали на долю ордена Ленина Института геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского АН СССР!**

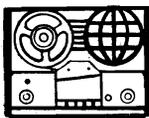
**Член-корреспондент АН СССР  
НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ХИТАРОВ:**

В основном преследуется цель познания вещества земных недр, формы его существования, распределения во времени и пространстве, условий преобразования и миграции при различных значениях давлений и темпе-

ратур. В результате вскроются общие закономерности, управляющие поведением вещества на разных глубинах, будет получена физико-химическая характеристика глубинных процессов и создана основа для построения химических моделей Земли. Фронт работ нашего института очень широк, и можно остановиться выборочно лишь на нескольких.

Значительные исследования сосредоточены на теоретическом и экспериментальном изучении магматических процессов, условий возникновения магматических расплавов различного состава, условий и их возможных преобразований. В этом направлении разрабатывается модель зонного плавления вещества мантии, согласно которой перемещение зоны плавления приводит к дифференциации мантийного вещества. Экспериментально охарактеризованные коэффициенты распределения отдельных элементов (например, титана, хрома, магния) между кристаллами оливина и перидотитовым расплавом при температуре начала кристаллизации позволяют подойти к количественной оценке поведения элементов в процессе зонного плавления вещества мантии и в процессе кристаллизационной дифференциации магматических расплавов.

Исследованы фазовые равновесия в ходе плавления щелочных пород. В области давлений 5—14 тыс. атм экспериментально обнаружено явление ликвации в расплавах базальта оливино-толеитового состава с образованием двух жидкостей — кислой и щелочной. Это явление представляет существенный интерес для понимания механизмов возникновения дочерних продуктов.



НАШИ  
ИНТЕРВЬЮ

Обширные исследования проводятся по проблеме взаимоотношений летучих компонентов (вода, углекислота) с расплавом базальтового и гранитного составов. Полученные данные уже позволяют подойти к количественным оценкам поведения летучих веществ в ходе развития магматического процесса в природе, к пониманию условий отделения летучих веществ при дегазации магмы, когда она поднимается к поверхности Земли.

Серия важных экспериментальных исследований посвящена характеристике физических свойств пород и расплавов. Показана особенность хода кривых проводимости по мере нарастания температуры вплоть до перехода в полностью расплавленное состояние. В результате получена возможность привязки ряда геофизических данных к температурным показателям.

Большие исследования проводятся и в экспедиционных условиях. В работах Комплексной советской геодинамической экспедиции в Исландии ведутся геохимические исследования рифтовой системы Атлантического океана.

На основе сборов проб при экспедиционных работах в океане ведется систематическое изучение состава и эволюции вещества верхней мантии, а также характера взаимодействия коры и подстилающей мантии. Геохимические исследования собранных со дна океана уникальных каменных образцов приводят нас все к новым и интересным заключениям. Нельзя не упомянуть и исследования лунного вещества, проводимые в институте и позволяющие в сравнительном аспекте осветить многие вопросы, связанные с познанием земных процессов.

Все эти и многие другие работы в лабораториях нашего института позволят подойти к освещению очень сложных задач, стоящих в программе Международного геодинамического проекта.

### АТЛАНТИЧЕСКИЙ ТРОПИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

**Что представляет собой тропический эксперимент?**

**Академик АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ОБУХОВ:**

Атлантический тропический эксперимент — важная часть общей программы исследования глобальных атмосферных процессов. В июне — сентябре 1974 года в тропической зоне Атлантического океана будет проведена большая международная экспедиция. Более 30 научно-исследовательских кораблей, аэростаты, шары-зонды и летающие лаборатории, сухопутные метеорологические и аэрологические станции, полярноорбитальные и геостационарные спутники создадут наблюдательную систему, которая позволит получить уникальную информацию о физических процессах, развивающихся в атмосфере и в океане на этих широтах.

Участие Советского Союза в этом эксперименте — беспрецедентном примере кооперации ученых многих стран — будет одним из предствительных. Различные научные учреждения Гидрометслужбы СССР и Академии наук СССР, в том числе и Институт физики атмосферы АН СССР ведут в настоящее время интенсивную подготовку к этой экспедиции.

Тропическая атмосфера во многом

отличается от атмосферы умеренных широт, она наименее изучена, вместе с тем ее влияние на общую циркуляцию атмосферы велико. Тропические районы океана содержат главные источники тепла, передаваемого воздушным массам и возбуждающего их движение. Поглощаемая поверхностью океана солнечная энергия «перекачивается» с помощью турбулентных и радиационных потоков в нижние слои атмосферы, которые благодаря мезомасштабной конвекции включаются в непрерывную циркуляцию планетарного масштаба. Именно поэтому исследование особенностей циркуляции тропической атмосферы, ее изменчивости и предсказуемости стали основной задачей первого международного эксперимента.

**Какие работы выполняются силами Института физики атмосферы АН СССР?**

**Кандидат физико-математических наук ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ВОЛКОВ:**

Будут проводиться измерения турбулентных потоков тепла и влаги в нижнем слое атмосферы, потоков солнечной радиации, приходящей к поверхности океана, и эффективного излучения. Предполагаются одновременные измерения ряда метеорологических, оптических и радиометрических характеристик, играющих существенную роль в формировании тепловых потоков. Поэтому в программу Института физики атмосферы наряду с измерениями тепловых потоков включены измерения временной и пространственной изменчивости конвективной облачности, измерения вод-



ности облаков, спектральной прозрачности атмосферы, содержания и оптических характеристик аэрозоля в приводном слое, микроволновых характеристик морского волнения, радиационной температуры поверхности океана.

Основные разделы этой программы были отобраны и прошли «генеральную репетицию» в Советском национальном тропическом эксперименте в Атлантическом океане в 1972 году, когда участвовало шесть советских научно-исследовательских кораблей под руководством профессора М. А. Петросянца.

Безусловно, приобретенный опыт и экспериментальные данные о поведении тропической атмосферы помогут успешному выполнению программы эксперимента 1974 года.

**Какая роль отводится в настоящее время глобальным проектам?**

**Член-корреспондент АН СССР  
АНДРЕЙ СЕРГЕЕВИЧ МОНИН:**

В наши дни на первый план ставится задача изучения природных процессов на всей Земле в целом, а не по частям и не по отдельным ее районам. Именно эти идеи породили в мировой науке планы глобальных научных экспериментов, охватывающих целиком всю нашу планету «Земля» как самую нужную, самую удивительную и самую прекрасную из всех небесных тел.

Идеи эти более всего касаются, конечно, изучения земной атмосферы,

которая действительно целостна и едина и не имеет внутри себя никаких границ. Но не в меньшей степени это относится и к Мировому океану, который по своей природе тоже един. Более того, существует неразрывное единство процессов в Мировом океане и в земной атмосфере.

Именно поэтому советские океанологи уже давно активно участвуют в разработке и осуществлении Международной программы глобального исследования атмосферных процессов, выдвигая в ней на первое место изучение взаимодействия между океаном и атмосферой.

Чего мы ждем от глобальных научных экспериментов? Мы ждем более всего надежной количественной оценки тех коэффициентов и параметров, которые содержатся в уже составленных (но, увы, до сих пор нерешенных) математических уравнениях, которые выражают взаимную связь атмосферной и океанической циркуляции. Эти крайне необходимые параметры не могут быть определены умозрительно. Их надо взять из природы.



**Почему выбраны тропические широты именно Атлантики?**

**Профессор ВЛАДИМИР СЕМЕНОВИЧ САМОЙЛЕНКО:**

Потому что эти широты хранят более всего тайн природы. Они не принадлежат ни к северному, ни к южному полушариям, и законы этих полушарий, иногда взаимно противоположные, на приэкваториальную зону не распространяются. В тропических широтах господствует неизвестное нам «беззаконие».

Для эксперимента выбраны тропические широты Атлантического океана, несмотря на то, что в тропической зоне Тихого океана процессы более «масштабны» и более интересны. Но Атлантика ближе к Европе, и здесь можно было сосредоточить усилия наибольшего числа государств.

Академия наук СССР направляет для участия в Атлантическом эксперименте одно из самых крупных и наилучшим образом оборудованное судно Института океанологии «Академик Курчатов». С целой армадой гидрометеорологических исследовательских кораблей нашей страны и двумя самолетами исследовательское судно «Академик Курчатов» будет выполнять примерно 40% экспериментальной научной программы «ТРОПЭК-74». В нашем институте для этих работ созданы новые интересные приборы.



## Роль Академии наук в развитии наук о Земле

Значение академии в развитии наук о Земле проявилось в двух важных аспектах — в выдающейся научной ценности многочисленных трудов членов академии и в деятельности ее как центра, способного направлять и стимулировать научный прогресс. В данной статье основное внимание уделяется второму аспекту.

Одной из главных причин, которые привели к образованию Академии наук в Петербурге 250 лет тому назад, была осознанная к тому времени необходимость серьезного и систематического изучения огромной территории России. Основу такого изучения в то время составляли географические исследования.

В уставах 1803 и 1836 годов также отмечалось, что усовершенствование географии и физического познания страны должно быть одним из главных предметов внимания академии.

В начале XVIII века, еще до создания Академии наук, по инициативе Петра I были организованы экспедиции в юго-восточные районы европейской части страны, Сибирь и северо-восток России, а также начаты работы по составлению карт, в первую очередь, территории Европейской России. Научные результаты этих экспедиций были переданы в основанную в 1724 году Академию наук, которая стала с того момента руководить всеми экспедиционными исследованиями в России.

Для руководства работами по составлению и изучению карт внутренней территории России и проведения астрономических и геодезических съемок в академии было создано Географическое бюро, а в 1739 году

на его основе учрежден Географический департамент. Одним из руководителей департамента был Л. Эйлер, а с 1760 года и до конца своей жизни непосредственно руководил М. В. Ломоносов.

В 1745 году Академия наук издала «Генеральную карту» и «Атлас Российской империи» и приступила к составлению «Большого Российского атласа». Для этого атласа по инициативе М. В. Ломоносова была организована рассылка во все губернии специального вопросника. Собранные данные позволили уточнить географическое описание ряда районов; очень важно, что эта анкета приобщила к участию в исследованиях, проводившихся Академией наук, научные силы окраин России. Забота о развитии науки в масштабах страны проявляется на протяжении всей истории академии, и приоритет в этом отношении принадлежит наукам о Земле как в раннем периоде существования Академии наук, так и в гораздо более поздние времена.

Поступление в Академию наук от многих энтузиастов материалов в виде географических описаний и карт послужило основой для создания в академии института русских членов-корреспондентов. Первым членом-корреспондентом Академии наук стал в 1759 году житель Оренбурга П. И. Рычков, который представил в академию топографическое описание Оренбургской губернии и другие работы. До конца XVIII века почти все последующие члены-корреспонденты также заслужили избрание работами в области наук о Земле. Среди них — должностные лица в горно-заводских округах Урала и Сибири, представив-

шие ценные описания минеральных богатств, природных условий и экономики этих районов, жители Архангельска В. В. Крестинин, А. И. Фомин, прославившие ряд описаний Белого моря, острова Колгуева, Новой Земли и др., хирург из города Устюга Я. Я. Фриз, представивший «Известия, служащие к топографическому описанию Вологодской губернии».

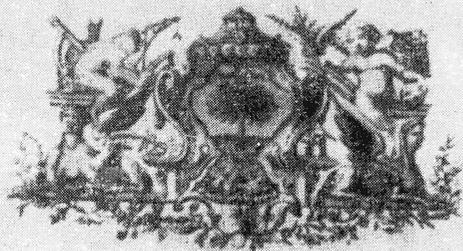
Академией наук в XVIII веке были изданы три «Генеральные карты» и два «Атласа Российской империи», а также десятки специальных карт и планов различных местностей России. К 60-м годам XVIII века, по оценке академика В. И. Вернадского, русская картография достигла результатов, поставивших, в общих чертах, карту России на уровень научных требований того времени. Это следует рассматривать как одно из важнейших достижений Академии наук в XVIII веке.

В последующий период картографические работы в России приобретают большие масштабы, в частности, в связи с деятельностью созданного в те годы Генерального штаба и с работами по генеральному межеванию земель. В сложившейся обстановке роль Академии наук в общем руководстве картографическими работами становится второстепенной, и Географический департамент на грани XVIII и XIX веков упраздняется «за ненужностью». Разрозненность работ, проводимых различными ведомствами, и ослабление внимания к научно-

Титульный лист и первая страница первого печатного органа Академии наук — «Комментарии Императорской Петербургской Академии наук»

COMMENTARII  
ACADEMIAE  
SCIENTIARVM  
IMPERIALIS  
PETROPOLITANAE

TOMVS I.  
AD ANNUM MDCCLXXVI.



PETROPOLI  
TYPIS ACADEMIAE  
MDCCLXXVI.

1721



**Q**uoniam dictu difficile est, utrum  
belli an pacis artibus maiorem  
gloriam consecutus sit PETRVS MA-  
GNVS Imperator, Avus Tuus, tamen  
hoc utique certum est, eum in utroque ge-  
nere excellentem non modo praeclara multa  
et paene incredibilia praesitisse, verum etiam  
plura voluisse animo, et futuro tempore ex-  
quenda destinasse, nisi inopinata morte oppres-  
sus fuisset. Quae cum orbi terrarum nota sunt,  
supervacaneum foret, hic repetere, si ullo pa-  
cto temperare nobis possemus a tantarum vir-  
tutum commemoratione, quas in Te tam rena-  
scen-



методической стороне дела постепенно снижают достигнутый уровень отечественной картографии, и к середине XIX века Россия начинает заметно отставать в этой области науки от других наиболее развитых стран.

Труды самого М. В. Ломоносова в области наук о Земле составили выдающийся вклад в мировую и отечественную науку. Исследования М. В. Ломоносова были хорошо известны современникам в России и за рубежом, и в этом несомненная заслуга Академии наук. Издания академии и в первую очередь «Комментарии», а с 1750 года «Новые комментарии» пользовались заслуженной популярностью в научном мире. «Комментарии» переиздавались и даже частично перепечатывались за границей, а опубликованные в них работы реферировались и рецензировались в зарубежных изданиях. «Первые основания металлургии или рудных дел» М. В. Ломоносова с приложением трактата «О слоях земных» были распространены по горнообработывающим предприятиям России, что сыграло важную роль в становлении русской геологической школы.

Среди экспедиций, организованных Академией наук, особое значение имели экспедиции 1768—1774 годов, связанные с именами П. С. Палласа, И. И. Лепехина и других известных исследователей, выполнивших впервые всестороннее научное обследование территории России от западных границ до Байкала и от Северного Ледовитого океана до Кавказа, побережий Каспия и Азовского моря и границы с Персией. Эти экспедиции дали богатый материал для изучения природных условий и естественных

ресурсов России, их результаты позволили уже в те годы научно сформулировать и поставить задачу физико-географического и экономического районирования страны. Однако деятельность этих экспедиций прервалась в связи с Пугачевским восстанием, а проекты дальнейших экспедиционных исследований, разработанные академиком П. С. Палласом, И. А. Гильденштедтом и И. И. Лепехиным и представленные ими в 1776 и 1779 годах на конференцию Академии наук, не были осуществлены.

Немало способствовали развитию наук о Земле экспедиции по определению географических пунктов России. В XVIII веке Академией наук проводились метеорологические, минералогические, магнитометрические и другие исследования.

Одной из самых больших заслуг Академии наук в XVIII веке является подготовка отечественных научных кадров. С 1726 года при академии создается первая в России гимназия, доступ в которую был открыт, в особенности в первые 20 лет ее существования, представителям всех сословий. За это время в гимназии получили образование несколько сот юношей. Последующие сословные ограничения также не были особенно жесткими и «разночинный» состав гимназистов оставался довольно большим. Любопытно отметить, что возраст поступающих в гимназию учеников в первом периоде ее существования колебался от 5 до 25 лет. Часть учащихся получала стипендию.

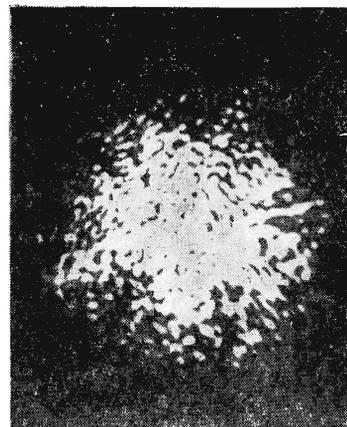
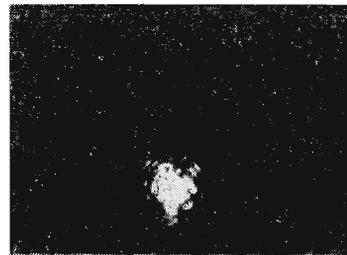
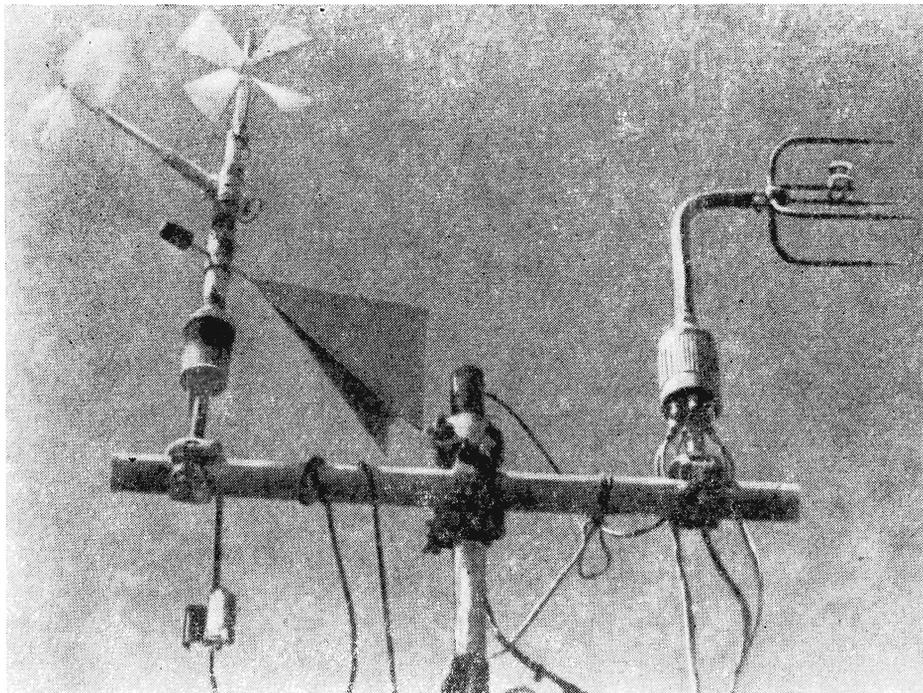
В 1747 году при Академии наук был образован университет, а до этого в академии читались публичные лекции для всех желающих. В 1755 году по

инициативе М. В. Ломоносова был создан Московский университет с гимназией при нем, в становлении которого Академия наук сыграла значительную роль. Некоторых студентов академического университета посылали для пополнения знаний в заграничные учебные заведения. Многие гимназисты и студенты, участвуя в экспедиционных исследованиях Академии наук, получали высокую квалификацию. Из академического университета вышли такие замечательные исследователи в области наук о Земле, как академики С. П. Крашенинников, И. И. Лепехин, В. М. Севергин, В. Ф. Зуев, Н. Я. Озерецкий и др.

По мере возникновения и укрепления университетов и других учебных заведений в России Академия наук постепенно передавала им свои учебные функции. Устав академии 1803 года уже не предусматривал задач подготовки научных кадров самой академией, однако академия продолжала практику публичных лекций и поощряла педагогическую деятельность своих членов в различных учебных заведениях.

В конце XVIII и начале XIX века в России возникло сравнительно большое число высших учебных заведений, в которых, как правило, предпринимались успешные попытки организовать научно-исследовательские работы, появились «вольные» научные общества и быстро возросла научно-исследовательская активность государственных учреждений. Академия наук различными способами содействовала расширению фронта научных исследований.

Развитие промышленности в России в XIX веке сделало в это время ак-



■  
 Анемометры, предназначенные для измерения пульсаций вертикальной и горизонтальной компонент скорости ветра. Правый прибор на мачте — акустический анемометр, созданный в Институте физики атмосферы АН СССР, левый прибор — пропеллерный анемометр, сконструированный в Австралии. Оба прибора использовались в международном научном эксперименте

■  
 Запись турбулентности воздуха с помощью лазерного пучка. Высота над поверхностью земли — 2 м. Маленькое пятно — запись слабой турбулентности ранним утром, большое зернистое пятно — запись развитой турбулентности после полудня. Размеры пятен на снимках даны в натуральную величину

■  
 Институт физики атмосферы АН СССР проводит многочисленные эксперименты для изучения режима воздушной оболочки нашей планеты. Парадный фасад здания института





туальными проблемы углубленного изучения природных ресурсов в первую очередь Европейской России, что предвидел еще в 70-х годах XVIII века академик И. И. Лепехин, писавший: «Но я думаю, что и ближайшие наши провинции не менее заслуживают внимания, как и самые отдаленные, а открытия в них пред отдаленными гораздо полезнее быть могут».

Академия наук в значительной степени способствовала проведению таких исследований. Академик В. К. Вишневский за десятилетний период определил географические положения сотен городов и географических пунктов в 48 губерниях Европейской России. Академиком В. Я. Струве для картографических целей выполнены хронометрические связи Пулкова с Гриничем, Альтоной, Москвой, Дерптом, Саратовом и Астраханью. Академик Г. П. Гельмерсен по заданию Министерства финансов проводил почти ежегодно в течение 50 лет экспедиционные исследования угольных и рудных месторождений европейской части России, а также геологические исследования на Среднем и Южном Урале, в киргизских степях, на Алтае, в Финляндии и Польше. В 1841 году он опубликовал «Генеральную карту горных формаций Европейской России» на основании собственных материалов и обобщения результатов других исследований.

Академик К. М. Бэр провел много экспедиций, в которых исследовал условия рыболовства в прибрежных водах Балтийского моря, в Чудском озере, на Каспийском море и Нижней Волге. Бэра интересовала также причина обмеления Азовского моря. Он написал фундаментальные труды о со-

стоянии и истории рыболовства в России, а также разработал научные основы охранного законодательства. Не ограничиваясь главной задачей, академик Бэр провел попутное подробное физико-географическое изучение районов рыболовства и сформулировал закон о влиянии вращения Земли на морфологию речных берегов.

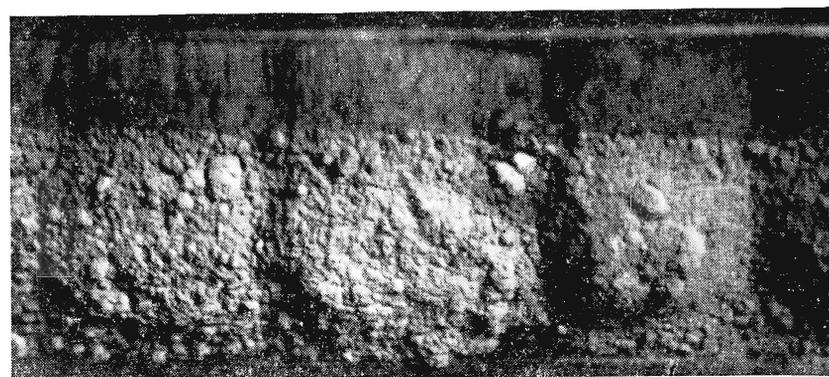
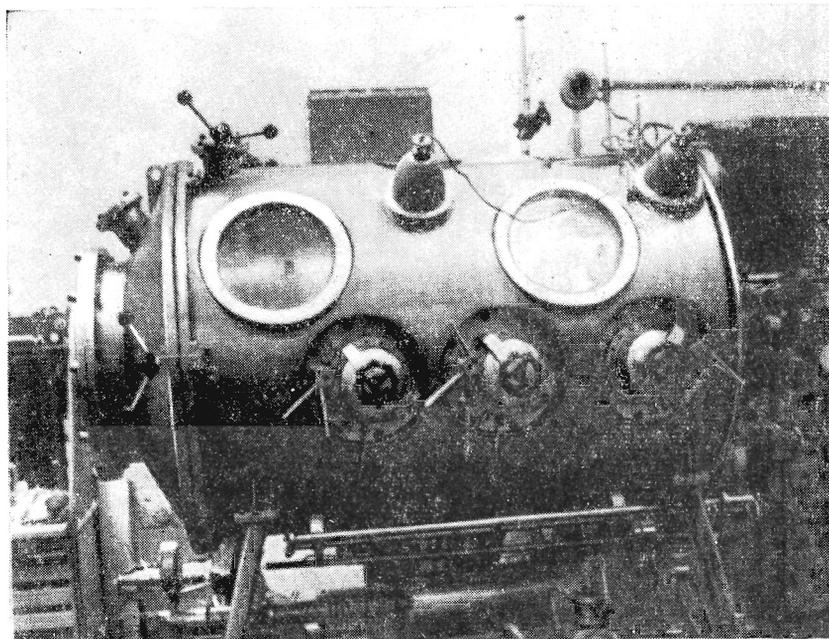
Большое научное и практическое значение имели работы на Кавказе Г. В. Абиha, создавшего в результате 30-летних исследований обширные труды: около 20 крупных монографий и более 150 других публикаций по геологии Кавказа.

Однако Академия наук, активно участвуя в исследованиях, связанных с решением научных проблем, представляющих непосредственный практический интерес, никогда не забывала о перспективных задачах науки. В этой связи показательно заявление непрямого секретаря академии академика А. Ф. Миддендорфа, сделанное им в отчетной речи в 1856 году. Отмечая чрезвычайную стесненность академии в оборудовании, штатах и средствах, он тем не менее подчеркнул, что Академия наук призвана не только способствовать развитию науки, но и воздействовать в нужном направлении на ход этого развития.

В 1864 году Академия наук опубликовала доклад академика Г. П. Гельмерсена о состоянии геологического изучения России, в котором сделан вывод о необходимости создания Геологического комитета для лучшей координации и направления геологических исследований в стране. Этот комитет был создан в 1882 году и его первым директором стал Г. П. Гель-

мерсен. Организация такого комитета была событием, означавшим новый этап в развитии отечественной геологической науки.

Академия по собственной инициативе успешно продолжает комплексные географические исследования северных районов страны. Это — в первую очередь исследования под руководством академика К. М. Бэра Новой Земли, исследования севера и востока Сибири академиком А. Ф. Миддендорфом, в частности, положившие начало изучению вечной мерзлоты, позднее экспедиционные исследования в бассейнах рек Яны, Индигирки и Колымы, а также совместные со Шведской Академией наук исследования на острове Шпицберген. Показательно, что Академия наук, перестав быть единственной крупной научной организацией в России, сохранила значение наиболее авторитетного научного центра. При организации крупных экспедиций, независимо от их ведомственной принадлежности, Академия наук, как правило, снабжала их инструкциями для проведения научных исследований, а во многих случаях производила оценку, обработку и издание полученных научных данных. Так, вице-президент Горной коллегии А. А. Мусин-Пушкин, проводивший по поручению правительства научное обследование естественных богатств Кавказа, руководствовался и общей и специальными инструкциями Академии наук, в частности по минералогии. Подобными инструкциями пользовались И. Ф. Крузенштерн, который совершил первое русское кругосветное плавание, и многие другие исследователи. Академия наук принимала участие в обработке и издании



результатов кругосветных путешествий Ф. П. Врангеля, О. Коцебу, Ф. П. Литке, М. Н. Васильева, Охотской и других крупных экспедиций Морского министерства. Академия снабжала специальными инструкциями экспедиции Генерального штаба в Среднюю Азию, «духовные миссии», направлявшиеся в Китай Министерством духовных дел и народного просвещения, экспедиции Русского географического общества и др. В то же время Академией наук принимались меры для развития новых важных областей науки. В 1803 году академия организовала первый в мире полет на воздушном шаре с научными целями. В результате полета был измерен вертикальный температурный градиент, взяты пробы воздуха на разных высотах и т. д. По инициативе и проектам академика А. Я. Купфера в 40-х годах была создана сеть физических обсерваторий

■  
*Ордена Ленина Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского АН СССР*

■  
*В Институте геохимии и аналитической химии разработана аппаратура для исследования состава и свойств вещества Луны, планет и межпланетного пространства. На снимке — приемная камера для исследования лунного грунта*

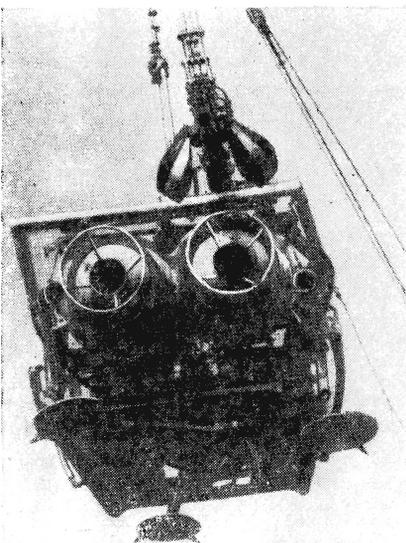
■  
*Колонка лунного грунта, доставленная автоматической станцией «Луна-16»*



с центральной обсерваторией в Петербурге для регулярных магнитометрических и метеорологических наблюдений.

В 60—70-е годы в академии самое серьезное внимание уделялось проблеме изучения климата России. Академик Г. И. Вильд изобрел ряд метеорологических и магнитометрических приборов, создал новые методы изучения геомагнитного поля, реорганизовал сеть наблюдательных станций. Его научные работы и организационная деятельность получили мировое признание — он был избран председателем Постоянного (международного) метеорологического комитета и Международной полярной комиссии. Член-корреспондент Академии наук А. И. Воейков в 1884 году сформулировал проблему изучения теплового баланса земной поверхности и атмосферы, чрезвычайно важную для развития гидрометеорологических наук. Однако широкая разработка ее смогла быть начата только в 40-х годах XX века как в нашей стране, так и за рубежом. В 1900 году под редакцией академика М. А. Рыкачева был издан «Климатический атлас Российской империи», получивший высшую награду на Всемирной выставке в Париже.

С 1839 года до конца XIX века академия опубликовала в нескольких десятках томов обобщающие результаты географического изучения России. В начале XX века академия объединяла крупнейших ученых, пользовавшихся мировой известностью. Директорами Геологического и минералогического музея были известные ученые — стратиграф и палеонтолог академик Ф. Н. Чернышов, а после его смерти — академик В. И. Вернад-



■ *Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР*

■ *На парадном фасаде здания ордена Ленина Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР установлена мемориальная доска*

■ *Подводный телеуправляемый аппарат «Краб», разработанный в Институте океанологии*

Фото АПН



ский, заложивший фундамент биогеохимии и радиогеологии, создатель концепции биосферы как одной из основных геологических оболочек земного шара. В это время в академии работали академик А. П. Карпинский — создатель классических трудов по многим разделам геологической науки, академик Е. С. Федоров, работы которого произвели переворот в методике исследования кристаллов. Труды руководителя Физического кабинета академика Б. Б. Голицына сделали Академию наук ведущим центром сейсмологической науки в мировом масштабе.

Большое значение для географических наук имела работа в области геоморфологии и климатологии сотрудника Зоологического музея Л. С. Берга (впоследствии академика). В академии А. А. Фридман выполнил в те годы свои первые фундаментальные исследования физики атмосферы.

В 1900—1903 годах академия провела Русскую полярную экспедицию, имевшую большое значение в освоении Арктики, а также организовала комплексное изучение Полярного Урала.

Тем не менее в конце XIX — начале XX века Академия наук как научная организация переживала глубокий кризис, вызванный резким несоответствием между задачами, которые она должна была и потенциально могла решать, и ее фактическими возможностями. Кажется неправдоподобным, что Физический кабинет академии только в 1912 году, в период преобразования его в физическую лабораторию, получил второго лаборанта, а Геологический музей до 1908 года имел только одного ученого-храните-

ля. До 1915 года все научные учреждения академии состояли из пяти музеев, такого же количества лабораторий, двух обсерваторий и нескольких комиссий, причем ни в одном из этих учреждений не было хоть сколько-нибудь значительного количества научных сотрудников. Так, в старейшем и крупном учреждении академии — Геологическом и Минералогическом музее вели исследования всего 11 человек... До Октябрьской революции академия не имела ни одного специализированного научно-исследовательского института!

Решительную попытку исправить это положение, особенно нетерпимое для отечественной науки в условиях первой мировой войны, предпринял академик В. И. Вернадский вместе с академиками Н. И. Андрусовым, Б. Б. Голицыным, А. П. Карпинским и Н. С. Курнаковым. По их инициативе в академии в 1915 году была создана крупная постоянно действующая Комиссия для изучения естественных производительных сил России (КЕПС). Эта комиссия объединяла свыше ста специалистов. Кроме научных сотрудников академии в нее вошли представители высших учебных заведений, научных обществ, а также некоторых ведомств. Определяя задачи этой комиссии, В. И. Вернадский подчеркивал важность не только изучения природных объектов и явлений, но и выполнение условий для возможно более полного и рационального использования их на благо человечества. Отметим, что еще раньше В. И. Вернадский явился инициатором изучения месторождений радиоактивных руд в России и лишь благодаря убежденности ученого в важности этого дела

и упорству в его организации с 1910 года были начаты экспедиции в Сибирь, на Урал, Кавказ и другие районы.

В 1916 году В. И. Вернадский предложил разработать план сети исследовательских институтов России, однако только с приходом Советской власти в условиях социалистического строительства эти идеи обрели реальность.

Научные коллективы, сложившиеся в рамках Постоянной комиссии по изучению естественных производительных сил, послужили основой для организации большого числа исследовательских институтов как в академии, так и вне ее.

Решающее значение для развития Академии наук имел «Набросок плана научно-технических работ» В. И. Ленина, написанный им в 1918 году и предопределивший программу деятельности Академии наук и всех научно-исследовательских организаций нашей страны на многие годы вперед, а также принятое по инициативе В. И. Ленина решение Совета Народных Комиссаров об оказании Академии наук всемерной помощи в ее работах по изучению естественных производительных сил. К 1919—1920 годам академия начинает имевшие огромное значение работы по изучению Кольского полуострова (академик А. Е. Ферсман), Курской магнитной аномалии (академик П. П. Лазарев), залива Кара-Богаз-Гол и др. Несколько позднее началось комплексное изучение пустыни Каракум (академик А. Е. Ферсман), озера Севан (академик Ф. Ю. Левингсон-Лессинг) и региональные исследования ряда территорий, давшие научные и практиче-



ские результаты первостепенной важности.

В 1917 году первым выборным президентом Академии наук стал академик А. П. Карпинский. В академию возвратился Е. С. Федоров. Были избраны в академики А. Е. Ферсман, Ф. Ю. Левингсон-Лессинг, несколько позднее А. Д. Архангельский, А. А. Борисяк, И. М. Губкин, В. А. Обручев, обогатившие отечественную и мировую науку трудами выдающегося значения.

К 1930 году сеть научно-исследовательских институтов Академии наук по тематике наук о Земле уже включала Сейсмологический, Геологический, Минералогии и геохимии, Петрографический и Геоморфологический, Почвенный и Палеозоологический институты и продолжала быстро расти.

С 1931 года началось развертывание сети филиалов и баз в различных районах страны. В задачах этих филиалов видную роль играли науки о Земле. В числе председателей вновь созданных периферийных организаций академии были видные академики: А. Е. Ферсман (Уральский филиал, Кольская база), А. Д. Архангельский (Казахский филиал), И. М. Губкин (Азербайджанский филиал), Ф. Ю. Левингсон-Лессинг (Азербайджанское и Армянское отделения Закавказского филиала). Позднее многие филиалы академии стали основой для создания Академий наук союзных республик, а базы в свою очередь превратились в филиалы и научно-исследовательские институты.

Политика Советской власти, направленная на всемерное развитие науки и традиционная забота Академии наук о расширении фронта научных ис-

следований привели уже в недавнее время к созданию Сибирского отделения Академии наук — мощного научного центра с собственными филиалами и развитой сетью институтов, а также Уральского и Дальневосточного научных центров, объединяющих работу многих научно-исследовательских учреждений. Среди проблем этих крупнейших организаций Академии наук видное место принадлежит наукам о Земле. Весьма развиты эти проблемы и в Академиях наук союзных республик.

Академия наук стала инициатором ряда международных проектов, например, изучения взаимодействия земной коры и верхней мантии, исследования современных медленных движений земной коры и др. По инициативе и под руководством академии была составлена «Международная тектоническая карта Европы». Неоднократно представители академии избирались руководящими членами международных организаций. Многие международные проекты проходили и проходят при самом действенном участии Академии наук СССР. Это — Международный геофизический год, Международный геодинамический проект, Тропический эксперимент в Атлантическом океане и многие другие.

Поразительна многогранность и велика результативность исследований, проводимых Академией наук в наше время в области наук о Земле. Академия еще в большей степени, чем в дореволюционном периоде, прилагает усилия к решению проблем, важных для народного хозяйства и экономики нашей страны.

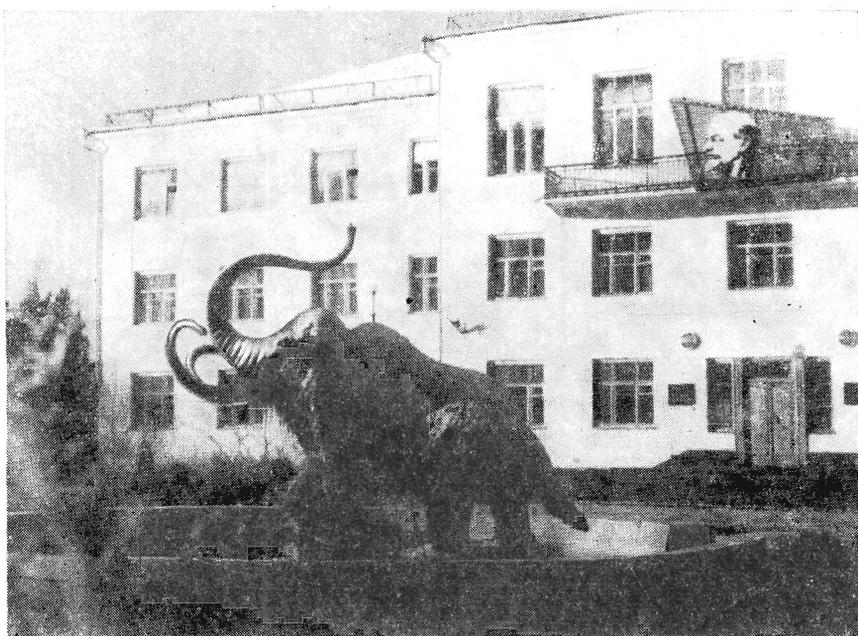
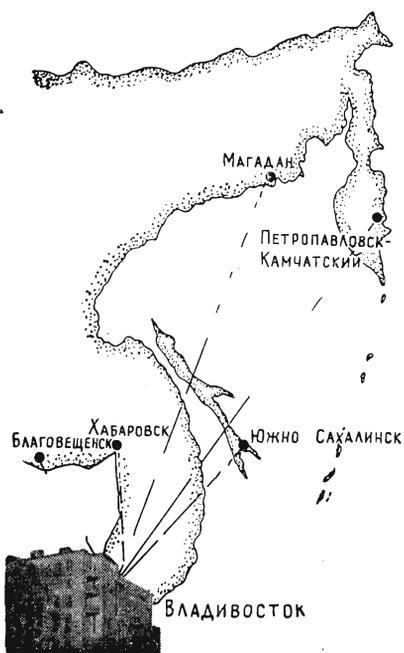
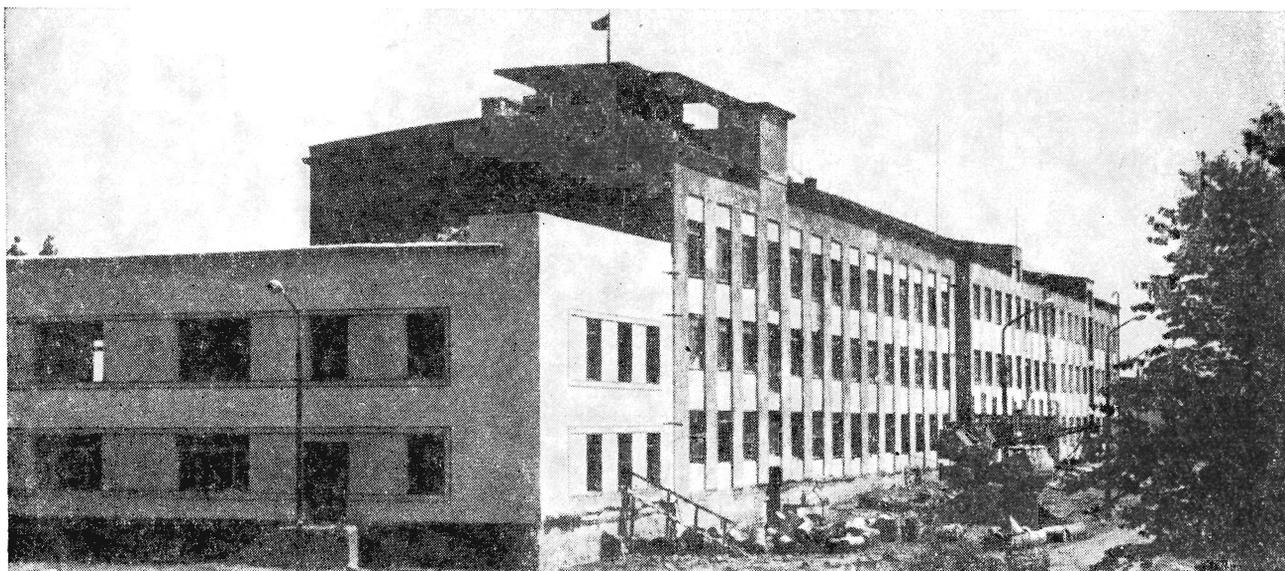
Одной из важнейших комплексных проблем в области геологических на-

ук было изучение закономерностей размещения главнейших полезных ископаемых в земной коре. Благодаря этим работам появились достаточно обоснованные геологические прогнозы для поисковых партий.

Не менее важной проблемой стало изучение закономерностей формирования месторождений полезных ископаемых. Теория рудообразования интенсивно развивалась в институтах Академии наук и Академий наук союзных республик. Работы по этой проблеме в последнее время во многом способствовали открытию крупных месторождений золота, цветных и редких металлов в Сибири, на Дальнем Востоке, в Средней Азии, Казахстане и других районах страны.

Академия сыграла большую роль в становлении горных наук в нашей стране. До Советской власти в России не было ни одного специального научно-исследовательского учреждения горного профиля. Такой институт был создан в 1938 году в системе академии. В 50-х годах число академических (включая союзные академии) научных учреждений, проводящих исследования в области горных наук, достигло уже двух десятков, а Институт горного дела АН СССР стал координирующим центром в масштабе страны.

В академии были разработаны высокоэффективные геофизические и геохимические методы поисков и разведки полезных ископаемых. В том, что наша страна, до Октябрьской революции импортировавшая множество видов минерального сырья (в том числе каменный уголь, серный колчедан, фосфориты, глину, камень для мостовых, песок и т. д.), за несколь-



Здание Института вулканологии Дальневосточного научного центра Академии наук СССР. Этот институт, недавно отметивший свой 10-летний юбилей, — самая восточная научная организация нашей страны. Он расположен вблизи действующих и дремлющих вулканов. Добытые камчатскими вулканологами сведения очень важны для развития наук о Земле

В Дальневосточный научный центр Академии наук СССР поступает информация из шести городов, раскинувшихся от 42-й до 60-й параллели. Он объединяет 16 научных учреждений, координируя их работу

Здание Института мерзлотоведения Сибирского отделения Академии наук СССР

ко десятилетий стала единственной страной в мире, полностью обеспеченной собственными минерально-сырьевыми ресурсами, страной, занимающей первое место по добыче многих видов полезных ископаемых, крупным экспортером горнорудной продукции, в том, что геологические открытия обеспечивали бурный рост отечественной промышленности и другие потребности народного хозяй-



ства, имеется большая заслуга геологических, геофизических и геохимических коллективов Академии наук. Силами Академии наук СССР и Академий наук союзных республик произведено сейсмическое районирование территории Советского Союза, позволяющее оценить степень сейсмической опасности для любого пункта.

Академия принимает активное участие в усовершенствовании методов прогноза погоды и в разработке проблемы охраны и улучшения окружающей человека среды.

Академия наук обращает большое внимание на развитие перспективных направлений исследований, представляющих необходимый задел для дальнейшего развития науки и практики. Поэтому в академии интенсивно развиваются исследования Мирового океана, околоземного пространства, работы по сравнительной планетологии.

Академия наук по-прежнему всемерно содействует развитию исследований по наукам о Земле, проводимых другими ведомствами. Не говоря уже о консультациях, совместных исследованиях и других традиционных формах этого содействия, академия находит новые эффективные способы. Так, с этой целью был передан министерствам и ведомствам целый ряд академических институтов и лабораторий. Над многими отраслевыми институтами академия осуществляет научно-методическое руководство. В 60-х годах на Академию наук было возложено руководство развитием фундаментальных исследований в области естественных и общественных наук в масштабах всей страны. К это-

му времени дифференциация наук о Земле значительно усилилась при огромных масштабах исследований.

Это поставило перед академией сложную задачу консолидации сил, направленных на всестороннее изучение нашей планеты. Для решения этой задачи при академии был создан Научный совет по комплексной проблеме «Строение и развитие Земли». В работе совета, а также его секций и комиссий принимало участие около трехсот ведущих специалистов. За два года работы совету удалось установить связи со многими научными учреждениями страны и проанализировать состояние работ по проблеме. В результате этой работы и проведения серии совещаний по узловым научным и научно-исследовательским вопросам было выделено около сорока основных направлений исследований в области наук о Земле, определены ведущие исполнители по каждому из них, способные осуществлять координацию в рамках каждого направления, намечены области исследований, требующие радикального улучшения организации или увеличения объема работ. Совет установил перечень специальностей, необходимых для обеспечения разработки проблемы, и, наконец, составил перспективные планы работ по проблеме.

Все это позволило несколько позднее, после расформирования совета, выполнившего свои организационные задачи, создать в Академии наук Отделение наук о Земле, на которое возложена ответственность за развитие этих наук в нашей стране. Затем Отделение наук о Земле было пре-

образовано в Секцию наук о Земле Президиума АН СССР.

Говоря о научных достижениях Академии наук в области наук о Земле в советский период, можно отметить, что они стали результатом труда уже не отдельных, как раньше, исследователей, а крупных научных коллективов. Советская минералогическая, тектоническая, геохимическая, геодезическая и другие школы во многом опередили пути и темпы развития современной мировой науки. Теории и концепции, созданные выдающимися советскими учеными и развитые их учениками (теория происхождения Земли академика О. Ю. Шмидта, теория образования земных оболочек академика А. П. Виноградова), получили мировую известность. Новые методы, разработанные в Академии наук СССР, например метод глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), открыли принципиально новые возможности изучения нашей планеты. Исследовательский флот Академии наук СССР позволяет проводить разностороннее изучение Мирового океана. Все это свидетельствует, как стремительно возросло за время Советской власти значение академии в развитии наук о Земле и в нашей стране, и в масштабах мировой науки. Говоря так, следует всегда помнить о многих славных страницах прошедшей истории академии и о создании традиций, давших столь замечательные плоды в наши дни.



## Термодинамика земного шара

### МОДЕЛЬ ЗЕМЛИ

Регистрируя на поверхности планеты упругие колебания, вызванные землетрясениями и взрывами, можно получить информацию о структуре ее недр. Среди физических параметров Земли, определяемых сейсмическим методом, наиболее информативным является скорость упругих волн. На основании данных сейсмологии закон изменения скорости упругих колебаний с глубиной известен достаточно хорошо. Зная этот закон и учитывая массу планеты, ее момент инерции, среднюю плотность, а также данные о собственных колебаниях Земли, можно в довольно узких пределах оценить закон изменения плотности. Результаты сейсмических исследований с учетом других геофизических данных позволяют определить изменения с глубиной основных физических параметров, что в свою очередь дает возможность построить механическую модель планеты.

Построение механической модели Земли составляет важнейшую задачу теоретической геофизики. К настоящему времени, по крайней мере в общих чертах, эта проблема решена, и в дальнейшей речи может идти только об уточнении некоторых деталей. Конечно, эти детали со временем могут оказать большое влияние на наше представление о структуре земных глубин, и все же сейчас скорость упругих колебаний, давление и плотность горных пород в недрах известны сравнительно хорошо. Это ставит перед исследователями другую и более сложную проблему — построение термодинамической модели Земли, то есть определение закона, по которо-

**В недрах Земли господствуют высокие температуры и давления, которые приводят к фазовым превращениям минералов. В свою очередь фазовые переходы могут быть причиной многих геологических явлений, происходящих на поверхности планеты, поэтому изучение термодинамических условий глубоких частей Земли обещает интересные выводы об ее эволюции.**

му изменяются с глубиной главные термодинамические параметры: температура, теплоемкость, сжимаемость, коэффициент температурного расширения и кинетические коэффициенты. Построить такую модель можно, используя данные разных геофизических методов. Однако наиболее ценную информацию о термодинамических условиях в недрах Земли дают сейсмические волны. Чтобы понять почему это так, рассмотрим физическую картину распространения упругих волн.

Атомы в твердом теле тесно связаны друг с другом. Система атомов ведет себя подобно массам, соединенным пружинками. Если вывести одну массу из положения равновесия, вся система начнет колебаться. Так и атомы. Когда в некотором объеме твердого тела какой-либо атом колеблется около своего положения равновесия в решетке, то он приводит в движение соседние атомы, которые в свою очередь передают это движение следующим. Частоты колебаний атомов около точек равновесия определяются внутренней энергией системы.

В любом твердом теле всегда есть некоторое количество атомов или молекул, энергии которых значительно отличаются от среднего в системе значения. Отклонения энергии от среднего значения называют флуктуациями энергии. На практике, однако, удобно пользоваться величиной, обратной флуктуациям, — термодинамической устойчивостью. Понятие термодинамической устойчивости играет в термодинамике важную роль, так как позволяет судить о способности системы отзываться на внешние воздействия, оценивать ее термодинамическую прочность. Рассмотрим несколько примеров. Представим шар, покоящийся на дне небольшой ямы. В этих условиях шар занимает положение устойчивого равновесия и его потенциальная энергия минимальна. Шар, лежащий на горизонтальной плоскости, находится в состоянии безразличного равновесия, а на вершине параболы он оказывается в состоянии неустойчивого равновесия. Все три примера взяты из механики, однако, в данном случае между механикой и термодинамикой существует глубокая аналогия.

Термодинамическая система находится в состоянии устойчивого равновесия, когда внутренняя энергия системы меньше энергии всех соседних состояний. Другими словами, в условиях устойчивого равновесия термодинамическая система находится на дне «потенциальной ямы», подобно шару в состоянии устойчивого механического равновесия. Чем выше термодинамическая устойчивость и чем меньше флуктуации энергии, тем устойчивее равновесие системы и тем труднее отклонить ее от этого равно-



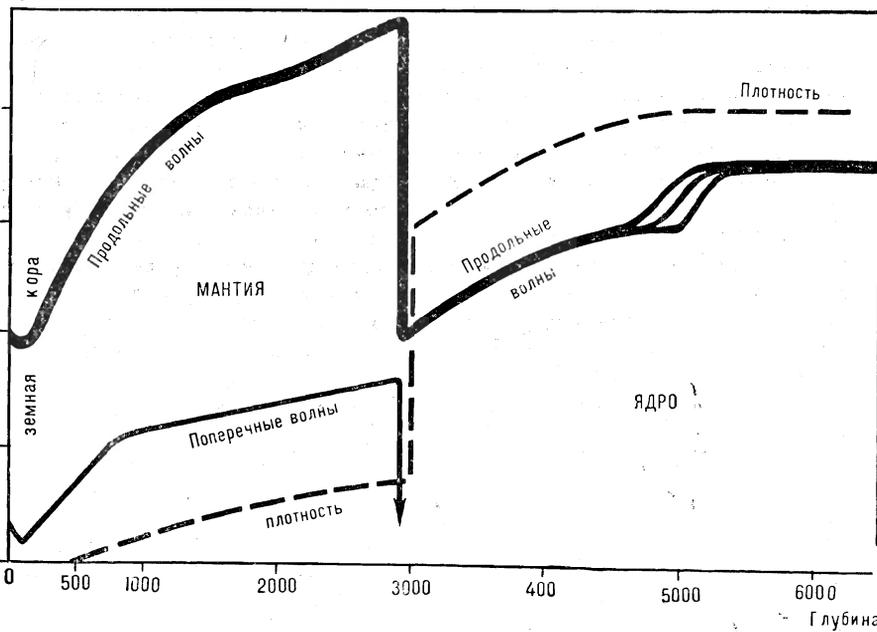
весия. Если флуктуации возрастают, то устойчивость падает. Предельный случай — система, в которой флуктуации достигают бесконечно больших значений. Такая система находится в состоянии, аналогичном безразличному равновесию в механике. В этих условиях малые изменения температуры и давления могут вызвать конечные изменения физических свойств. А это означает, что в состоянии пониженной термодинамической устойчивости минералы земной оболочки могут легко переходить из одной кристаллической фазы в другую.

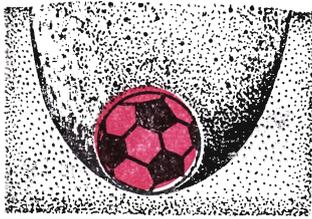
#### СКОРОСТЬ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ И ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА

Многие физические явления, происходящие в глубоких частях земного шара, определяются процессами переноса, то есть такими процессами,



*Механическая модель Земли. По данным сейсмологии, земной шар можно разделить на три зоны: земная кора (глубина 0—35 км); мантия или оболочка Земли (35—2900 км); земное ядро внешнее (2900—5000 км) и внутреннее (5000—6370 км). На рисунке показано, как меняются физические свойства планеты на границе мантия — ядро: поперечные упругие волны через ядро не проходят, скорость продольных волн в том же интервале глубин резко уменьшается, на границе мантия — ядро плотность горных пород сильно увеличивается. Условные обозначения: сплошная широкая линия — скорость продольных упругих волн, сплошная тонкая линия — скорость поперечных упругих волн, пунктирная линия — плотность горных пород*





которые связаны с передачей тепла или массы. Все они подчиняются закону Фурье. Что это значит? Согласно закону Фурье, поток тепла или массы пропорционален градиенту термодинамической силы, под которой можно понимать температуру, давление, концентрацию, напряженность электростатического поля и т. д. Закон Фурье можно представить формулой:

$$Q = -K \text{grad} \cdot P,$$

где  $Q$  — поток тепла или массы,  $P$  — обобщенная сила;  $K$  — кинетический коэффициент, определяющий скорость процесса. Значение кинетического коэффициента зависит от флуктуаций в системе и, следовательно, от ее термодинамической устойчивости. Поясним это примером. Представим себе группу людей, построенных в каре. Какому-либо человеку дается задание пробежать от одного конца каре до другого. Поскольку бегун может двигаться между шеренгами, время, затраченное на его передвижение, зависит только от скорости бега. Допустим, что несколько человек покинули свои места и беспорядочно движутся внутри каре. В этом случае время, затраченное бегуном, зависит от скорости его движения и от количества препятствий, которые он встретит на своем пути. Время движения будет тем больше, чем больше людей покинут свои места. Очевидно, максимум времени бегун затрачивает в том случае, когда всякий порядок в такой системе окажется нарушенным. Этот пример помогает понять, каким образом скорость упругих колебаний в данной фазе связана с термодинамической устойчивостью.

Если упругая волна на своем пути встречает упорядоченную систему, она проходит ее беспрепятственно и скорость ее велика. Когда упругая волна распространяется в среде с пониженной термодинамической устойчивостью и сильным развитием флуктуаций, возникающие в системе микроградиенты, вызванные флуктуациями, мешают направленному процессу. Поэтому в зонах с пониженной термодинамической устойчивостью скорость упругих волн минимальна, а в зонах со слабым развитием флуктуаций и повышенной устойчивостью достигает максимальных значений. Отсюда, скорость распространения упругих волн служит надежным показателем термодинамического состояния горных пород.

#### МОДУЛЬ ВСЕСТОРОННЕГО СЖАТИЯ

Если твердое тело сжимать со всех сторон одинаковым давлением, произойдет деформация, ведущая к уменьшению объема тела, — всестороннее сжатие. Изменение объема можно выразить уравнением:

$$\Delta V = \frac{1}{K} P \cdot V,$$

где  $P$  — давление,  $V$  — объем тела,  $K$  — константа, имеющая смысл упругой постоянной, или **модуль всесто-**



*Последовательность рисунков показывает три состояния: устойчивое механическое равновесие, безразличное и неустойчивое механическое равновесие. Термодинамическая система на дне «потенциальной ямы» находится в состоянии устойчивого термодинамического равновесия. Это соответствует первому рисунку*

**ронного сжатия.** Модуль всестороннего сжатия связан с величинами, характеризующими упругие свойства тела, и, прежде всего, со скоростью упругих колебаний. Если известны скорости продольных и поперечных колебаний в системе и ее плотность, то тем самым однозначно определяется модуль всестороннего сжатия. Для нас важно, что **модуль всестороннего сжатия** — это один из коэффициентов термодинамической устойчивости. Поэтому, зная закон изменения модуля всестороннего сжатия с глубиной, можно составить представление о термодинамических условиях в глубоких частях земного шара. По результатам вычислений удалось установить, что модуль всестороннего сжатия возрастает от периферии планеты к ее центру. Поскольку коэффициенты устойчивости линейно связаны с кинетическими коэффициентами, все процессы переноса должны усиливаться с глубиной. Наши знания об этих процессах в общих чертах подтверждают такой закон.

Если устойчивость с увеличением глубины растет, то флуктуации уменьшаются. Как показывают экспериментальные исследования, когда температура приближается к температуре плавления горной породы, флуктуации растут. Отсюда можно сделать вывод, что с глубиной кривая температуры удаляется от кривой плавления. Такой вывод подтверждается оценками температуры плавления горных пород, выполненными разными исследователями. Поэтому можно полагать, что на границе мантия — ядро температура силикатов намного ниже температуры плавления, и горные породы земной оболочки на гра-

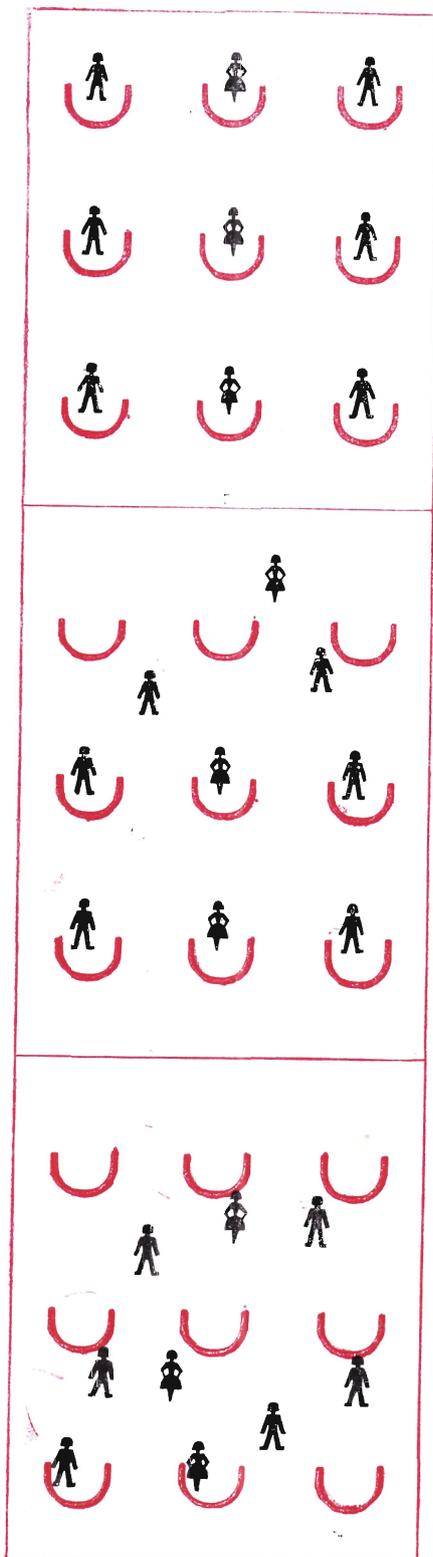
нице с ядром находятся в кристаллическом состоянии.

### ЗЕМНОЕ ЯДРО

На границе мантия — ядро скорость продольных упругих колебаний сильно уменьшается, в то же время плотность горных пород резко возрастает. Сопоставление этих данных позволяет сделать вывод о том, что переход к ядру означает появление новой фазы, которая может быть вызвана изменением химического состава или же структуры горных пород.

Сейчас известны две гипотезы происхождения земного ядра. Согласно первой, земное ядро состоит из железа с небольшой примесью силикатов, и следовательно, граница мантия — ядро имеет химическую природу. Согласно второй гипотезе, земное ядро состоит из тех же силикатов, что и нижняя мантия, но с более плотной кристаллической упаковкой. Вопрос о составе земного ядра окончательно не решен. Однако тщательный анализ всех данных, свидетельствующих «за» или «против» каждой из гипотез, позволяет отдать предпочтение гипотезе силикатного ядра. Поэтому все дальнейшие рассуждения относятся к этому варианту.

Известно, что поперечные упругие волны через ядро не проходят. Отсюда следует, что внешнее ядро можно рассматривать как жидкость с малой вязкостью. Первое и, казалось бы, наиболее разумное объяснение этого факта заключается в том, что внешнее ядро находится в состоянии расплава. Долгое время такое объяснение представлялось настолько оче-



видным, что другие предположения не обсуждались. Однако сейчас есть серьезные основания полагать, что эта проблема значительно сложнее.

Как было отмечено ранее, увеличение термодинамической устойчивости в пределах земной оболочки сопровождается ростом температуры плавления. Однако устойчивость продолжает расти до центра Земли, и если температура плавления в нижней части мантии выше температуры плавления ядра, то возникает трудный вопрос: почему рост устойчивости в ядре сопровождается снижением температуры плавления горных пород?

Мы знаем, что на границе мантия — ядро плотность резко возрастает. Значит, удельный объем горной породы уменьшается. Вообще говоря, плавление материалов с уменьшением объема — факт вполне возможный.

■ Аналог кристаллической решетки в условиях устойчивого термодинамического равновесия: все атомы сидят на своих местах

■ Аналог кристаллической решетки в условиях, когда термодинамическая устойчивость уменьшилась и флуктуации возросли

■ Так можно представить термодинамическую систему в условиях, когда устойчивость проходит через глубокий минимум и флуктуации резко возрастают. Этот случай термодинамического равновесия соответствует случаю безразличного равновесия в механике

Однако такое поведение материала выглядит аномальным, исключением из общего правила, и оно требует объяснения с точки зрения термодинамики. Во всяком случае, нам не известны горные породы, которые в нормальных условиях плавятся с уменьшением объема.

Чтобы лучше понять термодинамическую обстановку в центральных частях планеты, рассмотрим особенности поведения твердых тел при высоких давлениях. Основное свойство твердого тела заключается в стремлении противодействовать изменению его формы. В твердых телах действуют упругие силы, которые стремятся восстановить нарушенную форму. Кроме того, упругие силы в твердом теле препятствуют изменению его объема. Поэтому твердое тело обладает как упругостью формы, так и объемной упругостью. Объемная упругость есть и в жидкостях, и в газах. При сжатии жидкостей и газов сопротивление со стороны упругих сил стремится увеличить объем, который внешние силы уменьшают. Таким образом, твердые тела подобны жидкостям и газам в том отношении, что обладают объемной упругостью. Характерная же особенность твердых тел, отличающих их от жидкостей и газов,— это упругость формы, которая в газах отсутствует, а в жидкостях встречается редко и в очень малой степени. Большинство твердых (кристаллических) тел при нормальных условиях подчиняется закону Гука. Однако высокие температуры и давления, господствующие в недрах планеты, вносят в закон Гука свои коррективы. При давлениях в несколько десятков тысяч атмосфер отклонения

от закона Гука уже велики. При давлениях в несколько сот тысяч атмосфер закон Гука не выполняется. При давлениях порядка миллионов атмосфер (а именно такие давления отвечают границе мантия — ядро) твердые тела становятся квазижидкими и даже квазигазообразными, что позволяет для описания механического состояния этих тел применять уравнение газовой динамики. В этих условиях переход силикатов на границе мантия — ядро в плотную и пластичную фазу можно рассматривать как закономерное выражение общей тенденции нарастания термодинамической устойчивости от периферии планеты к ее центру. Другими словами, рост давления и связанное с этим увеличение устойчивости приводят к появлению во внешнем ядре плотной и пластичной фазы, которая может служить экраном для поперечных упругих колебаний, в то же время температура ядра имеет значения более низкие, чем температура плавления горных пород при соответствующем давлении.

#### ЗЕМЛЯ КАК ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МАШИНА

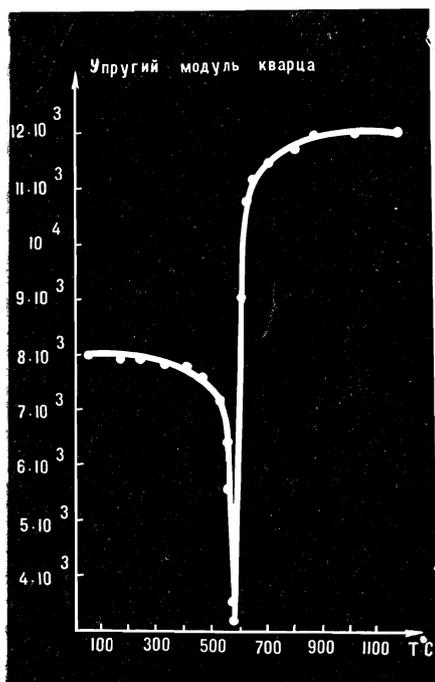
В интервале глубин 300—900 км градиенты скорости упругих колебаний и плотности горных пород аномально велики. По этому поводу английские ученые Дж. Бернал и Г. Джеффрис высказали предположение, что такая зона высоких градиентов связана с серией фазовых переходов. Позднее эта гипотеза была подтверждена большим экспериментальным материалом, и в настоящее время можно считать установленным, что в 900-километровой оболочке земного шара

происходит сложная серия полиморфных превращений.

Сейчас трудно сомневаться в том, что основным энергетическим источником геологических процессов является внутреннее тепло планеты. Вместе с тем, такие процессы, как горообразование и складчатость, землетрясения, тектонические разрывы, подъем и опускание земной поверхности, внедрение интрузий и т. д., по своему физическому проявлению — процессы механические. И если основным энергетическим источником геологических процессов является внутреннее тепло Земли, то должен существовать механизм, превращающий внутреннее тепло планеты в механическую работу.

Для превращения тепла в работу наиболее эффективен изотермический процесс. В этом процессе почти вся подводимая к системе теплота превращается в работу, а энергетические затраты, связанные с нагревом системы, минимальны. Фазовые переходы являются изотермическими процессами, поэтому можно полагать, что внутреннее тепло планеты превращается в работу именно при фазовых переходах, так как в природе все процессы реализуются таким путем, при котором энергетические затраты стремятся к минимуму.

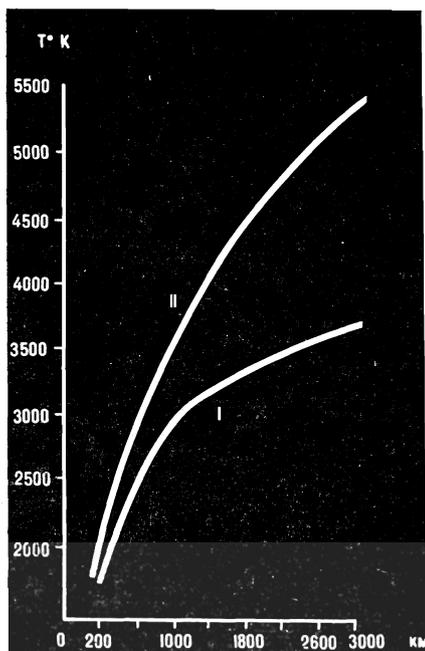
Любую горную породу можно рассматривать как ассоциацию минералов с различными физическими свойствами. Это позволяет все минералы, входящие в состав мантии, разделить на две группы. Минералы первой группы испытывают фазовый переход с изменением объема; минералы второй группы в тех же условиях не изменяются. С этой точки зрения мине-



ралы второй группы можно рассматривать как сплошную среду, заполняющую пространство между кристаллами первой группы. Допустим, что температура горной породы периодически меняется. Тогда одновременно с колебаниями температуры начнут пульсировать кристаллы первой группы, меняя свой объем.

Для нас важен ответ на вопрос, приведет ли пульсация кристаллов к изменению их пространственного положения или изменение объема горной породы будет происходить с сохранением ее структуры.

*Зависимость упругого модуля кварца от температуры при фазовом переходе. Как видно из графика, значения упругого модуля проходят через глубокий минимум в точке фазового превращения. Отсюда следует, что через резкий минимум в точке фазового перехода должны проходить и скорости упругих колебаний. Это означает, что фазовые переходы критического типа должны фиксироваться в земной мантле как зоны с пониженными скоростями распространения сейсмических волн. Такие зоны, по данным сейсмологии, сейчас обнаружены во многих частях земного шара*



*Изменение температуры горных пород (I) и температуры плавления земной оболочки с глубиной (II). По мере увеличения глубины кривая плавления все больше удаляется от кривой температуры. На рисунке хорошо видно, что (за исключением, быть может, глубин 100—200 км) кривая плавления проходит выше кривой температуры. Это подтверждает, что материал оболочки находится в кристаллическом состоянии*

Представим себе сферу, помещенную в жидкость и медленно пульсирующую. Перед сферой — стенка. С приближением к стенке линии тока меняют направление, и около стенки жидкость движется по касательной к препятствию, почти не оказывая на стенку давления, вызванного пульсациями самой сферы. Отсюда в направлении горизонтальной оси возникает градиент давления, причем максимум давления находится около сферы, а минимум — около стенки. Следовательно, сфера должна двигаться из области высоких давлений в область низких и через конечное число пульсаций достичь стенки. Если стенку убрать и заменить ее другой сферой, то распределение линий тока останется без изменения. Поэтому две сферы, помещенные в жидкость и пульсирующие синхронно, притягивают друг друга. Из этого эффекта следует важный вывод: система сфер, пульсирующих синхронно в вязкой жидкости, сжимается, выталкивая в сторону низких давлений материал, заполняющий пространство между сферами. В приложении к вопросам физики земных недр последнее означает, что кристаллы, пульсирующие при фазовых превращениях, выталкивают в сторону низких давлений минералы, заполняющие пространство между ними. Поэтому области фазовых превращений являются теми зонами, в которых происходит разделение материала земной оболочки по минералогическому составу.

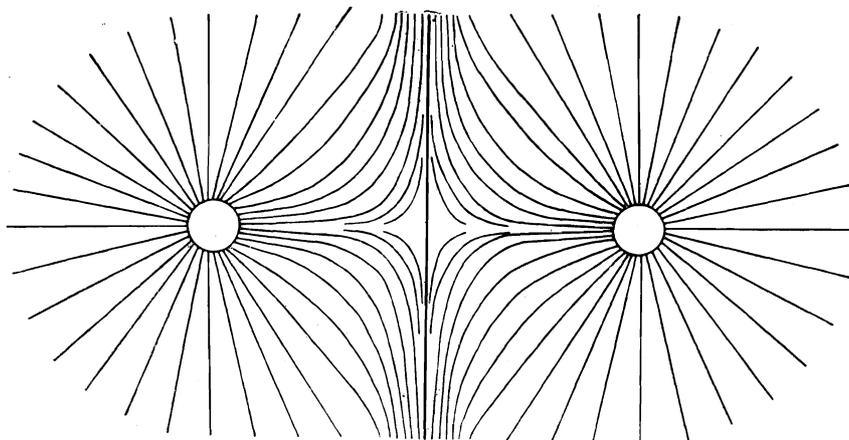
Для работы схемы необходимы периодические измерения теплового потока, другими словами, нужен механизм, периодически меняющий поток тепла к системе. Чтобы понять,

как это происходит, придется допустить, что в недрах планеты живет некий демон, периодически перекрывающий заслонкой тепловой поток, идущий из недр планеты к ее поверхности. В условиях земной оболочки роль такого демона играют фазовые переходы критического типа.

Представим две кристаллические фазы одинакового химического состава. Если температура и давление в первой фазе медленно меняются, то флуктуации растут, устойчивость падает и центры равновесных положений частиц медленно смещаются из положений, соответствующих первой фазе, в положения, соответствующие второй фазе. Такой фазовый переход происходит непрерывно на конечном интервале температуры и давления.

Падение устойчивости сопровождается резким уменьшением всех кинетических коэффициентов и снижением скорости упругих колебаний. Последнее означает, что фазовые переходы критического типа должны фиксироваться в земной мантии как зоны с пониженными значениями скорости распространения сейсмических волн.

Особенно важно, что в зонах пониженной термодинамической устойчивости проходят через глубокий минимум кинетические коэффициенты. Такие зоны служат экраном для теплового потока. Это приводит к увеличению температуры, и зона пониженной устойчивости переходит в состояние высокотемпературной фазы. Далее кинетические коэффициенты растут, увеличивается отток тепла, температура падает и система вновь возвращается в состояние пониженной устойчивости. Таким образом, возникает колебательный процесс, который меня-



ет во времени тепловой поток земного шара. Амплитуды колебаний и их период зависят от структуры зоны, ее минералогического состава и глубины погружения. Следовательно, зоны пониженной скорости упругих колебаний играют в истории Земли большую роль. Они регулируют значения теплового потока в недрах и тем самым определяют геологическую активность планеты.

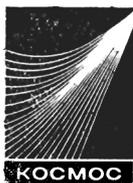
#### ПРОБЛЕМА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Все сказанное подводит нас к одной из основных проблем физики земных недр — проблеме землетрясений.



*Модель системы со сферой, пульсирующей в вязкой жидкости. Препятствие перед сферой искривляет линии тока, что вызывает переход энергии пульсаций в кинетическую энергию поступательного движения*

Оценка термодинамических условий, существующих в недрах планеты, позволяет считать, что во всем диапазоне глубин — от периферии планеты до ее центра — горные породы находятся в кристаллическом состоянии. Поэтому дифференциация земной оболочки по минералогическому составу происходит в кристаллической фазе. Двигается материал толчками по мере накопления напряжений. Материал приходит в движение, когда напряжения превзойдут предел прочности горных пород. Каждый толчок и движение массы вверх фиксируются на поверхности планеты в виде слабого или сильного землетрясения, в зависимости от того, какая масса, на какой глубине и с какой скоростью принимает участие в движении. С этой точки зрения землетрясения земного шара можно рассматривать как механическое выражение процесса дифференциации земной оболочки по минералогическому составу.



Член-корреспондент АН СССР  
ректор Московского физико-технического института  
О. М. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ

## Космос и проблемы народного образования

### КОСМОС, ПРОГРЕСС И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

4 октября 1957 года в Советском Союзе был выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли, открывший новую эру в истории человечества. Исследования космического пространства и особенно полеты человека в космос оказали значительное влияние на развитие науки, техники, производства, мировоззрения и образования.

Исследование космического пространства вызвало прогресс в ряде областей науки и техники — электронике, вычислительной технике, кибернетике, телеуправлении, газовой динамике, магнитной гидродинамике, прикладной математике. Происходит все более тесное переплетение различных отраслей знания; на стыке их рождаются новые научные направления: микроэлектроника, космическая биология и медицина, космическая радиосвязь и другие. Все глубже проникают фундаментальные науки (математика, физика, философия) в сферу инженерных и прикладных исследований. Применение искусственных спутников Земли в качестве активных и пассивных ретрансляторов позволит охватить телевещанием огромные территории земного шара.

Наука становится производительной силой общества. Может быть, именно космос сделал ее особенно притягательной для молодежи. Благодаря строгим методам логического мышления, своей доказательностью она дисциплинирует общество, повышает его моральные устои.

В нашу эпоху наблюдается тенденция «космизации» наук, так или ина-

че сказывающаяся на развитии мировоззрения и эволюции мышления всего общества. Все это, естественно, не может не отразиться на содержании учебных программ в средней и высшей школе, учебных пособий, лекций и лабораторных работ.

С каждым годом становится все более очевидным, что исследования космического пространства, знаменующие собой новую эпоху в развитии естествознания, оказывают глубокое и плодотворное воздействие на современное мировоззрение, на систему и структуру мышления, на содержание и форму общего и специального образования. Большой опыт преподавания свидетельствует, что новая информация, введенная в учебный процесс, значительно повышает интерес к науке, развивает любознательность, наглядно убеждает в познаваемости мира. Одно из следствий космизации науки — это переосмысление целого ряда научных представлений.

Происходящая на наших глазах научно-техническая революция проявляется в невиданном ранее прогрессе науки, техники и производства. Это вызывает необходимость в коренном совершенствовании содержания, форм и методов обучения и воспитания. Космические исследования открывают новые возможности в системе развития образования. Ниже публикуется статья, подготовленная по материалам доклада, прочитанного в октябре 1973 года на Международном астронавтическом конгрессе в Баку.



### КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Проблемы, вызванные освоением космоса, поставили перед специалистами различных категорий весьма сложные, комплексные научные, инженерные и производственные вопросы. Так, например, космические исследования потребовали разработки принципиально новых подходов к определению аэродинамических характеристик, исследованию процессов управления ракет, спускаемых аппаратов и прочего.

В данный период научно-технической революции требования производства к образованию (которые

всегда остаются на первом месте) значительно возросли. Однако при этом не должна ущемляться и общая задача образования — всестороннее развитие личности человека.

Коснемся здесь вопросов подготовки кадров для отраслей современной науки и техники. В нашей стране подготовку специалистов высшей квалификации осуществляют университеты и технические высшие учебные заведения. Выпускники университетов получают, как известно, широкие общенаучные знания, но, как правило, они не приспособлены в полной мере для работы в промышленных научно-исследовательских институтах и лабораториях; в то же время техническая школа не дает, вообще говоря, достаточной широты образования. Вот почему сейчас наблюдается определенное сближение программ университетского и технического обучения.

Возникает теперь естественный вопрос: как практически реализовать в современных условиях повышенные требования к образованию?

При подготовке специалистов высшей квалификации (инженеров-исследователей, «ученых-прикладников») для быстро развивающихся направлений науки и техники, в том числе и для исследования космоса, требуется фундаментальность общего образования. Математику, общую и теоретическую физику, философию, иностранный язык необходимо изучать в объеме университетских курсов, чтобы будущие специалисты активно овладевали этими предметами. Большое внимание следует уделить изучению также прикладной, практической стороны этих курсов (выполнение самостоятельных заданий, лабораторных

работ, рефератов и так далее). Полнота изложения учебного материала здесь должна разумно сочетаться с идейной и творческой стороной воспитания, без чего немыслимо успешное решение задач, стоящих перед высшей школой.

Специализацию (второй цикл образования) желательно начинать с чтения курсов и проведения лабораторных работ широкого профиля, добиваясь определенной фундаментальности и в специальном образовании. Обучение конкретной профессии должно происходить в хорошо оснащенных лабораториях или базовых исследовательских институтах. Важно, чтобы преподавание на этом этапе проводилось специалистами, активно работающими в данной области. Обязательное, на наш взгляд, условие подготовки будущего инженера-исследователя — вовлечение его в активную самостоятельную научно-исследовательскую деятельность уже с середины обучения. Обстановка творческого коллектива поможет будущему специалисту выработать столь необходимые ему в дальнейшем качества исследователя.

Требования высшей школы и необходимость в кадрах средней квалификации определяют задачи среднего общего и специального образования. Научно-техническая революция внесла свои коррективы и в планы этих учебных заведений. По вновь утвержденным школьным программам в Советском Союзе для учащихся старших классов помимо 30 часов обязательных занятий вводятся циклы факультативных курсов, на которых, по возможности, осуществляется принцип «учение — акт открытия». Вы-

бор факультатива определяется интересами и склонностями ребят. К сожалению, до сих пор некоторые факультативные курсы (и прежде всего, по основам астрономии, космонавтики и астрофизики) еще не получили должного распространения. Между тем среди молодежи не только в крупных, но и в небольших городах и селах значительно возрос интерес к физике, математике, техническим наукам. В ряде средних школ и, особенно, при внешкольных учреждениях (Дома пионеров, станции юных техников) успешно работают ракетные кружки, развивается ракетомодельный спорт. Все это пробуждает интерес молодежи к изучению радиотехники, электроники, механики, конструированию.

Вследствие коренных изменений, которые внесли достижения космических исследований в высшую и среднюю школу, потребовались новые программы общеобразовательных курсов, создаются новые специальности, кафедры, факультеты (космическая физика, небесная механика, телеуправление и другие).

Итак, одним из самых существенных вкладов достижений освоения космоса в образование следует признать пробуждение широкого интереса у различных категорий людей (и особенно молодежи) к научным и техническим знаниям.

## ТЕЛЕВИДЕНИЕ, СПУТНИКИ И ОБРАЗОВАНИЕ

Значительное место в повышении уровня образования отводится телевидению. Использование спутников связи для образовательных телепере-



дач открывает колоссальные перспективы. «Поле деятельности» телевидения, в связи со сказанным выше, сейчас многократно возрастает. Каковы же здесь возможности?

Среди других вопросов нам кажется очень важной систематическая пропаганда по телевидению изучения фундаментальных наук в различных отраслях знаний. Телевизионное обучение просто необходимо также людям, желающим повысить свои профессиональные знания. Отсюда — систематическая пропаганда знаний по быстроразвивающимся отраслям науки и техники: электронике, радиотехнике, вычислительной математике, современным разделам физики и другим. Думается, что в скором времени телевидение будет играть решающую роль и в заочном обучении студентов, как это делается, например, в Японии и других странах.

При этом лектору очень важно знать «свою» аудиторию, иметь с ней постоянный контакт в виде очных или заочных конференций, встреч. В свою очередь, телезритель (может быть, предварительно зарегистрированный) должен получить печатный текст лекции, консультацию. Для большего взаимного психологического контакта лектора и аудитории кажется целесообразным при организации учебных лекций по телевидению иметь в студии небольшую группу очных слушателей, которые могли бы задавать вопросы, уточнять отдельные положения. Проблема «своей» аудитории и «обратной» связи, по нашему мнению, — решающая проблема в обучении по телевидению.

И наконец, желательно уделять значительно больше внимания в образо-

вательных передачах вопросам экспериментаторского обучения школьников и студентов, так как потребности и возможности телевидения здесь по существу очень велики. За последнее время в стране постоянно ощущается нехватка квалифицированных физиков-экспериментаторов, физиков-конструкторов. Необходимо стимулировать интерес молодежи к этим областям знания. Нужны телеолимпиады, телелаборатории для развития технического мастерства самых разнообразных направлений и для различных категорий подготовки молодежи.

В настоящее время Главная редакция научно-популярных и учебных программ Центрального телевидения, организованная в 1970 году, ведет широкий цикл учебных и научно-популярных передач. Большинство передач проводится по III программе (8 канал), однако за последнее время они прочно заняли место и в сетках передач по I, II и IV программам, а также в программах «Восток» и «Орбита». К участию в образовательных передачах привлекаются крупнейшие ученые страны, деятели литературы и искусства.

Значительная часть телепередач предназначена для учащихся средних школ. Они ведутся циклами практически для всех классов (от второго до десятого) по обществоведению, истории, физике, химии, географии, биологии, природоведению, зоологии, литературе и музыке. Утренние телепередачи рассчитаны для просмотра в классе, непосредственно на уроке; вечерние же учебные программы школьники смотрят дома. Содержание передач выходит за рамки школь-

ной программы и ставит своей целью углубить знания учащихся в изучении того или иного предмета.

Для поступающих в высшие учебные заведения проводятся образовательные телепередачи по математике, физике, русскому языку, иностранным языкам (английскому, немецкому и французскому). Программы занятий по физике и математике охватывают почти весь школьный курс и строятся с учетом требований, предъявляемых к абитуриентам при вступительных экзаменах. Специальные телепередачи по физике, высшей математике, начертательной геометрии, общей химии, теоретической механике, сопротивлению материалов проводятся для студентов I—III курсов, обучающихся без отрыва от производства\*.

Телепрограммы, адресованные специалистам, предназначены для повышения их квалификации, пополнения профессиональных знаний.

#### ПРОБЛЕМЫ МАССОВОГО ОБУЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ СПУТНИКИ СВЯЗИ

Значительный опыт по учебному телевизионному вещанию, используемому в целях переподготовки специалистов, а также для усовершенствования всей системы образования, накоплен в различных странах мира. Многие эксперты и специальные комиссии считают, что в процессе обучения необходимо широкое внедрение со-

\* К сожалению, до настоящего времени еще не организованы учебные передачи по астрономии для учащихся 10-х классов, хотя такие передачи могли бы способствовать повышению уровня преподавания астрономии в средней школе (Прим. ред.)

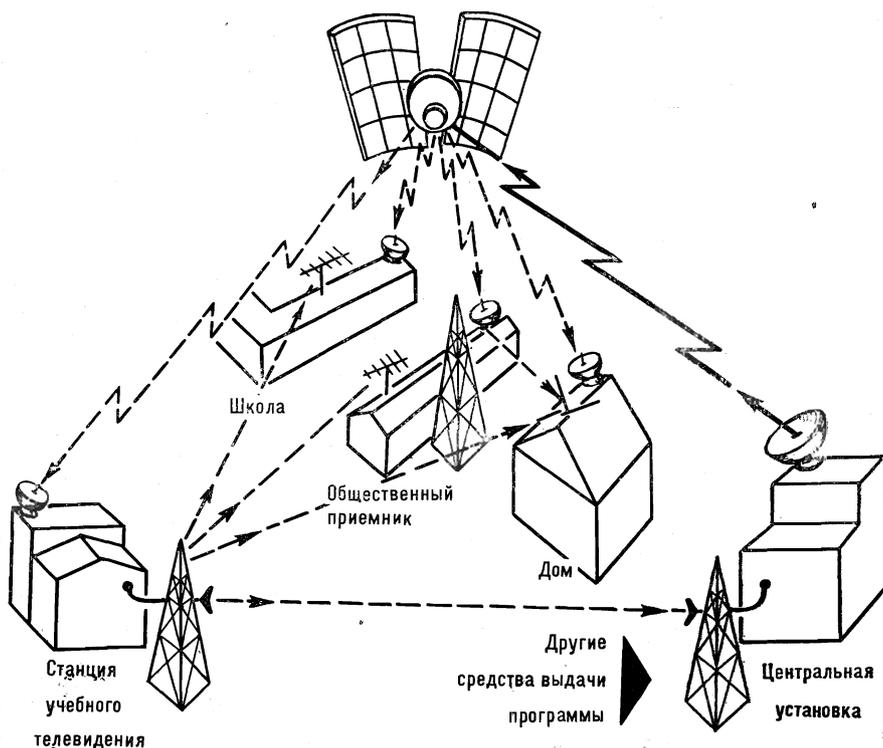
временной техники, включая телевидение, объединение преподавательских сил и материальных ресурсов всех учебных центров страны при помощи автоматизированной системы связи, использующей искусственные спутники Земли и наземные системы связи.

Существует несколько принципиально отличающихся схем технической организации образовательных телепередач. Так, например,— полное двустороннее телевидение, одностороннее телевидение и двусторонняя слышимость, «классная доска по проводам», связь по телефонной линии.

Полное двустороннее телевидение может быть использовано, если имеются специальные аудитории на местах, которые оснащены соответствующей аппаратурой для связи с основным университетом. Преподаватель и студент обычно видят и слышат друг друга. В особых случаях можно проводить устные экзамены и консультации.

Телефонная линия, обеспечивающая двустороннюю слышимость (наиболее экономичный вид обратной связи), может применяться в тех случаях, когда записи лекций или видеолента заранее пересылаются на места приема. Разновидность этой системы — пересылаемая по почте видеолента с открытой звуковой линией.

Значительный опыт по учебному телевизионному вещанию для переподготовки специалистов, а также для совершенствования всей системы образования накоплен в США. Телевизионная система, обеспечивающая одностороннее телевидение и двустороннюю слышимость, организована, например, во Флоридском универси-



тете. Здесь четыре приемо-передающие станции, связанные с тремя приемными устройствами, создают сеть вещания на площади около 200 кв. миль. Система «классная доска по проводам» также широко практикуется многими американскими университетами. Ее идея заключается в том, что профессор пишет на специально подготовленной поверхности стола и написанное воспроизводится в приемных аудиториях.

Итак, телевидение — одно из самых «зримых» достижений научно-технического прогресса — уже сейчас становится важным средством массового обучения, а с использованием космической техники оно сыграет решающую роль. Дело в том, что те районы земного шара, которые испытывают наибольший голод в учителях, не охвачены, как правило, сетью наземного телевизионного вещания. Образо-

*Примерная схема ретрансляции учебных программ через искусственный спутник Земли*

вательные спутники связи для жителей таких районов откроют двери в лучшие учебные аудитории мира. Ряд исследований по образованию с помощью телевидения указывает, что большинство предметов учащиеся обычно могут усваивать по телевизионным учебным программам почти так же хорошо, как и при непосредственном обучении. Несомненно, что прямые радио- и телепередачи через спутники окажут неоценимую помощь развивающимся странам и населению труднодоступных районов в ликвидации неграмотности и повышении образовательного ценза среди детей и взрослых, в изучении основ рационального ведения сельского хозяйства и так далее. Промышленные страны могут более активно использовать такие передачи для дальнейшего развития системы образования, расширения заочного обучения и переподготовки инженерно-технического персонала.

Однако при вещании на большие территории Земли, охватывающие не-

сколько государств или населенные разными народами районы, кроме технических, возникают лингвистические и правовые проблемы. Принципиально возможны два пути разрешения лингвистических проблем. Во-первых, программы для начального образования можно строить так, чтобы пояснения к изображениям были минимальны или не требовались вообще\*. Второй путь — давать речевое сопровождение изображений по нескольким каналам на разных языках.

Синхронный экваториальный спутник представляется наиболее удобным для передачи образовательных телевизионных программ. Такой спутник постоянно находится в поле зрения данного пояса долготы и позволяет использовать сравнительно дешевые фиксированные антенны для прямого приема радио- и телевизионных программ даже в самых отдаленных сельских школах. Уже имеется техническая возможность устанавливать на спутниках мощные, но легкие по весу солнечные батареи, которые необходимы для прямой трансляции телевизионных программ в школы, имеющие небольшие приемные антенны.

Основная проблема в развитии учебного телевидения заключается,

по нашему мнению, в трудности организации двусторонней связи. В этом плане кажется перспективным развитие кабельного телевидения как части телевизионного комплекса, включающего местные телецентры, радиорелейную и кабельную связь с коллективными и индивидуальными абонентами. В масштабах страны и международной кооперации связь можно организовать через магистральные радиорелейные линии и спутники связи, через которые будут «стыковаться» входы местных телевизионных комплексов.

Для контакта абонентов с обучающим и для оперативного контроля усвоения программы целесообразно применять электронные вычислительные машины, обрабатывающие ответы на вопросы. Одна кабельная линия может обеспечить до 40 телевизионных каналов. Практически уже реализованы системы кабельного телевидения, имеющие до 20 каналов. Кабельные линии не излучают электромагнитную энергию в эфир и обладают высокой надежностью. Поэтому может быть создана разветвленная кабельная распределительная сеть с передачей информации абоненту и обратно.

#### СОВЕТСКОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ И СПУТНИКИ СВЯЗИ

В октябре 1967 года в Советском Союзе начала действовать сеть станций системы «Орбита». Станции предназначены для приема и ретрансляции отдельными телецентрами программ Центрального телевидения, передаваемых через спутник связи «Молния-1». Использование спутников

сократило на 10—15 лет сроки охвата телевидением районов с малой плотностью населения. Телевидение проникло в самые отдаленные районы Дальнего Востока, Крайнего Севера и Средней Азии. Программа Центральной студии стала общесоюзной.

Система радиосвязи через спутник «Молния-1» (запущенного в апреле 1965 года) обеспечивает ретрансляцию одной программы черно-белого или цветного телевидения, нескольких каналов телефонии и других видов связи. Система разработана с учетом географического расположения территории СССР. Более перспективные, на первый взгляд, системы радиосвязи с синхронными спутниками Земли имеют определенные недостатки при радиоосвещении территории СССР. Орбита синхронного спутника должна лежать в экваториальной плоскости Земли на высоте около 36 тыс. км — только в этом случае спутник «зависнет» над фиксированной точкой земного шара. Однако тогда территория, расположенные севернее 70° с. ш., оказались бы в области радиотени. Поэтому в СССР для создания спутниковых систем радиосвязи первой очереди была выбрана эллиптическая орбита.

В зоне видимости спутника «Молния-1» на нечетных витках оказывается Азия, Европа и северо-восточная часть Африки. На четных витках зона видимости спутника охватывает западную часть территории СССР, Европу, часть территории США, Канады. Продолжительность сеансов связи между пунктами в этой зоне составляет 6—8 часов в сутки. Телевизионные программы передаются по радиорелейным линиям в центры кос-

\* Кроме того, здесь может оказаться полезным накопленный в нашей стране опыт создания учебных диафильмов, представляющих собой методически обоснованную последовательность изображений с краткими подписями или даже без подписей. (Прим. ред.)



мической связи, а затем на спутник. Аппаратура работает в сантиметровом диапазоне.

В ноябре 1971 года и в апреле 1973 года в Советском Союзе был осуществлен запуск на высокую эллиптическую орбиту новых спутников связи «Молния-2» с бортовой ретрансляционной аппаратурой, обеспечивающей работу системы в сантиметровом диапазоне волн. Спутник связи «Молния-2» предназначен для эксплуатации системы дальней телефонной и телеграфной радиосвязи в Советском Союзе, передачи программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита» и для международного сотрудничества.

Телевизионная приемная сеть «Орбита», работающая совместно со спутником типа «Молния», насчитывает сейчас около 40 приемных станций\*. Она позволяет быстро реализовать распределительную систему подачи программ телевизионного вещания на большие расстояния к местным телецентрам и ретрансляционным станциям.

## ПРОГРАММЫ БУДУЩЕГО

Каковы же перспективы дальнейшего развития телевизионных систем для целей образования? Познакомимся с некоторыми проектами\*\*.

В США, например, для учебной телевизионной системы предназначаются семь синхронных искусственных спутников Земли, в связи с чем территория страны разделяется на 15

районов. Для каждого из них будет выделено семь каналов с шириной полосы 40 Мгц. Это обеспечит каждый штат одним телевизионным каналом, причем все школы через спутники получат обратные линии связи (ширина полосы 2 Мгц) с региональным центром обучения. В школах для приема программы будут применяться параболические антенны диаметром 1,2 м.

В Италии разработан проект системы, транслирующей учебные программы по телевидению через спутники связи странам Латинской Америки. Этот проект предусматривает строительство 100 тыс. учебных центров приема программ, где будут заниматься около 20 млн. учащихся. Каждый центр, оснащенный приемной аппаратурой и параболической антенной диаметром 4,6 м, расположится в одноэтажном здании с двумя-тремя классами. В систему войдут два стационарных спутника с бортовым передатчиком мощностью 1 квт. Три антенны одного спутника обслуживают три зоны с одновременной передачей двух телевизионных программ для каждой зоны. Два спутника позволят вести одновременную передачу по 12 каналам.

Японские специалисты предлагают для просмотра образовательных передач, передаваемых по эфиру, использовать не только дециметровый диапазон, но и применять новые портативные системы, работающие в микроволновом диапазоне.

Наибольший интерес представляют разработки замкнутых систем телевидения, внедряемых там, где много учебных заведений. Самая крупная из таких систем создана в Лондоне —

она охватывает 1000 школ и 130 техникумов и вузов. Программы транслируются по кабелю из центральных студий в любые учебные заведения городского района. Подобные системы введены или намечаются к вводу в эксплуатацию также в Глазго, Кембридже, Гулле, Плимуте. Основное внимание в Англии все еще уделяют производству традиционного оборудования. По мнению английских специалистов, в продажу будут поступать главным образом звуковые и телевизионные системы, так как сложные радиоэлектронные комплексы с обратной связью и применением вычислительных машин пока еще неприемлемы и дороги для школьного обучения.

В нашей стране продолжает активно развиваться сеть станций «Орбита». Возрастает также число местных станций, которые принимают программы цветного телевидения. Чтобы расширить зоны уверенного приема, разрабатываются более совершенные передающие и приемные устройства. Так дальнейшее уменьшение собственных шумов приемника достигается использованием параметрических усилителей с более низкой шумовой температурой, например усилителями, первые каскады которых охлаждаются парами гелия. Увеличение мощности бортовых передатчиков позволит упростить наземное оборудование и в ближайшем будущем осуществлять прием телевизионных передач со спутников связи непосредственно на домашние антенны. При этом качество передач возрастет, так как исчезнет прием многократно отраженных сигналов, что особенно существенно в горах и крупных городах. С завершением этих работ в нашей стране не

\* В. В. Куликов. Современные системы беспроводной дальней связи. М., Изд-во «Наука», 1968 г.

\*\* «Радиоэлектроника в 1971 году», вып. V, 1972 г.



## ПОТОК НЕЙТРИНО ИЗ КОСМОСА

Более пяти лет в Брукхейвенской национальной лаборатории (США) ведутся поиски солнечных нейтрино. И все эти годы детектор регистрировал поток нейтрино, много меньший, чем предсказывала теория ядерных реакций на Солнце. Однако с 7 июня по 5 ноября 1972 года количество зарегистрированных нейтрино неожиданно возросло втрое по сравнению с обычно наблюдавшимися.

В то же время в окрестности Земли произошли необычные астрофизические явления. 4 августа 1972 года наблюдалась крупная вспышка на Солнце. («Земля и Вселенная», № 2, 1973 г., стр. 36—37.— *Ред.*) Примерно тогда же сильный всплеск радиоизлучения от источника Лебедь X-3 достиг нашей планеты. И, наконец, американские искусственные спутники Земли «Vela» обнаружили мощные пульсации гамма-излучения. («Земля и Вселенная», № 1, 1974 г., стр. 55.— *Ред.*) Руководители брукхейвенского эксперимента доктора Р. Девис и Д. Эванс не склонны считать ни одно из этих событий источником зарегистрированных нейтрино. Ученым еще предстоит подыскать подходящее по времени и масштабу явление, чтобы объяснить столь сильный рост потока космических нейтрино.

«Science News», 104, 7, 8, 1973.

останется практически мест, где невозможно будет пользоваться телевидением (в настоящее время телевизионным вещанием покрывается территория, на которой проживает более 70% населения нашей страны).

Развитая сеть наземных радиорелейных линий и спутниковая связь создадут предпосылки для организации в Советском Союзе единой сети и образовательного телевидения. В настоящее время многие телецентры непосредственно связаны друг с другом. Например, программы Владивостока принимает Московская станция и по сети «Орбита» транслирует их на всю территорию Советского Союза. Третья программа Центрального телевидения стала, по существу, образовательной, и все большее число местных телецентров ее ретранслируют. Многопрограммные телецентры строятся или уже построены в Минске, Ташкенте, Тбилиси. Связь через спутники, существенно расширившая возможности телевидения, войдет естественной составной частью в Единую автоматизированную систему связи всей страны.

Большие перспективы в области международного сотрудничества открывает недавно созданная Международная система и организация космической связи Интерспутник, предназначенная для обеспечения своих членом (Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, СССР и Чехословакии) телефонной и телеграфной связью, для обмена радио- и телепрограммами, а также для передачи других видов информации через спутники. Интерспутник — открытая международная организация. Ее членами могут быть государства, пра-

вительства которых подписали соглашение или присоединились к нему.

Одним из перспективных направлений в развитии телевизионных образовательных систем представляются спутниковые системы непосредственного телевизионного вещания (НТВ) на индивидуальные и коллективные антенны. Здесь наиболее удобным оказывается применение в качестве ретрансляторов стационарных спутников, так как в этом случае отпадает необходимость в следящих антенных устройствах. Чтобы практически осуществить систему НТВ, необходимо преодолеть многие технические трудности (например, осуществить разработку высоконадежных мощных ретрансляторов), а также решить ряд правовых и организационных проблем. Ведь системы НТВ не могут быть прерогативой одного или нескольких государств. Необходимо осуществлять взаимное многостороннее сотрудничество по различным техническим и правовым вопросам.

Накопленный опыт исследования космического пространства лишний раз подтверждает, что истинные научные достижения постепенно становятся достоянием всего общества, укрепляют международные контакты, способствуют сближению людей. Можно надеяться, что, используя спутники связи для обучения, мы уже в следующем десятилетии станем свидетелями небывалого прогресса в области образования. Здесь открывается широкий простор для международного сотрудничества, для объединения усилий всех стран мира.



## ТЕКТОНИКА И УРОВЕНЬ МОРЯ

Тот факт, что в истории Земли были периоды, когда Мировой океан занимал значительно большую площадь, чем ныне, известен уже около столетия. Однако о причинах происшедших изменений ученые судят по-разному.

Очередную гипотезу предложили исследователи Ламонтской геологической обсерватории Колумбийского университета в Палисейдсе. Они считают, что охватывавшие почти всю планету наступание и отступление моря в эпоху среднего и верхнего мелового периода (85—140 млн. лет тому назад) были вызваны пульсациями скорости расширения дна океана.

За быстрым расширением («растеканием») морского дна следовал бурный рост подводных Срединно-океанических хребтов, приводивший к уменьшению вместимости бассейнов. В результате вытесненный объем воды затоплял окраинные области континентов. Около 85 млн. лет тому назад темпы расширения океанического дна резко сократились и произошло отступление моря. Подобные изменения должны были весьма существенно отразиться на климате планеты, на циркуляции вод в океане и даже на распространенности многих биологических видов. Ученые призывают специалистов искать факты, свидетельствующие о подобных переменах.

«Nature», 246, 5427, 1973.

## ДРЕВНЕЙШИЕ ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ В МИРЕ

В 1972 году группа английских геологов обнаружила в западной части Гренландии древнейшие изверженные гранитные породы, возраст которых оказался 3,70—3,75 млрд. лет.

Продолжая исследования в 1973 году, геологи из Оксфордского университета нашли около Исуа, в 150 км к северо-востоку от Готхоба (юго-западная Гренландия) известные науке древнейшие образцы осадочных пород. («Земля и Вселенная», № 6, 1972 г., стр. 86.—*Ред.*) Датирование их с помощью метода, основанного на измерении количества изотопов свинца, дало возраст, близкий к 3,76 млрд. лет ( $\pm 70$  млн. лет). Эти породы представляют собой бурый железняк, отложившийся из вод, очевидно, существовавшего тогда здесь бассейна.

«Nature», 245, 5421, 1973.



## ОЧЕРЕДНОЙ РЕЙС «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В октябре 1973 года научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» (Скрипсовский океанографический институт) завершило 32-й рейс по программе глубинного бурения в море.

Работы проходили в Тихом океане, между Японскими и Гавайскими островами. Одним из наиболее существенных фактов, установленных в ходе экспедиции, оказалось совпадение полосчатых магнитных аномалий в северо-западной части Тихого океана с рисунком магнитных аномалий вдоль обоих побережий Атлантического океана. Ширина полос магнитных аномалий, по мнению сторонников гипотезы дрейфа континентов, свидетельствует о раздвижении дна океана и образовании молодой земной коры. Причем, 115—150 млн. лет тому назад это раздвижение происходило здесь со скоростью, вдвое большей, чем в других районах.

Совпадение магнитных аномалий в южной части Атлантического и в Тихом океанах позволяет точнее датировать момент, когда в результате предполагаемого дрейфа континентов «открылся» бассейн Атлантики. По видимому, это произошло в период между 125 и 130 млн. лет тому назад. Первоначально, согласно гипотезе тектоники плит, Атлантический бассейн представлял собой лишь узкую водную полосу, аналогичную нынешнему Красному морю или Калифорнийскому заливу.

«Science News», 104, 18, 1973.



## Николай Павлович Барабашов (К 80-летию со дня рождения)

Далеко не каждому астроному удается увидеть, как результаты, полученные им во время длительных наблюдений у телескопа, подтверждаются непосредственными исследованиями на поверхности небесного объекта. Эту редчайшую радость испытал Герой Социалистического Труда, академик АН УССР Николай Павлович Барабашов. Начатые им в 20-е годы наблюдения физических свойств лунной поверхности нашли блестящее подтверждение после мягких посадок на Луну советских космических аппаратов «Луна-9», «Луна-13» и американских аппаратов «Сервейер».

Николай Павлович Барабашов родился в Харькове 30 марта 1894 года в семье профессора медицины Харьковского университета, видного окулиста. Еще гимназистом Николай Павлович проявил незаурядные способности и глубокий интерес к астрономическим наблюдениям, изготовлению астрономических инструментов. Его первые заметки о результатах наблюдений Марса, Венеры, солнечных пятен были опубликованы в 1912—1915 годах в журнале Французского астрономического общества «L'Astronomie» и в «Известиях Русского общества любителей мироведения», членом которого он состоял.

Окончив I Харьковскую гимназию, Н. П. Барабашов в 1912 году поступил на физико-математический факультет Юрьевского университета. Тяжелое заболевание (туберкулез легких) вынудило его прервать учебу и поехать лечиться в Италию. Возвратившись в Харьков в 1914 году, Николай Павлович поступил на физико-математический факультет Харьковского университета, после окончания которого в

1919 году он был оставлен при кафедре астрономии для подготовки к профессорскому званию. С этого времени вся научная, педагогическая и общественная деятельность Н. П. Барабашова связана с Харьковским университетом и обсерваторией.

Одно из первых открытий, принесшее ученому известность, — особенности отражения света от поверхности лунных морей. Их наблюдения Н. П. Барабашов начал в связи с предложенной ему В. Г. Фесенковым работой по определению альbedo земного шара. В результате наблюдений (1918 г.) Н. П. Барабашов установил, что любой участок поверхности лунных морей, независимо от его положения на диске, достигает максимальной яркости при минимальном значении угла фазы, когда почти совпадают направления падающего и отраженного солнечных лучей. Эту особенность молодой астроном объяснил сильной изрытостью, пористостью лунной поверхности. В своей работе «Определение альbedo Земли и закона отражения от поверхности лунных морей. Теория трещин», опубликованной в 1922 году в журнале «Astronomische Nachrichten», Н. П. Барабашов провел расчет для модели вертикальных, бесконечно глубоких трещин и показал, что величина пористости лунной поверхности должна составлять около 70% — это значение очень близко к современному.

В 20-е годы Николай Павлович выполнил важные работы по фотометрии, колориметрии и поляриметрии лунной поверхности и образцов земных горных пород. В статье «Спектрофотометрические исследования лунной поверхности», появившейся в пер-

вом томе «Русского астрономического журнала» за 1924 год, Н. П. Барабашов обосновал, что поверхность Луны по своему альbedo и цвету соответствует земным базальтам, лаве и вулканическому пеплу. Эти и последующие труды Н. П. Барабашова положили начало изучению свойств лунной поверхности и физическому планетоведению в нашей стране.

Комплексные исследования, основанные на сравнительном изучении Н. П. Барабашовым нескольких оптических характеристик — закона отражения, степени поляризации, показателя цвета, спектральной отражательной способности, привели к выводам о том, что наружный покров Луны состоит из вулканических пород базальтового типа и отличается большой пористостью, достигающей 60—70%, а размеры зерен лунного грунта — от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Эти результаты, как известно, получили подтверждение при непосредственном изучении Луны космическими аппаратами «Луна-9», «Луна-13», «Сервейер», передавшими панорамы лунной поверхности, а также при исследовании образцов лунных пород, доставленных на Землю.

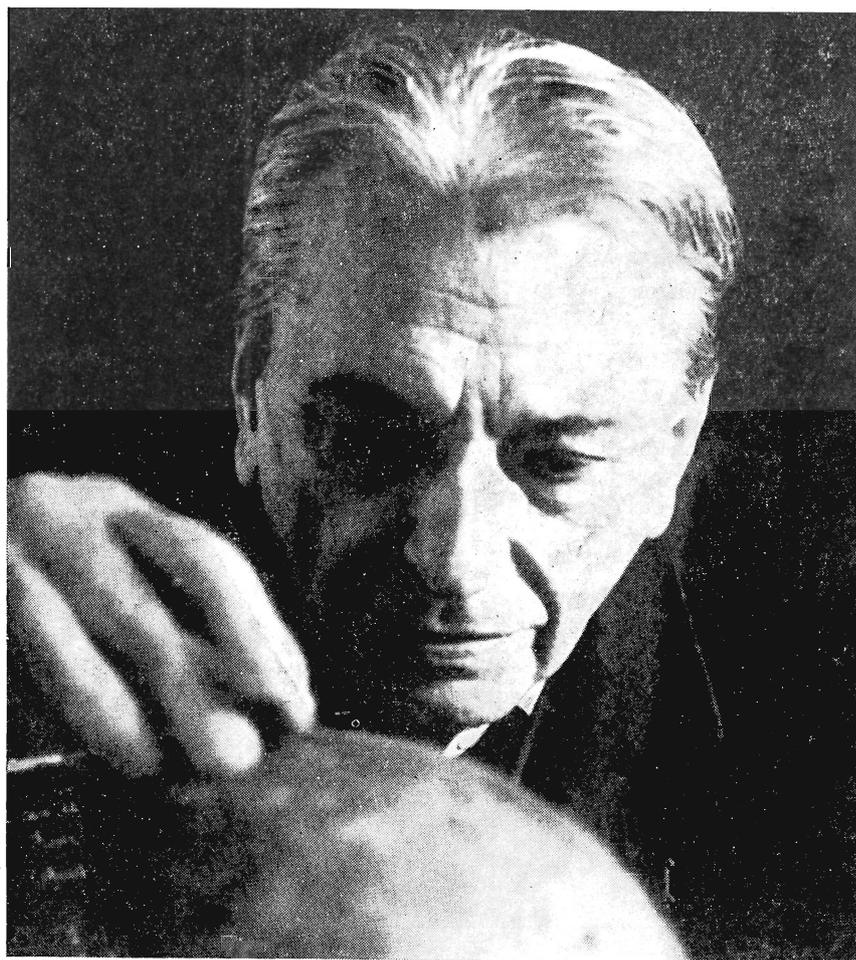
Н. П. Барабашов — один из авторов и редакторов первого «Атласа обратной стороны Луны», составленного по фотографиям, полученным с борта автоматической межпланетной станции «Луна-3». Под руководством Николая Павловича составлен и первый фотометрический каталог деталей обратной стороны Луны.

Исследования лунной поверхности всегда занимали видное место и в работах Харьковской обсерватории, которую Н. П. Барабашов возглавил в

1930 году. Под руководством Николая Павловича аспирантка В. А. Федорец в 1948—1950 годах выполнила обширное фотометрическое исследование лунной поверхности. Эти результаты вошли в «Харьковский фотометрический каталог лунной поверхности», который в дальнейшем служил основой для изучения структурных и фотометрических особенностей участков и деталей лунного ландшафта.

Исследуя физическую природу Луны и планет, Н. П. Барабашов начиная с 30-х годов применял метод фотографической фотометрии. Фотометрические исследования Венеры, проведенные Н. П. Барабашовым в 1932 году, выявили «квазизеркальный характер» отражения света от видимой поверхности планеты. Оказалось, что максимум яркости соответствует тому участку диска Венеры, для которого угол падения равен углу отражения, а падающий и отраженный лучи лежат по разные стороны нормали. Весьма вероятно, что эта особенность объясняется наличием в облачном покрове планеты ледяных кристалликов, о чем свидетельствуют, в частности, результаты спектрофотометрических наблюдений Венеры в инфракрасной области.

Большой вклад внес Николай Павлович в изучение Марса. Многолетние фотометрические наблюдения планеты со светофильтрами позволили ему на основе теории рассеяния света в планетных атмосферах определить оптические характеристики Марса — альбедо и цвет различных образований, закон отражения. Н. П. Барабашов установил, что не только светлые, но и темные области Марса красные по отношению к белому эк-



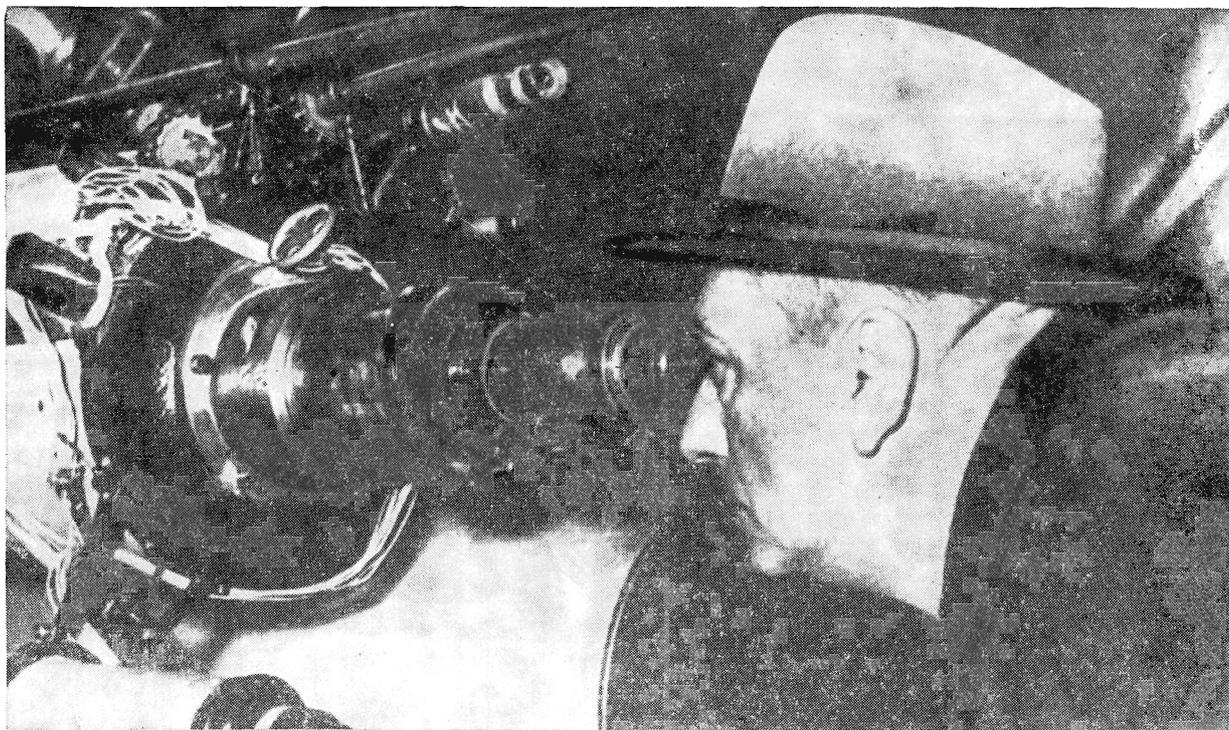
рану, а полярные шапки состоят из двух компонент: несплошного покрова на поверхности и расположенных выше облачных образований. Сравнительное изучение данных фотометрических исследований Марса, проведенных в различные противостояния, показало, что соотношение газовой и аэрозольной компоненты атмосферы существенно меняется. Эти изменения проявляются, например, в характере распределения яркости по диску планеты.

Фотографическая фотометрия Сатурна и его колец, выполненная впер-

вые на Харьковской астрономической обсерватории в 1932 году, привела к интересному выводу о том, что вещество внутреннего кольца простирается до самого шара планеты. Фотометрические наблюдения Юпитера позволили установить, что оптическая толща слоя атмосферы над облачным покровом невелика, а светлые и темные полосы лежат примерно на одной и той же высоте. Оказалось, что падение яркости к краю диска планеты несколько меняется от года к году. Это, возможно, связано с солнечной активностью.

Многочисленные результаты изучения природы Луны и планет Н. П. Барабашов обобщил в монографиях «Исследования физических условий на Луне и планетах» (1952 г.), «Результаты

■  
*Н. П. Барабашов рассматривает лунный глобус*



■  
*Н. П. Барабашов во время занятий со студентами на Харьковской обсерватории*

■  
*рабашов на X съезде Международного астрономического союза*

■  
*Известные исследователи планет Дж. Койпер (1905—1973) и Н. П. Барабашов*

■  
*Н. П. Барабашов проводит наблюдения в 200-миллиметровый рефрактор Харьковской обсерватории*

ты фотометрических исследований Луны и планет на Харьковской астрономической обсерватории за 40 лет» (1957 г.), «О методах фотографического фотометрирования планет» (1966 г.), «Природа небесных тел и их наблюдение» (1969 г.). Список работ Николая Павловича включает свыше 500 научных статей, монографий, учебных пособий, научно-популярных брошюр и статей.

Важную роль в развитии исследований Луны и планет в нашей стране сыграла деятельность Комиссии по физике планет Астрономического совета АН СССР, которую Николай Павлович возглавлял в течение пятнадцати лет. По инициативе Комиссии, координирующей планетные исследования, изучение планет началось на Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР, Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, Главной астрономической обсерватории АН УССР и в Астрофизическом институте АН КазССР. Привлекались к планетным наблюдениям и любители астрономии из Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

Николай Павлович как директор Харьковской обсерватории всегда заботился о расширении ее инструментальной базы. В 1931 году он передал обсерватории изготовленный им еще в студенческие годы 270-миллиметровый рефлектор. В 1935 году на Харьковской астрономической обсерватории под руководством Н. П. Барабашова и ленинградского оптикамеханика Н. Г. Пономарева был сконструирован и создан первый отечественный спектрогелиоскоп, который в дальнейшем сыграл немалую роль в

развитии Службы Солнца в нашей стране. В послевоенные годы Николай Павлович организовал вблизи поселка Гракова (Чугуевский район, Харьковская область) наблюдательную станцию, где был установлен 70-сантиметровый телескоп (АЗТ-8).

Очень много сделал Николай Павлович в 1943—1946 годах на посту ректора Харьковского государственного университета. Несмотря на трудности военного времени, коллектив Харьковского университета возобновил учебную работу, решал важнейшие научные проблемы, необходимые для фронта, для восстановления и подъема народного хозяйства и культуры. В 1948 году Н. П. Барабашов был избран действительным членом Академии наук Украинской ССР.

Более 50 лет Николай Павлович вел большую педагогическую работу. С 1935 года и до последних дней своей жизни он возглавлял кафедру астрономии в Харьковском университете. Николай Павлович отличался высокой эрудицией и блестящим лекторским талантом, всегда уделял большое внимание глубоко идейному, патристическому воспитанию подрастающего поколения специалистов. Студенты-астрономы, воспитанники Харьковского университета, в годы Великой Отечественной войны проявили мужество и героизм. А сейчас многочисленные ученики и последователи Николая Павловича — докторы и кандидаты наук — работают в различных обсерваториях страны.

На протяжении всей своей трудовой деятельности коммунист Николай Павлович Барабашов принимал самое активное участие в общественно-поли-

тической жизни страны. Он неоднократно избирался членом Харьковского городского и областного комитетов партии, был депутатом Верховного Совета СССР.

Научную и общественную работу Николай Павлович успешно сочетал с плодотворной популяризаторской деятельностью, начав ее еще в годы гражданской войны. В 1921 году Николай Павлович был делегатом I Всероссийского съезда любителей мирозведения и возглавлял астрономическую секцию съезда. В 1925—1926 годах он заведовал астрономическим отделом Всеукраинского музея имени Артема. Николай Павлович часто выступал с лекциями перед трудящимися и военнослужащими, по радио и телевидению, публиковал многочисленные статьи и заметки в газетах и журналах. Он всегда находил время ответить на каждое письмо, посоветовать, рассказать, поделиться опытом.

Советское правительство высоко оценило заслуги Николая Павловича, наградив его четырьмя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и медалями. В 1969 году ему было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда.

29 апреля 1971 года смерть оборвала жизненный путь ученого. До последнего дня Николай Павлович был полон неиссякаемой творческой энергии, не прекращал исследовательской и организаторской деятельности.

**Кандидат физико-математических наук  
В. И. ЕЗЕРСКИЙ**

**Кандидат физико-математических наук  
К. Н. КУЗЬМЕНКО**

**Кандидат физико-математических наук  
В. Х. ПЛУЖНИКОВ**



## Некоторые задачи астродинамики

Секция «Астродинамика» провела три заседания, каждое из них посвящалось определенной тематике. На заседаниях обсуждалось более 30 работ советских и зарубежных ученых. Некоторые доклады были представлены целыми коллективами авторов.

Что же такое астродинамика, чем она занимается и в какой связи находится с другими проблемами науки, изучающей космическое пространство?

В 1963 году профессор Г. Н. Дубошин и член-корреспондент АН СССР Д. Е. Охоцимский, выступая на XIV конгрессе МАФ, определили предмет астродинамики следующим образом: астродинамика занимается изучением поступательных и вращательных движений неуправляемых и управляемых космических аппаратов, разработкой и применением методов проектирования орбит и другими динамическими задачами, связанными с осуществлением космических полетов. Значит, астродинамика — это теория движения искусственных небесных тел. Напомним, что небесная механика изучает движения естественных небесных тел — планет, комет, спутников планет, звезд и звездных систем.

Объекты исследования небесной механики не подвластны нашей воле (по крайней мере, в настоящее время) и движутся под действием только естественных сил природы. Объекты исследований астродинамики — искусственные небесные тела тоже движутся, конечно, под действием естественных сил природы, но их движения могут изменяться по воле человека, который своими руками создал эти тела и управляет ими с помощью спе-

циальных двигателей или радиосигналами, посылаемыми с Земли. Читатели нашего журнала знают, что в октябре 1973 года состоялся очередной XXIV конгресс Международной астронавтической федерации («Земля и Вселенная», № 2, 1974 г., стр. 53—58.— Ред.) Обширная программа конгресса, как и раньше, предусматривала работу секции «Астродинамика», организованной и возглавляемой двумя ее председателями — автором настоящей статьи Г. Н. Дубошиным (СССР) и П. Контансу (Франция). Это один из многочисленных примеров научного сотрудничества двух дружественных стран.

циальных двигателей или радиосигналами, посылаемыми с Земли.

Число искусственных небесных тел постоянно увеличивается, программа их работ становится разнообразнее и сложнее. Поэтому содержание предмета астродинамики не остается неизменным и расширяется, растут ее контакты с другими науками.

Первые искусственные небесные тела — искусственные спутники Земли — вначале были небольшими по размерам аппаратами, которые двигались в непосредственной окрестности Земли под действием только естественных сил природы, главным образом подчиняясь силе притяжения Земли. У нашей планеты сложное строение и неправильная форма, поэтому расчеты в астродинамике более сложны, чем в классической небесной механике, где небесные тела большей частью рассматриваются как материальные точки, взаимно притягивающиеся в строгом согласии с законом всемирного тяготения Ньютона.

Другая важная сила, действующая на искусственные спутники Земли,—

сила сопротивления атмосферы, не учитываемая небесной механикой, но имеющая первостепенное значение для аэронавтики и астродинамики. Астродинамика, которая обязана принимать во внимание силы, возникающие от движения космического аппарата в земной атмосфере, тесно взаимодействует с геофизикой и метеорологией. Наконец, не последнюю роль при расчетах движений спутников играют силы магнитного поля Земли и силы лучевого давления вследствие влияния солнечной радиации.

По мере развития астронавтики спутники стали обращаться на более удаленных от Земли орбитах, чем прежде. Орбиты тоже стали разнообразнее. Если спутник движется по очень вытянутой эллиптической орбите, имеющей значительную полуось и большой эксцентриситет, то для него очень важна сила притяжения Луны, Солнца и некоторых больших планет. Спутник, удаляющийся от Земли на огромное расстояние, испытывает незначительное воздействие нашей планеты. В этом случае Землю рассматривают, следуя законам классической небесной механики, просто как материальную точку.

С развитием науки и техники увеличиваются размеры космических аппаратов, их снабжают разнообразной и сложной аппаратурой для исследования космического пространства. Спутники «научились» по командам с Земли изменять свои орбиты. Значительно усложнилась конструкция космических аппаратов, предназначенных для изучения Луны и планет.

Говоря о движении искусственных спутников Земли и других космиче-



ских аппаратов, мы до сих пор имели в виду их поступательные движения, когда весь аппарат переносится из одного места пространства в другое, так же, как и всякое естественное небесное тело, например Луна или какая-нибудь планета. Однако движение искусственного небесного тела не ограничивается только его поступательным движением. Всякий космический летательный аппарат вдобавок еще и вращается вокруг своего центра масс. Эти вращательные движения необходимо не только изучать, но и уметь ими управлять.

Конструктивно управление вращательным движением осуществляется специальными двигателями и радиотехническим оборудованием. Мы не будем описывать «астронавигационную технику». Читателю и так ясно, что при расчете поступательных и вращательных движений космического аппарата необходимо иметь точное представление о силах, действующих на аппарат во время его движения, и об эффектах, которые эти силы способны производить.

Как были представлены основные задачи астродинамики в докладах на XXIV конгрессе МАФ?

Первое заседание секции «Астродинамика» по решению Программного комитета XXIV конгресса МАФ посвящалось 500-летию со дня рождения Н. Коперника. Заседание открылось «Словом о Копернике». Профессор Е. А. Гребеников охарактеризовал роль гениального ученого в развитии научного мировоззрения, в развитии науки, изучающей космическое пространство.

Следуя девизу конгресса «Космические исследования: влияние на нау-

ку и технику», секция рассмотрела влияние астродинамики на развитие небесной механики. Докладчик доктор физико-математических наук В. А. Брумберг наглядно показал тесную взаимосвязь этих двух наук и отметил задачи небесной механики, решение которых наиболее существенно для астродинамики.

Главная из этих задач — построение высокоточной теории движения больших планет, их спутников, а также некоторых малых планет и комет. Действительно, движение космического аппарата прежде всего зависит от притяжений небесных тел. Для точного расчета положения и скорости искусственного небесного тела необходимо знать точные положения и скорости упомянутых естественных небесных тел. Над этой задачей усердно работают теоретики. Их труды позволяют проектировать полеты космических кораблей в различные области Солнечной системы.

Другая важная задача небесной механики, непосредственно вызванная потребностями астродинамики, — изучение гравитационного поля Луны, Земли и других планет. Это необходимо для точного расчета движений искусственных спутников планеты, «небесных лабораторий», космических станций, посадок и взлетов космических кораблей.

Расчет движения искусственного спутника вблизи конкретной планеты, действительно, один из существенных вопросов астродинамики. Изучая астрономическими и радиофизическими методами движение спутника вокруг планеты, можно определить форму и физическую модель строения планеты, что практически и делается для

Земли и Луны, а отчасти для Марса и Венеры. Поэтому несколько докладов на первом заседании секции «Астродинамика» было посвящено различным вопросам теории движения искусственных спутников близ планеты. Американский ученый Б. Гарфинкель рассмотрел проблему «критического наклона». Многие искусственные спутники Земли запускаются на орбиты, наклон которых к плоскости экватора Земли составляет около  $63^\circ$  (что наиболее выгодно для решения ряда практических вопросов). Но если к движению спутников приложить обычные методы теории возмущений небесной механики, в выражениях для координат спутников появляются члены, содержащие в знаменателе значения, близкие к нулю. Так создаются большие затруднения в теории и практике. Метод Гарфинкеля позволяет обойти это затруднение и получить расчетные формулы без малых величин в знаменателе.

В докладе группы ученых, возглавляемой академиком АН АзербСССР Г. Ф. Султановым, рассказывалось о работах по небесной механике и астродинамике, выполняемых на Шемхинской астрофизической обсерватории.

На втором заседании секции «Астродинамика» рассматривалась теория вращательного движения искусственных небесных тел около их центров масс. Обзорный доклад сделали два американских ученых Р. Робертсон и П. Лайкенс. Они охарактеризовали влияние космических исследований на научные и технические аспекты механики вращающихся тел. Отметим классические работы Л. Эйлера, Ж. Лагранжа, С. В. Ковалевской, авто-



ры обсудили ряд проблем, вызванных нуждами астродинамики. Сюда относятся, например, изучение влияния различных возмущающих моментов на вращение спутника, исследование устойчивости вращательного движения и методы обеспечения устойчивости, теория вращательного движения системы связанных тел, учет эффектов нежесткости элементов двигающихся и вращающихся аппаратов, разработка нового динамического формализма с учетом возможностей электронно-вычислительных машин и т. д. Таким образом, теория вращательного движения небесного тела, имевшая в классической небесной механике сравнительно небольшое значение (изучалась в основном только теория вращательных движений Земли и Луны), в астродинамике заняла весьма важное место и стала одним из ее основных разделов.

Несколько докладов советских и зарубежных авторов было посвящено вопросам стабилизации искусственных спутников с применением солнечных батарей большого размера или специальных маховиков. Теоретически такие задачи приводят к изучению вращательных движений сложных систем твердых и нежестких тел, а практически — к наивыгоднейшим параметрам системы (размеры отдельных частей аппарата, их массы, динамические параметры и т. п.). Удачный подбор параметров обеспечивает космическому аппарату на длительное время необходимый режим вращения вокруг центра масс.

Другая группа ученых, в частности член-корреспондент АН СССР В. В. Румянцев, представила доклады об устойчивости заданных установившихся

вращательных движений космических аппаратов. При решении таких задач советские и зарубежные специалисты широко используют методы теории устойчивости движения, созданной еще в конце прошлого века А. М. Ляпуновым, дополненной и частично развитой в основном советскими учеными. Сюда же относятся доклад П. Байнума (США) о некоторых обобщениях метода Ляпунова на случай свободно вращающихся космических аппаратов и доклад В. Моды (Канада) о влиянии гравитационных моментов на устойчивость вращательного движения составных спутников. Известный интерес вызвало выступление Т. Митчела (США), посвященное попытке изучить влияние на вращательное движение космического аппарата случайных моментов, возникающих непредвиденно вследствие спорадических возмущений, которые невозможно учитывать в математической теории.

На последнем, третьем заседании секции «Астродинамика» рассматривались задачи оптимизации. Теория оптимизации — наиболее характерная и важная часть современной астродинамики. Методы этой теории заключаются в выборе наиболее простого способа расчета поступательного или вращательного движения космического аппарата. Оптимальное решение любого вопроса управления полетом или вращательным движением состоит в создании простой, надежной и экономичной системы. Решение обычно требует численного расчета весьма большого количества различных вариантов поставленной задачи с различными числовыми значениями исходных параметров. Здесь нужны

дальнейшая разработка и улучшение математических теорий, используемых при решении задач оптимизации. Эти подходы были широко отражены в девяти докладах советских и зарубежных ученых на последнем заседании секции «Астродинамика».

Группа авторов во главе с академиком Б. Н. Петровым (СССР) обсуждала проблему мягкой посадки космического аппарата на поверхность Марса. Авторы предложили оптимальную схему управления и проанализировали траектории полета. Найден алгоритм работы системы управления с использованием электронной вычислительной машины, находящейся на борту космического аппарата.

Советский ученый В. А. Егоров в своем докладе показал, как можно аналитически решить задачу наилучшего одноимпульсного перехода с эллиптической орбиты на гиперболическую. Решение задачи имеет большое значение при расчете полета космического аппарата с околоземной орбиты в более далекие области космического пространства. Докладчик впервые получил решение для случая, когда орбита значительно отличается от круговой.

В. А. Сарычев и В. И. Пеньков (СССР) анализировали оптимальный выбор параметров гравитационной системы, стабилизирующей спутники дополнительным подвесом. Докладчики решили оптимальную задачу о вращательном движении искусственного небесного тела.

К. Попп и В. Милен (ФРГ) представили доклад, относящийся к этой же области астродинамики. Они рассмотрели вопрос об оптимизации систем демпфирования вращательного дви-

## Международный симпозиум «Гравитационное излучение и гравитационный коллапс»

жения гибких вращающихся космических аппаратов. В качестве основной модели для исследования Попп и Миллен выбрали аппарат, состоящий из центрального тела с четырьмя расходящимися в разные стороны гибкими фермами.

Р. Бруш и Ж. Пельтье (Франция) задались целью построить модель параметрического управления и оптимального расчета параметров в теории полета космического аппарата.

Следует отметить доклад американского ученого Дж. Андерсона о решении задачи оптимизации межзвездного релятивистского полета космической ракеты. Хотя подобные исследования в настоящее время еще не приобрели прикладной характер, число работ, опубликованных на эту тему, возрастает. Андерсон в своем докладе рассматривает с релятивистской позиции прямолинейные траектории разгона и торможения ракеты. На основе анализа четырех типов ракет автор заключил, что достигнуть ближайшую звезду за период жизни человека можно на идеальной фотонной ракете, у которой скорость истечения ( $v$ ) равна скорости света ( $c$ ), на термоядерной с реакцией синтеза при  $v = 0,08993 c$  и на термоядерной с реакцией деления при  $v = 0,0388 c$ .

Конгрессы МАФ, как известно, проводятся ежегодно, и на каждом конгрессе в числе многих других разделов космонавтики освещаются проблемы астродинамики, которые постоянно расширяются и усложняются, охватывая все новые и новые задачи на пути познания Вселенной.

Профессор  
Г. Н. ДУБОШИН

В сентябре 1973 года в Варшаве состоялся симпозиум Международного астрономического союза, посвященный проблемам гравитационного излучения и гравитационного коллапса. В его работе приняло участие более 120 физиков и астрофизиков из 20 стран. Приезд на симпозиум представительной советской делегации, одной из самых многочисленных и активных, по праву отражал значительный вклад советских ученых как в теорию, так и в экспериментальные аспекты обсуждавшихся проблем.

Симпозиум был весьма своевременным событием научной жизни: эксперименты и наблюдения, выполненные в последние годы, показали, что астрофизика подошла уже вплотную к проверке предсказаний теоретической физики о существовании гравитационных волн и гравитационного коллапса.

Полноправными участниками дискуссий о проблемах гравитационного излучения, некогда собиравшими лишь узкий круг теоретиков, стали на симпозиуме физики-экспериментаторы, занимающиеся поисками гравитационных волн. Уже в ряде стран — Англии, Италии, СССР, США и ФРГ — повторены опыты Дж. Вебера, объявившего о регистрации гравитационного излучения. («Земля и Вселенная», № 4, 1973 г., стр. 19—25.— Ред.) Новые эксперименты, точность которых была не ниже, чем у Вебера, дали от-

Редакция продолжает публикацию материалов чрезвычайной ассамблеи Международного астрономического союза, посвященной 500-летию юбилею Николая Коперника. Начало см. «Земля и Вселенная», № 2, 1974 г., стр. 58—65.

рицательный результат. Как одно из возможных, хотя и маловероятных объяснений такого разногласия, высказано предположение, что источник гравитационных волн сильно уменьшил свою интенсивность за короткое время. Этому противоречат, однако, результаты Вебера, который сообщил, что и сейчас продолжает наблюдать несколько раз в сутки на двух детекторах совпадающие сигналы. Едва ли можно сомневаться, что антенны Вебера действительно что-то регистрируют, но это «что-то», скорее всего, не гравитационные волны. В пользу такого неутешительного вывода свидетельствует корреляция сигналов, регистрируемых этими антеннами, с геомагнитной и солнечной активностью.

Поиски гравитационных волн продолжают несколько групп исследователей, в том числе и советские экспериментаторы из Московского государственного университета, Института космических исследований АН СССР и Института физики Земли АН СССР. Они пока не обнаружили ни одной пары совпадающих сигналов, которые можно было бы интерпретировать как гравитационные волны. Руководитель этих работ профессор В. Б. Брагинский, выступивший на симпозиуме, большую часть своего доклада посвятил перспективам техники детектирования гравитационных волн. Советские и американские исследователи надеются, что при повышении чувствительности приемников гравитационного излучения на 6—7 порядков можно будет зарегистрировать в диапазоне 1—10 кгц гравитационные волны от вспышек Сверхновых в ближайших галактиках. (Чувствительность совре-

менных гравитационных антенн около  $10^6$  эрг/см<sup>2</sup>·гц, надо достигнуть чувствительности порядка 1 эрг/см<sup>2</sup>·гц.) Один из возможных путей повышения чувствительности, выбранный американскими экспериментаторами,— охлаждение детектора до очень низких температур (около 0,003° K). Советские физики создают сейчас регистрирующую аппаратуру иного типа, в которой высокое отношение сигнала к шуму будет обеспечено приемником с весьма высокой добротностью.

Много докладов, сделанных на симпозиуме, было посвящено проблемам гравитационного коллапса и черных дыр. Глобальные свойства черных дыр и их роль в космологии и теории элементарных частиц изложил академик М. А. Марков. Черная дыра — это образующаяся в результате коллапса область пространства-времени, из которой не могут выйти никакие сигналы во внешний мир. Граница, отделяющая черную дыру от внешнего мира, называется горизонтом событий. Английский теоретик Р. Пенроуз рассказал о сингулярностях, предсказываемых теорией как следствие коллапса. (Сингулярности — это области пространства-времени со столь высокой плотностью энергии, что в них неприменимы законы общей теории относительности Эйнштейна; возможно, явления в этих областях вообще нельзя описывать обычными категориями пространства и времени.) Согласно Пенроузу, сингулярности могут быть двух типов: «одетые», то есть окруженные горизонтом событий, и «нагие», которые не имеют горизонта. В качестве гипотезы был выдвинут «принцип космической цензуры», запрещающий образование «нагих» син-

гулярностей в нашей Вселенной в результате коллапса материи. Все попытки доказать этот принцип пока безрезультатны. Однако не увенчались успехом и попытки сконструировать контрпримеры. Между тем, если бы «нагие» сингулярности в нашей Вселенной существовали, в ней могли бы твориться самые невероятные вещи: рождение материи в черных дырах и ее выброс во внешний мир, разрушение и исчезновение однажды возникших черных дыр, нарушение многих привычных законов физики...

Пенроуз сформулировал актуальные, еще не решенные проблемы гравитационного коллапса. Так, теоретикам предстоит узнать, может ли возникать сингулярность на горизонте черной дыры, когда есть внешние поля; устойчива ли черная дыра относительно больших возмущений; возможно ли образование «нагой» сингулярности у быстро вращающейся черной дыры. Все эти важные вопросы теории ждут своего решения.

Академик Я. Б. Зельдович предложил расширить «принцип космической цензуры» до утверждения: «В природе вообще не существует «нагих» сингулярностей». К этому обобщению он пришел, рассматривая эволюцию так называемых «белых дыр». Белые дыры, теоретически предсказанные И. Д. Новиковым в 1964 году,— как бы антиподы черных дыр. Если черная дыра образуется в результате катастрофического сжатия вещества, то белая дыра, наоборот, расширяется из сверхплотного состояния и может появиться в любой момент времени. Внешний наблюдатель видит весь процесс «вылупления» белой дыры — здесь нет горизонта событий. Это рас-

ширение проявляется как взрыв с выделением огромной энергии и может предположительно рассматриваться как источник активности галактик. Я. Б. Зельдович показал, что вблизи состояния сингулярности квантовые эффекты неизбежно должны привести к интенсивному рождению пар частиц. Они выходят наружу, и белая дыра быстро теряет массу. Поэтому время ее жизни оказывается очень малым, так что вся картина явления белой дыры должна сильно измениться. Дальнейшее изучение этого вопроса продолжается.

М. А. Марков привел соображения против «принципа космической цензуры», указав, что если сколлапсировавшее тело является источником скалярного поля, то вокруг него не должно существовать горизонта событий. Однако вопрос о том, обладают ли реальные черные дыры скалярными полями, остается полностью открытым.

О черных дырах обычно говорят как о массивных объектах (масса больше двух солнечных). А существуют ли черные дыры с массой много меньше солнечной? Английские теоретики Дж. Гиббонс и С. Хоукинг считают, что на ранних стадиях эволюции Вселенной могли возникать лишь очень небольшие черные дыры. С. Хоукинг и Б. Карр рассмотрели аккрецию вещества на черные дыры в ранней Вселенной. В принципе, черные дыры вблизи сингулярности должны были бы захватывать внутрь себя катастрофически много вещества. Однако наблюдения не дают каких-либо указаний на существование чрезмерно больших масс в сколлапсировавшем состоянии. Поэтому в 1967 году Я. Б.



СИМПОЗИУМ,  
КОНФЕРЕНЦИИ  
СЪЕЗДЫ

Зельдович и И. Д. Новиков поставили вопрос: не противоречит ли наблюдениям предположение об изначально существующих во Вселенной черных дырах? Расчеты, проведенные английскими теоретиками, говорят в пользу того, что если масса «изначальных» черных дыр невелика, то интенсивность аккреции на черные дыры в ранней Вселенной окажется небольшой.

Всеобщий интерес участников симпозиума вызвал доклад «Двойные рентгеновские источники» американского исследователя Р. Джаакони — одного из создателей и руководителей рентгеновских исследований в США. Он рассказал о работе специализированного рентгеновского спутника «Uhuru».

Последний каталог «Uhuru» (3U-каталог) содержит 161 источник. Достоверно известно, что семь из них входят в состав двойных звездных систем; подозреваются в двойственности и многие другие. Джаакони высказал предположение, что все сильные рентгеновские источники в нашей Галактике, не принадлежащие к остаткам Сверхновых,— компоненты двойных систем. Из упомянутых семи источников у двух наблюдаются строго периодические колебания рентгеновского потока (периоды 1,24 и 4,84 секунды), у четырех — непериодические пульсации в интервале от 0,1 секунды до нескольких секунд, у одного — непериодические пульсации с характерным временем в несколько минут. Последний источник находится в другой галактике — в Малом Магеллановом Облаке и обладает рекордно большой для точечных рентгеновских источников светимостью —  $3 \cdot 10^{38}$  эрг/сек. Ос-

тальные двойные рентгеновские источники имеют светимость от  $10^{36}$  до  $10^{37}$  эрг/сек.

Шесть источников отождествлены с оптическими звездами. Совокупность рентгеновских и оптических данных говорит в пользу того, что феномен рентгеновских пульсаров связан с аккрецией в тесных двойных системах на нейтронные звезды, а феномен рентгеновских непериодических источников — с аккрецией на черные дыры. Последнее предположение наиболее обоснованно в отношении источника Лебедь X-1.

На симпозиуме было сообщено об измерении расстояния до этого источника. Оно, видимо, ближе к 3—4 кпс, а не к 1—2 кпс, как предполагалось прежде. В результате светимость объекта должна быть в несколько раз больше, что позволяет исключить альтернативную модель — двойную систему с массами каждого из компонентов около одной солнечной. Остается следующая возможность: масса рентгеновского источника сравнительно большая и превышает верхний предел массы для остывшей звезды, еще способной удержаться в состоянии равновесия (этот предел по общепринятой, хотя и недостаточно уверенной оценке, составляет около двух солнечных масс). К такому выводу пришли, в частности, советские астрофизики В. М. Лютый, Р. А. Сюняев и А. М. Черепашук. Из эллипсоидальности видимого компонента этой системы они заключили, что масса невидимого рентгеновского спутника превышает семь солнечных. Однако некоторые предположения, лежащие в основе расчетов массы, недостаточно надежны. Настораживает и то, что

Лебедь X-1 — пока единственная рентгеновская звезда, оценка массы которой заметно превышает две солнечных. По-видимому, доказательством того, что Лебедь X-1 — черная дыра, было бы обнаружение таких специфических, очень кратковременных колебаний рентгеновского потока, каких не могут иметь нейтронные звезды и белые карлики.

До сих пор мы говорили о попытках найти черные дыры в двойных системах. Между тем можно ожидать, что одиночных черных дыр в Галактике будет намного больше, чем входящих в тесные двойные системы. Правда, светимость одиночных черных дыр заведомо низка, ведь межзвездный газ, аккреция которого на дыру обеспечивает ее свечение, очень разрежен. Проблеме обнаружения одиночных черных дыр был посвящен доклад В. Ф. Шварцмана. Расчеты показывают, что межзвездная плазма, «натягиваемая» одиночной черной дырой, должна разогреваться в ходе падения и излучать в магнитных полях, связанных с падающим веществом. По-видимому, часть возникающего излучения приходится на оптический диапазон, соответствующая светимость порядка  $10^{27}$ — $10^{30}$  эрг/сек. В Специальной астрофизической обсерватории АН СССР ведутся поиски одиночных черных дыр среди оптически слабых звезд, спектры которых лишены линий. Пока результаты наблюдений отрицательные — оптических объектов с переменностью в милли- и микросекунды найти не удалось. Однако в ближайшем будущем предполагается существенно повысить число анализируемых объектов, точность анализа и расширить временной диа-

## Поздние стадии эволюции звезд

пазон, внутри которого ведется поиск переменности.

Еще одна важная проблема, обсуждавшаяся на симпозиуме: существуют ли сверхмассивные черные дыры? Аккреция на такие объекты с массами  $10^4$ — $10^9$  солнечных рассматривается как возможный источник активности ядер галактик и квазаров. Трудности данной гипотезы суммированы недавно одним из авторов настоящей заметки. («Земля и Вселенная», № 3, 1973 г., стр. 25—33.— Ред.) Выступая на симпозиуме, Л. М. Озерной привел дополнительные аргументы против этой интерпретации, которые выявились в результате анализа новых наблюдений, относящихся к радиопеременности квазаров и истечению вещества из ядер галактик.

Итак, симпозиум показал, что одна из наиболее «горячих» точек современной астрофизики — проблема черных дыр. Наблюдаются ли они уже как рентгеновские источники и как центры галактик с бурной активностью или эти впечатляющие явления объясняются другими причинами? Как бы ни ответило на этот вопрос будущее развитие астрофизики, оно выявит новые, еще более глубокие свойства вечно нетривиальной Вселенной.

**Доктор физико-математических наук  
Л. М. ОЗЕРНОЙ**

**Кандидат физико-математических наук  
В. Ф. ШВАРЦМАН**

Теория внутреннего строения и эволюции звезд одна из важнейших в современной астрофизике. И это не удивительно, ведь большая часть вещества Вселенной сосредоточена в звездах, в их недрах вещество испытывает активные превращения при ядерных реакциях. За последние годы интерес к проблемам звездной эволюции значительно возрос, так как развитие новых методов наблюдений (инфракрасная, рентгеновская, нейтринная астрономия) позволило получить принципиально новую информацию о классических объектах астрофизики и обнаружить совершенно необычные объекты. Широкое распространение быстродействующей электронно-вычислительной техники, разработка новых методов расчета дали возможность численно исследовать целый ряд астрофизических задач.

Чтобы представить, как звезда эволюционирует, астрофизики-теоретики вычисляют последовательности моделей звезд с изменяющимся в ходе ядерных реакций химическим составом. Предполагается, что каждая модель находится в гидростатическом равновесии, то есть сила тяжести уравновешивается газовым давлением. По мере увеличения температуры в звездных недрах и включения все новых ядерных источников энергии строение звезды усложняется, поэтому очень труден расчет именно поздних стадий эволюции.

Начальные стадии ядерной эволюции, сопровождающиеся превращением водорода в гелий в центральных областях звезд, исследованы достаточно детально. Благодаря этому объяснены многие фундаментальные данные наблюдений — главная последо-

вательность звезд, диаграмма Герцшпрунга — Рессела для рассеянных и шаровых скоплений и определен возраст скоплений. («Земля и Вселенная», № 4, 1969 г., стр. 19—26.— Ред.)

В настоящее время основные усилия исследователей сосредоточены на изучении поздних стадий эволюции звезд, когда возникают условия для появления пульсаций, истечения вещества, взрывов. Теория должна объяснить многие наблюдаемые явления, которые не совсем укладываются в общую эволюционную цепь (аномалии химического состава атмосфер звезд, потеря массы, причины взрывных процессов в звездах), и необычные объекты — белые карлики, пульсары. Этим вопросам был посвящен симпозиум Международного астрономического союза № 66 «Поздние стадии эволюции звезд», проходивший в Варшаве в сентябре 1973 года.

Организационный комитет симпозиума возглавляла профессор А. Г. Мавсевич (СССР). В симпозиуме приняло участие более 200 ученых из всех ведущих астрономических центров. Было проведено шесть заседаний, на каждом из них состоялось два обзорных доклада, после которых следовали дискуссии. Какие наиболее интересные результаты, полученные современной теорией эволюции звезд, обсуждались на симпозиуме?

Можно считать установленным, что эволюция и конечная судьба звезды зависят в основном от ее массы. Однако лишь недавно стал ясен характер этой зависимости. Оказывается, в массивной звезде (больше десяти солнечных масс) термоядерный синтез, происходящий в ее недрах, приводит в конечном счете к образова-

нию железного ядра. Температура в центре звезды в этот момент достигает  $5 \cdot 10^9$  градусов, а плотность — около  $10^8$  г/см<sup>3</sup>. При дальнейшем повышении температуры начинается распад ядер железа. Упругость вещества, а следовательно, и его способность противостоять силе гравитации резко уменьшаются, что вызывает гравитационный коллапс и взрыв Сверхновой. Процесс коллапса детально пока не изучен, но ясно, что если масса железного ядра к моменту коллапса меньше двух солнечных, то образуется нейтронная звезда, а при большей массе — черная дыра. На варшавском симпозиуме были представлены результаты последних расчетов поздних стадий эволюции, проведенных в СССР, Японии и США. В этих работах впервые рассчитаны все этапы ядерной эволюции массивных звезд и построены модели звезд на стадии, непосредственно предшествующей взрыву Сверхновой.

Если начальная масса звезды заключена между двумя и десятью солнечными, то звезда на стадии горения водорода и гелия в ядре эволюционирует так же, как более массивные звезды. Однако к началу горения углерода в ее недрах образуется выродженное углеродно-кислородное ядро. В выродженном веществе давление не зависит от температуры. Поэтому горение углерода быстро повышает температуру, что в свою очередь еще больше увеличивает скорость ядерных реакций. В конце концов ядро звезды взрывается и, как раньше предполагалось, происходит полный разлет звезды. Но факт существования пульсаров (остатков Сверхновых) противоречит этой картине.

На симпозиуме были предложены две возможности образования нейтронной звезды в результате взрыва. Польские астрофизики установили, что излучение нейтрино приводит к охлаждению ядра звезды, поэтому после взрыва и остается нейтронная звезда. Согласно вычислениям советских ученых, начало горения углерода, по-видимому, возбуждает колебания выродженного ядра, что также предотвращает полный разлет звезды.

Решению некоторых вопросов, связанных со вспышками Сверхновых, вероятно, в значительной степени должны помочь наблюдения. Известный советский астрофизик Э. Р. Мустель выполнил детальное отождествление спектров Сверхновых звезд I типа. Проследив, как меняется спектр этих звезд со временем, Э. Р. Мустель сделал ряд важных заключений о химическом составе их оболочек. Например, в оболочках крайне мало водорода, углерода и кислорода и сравнительно много азота.

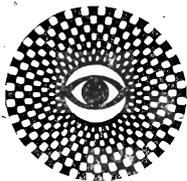
Звезды с массами меньше двух солнечных после выгорания водорода в ядре и потери оболочки превращаются в белые карлики. Некоторые стадии их эволюции пока недостаточно ясны.

На основе методики, разработанной для изучения эволюции одиночных звезд, успешно развивается теория тесных двойных систем. При расчетах их эволюции приходится принимать во внимание неоднократные процессы обмена веществом между компонентами. («Земля и Вселенная», № 5, 1972 г., стр. 22—26.— Ред.) Советским исследователям удалось в рамках единой эволюционной после-

довательности объяснить природу таких космических объектов, как двойные системы, одна из компонентов которых — звезда Вольфа — Райе, массивные звезды с высокими пространственными скоростями, «убегающие» из ассоциаций, и рентгеновские источники в двойных системах.

Теория эволюции звезд достигла сейчас такого уровня, что позволяет приступить к теоретической интерпретации конкретных характеристик звезд и звездных групп. Наблюдения показывают, что звезды с поверхностной температурой в несколько тысяч градусов (красные гиганты) теряют вещество. Однако до последнего времени механизм потери не был известен. На симпозиуме высказаны аргументы в пользу того, что давление излучения на пыль, которая, согласно современным представлениям, образуется в холодных атмосферах красных гигантов и сверхгигантов, может привести к значительной потере вещества. Уменьшение массы существенно изменяет эволюцию звезды на поздней стадии. Предварительные оценки показали, что, если начальная масса звезды не превышает шести солнечных, истечение вещества предотвратит взрыв Сверхновой, а звезда, потеряв значительную часть своего вещества, превратится в белый карлик с массой около солнечной.

Спектральные исследования свидетельствуют об изменении химического состава атмосфер при переходе от звезд одного типа к другому. Особый интерес для теории эволюции представляют наблюдения звезд, в атмосферах которых мало водорода, но есть избыток гелия, углерода и других элементов. Однако, поскольку



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

## Когда наступит противостояние Марса?

ядерные реакции происходят только в центральных областях звезды, необходимо объяснить появление продуктов этих реакций на поверхности. Большое внимание на симпозиуме было уделено углеродным звездам. Избыточное содержание углерода в их атмосферах, согласно исследованиям итальянских астрофизиков, может быть объяснено, если предположить большую потерю вещества звездой и образование глубокой конвективной оболочки, которая выносит продукты горения на поверхность. С другой стороны, американские астрономы показали, что, если горение гелия в слоевом источнике происходит нестационарно, а вспышками, над этим источником развивается слоевая конвективная зона, соединяющаяся во время вспышек с конвективной оболочкой.

Симпозиум продемонстрировал актуальность изучения эволюции звезд и наметил наиболее перспективные направления дальнейших работ. Исследование этой проблемы, ведущееся во многих астрономических центрах мира, требует тесного международного сотрудничества и широкого обмена информацией.

Кандидат физико-математических наук  
А. В. ТУТУКОВ

Кандидат физико-математических наук  
Ю. Л. ФРАНЦМАН

Кружок любителей астрономии успешно провел наблюдения очередного противостояния Марса и решил подготовиться к следующему. Для планирования наблюдений надо знать, когда наступит противостояние. Примерно через два года, но в каком месяце? «Астрономический календарь» на 1975 год еще не вышел. Как же быть?

— Да очень просто,— заявляет один из членов кружка.— Посмотрите хотя бы «Справочник любителя астрономии» П. Г. Куликовского или любой учебник астрономии. Интервал между противостояниями Марса (его синодический период) составляет 780 суток, или 2 года и 50 суток. Последнее противостояние было 25 октября 1973 года, значит, следующее будет 15 декабря 1975 года.

Проверим этот расчет. Возьмем толстый том «Астрономического ежегодника СССР» на 1975 год (он уже давно вышел). Находим дату 15 декабря 1975 года в прекрасном согласии с нашим расчетом.

Но подождите радоваться. Попробуем таким же образом рассчитать, когда было противостояние Марса в 1969 году, исходя из даты великого противостояния 10 августа 1971 года. Вычитаем 780 суток и получим 21 июня 1969 года. Заглянув же в «Астрономический календарь» за 1969 год, мы найдем там совсем другую дату — 31 мая. Интервал оказывается не 780, а 802 суток. Другой пример. Противостояние Марса в 1954 году наступило 24 июня, а следующее за ним великое противостояние — 10 сентября 1956 года, через

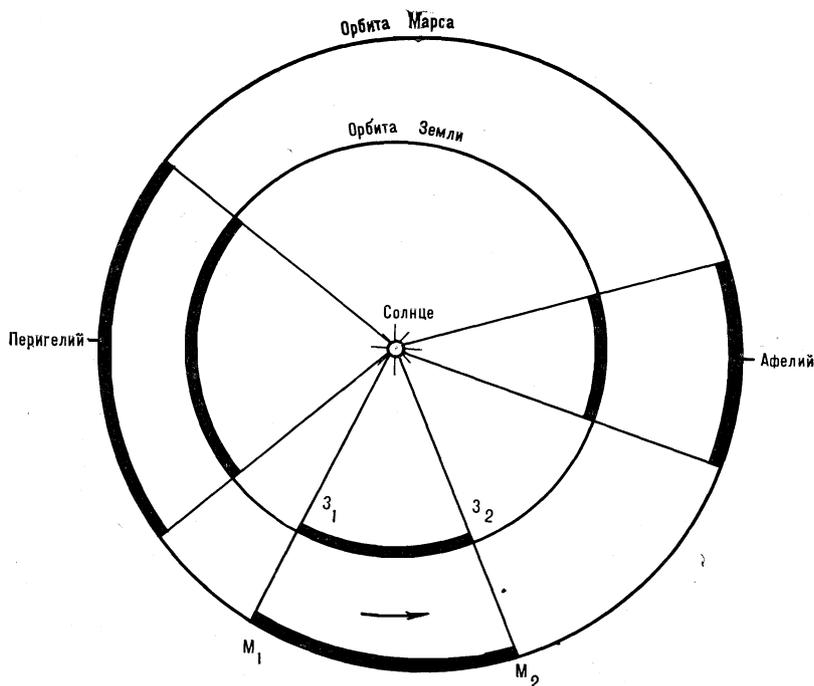
809 суток. А вот между противостояниями Марса 14 января 1946 года и 17 февраля 1948 года прошло только 764 суток.

Кажется, вопрос ясен. Приводимое во всех учебниках и справочниках число 780 суток есть лишь средняя длительность синодического периода Марса, реальные же интервалы между его противостояниями могут быть от 764 до 811 суток. Причиной тому, как нетрудно догадаться,— эллиптичность марсианской орбиты.

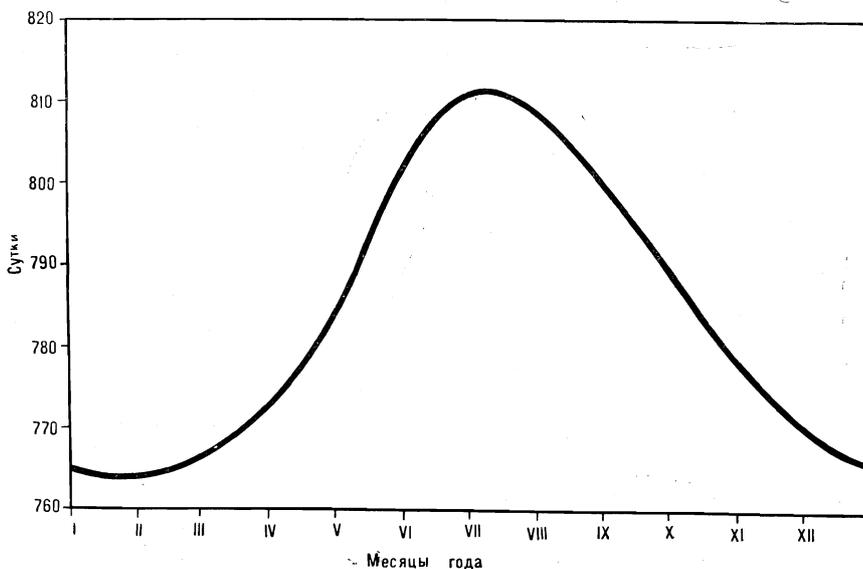
Вот Марс и Земля на своих орбитах (см. рисунок). Пусть в исходное противостояние они были в точках  $M_1$  и  $Z_1$ , соответственно. Чтобы наступило новое противостояние, Земля должна сделать два полных оборота по своей орбите (затратив на это  $365,25 \cdot 2 = 730,5$  суток) и пройти дугу  $Z_1Z_2$ , а Марс — сделать один полный оборот (на что уйдет 687 суток) и пройти дугу  $M_1M_2$ . Дуги  $Z_1Z_2$  и  $M_1M_2$  в градусной мере почти равны (некоторую поправку здесь вносит опять же эллиптичность орбиты Марса), но марсианская дуга в среднем в 1,52 раза длиннее земной, а Марс по своей орбите движется в  $\sqrt{1,52} = 1,23$  раза медленнее. Чтобы пройти «свою» дугу, Марсу требуется в  $1,23 \cdot 1,52 = 1,87$  раза больше времени, чем Земле. Однако Земля дает Марсу 43,5 суток «форы» — она ведь позже приходит в точку  $Z_1$ , чем Марс в  $M_1$ . Очевидно, эти 43,5 суток и равны 0,87 того периода, который Земля затрачивает на дугу  $Z_1Z_2$ . Отсюда находим, что этот период составляет 50 суток. Значит, Марс пройдет дугу  $M_1M_2$  за 93,5 суток.

Весь этот расчет сделан, однако, для средних условий. Близ перигелия Марс только в 1,38 раза дальше от Солнца, чем Земля, и движется в 1,12 раза медленнее нашей планеты. Поэтому вблизи перигелия Марс затрачивает лишь в  $1,38 \cdot 1,12 = 1,55$  раза больше времени на прохождение «своей» дуги, чем Земля. 43,5 суток «форы» соответствуют теперь 0,55 периода, требующегося Земле на прохождение дуги  $Z_1Z_2$ . Следовательно, этот период равен 79 суткам, а весь интервал между противостояниями  $730,5 + 79 \approx 810$  суткам.

Вблизи афелия Марс уже в 1,66 раза дальше от Солнца, чем Земля, и движется в 1,34 раза медленнее нее. Поэтому на прохождение дуги  $M_1M_2$  ему нужно в  $1,66 \cdot 1,34 = 2,22$  раза больше времени, чем Земле. Те же



Орбиты Земли и Марса.  $Z_1$ ,  $M_1$  и  $Z_2$ ,  $M_2$  обозначают положения Земли и Марса в первое и второе противостояния (на среднем расстоянии обеих планет от Солнца). Дуги  $Z_1Z_2$  и  $M_1M_2$  показывают «дополнительный» путь планет между противостояниями, помимо двух (для Земли) и одного (для Марса) полных оборотов вокруг Солнца. Для сравнения отмечены такие же дуги вблизи перигелия и афелия орбиты Марса



Изменение продолжительности интервала между двумя последовательными противостояниями Марса (в сутках) в зависимости от даты первого противостояния (номер месяца соответствует нулевому числу: 0 января, 0 февраля и так далее). По этому графику, зная дату прошедшего противостояния, можно определить дату следующего

43,5 суток «форы» составляют в этом случае 1,22 периода, необходимого для прохождения Землей дуги  $3_13_2$ . Следовательно, этот период равен 35,5 суток, а интервал между проти-

востояниями  $730,5 + 35,5 \approx 766$  суткам.

Приводим даты противостояний Марса за последние полвека и интервалы между ними:

Дата противостояния	Интервал, сутки	Дата противостояния	Интервал, сутки
1924 VIII 23		1950 III 23	
1926 XI 4	803	1952 V 1	770
1928 XII 21	778	1954 VI 24	784
1931 I 27	767	1956 IX 10	809
1933 III 1	764	1958 XI 16	797
1935 IV 6	766	1960 XII 30	775
1937 V 19	774	1963 II 4	766
1939 VII 23	795	1965 III 9	764
1941 X 10	810	1967 IV 15	767
1943 XII 5	786	1969 V 31	777
1946 I 14	771	1971 VIII 10	800
1948 II 17	764	1973 X 25	807
	766		

Поскольку ориентировка орбит Земли и Марса в пространстве почти не меняется даже за столетия, нетрудно сообразить, что каждой дате года, на которую пришлось противостояние, соответствует вполне определенный интервал до следующего противостояния. Эта зависимость помогает, если известна дата прошедшего противостояния, определить дату следующего.

Рассмотрим пример. Пусть противостояние Марса было 1 мая. По графику находим, что интервал до следующего противостояния будет 784 суток. И действительно, после противостояния 1 мая 1952 года следующее

наступило 24 июня 1954 года, то есть через 784 суток.

Самые интересные для наблюдателей — великие противостояния Марса, когда расстояние до планеты не превышает 60 млн. км. Они повторяются через 15 или 17 лет. В течение последнего столетия даты великих противостояний Марса были заключены между 23 июля и 24 сентября, охватывая двухмесячный интервал с датой перигелийного противостояния 23 августа посередине. Именно такое редкое противостояние состоялось в 1924 году.

Интервалы между двумя последовательными великими противостоя-

ниями имеют только два дискретных значения — 5447 суток (15 лет без одного месяца) или 6259 суток (17 лет и 50 суток). 15-летние интервалы встречаются почти вдвое чаще. Может показаться, что существует четкая закономерность: после двух 15-летних интервалов следует один 17-летний и т. д. Но не всегда бывает так. Случается, что после такого 47-летнего цикла дата великого противостояния Марса сдвигается почти на две недели назад (сравним 1909 и 1956 годы) и может выйти из «разрешенного» интервала. Тогда великим будет уже не то противостояние, которое наступит через 47 лет после данного, а следующее. Так, казалось бы, очередное великое противостояние после 1971 года должно состояться через 15 лет, в 1986 году (прошел только один 15-летний период после 17-летнего). Но противостояние 1986 года придется на 10 июля и уже не будет великим (хотя и довольно благоприятным для наблюдателей южного полушария и тро-

#### ВЕЛИКИЕ ПРОТИВОСТОЯНИЯ МАРСА

Дата	Расстояние до Марса		Интервал, сутки
	а. е.	млн. км	
1877 IX 5	0,3767	56,35	5447
1892 VIII 4	0,3773	56,45	
1909 IX 24	0,3890	58,20	6259
1924 VIII 23	0,3728	55,77	5447
1939 VII 23	0,3880	58,05	6259
1956 IX 10	0,3781	56,56	5447
1971 VIII 10	0,3760	56,25	



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

пического пояса). Следующее великое противостояние Марса наступит, увы, только 29 сентября 1988 года.

Таким образом, границы дат великих противостояний несколько шире, чем было в прошедшем столетии, и заключены между 15 июля и 2 октября. Обычно, если великое противостояние приходится на конец июля или начало августа, то за ним следует (через 2 года и 75—80 суток) столь же благоприятное противостояние, когда Марс ненамного дальше от Земли, чем во время великого. К такому «послевеликому» противостоянию относилось последнее противостояние 25 октября 1973 года. Напротив, если великое противостояние наступает в сентябре, ему предшествует весьма благоприятное «предвеликое» противостояние в конце июня или начале июля. Примером могут служить противостояния Марса 24 июня 1954 года или 6 июля 1907 года. Однако «предвеликие» противостояния Марса менее удобны для наблюдателей северного полушария, чем «послевеликие». Ведь склонение Марса во время «предвеликих», как и большинства великих, противостояний гораздо более южное, чем во время «послевеликих», и планета стоит низко над горизонтом.

Возможен, вообще говоря, и такой редкий случай, как наступление двух последовательных противостояний на одинаковых расстояниях от перигелия (15 июля и 2 октября), тогда их оба можно считать великими.

Вернемся к повторяющимся циклам видимости Марса. Они, в общем-то, подобны циклам солнечных и лунных затмений. («Земля и Вселенная», № 6, 1971 г., стр. 29—33.— Ред.) Значительное устойчивее 47-летнего цикла 79-

летний, когда даты великих (и всех остальных) противостояний сдвигаются вперед на 5—6 суток (ср. годы 1877—1956, 1892—1971). 79-летний цикл включает три 15-летних и два 17-летних периода, чередующихся в таком порядке: 15, 17, 15, 15, 17. За 79 лет Марс совершает 42 оборота вокруг Солнца, за то же время происходит 37 противостояний.

Следующий цикл — 205-летний, равный сумме двух 79-летних циклов и одного 47-летнего. Марс за этот срок совершает 109 обращений вокруг Солнца, проходит 96 его противостояний. Поскольку период одного обращения планеты вокруг Солнца составляет 1,88082 года, нетрудно подсчитать, что длительность 109 обращений равна 205,00938 года, или 205 лет 3,5 суток. Значит, через 205 лет противостояние наступит примерно на 3—4 суток раньше.

Все это очень интересно, скажет читатель, но зачем могут понадобиться такие большие циклы? Оказывается, знать их тоже нужно. Недавно к автору этих строк обратилась историк-литературовед Я. В. Станюкович с просьбой рассчитать условия видимости Марса в Польше и на Западной Руси в 1604—1605 годах. Дело в том, что в 1606 году в Кракове была издана поэма польского поэта Яна Жабчица «Кровавый Марс Московский», посвященная походу на Русь Дмитрия Самозванца, которому красная планета будто бы освещала путь к московскому престолу. Требовалось проверить, действительно ли это был Марс.

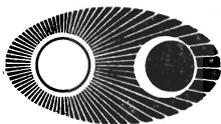
Но как проверить? Астрономических ежегодников в ту эпоху не издавали. Единственным наблюдателем Марса в то время был Кеплер. Противостояние

1604 года было последним, которое он наблюдал и использовал вместе с наблюдениями Тихо Браге для вывода своих законов планетных движений. Искать нужные данные в сочинениях Кеплера? Автор решил пойти более простым путем.

Возьмем два цикла: 205-летний и 79-летний. В сумме они составляют 284 года. Первый из циклов дает опережение даты следующего противостояния на 3—4 суток против предыдущего, второй — отставание на 5—6 суток, а вместе они дадут отставание на двое суток. В 1604 году условия видимости Марса были примерно такими же, как в 1888 году, когда уже издавался английский астрономический ежегодник «Nautical Almanach». Из него узнаем, что в 1888 году противостояние Марса наступило 9 апреля. Значит, в 1604 году оно должно было состояться 7 апреля. Самозванец выступил в поход в августе 1604 года и во время похода на широтах Кракова (50°), Чернигова (51°,5) и других городов, через которые проходил путь его армии, Марс еще сиял по вечерам низко над горизонтом (его склонение было около —20°), так что у самозванца (или у лиц, его окружавших) были основания для вышеупомянутого заявления. Из последних лет наиболее близок по условиям видимости Марса к 1604 году — 1967 год, когда противостояние наступило 15 апреля.

Таковы особенности наступления и чередования противостояний Марса — явления столь же популярного среди любителей астрономии, как солнечные и лунные затмения.

Кандидат физико-математических наук  
В. А. БРОНШТЭН



АСТРОНОМИЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

## Астрономия в подготовке учителя географии

География и астрономия возникли из потребности человека ориентироваться в окружающем его мире. Если во времена Эратосфена и Гиппарха эти науки были нераздельны, то и в прошлом веке Д. Гершель в своих «Очерках астрономии» еще имел право утверждать, что «...география есть не только важнейшая из тех практических отраслей знания, к которым прилагается астрономия, но и составляет сама, даже с теоретической точки зрения, существенную часть этой науки».

С тех пор стремительное развитие наук поставило перед астрономией, как и перед географией, ряд новых специфических задач, не нарушивших, однако, старых связей между ними. Напротив, развитие астрономии и возникновение космонавтики позволили решить многие географические проблемы новыми, более точными методами. Например, фигура Земли, изучавшаяся в течение 200 лет, стала известна значительно лучше после двух лет наблюдений за эволюцией орбит искусственных спутников Земли. Из космоса эффективнее, чем прежде, можно исследовать природные ресурсы Земли (лесные массивы, посевы сельскохозяйственных культур, снежный покров, ледники, перемещение рыбных косяков), происходящие на ней процессы (вулканы, морские течения, облачный покров, движение ураганов) и многое другое.

Взаимосвязь географии и астрономии должна найти отражение и в подготовке учителя географии. Ведь учителю географии нередко приходится преподавать астрономию в 10 классе, а также обязательно излагать ее эле-

менты в курсе природоведения 4 класса.

Не удивительно, что астрономия всегда занимала видное место в учебных планах естественно-географических факультетов педагогических институтов. Парадоксально, но на протяжении трех последних десятилетий одновременно с небывалым ростом роли астрономии в науке и в повседневной жизни (ныне, как никогда, газеты сообщают читателю много астрономических данных) ее объем в учебных планах естественно-географических факультетов систематически снижался, а с 1971/72 учебного года астрономия исчезла из них как самостоятельная учебная дисциплина.

Изгнание астрономии происходило постепенно, но неуклонно. Если в 1943 году на астрономию отводилось 86 учебных часов и обучение завершалось экзаменом, в 1957 году — всего 56 часов и экзамен был заменен зачетом, то в 1965 году число учебных часов сократилось до 38.

Вопросы астрономического содержания, совершенно неизбежные в курсе общего землеведения, излагаются в нем не систематически (несколько не связанных между собой тем), в недостаточном объеме (без отражения влияния космоса на Землю), а главное — без наблюдений неба. Что может дать школьникам учитель астрономии, который не знает созвездий, не умеет ориентироваться по небесным светилам на местности, не способен выполнить простейшие расчеты по определению заданных направлений, географических координат пункта наблюдения и переводу календарных дат. Такой учитель не сумеет да-

же растолковать смысл и значение космического эксперимента, описанного в газете. Ведь все это требует от учителя географии знаний по астрономии в объеме, значительно выходящем за пределы школьного курса, когда-то им прослушанного.

Думается, что сказанное убедительно свидетельствует о необходимости срочного восстановления в учебных планах естественно-географических факультетов педагогических институтов самостоятельного курса астрономии **хотя бы** в объеме 38 учебных часов.

Доцент  
Б. А. ВОЛЫНСКИЙ

**Дорогие читатели!  
Не забыли ли Вы  
оформить подписку  
на 2-е полугодие  
1974 года!**

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Уже год я руковожу кружком юных астрономов в Черниговской средней школе (Запорожская область). Хотя этот срок и небольшой, но мы достигли некоторых успехов. На школьном телескопе ребята наблюдают и фотографируют Луну, Солнце, планеты и звездное небо. Для фотографирования звездного неба используются аппарат «Зенит 3М» и объектив «ЛЭТИ». Правда, пока наблюдения ведутся нерегулярно. Но когда начнет работать школьная обсерватория, строительство которой уже заканчивается, наблюдения неба станут систематическими.

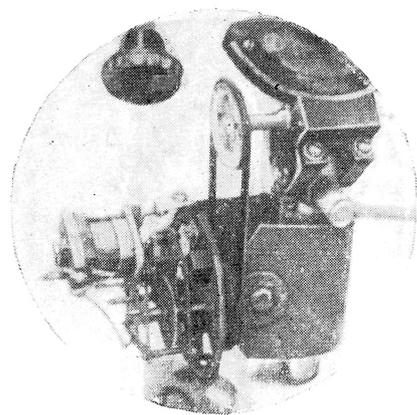
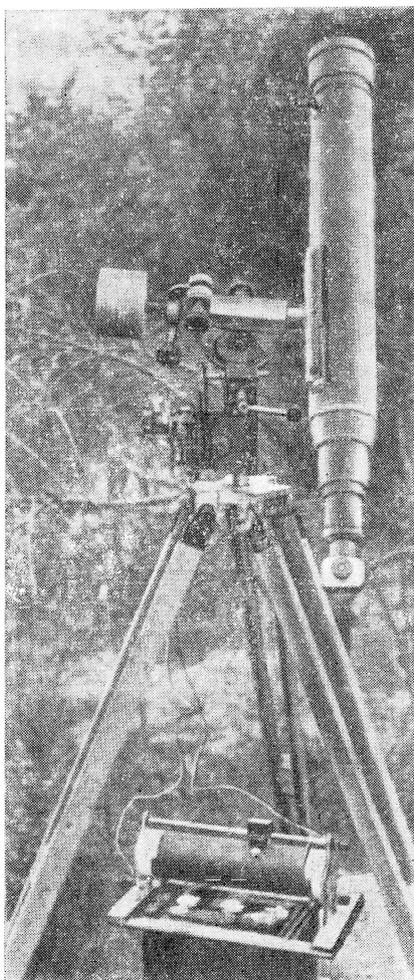
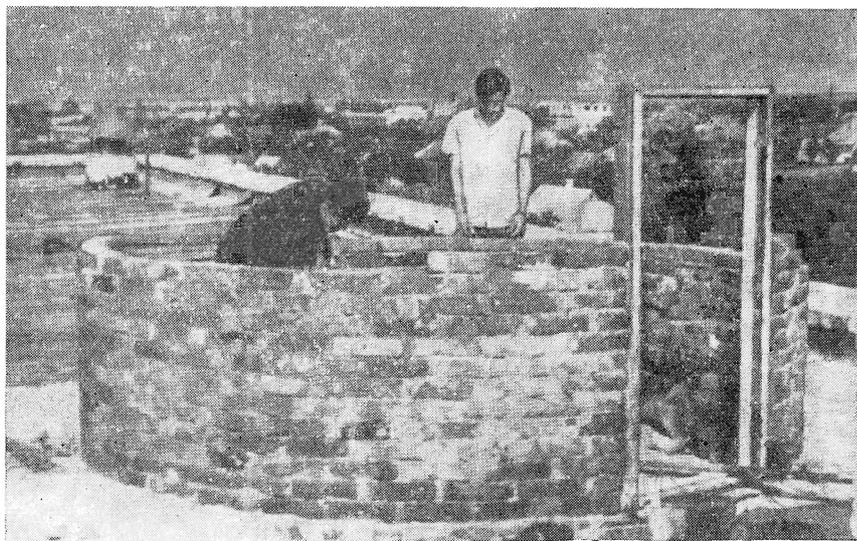
Учитель географии  
В. Г. МОРМЫЛЬ

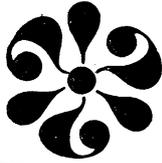
■  
На крыше Черниговской средней школы строится башня для телескопа. Диаметр башни 3 м 20 см. В строительных работах участвуют школьники 9 и 10 классов

■  
Школьный телескоп с самодельным часовым механизмом

■  
Часовой механизм для телескопа. Его сделали школьники, используя механизм часов «Янтарь» и двигатель от батарейной электробритвы. Скорость вращения электродвигателя регулируется реостатом

■  
Луна. Фотография получена учениками 9 класса В. Варяныком и Ю. Силаевым





ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

**Часто приходится слышать и читать в астрономических книгах и журналах о мусульманских лунных календарях и календаре Магомета. Хотелось бы подробнее узнать устройство этих календарей. Напишите, пожалуйста, об этом в вашем журнале.**

Житель поселка Инсар-Акшино,  
Рузаевского района,  
Мордовской АССР  
И. С. КОРНЕЕВ

По просьбе редакции на вопрос читателя отвечает профессор А. В. БУТКЕВИЧ.

Лунные календари возникли у народов Древнего Востока, занимавшихся скотоводством, так как их хозяйственная деятельность не была связана с годичным движением Солнца. Скотоводам-кочевникам Луна помогала находить путь в пустыне и перегонять стада, избегая дневного зноя. Однако древние арабы-язычники пользовались лунно-солнечным календарем, в котором согласовывались длительность года (365,25 суток), продолжительность синодического месяца (смены фаз Луны — 29,5 суток) и сутки. Об этом говорят сезонные названия месяцев современного магометанского лунного календаря (рамазан — месяц зноя, рахаб — месяц жатвы).

В VII веке н. э. основатель новой мусульманской религии — «ислама» (что значит «покорность») — Магомет (Муххамед) объявил Аллаха единственным богом, а себя его пророком и посланцем. Желая отделить своих последователей от других семитических народов и от влияния их религий, в том числе и в счете времени, который тесно связан с религиозными обрядами, он ввел новый, чисто

лунный календарь и в священном Коране запретил считать год иначе чем в 12 месяцев (354—355 суток).

Трудно придумать календарь более странный и неудобный. В нем первое число каждого месяца совпадает с новолунием, а 15-е — с полнолунием, счет же ведется от «хиджры» — бегства Магомета из Мекки в Медину, которое, якобы, произошло 1 мохаррема 1 года хиджры, то есть 15 июля 622 года в четверг, если считать по новолунию, или 16 июля в пятницу, если считать по неомению — первому вечернему восходу серпа молодой Луны. Поэтому мусульмане еженедельно празднуют пятницу, легендарный день рождения и бегства Магомета.

Этим календарем пользуются арабы, турки, персы, индусы и другие народы магометанского Востока. До Великой Октябрьской социалистической революции он бытовал и среди некоторых народов России (кавказских горцев, татар, башкир). Зная дату, по такому календарю можно лишь сказать, в какой фазе была Луна в этот день, но определить сезон без дополнительных расчетов нельзя.

Регулярные наблюдения неомений в Древнем Вавилоне (с 747 года до н. э.) позволили точно вычислить среднюю длительность синодического месяца. Но точно определить момент полнолуния довольно трудно, а в новолуние Луна вообще не видна. Конечно, можно вместо новолуния наблюдать неомению, но она наступает в среднем на 1,5 дня позже, причем это запоздание зависит от широты места, времени года, погоды и т. д. Кроме того, движение Луны очень сложно и промежутки между сосед-

ними новолуниями колеблются до 13 часов.

Лунный календарь имеет два больших недостатка. Во-первых, он совершенно не связан с сезонными явлениями природы, во-вторых, год в нем слишком короток (354—355 дней) и начало года каждый раз отстает назад на 11—12 дней и возвращается к начальной дате через 33 года.

Мусульманский лунный календарь — единственный, в котором течение месяцев связано только со сменой фаз Луны. В его основу положена продолжительность синодического месяца, полученная по наблюдениям удаленных лунных затмений, — 29 суток 12 часов 44 минуты 02,9 секунды. При этом народы ислама должны были для совмещения начала каждого месяца с новолунием чередовать 29-дневные («пустые») и 30-дневные («полные») месяцы.

Годы в лунном календаре бывают простые (354 дня) и високосные (355 дней) и делятся на 12 месяцев: Мохаррем (30), Сафар (29), Реби эл Аввел (30), Реби эл Ахир (29), Джемади эл Аввел (30), Джемади эл Ахир (29), Реджеб (30), Шабан (29), Рамазан (30), Шеввал (29), Дзюлкаде (30), Дзюлгаше (29 и 30). В нем 7-дневная неделя, а сутки начинаются с заходом Солнца. Он удобен для планирования хозяйственной деятельности, но по традиции и в согласии с религией им пользуются некоторые народы до сих пор.

Чтобы найти периоды повторения лунного календаря, нужно подобрать промежутки времени, содержащие по возможности целое число лунных лет и суток (лунный год равен 12 синодическим месяцам или 354,367 суток).



Среди них наиболее интересны турецкий цикл в 8 лет (2834,937 суток) и арабский цикл в 30 лет (10 631,013 суток). В турецком цикле нужно сделать три високосных года по 355 суток, а в арабском — 11 високосных лет, равномерно их распределив.

Сложность расчета лунных фаз приводит к тому, что в Турции уже за два месяца до начала поста (Рамазан) начинают наблюдать Луну, чтобы предсказать нужную неомению на случай пасмурной погоды. По случайной случайности 2 835 суток равны 405 неделям, значит, через 8 лунных лет новолуния приходятся на те же дни недели. Это позволяет составить постоянное расписание новолуний, которое у турок называется «руз-наме» (книга дней).

### ВУЛКАНИЗМ И ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ

Американские специалисты впервые установили снабженные телеметрическими устройствами спектрометры вблизи многих действующих вулканов Центральной Америки. Измерения показали, что эти вулканы выбрасывают в атмосферу около 1000 т двуокиси серы в сутки.

На земном шаре существует примерно 50 вулканов, выбрасывающих значительное количество газов, около 50 вулканов с меньшей активностью, а также подводные извержения. Исследователи пришли к выводу, что в результате всей вулканической деятельности в атмосферу поступает по меньшей мере 10 млн. т двуокиси серы в год.

Эта величина на порядок превышает все предположения, делавшиеся ранее. В то же время она в 10 раз меньше того количества двуокиси серы, которая выбрасывается в воздушное пространство планеты в результате хозяйственной деятельности человека.

«Science», 182, 4112, 1973.

### КОРОНА В ЛАЙМАН- $\alpha$

Во время полного солнечного затмения 7 марта 1970 года с ракеты, запущенной Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США, впервые были получены снимки солнечной короны в линии нейтрального водорода Лайман- $\alpha$  (длина волны 1216 А). Эти наблюдения имели большое значение по следующей причине. Высокотемпературное корональное вещество сильно ионизовано. Поэтому все наблюдения короны до сих пор содержат информацию об ионизованной компоненте коронального вещества. Наблюдения же короны в линии Лайман- $\alpha$  впервые дают возможность непосредственно определять плотность нейтральной компоненты.

Свечение короны в Лайман- $\alpha$  оказалось более ярким, чем ожидалось, и простирается от Солнца на 0,5 его радиуса. Появление этого достаточно интенсивного коронального свечения объясняется рассеянием мощного хромосферного излучения в линии Лайман- $\alpha$  на нейтральных атомах водорода в короне. Хотя при температуре  $1,5 \cdot 10^6$  К нейтральных атомов водорода в короне остается менее одной миллионной от общего числа атомов, каждый из них эффективно рассеивает резонансное излучение хромосферы. Большая интенсивность свечения короны в линии Лайман- $\alpha$  обязана своим происхождением и еще одному благоприятному обстоятельству. Согласно наблюдениям, хромосферное излучение в этой линии заключено в интервале длин волн, равном 1 А (что соответствует теории образования контуров линий излучения в оптически толстом слое). Каждый нейтральный атом в короне рассеивает падающие кванты в очень широком спектральном интервале, также примерно равном 1 А. Это происходит потому, что при высокой температуре атомы движутся с достаточно большими скоростями и из-за эффекта Доплера частота рас-

сеянных квантов сдвигается в ту или иную сторону от положения центра линии Лайман- $\alpha$ . Совпадение спектральных интервалов линии излучения и контура рассеяния заметно повышает интенсивность коронального свечения.

Е. В. Иванов

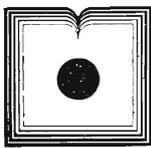
### КРАТЕРЫ НА... ВЕНЕРЕ

Если взглянуть на новую радиолокационную карту Венеры, составленную сотрудниками Лаборатории реактивного движения (США) под руководством доктора Р. Голдстейна, то невольно поразило обилие кратеров, весьма похожих на лунные. Особенно много их на экваторе планеты. Так, в одном из районов, поперечник которого около 1500 км, замечено более десятка кратеров. Диаметр самого большого из них достигает 160 км, диаметр остальных превышает 35 км. По-видимому, в этом районе есть еще множество кратеров меньших размеров.

Любопытно, что все кратеры Венеры мелкие. Даже крупнейший из них имеет глубину всего 400 м. Причина столь необычного явления неясна. Возможно, метеориты бомбардировали Венеру, когда она еще не обладала атмосферой. Позднее произошло изостатическое «перестроение» топографии планеты, приведшее к частичному заполнению кратеров. Кратеры могла заполнить и лава, излившаяся при дегазации недр Венеры. Наконец, нельзя исключить и эрозивные процессы, в результате которых кратеры оказались частично засыпаны пылью.

Радиолокационная карта основана на наблюдениях, выполненных с двумя параболическими антеннами диаметром 70 м и одной — диаметром 25 м. Расстояние между антеннами, установленными вблизи Голдстоуна (Калифорния), около 23 км, что позволило получить хорошее стереоизображение планеты.

«Science News», 104, 5, 1973.

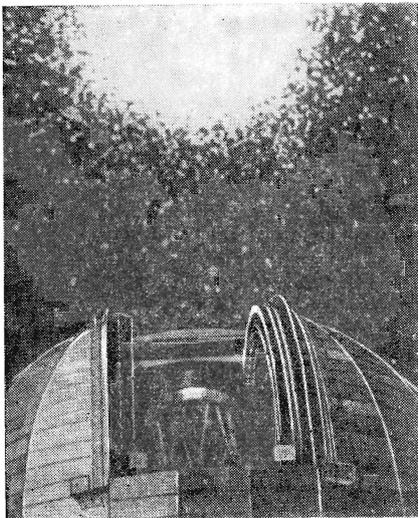


КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

## Вперед, в глубины Вселенной!

Прекрасный эпиграф из Декарта «Нет ничего столь удаленного, чего бы мы не смогли достичь, и ничего столь потаенного, чего бы мы не смогли открыть» мог начать очень современную и своевременную книгу Ю. Н. Ефремова «В глубины Вселенной» (Изд-во «Наука», М., 1972 г.). Двести страниц текста, разделенного на 15 глав, дают широкую картину мироздания и одновременно глубокую, интересную и поучительную историю становления астрономии. Два предисловия и эпилог удачно подчеркивают поставленную автором задачу показать, что астрономия сегодня — это комплексная наука, не только использующая самые тонкие методы экспериментальной физики, мощь современной физической теории и вычислительной техники, но и сама представляющая для теоретической физики новые данные, ценность которых трудно переоценить. Шаг за шагом, от главы к главе автор уводит читателя все дальше и дальше в глубины Вселенной, каждый раз давая ясное представление о том, что достигнуто наукой и как добыты новые знания. Автор делает читателя как бы участником процесса развития астрономии, знакомя с методикой работы, логикой научных исследований, в которых он сам принимает активное участие. Все это наряду с живым, образным и эмоциональным изложением создает «эффект присутствия», который так высоко ценится в искусстве и которого так не хватает многим научно-популярным изданиям. Давайте же перелистаем вместе эту увлекательную книгу.

На первых страницах читатель найдет ответ на вопрос: зачем нужна



Ю. Н. ЕФРЕМОВ  
В ГЛУБИНЫ  
ВСЕЛЕННОЙ

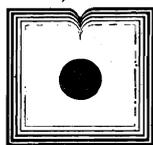
астрономия? Правда, мысль автора «о высшей цели человечества» не стала рецензенту близкой и понятной. Затем читатель попадает в гости к астрономам. Он знакомится со спецификой работы у телескопа под открытым куполом башни. Хорошее впечатление от этого знакомства не испортили даже две мрачные фотографии (к сожалению, воспроизведение фотографий в книге оставляет желать лучшего), а эпиграфы (как и в большинстве других глав) очень украсили текст, удачно выделив главное.

Ключевой проблеме астрономии — установлению шкалы расстояний во

Вселенной — посвящены две первые главы книги. Основа шкалы — астрономическая единица, равная расстоянию Земли от Солнца. Драматические обстоятельства далеких экспедиций в экзотические страны сменяются описанием современных радиолокационных способов определения эталона астрономических расстояний. Автор рассказывает о поисках прочной опоры для определения звездных расстояний. Ею стала совокупность измеренных с большой точностью тригонометрических параллаксов звезд и расстояние до звездного скопления Гиады, также полученное из геометрических соображений.

Третья глава начинается шуточной фразой, придуманной английскими студентами для запоминания последовательности звездных спектров в порядке убывания температуры поверхности звезд. Сопоставление спектральных классов со светимостями звезд открыло корреляционную зависимость, значение которой трудно переоценить. К сожалению, в книге нет рисунка диаграммы Герцшпрунга — Рассела «во всем ее блеске», а лишь для ближайших и ярчайших звезд. Автору следовало бы обратить внимание читателя на то, что в соседстве с нами почти нет звезд ярче Солнца (жаль, что Сириус А и Прокцион А не отмечены как близкие, а только как ярчайшие). В перечислении обозначений различных последовательностей на диаграмме Герцшпрунга — Рассела можно было бы упомянуть VI (субкарлики) и VII (белые карлики). Эти обозначения используются не только в советской научной литературе.

На протяжении тринадцати страниц



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

четвертой главы читатель оказывается в самой гуще многочисленных и разносторонних исследований звездных скоплений. Эти необычайно красивые и удивительные звездные ансамбли в наши дни стали пробным камнем для всех рождающихся теорий звездной эволюции. В самом деле, звезды скопления образовались примерно в одну эпоху, поэтому различие между ними должно зависеть от первоначальной массы каждой звезды и соответствующего ей темпа эволюции.

Следующая глава посвящена поглощению света в межзвездном пространстве. Пылевая материя, которая в изобилии содержится в межзвездном пространстве, вызывает ослабление и покраснение света звезд. Покраснение звезд пропорционально поглощению. Измеряя покраснение, астрономы получают и меру поглощения.

Увлекательная история установления знаменитой зависимости период—светимость у цефеид рассказана в шестой главе. История эта полна драматических коллизий, красочно описанных автором, который сам принимал участие в решении непростого вопроса о нуль-пункте зависимости. Повидимому, нуль-пункт зависимости вскоре будет уточнен. В 1972 году вокруг цефеиды RS Кормы была обнаружена туманность. Ее детали отражают свет переменной звезды с запозданием, равным расстоянию между звездой и данной деталью туманности, выраженному в единицах светового времени. Это открытие дает возможность уточнить расстояние до цефеиды, ее светимость и, следовательно, нуль-пункт зависимости период — светимость.

Седьмая глава носит несколько вычурное название «Галактоцентрическая революция». Открытие значительного удаления Солнца от центра Галактики автор расценивает как начало революции в астрономии, сходной по своему значению с коперниканской. Галактоцентрическая революция родилась в «великом споре» Х. Шепли и Г. Кертиса о месте Солнца в нашей Галактике и о природе спиральных туманностей. Продолжением этой революции стало, по мнению автора, установление истинных расстояний и природы «туманностей».

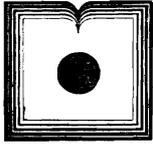
Еще в 40-х годах прошлого века лорд Росс открыл спиральную структуру некоторых ярких туманностей. История их изучения изобилвала интересными событиями, о которых эмоционально повествует автор в восьмой главе. А события эти, действительно, не могут оставить спокойным ни одного читателя. Вспомним хотя бы «определение» расстояния до знаменитой туманности Андромеды всего в 6 пс (Болин, 1907 г.) или открытие столь популярных ныне сейфертовских галактик Фасом еще в 1908 году! К сожалению, на странице 71 читатель может понять текст так, будто В. Гершель разрешил на звезды галактики, тогда как это были звездные скопления. Подлинное разрешение на звезды галактик было достигнуто лишь в 1910 году Дж. Ричи на 60-дюймовом рефлекторе (но он не смог доказать, что на его снимке видны именно звезды) и окончательно подтверждено в 1924 году Э. Хабблом на самом большом в то время 2,5-метровом телескопе, о чем сказано на страницах 77—79.

Сообщив читателю, как были рас-

шифрованы многочисленные «туманные пятна», автор переходит к нашей звездной системе. Он рассказывает о размерах Галактики, о ее спиральной структуре (рецензенту, однако, кажется неоправданным большое внимание, уделенное мифическим звездным кольцам Иссерштедта). Тут каждая характеристика, каждое численное ее значение — итог длительной и противоречивой борьбы взглядов и мнений.

Следующие две главы посвящены нашим ближайшим соседям в межгалактическом пространстве — Магеллановым Облакам и туманности Андромеды. Магеллановы Облака явились ареной выдающихся открытий. Наиболее известно открытие упомянутой зависимости период — светимость у классических цефеид (переменных типа  $\delta$  Цефея). В этих галактиках обнаружены парадоксально молодые шаровые скопления, громадная газовая туманность Тарантул, более 2000 цефеид и несколько сот неправильных переменных, одна из самых ярких звезд (не считая Новых и Сверхновых во Вселенной) — S Золотой Рыбы и многое другое. Интерес астрономов к туманности Андромеды определяется ее сходством с нашей Галактикой, близостью к нам и, разумеется, удобным расположением для наблюдателя в северном полушарии Земли.

Уводя читателя все дальше и дальше от Земли, автор вновь возвращается к проблеме определения расстояний. Верстовыми столбами Вселенной называют астрономы цефеиды, ибо они незаменимы при измерении больших расстояний в астрономии. Однако не исключено, что цефеиды несколько различны в разных



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И ВСЕ

галактиках, что заставляет более подробно изучать их свойства. А пока автор пишет: «Грустно видеть, что нельзя быть уверенным не только в светимостях цефеид, но и звезд типа RR Лиры. Однако,— заключает он,— будем оптимистами». В конце двенадцатой главы есть очень важное замечание о том, что повышение точности регистрации слабых световых потоков неизменно ведет к увеличению видимых размеров всех галактик. В скоплениях галактик едва кончается одна галактика, как начинается другая. Такое открытие может изменить наши представления о космогонии галактик.

В тринадцатой главе автор рассказывает о знаменитом красном смещении в спектрах галактик, законе Хаббла и постепенном уменьшении постоянной Хаббла от первоначального значения 550 до современного 55 км/сек на 1 Мпс.

Квазарам посвящена четырнадцатая глава книги. В ней одна гипотеза сменяет другую, а расстояния до квазаров неудержимо растут по мере обнаружения все более слабых объектов. Например, у квазара 4C 05.34 красное смещение равно 2,88, что соответствует расстоянию в 1 780 000 кпс! (Страшно выразить его в километрах: так и кажется, что часть нулей этого поистине астрономического числа соскользнет со страницы!) За два года, прошедших с тех пор, как автор написал, что квазаров с красным смещением больше трех, видимо, не существует, были обнаружены два таких квазара.

Последняя глава открывает перед читателем «космологические дали». Здесь читатель подходит «ко всем

началам и всем концам», проникается пониманием того, насколько сложны все эти проблемы и сколь они актуальны. От их решения зависит — быть или не быть принципиально новой физике, которая, возможно, понадобится для объяснения закономерностей «самого большого космоса» — всей Вселенной. Об этом спорят сейчас выдающиеся физики нашей эпохи. Из эпилога книги, озаглавленного «Больше света!», читатель узнает, в какой степени успехи современной астрономии, а с ней и физики связаны с телескопами и радиотелескопами все больших и больших размеров.

Какие еще тайны и необыкновенные объекты ждут нас в глубинах Вселенной? Те, кто прочтут книгу Ю. Н. Ефремова, будут готовы встретить любое новое открытие с интересом и пониманием его смысла и значения.

Доцент  
П. Г. КУЛИКОВСКИЙ

# 3 МАЙ ИЮНЬ 1974 И ЗЕМЛЯ ВСЕЛЕННАЯ

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

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ  
Зам. главного редактора кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН  
Ответственный секретарь кандидат педагогических наук Е. П. ЛЕВИТАН  
Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географ. наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, доктор геол.-мин. наук Ю. М. ШЕЙНМАНН

Адрес редакции: 117333, Москва, В-333, Ленинский проспект, д. 61/1, тел. 135-64-81, 135-63-08

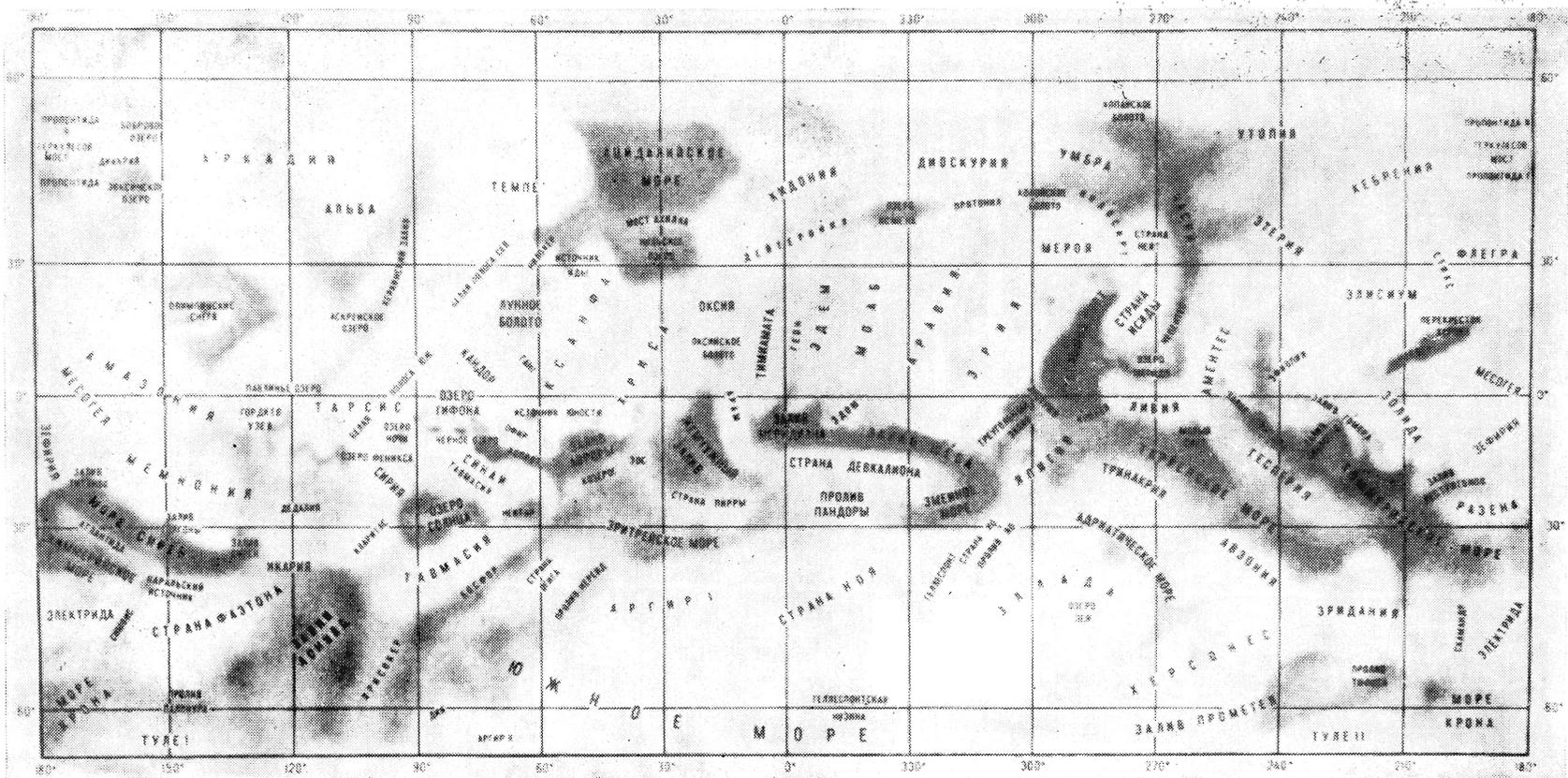
Художественный редактор  
Л. Я. Шимкина

Корректоры: Г. Н. Нелидова,  
А. Н. Федосеева

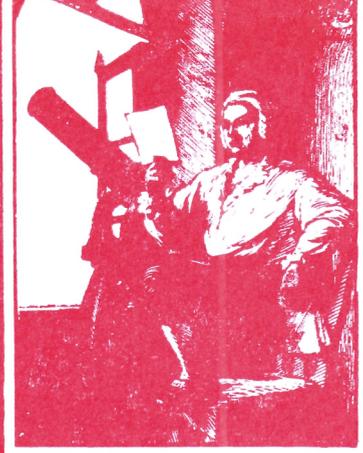
Т-08134. Подписано в печать 20/V 1974 г.  
Сдано в набор 28/II 1974 г. Формат бум.  
84×108<sup>1/16</sup>. Печ. л. 5,0(8,4). Уч.-изд. л. 10,1.  
Тираж 50 000 экз. Заказ № 232. Цена 40 коп.

При перепечатке ссылка на журнал  
«Земля и Вселенная» обязательна.

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



Карта Марса, составленная по наземным наблюдениям. (К статье Д. Я. Мартынова)



**250 ЛЕТ  
АКАДЕМИИ  
НАУК  
СССР**

*20/12 55*



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 40 КОП  
ИНДЕКС 70336