

Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

1/87

ПРЕЗИДЕНТ АКАДЕМИИ НАУК СССР ГУРИЙ ИВАНОВИЧ МАРЧУК



Академик **Г. И. Марчук**, избранный 16 октября 1986 года общим собранием академии президентом Академии наук СССР, родился 8 июня 1925 года. Крупный ученый в области вычислительной математики, физики атмосферы, геофизики и физики ядерных реакторов, видный организатор науки, работы которого получили широкое признание в нашей стране и среди мировой научной общественности.

Ему принадлежат важные результаты в теории переноса излучения, гидротермодинамики атмосферы и океана, математического моделирования в экологии. Предложенные им в пятидесятых годах методы расчета ядерных реакторов и в настоящее время составляют основу имитационных расчетов в этой области. Он является одним из основателей нового, актуального направления прикладной математики — математического моделирования в иммунологии и медицине. Большую известность получили работы **Г. И. Марчука** в области вычислительной математики.

Научные заслуги **Г. И. Марчука** отмечены в 1962 году избранием его членом-корреспондентом,

а в 1968-м — действительным членом АН СССР. С 1975 по 1980 год он возглавлял Сибирское отделение АН СССР и был вице-президентом АН СССР.

Плодотворную исследовательскую деятельность **Г. И. Марчук** успешно сочетает с большой научно-организационной, общественной и государственной работой. На XXV съезде КПСС он был избран кандидатом в члены ЦК КПСС, на XXVI и XXVII съездах — членом Центрального Комитета КПСС. Он является депутатом Верховного Совета СССР.

Г. И. Марчук удостоен высокого звания Героя Социалистического Труда, награжден четырьмя орденами Ленина, другими государственными наградами, ему присуждены Ленинская и Государственная премии СССР.

Г. И. Марчук избран иностранным членом академий наук Народной Республики Болгарии, Германской Демократической Республики, Чехословацкой Социалистической Республики, Финляндии, почетным доктором ряда зарубежных университетов.

Научно-популярный

журнал

Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год

Издательство «Наука»

Москва

Земля и Вселенная

• ЯНВАРЬ • ФЕВРАЛЬ •

1/87

В номере:

- Рейснер Г. И.— Землетрясения и сейсмическое районирование 4
- Соболев Г. А.— Землетрясение... в лаборатории 10
- Гохберг М. Б., Гуфельд И. Л.— Электромагнитные предвестники землетрясений 16
- Глушневая И. Н.— В поисках «двойников» Солнца 21
- Ермаков Е. Ю.— Состоит ли Вселенная из пустоты? 27
- ЛЮДИ НАУКИ**
- Котляков В. М.— Григорий Александрович Авсюк 32
- ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ**
- Гинзбург В. Л.— «Математические начала натуральной философии» Исаака Ньютона 37
- СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ**
- Цицин Ф. А.— Философский симпозиум в ГАИШе 50
- Иванчук В. И., Коноплева В. П., Чурюмов К. И.— Чтения, посвященные С. К. Всехсвятскому 54
- НАШИ ИНТЕРВЬЮ**
- Кто зажигает полярные сияния? . . . 57
- АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**
- Артемьев А. В., Куров И. Е., Радзиевский В. В.— Совещание учебно-методического актива ВАГО . . . 62
- ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ**
- Хотиник Р. Л., Кузнецова Л. И.— Новые космические «гости» 65
- ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ**
- Василенко Н. П.— Клуб «Сириус» . . 71
- Шуваев Г. В.— Выставка любительских телескопов 74
- ОХРАНА ПРИРОДЫ**
- Пандул И. С., Шабаров С. Н.— Защита Ленинграда от наводнений . . . 79
- ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ**
- Друянов В. А.— Метеориты — архитекторы лика Земли 84
- Нусинов М. Д., Глейзер С. И.— Кометы и происхождение жизни на Земле 92
- ФАНТАСТИКА**
- Хлумов В. С.— Кулповский меморандум 95
- КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ**
- Плахотник А. Ф.— «Очерки по истории географических открытий» . . . 106
- ФИЛАТЕЛИЯ**
- Орлов В. А.— Космические аппараты изучают «Утреннюю звезду» 109

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Высокая награда институту [2]; Академик Сагдеев — Герой Социалистического Труда [3]; Что происходит в недрах звезд? [9, 15]; Новый метод прогноза землетрясений [20]; Необычные землетрясения на Аляске [20]; Новые книги [26, 61, 64, 105]; О судьбе «Начал» [48]; Солнце в августе — сентябре 1986 года [70]; Новый тип рентгеновских источников [78]; Одна из крупнейших на планете [83]; Когда проснется вулкан Карымский? [90].

Высокая награда институту



Кандидат в члены Политбюро ЦК КПСС, первый секретарь МГК КПСС Б. Н. Ельцин и директор Института космических исследований АН СССР академик Р. З. Сагдеев после вручения награды

Орден Ленина на знамени института, 77 награжденных сотрудников — так высоко оценила Родина успехи Института космических исследований АН СССР, его вклад в изучение и мирное освоение космоса, укрепление международного сотрудничества, успешное осуществление проекта «Венера—комета Галлея».

Среди тех, кому 14 октября 1986 года на торжественном вечере в институте были вручены награды, — директор ИКИ АН СССР академик Р. З. Сагдеев, удостоенный звания Героя Социалистического Труда; заместитель директора В. М. Балебанов, чей труд отмечен орденом Ленина; заместитель директора Г. М. Тамкович, заведующие отделами

А. А. Галеев и Б. С. Кунашев награждены орденами Трудового Красного Знамени; орденами Дружбы народов — заведующий лабораторией В. Д. Гладков, заведующий отделом В. Ф. Старинец, заместитель директора Г. П. Чернышев. Многие сотрудники института удостоены орденов «Знак Почета», «Трудовой славы» 2-й и 3-й степеней, а также медалей.

Более 20 лет занимается большой коллектив ученых и конструкторов изучением и освоением Вселенной: разрабатывает научную аппаратуру, проводит эксперименты и обрабатывает полученную информацию. Исследования планет Венера, Марс, естественного спутника Земли — Луны, работы по программе «Интеркосмос», международные проекты «Союз — Аполлон», «Аракс», «СНЕГ», «Радуга», измерения на спутниках серий «Космос», «Прогноз», эксперименты на борту пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций «Салют» и «Мир» — столь широк круг задач, решаемых институтом.

Завершенный недавно проект «Вега» достойно увенчал многие годы напряженного труда — он уникален и масштабом международной кооперации, и ценными для науки результатами.

Впервые в истории ученые смогли «воочию» увидеть ядро далекой кометы, получили его детальные характеристики, кроме того, в ходе эксперимента были всесторонне изучены механизмы циркуляции верхних слоев атмосферы Венеры.

Вручая награды, кандидат в члены Политбюро ЦК КПСС, первый секретарь МГК КПСС Б. Н. Ельцин отметил, что институт сегодня — признанный лидер в современной космической науке. Достигнутые успехи стали возможны благодаря реализации большого творческого потенциала ученых, конструкторов, благодаря мастерству инженеров, рабочих, энтузиазму всего коллектива.

Опыт, накопленный институтом, надо широко использовать, выполняя новые задания, применяя полученные результаты не только в расширении и углублении научных программ, но и в развитии всего народного хозяйства.

Сегодня в институте ведутся работы над новыми проектами в области околоземных исследований, по планетной тематике — над международными проектами «Фобос» (изучение Марса и его спутников), «Веста» (полет в пояс астероидов). Все большее внимание уделяется астрофизическим исследованиям с борта космических аппаратов. В новое, четвертое десятилетие космической эры Институт космических исследований вступает, с оптимизмом и уверенностью глядя вперед.

Фото Ю. Богданова

АКАДЕМИК Р. З. САГДЕЕВ — ГЕРОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА

У К А З ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

О присвоении звания Героя Социалистического Труда тов. Сагдееву Р. З.

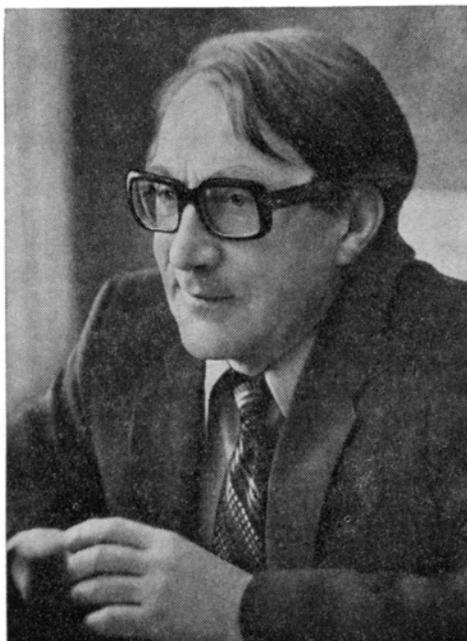
За большой вклад в осуществление международного проекта «Венера — комета Галлея» присвоить директору Института космических исследований Академии наук СССР тов. Сагдееву Роальду Зиннуровичу звание **Героя Социалистического Труда** с вручением ему ордена Ленина и золотой медали «Серп и Молот».

**Председатель Президиума
Верховного Совета СССР
А. ГРОМЫКО.**

**Секретарь Президиума
Верховного Совета СССР
Т. МЕНТЕШАШВИЛИ.**

Москва, Кремль, 8 сентября 1986 г.

Редакционная коллегия, редакция и авторский коллектив журнала «Земля и Вселенная» сердечно поздравляют Роальда Зиннуровича с высокой наградой и желают ему доброго здоровья и новых творческих успехов.



Ежегодно на Земле в среднем происходит около 20 сильнейших и больше сотни потенциально разрушительных землетрясений. По оценкам экспертов ЮНЕСКО, они унесут тысячи жизней, а материальный ущерб исчисляется миллиардами долларов. Несмотря на усилия сейсмологов и развитие антисейсмического строительства, число жертв и убытки после сейсмических толчков не сокращаются. И объясняется это не тем, что землетрясения на Земле стало больше. Просто в последние годы все шире осваиваются сейсмические районы, где строят такие крупные и уникальные сооружения, как гидроэлектростанции или химические комбинаты, растет население в городах этих районов.

В Советском Союзе, как и в других странах мира, проблеме изучения и прогнозирования подземной стихии уделяется большое внимание. Осуществляется сейсмическое районирование, активно выявляются и проверяются различные методы прогноза, собирается и систематизируется экспериментальный материал, полученный и в природных, и в лабораторных условиях. Различным аспектам проблемы предсказания землетрясений и посвящена публикуемая подборка статей.

Доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР



Землетрясения и сейсмическое районирование

Сейсмическое районирование— проблема сложная, но она поддается решению. От качества ее решения зависит эффективность мер, которые позволят предотвратить пагубные последствия сильных землетрясений.

ГДЕ И КАКИЕ?

...1960, Агадир, Марокко, $M^1=5,8$, более 10 000 убитых; 1963, Скопле, Югославия, $M=6,0$, 1070 убитых; 1966, Варто, Турция, $M=7,0$, 2394 убитых; 1970, Джедиз, Турция, $M=7,4$, 1086 убитых; 1971, Бингол, Турция, $M=7,0$, 995 убитых; 1975, Личе, Турция, $M=6,6$, 2385 убитых; 1976, Фриули, Италия, $M=6,5$, 1000 убитых; 1976, Чалдиран, Турция, $M=7,3$, 3840 убитых; 1977, Вранча, Румыния, $M=7,1$, 1500 убитых...

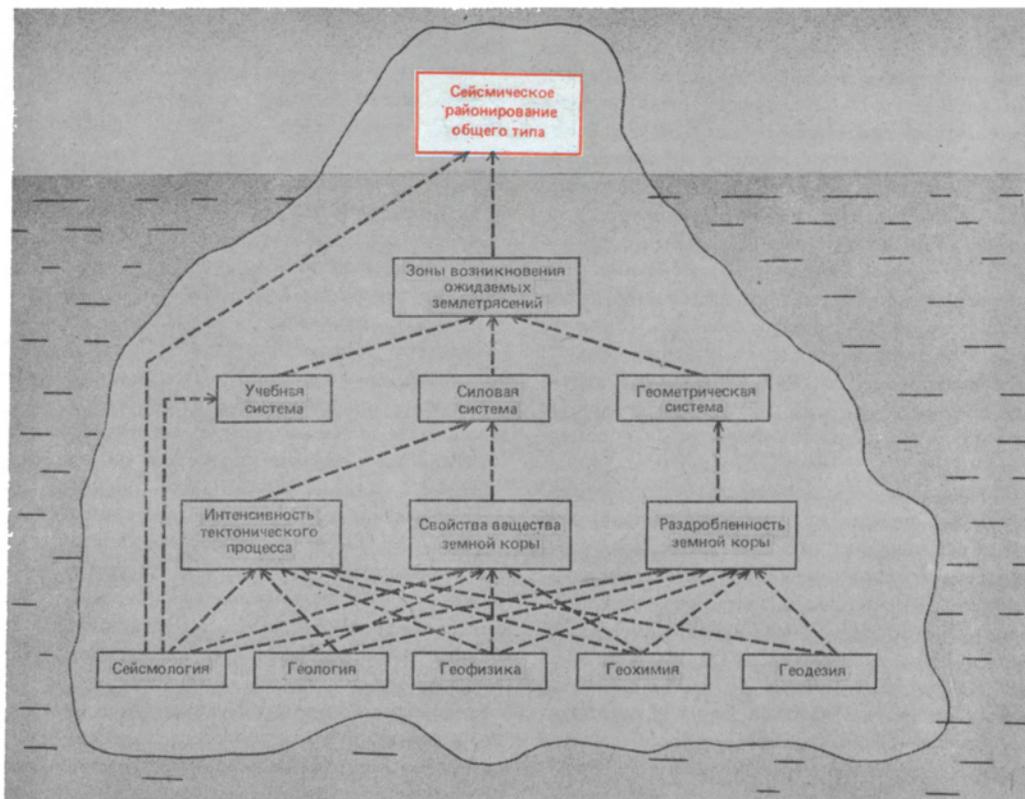
Эти данные, опубликованные видным гол-

ландским специалистом сейсмологом А. Ритсема, относятся лишь к сильнейшим европейским землетрясениям и которые к тому же произошли за сравнительно короткий промежуток времени. Статистика страшная...

Мне доводилось бывать в городах и поселках, пострадавших от сейсмических толчков. Картину разрушений можно сравнить только с кинокадрами хроники военных лет: коробки домов без окон и перекрытий, интерьеры жилых помещений, нелепо выставленные наружу для всеобщего обозрения, фрески соборов, освещенные ярким солнцем...

Восстановленные после землетрясений города напоминают города, поднятые из руин: в центре много незастроенных территорий, занятых скверами, широкие дворы разделяют далеко стоящие друг от друга современные многоэтажные здания. Это обилие свободного пространства в старых городах настораживает, оно необычно, как непозволительная в наше время роскошь... И вдруг вы видите старый низкий дом, а иногда и часть его с глухим торцом, залепленным рекламой. Он выглядит чужим в этом новом архитектурном ансамбле, он как будто бы из другой эпохи, из иной жиз-

¹ Магнитуда (M)— один из показателей энергии землетрясений. Понятие о магнитуде в сейсмологический обиход ввел известный американский ученый Ч. Рихтер. Магнитуда сильнейших землетрясений на нашей планете — более 8,0.



Если сравнить карту сейсмического районирования, а вернее процесс её создания, с айсбергом, то сама карта — только надводная его часть. То, как она создается, скрыто под водой. Это сложное «многоэтажное» сооружение, фундамент которого — многообразные данные различных наук. Из них отбираются лишь те, что имеют связь с проявлением сейсмичности (первый «этаж» обобщения). На втором располагаются независимо созданные системы, полученные после обработки данных первого «этажа». Третий «этаж» отведен под синтезированные по этим системам зоны, где возникают землетрясения с различной магнитудой

ни. Такой местами была Варшава, почти до основания разрушенная во время второй мировой войны, так выглядел искаленный землетрясением югославский город Скопле...

Успешно бороться с подземными бурями люди пока не научились. Но идет отчаянная и неустанная борьба с возможными последствиями этих явлений, разрабатываются определенные профилактические меры. Один из методов такой профилактики — **антисейсмическое строительство**. Это надежный способ предотв-

ратить пагубные последствия сильных землетрясений. Достаточно строить здания прочно и надежно, чтобы они не пострадали даже при самых сильных толчках.

Возводить сооружения с расчетом на любую интенсивность сотрясений на поверхности Земли строители теперь умеют. Но антисейсмическое строительство — дело дорогостоящее: нужны высококачественные стройматериалы, дополнительные затраты на усиление жесткости конструкций. При расчете на интенсивность сотрясений в 8 баллов (в СССР применяется 12-балльная шкала) строительство намного дороже, чем при расчете на 7 баллов, на 9 баллов — дороже уже в несколько раз, чем на 8 баллов и т. д. Напомним также, что сейсмоопасные районы нашей страны занимают пятую часть ее территории. И если везде строить с расчетом на интенсивность сотрясения 9 баллов, потребуются колоссальные материальные затраты. Но разумно ли это? Не слишком ли велик запас прочности?

Еще в конце XIX — начале XX веков выдающиеся русские геологи В. И. Мушкетов,

К. И. Богданович, В. Н. Вебер, изучавшие катастрофические землетрясения в Средней Азии, на Кавказе и других регионах, обратили внимание на то, что сильные землетрясения возникают не повсеместно, а только в районах с определенной геологической историей. Это Крым, Кавказ, Средняя Азия, Прибайкалье, Дальний Восток. Но что же объединяет столь далекие друг от друга сейсмоопасные регионы? В первую очередь — там интенсивно проявляется тектонический процесс, один из признаков которого — горообразование. Регионы эти имеют характерный высокогорный рельеф. Поскольку землетрясения отражают внутреннюю жизнь Земли, они генетически связаны с управляющими ею тектоническими процессами.

Теперь уже хорошо известно, что не только каждый регион, но и каждый участок земной коры обладает своим собственным индивидуальным уровнем сейсмического потенциала. Один из показателей сейсмического потенциала — максимальная магнитуда землетрясений. Однако не только в ней дело. Интенсивность сотрясений зависит от глубины очага, свойств среды, по которой бегут к поверхности сейсмические колебания, особенностей грунта и других параметров. Именно поэтому магнитуда и интенсивность не связаны между собой пропорционально. Например, Агадирское землетрясение (Марокко) 1960 года имело $M=5,8$, землетрясение во Фриули (Италия) 1976 года — $M=6,5$, а их интенсивность превысила 10 баллов. Информация об этих сильнейших катастрофах обошла всю мировую прессу, тогда как Черногорское землетрясение 1976 года на Кавказе с $M=6,3$ имело интенсивность всего 7—8 баллов и известно лишь узкому кругу специалистов.

НОРМАТИВНЫЕ КАРТЫ

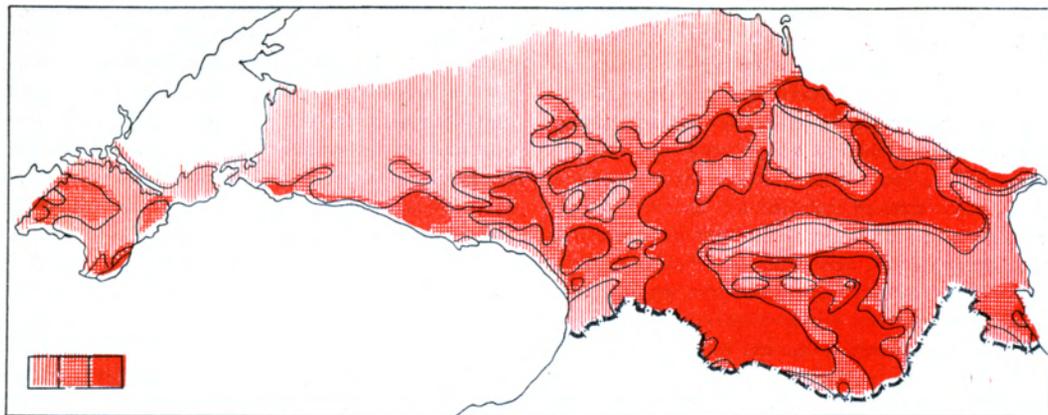
Итак, чтобы успешно и разумно осуществлять антисейсмическое строительство, нужно знать, какую именно интенсивность сотрясений следует ожидать на тех или иных участках в сейсмоопасных районах. Информацию эту содержат **нормативные карты** сейсмического районирования, определяющие нормы и правила строительства в таких районах. В Советском Союзе первый вариант такой карты был составлен еще в 1936 году. Нормативные карты обновляются примерно через десятилетие,

последний их вариант был утвержден в 1981 году.

Почему же так часто обновляются нормативные карты? Выходит, мы имеем дело с каким-то чрезвычайно быстрым процессом, происходящим буквально на наших глазах, временные «срезы» которого так не похожи один на другой? Специалист, регистрирующий землетрясения, скажет: да, это действительно так. Подземные толчки возникают не только там, где они происходили раньше, но и в других местах. Однако с точки зрения геолога, имеющего дело с процессами большой длительности, землетрясения — лишь одна из сторон жизни земной коры. А если так, то возникающие на новых местах землетрясения можно было бы и предвидеть (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 20.— Ред.).

Первые варианты карт сейсмического районирования были **сейсмостатистическими** — просто-напросто оконтуривались зоны различных баллов по тем землетрясениям, сведения о которых уже имелись. Такие карты не давали прогноза, они лишь фиксировали уже прошедшие события. А между тем землетрясения возникали и в тех местах, которые по этим картам считались вполне спокойными. И становилось все очевиднее, что известная специалистам статистика землетрясений недостаточна: она не охватывает потенциально опасных участков земной коры, которые пока «молчат» или «говорят не в полный голос». Для прогнозирования места и силы землетрясений нужно привлекать дополнительно сеймотектонические данные и методы анализа. Данные, которые позволили бы оценить историю развития земной коры за периоды на несколько порядков больше периодов с известной сейсмической историей. Следовательно, по тектоническим данным, отражающим одну сторону эволюции земной коры, можно судить и о другой ее стороне — потенциальной сейсмической опасности.

После 1936 года в подготовке почти всех вариантов нормативных карт сейсмического районирования стали принимать участие специалисты в области сейсотектоники. Однако карты вновь и вновь приходилось переделывать — сильные землетрясения продолжали происходить не там, где им «было положено» по этим нормативным документам. Дело, по-видимому, заключалось в том, как правильно использовать эти тектонические данные.



Один из научных вариантов обобщенной карты зон возникновения землетрясений для территории Крыма и Кавказа (соответствует третьему «этажу» предыдущего рисунка). Разная штриховка показывает участки, где в принципе возможны землетрясения с магнитудой от менее 5 до более 6. Такие карты служат основой, на которой создаются нормативные карты сейсмического районирования (видимая часть айсберга на предыдущем рисунке)

Сейчас сейсмическое районирование имеет две стадии. На первой **выделяются зоны, где можно ожидать землетрясения с различной магнитудой**, на второй — **оконтуриваются зоны с различной интенсивностью сотрясений**. Последняя процедура сейчас хорошо отработана специалистами. Что же касается выделения зон с различной магнитудой землетрясений, то последовательность операций здесь такая. Необходимо дать геологическое описание мест, в которых произошли землетрясения различной силы, затем найти аналогичные им места по этому описанию, а тогда уже объявить для них соответствующий уровень сейсмической опасности.

Иными словами, тектонические данные призваны решать прогностическую задачу путем экстраполяции в пространстве сведений об уже известных землетрясениях. Подобным же образом ставит диагноз врач: он сопоставляет описание субъективного состояния больного и данные анализов с эталонным описанием той или иной болезни. И как в медицинской диагностике не существует какого-то одного решающего признака для идентификации болезни, так нет и универсального текто-

нического критерия сейсмичности, однозначно связанного с величиной магнитуды. Таким образом, места, где уже произошли и где ожидаются землетрясения, описываются большим количеством признаков. Нужно отобрать эти признаки, информирующие о месте, силе землетрясений, и изобразить их в виде соответствующих карт для всей интересующей нас территории.

ЗОНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ

Как известно, землетрясение возникает вследствие подвижки горных пород по разрыву земной коры. Поэтому поисковым признаком мест возникновения землетрясений всегда были зоны разрывов. Комплексный анализ данных различных наук о Земле позволяет создать карты таких тектонических нарушений. По выражению известного советского сейсмолога Н. В. Шебалина, карты эти представляют собой «геометрическую систему, в пределах которой накопленная потенциальная энергия среды может преобразовываться в кинетическую энергию сейсмоопасных колебаний». Создание такой **геометрической системы** в настоящее время не представляет особых трудностей.

Вторая система, необходимая для прогнозирования, — это **система силового поля** (опять-таки по выражению Н. В. Шебалина). Она отражает способность различных участков земной коры накапливать потенциальную энергию разного уровня. Силовое поле в первую очередь связано с интенсивностью тектонического процесса в земной коре, но зависит также от

свойств среды, в которой этот тектонический процесс развивается.

Возьмите в руки свежую хвойную ветку и попробуйте ее сломать. Удастся это только при сильном резком движении — прикладывая слабые усилия, вы только согнете, но не сломаете ветку. Такого же размера ветка, только сухая, а не свежая, гнуться не будет, она с треском сломается от большого напряжения. Соответствующие комбинации интенсивности процесса и свойств среды могут определять различное силовое поле отдельных сейсмоопасных регионов и участков внутри них.

Данные для воссоздания силового поля можно также получить с помощью различных наук. Например, свойства среды связаны с историей развития земной коры за сотни миллионов лет, с ее современным тепловым состоянием и другими параметрами, которые дает геология, геофизика и геохимия. Интенсивность же тектонического процесса устанавливается по данным об амплитудах и скоростях движений земной коры за относительно короткие промежутки времени — от десятков лет (по данным геодезических измерений) до миллионов и десятков миллионов лет (по данным геологического и геоморфологического анализа).

Для того, чтобы построить силовое поле определенной территории, необходимо каждый ее участок охарактеризовать всей совокупностью отмеченных признаков. Задача эта трудная, ведь признаки — а их может быть несколько десятков — разнообразны по содержанию, выражаются и в качественной, и в количественной форме в широком диапазоне значений, к тому же каждый имеет свою собственную размерность. И самое главное — не все критерии сейсмичности одинаково значимы для построения силового поля, поскольку имеют разную степень связи с магнитудой землетрясений. Поэтому и в анализе нужно их принимать с разным весом. Точно так же врач, который ставит диагноз, меньше обращает внимание на такие показатели состояния больного, которые характерны для многих недугов (например, повышенная температура или головная боль). Больше внимания он уделит, скажем, сыпи или хрипам в легких, потому что они более значимы (хотя и не служат определяющими признаками) для диагностики конкретного заболевания.

И, наконец, еще одно обстоятельство. Кон-

струируемое силовое поле должно быть дифференцированным в пространстве и должно детально отражать те быстрые изменения тектонической обстановки от места к месту, которые существуют в природе. Большая или меньшая индивидуальность каждого участка силового поля зависит от количества принятых во внимание признаков. Как при составлении синтетического словесного портрета в криминалистике. Чем больше учитывается признаков человеческого лица (прическа и цвет волос, форма носа, рта, ушей), тем ближе к реальному будет искомый портрет.

Очевидно также, что индивидуальность каждого участка силового поля будет тем выше, чем меньше размеры этого участка. Здесь уместна такая аналогия: на мелкомасштабных космических снимках все крупные города выглядят одинаково — пятно, не более того. С летящего самолета уже просматриваются некоторые их индивидуальные черты — характер планировки, расположение транспортных коммуникаций. Взаимоотношение с рельефом, расположение старых и новых районов можно установить только с высоты птичьего полета. Но ощущение самобытности города возникает, лишь когда познакомишься с ним «воочию», побродишь по его улицам и переулкам...

Несмотря на трудности составления карт силового поля, в методическом и техническом плане задачу эту сейчас удалось решить. Для успешного выделения зон возникновения землетрясений кроме названных систем нужна еще одна — обучающая. Она отражает распределение в пространстве тех землетрясений, которые уже произошли.

Для специалистов в области сейсмотектоники подготовка геометрической, силовой и обучающей систем означает примерно то же, что для врача окончательная сумма всех исходных данных для постановки диагноза. В методическом плане диагностическая задача в медицине и прогностическая в сейсмотектонике довольно близки и решаются одинаково. Нужно сравнить имеющиеся данные с некоторым эталоном и дать заключение о степени опасности. Для врача эталоном служит классическое описание болезни, для сейсмотектониста — очаги уже происшедших землетрясений (обучающая система), а точнее, их местоположение, магнитуда сейсмического толчка, а также геометрическая и силовая (сейсмотектоническая) обстановка.

КАК ИЗБЕЖАТЬ ОШИБОК?

Теперь можно вернуться к нормативным картам сейсмического районирования. При их подготовке, как и при решении любой прогностической задачи, возможны ошибки двух типов: «пропуск цели» и «ложная тревога». Ошибка первого типа будет означать, что уровень опасности недооценен — происшедшие землетрясения имеют большую магнитуду, чем ожидалось. За ошибкой второго типа скрывается, что ожидаемым землетрясениям приписывается чрезмерно высокая магнитуда, продуцировать которую не способен данный участок земной коры.

Появление ошибок на нормативных картах (или их отсутствие) будет зависеть от того, какие системы — обучающая, геометрическая, силовая или их сочетания используются в анализе. В принципе возможны следующие варианты:

1. Используются все три системы. Идеальный случай, при котором исключены практически любые ошибки.

2. Используется только обучающая система. «Ложная тревога» отсутствует, а «пропуск цели» гарантирован.

3. Используются обучающая и геометрическая системы. «Пропуск цели» практически исключен, зона ошибок «ложная тревога» занимает очень большую площадь, а уровень (величина) ошибок также значителен.

4. Используются обучающая и силовая системы. «Пропуск цели» практически исключен. Зона ошибок «ложная тревога» и их уровень намного выше, чем в варианте 3.

В практике сейсмического районирования использовались пока только варианты 2 и 3. Первый — это «сейсмостатистический» метод, который применялся при подготовке первых

нормативных карт. Вторым, то есть вариантом 3, применялся чаще всего в последние десятилетия. И вот что интересно: хотя этот вариант в принципе не допускает ошибок типа «пропуск цели», они тем не менее возникают. Вывод очевиден — под маской варианта 3 скрывается «сейсмостатистический» метод сейсмического районирования, ведь только его применение дает ошибки первого типа. Когда еще не были разработаны представления о силовой системе, такую подмену можно было как-то понять. Лучше уж использовать вариант 2, иметь на картах небольшое количество ошибок типа «пропуск цели» и время от времени переделывать эти карты. Гораздо хуже применять вариант 3, то есть получать много ошибок «ложная тревога» и в огромных масштабах проводить дорогостоящие антисейсмические мероприятия.

После разработки вопроса о силовой системе, нахождения методов районирования территории можно надеяться, что хотя бы в научном плане проблема прогноза места и силы землетрясений будет разрешена. А это означает, что нормативные карты будут более детальными, надежными и выдержат проверку временем за периоды больше десятилетий. Следовательно, вести строительство в сейсмоопасных регионах можно таким образом, чтобы не экономить там, где действительно опасно, и не тратить деньги понапрасну в тех местах, где для этого нет реальной необходимости. Тогда люди смогут жить и работать спокойно, даже если газеты и будут время от времени сообщать: «...произошло землетрясение с силой 7,0 по шкале Рихтера. Интенсивность сотрясений достигала 10 баллов. Разрушений и жертв нет...»

Что происходит в недрах звезд?

У многих тесных двойных систем наблюдаются быстрые, скачкообразные изменения периодов обращения звезд около общего центра масс. Обычно такие изменения в периодах объясняют тем, что в системе происходит перераспределение масс компонентов:

вещество с одной звезды перетекает на другую, а часть массы и вовсе теряется в межзвездном пространстве. Именно этим механизмом переноса массы удается объяснить изменения периодов боль-

шинства систем. Но в некоторых системах типа W Большой Медведицы и RS Гончих Псов периоды уменьшаются и увеличиваются слишком быстро, наблюдаются скачки, составляющие $\sim 10^{-6}$ — 10^{-5} всего периода системы. Если объяснять эти скачки одним лишь переносом массы, то нужно, чтобы одна из звезд

См. продолж. на с. 15





Землетрясение... в лаборатории

Можно ли создать модель землетрясения в лабораторных условиях? И какой она должна быть, чтобы шаг за шагом изучать на ней развитие сейсмической катастрофы?

ТАМ, ГДЕ ДАВНО НЕ БЫЛО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Изучая исторические хроники, ученые пришли к выводу, что в сейсмически опасных районах Земли чрезвычайно сильные, катастрофические землетрясения повторяются в одном и том же месте по нескольку раз. В сейсмически очень активных районах это случается через каждые 100—200 лет. К таким районам можно отнести, например, Японию, Курильские острова и Камчатку. В небольшом китайском городе Тонхае установлен каменный обелиск, на нем выбиты даты сильнейших землетрясений последнего тысячелетия, которые произошли вблизи этого города. Бросается в глаза удивительная закономерность — сильные землетрясения повторяются каждые 200 лет.

Существует определенная цикличность в появлении землетрясений: после мощного толчка резко увеличивается число землетрясений меньшей силы — это афтершоковый период, длительность его достигает 15—20 лет. В течение этого времени частота сейсмических толчков и их сила постепенно уменьшаются, и, наконец, то место, где еще недавно земля содрогалась от подземных ударов, становится спокойным и безопасным... За 10—15 лет до нового сильного землетрясения в области его будущего очага снова начинаются небольшие толчки. Четыре основные фазы сейсмического процесса, включающего сильное землетрясение, его афтершоковый период, многолетнее отсутствие сейсмичности и постепенное ее нарастание до следующего сильного землетрясения, составляют в совокупности **сейсмический цикл**. Представление о сейсмическом цикле сейчас используется во всем мире для

выявления опасных мест, а впервые его успешно применил в 60-х годах для долгосрочного прогноза землетрясений советский сейсмолог член-корреспондент АН СССР С. А. Федотов.

Известно, что отдельные участки земной коры (блоки) движутся с разными скоростями относительно друг друга. Причины этого — процессы на больших глубинах в недрах Земли, а именно: радиоактивный разогрев, плавление, разделение вещества на более тяжелые и более легкие компоненты, проявление сил инерции при вращении Земли. Процессы эти вызывают горообразование, вулканизм и землетрясения, причем последние происходят там, где движение блоков относительно друг друга почему-либо затруднено (например, в результате повышенного трения или зацепления двух движущихся блоков неровностями своих границ). В таких местах в горных породах накапливаются большие механические напряжения, которые и приводят в конце концов к раздражающемуся в мгновение ока, а точнее в течение нескольких секунд, гигантскому разрыву вещества Земли. Разрыв этот и вызывает сейсмические волны, то есть землетрясение.

После толчка напряжения несколько уменьшаются и в последующие десятки, а иногда и сотни лет сейсмического цикла постепенно возвращаются к опасному уровню. Однако те большие механические напряжения, что существовали в очаге землетрясения, не исчезают бесследно. Уменьшаясь там, где уже случилось землетрясение, они переносятся на соседние участки, прежде всего на края вызвавшего землетрясение разрыва. Это демонстрируют расчеты, лабораторные эксперименты и наблюдения в сейсмоопасных зонах. Известны и курьезные случаи. Так, приехавшие в поселок Вайнери (Калифорния, США) могут побывать в доме одного из виноделов: стены этого дома буквально едут относительно друг друга — строение находится как раз в месте

выхода на земную поверхность сейсмоопасного разлома Сан-Андреас. Заметим, что «винодельню» построил человек, у которого прежний дом разрушило катастрофическое Сан-Францисское землетрясение 1906 года. Стремясь избежать новой катастрофы, он переехал больше чем на сто километров к югу и... угодил именно в краевую область разрыва, где существующие в Земле напряжения теперь энергично напоминают о себе...

Особенно неприятна ситуация, когда в пределах одной сейсмоопасной зоны последовательно происходят два сильных землетрясения. Разделяющий их район получает весомые добавки напряжений от обоих толчков и сам становится весьма вероятным местом следующего удара. Такие места получили в сейсмологии название **сейсмических брешей**. Подобные брешы нетрудно выделить в тихоокеанском сейсмическом поясе, где землетрясения происходят как бы вдоль цепочки. Обнаружены они и в других районах нашей страны.

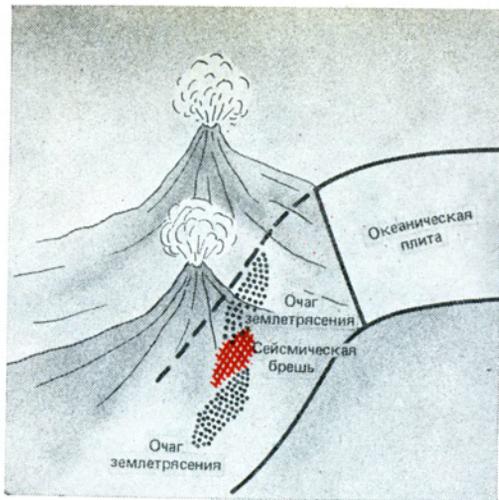
НУЖНО ХОРОШО ПОСТРОИТЬ И...

АККУРАТНО РАЗРУШИТЬ

Нахождение очередной сейсмической брешы позволяет выделить еще одну опасную точку, но построить надежный прогноз землетрясений на основе одного этого принципа не удастся. Сейсмологи зарегистрировали брешы, где много десятилетий землетрясений все нет и нет.

Чтобы повысить точность прогноза, нужно знать, какие процессы происходят в пределах брешы, и следить за их развитием. Однако опыт наблюдений за естественными брешами накапливается чрезвычайно медленно, ведь сильные землетрясения случаются, к счастью, не так уж часто. Понятно поэтому желание исследователей **промоделировать землетрясение в лабораторных условиях**. Поскольку мы плохо знаем характеристики очага землетрясения, да и воспроизвести их трудно, модели лишь отдаленно напоминают естественный процесс. Зато можно изготовить несколько таких моделей и, постепенно усложняя и видоизменяя, находить в них главное и общее. А потом сопоставить результаты с наблюдениями в сейсмоопасных районах.

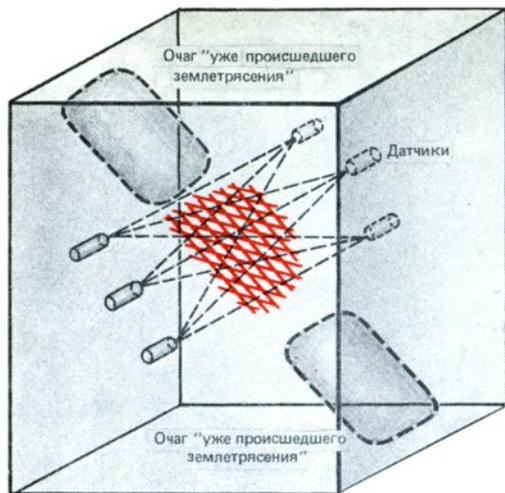
Несколько простых моделей сейсмической брешы сделаны специалистами Института физики Земли АН СССР. Они приготавливались



На стыке океанической плиты и континента возникают очаги сильных землетрясений. Участки земной коры между очаговыми зонами представляют собой серьезную сейсмическую опасность. Они названы «сейсмическими брешами» (цветная штриховка)

из цемента, кварцевого песка и гранитного щебня. Внешне модель выглядит как огромный кирпич — высотой в два метра, только грани кирпича гладкие, чтобы неровности рельефа не исказили результаты измерения деформаций. Измерения осуществляются сотнями датчиков, приклеенных к поверхности модели. Строгая параллельность противоположных граней «кирпича» — совершенно необходимое требование. В этом случае при нагружении модели прессом поле механических напряжений внутри нее мало отличается от теоретически рассчитанного. Небольшой перекус граней — и поле искажается, и становится невозможным сопоставлять данные эксперимента с теорией. Вообще из-за мелких неточностей при изготовлении модели результаты повторных опытов будут непохожими, или «невоспроизводимыми», как говорят исследователи.

Модель сейсмической брешы снаружи выглядит достаточно просто, но внутри нее спрятаны некоторые сложные элементы. Прежде всего — «очаги уже прошедших землетрясений». Это толстые стеклянные пластины эллиптической или прямоугольной формы. Установленные попарно пластины в процессе



Модель сейсмической брешки. Внутри она содержит два «очага уже происшедших землетрясений» и «сейсмическую брешь» (цветная штриховка). В ходе эксперимента изучаются изменения физических свойств вещества «брешки»

испытаний медленно скользят друг относительно друга (с внутренней стороны они покрыты смазкой). В результате в глубине модели постепенно накапливаются напряжения и, наконец, возникает разрыв. На поверхности он совершенно не виден, но это-то как раз и важно, ведь именно «внутреннее» разрушение в земных глубинах и приводит к сейсмическим катастрофам.

Помещенные внутрь модели разнообразные датчики сообщают по ходу эксперимента, как именно изменяются механические, акустические, электрические и другие свойства материала в процессе «подготовки землетрясения». При изготовлении модели важно безошибочно рассчитать прочность ее разных участков, подобрать нужный состав смесей. Большую помощь сейсмологам здесь оказывают специалисты по бетону.

И вот модель готова. Получилась она большой, выше человеческого роста. Ее перевозят к месту испытаний, в здание, где расположен пресс на 50 тыс. т, принадлежащий Институту физики высоких давлений АН СССР. Чтобы затраченные при изготовлении модели усилия не пропали даром, не менее важно правильно нагружать ее, довести до «микроразрушения» так, как это случается в природе. Уни-

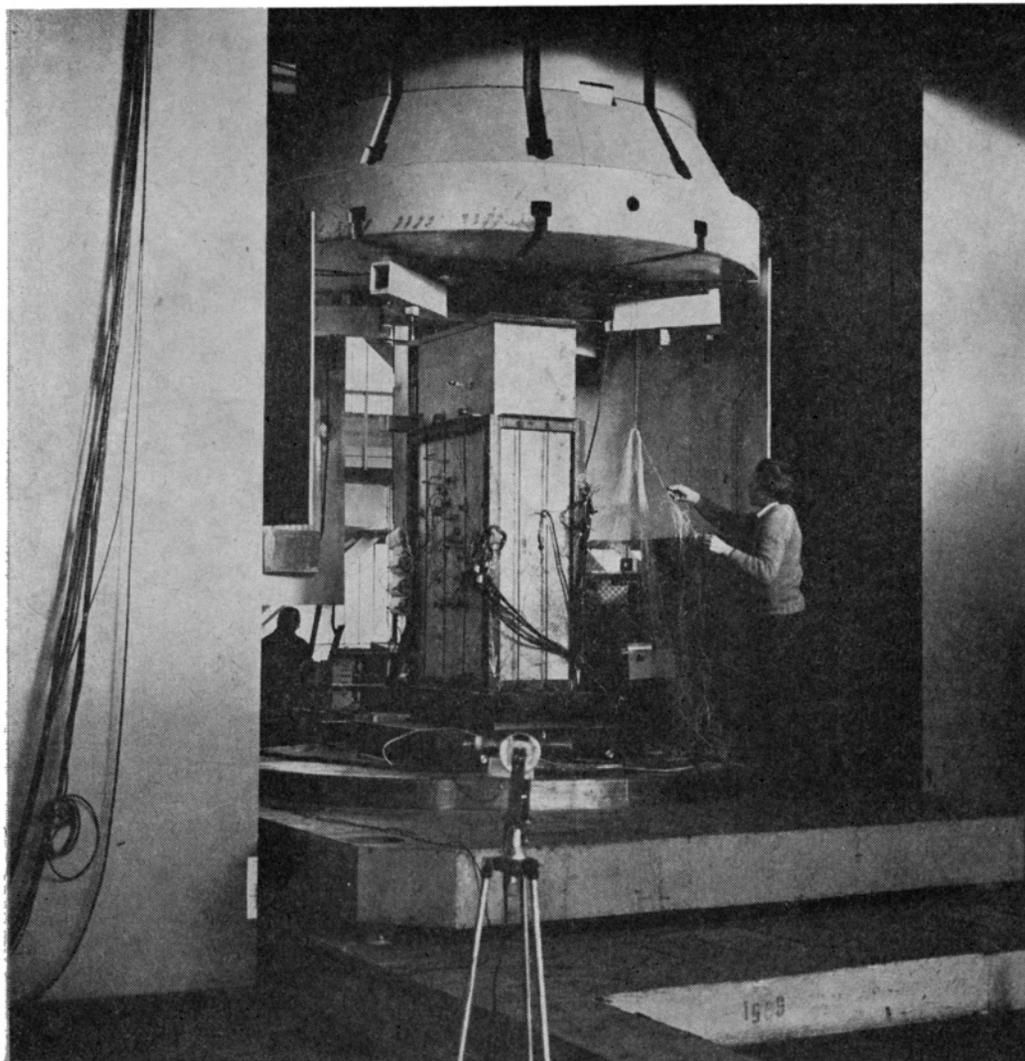
кальность прессы ИФВД АН СССР, построенного под руководством академика Л. Ф. Верещагина и доктора технических наук А. А. Семерчана, не только в его чрезвычайной мощности. Он позволяет выдерживать на протяжении многих часов именно тот режим нагружения, который нужен исследователям, и менять его по командам.

Один из существенных признаков созревания очага землетрясения в естественных условиях — он забирает энергию из большого объема горных масс, имеющих примерно те же свойства, что и сам очаг. При лабораторных же испытаниях источник энергии — пресс, стальная конструкция которого мало напоминает глубинное вещество Земли. И искусство управления прессом при моделировании землетрясений в том и состоит, чтобы изменяя по гибкой программе режим нагружения модели, свести к минимуму влияние самого прессы на подготовку «микроразрушения». Особенно точно этот режим нужно выдерживать на заключительных стадиях эксперимента, когда модель накопила уже большие напряжения и «сейсмическая брешь» начинает разрушаться. Характеристики режима нагружения отрабатываются в десятках испытаний на моделях меньшего размера. Можно сказать, пресс должен подкачивать в модель механическую энергию так же, как это делает Земля в районе готовящегося землетрясения.

«ГОРА ИЗ ПРЕДВЕСТНИКОВ»

Поскольку проблема прогноза землетрясений — проблема общечеловеческая, она объединяет ученых из разных стран. Так, в экспериментах по моделированию сейсмической брешки, проведенных в 1984 и 1985 годах, кроме советских ученых, принимали участие исследователи из США и Чехословакии. Некоторые из них приезжали для этой цели в Москву. Советские специалисты, взяв с собой модели меньшего размера, провели ряд опытов и в лабораториях других стран. В результате международного сотрудничества удалось применить новые методики и аппаратуру, разработанные различными творческими коллективами. Такое комплексное изучение позволило выделить основные стадии подготовки и реализации «землетрясения» в модели.

С помощью лазерной голографии удалось

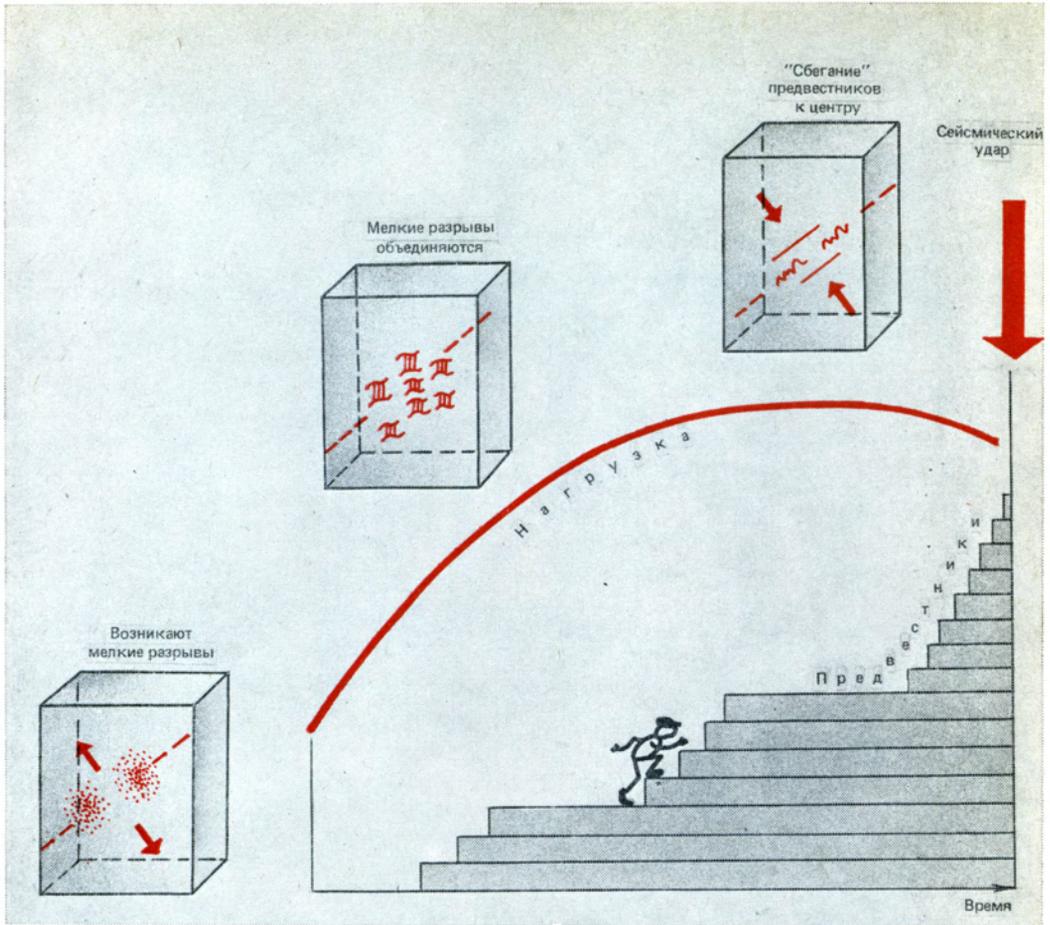


Модель с датчиками установлена в камере большого пресса

Буквально увидеть, как на ранних этапах роста напряжений возле концов уже имеющихся очагов начинают расти «холмы». Постепенно перерастая в «горообразование», это явление захватывает все большую область, распространяется к центру бреша и в стороны. Начинается одна из основных стадий подготовки землетрясения — **возникают небольшие разрывы в районе будущего очага**. Появляются и первые предвестники землетрясения — **искажение**

формы сейсмического сигнала, посылаемого искусственными источниками в материал модели. На этой же стадии обнаруживается и слабое электромагнитное излучение...

Но до землетрясения еще далеко и нагрузка на модель продолжает возрастать. Можно даже сказать, что отмеченные эффекты — не предвестники, они лишь говорят, что начался процесс подготовки. Затем наступает вторая стадия: многочисленные **мелкие разрывы** скачками **объединяются** и формируют в несколько раз более длинные. Все они устремляются к очагам «предыдущих» землетрясений



На модели сейсмической брешы можно проследить три основных стадии подготовки «микроразрывов». Каждая из них характеризуется собственным набором предвестников, количество которых стремительно нарастает по мере приближения момента «землетрясения»

и постепенно локализуется в центре «сейсмической брешы». Материал модели разделяется на блоки с различными свойствами.

Спустя некоторое время происходит следующая «вспышка» предвестников. К ранее существовавшим добавляются такие, как закономерная миграция очагов разрывов, возрастание акустической активности, понижение или повышение электросопротивления пород в зависимости от того, в каком направлении пропускают через модель электрический ток.

Общей и замечательной чертой всех предвестников становится их **мерцание и мозаичное распределение по объему и поверхности модели**. Например, в некоторых точках внутри и на поверхности внезапно появляются электрические заряды. Потом они исчезают, чтобы снова возникнуть, но уже в других местах. Регистрируются небольшие «холмы» и «впадины», что означает резкие изменения поля деформаций.

Именно на модели удалось показать, что мозаичность и мерцание предвестников — неизбежное следствие подготовки землетрясений, с которым приходится мириться и учитывать в задачах прогноза. А ведь на протяжении десятков лет сейсмологи, регистрировавшие предвестники землетрясений в сейсмоопасных районах, безуспешно пытались изба-

виться от мешающего эффекта мозаичности и найти универсальный образ предвестника. Повидимому, этого достигнуть не удастся. Несмотря на столь необычные свойства предвестников, в совокупности они позволяют уже более надежно судить о надвигающейся катастрофе. Но насколько все-таки точно можно предсказать время ее начала? От момента появления предвестников на второй стадии опыта до «микроземлетрясения» проходит несколько часов. Опыты на моделях разной величины показали, что чем меньше размер и соответственно энергия возникающего «микроземлетрясения», тем за более короткое время до него регистрируются предвестники. Значит, можно сделать и обратный пересчет. За какое время до толчка будут появляться аналогичные предвестники в сейсмически опасном районе, где размеры очага естественного землетрясения исчисляются десятками километров? Оказывается, несколько часов на модели обрабатываются несколькими годами в условиях земных недр. Такие предвестники получили название долгосрочных.

И, наконец, наступает третья стадия разыгрываемой микрокатастрофы. Начинается **ускоренное движение в центре «сейсмической брешы»**. Самопроизвольно уменьшается нагрузка на модель. (В механике это явление известно под названием неустойчивой деформации.) Перестают изменяться свойства материала вдалеке от брешы, зато в ее центральной части порождаются один за другим новые предвестники. Внешне процесс выглядит как быстрое «сбегание» предвестников к центру брешы — «гора из предвестников» неуклонно растет.

Теперь задача исследователей — проанализировать все предвестники и вычислить время, когда же произойдет «землетрясение». Здесь

важно не отстать от развития процесса в модели, иначе прогноз будет не прогнозом, а констатацией уже происшедшего события. Без применения автоматических устройств и быстродействующих ЭВМ здесь не обойтись.

К сожалению, из-за отсутствия вычислительных машин для оперативного приема и обработки непрерывно поступающей от сотен датчиков информации приходится во время эксперимента делать лишь грубые оценки прогностических признаков. Основные же научные результаты выявляются значительно позднее. Да и в модельных экспериментах, о которых здесь рассказывалось, не удается пока осуществить надежный прогноз с точностью лучше нескольких минут. А это означает, что в реальных условиях предупреждение о землетрясении можно дать в пределах месяца. Хотелось бы, конечно, уменьшить этот срок до нескольких дней или даже часов. И для землетрясений в сейсмических брешах подобную задачу в принципе можно решить. Но для этого нужны большие и согласованные усилия как в теоретических, лабораторных работах, так и в усовершенствовании аппаратуры и методов оперативной обработки информации в сейсмически опасных районах.

Из моделирования землетрясений в лаборатории вытекают важные следствия. Становится яснее, где, в каком количестве и для регистрации каких предвестников следует развивать сеть прогностических наблюдений. Некоторые выводы можно с успехом использовать при разработке способов контроля напряженного состояния массивов горных пород в шахтах — с целью уменьшения опасности горных ударов. Моделирование сейсмической брешы — еще один, пусть и небольшой, шаг к решению проблемы надежного прогноза землетрясений.

Начало см. на с. 9.

теряла за короткое время до $\sim 10^{-5} M_{\odot}$. Это большая величина; она не согласуется со временем жизни тесных двойных.

Любопытную гипотезу объяснения феномена предложил голландский ученый Вант-Верер. Допустим, что в недрах звезд существуют области, где происходит фазовый переход

в веществе — на небольшом участке резко меняется молекулярный вес. Именно в этих областях могут происходить быстрые радиальные смещения вещества звезды. Будучи несимметричными, смещения приводят к тому, что неожиданно смещается центр масс системы, а следовательно период обращения звезды скачкообразно изменяется. Объяснить наблюдаемые скачки пе-

риода можно, если предположить, что в недрах звезды сместился объем, равный $\sim 4 \cdot 10^{-6}$ объема Солнца, на расстояние $\sim 0,1$ солнечного радиуса, причем происходить это должно в течение года со скоростью всего ~ 2 м/с.

Astronomy and Astrophysics,
1986, 156, 1–2

Доктор физико-математических наук
М. Б. ГОХБЕРГ
Кандидат физико-математических наук
И. Л. ГУФЕЛЬД



Электромагнитные предвестники землетрясений

В последние годы появились сведения об электромагнитных явлениях, которые предшествуют разрушению земной коры при сейсмическом ударе. Нельзя ли, наблюдая эти явления, предсказывать, когда именно произойдет сейсмический толчок!

ШУМ В ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТАХ, ЗАПАХ ОЗОНА...

Идея о связи землетрясений с электромагнитными процессами не нова, ее высказывали еще больше столетия назад. В конце XIX века французский ученый А. Маскар считал, что магнитные приборы отмечают перед землетрясением прохождение электрических токов, а не колебания почвы. В то время появлялось много сообщений о шуме в телефонных аппаратах, похожем на шум при атмосферной грозе, о запахе озона во время землетрясений, приводились даже случаи воздействия электричества на людей и животных. Добавим к этому многочисленным наблюдениям световых эффектов в атмосфере и на поверхности Земли перед сейсмическими толчками. Подобных сведений накопилось множество, но причины явлений оставались неразгаданными.

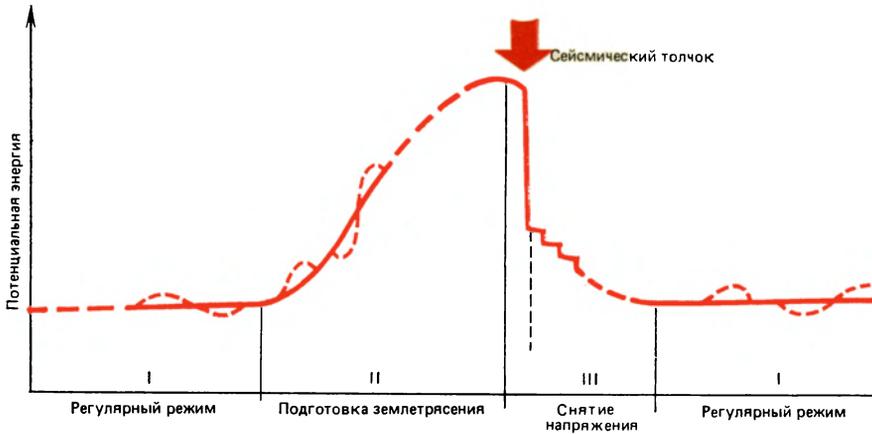
Впервые инструментальные наблюдения электромагнитных явлений, связанных с подготовкой землетрясений, провел в 1924 году советский метеоролог Б. А. Чернявский. В статье «Электрическая буря» он описал возмущение атмосферного электрического потенциала перед Джалал-Абадским землетрясением в Узбекистане. Аналогичные наблюдения проводились и позднее, в начале 50-х годов в Средней Азии, но даже в 60-х годах природа подобных электромагнитных явлений все еще не была ясна. Экспериментальные работы по поиску электромагнитных предвестников землетрясений начались только в 70-х годах.

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Толчок к практическому изучению электромагнитных предвестников дали лабораторные исследования электризации ионных диэлектриков. Она может возникнуть при их деформации

и разрушении. Исследования эти, кстати сказать, не связывали тогда с проблемой прогноза землетрясений. В лабораторных экспериментах электризация обычно сопровождается световыми вспышками, электромагнитным излучением в радиочастотном диапазоне и переменными электрическими полями. Выделяются два основных процесса электризации (они особенно важны при деформации реальной земной коры). Первый — электризация, возникающая на контактах элементов среды в зоне их деформации. При контакте двух диэлектриков или полупроводников электризация вызывается диффузией носителей тока из одного вещества в другое и появлением на их границах контактной разности потенциалов. Если в области контакта есть жидкость, то электризация связана с появлением двойных электрических слоев на поверхности раздела «твердое тело — жидкость». Эффекты электризации сопровождают разрыв таких контактов. Процессы электризации второго типа протекают внутри образцов или элементов среды, имеющих структуру ионных диэлектриков (из веществ с такой структурой сложена земная кора) при их разрушении. Здесь электризация связана с разделением электрических зарядов за счет движения заряженных дислокаций и трещин в образцах. Перемещения зарядов под действием механических сил равносильны возбуждению локальных токовых систем. Процессы электризации, возбуждаемые механическими силами, называют **механоэлектрическими (МЭП)**.

В начале 70-х годов известный советский специалист в области физики твердого тела А. А. Воробьев обратил внимание на то, что механоэлектрические процессы могут возбуждаться в земной коре. Это давало физическую основу для исследований электромагнитных явлений при разрушениях и деформациях земной коры. Однако А. А. Воробьев ошибочно считал, будто и сами землетрясения вызываются механоэлектрическими преобразованиями, то есть в земной коре происходит разделение электрических зарядов на большие расстояния, заряды накапливаются, и гигантский электрический пробой вызывает землетрясение. Тогда еще не все придерживались мнения, что сейсмический удар — это результат накопления в горных породах упругой потенциальной энергии.



Механоэлектрические явления стали предметом повышенного интереса ученых-геофизиков. Их изучение пошло по двум направлениям: экспериментальные исследования возмущений естественных электромагнитных полей и параметров атмосферы перед землетрясением, а также разработка теоретических моделей источников, которые искажают естественные электромагнитные поля.

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В сейсмически активных районах нашей страны были организованы наблюдения за изменениями атмосферного электрического потенциала, электротеллурического и геомагнитного полей, естественного импульсного электромагнитного поля. Для исследования возмущений сейсмического происхождения в верхних слоях атмосферы — ионосфере использовались спутники и техника вертикального зондирования. В результате непосредственно перед землетрясением удалось зафиксировать возмущения естественных электромагнитных полей и параметров ионосферы, которые на регистрограммах выглядят как «бухты» или «ступени», их продолжительность от десятков минут до суток.

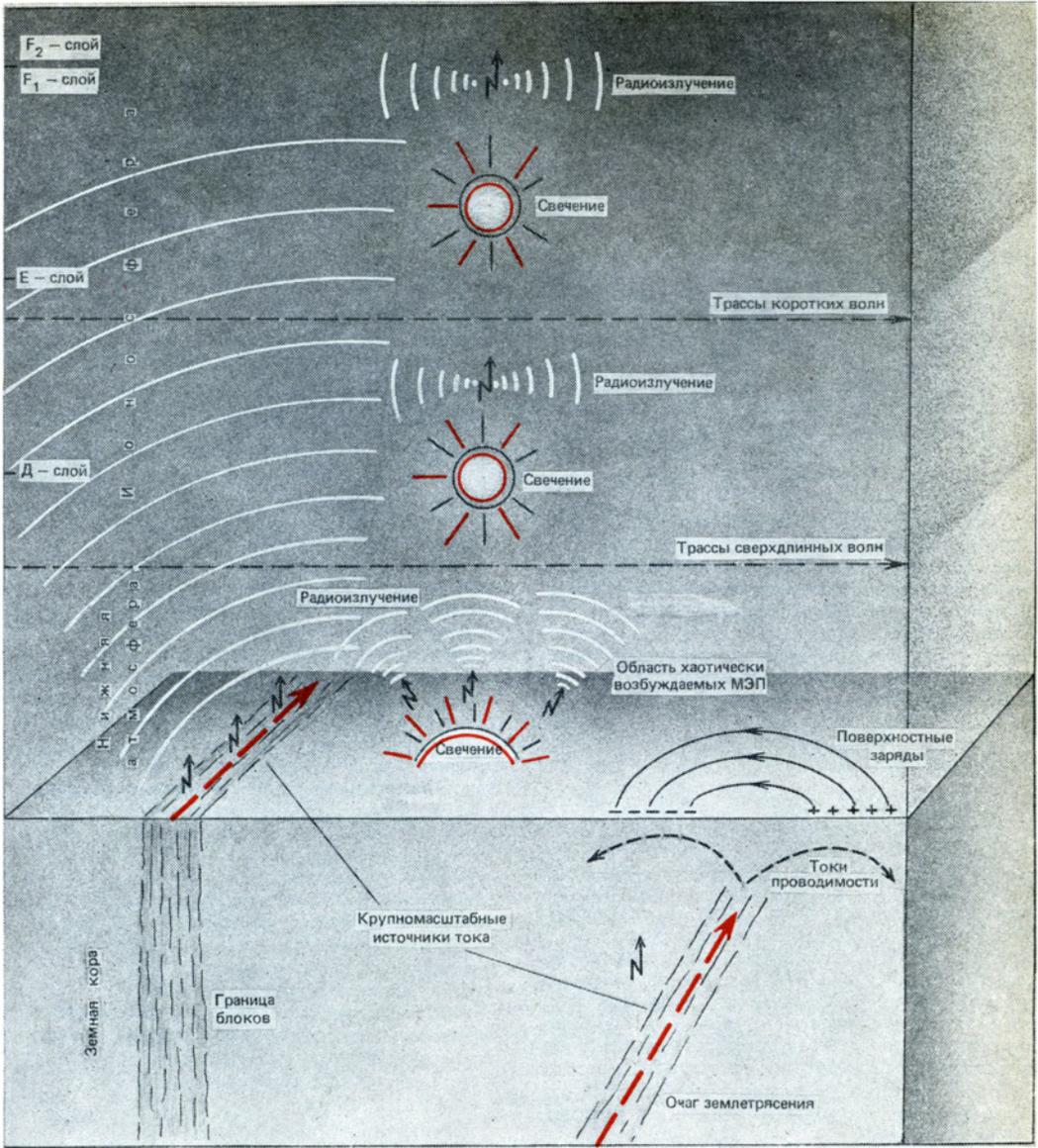
Какой же был выбран критерий связи между возмущениями естественных электромагнитных полей и параметров ионосферы с сейсмическими событиями? Их совпадение по времени — сейсмическое событие происходило на завершающей стадии возмущения или по его окончании. Конечно, временной критерий нельзя считать неоспоримым доказательством существования связи, ведь вариации естественных электромагнитных полей могут быть вызваны и несейсмическими процессами. Тем более что параметры ионосферы сильно зависят от космического воздействия на нее и геомагнитной обстановки.

С другой стороны, например, на характеристику атмосферного электрического потен-

циала и естественного импульсного электромагнитного поля влияет метеобстановка, а на уровень импульсного поля — условия распространения радиоволн и работа радиосвязных систем.

Возмущения электромагнитных полей несейсмической природы по форме выглядят также как «бухты» или «ступени». Поэтому естественные вариации электромагнитных полей и параметров ионосферы, предшествующие сейсмическим событиям, могли приниматься за возмущения сейсмической природы. Дело в том, что при существующих методиках измерений нельзя было надежно выделить возмущения естественных электромагнитных полей, связанные с сейсмическими процессами. И прежде всего вот почему: не

Изменение упругой потенциальной энергии среды в сейсмоактивных районах. I — регулярный режим: непрерывные деформации, сопровождаемые слабой сейсмичностью, периодические колебания наклонов и деформаций земной поверхности, электросопротивления, гидрогеофизических характеристик, скоростей распространения упругих волн. II — подготовка землетрясения, когда нарушается регулярность хода геофизических параметров среды. Здесь возмущения геофизических параметров относят к долгосрочным предвестникам землетрясений. III — снятие упругой потенциальной энергии: лавинное трещинообразование, сам разрыв и афтершоковый период. Продолжительность процесса трещинообразования — часы, сутки. Именно в это время в земной коре возбуждаются механоэлектрические преобразователи, с которыми и связывается появление электромагнитных предвестников землетрясений. Эти предвестники относят к разряду оперативных



Источники возмущений естественных электромагнитных полей при сейсмических процессах

учитывалось расположение источников возмущений в пространстве. С этим, скорее всего, и связано отсутствие в полученных данных информации о процессах сейсмоэлектрических преобразований в земной коре и сейсмоионосферных взаимодействиях, которые искажают естественные электромагнитные поля и изменяют параметры ионосферы.

ВОЗМОЖНАЯ ПРИРОДА ИСТОЧНИКОВ

Чтобы понять природу явления, необходимо было от общих оценок механоэлектрических преобразований в земной коре перейти к разработке моделей источников, которые искажают естественные поля и параметры ионосферы. Требовалось обнаружить местонахождение источников и понять особенности их возбуждения. Работы начали проводиться главным образом силами Института физики Земли АН СССР. По инициативе директора института академика М. А. Садовского были

разработаны (на основе лабораторных исследований) модели источников электромагнитных предвестников землетрясений.

Но если в лабораторных образцах эффекты от механоэлектрических процессов носят единственный характер, то при деформации и разрушении земной коры, которые идут на большой территории, будет возбуждаться и непрерывно возникать множество локальных механоэлектрических явлений. И происходит это прежде всего в области очага землетрясений, при трещинообразовании перед динамическим разрывом и при самом разрыве. Еще одна зона развития механоэлектрических процессов — граница блоков и разломов земной коры при деформациях, предшествующих землетрясениям. И, наконец, третья зона возможного проявления таких процессов — поверхностный слой земной коры, который деформируется на стадии подготовки землетрясений.

В зависимости от характера деформации и разрушения земной коры возбуждения локальных механоэлектрических процессов могут быть хаотическими или организованными, то есть коррелированными во времени и пространстве. Влияние хаотически возбуждаемых механоэлектрических процессов ограничено: в подповерхностных слоях коры из-за высокой ее проводимости такие процессы не вызовут искажения естественных электромагнитных полей. Влиять способны только поверхностные источники, и наиболее заметно — на границе блоков и в эпицентральных районах землетрясений. Возбуждение механоэлектрических процессов изменит проводимость коры и приземного слоя атмосферы, что неизбежно отразится на регулярном ходе электротеллурического и геомагнитного полей, а также и на атмосферном электрическом потенциале. Возникающие здесь механоэлектрические явления станут источниками излучения в радиочастотном диапазоне. Однако при хаотическом характере возбуждения проникновение этих полей в верхние слои атмосферы и ионосферу затруднено.

Совсем другое дело, когда речь идет об организованных возбуждениях механоэлектрических процессов. Синхронное включение множества таких процессов, рассредоточенных вдоль протяженных границ блоков, создает крупномасштабный источник тока. Это будет пульсирующий источник, работающий главным образом в диапазоне частот 10—1000 Гц. Такой источник вполне может вызвать возмущения электротеллурического и геомагнитного полей и атмосферного электрического потенциала. И более того, электрические поля этого пульсирующего на земной поверхности источника тока в состоянии проникнуть высоко в ионосферу. Сейчас обсуждаются два возможных пути такого проникновения.

Допустим, существует источник тока размером в десятки километров. Электрические поля такого источника убывают с высотой по степенному закону, тогда как пробойные поля

уменьшаются по экспоненциальному закону — из-за роста длины пробега заряженной частицы по мере увеличения высоты. Поэтому вполне вероятно, что даже при относительно слабом электрическом поле на поверхности Земли, всего 10^3 — 10^4 В/м (а это существенно меньше пробойных полей нормальной атмосферы), на высоте 30—80 км в ионосфере появится дополнительная ионизация остаточного газа. Область дополнительной ионизации может создать вторичное широкополосное радиоизлучение и световые эффекты, а также исказить распространение радиоволн в сверхдлинноволновом и длинноволновом диапазонах.

Второй возможный путь воздействия на ионосферу пульсирующего на поверхности Земли источника связан с резонансным возбуждением колебательного контура в природном конденсаторе «Земля — ионосфера». Резонансное возбуждение такого конденсатора на частотах порядка сотен герц неизбежно вызовет всплеск переменного электрического тока в ионосфере, а значит, ее дополнительный нагрев и ионизацию. Вероятнее всего, это приведет к дальнейшему развитию существующих в ионосфере неустойчивостей. А они, в свою очередь, тоже могут стать источником радиочастотного излучения.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПРЕДВЕСТНИКИ СУЩЕСТВУЮТ?

Итак, лабораторные исследования и теоретические разработки показывают, что возмущения естественных электромагнитных полей и параметров ионосферы, созданные механоэлектрическими преобразованиями в земной коре, вполне реальны. Источники возмущений могут находиться и в поверхностных слоях земной коры, и в атмосфере, и в ионосфере, а современные средства наземной и спутниковой техники позволяют фиксировать такие источники. Трудно пока, правда, выделить источники сейсмического происхождения на фоне помех, связанных с действием метеорологических и космических факторов или искусственных воздействий. Но эти трудности преодолеваются (правильный выбор средств локализации источников, контроль гелиогеофизической обстановки на большей части земного шара и др.). В качестве иллюстрации такого подхода можно привести совместные работы сотрудников Института физики Земли АН СССР, Омского педагогического института имени М. Горького и Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Сибирского отделения АН СССР. Для выделения источников сейсмического происхождения в нижней ионосфере использовался метод просвечивания волновода «Земля — ионосфера» на сверхдлинных волнах. В эксперименте измерялись отклонения суточного хода амплитуды и фазы сигналов радионавигационных передатчиков. В результате на

сейсмоактивных трассах удалось выделить около ста пятидесяти возмущений в нижней ионосфере, все они были связаны с сейсмоионосферным воздействием электромагнитной природы.

Однако мало только найти местонахождение источников возмущений электромагнитных полей, необходимо также понимать физический механизм их возбуждения при крупномасштабных сейсмoeлектрических преобразованиях в земной коре и сейсмоионосферных взаимодействиях. Для изучения физики подобных процессов нужны комплексные сейсмологические, деформационные и электро-

магнитные исследования в сейсмоактивных районах. Организация и проведение таких работ — наша ближайшая задача. Не решив ее, мы не можем говорить об использовании электромагнитных явлений в целях прогноза времени землетрясений. Ставка на электромагнитные предвестники землетрясений делается большая, потому что скорее всего именно они несут информацию о развитии очень важного процесса — перехода среды из устойчивого состояния в неустойчивое, за которым и следует землетрясение.

Новый метод прогноза землетрясений

До сих пор при прогнозе землетрясений обычно использовались наблюдения продольных, поперечных или поверхностных сейсмических волн. По характеру их первичного вступления судили о возможной опасности возникновения толчка. Недавно со студентом Южно-Калифорнийского университета К. Аки предложил другой метод прогноза: используется так называемая «кода» — период постепенного затухания колебаний после прохождения основных волн. Продолжительность коды, по-видимому, зависит от свойств пород, по которым проходит колебание, например от степени их трещиноватости. В стабильных континентальных породах древнего возраста кода обычно длится несколько минут.

Предполагается, что по мере накопления напряжений в земной коре, с чем, кстати, и связано само землетрясение, кода все более сокращается. И действительно, перед известным извержением вулкана Сент-Хеленс, происходившим несколько лет назад в США, кода последовательно укорачивалась. Во время изучения геотермальных источников в районе Лос-Аламоса

(штат Нью-Мексико) было установлено: при закачивании под давлением воды в скважины породы растрескивались и кода укорачивалась. За два года до катастрофического Тянь-Шаньского землетрясения 1976 года в Китае продолжительность коды в этом районе, как показали наблюдения, тоже постепенно убывала.

New Scientist, 1985, 107, 1475

Необычные землетрясения на Аляске

Сильные подземные толчки, которые происходят вблизи границы Тихоокеанской и Североамериканской литосферных плит и связаны с их взаимными перемещениями, на Аляске нередки. Однако по мере удаления от этой границы они все реже и интенсивность толчков все меньше. Тем большее удивление вызва-

ли сейсмические события, произошедшие на Аляске в феврале—марте 1985 года примерно в 180 км от Фэрбенкса. Территория эта, так сказать, в «глубоком тылу», далеко от границы двух названных литосферных плит.

14 февраля здесь внезапно разразилось землетрясение магнитудой 5,4, а 9 марта последовал толчок магнитудой 4,8. В тот же день произошло сильное землетрясение, магнитуда которого достигала 6,0. Затем произошло еще четыре землетрясения, самое сильное имело величину 5,4. На следующий день, 10 марта, снова зарегистрировали пять толчков с максимальной магнитудой 5,6. Весь «эпизод» сейсмической активности закончился только 16 марта и магнитуда финального толчка составила 5,0.

Поскольку район этот мало заселен, жертв и разрушений не было, но эпицентр землетрясений находился всего в 10 км от линии Трансальякского нефтепровода. Существенных геологических нарушений тоже не отмечалось. Землетрясения подобной силы были самыми «северными» из зарегистрированных на Аляске за все время инструментальных сейсмологических наблюдений.

Eos, Transaction American Geophysical Union, 1985, 66, 40





В поисках «двойников» Солнца

Детальный анализ спектров звезд, подобных Солнцу, показал, что Солнце — не такая уж рядовая звезда, как это считалось совсем недавно. Пока не обнаружено ни одной звезды, которую по основным физическим характеристикам можно было бы назвать «двойником» Солнца. Не исключено, что Солнце — необычная звезда, и само существование жизни на Земле — следствие уникальности ближайшего к нам светила.

СОЛНЦЕ И ДРУГИЕ ЗВЕЗДЫ

До сих пор существовало мнение: Солнце — это рядовой небесный объект, лишенный каких-либо особых признаков. По общепринятой спектральной классификации ему приписывается класс G2 V¹, что означает: Солнце — желтый карлик, имеющий эффективную температуру около 6000 К.

Сравнительное изучение Солнца и звезд солнечного типа представляет огромный интерес как для исследований в области солнечной физики, так и звездной астрофизики. Такое сопоставление не только позволяет понять, как солнечные характеристики и явления на Солнце зависят от скорости вращения и массы, то есть параметров, которые меняются со временем, но и дает возможность установить, как физические процессы, протекающие на Солнце и звездах, зависят от возраста объекта.

Возраст Солнца, определенный на основе изучения метеоритов, составляет 4,5—5 млрд лет. Установить возраст других звезд главной

последовательности в окрестностях Солнца с такой точностью невозможно. Правда, для небольшого числа звезд детальные расчеты эволюции уже выполнены, причем в таких расчетах возраст Солнца служил надежным ориентиром. Исследование других звезд, подобных Солнцу, может быть одним из наилучших путей изучения ранних этапов эволюции Солнца, а также и его будущей истории.

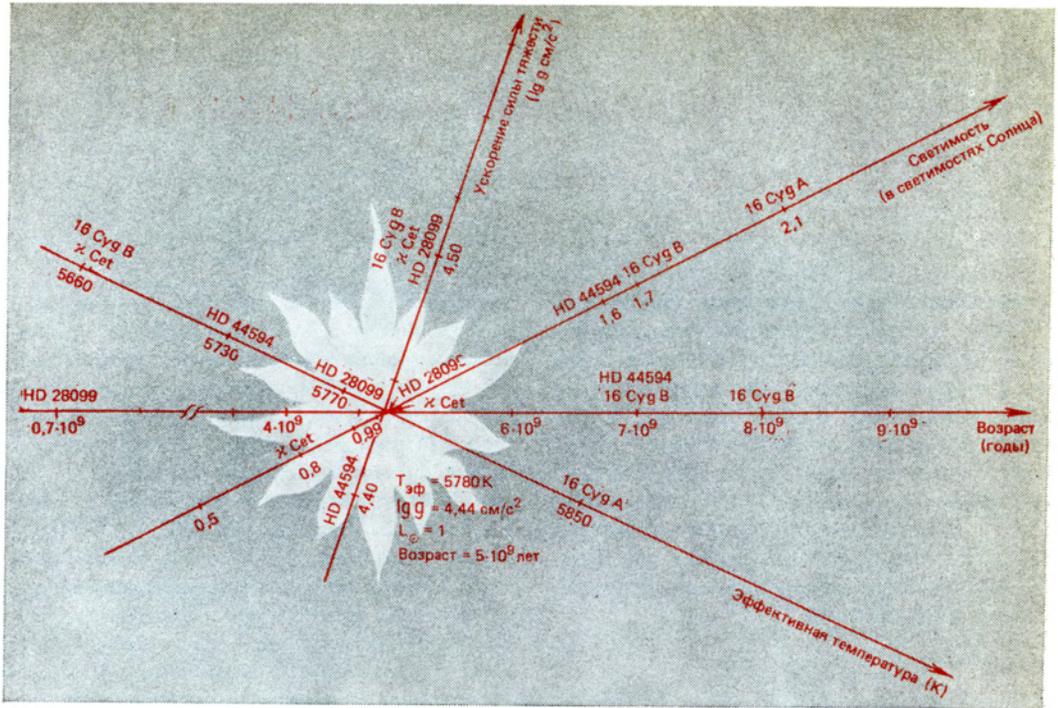
Огромная яркость и большие угловые размеры нашего светила позволяют достичь при наблюдениях высокого пространственного разрешения, что, например, дает возможность детально исследовать переменность его магнитного поля, солнечные пятна, хромосферные вспышки, активные области в солнечной короне, корональные дыры, солнечный ветер.

Из-за близости Солнца к земному наблюдателю основные физические характеристики: эффективная температура, радиус, масса, химический состав, ускорение силы тяжести определяются с большой точностью и входят во многие соотношения, связывающие эти характеристики. А так как такие соотношения используются и при изучении физических процессов, протекающих в атмосферах и внутренних слоях других звезд, то становится ясным, сколь велика роль солнечных исследований для всей астрономии.

Однако те же свойства Солнца — его огромная яркость и большие угловые размеры (для земного наблюдателя) — служат преградой при определении некоторых очень важных характеристик в тех случаях, когда необходимо рассматривать Солнце как звезду, то есть анализировать **полное** излучение Солнца в разных участках спектра электромагнитного излучения.

К числу важных характеристик относятся показатели цвета. Наиболее часто употребляется показатель цвета (В — V), который определяет отношение потока излучения в синеволетовой области к потоку в видимой (жел-

¹ Римская цифра характеризует светимость звезд класса G2 (V указывает, что звезда — карлик).



Физические характеристики Солнца и его ближайших аналогов

той) части спектра. Величина $(B - V)$ выражается в звездных величинах, и чем горячее звезда, тем ее показатель цвета меньше, то есть доля излучения в сине-фиолетовой области спектра больше.

НЕСООТВЕТВИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ЦВЕТА И СПЕКТРАЛЬНОГО КЛАССА СОЛНЦА

Прямо измерить показатель цвета Солнца очень трудно, поскольку, как уже отмечалось, яркость Солнца по сравнению с яркостью звезд огромна. Поэтому, чтобы определить величину $(B - V)$ для Солнца, приходится очень сильно ослаблять солнечный свет — после чего проводить сравнение со звездами. Однако при этом возникают ошибки. Существуют и другие источники ошибок, и все это в сочетании приводит к тому, что, несмотря на довольно высокую точность, которой обладает каж-

дое отдельное измерение, данные, полученные разными авторами, сильно различаются. Это свидетельствует о существовании систематических расхождений, их необходимо учитывать при анализе отдельных рядов измерений.

К сожалению, с подобной ситуацией в современной практической астрофизике приходится сталкиваться довольно часто, особенно при спектрофотометрических измерениях и абсолютных калибровках, которые представляют собой сложную, трудоемкую, а зачастую и многоступенчатую процедуру (Земля и Вселенная, 1986, № 6, с. 11.— Ред.). И прямые, и косвенные определения показателя цвета Солнца приводят к среднему значению $(B - V)_{\odot} = 0,66 \pm 0,03$. Но такой показатель цвета характерен для звезд более позднего спектрального класса (примерно класса G4).

Статистические исследования примерно 4000 звезд (ярче 10^m), расположенных на расстоянии 100 пк от Солнца и имеющих показатели цвета, близкие к солнечному, позволили установить, что наиболее многочисленными в

интервале спектральных классов F8—K3 являются звезды классов G3 V и G5 V, то есть более поздних спектральных классов, чем Солнце.

Итак, между спектральным классом Солнца и его показателем цвета существует несоответствие. Некоторые исследователи предлагают преодолеть его, приписав Солнцу более поздний спектральный класс: G3 или даже G4. Однако предложение было встречено в штыки многими учеными, особенно теми, кто разрабатывал общепринятую в настоящее время МК-классификацию (аббревиатура фамилий авторов спектральной классификации — американских ученых Моргана и Кирана). Ведь если распределение энергии в спектре Солнца больше похоже на класс G3 или G4, тогда звезды, классифицируемые как G2 V, на самом деле горячее, чем Солнце, и изменение их температур повлечет за собой необходимость пересмотра диаграмм «цвет — светимость» и «цвет — цвет», являющихся классическими для астрофизики и звездной астрономии. Вопрос о несоответствии спектрального класса и показателя цвета Солнца обсуждался, в частности, и на 111 симпозиуме Международного астрономического союза, который состоялся в Комо (Италия) в мае 1984 года и был посвящен калибровке фундаментальных звездных характеристик (Земля и Вселенная, 1985, № 3). На симпозиуме было высказано мнение, что спектральный класс Солнца нельзя изменить без нарушения основ спектральной классификации, поскольку «Солнце есть звезда G2 V, потому что G2 V — это и есть Солнце». Иными словами, спектральный класс Солнца не должен зависеть от других звезд и не может быть изменен. При этом особо подчеркивалось: при классификации звезд необходимо использовать **стандартную методику и стандартные звезды**.

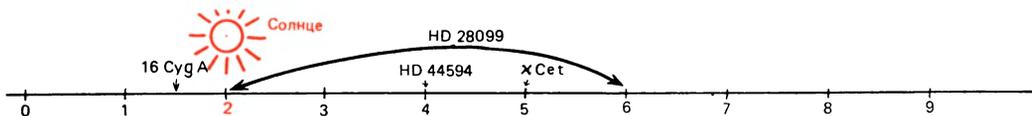
Таким образом, если спектральный класс Солнца не может быть изменен, устранить расхождение между показателем цвета и спектральной классификацией Солнца можно лишь уменьшив значение (B—V). Уже сам факт большого разброса прямых измерений показателя цвета (B—V) свидетельствует о том, что необходимы новые высокоточные наблюдения. Хорошо было бы запустить на околоземную орбиту специальный «белый» спутник с высоким коэффициентом отражения. Наблюдения такого спутника позволили бы опреде-

лить фотометрические характеристики солнечного излучения с большой точностью. Правда, в этом случае необходимо в процессе наблюдений обеспечить высокую стабильность коэффициента отражения во всем исследуемом спектральном диапазоне, что совсем не просто.

Некоторые исследователи, привлекая результаты измерений в других фотометрических системах, склоняются к выводу, что (B—V) для Солнца находится в пределах 0,63—0,64. Косвенным подтверждением этого служит также то обстоятельство, что все звезды с показателем цвета равным 0,69 (который еще находится в пределах точности определения показателя цвета Солнца $0,66 \pm 0,03$), не имеют спектральных линий, таких же, как и у Солнца. Ввиду того, что вопрос о несоответствии спектральных и фотометрических характеристик Солнца до сих пор не снят с повестки дня, особую важность приобретают всесторонние исследования звезд, подобных Солнцу, так называемых **солнечных аналогов**.

Основной вопрос, на который должны дать ответ эти исследования, может быть сформулирован так: являются ли физические характеристики Солнца типичными для других звезд того же спектрального класса? Реально ли найти в нашей Галактике одну или несколько не слишком удаленных звезд практически идентичных Солнцу? Можно ли вообще найти полностью идентичные звезды, или это безнадежно, подобно тому, как невозможно найти полностью одинаковые человеческие лица?

Казалось бы, все звезды распределяются на группы, очерченные достаточно резкими границами — по различным физическим параметрам: массам, эффективным температурам, ускорениям силы тяжести, химическому составу, эволюционному статусу и т. д. Внутри каждой такой группы звезды должны обладать сходными физическими характеристиками. Однако определение любого параметра, естественно, отягощено ошибкой, поэтому нельзя сказать, что звезды с одними и теми же физическими характеристиками полностью идентичны друг другу. С другой стороны комбинация различий в звездных характеристиках способна привести к почти идентичным наблюдаемым параметрам, и две звезды, цвета и спектральные характеристики которых одинаковы, в действительности могут иметь различающиеся физические характеристики.



Распределение солнечных аналогов в спектральном классе G (цифрами обозначены подклассы). Для звезды HD 28099 берутся два различных значения спектрального класса (по разным определениям)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКА «ДВОЙНИКОВ» СОЛНЦА

Цель работы по поискам звезд-аналогов Солнца может быть сформулирована так: попытаться найти среди достаточно ярких звезд, к которым еще применимы спектроскопические и фотометрические методы исследования, одну или несколько звезд, настолько похожих на Солнце, что их можно назвать солнечными «двойниками». Это означает, что фундаментальные физические характеристики таких звезд — масса, эффективная температура, химический состав, возраст и светимость — должны быть почти идентичны солнечным. Проблема поиска солнечных аналогов поставлена сравнительно недавно, в 1978 году, когда на основе анализа спектров в ультрафиолетовой области, доступной для наземных наблюдений, было показано, что распределение энергии в спектрах Солнца соответствует несколько более позднему спектральному классу, чем считалось до сих пор. Очень важно будет установить, являются ли звезды с тем же распределением энергии, что и Солнце, его аналогами и по другим характеристикам.

Группа французских исследователей получила высокодисперсионные спектры девяти звезд, близких Солнцу по спектральному классу, и провела исследование спектральных линий методом моделей атмосфер. Спектрограммы получены при помощи кудэ-спектрографа 1,5-метрового телескопа обсерватории в Верхнем Провансе. В качестве спектра сравнения французские ученые использовали спектр Луны. Естественно предположить, что если звезда действительно «двойник» Солнца, то она должна иметь ту же эволюционную историю, то есть абсолютную звездную величину, болометрическую поправку, возраст и, конечно, хи-

мический состав. Оказалось, что физические параметры (эффективные температуры, ускорение силы тяжести, микротурбулентные скорости и химический состав) исследованных звезд хотя и не сильно отличаются от солнечных, но тем не менее не позволяют ни одну из этих звезд назвать «двойниками» Солнца.

ПЕРВЫЕ ПРЕТЕНДЕНТЫ

Наиболее близкими аналогами Солнца можно считать компоненты двойной системы в созвездии Лебеда 16 Cyg A и 16 Cyg B. Это довольно яркие звезды около 6^m. Главная компонента системы (16 Cyg A) имеет спектральный класс G1,5 V (иногда употребляются и дробные индексы с шагом в половину подкласса), то есть 16 Cyg A имеет несколько более ранний спектральный класс, чем Солнце. Спектральный класс 16 Cyg B более поздний — G3 V.

Остановимся немного подробнее на физических характеристиках этих звезд. Спектроскопические исследования показали, что содержание металлов в атмосферах 16 Cyg A и 16 Cyg B такое же, как у Солнца. Однако распределение энергии в фиолетовой области спектра у этих звезд и Солнца различно: в диапазоне длин волн короче 400 мкм 16 Cyg A и Солнце «синее», чем 16 Cyg B, что согласуется со спектральной классификацией. Установлено также: ускорение силы тяжести 16 Cyg B совпадает (в пределах ошибок определения) с солнечным. Эффективная температура 16 Cyg B равна 5860 ± 260 К. Эффективная температура Солнца известна с большей точностью и составляет 5780 ± 10 К. Автору этой статьи удалось уточнить значения эффективных температур 16 Cyg A, 16 Cyg B и других аналогов Солнца, используя данные о полном потоке излучения звезды и фотометрические измерения в инфракрасном диапазоне. В результате для 16 Cyg A и B получены следующие значения эффективных температур: 5850 и 5660 К с ошибкой 2%. Полученная эффективная температура 16 Cyg B в пределах ошибок определения согласуется с данными спектро-

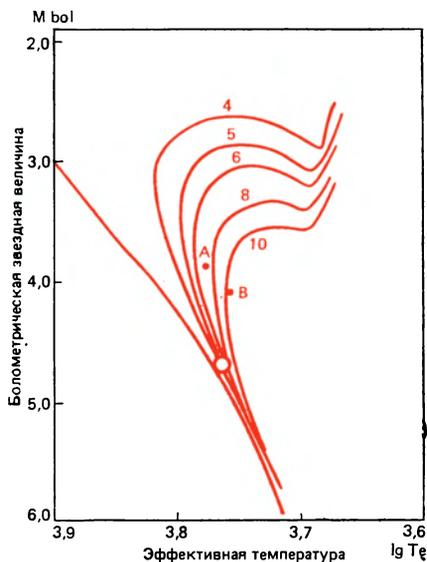
Зависимость болометрической звездной величины от эффективной температуры для звезд разного возраста. На рисунке представлено пять изохрон (от 4 до 10 млрд. лет). Солнце находится на изохроне, соответствующей 5 млрд. лет. А и В обозначают местоположение 16 Суг А и 16 Суг В. Видно, что возраст 16 Суг В — наиболее близкого Солнцу аналога — существенно превышает возраст Солнца

скопии, но обладает большей точностью. Кроме того, необходимо отметить: эти значения эффективных температур «окаймляют» эффективную температуру Солнца, что опять-таки согласуется со спектральной классификацией.

Для решения вопроса о возрасте звезд-аналогов Солнца важно знать светимости этих звезд. Основной источник ошибок при определении светимости (или болометрической величины) — параллакс (или расстояние до звезды). К сожалению, современная точность измерения параллаксов недостаточно высока. Исследования показали, что пределы изменения светимости 16 Суг А и 16 Суг В, определяемые с использованием параллаксов, полученных разными способами, достаточно широко и меняются от значений, равных солнечным, до величин, вдвое превышающих светимость Солнца. Соответствующие большим светимостям радиусы этих звезд составляют 1,4 радиуса Солнца. Обращает на себя внимание также и тот факт, что из 11 исследованных звезд-аналогов 9 имеют светимости, превосходящие светимость Солнца. Едва ли можно предположить, что параллаксы всех девяти звезд систематически занижены.

СОЛНЦЕ УНИКАЛЬНО?

Хотя 16 Суг В часто упоминается как наиболее близкий к Солнцу аналог, есть указания на то, что возраст этой звезды больше возраста Солнца. Следовательно, 16 Суг В (и еще несколько исследованных звезд-аналогов) является более проэволюционировавшей. Этот вывод подтверждается и в работе, недавно выполненной группой итальянских исследователей. На основании всех известных данных о спектральном распределении энергии, охватывающих диапазон от ультрафиолетовой до инфракрасной области, ими определены эффективные температуры, ускорения силы тяжести и болометрические поправки для 16 Суг В и χ Cen. Оказалось, что 16 Суг В более проэ-



люционировало, чем Солнце, а χ Cen близка к Солнцу по возрасту (однако другие ее характеристики отличаются от солнечных, например, ее светимость меньше светимости Солнца). Эта работа подтверждает высказанное ранее предположение, что 16 Суг В не может считаться «двойником» Солнца. Другой кандидат в солнечные аналоги — звезда HD 28099 имеет близкие к солнечным температуру, ускорение силы тяжести и светимость, но является гораздо более молодым объектом.

Все это говорит о том, что Солнце — не столь уж рядовая звезда. А если принять во внимание предположение, высказываемое некоторыми учеными о том, что наша Земля — единственная обитаемая планета в доступной для исследования части Вселенной, то возникает вопрос: не связана ли уникальность жизни на Земле с уникальностью физических условий на Солнце? Ведь несмотря на усилия, поиск звезд-аналогов, которые могли бы быть «двойниками» нашего Солнца, пока не увенчался успехом. Среди исследованных звезд ни одну нельзя назвать реальным «двойником» Солнца, поскольку ни одна из них не имеет одновременно ту же эффективную температуру, ускорение силы тяжести, светимость, содержание металлов и микротурбулентность, что и Солнце.

Дальнейшие исследования, связанные с поиском солнечных аналогов, должны прежде

всего быть направлены на **повышение точности измерений**, а также выявление и детальный учет систематических ошибок. Что касается самой спектральной классификации, следует наряду с использованием стандартной аппаратуры, привлекать измерения в более широком спектральном диапазоне. Такие работы уже делаются. Недавно пришло сообщение о начатых поисках солнечных аналогов в недоступной при наблюдениях с поверхности Земли ультрафиолетовой области спектра, по результатам, полученным спутником IUE (International Ultraviolet Explorer). Состав-

лен список линий в ультрафиолетовой области спектра солнечных аналогов, которые сравниваются с линиями спектров Солнца и спутников Юпитера Ганимеда и Каллисто. Эта работа позволит уточнить спектральную классификацию солнечных аналогов.

Итак, реальный двойник Солнца среди звезд пока не найден. Однако комплексное исследование звезд солнечного типа с использованием всего арсенала средств современной астрофизики несомненно уточнило наши представления о месте Солнца в мире звезд. Поиски звезд-аналогов его продолжают.

НОВЫЕ КНИГИ

«Человек и мироздание»

В 1986 году издательство «Советская Россия» выпустило книгу Акбара Турсунова «Человек и мироздание». Автор ее — известный специалист по истории и методологии космологии, доктор философских наук. В этой новой работе он не изменяет своим «пристрастиям», обращаясь, как и прежде, к ключевым проблемам современной космологии, которые имеют большое мировоззренческое значение. На обширном историческом материале автор показывает, как человек в течение многих тысячелетий стремился познать окружающий его мир, Вселенную в целом. Он также рассказывает и о вековой борьбе науки и религии в вопросах, связанных с происхождением мироздания и местом человека в нем. Отличительной чертой книги является то, что автор в качестве историко-философских иллюстраций привлекает работы древних восточных мыслителей, в недостаточной степени знакомые современному читателю.

Книга Турсунова состоит из вступления — «Мирозданья тугие узлы», шести основных глав — «Устройстве физического мира как целого», «Откуда это мирозданье?», «Саморазви-

тие космической материи в круговороте времен», «Космологическая структура пространства», «Ветвящаяся Вселенная», «На перекрестках мировоззренческих битв. Общий взгляд» — и небольшой завершающей главки, имеющей заголовок «Скользящие обличия Вселенной. Вместо заключения». Кроме того, книга содержит «Словарь специальных терминов», где дается популярное разъяснение некоторых современных физических и философских понятий. Все разделы предваряют краткие поэтические эпиграфы, взятые из сокровищницы мировой литературы.

Книга «Человек и мироздание» имеет привлекательное оформление и рассчитана на самого широкого читателя.

● Проблемы ледяного континента

О природных условиях Антарктиды, успехах в ее изучении и еще не решенных вопросах рассказывается в книге известного советского гляциолога доктора географических наук К. С. Лосева «Страна вечной зимы» (Л.: Гидрометеоиздат, 1986). Из семи небольших ее глав читатель узнает о том, что из себя представляет и как образовался антарктический ледниковый покров, занимающий десятую

часть земной суши; сколько за год на континенте накапливается льда и с какой скоростью он движется. Автор говорит об условиях на дне ледникового покрова, о возможности жизни под толщей льда на шестом континенте.

Усилиями ученых разных стран, несколько десятилетий ведущих исследования в Антарктиде, установлено, что Антарктида не только самый холодный район на Земле, но и своеобразный ключ к пониманию географической зональности нашей планеты, циркуляции атмосферы и океана, ключ к познанию прошлых климатических изменений и построению прогноза будущего климата планеты. В книге обсуждается и такой вопрос: может ли распасться антарктический континент в условиях современного потепления климата?

Каждая глава книги содержит отступления, посвященные разным темам. Это и открытие Южного полюса Амундсенем и Скоттом, и географические названия в Антарктиде, и антарктическая метель, и айсберги, и проблемы гляциоастрономии (дисциплины, изучающей льды на других планетах Солнечной системы).

Книга адресована всем, кто интересуется науками о Земле.



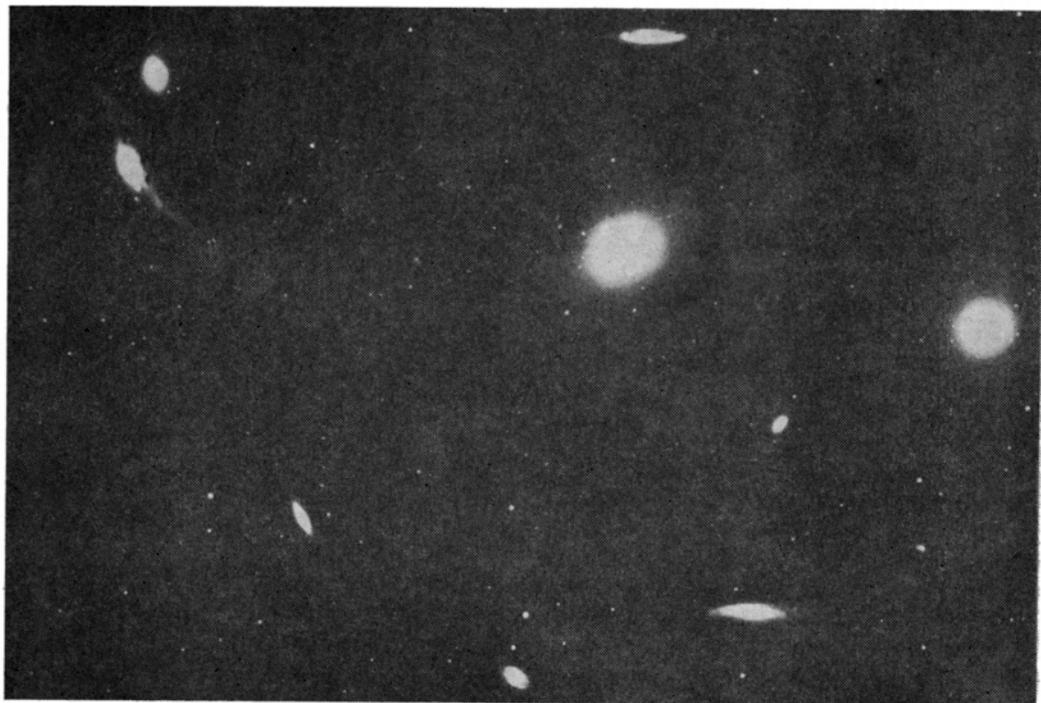
Состоит ли Вселенная из пустоты?

В последнее время ученые все больше получают наблюдательных данных, подтверждающих предположение о ячеистой структуре Метагалактики, выдвинутое несколько лет назад советскими астрономами. Однако до сих пор неясно, как возникла такая структура на ранней стадии расширения Вселенной.

ЯЧЕИСТАЯ СТРУКТУРА ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ

Когда лет десять назад в научных кругах окончательно утвердился термин «сверхскопление галактик», многие астрономы еще трактовали его, как скопление галактик второго порядка, то есть как скопление скоплений галактик. Однако уже тогда удивляла сплюснутость Местного (Локального) сверхскопления, образующего на небе как бы «Млечный Путь» галактик, почти перпендикулярный Млечному Пути звезд (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 19.—Ред.). Удивляла и клочковатая структура Локального сверхскопления, на 70—80% состоящего из разрозненных мелких групп галактик типа Местной группы с нашей Галактикой и туманностью Андромеды. Впрочем, в состав этого сверхскопления входит несколько больших скоплений галактик, в том числе и ближайшее к нам скопление галактик в созвездии Девы, содержащее десятки, а то и сотни крупных галактик. Еще более поражала вытянутая форма другого сверхскопления, выявленная вначале в созвездии Персея, но, как оказалось впоследствии, на самом деле простирающегося вплоть до созвездия Рыб, а потому и называемого сейчас сверхскоплением Персея—Рыб. Недавно Д. Батуски и Дж. Бернс из университета штата Нью-Мексико (США) установили, что это сверхскопление, а также еще ряд скоплений и групп галактик образуют гигантское волокно длиной около 400 Мпк.

Естественно, представление о сверхскоплении как скоплении галактик второго порядка не очень согласовывалось с такой структурой. Однако еще в 1976 году С. Ф. Шандарин, работавший под руководством академика Я. Б. Зельдовича, численно моделируя процесс гравитационной неустойчивости, обнаружил, что на нелинейной стадии роста адиабатических неоднородностей возникают ячеистые структуры. Вскоре на основе более совершенных компьютерных расчетов он совместно с другими советскими теоретиками выдвинул идею о ячеистой структуре всей наблюдаемой части Вселенной — Метагалактики. Согласно результатам их численных расчетов Метагалактика должна состоять из пустых ячеек, обрамленных отдельными галактиками, их группами и скоплениями, причем сверхскопления образуются в местах пересечения таких ячеек. Об этих теоретических результатах говорилось в обзорном докладе Я. Б. Зельдовича на состоявшемся в 1978 году в Таллине симпозиуме Международного астрономического союза. Там же эстонские астрономы во главе с Я. Э. Эйнасто, первыми выявившие сверхскопление Персея—Рыб, привели наблюдательные доводы в пользу ячеистой структуры Метагалактики (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 62.—Ред.). С 1981 года в печати стали появляться сообщения о первых «дырах», обнаруженных в Метагалактике и представляющих собой огромные области размером не менее 80 Мпк, где почти отсутствуют галактики (Земля и Вселенная, 1982, № 2, с. 2.—Ред.). И все же ячеистая структура Метагалактики, предложенная советскими учеными, настораживала своей необычностью. Некоторые ученые допускали существование «пустот» (зон «избегания галактик»), но в целом крупномасштабную структуру Метагалактики считали клочковатой с наличием волокон как основных элементов этой структуры. Чтобы прояснить вопрос, потребовалось тщательное исследование распределения галактик и их скоплений в простран-



Скопление галактик в созвездии Дева, которое имеет примерно сферическую форму и включает почти все известные типы галактик. Сверхскопления состоят из десятков подобных скоплений (которые, в свою очередь, могут насчитывать сотни или тысячи галактик), соединенных подобно бусинкам на нитке

стве, чем и занялись ученые из Астрофизического центра в Кембридже (США).

Недавно В. Лаппарент, М. Геллер и Дж. Хукра опубликовали первые результаты этой работы, которая еще продолжается. Полученные ими данные о галактиках и их скоплениях в полосе неба с угловым размером $6^\circ \times 117^\circ$, проходящей через сверхскопление в созвездии Волос Вероники и северный галактический полюс, убедительно свидетельствуют о ячеистой структуре этой части Метагалактики. Основу исследуемой области составляют ячейки размером не менее 25 Мпк (максимальный размер их достигает 50 Мпк и даже больше). Проводившиеся исследования в основном охватывали ближайшие к нам окрестности Метагалактики, но тем не менее американские ученые уверены, что при значи-

тельных удалениях от нас средние размеры ячеек должны возрастать. Помимо прочего, В. Лаппарент, М. Геллер и Дж. Хукра убедительно показали: стенки ячеек чрезвычайно тонки в сравнении с размерами самих ячеек, и поэтому видимые с Земли «с ребра» они напоминают волокна или цепочки из галактик и их скоплений, а видимые «анфас» — порою и вовсе неразличимы на фоне других галактик и их скоплений. Такая тонкая оболочка из галактик дала даже повод американским астрономам окрестить ячейки «пузырями». Например, весьма вероятно, что мы находимся на поверхности гигантского «пузыря», оболочку которого мы и наблюдаем как Локальное сверхскопление.

В. Лаппарент, М. Геллер и Дж. Хукра выявили, кроме того, что стенки ячеек, видимые «с ребра» как волокна, не связаны гравитационно с местами пересечения ячеек, наблюдаемыми как сверхскопления галактик. Это обстоятельство, установленное американскими учеными, согласуется с результатом П. Фокарди, Б. Морано и Дж. Веттолани (Италия), указавшими в 1982 году: «мосты», протянувшиеся между сверхскоплениями, растягиваются космологическим расширением Метагалактики.

Иначе говоря, космологическое расширение деформирует ячеистую структуру Метагалактики именно в районах стенок ячеек. Такой характер деформации приводит к тому, что со временем все новые и новые «порции» галактик и их скоплений будут вытягиваться из сверхскоплений (мест пересечения ячеек). Этот процесс, естественно, должен проявляться как расширение сверхскоплений, и оно действительно было обнаружено для Локального сверхскопления и, в частности, его ядра — скопления галактик в созвездии Девы. Имеются свидетельства в пользу нестационарности и других сверхскоплений.

ЧТО НАХОДИТСЯ В ЯЧЕЙКАХ?

Таким образом, космологическое расширение растягивает во все стороны ячеистую структуру Метагалактики, возникшую, весьма вероятно, еще на самых ранних стадиях этого расширения. Происхождение именно такой структуры Метагалактики могло быть обусловлено неоднородностью первоначальной метагалактической среды, где образование галактик происходило не повсеместно, а лишь в местах повышенной плотности вещества (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 32.— Ред.). Космологическое расширение как бы разрывало эту среду, сформировав структуру из ячеек практически с отсутствием вещества внутри них и разьединив зоны образования галактик, где в основном и сосредоточены массы. Если предположить, что все происходило именно так, то, как считают В. Лаппарент, М. Геллер и Дж. Хукра, метагалактическая среда должна иметь практически ничтожную среднюю плотность вещества. Средняя же плотность вещества, согласно теориям космологического расширения, определяет дальнейшую эволюцию Метагалактики, и если подтвердится незначительность этой величины, то расширение Метагалактики никогда не сменится сжатием и будет продолжаться бесконечно (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 31.— Ред.). Но действительно ли Метагалактика в основном состоит из пустоты, а внутри ячеек отсутствует вещество? В последнее время немало научных работ посвящаются проблеме «скрытой массы», то есть вещества невидимого в оптическом диапазоне (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 32.— Ред.). И раз мы до сих пор не в состоянии увидеть массивную корону нашей Га-

лактики (на существование которой впервые указали Я. Э. Эйнасто и его коллеги), то что говорить о возможности обнаружить «скрытую массу» в далеких ячейках метагалактической структуры?

Но даже если «пустые» ячейки окажутся не совсем пустыми, то и это не будет противоречить рассмотренному сценарию образования крупномасштабной структуры Метагалактики на ранних стадиях космологического расширения. Действительно, возникновение галактик могло осуществляться в практически сплошной среде, но в местах, где имелись необходимые условия (гравитационная неустойчивость). Там, где условия для гравитационной неустойчивости были недостаточными, в ходе космологического расширения они еще больше ухудшались и поэтому процесс образования галактик становился тем более невозможным. Однако вещества в таких областях могло быть достаточно много, чтобы их «скрытая масса» соответствовала средней плотности вещества, даже более высокой, чем в иных карликовых галактиках. В этом случае и средняя плотность всего вещества в Метагалактике могла бы оказаться вполне достаточной, чтобы в дальнейшем космологическое расширение замедлилось, а то и сменилось впоследствии сжатием. Надо сказать, что именно предположение о «скрытой массе» в скоплениях галактик заставило в свое время усомниться в оценке средней плотности вещества в Метагалактике, полученной лишь на основании данных о массе галактик. Но только сравнительно недавно наблюдения в рентгеновском диапазоне позволили «увидеть» в скоплениях галактик огромную массу вещества, которую раньше не могли обнаружить в оптическом диапазоне. Правда, это относится к межгалактическому газу, обладающему достаточно высокой температурой, и поэтому испускающему рентгеновское излучение (холодный же газ и другие составляющие «скрытой массы» до сих пор при наблюдениях не обнаружены).

ВОЗМОЖНЫЙ СЦЕНАРИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ЯЧЕЕК

Проблема «скрытой массы» возникла при анализе динамических характеристик скоплений галактик: расчеты убедительно свидетельствовали о наличии там гораздо большего количества вещества, чем это следовало из

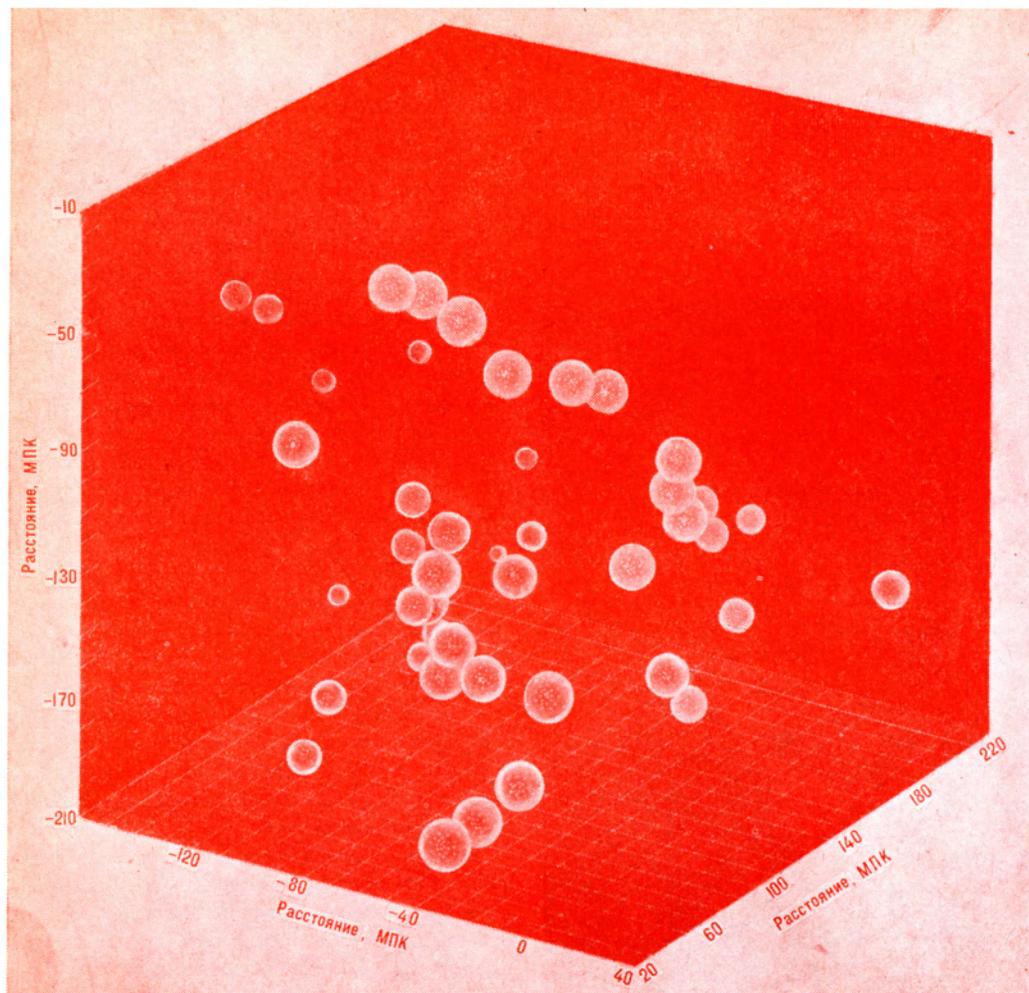
суммарной массы галактик. Позже, как уже говорилось, Я. Э. Эйнасто и его коллеги, исследуя динамику распределения массы в Галактике, выявили «скрытую массу», сосредоточенную в гало и короне Галактики. Однако определение динамических характеристик различных систем позволяет не только оценить количество содержащегося в них вещества, но и получить сведения о степени и продолжительности динамической эволюции объектов. Недавно нечто подобное для сверхскоплений галактик попытались сделать Р. Джованелли, М. Хайнис и Г. Кинкарини (США). Результаты были довольно противоречивы. Это дало им повод даже предположить, что сверхскопления галактик и крупномасштабная структура Метагалактики могли образоваться и не одновременно. Как бы ни казалось это фантастическим, в корне меняющим рассмотренный ранее сценарий возникновения крупномасштабной структуры Метагалактики, такая идея вполне согласуется с некоторыми современными научными представлениями. Однако в новом сценарии главными элементами структуры становятся пустые ячейки, причем действительно состоящие из сплошного физического вакуума.

В последние годы наметился определенный прогресс в теоретическом изучении начальных стадий космологического расширения. В первую очередь это связано с достижениями физики элементарных частиц, особенно при выяснении квантовой природы физического вакуума. Согласно теории, физический вакуум — есть наименьшее энергетическое состояние всех полей взаимодействия, и характеризуется он полным отсутствием реальных частиц. Именно такое состояние некоторые ученые приписывают метагалактической среде в самой начальной стадии космологического расширения, причем это расширение на данной стадии связывается с особым характером проявления гравитации в случае физического вакуума. Как отметил в конце 60-х годов академик Я. Б. Зельдович, гравитация в этом случае соответствует силам отталкивания и пропорциональна расстоянию. Иначе говоря, гравитирующий физический вакуум приводит к расширению среды и к тому же более ускоренному, чем при космологическом расширении среды, включающей реальное вещество, в которое при соответствующих фазовых переходах превращается со временем физиче-

ский вакуум в процессе расширения Метагалактики. Ячеистая же структура Метагалактики вполне могла быть вызвана квантовым характером гравитационного взаимодействия в первоначальной метагалактической среде, а огромные размеры ячеек — более ускоренным расширением метагалактической среды в состоянии физического вакуума.

Следует отметить, что рассмотренный здесь сценарий возникновения ячеистой структуры Метагалактики предполагает ощутимую роль физического вакуума и в современную эпоху, а это до недавнего времени вызывало возражение у большинства ученых. Ведь в таком случае кардинально меняются представления о характере космологического расширения и, в частности, его продолжительность существенно увеличивается. Поэтому, хотя идея о первоначальной метагалактической среде в состоянии физического вакуума разрешала ряд космологических проблем (см. например, статью И. Д. Новикова «Вблизи самого начала» — Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 8), но чтобы избежать противоречия с имеющимися представлениями — это состояние считалось весьма непродолжительным. Тем не менее в последнее десятилетие стало появляться все больше сообщений о том, что возраст некоторых шаровых скоплений в нашей Галактике в пределах точности оценок сравним с продолжительностью космологического расширения, определяемой лишь гравитационным взаимодействием реального вещества Метагалактики. Правда, особого беспокойства это не вызывало, поскольку точность оценок была не очень велика, а кроме того более совершенные методы оценки возраста самой Галактики, базирующиеся на теории синтеза химических элементов, давали вполне приемлемый результат.

Однако недавние достижения в области ядерной физики привели к существенному уточнению теории синтеза элементов и к новым оценкам возраста Галактики, который оказался почти в два раза больше, чем предполагалось ранее. Западногерманские ученые Г. Клэпдор и К. Гротц, получившие этот результат, видят единственное его объяснение в том, что физический вакуум заметно проявляет себя и в современную эпоху космологического расширения. Такой вывод естественно объясняется в рамках рассмотренного сценария образования ячеистой структуры Метага-



лактики, причем проведенные Г. Клэпдором и К. Гротцем оценки продолжительности космологического расширения указывают: физический вакуум, по крайней мере во внешних частях ячеек, уже превратился в реальное вещество («скрытую массу»). Образование самих галактик в граничных областях ячеек согласуется в этом случае с теорией «блинов», разработанной академиком Я. Б. Зельдовичем и его коллегами.

Но все же лишь дальнейшие исследования покажут, как на самом деле образовалась ячеистая структура Метагалактики. Решение этой задачи во многом связано с выяснением квантовых характеристик физического вакуума, разрешением проблемы «скрытой массы» и

Наибольшая известная структура во Вселенной — это волоконноподобное сверхскопление (светлые сферы), или скопление скоплений галактик, которое лежит в области созвездий Персей и Пегас и имеет протяженность более 1 млрд. св. лет. На этой иллюстрации, которая основана на модели Д. Батуски из университета штата Нью-Мексико, скопления галактик изображены в виде сфер. В такой системе Земля находится в начале координат (0,0,0); расстояния даны в мегапарсеках

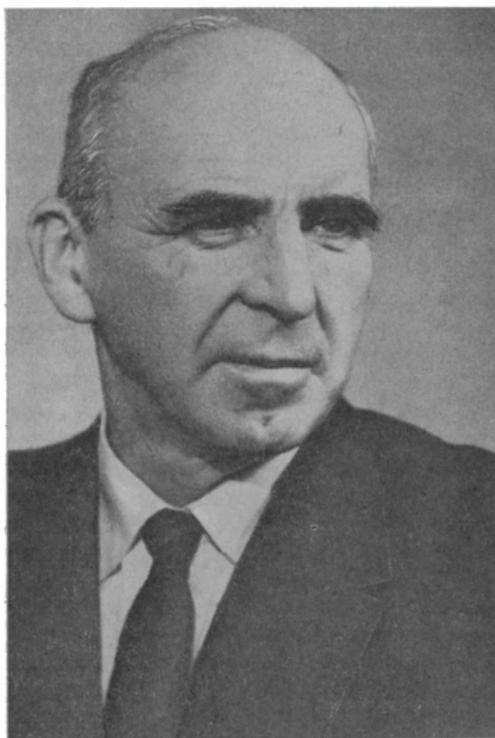
Рисунок из журнала Scientific American, July 1986, vol. 225, No 1

продолжением работ по изучению распределения галактик и их скоплений в пространстве.



Григорий Александрович Авсюк

(к 80-летию со дня рождения)



Григорий Александрович Авсюк

Группа начинающих альпинистов карабкалась по крутому склону одной из вершин хребта Терской Алатау, что широкой дугой опоясывает с юга озеро Иссык-Куль. После долгих трудов, к полудню, альпинисты наконец добрались до верхней части массива. Перед ними возникло довольно ровное пространство, по которому не спеша ехал всадник, рассматривая цепь окружающих хребтов с

ослепительно сверкающими ледниками. Удивлению восходящих не было предела — такой трудный подъем, а по вершине, оказывается, проходит наезженная конная тропа. Зачем сюда поднимаются на лошадях?

Всадник спешился и охотно рассказал об интересных и важных работах по исследованию горного рельефа и ледников, которые географы проводят в Киргизии...

Было это в 40-х годах, когда Григорий Александрович Авсюк — встретился альпинистам именно он — возглавлял Тянь-Шаньскую физико-географическую станцию Института географии АН СССР. Исследования ее в те годы оставили заметный след в разработке географических проблем горных стран. Тогда Г. А. Авсюку было всего 40 лет, но за плечами его уже огромный опыт разнообразных географических изысканий.

Григорий Александрович родился 29 декабря 1906 года в Ленинграде, в семье военного топографа. Окончив весной 1925 года Московское топографическое училище, он продолжил образование в Московском геодезическом институте на астрономо-геодезическом отделении, которое с успехом закончил в 1930 году, получив звание инженера-геодезиста. К тому времени он уже два года работал в картографических организациях — сначала прорабом, а затем начальником съемок.

Способности Г. А. Авсюка как картографа-геодезиста особенно полно проявились, когда он перешел на работу в Главное управление Северного морского пути. Здесь он трудился в должности астронома, начальника отдела карт и лоций управления воздушной службы, старшего научного сотрудника бюро ледовых прогнозов. К началу 30-х годов относятся первые экспедиции Г. А. Авсюка в Арктику, когда он провел две зимовки на полярной станции в бухте Прончищевой на Таймыре. В холодные зимние месяцы ему пришлось много путеше-

ствовать на собаках по прибрежной арктической тундре — определять астрономические пункты, изучать берега Северного Ледовитого океана, составлять специальные полетные карты, исследовать льды арктических морей и давать прогнозы их ледовитости. Составленные им карты использовались позднее при исторических перелетах Москва — Северный полюс.

С 1937 года и до самого последнего времени вся трудовая деятельность Г. А. Авсюка неразрывно связана с Институтом географии АН СССР. Здесь пройден длинный путь: сначала младший, а затем старший научный сотрудник, заведующий стереофотограмметрической лабораторией и отделом гляциологии, заместитель директора и, наконец, директор института. С первых же лет своей работы в институте он стал активным участником и организатором важных географических исследований.

В 40-х годах Г. А. Авсюк внес большой вклад в изучение геоморфологии Тянь-Шаня. Итогом этих работ стала геоморфологическая карта горных районов Юго-Восточного Казахстана в масштабе 1 : 1 000 000 и коллективная монография «Горы Юго-Восточного Казахстана», написанная под руководством Авсюка. Карта была издана в 1945 году и стала первой в СССР геоморфологической картой обширной горной территории.

В эти годы Г. А. Авсюк дает рекомендации по географии района строителям Куйбышевского гидроузла, исследует геоморфологию Заилийского Алатау. Ученый всегда стремится к детальному изучению природных процессов, а это нельзя сделать одними только экспедиционными исследованиями. Поэтому он и выступил инициатором создания первого горного стационара в нашей стране — Тянь-Шаньской высокогорной физико-географической станции. В трудных условиях, на высотах 2500—3000 м над уровнем моря, Г. А. Авсюк организовывает строительство станции, которая вскоре стала центром комплексных географических работ.

Тогда, в 40-е годы, четко определилось главное направление исследований Г. А. Авсюка: стало очевидным, что научные устремления и сердце его принадлежат гляциологии. Ученый проводит новаторские по методике исследования горных ледников Тянь-Шаня, ищет черты сходства и различия в ледниках плоских вершин Терской Алатау и ледниковых куполах

Земли Франца-Иосифа, позднее отправляется в Антарктиду, чтобы отыскать «ключи» к пониманию природы древних оледенений умеренных широт.

В 1943 году Г. А. Авсюк защитил кандидатскую диссертацию на тему «Применение фотограмметрии в гляциологических исследованиях», а в 1953 году — докторскую диссертацию, посвященную проблеме температурного состояния льда в ледниках. Спустя три года Г. А. Авсюку было присвоено ученое звание профессора, в 1960 году его избрали членом-корреспондентом АН СССР, а в 1985 — академиком АН СССР.

С самого начала исследовательских работ Г. А. Авсюку было присуще стремление понять механизм природных явлений, установить их конкретные характеристики, получить в полевых условиях точные количественные данные, а затем тщательно их обработать. С этим и связаны его методические нововведения в гляциологии: оригинальные способы аэро съемки морских льдов, геодезические методы изучения речных затворов, усовершенствование методов фототеодолитной съемки ледников и способов определения их движения по стереопарам, разработка новой аппаратуры для дистанционного измерения температуры льда на разных глубинах, первые опыты измерения баланса массы горных ледников СССР и многие другие.

Еще одна яркая черта стиля научных исследований Г. А. Авсюка — комплексный, всесторонний подход к изучаемым явлениям. Именно такой комплексностью отличаются монографические статьи Авсюка, посвященные как отдельным ледникам (Семенова, Иньильчек) или типам ледников (ледники плоских вершин), так и целым ледниковым районам, например оледенению массива Акшыйрак. Необходимость подобного подхода к изучению таких объектов обоснована в «Методических указаниях по гляциологическим исследованиям», которые были составлены под руководством Г. А. Авсюка при подготовке к исследованиям по программе Международного геофизического года.

Работы Г. А. Авсюка по гляциологии оказались настолько важными и интересными, что привели к развитию нескольких новых научных направлений. Так, впервые полученные им данные о температуре льда на разной глубине позволили выделить в вертикальном разрезе

ледников три различные зоны: тропозону с постоянно и в разных направлениях меняющимися температурой и тепловыми потоками, стратозону с меняющейся температурой льда и постоянным направлением тепловых потоков и, наконец, глубинную гомотермную зону с постоянной во времени и медленно меняющейся в зависимости от глубины температурой. Кроме того, Г. А. Авсюк доказал, что ледники умеренных широт, «живущие» в условиях континентального климата, могут, как и полярные ледники, иметь низкую температуру льда.

Изучая плоские вершины Тянь-шаньских ледников, Г. А. Авсюк установил, что питание холодных горных ледников идет не только путем накопления фирна, но и в результате намерзания талой воды на поверхность ледника. По существу это было географическим открытием. Его Г. А. Авсюк сделал в 1947 году независимо от советского ученого П. А. Шумского, который пришел к тому же самому выводу, изучая ледники Земли Франца-Иосифа, а также от шведского географа В. Шютта, работавшего на ледниках Лапландии, и швейцарского гляциолога Ф. Мюллера, занимавшегося ледниками Канадского Арктического архипелага. Так в системе гляциологической зональности была открыта зона ледяного питания, распространенная на ледниках Арктики и горных ледниках.

Благодаря работам Г. А. Авсюка удалось усовершенствовать геофизическую классификацию ледников, предложенную шведским ученым Х. Альманом. Теперь допускалось не только несколько типов режима в пределах одного ледника, но ледники разделялись по степени континентальности ледникового климата. Г. А. Авсюк выделил особый тип ледников — «континентальный» — и показал, что относящиеся к этому типу ледники отличаются от «морских» как температурным режимом и механизмом льдообразования, так и структурой теплового баланса в период абляции (расхода вещества на леднике).

Исследовав роль солнечной радиации в таянии «континентальных» ледников, Г. А. Авсюк сделал вывод о том, что в принципе можно регулировать таяние искусственно — путем изменения альbedo льда зачерняющими материалами. Идея эта нашла практическое применение, она положена в основу методов ускоренного освобождения от сезонных льдов на се-

верных реках, озерах, морских заливах в нашей стране, а также в США и Канаде. Обнадеживающие результаты получены и в опытах на ледниках Средней Азии и Китая, Южно-Американских Анд.

Г. А. Авсюку принадлежит классические работы по гляциальной геоморфологии и геологической деятельности горных ледников. Он разработал морфологическую классификацию ледников; проанализировал механизмы формирования морен при движении льда и последующем сокращении оледенения; установил, что многокилометровые участки языков на ряде горных ледников слагаются «мертвым» льдом, причем «омертвление» особенно характерно для ледников, испытывающих катастрофические подвижки. Попутно Г. А. Авсюк детально описал разнообразные процессы, связанные с деградацией «мертвого» льда: термокарст, таяние льда под моренным чехлом, формирование береговых морен, камов, озоз, камовых террас.

В период работ на Тянь-Шане Г. А. Авсюк предложил теорию, объясняющую, как возникают толщи придонного мореносодержащего льда в малоактивных ледниковых покровах. Она учитывает такие явления, как интенсивное физическое дробление скальных пород ледом под центральными частями покровов в условиях повторяющихся циклов таяния-замерзания; придонное таяние льда и подледное перемещение обломков горных пород с талой водой и водонасыщенным грунтом к периферии покровов; намерзание воды и обломков на нижнюю поверхность с образованием «пачек» богатого обломками придонного льда. К сожалению, эта теория не нашла должного развития в отечественной геоморфологии, но зато получила свое продолжение в трудах известных американских гляциологов Й. Вертмана и Т. Хьюза.

После Тянь-шаньского этапа исследований интересы Г. А. Авсюка вновь обращаются к полярным странам. В 1954—1955 годах он проводит гляциологические работы на архипелагах Советской Арктики в составе высокоширотных экспедиций, в 1955—1956 годах отправляется в Антарктиду — это была Первая советская антарктическая экспедиция. В Антарктиде вместе с К. К. Марковым и П. А. Шумским он участвовал в выборе места для создания первой советской научной станции Мирный и выполнил первые наблюдения в оазисе Бан-

гера. Две статьи по итогам этих наблюдений, в которых раскрывается проблема происхождения антарктических оазисов, вошли в золотой фонд научной литературы по антарктическим исследованиям.

Неоценима роль Г. А. Авсюка как организатора гляциологической науки в СССР. Он приложил исключительные усилия для объединения гляциологов в географических учреждениях Академии наук СССР и академий союзных республик. Созданный Г. А. Авсюком 30 лет назад отдел гляциологии Института географии АН СССР стал крупнейшим не только в нашей стране, но и во всем мире коллективом гляциологов. Здесь накоплен огромный опыт работы на ледниках высокогорий и в районах Арктики и Антарктики.

Уже четверть века Г. А. Авсюк — председатель Секции гляциологии Междугосударственного геофизического комитета при Президиуме АН СССР. Он проявляет постоянную заботу о развитии отечественной гляциологической науки, о творческом росте специалистов. Среди его учеников кандидаты и доктора наук. Г. А. Авсюк — признанный основатель и глава советской школы гляциологов, создавший основы ее современных успехов. Это — осуществление многочисленных междугосударственных проектов, проведение симпозиумов, выпуск публикаций, организационное объединение наиболее активных ученых из учреждений Академии наук, университетов и ведомственных институтов. Для Г. А. Авсюка характерен комплексный подход к изучению природных льдов, он сторонник сопряженного развития разных направлений этой дисциплины — экспериментального, статистического и физико-математического.

В полной мере талант Г. А. Авсюка как крупного ученого и организатора науки проявился при подготовке и проведении Междугосударственного геофизического года (МГГ) в 1957—1959 годах. В это время он выполнил огромную работу, связанную с подбором участников экспедиций на ледники Новой Земли, Полярного Урала, Земли Франца-Иосифа и Антарктиды, оснащением этих экспедиций совершенным научным оборудованием, составлением программ полевых работ и методических указаний по их выполнению. На протяжении долгих полярных зимовок все их участники, читая письма, телеграммы, статьи в газетах, слушая радиопередачи, ощущали не только повсе-

дневное руководство Г. А. Авсюка, но и человеческую заботу о людях.

Результаты работ МГГ определили развитие гляциологии на десятки лет. Комплексный подход к изучению ледников с тех пор вошел, как говорится, в плоть и кровь советских гляциологических исследований. В ходе работ по программе МГГ выявлены географические различия в структуре теплового баланса и баланса массы ледников, разработаны методы расчета, прогноза и реконструкции элементов режима ледника в зависимости от климата, указаны пути восстановления климата прошлого по данным о состоянии ледников соответствующих эпох. Установлена контрафазность изменений баланса массы ледников в одних районах и синхронность в других, выявлены распространение зон льдообразования и определяющие их климатические условия. Впервые выяснены закономерности движения ледниковых куполов и обнаружены «внутренние» ледяные потоки, питающие выводные ледники, что оказалось крайне важным для интерпретации следов древних ледников и прогноза поведения существующих. В целом доказано, что современное оледенение — это не реликт прошлых условий, оно соответствует современному рельефу и климату.

После завершения МГГ усилия Г. А. Авсюка направляются на обработку и издание материалов наблюдений, выпуск итоговых сборников статей и монографий. Главным результатом этой его деятельности стало издание более чем 100-томной серии «Материалов гляциологических исследований». Они содержали уникальные первичные данные, полученные на 11 гляциологических станциях, работавших на территории СССР в период МГГ.

В последующие годы Г. А. Авсюк выступил с инициативой такой важной работы, как создание Каталога ледников СССР, в немалой степени он способствовал выполнению проекта совместных исследований баланса тепла, льда и воды в избранных горно-ледниковых бассейнах страны. К настоящему времени составление Каталога ледников СССР закончено. Его анализ позволил определить состояние современных ледниковых систем и их связь с горно-климатическими условиями, а также усовершенствовать и детализировать представления об осадках и стоке в высокогорной зоне на основе данных о высоте границы питания на ледниках. Работы по водно-

ледовому балансу в избранных бассейнах дали возможность судить об изменчивости ледникового режима и ее связи с изменениями климата, разработать первые модели расчета гидрографа стока с ледников по данным об аблиции и перейти к следующему важному шагу — расчету и прогнозу стока с ледников.

Идеи Г. А. Авсюка о каталогизации ледников и изучении эталонных ледниковых объектов нашли свое воплощение при разработке гляциологической части программы Международного гидрологического десятилетия, проводившегося в 1965—1974 годах под эгидой ЮНЕСКО. В этом проекте особое внимание уделялось составлению Всемирного каталога ледников, постоянным наблюдениям за колебаниями ледников и работам в избранных горно-ледниковых бассейнах. Международная комиссия снега и льда, вице-президентом которой А. Г. Авсюк избирался с 1963 по 1971 год, организовала в Цюрихе для выполнения этого проекта Временный технический секретариат и Постоянную службу наблюдений за колебаниями ледников. Впоследствии они были объединены и с 1986 года действует Международная служба мониторинга ледников.

Последние 10 лет Г. А. Авсюк возглавляет крупнейший гляциологический проект современности — создание Атласа снежно-ледовых ресурсов мира. В качестве ответственного редактора Атласа он руководил составительскими работами, которые к настоящему времени завершены, и Атлас передан в Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР для издания.

Многие годы Г. А. Авсюк является председателем Межведомственной комиссии по изучению Антарктики при Президиуме АН СССР, успешно координируя советские антарктические исследования, направляя их научную программу. Велик его авторитет в среде антарктических исследователей, об этом говорит хотя бы тот факт, что с 1978 по 1984 годы Г. А. Авсюк неизменно избирался ученым секретарем Международного комитета по антарктическим исследованиям.

Замечательный организатор, Г. А. Авсюк умело сочетает работу сразу на нескольких ключевых постах. Долгие годы оставаясь заместителем директора Института географии АН СССР (а с марта 1985 по март 1986 года он исполнял обязанности директора института), Г. А. Авсюк одновременно — заместитель ака-

демика-секретаря Отделения океанологии, физики атмосферы и географии АН СССР и заместитель председателя Секции наук о Земле Президиума АН СССР.

Перу Г. А. Авсюка принадлежат более 100 научных статей, обзоров, рецензий. Он ответственный редактор 25 монографий и сборников статей, издававшихся главным образом в серии «Результаты исследований по международным геофизическим проектам». Г. А. Авсюк — ответственный редактор и серии «Материалы гляциологических исследований», по существу представляющей собой академический профессиональный журнал. Он активно работает в редколлегиях журналов «Земля и Вселенная», «Известия АН СССР, серия географическая».

Многолетняя плодотворная деятельность Г. А. Авсюка способствовала дальнейшему развитию советской гляциологической школы, для которой характерно сочетание широты географического подхода с глубоким физическим анализом процессов на ледниках, а также соединением отдельных ветвей гляциологии, изучающих разные типы снежно-ледовых образований, в единую науку о всех видах льда в природе и природных системах, где лед играет определяющую роль. Вместе с тем советской гляциологической школе присуща особая творческая атмосфера, это касается и выполнения полевых работ, и научных дискуссий на совещаниях и конференциях. Именно Г. А. Авсюк во многом содействовал созданию той традиции доброжелательности и товарищества, что отличает советскую гляциологию и служит одной из причин ее современных успехов.

Все географы и гляциологи, которым посчастливилось работать рядом с Г. А. Авсюком и пользоваться его дальновидными советами, с чувством благодарности относятся к Григорию Александровичу — как своему старшему наставнику и руководителю. Они всегда видят в нем чуткого, мягкого и сердечного человека, который воспитывает в учениках не только любовь к науке, но и любовь к людям.

И в 80 лет Григорий Александрович, сохранив все свои лучшие качества, помогает многим найти себя в науке, заботится о новых, эффективных путях ее развития.

Советские географы и гляциологи от всего сердца поздравляют Григория Александровича с юбилеем и желают ему оставаться таким же еще долгие и долгие годы.



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

«Математические начала натуральной философии» Исаака Ньютона

(к 300-летию со дня опубликования)

Пусть смертные радуются, что существовало такое украшение рода человеческого.

Из эпитафии на надгробном памятнике
Исааку Ньютону

В 1987 году исполняется 300 лет со времени опубликования «Математических начал натуральной философии» Исаака Ньютона¹. Лагранж назвал эту книгу «величайшим произведением человеческого ума», и безусловно, речь идет об одном из крупнейших достижений за всю историю естествознания. В «Началах» была впервые в систематической и достаточно полной форме изложена классическая механика, часто именуемая также ньютоновской механикой. Именно с нее начинают изучать физику в школе, ею же открываются курсы общей и теоретической физики в высших учебных заведениях. Помимо механики и ее применений в астрономии Ньютон получил очень важные результаты в оптике и заложил основы математического анализа. Поэтому не удивительно, что имя Ньютона известно практически всем. И все же сегодня — через 300 лет после появления «Начал» — о его работах в их оригинальной форме у нас знают сравнительно немногие². Поэтому представляется уместным воспользоваться таким поводом, как

юбилей «Начал», и хотя бы кратко остановиться на исследованиях Ньютона, особенно в области механики. (Более подробно см. об этом в журнале «Успехи физических наук», 1987, т. 151, в. 1).

ДО НЬЮТОНА

История физики и астрономии прослеживается на протяжении нескольких тысячелетий до Ньютона. Наиболее яркие и известные имена на этом пути — Аристотель (384—322 до н. э.), Архимед (около 287—212 до н. э.), Гиппарх (II век до н. э.), Птолемей (около 87—165), Коперник (1473—1543), Галилей (1564—1642), Кеплер (1571—1630), Декарт (1596—1650) и Гюйгенс (1629—1695) — старший современник Ньютона. Разумеется, список можно было бы дополнить целым рядом достойных имен, но здесь это вряд ли уместно, наша цель ограничивается в основном напоминанием шкалы времени.

Среди предшественников Ньютона особо нужно выделить Коперника, Галилея и Кеплера. Лишь переход к гелиоцентрической системе (система Коперника) позволил Кеплеру установить в 1609 году первые два закона, а в 1619 году третий — закон планетных движений. В свою очередь только на основе законов Кеплера Ньютону в «Началах» удалось в сколько-нибудь законченном и общем виде сформулировать закон всемирного тяготения. Выдающаяся роль, которую сыграли законы Кеплера, побуждает нас напомнить их читателю: 1. Планеты движутся по эллипсам,

¹ I. Newton «Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica», 1687.

² Перевод «Начал» на русский язык мало доступен (он публиковался последний раз в 1936 году в VII томе «Собрания трудов» академика А. Н. Крылова, который перевел и прокомментировал книгу Ньютона). Переписка Ньютона и ряд других материалов, характеризующих его деятельность, в достаточно полном виде опубликованы лишь недавно.



Исаак Ньютон (1643—1727).
Гравюра Ридинга с портрета Питера Лели

причем Солнце находится в одном из фокусов эллипсов; 2. Радиус-вектор планеты за равные времена описывает равные площади (закон площадей); 3. Квадраты времен обращения планет T относятся как кубы больших полуосей a эллиптических орбит, по которым они движутся вокруг Солнца. Другими словами, для всех планет Солнечной системы $a^3/T^2=K$, где K — постоянная Кеплера (она одинакова для всех планет Солнечной системы, но отлична для иных аналогичных систем, например для системы спутников Юпитера)³.

Кеплер пришел к своим законам, отказавшись от равномерного движения по окружностям и тем самым преодолев огромный барьер, который существовал почти два тысячелетия. Кеплер задумывался и о причинах, приводящих к движению планет и Луны по орбитам. Правда, Кеплер считал, что сила притя-

жения (сила всемирного тяготения), хотя и пропорциональна массе (говоря современным языком), но обратно пропорциональна расстоянию между телами. К правильной зависимости силы тяготения от расстояния — закону $F \sim 1/r^2$ также пришли до Ньютона. Он сам в этой связи упоминает имена Буллиальда (латинизированная фамилия француза Буйо, закон $1/r^2$ фигурировал в его книге, опубликованной в 1645 году), Борелли и Гука. До Ньютона была известна и формула $w=v^2/r$ для центростремительного ускорения (ее еще в 1659 году получил Гюйгенс, но опубликован этот результат был в его книге «Часы с маятником» только в 1673 году). Закон для силы $F \sim 1/r^2$ и формула для центростремительного ускорения w позволяют найти третий закон Кеплера для круговых орбит. Это и было сделано Ньютоном в знаменательные годы его жизни (1665—1666 гг.), когда во время эпидемии чумы молодой Ньютон жил на ферме в родном Вульстропе.

«Я в то время был в расцвете моих изобретательских сил и думал о математике и философии больше, чем когда-либо после», — писал Ньютон много лет спустя. В эти же годы он пришел к закону всемирного тяготения, на что его навело падение яблока с дерева.

Иногда к этому относятся как к легенде, но С. И. Вавилов был склонен считать такой рассказ достоверным и в биографии Ньютона приводил воспоминания Стекеля: «После обеда (в Лондоне, у Ньютона) погода была жаркая; мы перешли в сад и пили чай под тенью нескольких яблонь; были только вдвоем. Между прочим сэр Исаак сказал мне, что точно в такой же обстановке он находился тогда, когда впервые ему пришла в голову мысль о тяготении. Она была вызвана падением яблока, когда он сидел, погружившись в думы. Почему яблоко всегда падает отвесно, подумал он про себя, почему не в сторону, а всегда к центру Земли? Должна существовать притягательная сила в материи, сосредоточенная в центре Земли. Если материя так тянет другую материю, то должна существовать пропорциональность ее количеству. Поэтому яблоко притягивает Землю так же, как Земля яблоко. Должна, следовательно, существовать сила, подобная той, которую мы называем тяжестью, простирающаяся во всей Вселенной». Аналогичен более известный рассказ Вольтера со слов племянницы Ньютона.

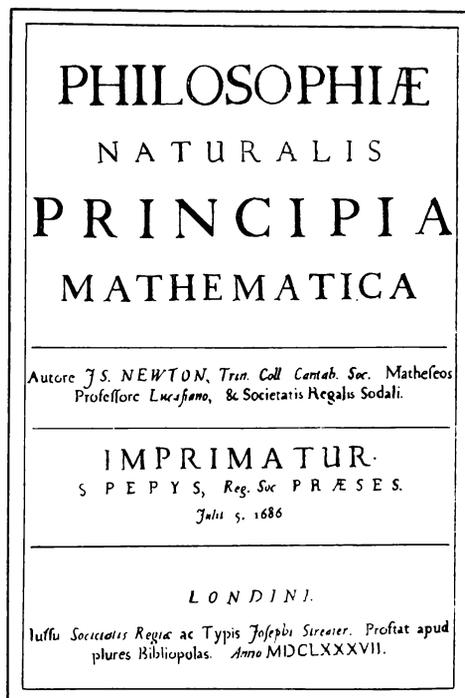
³ У Кеплера вместо большой полуоси фигурировало среднее расстояние между Солнцем и планетой, что одно и то же. Второй закон Кеплера был им установлен в конце 1601 или начале 1602 года, а первый закон — в 1605 году. Указанная выше дата (1609 г.) относится ко времени опубликования Кеплером «Новой астрономии», содержащей два его первых закона. Разумеется, в статье мы не всегда будем делать подобные уточнения, несущественные для понимания сути дела.

Результаты, полученные Ньютоном в 1665—1666 годах, сразу не были опубликованы, и долгое время о них практически никто не знал. Между тем проблема тяготения и теоретического обоснования законов Кеплера становилась все более актуальной и довольно широко обсуждалась в научных кругах⁴. Третий закон Кеплера для круговых орбит был получен на основе выражений $F \approx 1/r^2$ и $w = v^2/r$, вероятно независимо, несколькими авторами. Камнем преткновения стал вывод первого закона Кеплера, то есть доказательство того, что под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния, возникает движение по эллипсу. В 1684 году Э. Галлей из разговора с Ньютоном узнал, что последний уже давно нашел искомое доказательство первого закона Кеплера. Галлей счел, и с полным основанием, результаты Ньютона исключительно важными для развития небесной механики и убедил Ньютона их опубликовать. Так родились «Начала», состоящие из трех книг. Они были получены Королевским обществом соответственно весной и осенью 1686 и в апреле 1687 года. За отсутствием у общества денег Галлей издал (в 1687 г.) «Начала» за свой счет, в количестве 300—400 экземпляров. В 1691 году это издание уже исчезло с книжного рынка, хотя по оценке И. Ю. Кобзарева, текст книги действительно изучали в тот период человек сорок во всей Европе, а в Англии и того меньше — всего человек десять. При жизни Ньютона «Начала» вышли еще два раза — в 1713 и 1726 годах.

«НАЧАЛА»

«Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов», — этими словами Ньютона можно подвести итог сказанному в предыдущем разделе. Ньютон опирался на сделанное Коперником, Галилеем, Кеплером (и, разумеется, другими, чьи имена менее из-

⁴ Конкретно речь идет о Королевском обществе, основанном в Лондоне в 1662 году и с 1665 года издававшем первый в мире научный журнал на английском языке «Philosophical Transactions of the Royal Society». В 1672 году Ньютона избрали членом общества в связи с тем, что он построил первый в мире отражательный телескоп.



Титульный лист «Математических начал натуральной философии» Исаака Ньютона (Лондон, 1687)

вестны). Он развил и в определенном смысле завершил их труды. Эйнштейн даже назвал Ньютона «великим систематизатором». Действительно, «Математические начала натуральной философии» — фундаментальный, можно сказать, монументальный труд (в русском переводе этой книги почти 700 страниц), охватывающий многое из сделанного до Ньютона, а также созданное его современниками и им самим. Но главное все же не в систематизации, а в том, что в своей великой и многогранной книге Ньютон разработал «метод принципов», о котором еще пойдет речь ниже, существенно развил и обобщил механику, сформулировал в универсальном виде закон «всемирного тяготения», решил ряд труднейших по тому времени задач — например, касающихся движения Луны. О реальном решении таких задач до Ньютона не могло быть и речи.

Мы не сможем продвинуться дальше, не остановившись на содержании «Начал». Если не брать в расчет предисловие автора, а во

втором издании (1713 г.) и большое «предисловие издателя» (Р. Котса), то «Начала» открывают «Определения» и «Аксиомы и законы движения». Затем следуют книга I «О движении тел», книга II с тем же названием (но в отличие от книги I здесь уже учитывается сопротивление, то есть трение) и книга III «О системе мира». Приведем теперь ряд фрагментов из труда Ньютона⁵.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Определение I

Количество материи [масса] есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально плотности и объему ее.

Определение II

Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе.

Определение IV

Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

ПОУЧЕНИЕ

В изложенном выше имелось в виду объяснить, в каком смысле употребляются в дальнейшем менее известные названия. Время, пространство, место и движение составляют понятия общеизвестные. Однако необходимо заметить, что эти понятия обыкновенно относятся к тому, что постигается нашими чувствами. Отсюда происходят некоторые неправильные суждения, для устранения которых необходимо вышеприведенные понятия разделить на абсолютные и относительные, истинные и кажущиеся, математические и обыденные.

I. Абсолютное, истинное математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо

внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью.

Относительное, кажущееся или обыденное время есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год.

II. Абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным.

Относительное есть его мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел и которое в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное: так, например, протяжение пространств подземного воздуха или надземного, определяемых по их положению относительно Земли...

IV. Абсолютное движение есть перемещение тела из одного абсолютного его места в другое, относительное — из относительного в относительное же. Так, на корабле, идущем под парусом, относительное место тела есть та часть корабля, в которой тело находится, например, та часть трюма, которая заполнена телом и которая, следовательно, движется вместе с кораблем. Относительный покой есть пребывание тела в той же самой области корабля или в той же самой части его трюма.

Истинный покой есть пребывание тела в той же самой части того неподвижного пространства, в котором движется корабль со всем в нем находящимся. Таким образом, если бы Земля в самом деле покоилась, то тело, которое по отношению к кораблю находится в покое, двигалось бы в действительности с той же абсолютной скоростью, с которой корабль идет относительно Земли. Если же и сама Земля движется, то истинное абсолютное движение тела найдется по истинному движению Земли в неподвижном пространстве и по относительным движениям корабля по отношению к Земле и тела по кораблю.

АКСИОМЫ ИЛИ ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ

Закон I

Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и

⁵ Все цитаты даны по изданию: И. Ньютон. Математические начала натуральной философии.— В кн.: Собрание трудов академика А. Н. Крылова. М.— Л., Изд-во АН СССР, т. VII, 1936. Все «определения» и «аксиомы и законы движения» сопровождаются Ньютоном подробными пояснениями, которые мы в большинстве случаев опускаем из-за недостатка места.

прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние.

Закон II

Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

Закон III

Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе — взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.

Как видно уже из того, что здесь приведено, и, конечно, с еще большей ясностью из всего текста «Начал», книга четко построена в духе классического образца — «Начал геометрии» Евклида. Такой стиль вообще характерен для XVII века. Подобным же образом у Ньютона построены и «Лекции по оптике», которые он читал в 1669—1671 годах (опубликованы «Лекции» были только после смерти Ньютона).

Набранные выше жирным шрифтом (разумеется, в соответствии с текстом «Начал») части законов I, II, III (как уже оговаривалось, пояснения к ним опущены) — это и есть те три знаменитых «закона Ньютона», которые часто цитируются и до сих пор. Разумеется, использовать законы в таком виде без пояснений и комментариев сейчас невозможно (об этом речь пойдет в следующем разделе нашей статьи).

Книга I «Начал» посвящена в основном решению задач о движении тел («точечных» масс) под действием центральных сил и при отсутствии сопротивления. Главное здесь — анализ движения под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния. При этом доказываются законы Кеплера и, наоборот, делается вывод, что для движения, отвечающего этим законам, сила $F \sim 1/r^2$. Тут достаточно, впрочем, первого закона Кеплера — движения по эллипсу, в фокусе которого находится источник силы. Именно этот вопрос, как уже упоминалось, перед Ньютоном поставил Галлей. В «Началах» рассматривается движение не только по эллипсам, но и по параболам и гиперболам, то есть по любым коническим сечениям. Обсуждается и задача трех и более тел, заложены также основы теории возмущений. Одно из достижений книги I —

доказательство (нелегкое в то время и полученное впервые) следующей теоремы: для закона притяжения $F \sim 1/r^2$ действие сферы (при постоянной плотности массы или при сферически симметричном распределении плотности) такое же, как если бы вся масса была расположена в центре сферы.

В рамках небольшой статьи обо всем, конечно, упомянуть невозможно. Ограничимся лишь замечанием, что в книге III содержится совершенная для своего времени теория движения Луны с учетом действия не только Земли, но и Солнца. В этой же книге найдено развитие теории приливов, а также рассмотрено движение комет. Только благодаря Ньютону удалось установить на примере кометы Галлея (наблюдавшейся в очередной раз в 1682 году), что кометы движутся по эллиптическим (в первом приближении) орбитам и поэтому «возвращаются».

Один из главных результатов «Начал» — формулировка Ньютоном закона всемирного тяготения. В современных обозначениях его можно записать так: любые два тела (материальные точки) с массами m_1 и m_2 притягиваются друг к другу с силами F_{12} , пропорциональными произведению масс $m_1 \cdot m_2$ и обратно пропорциональными квадрату расстояния между телами r_{12} ; при этом сила притяжения направлена по линии, соединяющей тела (материальные точки). Таким образом, сила, действующая на массу m_1 со стороны массы m_2 , такова:

$$\vec{F}_{12}(r_{12}) = \frac{G m_1 m_2}{r_{12}^3} \vec{r}_{12}, \quad \vec{F}_{21}(r_{12}) = -\vec{F}_{12}(r_{12}); \quad (1)$$

где гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-8}$ дин·см²·г⁻² не зависит от масс взаимодействующих тел, то есть она — универсальна⁶; вектор \vec{r}_{ij} соединяет точки i и j , причем направлен от точки i к точке j (очевидно, $r_{ij} = r_{ji} = |\vec{r}_{ij}|$).

Постоянная Кеплера K , упомянутая выше в связи с третьим законом Кеплера, равна:

$$K \equiv \frac{a^3}{T^2} = \frac{GM_{\odot}}{4\pi^2}, \quad (2)$$

⁶ Постоянная G впервые была измерена в 1798 году Кавендишем (1731—1810).

где $M_{\odot}=1,99 \cdot 10^{33}$ г — масса Солнца. Если не пренебрегать массой планет по сравнению с массой Солнца, то, разумеется, нужно учитывать и движение последнего относительно общего для всей планетной системы центра тяжести (центра масс). Масса всех планет Солнечной системы в 743 раза меньше массы Солнца. Поэтому в первом приближении Солнце можно считать неподвижным. Если бы массы планет были значительно больше и, скажем, всего на порядок меньше массы Солнца, понимание законов движения в Солнечной системе и вывод закона всемирного тяготения могли бы произойти значительно позже, чем в действительности. Сложность теории движения Луны, в частности, связана с тем, что ее масса $M_{\text{л}}=7,35 \cdot 10^{25}$ г всего в 81,3 раза меньше массы Земли. Мы напоминаем хорошо известные факты лишь для того, чтобы подчеркнуть их понимание Ньютоном.

Даже беглая характеристика «Начал» и их роли не могут, однако, быть сведены к перечислению конкретных результатов, полученных Ньютоном, и теорий, созданных им. Существенное значение имеет сам его подход к физике, используемый им метод, часто называемый методом принципов. Остановимся на этом подробнее.

«НАЧАЛА» И МЕТОД ПРИНЦИПОВ. ПРИРОДА ТЯГОТЕНИЯ

В книге III «Начал» Ньютон формулирует свою методологию, облекая ее в форму «Правил умозаключений в физике»⁷.

Правило I

Не должно принимать в природе иных причин сверх тех, которые истинны и достаточны для объяснения явлений.

Правило II

Поэтому, поскольку возможно, должно приписывать те же причины того же рода проявлениям природы.

Правило III

Такие свойства тел, которые не могут быть ни усилены, ни ослаблены и которые оказываются присущими всем телам, над которыми возможно производить испытания, должны быть почитаемы за свойства всех тел вообще.

⁷ Эти правила у Ньютона сопровождаются комментариями, которые мы вынуждены опустить.

Правило IV

В опытной физике предположения, выведенные из совершающихся явлений с помощью наведения (индукции), несмотря на возможность противных им предположений, должны быть почитаемы за верные или в точности, или приближенно, пока не обнаружатся такие явления, которыми они еще более уточняются или же окажутся подверженными исключениям.

Так должно поступать, чтобы доводы индукции не уничтожались предположениями.

• • • • •

Какова направленность «правил умозаключений», какова их цель? Ответить на эти вопросы можно лишь, имея в виду то мировоззрение и ту методологию, которые доминировали до Ньютона и с которыми он боролся. Речь идет, в частности, о картезианских представлениях о природе и путях ее изучения⁸. В основе этих представлений — не наблюдения или опыты, а гипотезы о природе явлений, их причинах. Так, тяготение связывалось с вихрями в некой «тонкой материи» и целиком трактовалось в духе близкодействия. Но на таком пути продвинуться вперед и создать количественную теорию было совершенно невозможно, особенно в те времена. Упрощая и схематизируя, можно сказать, что программа Декарта и его сторонников сводилась к построению теории гравитационного поля или конкретно, общей теории относительности, — еще до создания ньютоновской механики и теории всемирного тяготения. Огромная заслуга Ньютона состояла, в частности, именно в понимании реальных возможностей физики его времени, в использовании упомянутых правил и в постулировании закона всемирного тяготения.

«Общее поучение», которым заканчиваются «Начала», в большей своей части посвящено борьбе с гипотезой вихрей. Полемике с противниками и критиками Ньютона посвящено также весьма обширное «Предисловие издателя ко второму изданию» (1713 г.), написанное Р. Котсом по предложению Ньютона. Если Ньютон, по крайней мере в «Началах», в общем не опускался до полемических выпадов, то Котс, защищая ньютонианство, не

⁸ Картезианство — направление в философии и естествознании XVII—XVIII вв., теоретическим источником его были идеи Декарта. Renatus Cartesius — латинизированное имя Рене Декарта (1596—1650).

стесняется в выражениях. Например, он пишет: «Мы не допускаем возможности объяснить совершающиеся явления вихрями, потому что это нашим автором доказано с совершеннейшею ясностью и полнотой, и надо обладать большою склонностью к бредням, чтобы напрасно затрачивать труд на подновление нелепейшей выдумки и на украшение ее новыми пояснениями».

Ньютон, в отличие от некоторых его последователей, вовсе не считал вместе с тем, что сформулированный им закон всемирного тяготения исчерпывает проблему и выяснять природу тяготения не нужно. Напротив, он признавал, что доискиваться до причин необходимо, но при наличии достаточно прочной базы, в первую очередь наблюдений. В конце последнего «общего поучения», которым завершаются «Начала», Ньютон говорит: «Причину этих же свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю. Все же, что не выводится из явлений, должно называться гипотезою, гипотезам же метафизическим, физическим, механическим, скрытым свойствам, не место в экспериментальной философии».

Еще ярче, пожалуй, Ньютон высказался против дальнего действия в 1693 году в письме к Р. Бентли: «Предполагать, что тяготение является существенным, неразрывным и врожденным свойством материи, так что тело может действовать на другое на любом расстоянии в пустом пространстве, без посредства чего-либо передавая действие и силу — это, по-моему, такой абсурд, который немислимы ни для кого, умеющего достаточно разбираться в философских предметах. Тяготение должно вызываться агентом, постоянно действующим по определенным законам».

Приведенные выше слова Ньютона «гипотез я не измышляю» (*«hypotheses non fingo»*) особенно часто цитировались, нередко без всяких пояснений. Но, как справедливо отмечает один современный автор, Ньютон «был одним из величайших гигантов среди не столь уж многочисленного отряда изобретателей гипотез. Но он действительно не измышлял гипотез (то есть безосновательных спекуляций и непроверяемых мнений)».

КРИТИКА МЕХАНИКИ НЬЮТОНА

Ньютон создал, несомненно, стройное в целом здание классической механики. Однако

в «Началах» имеются слабые места, не говоря уже о том, что в механике предстояло сделать еще очень многое.

Остановимся сначала на критических замечаниях. Неудовлетворительным, и не без оснований, было признано уже определение I, открывающее «Начала», а именно — определение массы. А. Зоммерфельд, например, называет это определение «бессодержательным, так как плотность в свою очередь может быть определена только как количество материи в единице объема». Формально такая критика обоснованна, но в общем, насколько нам известно, ни к каким ошибкам или даже неясностям сформулированное Ньютоном определение массы не привело. Неудачным представляется и определение III, где Ньютон фактически называет произведение массы на ускорение «силой инерции». Злополучное понятие о силах инерции вызвало многочисленные споры, отзвуки которых можно услышать и в наши дни. Здесь нет, конечно, возможности останавливаться на этом вопросе подробнее. Ограничимся замечанием, что по нашему мнению, совпадающему с наиболее распространенным, понятие и термин «силы инерции» уместно использовать лишь в неинерциальных системах отсчета.

Теперь мы подошли к вопросу уже принципиальному — выбору систем отсчета, в которых справедливы законы Ньютона в сформулированной им форме. Ньютоном ясно понимал, конечно, что выбор системы отсчета и указание способа измерения времени совершенно необходимы для изучения движения масс. Поэтому Ньютоном и ввел понятия об абсолютном пространстве и абсолютном времени, при использовании которых справедливы законы движения. Вместе с тем Ньютоном понимал, что не может указать способа фиксировать абсолютное положение и абсолютное время — это вполне очевидно из текста «Начал».

Для нас сегодня метафизический характер абсолютного пространства и абсолютного времени очевиден. Но 300 лет назад царил иная атмосфера и доминировали другие понятия. Ньютоном должен был и, вероятно, хотел видеть за «относительным», «кажущимся» и «обыденным» нечто абсолютное, существующее независимо от возможностей измерений и наблюдений. Такой подход оказался реальным и плодотворным потому, что фактически Ньютоном



Отражательный телескоп Ньютона. До сих пор устройство всех больших телескопов основывается на идее Ньютона

выбирал системы отсчета очень близкие к инерциальным. Именно такова принятая в астрономии система отсчета, центр которой находится в центре Солнца, а оси направлены на «неподвижные звезды»⁹. Для многих же опытов на земной поверхности близкой к инерциальной системе является сама эта поверхность и ее окрестности. Абсолютное пространство Ньютона «материализовалось» в теориях, опирающихся на представления о неподвижном эфире. Только общая теория относительности, творение начала нашего века, окончательно вытеснила из физики абсолютное пространство и абсолютное время, понимаемые как абсолютно неизменные и, так сказать, внешние по отношению к веществу и всем полям. Но еще задолго до этого, в XVIII и XIX веках, ньютоновские представления об абсолютном пространстве и времени подверга-

лись жесткой критике и, главное, было развито представление об инерциальных системах отсчета, в которых справедливы законы Ньютона.

Рассмотрим кратко современную форму изложения основ механики Ньютона. Из опыта известно, что существуют такие системы отсчета и такие часы, при использовании которых тело, достаточно удаленное от всех других тел, движется прямолинейно и равномерно. Возможно, Ньютон имел в виду нечто подобное, формулируя первый закон динамики (закон инерции). Тем не менее, выделение этого закона и его формулировка дают основания для некоторого недоумения и критики. Действительно, если считать силы известными, то первый закон является прямым следствием второго — при отсутствии сил количество движения постоянно $m\vec{v} = \text{const}$ (поэтому по крайней мере при $m = \text{const}$ и скорость $\vec{v} = \text{const}$). С другой стороны, как узнать, что на тело не действует сила? Если используется инерциальная система отсчета, то отсутствие сил устанавливается сразу — в этом случае масса движется по инерции, то есть $\vec{v} = \text{const}$. Но чтобы избежать порочного круга, нельзя обратить постановку задачи и считать без дальнейших ограничений инерциальными такие системы отсчета, в которых тела движутся с постоянной скоростью. Поэтому при определении инерциальной системы отсчета выше было использовано поддающееся опытной проверке свойство — убывание сил с расстоянием. Более последовательна такая процедура — для конкретности и краткости рассмотрим ее на примере Солнечной системы. В «астрономической системе отсчета» силы, действующие между всеми массами (планетами, их спутниками), подчиняются III закону Ньютона, то есть используя принятые выше обозначения, для каждых двух масс m_1 и m_2 :

$$\vec{F}_{ij}(r_{ij}) = -\vec{F}_{ji}(r_{ij}). \quad (3)$$

Очевидно, при справедливости соотношений (1) и (3) масса, достаточно удаленная от всех других масс, будет двигаться по инерции. Следовательно, с соответствующей точностью, астрономическая система отсчета яв-

⁹ Так называемая «астрономическая система отсчета».

ляется инерциальной. В этой системе справедлив II закон Ньютона в форме:

$$m_i \frac{d^2 \vec{r}_i}{dt^2} = \sum_j \vec{F}_{ij}(\vec{r}_{ij}), \quad (4)$$

где \vec{r}_i — радиус-вектор массы m_i ($r_{ij} = |\vec{r}_i - \vec{r}_j|$).

Уравнение (4) инвариантно относительно преобразований Галилея:

$$\vec{r}_i' = \vec{r}_i - \vec{V}t, \quad t' = t, \quad \vec{V} = \text{const}. \quad (5)$$

Отсюда ясно, что имеется бесконечно большое число инерциальных систем, движущихся с постоянной скоростью \vec{V} относительно исходной.

Если силы \vec{F}_{ij} известны, то уравнения движения (4) позволяют, в принципе, найти траектории всех «точечных» масс $\vec{r}_i(t)$.

Итак, основы классической механики вполне определены и ясны. Уточнения по сравнению с «Началами» — в общем существенны, но они ни в коей мере не меняют оценку роли «Начал». Практика Ньютона при исследованиях в области механики была в целом правильной, предусмотреть же все возможные уточнения и обобщения он, конечно, не мог.

Широко распространено такое дилетантское мнение (автор должен признаться, что и сам его придерживался): поскольку Ньютон был одним из создателей дифференциального и интегрального исчисления (по терминологии Ньютона «метода флюксий», сегодня часто для краткости называемого просто анализом), то и в «Началах» он пользовался анализом. Однако, хотя в настоящее время немислимо представить себе решение задач механики без интегрирования дифференциальных уравнений движения (4), Ньютон в «Началах» анализом в явном виде не пользовался (!). Все «Начала» построены, если говорить о математике, на геометрических методах и чертежах. Существует точка зрения, что делалось это для доступности изложения, ибо в научных кругах анализ был еще неизвестен (Ньютон свои математические работы до издания «Начал» не публиковал; первая публикация Лейбница (1646—1716), касающаяся анализа, относится к 1684 году). Впрочем, в сколько-нибудь развернутой форме Ньютон и не мог использовать

аналитические методы, ибо они еще не были созданы. Только Эйлер (1707—1783) в 1736 году, то есть через 50 лет после появления «Начал», написал книгу «Механика, аналитически изложенная», содержащую близкие к современным аналитические методы.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИКИ

Успехи небесной механики XVIII века связаны с именами Клеро (1713—1765), Даламбера (1717—1783), Лагранжа (1736—1813) и Лапласа (1749—1827). Все они повторяли выводы Ньютона, к которым пришли, однако, другими методами, уточняли расчеты движения Луны, планет и их спутников. При этом, когда возникали расхождения при сравнении результатов расчетов с наблюдениями, начинали сомневаться в справедливости закона $F \sim 1/r^2$ для силы всемирного тяготения. Последнее вполне естественно — ведь этот закон не был «выведен» или обоснован на базе какой-то модели. Но по мере уточнения расчетов расхождения исчезали. Казалось, что Лаплас в его пятитомной «Небесной механике»¹⁰ завершил здание ньютоновской теории движений в Солнечной системе. В каком-то смысле это действительно так, хотя развитие небесной механики продолжается и сегодня, особенно оно было стимулировано запуском искусственных спутников Земли и различных космических зондов.

Выход за пределы механики Ньютона произошел лишь в 1859 году, а осмысление этого факта растянулось более чем на полвека. Имеется в виду обнаруженная Лаврье (1811—1877) аномалия в движении Меркурия¹¹. Даже при учете всех известных возмущений от

¹⁰ Издание этого труда было завершено в 1825 году; кстати, само название — «небесная механика» — ввел именно Лаплас (1798 г.).

¹¹ Подробную историю изучения этой аномалии в рамках ньютоновской механики, поиска обходных путей, а затем объяснения ее в рамках общей теории относительности см. в недавно переведенной на русский язык книге Н. Т. Роузвера «Перигелий Меркурия. От Лаврье до Эйнштейна» (М.: Мир, 1985).

других планет перигелий Меркурия, согласно расчетам Лавуазье, по неизвестным причинам дополнительно поворачивался на 38 угловых секунд (") в столетие. По уточненным в 1882 году данным, поворот перигелия Меркурия равен 43" в столетие. Такой аномальный поворот перигелия пытались объяснить различными причинами: возмущением от неизвестной планеты или кольца астероидов, сплюснутостью Солнца, отклонениями от закона всемирного тяготения и так далее. Вопрос оставался, однако, открытым вплоть до 1915 года, когда Эйнштейн показал, что общая теория относительности (ОТО), построение которой как раз тогда завершалось, без всяких дополнительных предположений приводит к релятивистскому повороту перигелиев планет¹². Но если не говорить о таком облачке на далеком горизонте, как аномалия в движении Меркурия, то в XIX веке ньютоновская механика торжествовала. К ней пытались свести даже электромагнитные явления. Однако мы хорошо знаем сегодня: абсолютизация ньютоновской механики (как, обычно, и любая иная абсолютизация) необоснованна.

Точность результатов классической механики ограничена при учете зависимости массы m от ее скорости v (частная теория относительности, 1905 г.) и из-за малости ньютоновского гравитационного потенциала φ по сравнению с квадратом скорости света c^2 (общая теория относительности, 1915 г.). В применении к Солнечной системе оба эти требования можно практически свести к одному:

$$\frac{v^2}{c^2} \sim \frac{|\varphi|}{c^2} \ll 1 \quad (6)$$

(при движении по окружности в поле силы всемирного тяготения, как хорошо известно, $v^2 = |\varphi| = GM/r$). На поверхности Солнца $|\varphi_0|/c^2 = 2,12 \cdot 10^{-6}$ ($r_0 = 6,96 \cdot 10^{10}$ см); на орбите Земли $v^2/c^2 \approx |\varphi|/c^2 \approx 10^{-8}$ ($v \approx 3 \cdot 10^6$ см/с); для близких спутников Земли и на ее поверхности $v^2/c^2 \approx |\varphi|/c^2 = 7 \cdot 10^{-10}$ ($v \approx 8 \cdot 10^5$ см/с). Таким образом, эффекты теории относительности в пределах Солнечной системы весьма малы (усло-

вия (6) выполняются с большим запасом) и, кстати сказать, в пределах достигнутой точности полностью подтверждаются наблюдениями¹³. Для микрочастиц (электронов, протонов и так далее) гравитационное взаимодействие пренебрежимо мало, но достигаемая ими скорость v может быть весьма близка к c . В таких условиях нужно пользоваться частной теорией относительности, причем масса

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Интересно отметить, что в ньютоновской формулировке второго закона речь идет не о произведении массы на ускорение, а, говоря современным языком, об уравнении

$$\frac{d}{dt} (m\vec{v}) = \vec{F}. \quad (7)$$

Поэтому можно сказать, что формулировка Ньютона учитывает возможность зависимости массы от скорости. В этой связи А. Зоммерфельд пишет, что эта формулировка «оправдалась прямо-таки пророчески». К сожалению, нам не известно, имеются ли в сочинениях или письмах Ньютона какие-либо замечания о возможной зависимости массы от скорости. Если их нет, то ни о каком «пророчестве» говорить в данном вопросе не приходится. Более того, при указанном выше ньютоновском определении массы предположение о ее зависимости от скорости представляется невероятным.

Вместе с тем Ньютона действительно можно считать пророком. Чего стоят, например, два таких его замечания (стимулированные, правда, приверженностью Ньютона к корпускулярной теории света): «Не обращаются ли большие тела и свет друг в друга?.. Превращение тел в свет и света в тела соответствует ходу природы, которая как бы услаждается превращениями»; «Не действуют ли тела на свет на расстоянии и не избегают ли этим действием его лучей; и не будет ли (при прочих равных условиях) это действие сильнее всего на наименьшем расстоянии?»

¹² Согласно формуле Эйнштейна с использованием современных значений скорости света и астрономической единицы поворот перигелия Меркурия составляет 42,98" в столетие. Эта величина согласуется с наблюдениями с точностью около $\pm 0,1''$ в столетие.

¹³ Проблема экспериментального подтверждения ОТО выходит за рамки данной статьи. Отсылаем читателей к следующим книгам: В. Л. Гинзбург. О теории относительности. Сб. статей. М.: Наука, 1979; он же. О физике и астрофизике. М.: Наука, 1985.

Точность классической механики ограничена и при учете квантовых эффектов. Один, достаточный здесь, критерий, позволяющий пренебречь квантовыми эффектами, состоит в требовании малости длины «волны материи» λ (длины волны де Бройля) по сравнению со всеми характерными размерами L :

$$\lambda = \frac{h}{mv} \ll L, \quad (8)$$

где $h=6,63 \cdot 10^{-27}$ эрг·с — постоянная Планка; m — масса данного тела и v — его скорость. Для движения Земли по орбите $L \sim 10^{13}$ см (большая полуось земной орбиты — астрономическая единица длины, 1 а. е. = $1,496 \cdot 10^{13}$ см), $m \sim M_3 \sim 5 \cdot 10^{27}$ г, $v \sim 3 \cdot 10^6$ см/с и $\lambda \sim 10^{-60}$ см. Разумеется, длина волны λ в этом случае столь мала, что ее применение к макроскопическому телу, вообще говоря, не имеет никакого смысла.

Логически не исключено, что классическая механика ограничена не только с релятивистской и квантовой сторон (условия (6) и (8)), но и еще в каких-то случаях. Так, не раз делались предположения о неприменимости классической механики к скоплениям галактик или самим галактикам в силу огромных масс и расстояний встречающихся в этих случаях. Никаких реальных указаний на подобные ограничения в настоящее время не имеется, но если бы они даже появились (это представляется нам крайне маловероятным), то в принципе ничего бы не изменилось. Несомненно, что даже при отсутствии каких-либо неизвестных ограничений механика Ньютона не абсолютна, она пригодна лишь с некоторой точностью, при пренебрежении релятивистскими и квантовыми эффектами. Но она точна и полна в области ее применимости. Поэтому ценность ньютоновской механики сохранится навсегда.

О НЬЮТОНЕ. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Великие люди, а тем более великие из великих, к числу которых принадлежит Ньютон, — вызывают пристальное внимание и интерес. Ньютон — излюбленный объект биографических исследований, и оснований для этого достаточно. Небогатая внешними событиями жизнь Ньютона, никогда не покидавшего Англию, никогда не женатого пуританина, была насыщена огромным внутренним содержанием.

К тому же это была, к счастью, долгая жизнь¹⁴. Из биографий Ньютона перед нами предстает и наделенный исключительным талантом юноша, у которого было тяжелое детство, и человек, способный на титанические усилия, потребовавшиеся для написания «Начал», и, как-то несколько неожиданно, смотритель, а затем директор (с 1699 г.) монетного двора в Лондоне¹⁵.

В разные периоды жизни поведение и, видимо, сам характер Ньютона были далеко не одинаковыми. Приоритетные споры Ньютона (особенно с Гуком и Лейбницем) производят во многом неприятное впечатление. Тяжело читать об отношениях между Ньютоном и известным астрономом Джоном Флемстидом (1646—1719), первым королевским астрономом и создателем обсерватории в Гринвиче. Изображать Ньютона в качестве не только гения, но и образца всех человеческих достоинств — значило бы исказить историческую правду. Но все это несколько не противоречит эпиграфу, помещенному в начале настоящей статьи. Ньютон действительно был украшением рода человеческого. Что же касается его личных черт, то они противоречивы, но были в нем и величие, и привлекательность.

Творческая продуктивность Ньютона отнюдь не была равномерной. За взлетом, кульминацией которого явились «Начала», последовал тяжелый период. В 1689 году скончалась мать Ньютона, к которой он испытывал глубокую привязанность. Затем в его комнате случился пожар, уничтоживший, по-видимому, многие ценные рукописи. Наконец, с 1690 по 1693 годы у Ньютона было психическое расстройство. Сам Ньютон, его родственники и ученики, а также биографы XVIII столетия тщательно скрывали факт болезни. Существует гипотеза (насколько она обоснованна, нам неизвестно), что Ньютон отравился во время своих химиче-

¹⁴ Исаак Ньютон родился 4 января 1643 года и скончался 31 марта 1727 года по новому стилю.

¹⁵ Смотрителем монетного двора Ньютон стал в 1696 году и по этой причине переехал из Кембриджа в Лондон. Должность Ньютона отнюдь не была sinecурой. Он несколько лет работал на монетном дворе с большим напряжением сил, увеличил его производительность в 8 раз, — как утверждают, не поставив ни одного нового станка. Оставаясь директором монетного двора, Ньютон с 1703 года до самой смерти был президентом Лондонского королевского общества.

ских и алхимических опытов и именно это явилось причиной болезни.

В 1694 году Ньютон возобновил прежние занятия наукой, но в нем явно произошел какой-то перелом. После создания «Начал» его творческая активность резко снизилась, хотя он и продолжал заниматься наукой. Интересно, однако, отметить, что речь не идет о потере блестящих способностей. Последнее ясно из такого примера. В 1696 году известный математик Иоганн Бернулли (1667—1748) предложил задачу о брахистохроне (кривой наискорейшего спуска). По некоторым свидетельствам, Бернулли и Лейбниц считали, что только развитый ими математический аппарат достаточен для решения этой задачи и Ньютон, занятый чеканкой монет, ее не решит. Но не тут-то было. Однажды, вернувшись домой с монетного двора, усталый Ньютон узнал о «вызове» и принял его; в тот же вечер он нашел решение. На следующее утро это решение было послано для опубликования без подписи. Однако когда Бернулли увидел решение, он воскликнул: «Лев виден по когтям!» — сомнений в авторстве не было. Ясность мысли Ньютона сохранил до конца. В последние годы жизни он становится добрее к людям, остро переживает столкновения с жестокостью и несправедливостью. К периоду, близкому к концу жизни, относятся знаменитые слова Ньютона: «Не знаю, чем я могу казаться миру, но сам себе я кажусь только мальчишкой, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что от поры до времени отыскиваю камешек, более цветистый, чем обыкновенно, или крас-

ную раковину, в то время как великий океан истины расстилается передо мной неисследованным».

Этими словами великого ученого заканчивается биография Ньютона, написанная С. И. Вавиловым¹⁶. Мы же в качестве заключения приведем оценку Ньютона и его деятельности, сделанную Альбертом Эйнштейном. Такой выбор понятен, поскольку именно Эйнштейна сравнивают с Ньютоном. Разумеется, всякие подобные сравнения достаточно условны, но, бесспорно, со времен Ньютона не укажешь более крупной фигуры в физике, чем Эйнштейн. Вот что он писал в одной из своих статей в 1927 году:

«Ньютон не только создал гениальные методы; он в совершенстве владел всем известным в его время эмпирическим материалом и был исключительно изобретателен в нахождении математических и физических доказательств. По всему этому он заслуживает нашего высокого уважения. Но фигура Ньютона означает больше, чем это вытекает из его собственных заслуг, ибо самой судьбой он был поставлен на поворотном пункте умственного развития человечества. Чтобы это образно представить себе, вспомним, что до Ньютона не существовало законченной системы физической причинности, системы, которая бы как-то отражала более глубокие черты внешнего мира».

¹⁶ С. И. Вавилов. Исаак Ньютон. М.: Изд-во АН СССР, 1945, 1961.

О судьбе «Начал»

Исаак Ньютон родился через год после смерти Галилея и через сто лет после смерти Коперника. Но если главные труды Галилея и Коперника окружены трагическим ореолом (Коперник увидел издан-

ной свою книгу «Об обращении небесных сфер» фактически уже на смертном одре, а «Диалог о двух главнейших системах мира...» Галилея вызвал гнев инквизиции), то судьба ньютоновских «Начал» сравнительно благополучна. Только при жизни Ньютона эта книга вышла тремя изданиями, причем автор имел возможно-

сть вносить существенные изменения и дополнения в каждое новое издание. В общем можно сказать, что «Начала» имели чисто научную известность.

Как справедливо отметил в своей статье академик В. Л. Гинзбург, немногие из современников Ньютона читали книгу. Отчасти это объясняется

теми историческими условиями, в которых происходили интересующие нас события. В 1686 году в Европе образовалась Аугсбургская лига — оборонительный союз нескольких государств, созданный с целью приостановить территориальную экспансию Франции. В 1689 году глава Лиги Вильгельм III Оранский, штатгальтер Нидерландов, становится английским королем, сместив Якова II. В том же году Англия вступает в Лигу. Как замечает историк, «вся Европа говорила о Лиге и никто не заметил книгу Ньютона, выход которой в свет был событием много более значительным»¹. Неудивительно, что в этом бурном политическом водовороте даже некоторые образованные современники Ньютона не сразу оценили истинное значение «Начал». Но среди тех, кто читал и изучал книгу Ньютона, отнюдь не все были его безоговорочными сторонниками. В частности, Гюйгенс и Лейбниц не признавали без принципиальных уточнений такие понятия, как дальность действия и абсолютное пространство.

«Начала» были выпущены в 1687 году двумя «партиями», незначительно отличавшимися текстом на титульном листе. Книги первого тиража (распространявшиеся, как правило, самим Ньютоном) предназначались для продажи в Англии, второго — в других странах.

Долгое время считалось, что в нашей стране нет ни одного экземпляра первого издания «Начал». Поэтому в дни празднования 300-летия со дня рож-

дения Ньютона (1943 г.) один такой экземпляр был подарен Академии наук СССР Лондонским королевским обществом. Тем более неожиданной оказалась недавняя находка в библиотеке МГУ — аннотированный экземпляр этого редчайшего издания². К настоящему времени во всем мире сохранилось всего 11 аннотированных экземпляров «Начал», которые принадлежали, как правило, либо самому Ньютону, либо его ближайшему окружению. Как считает советский исследователь творчества Ньютона В. С. Кирсанов, экземпляр, обнаруженный в библиотеке, принадлежал Дэвиду Грегори³.

До XX века в России не было перевода «Начал» на русский язык, хотя, конечно, русские ученые читали книгу в подлиннике или на других языках. Первый русский перевод «Начал» был выполнен академиком А. Н. Крыловым и опубликован в 1915—1916 годах в «Известиях Николаевской морской академии». Пе-

ревод А. Н. Крылова был сделан с последнего, третьего прижизненного издания книги. В 1987 году в связи с 300-летием главного труда Ньютона издательство «Наука» планирует выпустить новое издание «Математических начал натуральной философии».

За 300 лет, прошедших после первой публикации «Начал», не раз предпринимались попытки пересмотра основ механики. Назовем, например, имена Эрнста Маха (1838—1916) и Генриха Герца (1857—1894). Книга Маха «Механика» (1883 г.), как и книга Герца «Принципы механики, изложенные в новой связи» (1894 г.), содержали целый ряд ценных результатов, но «ниспровергнуть» Ньютона им так и не удалось.

Нильс Бор писал: «...нас завело бы слишком далеко, если бы мы стали вспоминать во всех подробностях, как была построена механика». Поставим вопрос, который в начале нашего века задал себе Анри Пуанкаре: «Что может быть сложнее запутанных движений планет и что может быть проще закона Ньютона?» И в своем ответе он по существу сформулировал сверхзадачу науки вообще: «...вот пример скрытой простоты, которую надо было обнаружить».

В. Л. ЧЕБОТАРЕВ

² Книга демонстрировалась в марте 1983 года на выставке редких книг в актовом зале МГУ на проспекте Маркса. Подробный рассказ о гипотезах, относящихся к появлению в России этого экземпляра «Начал», и о результатах его исследования можно прочесть в статье В. С. Кирсанова «Аннотированный экземпляр первого издания „Начал“ И. Ньютона в библиотеке МГУ» (журнал «Вопросы истории естествознания и техники», 1985, № 2, с. 96).

³ Дэвид Грегори (1661—1708) — английский астроном и математик; в 1691 году Ньютон рекомендовал его на должность профессора астрономии в Оксфорде.

¹ Боголюбов А. Н. Роберт Гук. М.: Наука, 1984.



Философский симпозиум в ГАИШе

Астрономия традиционно и, видимо, справедливо считается древнейшей и по природе своей одной из наиболее мировоззренчески значимых наук. Во тьму веков, по меньшей мере к истокам античности уходят и корни философии. В течение тысячелетий вклад астрономии в создание картины мира, своей для каждой эпохи, был наиболее велик, весом и важен. Именно в астрономии, в процессе создания и развития астрономической картины мира, наибольшей остроты достигали противоречия и столкновения материалистического и идеалистического мировоззрений, их носителей и защитников. Вспомним хотя бы гонения на «Коперника античности» — Аристарха, гибель от рук религиозных фанатиков Гипатии Александрийской, трагическую судьбу Джордано Бруно. Масштаб обобщений и экстраполяций, свойственных астрономии (особенно ее космологической ветви) грандиозен. Такое сложное и противоречивое понятие, как бесконечность, — по необходимости обыкновенный, привычный элемент многих космологических построений астрономии практически во все времена.

Именно в астрономии до крайности обострялись и парадоксы, обнаруживавшиеся в фундаментальной физике, подобно, например, выводу о

«тепловой смерти» Вселенной, полученному в середине XIX века при, казалось, естественном и необходимом распространении на всю Вселенную только что открытого тогда второго начала термодинамики. И в наше время философские и методологические дискуссии идут вокруг таких, вроде бы чисто астрономических открытий и проблем, как «скрытые массы» и структура Метагалактики, красное смещение и раздувание Вселенной, многомерность пространства и множественность вселенных, происхождение Вселенной, природа сингулярностей и место Человека во Вселенной.

Обсуждению этих и ряда других вопросов философии астрономии и был посвящен прошедший в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга 22—24 апреля 1986 года симпозиум «Философские проблемы астрономии».

Симпозиум проходил под знаком установок XXVII съезда КПСС на ускорение научно-технического прогресса. Необходимым условием устойчивости и успешности такого ускорения является опережающее развитие фундаментальных наук, включая астрономию и физику. История показывает, что открытия в самых абстрактных фундаментальных науках и проблемах, принципиально

непредсказуемые, через немалые десятилетия (а в нашу эпоху иногда и много быстрее!) оказываются решающими для практики. Единственный способ исторически длительно сохранения быстрого, динамичного развития науки и техники — а только такой путь приемлем для нашего общества — это поддержание высокого уровня и интенсивности фундаментальных исследований по всему фронту науки. А так как именно в астрономии (как и в физике элементарных частиц) дисциплины физико-математического цикла нащупали границы своих наиболее глубоких законов и представлений, и поскольку в таких ситуациях философское осмысление этих вопросов оказывается совершенно необходимым, то обсуждение философских проблем современной астрономии (релятивистской астрофизики, космологии, космогонии и т. д.) является крайне актуальным.

Во вступительном слове Д. Я. Мартынов — председатель оргкомитета симпозиума — подчеркнул, что, учитывая фундаментальность и сложность философских проблем астрономии, даже «полуответы» на стоящие вопросы имели бы большую ценность.

Социальные и методологические проблемы развития науки в свете решений XXVII съезда КПСС были освещены в

ярком выступлении заместителя директора Института философии АН СССР профессора В. И. Купцова и в докладе В. В. Казютинского «Научно-технический прогресс, астрономия, философия». В. В. Казютинский рассмотрел сущность и перспективы революции в астрономии наших дней, стимулируемой развертыванием всей НТР; проблемы «принципиальных границ» познания, объективности знания; методологические и концептуальные основания различных «стратегий» исследования Вселенной; вклад астрономии в современную научную картину мира; проблемы мировоззрения, поставленные современным этапом изучения Вселенной. Докладчик подчеркнул важную роль социокультурных факторов в движении к новому знанию о Вселенной, в обосновании и признании новейших представлений. Современная революция в астрономии приводит к серьезному обогащению или пересмотру содержания, как он выразился, всех основных «блоков» научной картины мира: 1) концепции мира как целого — расширение объекта космологии за счет включения в него «внеметагалактических объектов» (теория раздувающейся Вселенной, идея множественности вселенных в квантовой космологии); 2) концепции пространства-времени, их конечности и бесконечности; 3) концепции форм и структурных уровней материи; 4) концепции самоорганизации и эволюции материи — неклассические объяснения природы активных ядер галактик, идея возникновения нашей Вселенной в результате флуктуации вакуума; 5) концепции Человека — исследования по пробле-

ме вземных цивилизаций, анализ идеи о нашей практической уникальности во Вселенной, антропный принцип и его эволюционные интерпретации. Подобные достижения и проблемы науки вызывают, по мнению докладчика, столь же сильный мировоззренческий резонанс, как выяснение строения Солнечной системы в ходе коперниканской революции.

Значительное внимание было уделено на симпозиуме философским проблемам космологии и проблеме развития во Вселенной. Это доклады академика Я. Б. Зельдовича «Возможность спонтанного рождения Вселенной», профессора Г. М. Идлеса «Гармония Вселенной», доктора физико-математических наук Л. П. Грищука «Происхождение пространства-времени», доктора физико-математических наук В. С. Стрельниченко «О прогрессивном развитии во Вселенной» и другие.

Я. Б. Зельдович обратил, в частности, внимание на то, что в рассмотренном им сценарии «рождения Вселенной» не необходим, в принципе, даже такой наиболее фундаментальный, глубокий и сложный, с точки зрения современной физики, элемент, как физический вакуум. Разумеется, материальность и «подведомственность физике», так сказать, «вакуума Зельдовича» несомненны — для него постулируются определенные фундаментальные законы сохранения и симметрии, это не добрая старая «абсолютная пустота»! Может быть, мы свидетели одного из первых появлений в теории еще более глубокого слоя физической реальности, чем современный «физический вакуум»?

Наряду с проблемой рождения нашей Вселенной в ряде докладов рассматривался вопрос о развитии Вселенной. Об этом шла речь и в упомянутом докладе Я. Б. Зельдовича, и в докладах Л. П. Грищука и Г. М. Идлеса, но специально данный вопрос был рассмотрен В. С. Стрельниченко. По мнению В. С. Стрельниченко, понятие «прогрессивное развитие» применимо лишь к ограниченным системам во Вселенной, а ко Вселенной как целому понятие развития (или прогресса) принципиально неприменимо.

Значительный интерес и острые дискуссии вызвало на симпозиуме обсуждение антропного принципа, впервые введенного в современную науку советскими исследователями Г. М. Идлсом и А. Л. Зельмановым. Антропный принцип, к которому в последнее время привлек внимание Б. Картер, ныне широко обсуждается. Как и многие достижения науки, он извращается и толкуется идеалистами на свой лад. Тем не менее шархаться от него на этом «основании», как когда-то по существу из-за идеалистических зарубежных интерпретаций некоторые наши специалисты шархались от «расширения Вселенной», мне кажется, не стоит! В своем докладе Д. Я. Мартынов правильно подверг резкой критике антропный принцип, как доктрину в той форме, какую он принял в философских кругах Запада и где он сформировался уже в подобном виде в ряде статей и даже в большой монографии. По мнению автора данной статьи, антропный принцип есть своего рода аналог «принципа регуляризации» в решении некорректных задач (все-

общность которых была подчеркнута в докладе А. М. Черепашука) путем использования имеющейся «априорной информации» о свойствах искомого решения. Существование Человека (а тем более, в духе начального подхода Г. М. Идписа, нашей космической цивилизации) — не есть ли важная «априорная информация» об искомым нами свойствах Вселенной?

По проблеме антропного принципа были заслушаны также доклады доктора физико-математических наук А. Л. Зельманова, профессора А. М. Мостепаненко (Ленинград), доктора философских наук Л. Б. Баженова.

Важные общие проблемы философии астрономии нашли отражение в докладе академика В. А. Амбарцумяна «Нестационарные объекты во Вселенной и современная революция в астрономии», упомянутом докладе В. С. Стрельниченко, выступлении доктора физико-математических наук И. Г. Колчинского (Киев) «Наблюдение, факт, теория в астрономии».

В. А. Амбарцумян (из-за болезни автора доклад был зачитан В. В. Казютинским) подчеркнул, что главную идею его концепции эволюционных процессов во Вселенной составляет подчеркивание решающей роли явлений нестационарности, и в этом концепция находит многочисленные подтверждения (хотя, видимо, придется еще какое-то время подождать, пока возможно будет непосредственно конкретизировать те законы и формы материи, включая, очевидно, неизвестные современной науке, которые можно отнести к числу определяющих в этих процессах). В. А. Амбарцумян

полагает, например, что активность ядер галактик есть их собственное свойство (то есть свойство их центральных объектов неизвестной природы), а не результат, скажем, падения вещества звездной системы на сверхмассивную черную дыру в ее центре. Но, считает он, допустимо объяснять отдельные наблюдаемые астрономические феномены процессами типа аккреции диффузной материи на белый карлик или нейтронную звезду. В докладе В. А. Амбарцумяна была также затронута проблема научных революций и, конкретно, основных черт происходящей ныне, по мнению докладчика, революции в астрономии. Проблема научных революций и, детальнее, революций в астрономии обсуждалась и в сообщениях доктора физико-математических наук А. А. Гурштейна, кандидата физико-математических наук А. И. Еремеевой и в ряде выступлений. В докладе «Проблема общенаучных революций и революции в астрономии» А. А. Гурштейн принимает разделение научных революций на общенаучные, революции в отдельных областях знания и локальные. Общенаучные революции трактуются как периоды смены типов науки. В качестве критерия общенаучных революций предлагается считать ограниченность во времени, появление нового способа мышления, «влияние на вышележащую иерархическую структуру». От периодов научных революций следует отличать периоды последующего бурного прогресса — результата революции. Подчеркивается, что переход от одного исторического типа науки к другому может совершаться и эво-

люционным путем. Общенаучные революции оказываются сопряженными с революциями социальными. Особое внимание в докладе уделено месту астрономии в общенаучных революциях XVII и XX веков.

В докладе «Научная картина мира и революции в астрономии» А. И. Еремеева определяет научную картину мира как всегда модельную систему представлений, формирующуюся в результате безграничной экстраполяции и таким образом абсолютизации достоверных в данную эпоху, но зато ограниченных и относительных знаний. Являясь предельно обобщенной моделью действительности (или ее определенной, например астрономического, аспекта), каждая укрепившаяся картина мира в то же время воспринимается как истинное отображение действительности, что предопределяет и неизбежность ее полной смены, и резкое начальное сопротивление такой смене. Этот процесс насильственной смены картины мира и может, по мнению докладчика, рассматриваться как научная революция.

Доктор физико-математических наук Ю. Н. Ефремов подчеркнул, что крупнейшая проблема естествознания — строение и эволюция Вселенной («нашей») — не может быть решена без опоры на звездную астрономию, науку о строении и эволюции звездных систем (и в особенности нашей Галактики). Как считает докладчик, революционная ситуация, существовавшая в астрономии в 60—70-е годы, ныне развеялась. Но назревает глобальная революция и радикальное изменение картины мира в физике и космологии —

в новом понимании начальных стадий расширения Вселенной (выводы о множественности вселенных со своими фундаментальными физическими законами в каждой из них).

Один из наиболее эффективных путей исследования в современной астрономии, включая релятивистскую астрофизику, указал доктор физико-математических наук А. М. Черепашук — изучение двойных звезд. Именно здесь мы получаем наиболее точную, во многих случаях уникальную и принципиально недоступную для иных методов информацию о массах и строении звезд и других компактных объектов, о релятивистских эффектах в их развитии (база проверки релятивистских теорий), о путях эволюции звезд. Именно здесь мы вплотную приближаемся к открытию столь экзотических и столь необходимых современной астрофизике объектов, как черные дыры. В исследовании двойных звезд находят эффективное приложение мощные орудия современной математики, в частности теория решения некорректных задач.

Ф. А. Цицин, говоря об альтернативных концепциях космогонического процесса, утверждал в своем докладе: модель черной дыры может оказаться логически некорректной, ибо получена в предположении, что сохраняется справедливость выводов релятивистской теории гравитации в области параметров (квантово-гравитационная зона в окрестности сингулярности), где общая теория относительности считается неприменимой. По мнению докладчика, вывод о принципиальной необратимости гравитационного коллапса в окрестности сингулярности

также нельзя считать бесспорным. Не исключено, что объекты, где способна происходить релятивистская гравитационная аккреция (черные дыры), могут сочетать в себе как свойства эволюционно завершающего (с точки зрения господствующей космогонической концепции) объекта, так и свойства начального объекта космогонической эволюции (возможно, что именно в таких объектах происходят предсказанные В. А. Амбарцумяном выбросы вещества и энергии, регулируемые неизвестными пока квантово-гравитационными физическими законами).

Профессор Н. П. Грушинский нарисовал картину той ветви космогонического процесса, что трактует эволюцию планет типа Земли.

Профессор Я. П. Терлецкий посвятил свой доклад путям преодоления старых, но удивительно живучих представлений о «тепловой смерти» Вселенной. По мнению докладчика те «опровержения», на которые обычно ссылаются, по сути дела таковыми считать нельзя, поскольку в них классическую ньютоно-больцмановскую модель Вселенной (где и возник парадокс) заменяют какой-либо другой моделью Вселенной, в которой этого парадокса нет, однако возникают другие, не менее тяжелые... Логически безукоризненное, но физически сомнительное решение парадокса «тепловой смерти» дал, как известно, Л. Больцман («флуктуационная гипотеза»). Я. П. Терлецкий предложил свое развитие идеи Больцмана (с учетом гравитации вероятности флуктуации в достаточно большой системе резко возрастает, а Вселенная предстает как

сплошь заполненная гигантскими флуктуациями, подобно веществу в критической точке). Концепция Я. П. Терлецкого встретила возражения («гравитационные флуктуации» не уменьшают энтропию), но она во всяком случае дала пример одного из направлений развития фундаментальной идеи. По мнению автора данного обзора, радикальное решение парадокса «тепловой смерти» будет получено лишь при условии такого обобщения второго начала термодинамики, которое укажет его конкретные физические границы.

Наконец, на симпозиуме нашла отражение и такая захватывающая и полная философского смысла проблема, как жизнь и разум во Вселенной. Это доклад Л. М. Гиндилиса «Множественность обитаемых миров», сообщение Г. Караса «SETI и некоторые проблемы познания мира» и другие.

Симпозиум прошел очень интересно и живо, собрал много участников и, безусловно, внес вклад в общую деятельность астрономов и философов, связанную с постановкой и разработкой философских проблем нашей науки — во многих случаях проблем крайне актуальных и острых.

Кандидат физико-математических наук
В. И. ИВАНЧУК
Кандидат физико-математических наук
В. П. КОНОПЛЕВА
Кандидат физико-математических наук
К. И. ЧУРЮМОВ



Чтения, посвященные С. К. Всехсвятскому

С 1 по 6 июля 1985 года в Киеве проходила Всесоюзная конференция по физике и динамике комет и других малых тел Солнечной системы. Эта конференция была приурочена к 80-летию со дня рождения известного советского астронома профессора С. К. Всехсвятского (1905—1984) и посвящена его памяти.

Надо сказать, что в последние два десятилетия такие конференции стали регулярными. Примерно раз в два года ученые собираются, чтобы обсудить достижения в этой стремительно развивающейся области знаний. И всегда одним из главных инициаторов и «режиссеров» кометных конференций был профессор Сергей Константинович Всехсвятский. Первую конференцию, созданную после его кончины, решили посвятить памяти С. К. Всехсвятского.

В работе конференции, проходившей в помещении физического факультета Киевского университета, приняло участие более 120 человек, представлявших 27 научных учреждений Академии наук СССР, академий наук союзных республик и вузов нашей страны. Было заслушано и обсуждено 68 докладов и сообщений, по многим из них развернулись оживленные дискуссии.

Открыл Первые Всехсвятские чтения заведующий кафедрой астрономии КГУ профессор Э. А. Гуртовенко. Затем участники конференции приветствовали академик АН УССР Я. С. Яцкив и профессор Ю. В. Батраков. Выступающие под-

черкнули важность и всё возрастающее значение кометных исследований на современном этапе изучения космоса и обратили внимание на повышенный интерес, который возник к исследованиям комет в связи с запуском космических зондов к комете Галлея. Отмечалась большая роль и заслуги С. К. Всехсвятского в развитии кометной астрономии, в том числе и в разработке наземной программы наблюдений кометы Галлея.

Научный сотрудник Крымской астрофизической обсерватории Н. С. Черных рассказал о том, как была открыта малая планета № 2721, названная по его предложению именем С. К. Всехсвятского (наименование утверждено Международным центром МАС 28 марта 1983 года). Параметры этой планеты таковы: большая ось орбиты 3,2158 а.е., эксцентриситет 0,1936, наклонение к эклиптике 2,232°, период обращения 5,75 года, звездная величина $\sim 17,2^m$, диаметр 15 км.

С большим вниманием участники конференции заслушали письма, направленные в адрес конференции академиком В. А. Амбарцумяном и профессором Б. А. Воронцовым-Вельяминовым. В. А. Амбарцумян подчеркнул важность научных открытий, сделанных С. К. Всехсвятским, отметил его редкий дар научного предвидения и повторил свое мнение, высказанное в интервью газете «Известия», что заслуги С. К. Всехсвятского в открытии колец Юпитера и грандиозной вулка-

нической деятельности на его спутниках оцениваются как образец научного предвидения. Б. А. Воронцов-Вельяминов поделился воспоминаниями о раннем периоде жизни замечательного ученого, тогда еще молодого энтузиаста астрономии Сергея Всехсвятского, рассказал о том времени, когда С. К. Всехсвятский только начинал научную деятельность в 1923—1926 годах.

Участники конференции в своих докладах показали многосторонний вклад Сергея Константиновича в развитие советской астрономии, осветили работы и идеи ученого по развитию механической и физической теории кометных форм, по исследованию Солнца и солнечного ветра, по солнечно-кометным связям, по геофизике и природе колец больших планет. Удачным дополнением и иллюстрацией к этим докладам стала демонстрация научно-популярного фильма, посвященного С. К. Всехсвятскому, — «Кольцо Юпитера».

А. С. Гулиев, Э. М. Дробышевский, И. И. Агафонова не только отметили роль С. К. Всехсвятского в разработке эруптивной концепции происхождения комет и других малых тел Солнечной системы, но и рассказали о своих работах, представляющих дальнейшее развитие этой гипотезы. А. С. Гулиев рассмотрел процесс конденсации кометного ядра из продуктов вулканического выброса с учетом влияния приливной устойчивости, вязкости, а также сближений со

спутниками планет. Показано, что тесные сближения новообразованных ядер со спутниками могут способствовать их выбросу на гелиоцентрическую орбиту, то есть возникновению обычных комет. Э. М. Дробышевский пришел к выводу, что основным физическим процессом, приводящим к возникновению комет и астероидов, является объемный электролиз на льдисто-каменистых спутниках больших планет, движущихся в магнитных полях этих планет. Такое движение индуцирует электрические токи в жидких сферах спутников и приводит к электролизу водорода и кислорода с последующим накоплением сильного взрывчатого вещества — гремучей смеси. Столкновение спутника с относительно небольшим метеоритом может вызвать детонацию и взрыв. Из осколков взрыва возникают кометы и астероиды, а также ледяные кольца планет. Именно взрыв на спутнике Сатурна — Титане, по гипотезе Э. М. Дробышевского, и породил семейство комет и кольцо Сатурна.

Весьма показательна в этом отношении серия докладов по статистике комет и небесно-механическим аспектам их исследований, прочитанная профессором В. В. Радзиевским и сотрудниками Горьковского педагогического института. В. В. Радзиевский рассказал об интересном эффекте «рандеву», обнаруженном им. Для почти параболических комет с перигелийным расстоянием меньше 1,4 а.е. наблюдается существенный дефицит объектов с наклонами орбит $i \approx 160^\circ - 180^\circ$ (18 комет) и избыток их в области $i \approx 140^\circ - 160^\circ$ (62 кометы). По мнению докладчика это объясняется влиянием планет-гигантов (Юпитера — в первую очередь) на кометные орбиты. Правда, пришлось предположить, что многие кометы были выброшены из системы Юпитера, то есть вернуться к отвергаемой большинством ученых эруптивной гипотезе происхождения комет... (К числу этих ученых до недавнего времени принадлежали и сам В. В. Радзиевский и его ученики.) Ко-

меты, выброшенные из системы планеты-гиганта в обратном направлении, должны встретиться с нею, если их перигелийное расстояние близко к $0,065 A_{\text{II}}$, где A_{II} — полуось планетной орбиты. Такая встреча приведет либо к выпадению кометы на породившую ее планету, либо к существенной трансформации орбиты кометы и переходу ее в область комет, имеющих $i \approx 140^\circ - 160^\circ$.

В. В. Радзиевский и его сотрудники, нанеся положения полюсов остальных почти параболических комет на небесный глобус, обнаружили еще два подобных сегмента, где распределение комет существенно отличается от однородного. Напрашивается вывод о существовании двух далеких массивных планет, имеющих полуось орбиты ≈ 170 а.е. и период обращения ≈ 2100 лет. Массы планет — 50 и 40 M_3 , их орбиты имеют наклон к эклиптике $i_1 \approx 133^\circ - 143^\circ$, $i_2 \approx 52^\circ - 60^\circ$, восходящие узлы — 77° и 270° . Звездные величины планет должны быть порядка 17—18. Двигаясь по сходным орбитам, но в разных направлениях, эти планеты «извергают» кометы. Если это происходит с почти постоянной частотой, то траектории комет должны быть обозначены «млечными путями» кометных афелиев.

Сходную направленность имел доклад А. С. Гулиева и А. Дадашева. По признаку близости афелийных расстояний авторы выделили пять трансеплутоновых кометных семейств. Подробный анализ одного из них, состоящего из пяти комет, указал на возможность поиска большой планеты, движущейся в плоскости, вдоль которой располагаются точки афелиев на небесной сфере ($i = 30^\circ$, $\Omega = 273^\circ$). К сожалению, пока почти что ничего нельзя сказать о примерной массе этой планеты и ее положении на орбите.

Большой интерес вызвал доклад Л. С. Марочника и Г. Б. Шоломицкого «О структуре кометного облака Оорта и возможности его наблюдения в длинноволновой инфракрасной области». Авторы рас-

смотрели структуру так называемого внутреннего кометного облака (ВКО), которое вводится, чтобы объяснить существование «классического» облака Оорта, имеющего радиус около $4 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^5$ а.е. и содержащего $\sim 10^{11}$ комет, ведь время жизни последнего значительно меньше времени жизни Солнечной системы из-за частых звездных возмущений. Предполагается, что ВКО намного более массивное (число комет $\sim 10^{13}$) и намного более устойчивое, чем внешнее облако Оорта, так как расположено вблизи Солнца ($8 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$ а.е.). Проверить реальность существования ВКО можно по его гравитационному влиянию на планеты, по затмениям далеких звезд и, наконец, по собственному инфракрасному излучению облака. Авторы доклада рассмотрели различные модели ВКО и рассчитали распределения яркости и спектры излучения модельных объектов в субмиллиметровом диапазоне. При этом показано, что при реализации «оптимистических» модели кометное облако может быть **наблюдаемым**. Исследование анизотропии в излучении облака, помимо всего прочего, даст возможность судить о существовании у Солнца маломассивного спутника (Земли и Вселенная, 1985, № 5, с. 85.—Ред.).

Особое внимание привлекли доклады, посвященные первым результатам наблюдений кометы Галлея, которые проводились на Специальной астрономической обсерватории АН СССР, на станции Санглок Института астрофизики АН ТаджССР, в Астрофизическом институте АН КазССР, на Крымской астрономической обсерватории АН СССР. Первый в СССР спектр кометы Галлея был получен в CAO, когда комета находилась на расстоянии 4,55 а.е. от Земли. В спектре отчетливо видны эмиссионные линии CN, C₂, C₃, CH и другие. Анализ фотоэлектрических наблюдений кометы Галлея, проведенных на станции Санглок, показал изменение блеска кометы на больших гелиоцентрических расстояниях.

С. И. Герасименко и ее соавторы объясняют это образование пылевого облака вокруг ядра. Размеры облака уменьшаются с увеличением скорости сублимации газов — за счет его сдувания.

Еще одним сюрпризом было обнаружение большой вспышечной активности кометы Галлея на больших гелиоцентрических расстояниях. Академик АН ТаджССР О. В. Добровольский предложил оригинальный механизм для объяснения таких вспышек. Поскольку во время вспышек комета имела звездообразный вид, то усиление ее блеска скорее всего обусловлено появлением облака пылевых частиц, которые увлекаются с поверхности ядра силой тяги сублимированных потоков газа. Этим газом, невидимым в оптическом диапазоне, скорее всего является CO_2 . Пылевые частицы успевают приобрести лишь небольшие скорости относительно ядра и остаются во взвешенном состоянии в потоке газа — на небольшой высоте над поверхностью ядра. Когда весь газ сублимируется, пылевые частицы оседают на поверхность ядра. Расчет силы тяги подтвердил возможность осуществления такого механизма.

Разгадка причин вспышек комет — внезапных усилений их яркости на 1—6^m, продолжающихся по нескольку суток, — одна из центральных нерешенных проблем физики комет. Д. А. Андриенко и И. И. Мицишина предполагают, что вспышки возникают в результате появления в атмосфере кометы громадного роя ледяных частиц, которые обеспечивают дополнительную сублимацию молекул и выброс пыли, а сами частицы увеличивают эффективную поверхность, отражающую солнечный свет. Причиной появления таких роев может быть возникновение сети микротрещин

из-за тепловых и механических напряжений в ледяном ядре кометы. Под воздействием высокоскоростных потоков протонов и альфа-частиц солнечного ветра сеть микротрещин усиливается и ледяные частицы поступают в атмосферу, где продолжается их каскадное дробление. Этот процесс и выброс ледяных частиц наблюдался Е. А. Каймаковым и И. С. Лизунков в экспериментальных условиях (Ленинградский физико-технический институт) при моделировании кометных явлений. Д. А. Андриенко и И. И. Мицишина получили решение математической модели, описывающей данное явление. При этом им удалось удовлетворительно объяснить основные черты вспышек комет и их связь с уровнем солнечной корпускулярной активности. Ряд аргументов против существования стационарного облака ледяных частиц в атмосферах комет привел Л. И. Шульман.

Несколько докладов были посвящены исследованиям физических условий и параметров головы и хвоста различных известных комет.

А. П. Смирнов, Е. А. Каймаков, И. С. Лизункова на модельных экспериментах показали, что при сублимации льда создаются водные пары, имеющие определенную структуру. Переход их в обычное состояние сопровождается излучением в инфракрасной области спектра на длине волны 1,5 и 3,5 мкм. Поэтому обнаруженные в ряде случаев неизвестные полосы в инфракрасном спектре комет могут объясняться подобным механизмом. Если это так, то интерпретация инфракрасных спектров комет позволит получить информацию о кинетике процесса сублимации и о структуре кометного льда.

Изучая сублимацию замороженных водных малокоцентрированных растворов некото-

рых органических и неорганических веществ, обладающих малой летучестью (при облучении их светом), Е. А. Каймаков обнаружил интересное явление. Он наблюдал образование невидимых структур поперечником до 2 мкм, состоящих из ледяных стержней, поверхность которых «кукутана» молекулами примесей, имеющих довольно строгую спиральную структуру. При этом из первичных более простых примесей образуются сложные полимерные соединения (различные аминокислоты, нуклеотиды и т. д.). Автор называет такие нити «биологическими сублимированными структурами» и указывает, что они могли играть большую роль на завершающем этапе абиогенной молекулярной эволюции на Земле 3—3,5 млрд. лет назад. Тогда на ледяных участках земной коры могли образоваться строительные блоки для последующей биологической эволюции. Такие исследования способны перекинуть еще один «мостик» между земными и космическими явлениями.

Увлекательной была культурная программа. Участники конференции совершили экскурсию по Днепру в город Канев, где познакомились с его достопримечательностями.

На заключительном заседании присутствующие приняли решение один раз в пять лет проводить чтения, посвященные памяти Сергея Константиновича Всехсвятского. Было решено к 90-летию юбилею ученого издать его избранные труды, научную биографию и библиографию работ Сергея Константиновича. Имя С. К. Всехсвятского будет присвоено одному из астрономических учреждений города Киева, а на здании астрономической обсерватории КГУ установят мемориальную доску.



Кто зажигает полярные сияния?

В конце мая 1986 года в Суздале работал международный симпозиум «Полярные геомагнитные явления», собравший около 160 специалистов из десяти стран мира. Изучение полярных геомагнитных явлений — одно из важнейших направлений планетарной геофизики, ведь именно в верхнюю атмосферу полярных областей Земли проникают заряженные частицы из космоса. Наблюдая и изучая различные эффекты, которые в этих областях вызывают космические «пришельцы», ученые получают возможность судить о процессах, разыгрывающихся в верхней атмосфере Земли, в ее магнитосфере и даже в межпланетном пространстве (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 33.— Ред.).

Во время симпозиума наш корреспондент **Э. К. Соломагин** обратилась к ведущим специалистам по полярной геофизике с просьбой ответить на несколько вопросов.

Вопрос директору Полярного геофизического института Кольского филиала АН СССР доктору физико-математических наук О. М. Распову

В докладах и дискуссиях детально обсуждались геофизические процессы, которые зарождаются в полярных широтах Земли. Что служит причиной их появления и какое они оказывают влияние на нашу планету?

Первоисточник полярных явлений — Солнце. Потоки заряженных частиц, постоянно выб-

расываемых нашим светилом, заполняют все межпланетное пространство. Это солнечный ветер, довольно энергичное излучение: энергия частиц — килоэлектронвольты, а эквивалентная температура — миллионы градусов. И если бы эти частицы попадали прямо на Землю, от ее биосферы не осталось бы и следа. К счастью, существует магнитное поле — природный зонтик, который, формируя магнитосферу, защищает нашу планету от солнечного ветра. Но какая-то часть солнечных частиц все же попадает внутрь магнитосферы, и проникают они туда главным образом через обращенную к Солнцу ее границу, там, где в районе земных магнитных полюсов образуется воронка — здесь сходятся к полюсу силовые линии геомагнитного поля. Через эту воронку — специалисты называют ее полярным каспом — заряженным частицам легче пройти к Земле. Они интенсивно вторгаются в земную атмосферу в области аврорального овала, который со всех сторон окружает полярную шапку нашей планеты. Вторгшиеся частицы достигают земной ионосферы; возбуждая нейтральные атомы и молекулы, они «зажигают» там полярные сияния и создают возмущения собственного магнитного поля Земли.

Во время сильных магнитных бурь в околоземном пространстве текут электрические токи в миллионы ампер. Электрические же напряжения, возникающие при этом, в сотни раз больше привычных для нас норм: они исчисляются десятками киловольт. В ходе мощных магнитных бурь, особенно мировых, когда магнитное поле возмущено на всей планете, за каких-нибудь пол-

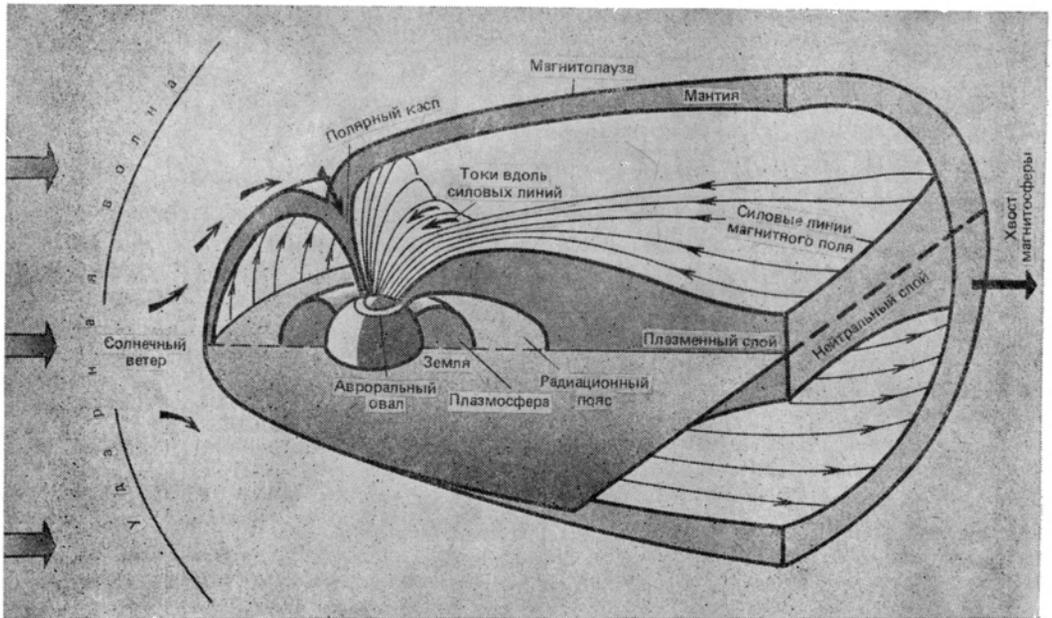
тора-два часа выделяется столько энергии, что будь она сконцентрирована — а она распределена по большому объему — ее хватило бы для удовлетворения энергетических нужд крупного европейского государства в течение нескольких месяцев.

Таким образом, на симпозиуме обсуждаются энергетически очень мощные процессы, которые, конечно, не могут не сказываться на планетарных процессах в целом. Подлетающие к Земле частицы нарушают структуру ионосферы, а значит, нарушают и условия радиосвязи. И не только в полярных районах. В средних широтах дальняя связь зависит опять-таки от полярных областей. Ведь радиоволны при дальней связи распространяются по дуге большого круга — кратчайшему пути, а дуга большого круга, если связь осуществляется, скажем, между Москвой и Магаданом, обязательно проходит через полярные широты.

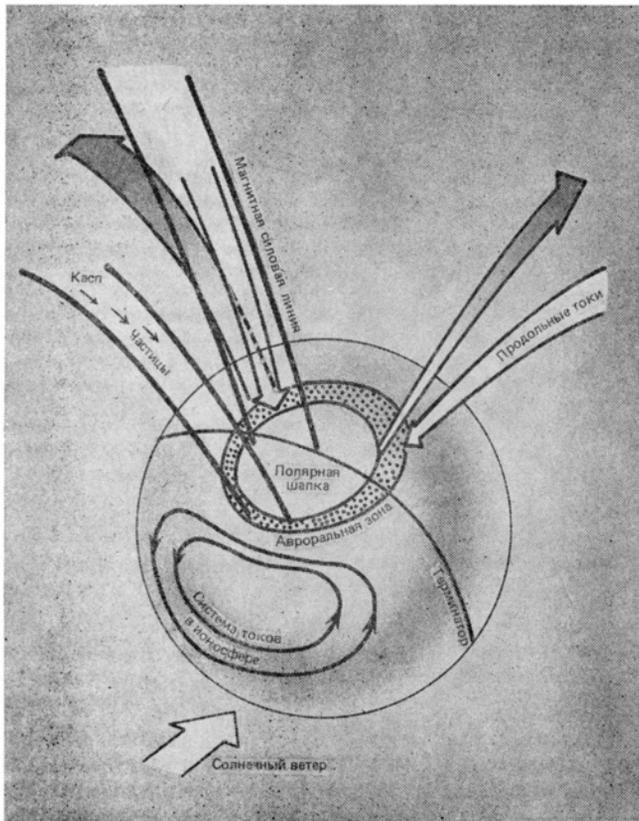
Вопрос профессору Т. Потемра (Университет имени Джона Гопкинса, США).

Большое внимание на симпозиуме уделялось изучению токовых систем в ионосфере и магнитосфере Земли, которые определяют развитие всех физических процессов в полярных областях. Что это за системы? Расскажите о них подробнее.

Хотелось бы начать с полярных сияний. Ведь это не только великолепное зрелище, которым любуются жители Северной Европы и Северной



Разрез земной магнитосферы



Америки, но это и проявление сложнейших взаимодействующих друг с другом физических процессов. В них ученые еще не разобрались до конца, но изучая сияния, мы постепенно подходим к пониманию того, как огромная энергия из космоса передается к Земле. Полярная ионосфера представляет собой своеобразный грандиозный телевизионный экран — это сравнение давно и прочно вошло в полярную геофизику. Как на экране наших домашних телевизоров изображение создается с помощью электронного луча, так и в ионосфере пучки энергичных электронов — электрические токи — вызывают свечение атомов и молекул газа, которые мы видим как полярное сияние. По-

Полярная шапка и авроральная зона в Северном полушарии Земли. Мощные продольные токи, поступающие из магнитосферы, растекаются в ионосфере и снова уходят в магнитосферу

этому так важно изучать электрические токи в магнитосфере Земли. С высоты в несколько десятков тысяч километров от Земли по силовым линиям мощные токи — они получили название продольных — поступают в ионосферу, растекаются в ней, а затем уже в другом месте вытекают из ионосферы и снова попадают в магнитосферу. Таким образом, наша маленькая планета всегда окружена токами и вся эта замкнутая токовая система ответственна за явления не только в полярных областях, но даже и в средних широтах Земли. Система эта переносит львиную долю энергии солнечного ветра и создает мощные возмущения типа мировых магнитных бурь. Я даже считаю, что мощные продольные токи, поступая в нижние слои земной атмосферы, влияют на погоду.

На симпозиуме обсуждались многие вопросы, связанные с тем, как явления на Солнце сказываются в полярных областях. И знаем мы здесь немало, например, представляем, как возникают эти продольные токи. Но полностью механизм передачи энергии от Солнца в полярные области нам пока не ясен, тут решены еще далеко не все вопросы.

Вопрос директору Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР члену-корреспонденту АН СССР В. В. Милулину.

Конечно, круг процессов и явлений в полярных областях Земли может быть до конца истолкован и понят только в том случае, если будет создана глобальная картина взаимодействия этих явлений и процессов. Но можно ли ее создать без совместных усилий ученых разных стран, без международного сотрудничества геофизиков?

Полярные области, как известно, представляют собой зоны, где наиболее ярко выражено космическое воздействие на нашу планету. Здесь протекает множество сложнейших процессов и изучить их, понять механизм их взаимодействия действительно можно только объединив усилия ученых разных стран. Наблюдения в полярных областях выполняются, как правило, в рамках более общих научных геофизических программ. Так, во время Международного геофизического года (50-е годы), Международного года спокойного Солнца и Международного года активного Солнца (60-е годы) проводились специальные наблюдения геомагнитного поля, включающие его изучение и в полярных областях. В 70-х годах несколько лет осуществлялась крупная научная программа «Геомагнитный меридиан» — контролировать геомагнитное поле на цепочке станций, расположенных вдоль одного меридиана. Цепочка начиналась в полярных районах Сибири и заканчивалась в Индии. Подобные цепочки обсерваторий созданы также в Канаде, США, на острове Гренландия. Такие наблюдения позволяют понять, как и при каких условиях характерные для полярных областей явления могут «спуститься» и к более южным широтам.

В конце 70-х годов проводился большой международный проект МИМ — «Международные исследования магнитосферы», включающий согласованные спутниковые и наземные исследования. И конечно, важное значение в нем уделялось полярным областям. После программы МИМ ученые приступили к осуществлению «Проекта средней атмосферы», в рамках которого изучались ее нижние слои — до высоты 100 км. Здесь удалось получить более полные сведения о том, как энергия магнитосферы передается вниз — ближе к земной поверхности. Ведь колоссальная энергия тех же самых магнитных бурь черпается не только из солнечного ветра, ее порождают и про-

цессы в магнитосфере и ионосфере. Но управляет эти процессы солнечный ветер.

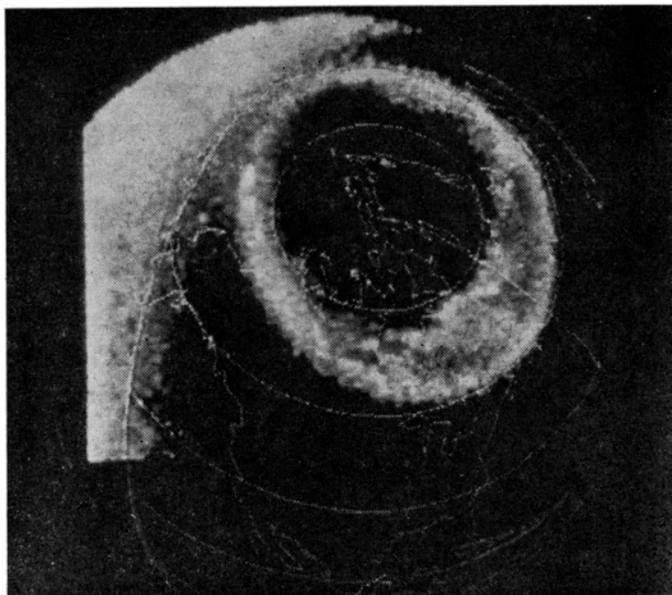
Изучение геофизических процессов в глобальном масштабе, выполняемое международными коллективами ученых, очень много дает полярной геофизике. Оно уже объяснило ряд непонятных еще недавно явлений, помогает найти механизмы их взаимодействия, дает возможность сопоставлять данные наблюдений для выработки единой методики исследований, для совместного обсуждения. В ходе такого сотрудничества отбрасываются не оправдавшие себя гипотезы и подтверждаются те гипотезы и построения, которые были созданы на основе предшествующего опыта.

В феврале 1986 года в Швеции был запущен спутник «Викинг», предназначенный для изучения полярных областей. Программа измерений на спутнике согласована со многими странами, в том числе и с Советским Союзом: во время пролета спутника над нашей территорией мы проводим наземные измерения с тем, чтобы сопоставить данные и совместно их проанализировать.

Конечно, кроме международных выполняются и национальные проекты, которые позволяют изучить отдельные области, решить отдельные задачи. Скажем, понять, как пучки заряженных частиц взаимодействуют с ионосферной или магнитосферной плазмой, как возникают и какое оказывают влияние суббури — местные геомагнитные возмущения в полярных широтах длительностью около часа. И как совокупность таких суббурь приводит к глобальным возмущениям — мировым магнитным бурям.

Хотелось бы сказать еще об одном очень крупном международном проекте, который сейчас подготавливается. Его условное обозначение — «Глобальный энергетический проект». В рамках его предусматривается более углубленное изучение механизма переноса энергии от Солнца к нижним слоям атмосферы и к биосфере.

**Авроральный овал
в Северном полушарии
(кольцеобразная
размытая область
вокруг геомагнитного полюса).
Снимок получен
на американском спутнике
«Дэйнамикс Эксплорер»
(«Swissair Gazette», № 1, 1986)**



Вопрос кандидату физико-математических наук А. Н. Зайцеву (Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР)

Вне всякого сомнения, изучение полярных областей с помощью спутников дало очень важные результаты. И все же наблюдения на земных обсерваториях внесли, наверное, не меньший вклад в создание той картины физических процессов, которая обсуждалась на симпозиуме?

Конечно, наблюдения на магнитных, ионосферных и других обсерваториях существенно дополнили эту картину, а во многих случаях сыграли решающую роль в ее создании. Без них обойтись просто невозможно. Судите сами: спутник, у которого скорость на орбите около 8 км/с, скажем, авроральную дугу протяженностью в 100 км проскакивает за несколько секунд. Структуру тут различить очень трудно. По данным спутника трудно понять, изменился ли какой-то параметр во времени или спутник зарегистрировал пространственное изменение этого параметра. С помощью же наземных станций эти данные расшифровываются. К тому же может сложиться такая ситуация: спутник не оказался в каком-то определенном — «нужном» — месте, не сделал там измерений. И опять на помощь приходит наземная станция.

Лаборатория полярных геомагнитных исследований ИЗМИРАНа, которой я руковожу, проводит свои исследования на двух экспериментальных полигонах. Один — на побережье Карского моря — включает больше 20 станций. Другой полигон — в Антарктиде, это цепочка автоматических магнитовариационных станций. На двух этих экспериментальных базах работают также специалисты Арктического и Антарктического научно-исследовательского института. Цель проводящихся там работ — изучать специфику электромагнитных процессов в высоких широтах и давать дополнительные данные к спутниковым измерениям. Приведем такой пример. Когда орбита спутника «Викинг» смещалась и он оказывался над территорией нашей страны, измерения на Карском геофизическом полигоне давали необходимые дополнения, недостающую информацию для полноценного анализа данных этого спутника.

Карский геофизический полигон удобен для исследований: он расположен в высоких широтах, над его центральной частью — зона максимальной

повторяемости полярных сияний, поблизости имеются станции ракетного зондирования — на острове Хейса и острове Белый. На Карском полигоне — целый комплекс измерений, здесь установлены магнитометры, риометры, ионозонды, камеры полного обзора неба. Но упор делается на магнитные измерения.

Вопрос доктору физико-математических наук Я. И. Фельдштейну (Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР)

Как Вы оцениваете значение симпозиума, что было на нем особенно интересным и какие проблемы полярной геофизики, по вашему мнению, еще не решены?

С самого начала симпозиум был задуман только как симпозиум по изучению геомагнитных явлений. Но в процессе подготовки тематика его расширилась, обсуждалось много докладов, посвященных поляр-

ным сияниям, связи между сияниями и структурой геомагнитного поля. Дело в том, что распределение сияний в какой-то мере повторяет распределение аномалий магнитного поля: частицы, возбуждающие сияния, идут по силовым линиям и аномалии магнитного поля, естественно, влияют на их движение. Исследователи, которые работают в Норильске, весьма активно занимаются изучением этого вопроса. На симпозиуме они представили доклад о влиянии магнитного поля на частоту появления сияний.

Интересных докладов было немало. Среди них доклад советского ученого Ю. И. Гальперина, — в нем был дан обзор результатов, полученных на спутнике «Аркад-3» во время Советско-французского эксперимента. Это попытка разобраться в сущности тех процессов, которые развиваются в дуге полярных сияний. Интересен доклад американского ученого Т. Потемра, посвященный дальнейшему исследованию системы продольных токов в магнитосфере по спутниковым данным. Безусловно, симпозиум был полезен для специалистов. Мы получили возможность обсудить многие острые проблемы, поделиться друг с другом и достижениями, и сомнениями.

Постепенно мы все глубже проникаем в суть физических процессов в полярных зонах. Если говорить о полярных сияниях, то нам известны, казалось бы, все их характеристики, физические параметры — температура, плотность ионизации, электрические и магнитные поля. Но мы пока не знаем едва ли не главную вещь: почему, например, в тот или иной момент появляются именно дуги сияний, а не другие их формы? Одни ли и те

же процессы создают и диффузные, и дискретные формы сияний? Скорее всего — разные. Надежно известно лишь, что дискретные формы возникают в области, где продольные токи текут вверх...

Вопрос доктору физико-математических наук В. А. Троицкой (Институт физики Земли АН СССР)

Судя по докладам и дискуссиям, симпозиум определил реальные возможности полярных геофизических исследований в наиболее перспективных направлениях. Что, по вашему мнению, предстоит сделать в ближайшем будущем, какие «горячие точки» намечаются на фронте этих исследований?

Я бы, пожалуй, выделила здесь проблему волновых процессов и структуры иррегулярностей в ионосфере. Сегодня это, наверное, самый большой вопрос. Парадокс в том, что мы имеем развитые представления о волнах в солнечном ветре, можем судить о плазменных неустойчивостях, рождающих волны в средней магнитосфере, а в более близкой к Земле оболочке верхней атмосферы — ионосфере — эти процессы изучены явно недостаточно. И не случайно число докладов, посвященных собственно ионосфере, и особенно упомянутым направлениям, на симпозиуме было ограничено. Здесь, несомненно, могут помочь методы исследования процессов в ионосфере с помощью установок некогерентного рассеяния радиоволн. Такая установка уже создана силами ряда европейских стран, она уже начала давать уникальную информацию.

Полярные области «заполнены» волновыми процессами в широком диапазоне частот, и все они несут информацию о различных периферийных частях магнитосферы. Процессы же на периферии, в свою очередь, определяют развитие событий уже во внутренней магнитосфере, верхней атмосфере Земли, а значит, и на Земле. Волновые явления — это хорошее диагностическое средство для изучения, к примеру, динамики структурных образований во внешней магнитосфере. Скажем, локализовать положение полярного каспа, который может сильно смещаться в зависимости от свойств солнечного ветра, с помощью ряда классов волновых явлений — одно из самых важных направлений. Потому что мы получаем возможность следить за динамикой событий, сопровождающих такие смещения, сразу во всей магнитосфере.

Я бы сказала, что сейчас налицо определенный ренессанс наземных наблюдений, ведь без них очень трудно интерпретировать спутниковые измерения. И на симпозиуме это отчетливо прозвучало, сейчас появилось искреннее стремление специалистов, ведущих спутниковые наблюдения, и специалистов, выполняющих измерения на Земле, к тесной кооперации. Для полярных районов, где все физические процессы крайне динамичны и весьма неустойчивы, это, конечно, особенно важно. Мне представляется, что основная задача в отношении наземных наблюдений сейчас — это привести в порядок нашу наземную сеть, уплотнить ее и технически переоснащать, переводить в класс станций, данные которых можно было бы обрабатывать непосредственно на ЭВМ.

НОВЫЕ КНИГИ

Пропагандистам научного атеизма

Необычно название новой книги известного популяризатора науки В. Н. Комарова —

«Быть мудрым без бога!..» («Московский рабочий», 1986). Автор считает, что в этом названии сконцентрированы основные идеи его книги. А что значит «быть мудрым без бога»? Ответ автора таков: «Это, прежде всего, быть последова-

тельным материалистом и атеистом, то есть человеком, твердо убежденным в отсутствии бога и сверхъестественного... Во-вторых, всегда рассчитывать только на себя и

См. продолж. ж а с. 64

Доцент
А. В. АРТЕМЬЕВ
Профессор
И. Е. КУРОВ
Профессор
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ



АСТРОНОМИ
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Совещание учебно-методического актива ВАГО

Это совещание было посвящено задачам совершенствования астрономического образования в школах и педагогических вузах. Оно состоялось 13—14 апреля 1986 года на базе Пулковской обсерватории, в канун VIII съезда ВАГО*. В работе совещания приняли участие представители учебно-методических секций отделений ВАГО, персонально приглашенные компетентные лица, преподаватели астрономии ленинградских школ и педагогического института — всего около 70 человек, в том числе 40 иностранных.

Было заслушано свыше 30 докладов и выступлений и принята резолюция, одобренная затем VIII съездом ВАГО.

Совещание открыл президент ВАГО член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже. Во вступительном слове он подчеркнул большое значение этого совещания, проводимого в период осуществления в стране школьной реформы и предстоящей перестройки высшего образования, отметил, что совещание состоялось в дни празднования 25-летия полета

в космос Ю. А. Гагарина и вскоре после завершения работы XXVII съезда КПСС. Эти события определяют направленность совещания, которое призвано выработать нетривиальные решения.

С приветственным словом перед участниками выступил директор ГАО АН СССР профессор В. К. Абалакин.

Основной доклад на тему «Задачи по совершенствованию школьного и педвузовского астрономического образования» сделали И. Е. Куров и В. В. Радзиевский. Как сообщили докладчики, перед съездом ВАГО была осуществлена проверка уровня преподавания астрономии в 14 областях и городах пяти союзных республик. Эта проверка вновь констатирует низкое качество астрономической подготовки и «космонавтическую» малограмотность подавляющего большинства выпускников средних школ, о чем также красноречиво свидетельствуют многочисленные тревожные сигналы на страницах газет и журналов (см., например, «Земля и Вселенная», 1985, № 2). Главные недостатки преподавания астрономии в школе, по мнению авторов доклада, сводятся к следующему:

большинстве случаев заменяются физикой или другим предметом, который является основным для учителя, преподающего по совместительству астрономии;

б) оценки по астрономии в этих случаях выставляются «автоматически» — такие же, какие ученик получает по основному предмету учителя;

в) астрономические наблюдения, как правило, не проводятся из-за отсутствия телескопа и неподготовленности учителя;

г) факультативный курс «Основы космонавтики» практически не преподается;

д) опыт тех немногочисленных школ, где астрономия преподается хорошо, не изучается, не обобщается и не передается другим школам;

е) контроль за качеством преподавания астрономии со стороны местных органов народного образования и учебно-методических секций отделений ВАГО осуществляется, как правило, неудовлетворительно.

По данным Киевского отделения ВАГО, которым упомянутая проверка силами актива ВАГО была проведена наиболее тщательно, в 94 школах Киева из 200 уроки астрономии заменяются другими предметами. В 168 школах наблюдения не

* Статья о VIII съезде ВАГО будет опубликована в одном из ближайших номеров «Земли и Вселенной» (Прим. ред.).

проводятся вовсе. Телескопов не имеют 148 школ; оценка по астрономии выставляется «автоматически» такая же, как по физике,— в 168 школах. Стало быть, даже в Киеве этот предмет преподается добросовестно не более чем в 16% школ. Можно себе представить, в каком состоянии находится астрономия в большинстве сельских школ!

Нужно ли удивляться, что на физико-астрономические отделения педагогических институтов за последние 10 лет конкурс в среднем упал с 3 до 1,5 человек на место и оказался самым низким по сравнению с другими отделениями этих вузов? Процент отсева студентов из-за их низкой школьной подготовки достигает за 5 лет обучения 30—40%. По данным анкетирования, проведенного Горьковским отделением ВАГО, около половины выпускников тех 140 школ, в которых не ведутся наблюдения, заявляют о своем полном равнодушии к астрономии. Подчеркнем: в тех же 50 школах, где читается курс космонавтики или проводятся наблюдения, равнодушных почти не оказалось.

Ныне действующая программа и учебник по астрономии для средней школы, а также вышедший недавно в свет пробный учебник и опубликованный проект новой программы, по мнению докладчиков, не дают удовлетворительного решения тех задач, которые поставлены в связи с предстоящим переходом к единой профессиональной школе. Существующие учебники все еще перегружены второстепенным излишне сложным материалом, а практически полезный материал в них почти отсутствует и продолжает исключаться.

Вывод авторов основного доклада сводится к следующему: необходимо по возможности сблизить содержание школьного курса астрономии со смежными прикладными науками, не вошедшими в школьный учебный план, но содержащими отдельные сведения, жизненно необходимые для политехнической, трудовой и мировоззренческой подготовки учащихся. К ним относятся: космонавтика, геофизика, геодезия, гравиметрия и метеорология. Авторы предложили переименовать школьную астрономию в «Астрономию с космонавтикой» (35—40 часов), перенести в программу этого междисциплинарного предмета элементы космонавтики из факультативного курса «Основы космонавтики» (70 часов), а элементы космологии и внегалактической астрономии выделить в самостоятельный факультативный курс, так как эти вопросы, по мнению авторов, представляют интерес лишь для немногих, наиболее способных учащихся. В курсе «Астрономия с космонавтикой» предлагается сохранить лишь краткий обзор звездной и внегалактической астрономии (3—4 часа), но зато ввести в курс хотя бы наиболее важные элементы смежных наук — геодезии, гравиметрии и геофизики.

Затем участники совещания заслушали доклады по частным вопросам астрономического образования в школах и педагогических вузах: «Задачи мировоззренческого воспитания учащихся на материалах астрономии и космонавтики» — профессор В. И. Курышев; «Философские проблемы современной астрономии в курсе астрономии пединститутов» — Х. Ю. Бобов, доцент В. М. Чаругин; «За-

дачи ВАГО в осуществлении школьной реформы» — доцент М. М. Дагаев; «Анализ материалов проверки школ, проведенной ВАГО в 1985 г.» — доцент А. В. Артемьев, ассистент С. М. Пономарев; «О состоянии преподавания астрономии на Украине и мерах по его улучшению» — доцент Е. В. Сандакова, А. А. Чешков; «О состоянии преподавания астрономии в школах г. Ленинграда» — доцент О. К. Ухова; «О состоянии преподавания астрономии в педагогических институтах» — доцент А. А. Артемьев, и. о. профессора Б. И. Фесенко; «О современной организации системы астрономического образования» — доцент Э. В. Кононович, Б. Е. Бушуев; «Проблема содержания школьного астрономического образования» — доцент Э. В. Кононович, старший научный сотрудник Е. К. Страут; «Преподавание астрономии в свете реформы общеобразовательной и профессиональной школы» — учитель астрономии В. П. Конин; «Роль Головного совета по астрономии Минвуза РСФСР в астрономическом образовании» — профессор К. А. Бархатова, старший преподаватель Н. Б. Фролова. В статье перечислены лишь некоторые доклады.

Развернутые тезисы прочитанных на совещании докладов были своевременно размещены на ротапринте и распространены среди участников. Эти материалы предполагается издать вместе с материалами VIII съезда ВАГО.

Особенно бурно обсуждался вопрос о том, следует ли в школьную астрономию ввести элементарные основы космонавтики и переименовать ее в курс «Астрономия с космонавтикой». Тут явно сказались

инертность мышления отдельных ораторов, недостаточная чаша психологическая перестройка, не всегда полное и ясное понимание необходимости решительной и радикальной ломки привычных устоев и традиций, если эти традиции становятся негативными, мешают нашему продвижению вперед, тормозят ускорение научно-технического прогресса.

Противники изменения традиционного названия школьного курса астрономии и включения в него элементов космонавтики явно недооценивают роль современной космонавтики, забывая, что космонавтика превращается сегодня в один из важнейших и эффективнейших внеатмосферных, контактных методов исследования небесных тел и астрономических явлений, и что ее народнохозяйственное, а также мировоззренческое значение непрерывно возрастают.

Говорили и о трудностях организационного характера: об отсутствии программы курса «Астрономия с космонавтикой», учебника, подготовленных учителей, необходимости значительного изменения учебного плана.

Чаша весов перевесила в пользу объединения астрономии с космонавтикой после блестящего доклада лауреата Государственной премии СССР профессора А. Д. Курланова. Прозвучавшее на VIII съезде ВАГО прекрасное выступление дважды Героя Советского Сою-

за летчика-космонавта СССР В. П. Савиных тоже можно рассматривать как поддержку этого предложения. Добавим, что на состоявшемся в октябре 1985 года в Горьком пленуме Головного совета по астрономии Минвуза РСФСР была принята резолюция, также полностью поддерживающая предложение о переименовании школьной астрономии в курс «Астрономия с космонавтикой».

Еще до начала совещания его оргкомитет поступило около сотни различных либо похожих предложений, направленных на улучшение школьной астрономии. Несколько десятков предложений поступило во время совещания. Наиболее часто встречающееся из них — перенести курс астрономии в 9 класс. Сравнение этих предложений с десятком резолюций предшествующих совещаний показало, что все они повторяют то, что уже принималось ранее, но не выполнялось. Причина такого положения участниками совещания видится в отсутствии ясного понимания перспектив развития астрономического образования, в неумении найти главное звено, за которое следует ухватиться.

На совещании были отмечены три основные причины неудовлетворительного состояния школьной астрономии:

1) сведения по космонавтике, способные внести значительный вклад в политехническое, трудовое, мировоззренческое

и патриотическое воспитание учащихся, в приобщение юношеского поколения к активной общественной деятельности — борьбе за мирное освоение космоса, не включены в курс школьной астрономии;

2) недостаточна специальная подготовка учителей — выпускников физических отделений педагогических институтов, которые слабо знают астрономию и не владеют методикой проведения занятий по астрономии;

3) отсутствует квалифицированный и добросовестный контроль за качеством преподавания школьной астрономии, ныне такой контроль возложен на инспекторов-физиков.

Исходя из этого совещание приняло постановление, в котором, в частности, содержатся следующие рекомендации, адресованные Министерству просвещения СССР:

а) вместо курса астрономии (35 часов) и факультативного курса «Основы космонавтики» (70 часов) ввести предмет «Астрономия и космонавтика» объемом 70 часов;

б) факультативный курс «Основы космонавтики» (70 часов) заменить факультативными курсами по астрономии (35 часов).

В заключение участники совещания выразили искреннюю благодарность дирекции ГАО АН СССР за гостеприимство и создание хороших условий для работы.

Начало см. на с. 61

на других людей, на способности человека, силу его разума, на громадные возможности науки, а не надеяться на решение тех или иных вопросов в результате „божественной милости“. И, наконец,

в-третьих, не создавать в своем воображении какие-либо „сущности“, обладающие характерными чертами „господа бога“ и выполняющие функции, близкие к тем, которые религия приписывает небожителю».

Авторский замысел раскрывается в 16 небольших главах

книги, содержащих немало важного для пропагандистов научного атеизма. Книгу значительно оживляют включенные в нее научно-художественные и научно-фантастические рассказы, а также описание событий, свидетелем или непосредственным участником которых был автор.



Новые КОСМИЧЕСКИЕ «ГОСТИ»

В последние годы в коллекцию метеоритов Академии наук СССР поступило около двух десятков небесных камней. Сбор сведений о них стал бы невозможным без добровольной помощи многих и многих любителей астрономии. О наиболее интересных метеоритах, о том, как они были найдены, и рассказывается в статье.

МЕТЕОРИТ «ЦАРЕВ»

Начнем описание космических «гостей» с наиболее известного метеорита Царев. О нем много писали в газетах и журналах. Дважды рассказывал об этом метеорите и наш журнал (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 35; 1981, № 4, с. 74).

В 1979 году в Комитет по метеоритам Академии наук СССР пришла посылка от электросварщика совхоза «Ленинский» Волгоградской области Б. Г. Никифорова, проживающего в селе Царев. В посылке был небольшой осколок камня. После анализа этого осколка ученые установили, что он имеет внеземное происхождение. Приехавший в село Царев сотрудник Комитета Р. Л. Хотиник обнаружил во дворе дома Никифоровых и на ближайших полях несколько метеоритных глыб. В последующие годы в Волгоградской области работали несколько экспедиций Комитета по метеоритам под

руководством опытных исследователей метеоритов И. Т. Зоткина и В. И. Цветкова. Ученым удалось разыскать еще много обломков метеорита. К настоящему времени собрано 69 образцов общей массой 1325 кг. Самый большой образец весит 284 кг.

В Каталог метеоритов СССР «Царев» вошел под номером 157. «Царев» — уникальный небесный камень, это самый большой каменный метеорит, найденный на территории нашей страны. (Заметим, что «чемпионом мира» среди каменных метеоритов признан метеорит «Гирин» — 1976 год, Китай. Около 100 его осколков весят 2700 кг, наибольший осколок — 1770 кг.)

«ПРЕОБРАЖЕНКА»

Осколок небесного камня, поступивший в Комитет по метеоритам в начале 1980 года, весил чуть более 2 граммов. Было известно, что он привезен из Красноярска и отпилен от какого-то сибирского метеорита. Но от какого? Где находится этот метеорит?

Начались поиски. В поисковую группу вошли кандидат физико-математических наук А. А. Явнель и Р. Л. Хотиник. Им удалось связаться с сибирскими геологами, астрономами, краеведами. Выяснилось, что небесный камень хранится в краеведческом музее горо-

да Ачинска. Вскоре он был доставлен в столицу.

Но где именно приземлился этот космический странник? Когда был найден?

И опять письма, поездки, встречи, телефонные переговоры, работа в архивах, все это в конце концов привело московских ученых к номерам ачинской газеты «Ленинский путь» от 9 февраля и 6 марта 1962 года. В ее заметках сообщалось, что в городском краеведческом музее хранится метеорит, «найденный в 1949 году на Алтае у деревни Преображенка и доставленный кем-то из местных жителей в наш город».

Теперь, когда все было выяснено, небесный камень, получивший название Преображенка, можно было внести в советский и мировой метеоритные каталоги. Его характеристики таковы: это хондрит, масса — 414 г.

«КРУТИХА»

Механик вертолетов Г. К. Кеввай живет в Якутии, в городе Мирном. В 1980 году Кеввай сообщил в Комитет по метеоритам, что в их семье с давних времен хранится небольшой осколок, упавший, по семейным преданиям, с неба. По просьбе ученых осколок, который весит 845 г, Г. К. Кеввай прислал в Москву.



Яркий болид.
Рисунок Б. Г. Смирнова,
наблюдавшего это явление
21 августа 1976 года
в Ленинградской области

Внешний вид образца — классическая форма многогранника с обточенными ребрами, кора плавления, ямки-вмятины — все говорило о том, что он имеет внеземное происхождение. Выполненные затем анализы подтвердили такое заключение. Присланный осколок оказался каменным метеоритом, хондритом.

Вот какие подробности узнали от якутского механика. Метеорит упал возле поселка Крутиха Новосибирской области, где в то время жила их семья. Его падение наблюдал отец механика, который рассказывал, что небесный камень упал в огород возле их дома.

Отец видел, как что-то «плюхнулось» на землю; когда он поднял камень, тот был еще теплым.

Надо сказать, что все метеориты делятся на «падения», то есть небесные камни, упавшие на глазах у людей, и «находки» — метеориты, обнаруженные случайно. Точную дату падения своего «камня» Г. К. Кеввай назвать не смог, слышал только, что это случилось вскоре после свадьбы родителей, которая состоялась в июле 1907 года, вероятно, метеорит упал в конце лета того же года.

Согласно существующему правилу, небесные камни получают свои имена по названию ближайшего к месту падения населенного пункта. Поэтому новый метеорит окрестили **Крутихой**.

«ЖИГАНСК»

В 1981 году в Комитет по метеоритам позвонил один московский геолог, рассказавший, что еще 15 лет назад в Якутии, в центральной части Верхоянского хребта, примерно в 250 км к северо-востоку от поселка Жиганск, геологический отряд обнаружил большой кусок железа. Своим внешним видом он очень напоминал метеорит. К сожалению, больше ничего к своему рассказу звонивший добавить не мог.

Сотрудники Комитета обратились за помощью в Министерство геологии СССР. Руководитель одной из геологических служб В. М. Андреев помог наладить связь с якутскими геологами. Немало труда пришлось затратить, чтобы установить, какой именно по-

исковый отряд в 1966 году наткнулся на небесный камень, и узнать фамилии и адреса геологов, подтвердивших сообщение о большой буре глыбе железа. Длина этой глыбы была около метра, масса — примерно 500 кг. Поскольку доставить ее на базу геологи, естественно, не могли, они откололи маленькие кусочки «на память». Один из сохранившихся образцов (вес 17 г) и был передан в Академию наук.

Исследование образцов подтвердило предположение о том, что якутская глыба была железным метеоритом. Он получил название **Жиганск**.

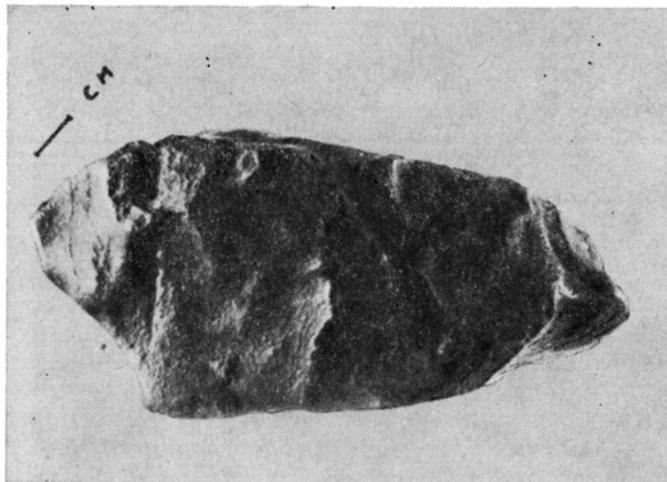
В 1982 и 1985 годах магаданские геологи под руководством Г. Ф. Павлова сделали две попытки отыскать метеорит. Однако упорные поиски не дали результатов. Не так-то просто среди гор и скал найти камень, даже такой крупный, как метеорит «Жиганск».

«БИЛИБИНО», «АНЮЙСКИЙ», «БУРХАЛА», «ЧАУНСКИЙ»

Эти четыре метеорита были обнаружены на крайнем северо-востоке нашей страны, в Магаданской области. Все они найдены на приисках, при разработке золотоносных месторождений, их нашли горнорабочие, старатели. Ничего удивительного в таком совпадении нет. Наука метеоритика обязана многими находками горнорабочим.

А теперь некоторые подробности.

20 июня 1981 года бульдозеристы В. Д. Антропов и А. П. Гриценко вели промывку открытых песков россыпного золота на прииске «Дальний» — в долине ручья Шалун недалеко



Метеорит «Крутиха».
(Масса 0,845 кг, 1907 г.)

от поселка Билибино. В вечной мерзлоте на глубине 13 метров они наткнулись на оплавленную, будто в жаровне, глыбу, глубоко вонзившуюся в земную толщу. Внимательно рассмотрев ее, рабочие решили, что она может представлять интерес для науки, и находка была отправлена в геологический музей Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института.

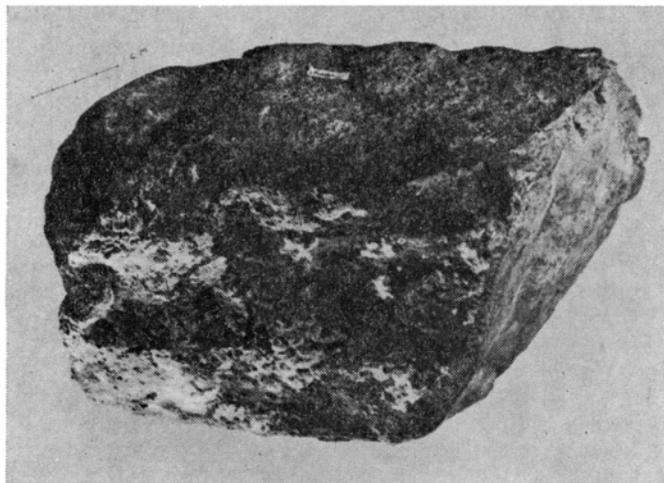
Ученые установили, что данная глыба — железный метеорит, масса его — 950 кг, а земной возраст (то есть промежуток времени, прошедший с момента падения на Землю до наших дней) — от 3 до 6 тысяч лет.

Билибино — это очень крупный метеорит, но до самого большого в мире железного метеорита ему все же далеко (метеорит «Гоба», выпавший на юго-западе Африки, имеет массу 60 тонн).

Небесный камень **Аньюйский**

нашли 19 июля 1981 года в районе прииска на ручье Анкит, в бассейне реки Большой Анюй, недалеко от поселка Аньюйский. В этот день бульдозерист В. П. Филиппов и машинист промывочной установки В. Г. Симергей, промывая пласт песков, заметили на глубине 4,5 метра камень с оплавленной поверхностью. Старатели подняли его наверх и сообщили о своей находке ученым. Вскоре камень был доставлен в Магадан. Глыба оказалась железным метеоритом массой около 100 кг. Земной возраст ее приближается к 5 тысячам лет.

Летом 1983 года на прииске Бурхала Магаданской области шли обычные работы. И вдруг инженер-маркшейдер В. Н. Дмитращенко заметил на лотке промывочного прибора черный с редкими блестками камень. Инженер предположил, что это метеорит, и решил отправить его в Москву. Так в коллекции Академии наук появился еще один «пришелец» из космоса. Небесный камень весом около 2 кг получил название **Бурхала**.



Метеорит «Дивное».
(Масса 13 кг, 1982 г.)

Метеорит, найденный в Чаунском районе Чукотского автономного округа Магаданской области,— самый северный космический «гость» из обнаруженных на территории нашей страны. Внешне он похож на большое чуть сплюснутое яйцо, масса его — 2 кг, а нашел его на глубине около 10 м рабочий Комсомольского горно-обогатительного комбината М. Осауленко при промывке золотоносного песка. Очень ценно, что на железном метеорите Чаунский нет следов ржавчины. Упав в песок, он как бы законсервировался и 30 тысяч лет пролежал, не окислившись.

«ДИВНОЕ»

В Каталоге метеоритов СССР еще с 1972 года значится метеорит «Рагули», найденный на полях колхоза «Ленинский путь» — вблизи села Рагули Ставропольского края. Это каменный метеорит, хондрит, массой 4239 г. Спустя 10 лет, в 1982 году, в Комитет по метеоритам поступил новый не-

бесный камень из села Рагули, который нашли на поле того же колхоза. Он — тоже каменный, тоже хондрит, масса его — 13 кг.

Сразу возникла мысль: быть может, камни составляли некогда единое целое? Это два куска расколовшегося в воздухе небесного тела?

Научный сотрудник Комитета Н. И. Заславская исследовала второй образец. Рассмотрев под микроскопом шлиф, она убедилась, что минеральный состав и внутренняя структура этого «новичка» резко отличаются от состава и структуры «Рагули», обнаруженного десять лет назад. Следовательно, в коллекции появился совершенно новый метеорит. Вновь прибывшего записали под именем **Дивное** — по названию ближайшего районного центра.

Нашли «Дивное» местные жители братья Шилкины: Александр — милиционер и Владимир — ветеринар.

«КАМЫШЛА»

Летом 1981 года художник московского издательства

«Красная звезда» Алексей Панин гостил у младшего брата Юрия, в селе Камышла Куйбышевской области. Однажды, прогуливаясь по окрестностям в полукилометре от берега реки Сок, на поле, принадлежащем колхозу «Мир», они обратили внимание на небольшой темно-коричневый камень с оплавленными ребрами, который не лежал на поверхности, а торчал из земли, врезавшись в грунт. Камень показался братьям необычным и очень красивым, и они принесли его домой. Возвратившись в Москву, А. Панин передал находку в Комитет по метеоритам. Масса метеорита Камышла — 1,5 кг.

Морфологический анализ образца показал, что покрывающая его кора плавления — свежая, она еще не успела окислиться. По-видимому, осколок никогда не лежал под снегом. Поэтому можно сделать вывод, что он упал недавно, скорее всего весной 1981 года, всего за несколько месяцев до того, как этот камень нашли.

«МУСЛЮМОВО», «ИВАНОВ-КА»

В Бандероли, присланной летом 1983 года из Муслюмовского района Татарской АССР, находилось два небольших каменных осколка. Научный сотрудник Комитета Р. Л. Хотинюк, выехавший в Муслюмово, вернулся с 10,5-килограммовым метеоритом.

Небесный камень обнаружил еще в 1964 году прицепщик Галимзян Магдеев. Во время пахоты камень застрял между зубьев бороны. С тех пор почти двадцать лет метеорит лежал дома у прицепщика. Только в 1983 году друг Магдеева

Метеорит «Ивановна».
(Масса 9 кг, 1983 г.)

колхозник Расих Гарипов, прочитав популярную книгу по астрономии, вспомнил о камне, отколол от него два кусочка и отправил в Москву. Такова история метеорита **Муслюмово**.

Другой метеорит из Татарской АССР поступил в Комитет в начале 1984 года. Его нашли жители деревни Ивановки Лениногорского района — школьники Рафис Юдин и Володя Григорьев. Осенью 1983 года ребята заметили недалеко от деревни на краю поля небольшой покрытый пятнами ржавчины камень. Рафис и Володя, интересующиеся астрономией, не раз читали и о небесных камнях. Поэтому мальчики сразу обратили на него внимание и принесли домой. Они сообщили о своей находке в Комитет по метеоритам.

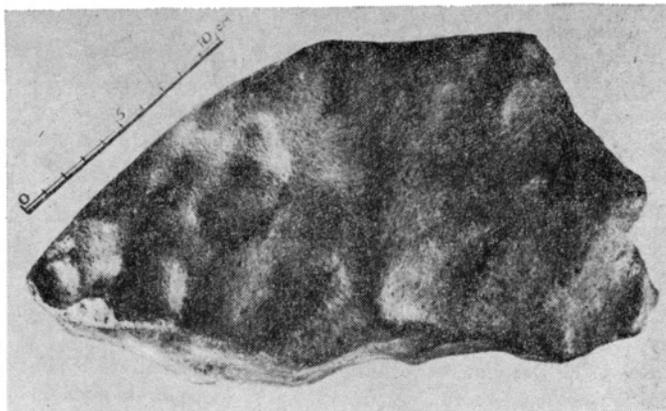
Ученые попросили ребят прислать эту находку в Москву. Камень массой 9 кг оказался метеоритом. Он получил название **Ивановка**.

«МОКРОУСОВО», «УРАЛ»,
«ОЗЕРНОЕ», «СВЕРДЛОВСК»

Известие об этих четырех метеоритах пришло из Свердловска от профессора И. А. Юдина. На счету ученого секретаря Уральской комиссии по метеоритам Юдина немало небесных камней, найденных им на Урале и в Сибири.

Метеорит, получивший название **Мокроусово**, был обнаружен в Мокроусовском районе Курганской области. Летом 1968 года его «выпахал» в поле

Метеорит «Урал».
(Масса 10 кг, 1984 г.)

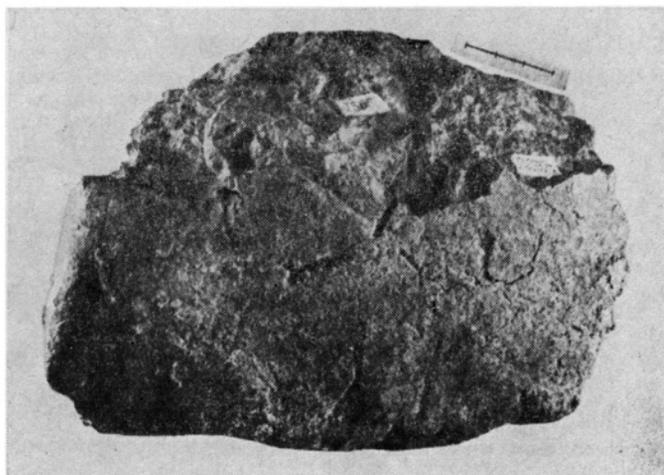


тракторист В. А. Вершинин. Но только в 1983 году отец тракториста А. Г. Вершинин прислал камень в Свердловск — в Уральскую комиссию по метеоритам.

По словам А. Г. Вершинина, первоначально в камне было около 2 кг. Однако попавший к Юдину образец весил всего 800 г. По-видимому, от обломка откалывали кусочки и внеземное вещество разошлось, как говорится, по рукам. Время падения метеорита пока не установлено. Профессор Юдин

полагает, что образец длительное время пролежал в земле, так как его поверхность подвергалась сильному окислению.

Еще один небесный камень — **Урал** (масса 10 кг) — поступил в Уральскую комиссию по метеоритам в 1984 году. Его нашел колхозник Л. А. Орлов на хлебном поле, возле поселка Урал Курганской области. Темнобурый, ржавый и тяжелый, он показался колхознику «дикий», по крайней мере такие ему никогда не встречались. Орлов перенес находку



к себе во двор и потом обратился за разъяснением к ученым.

Вблизи фермы «Озерное» совхоза «Зауральский» Курганской области пастух Н. Л. Хисматуллин летом 1983 года наткнулся на странный камень. В 1985 году он сообщил о своей находке в Уральскую комиссию по метеоритам. В совхоз сразу же выехал сотрудник комиссии В. Н. Логинов, который и привез камень (массой около 2 кг) в Свердловск. Здесь метеорит был исследован и получило название **Озерное**.

В конце 1985 года свердловский инженер В. Ф. Кортаев находился в командировке в Камышловском районе. Неподалеку от поселка Пульниково, вблизи шоссе, он обратил внимание на тяжелый красноватый камень, вынесенный сюда, очевидно, при рас-

чистке поля. Кортаев привез камень в Свердловск. Анализы показали, что это каменный метеорит, хондрит. Масса его — 4,5 кг. Поскольку то был первый метеорит, найденный в Свердловской области, его назвали **Свердловск**.

Все образцы уральских метеоритов уже поступили в коллекцию Академии наук. «МЕЛЬНИКОВО»

Об этом метеорите ученые узнали буквально в последний час. Неизвестны пока подробности того, как его нашли.

Мельниково — это хондрит, массой 545 г. В Москву небесный камень привез харьковский астроном Д. Ф. Лупишко. Он сообщил, что в городской планетарий метеорит принесла учительница астрономии М. К. Боровик. Из ее слов Д. Ф. Лупишко узнал: метеорит нашел школьник из села Мель-

никово Валковского района Харьковской области в июне 1983 года.

Ученые надеются в ближайшее время получить дополнительную информацию об этом космическом страннике.

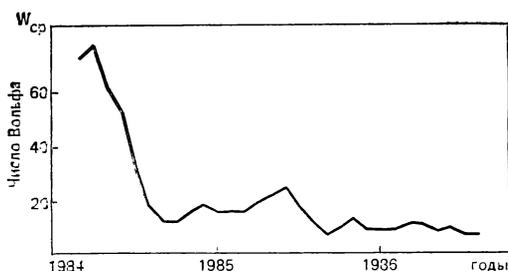
* * *

Астрономическим кружкам, любителям астрономии Комитет по метеоритам может выслать, бесплатно, брошюру — «Инструкция по наблюдению болидов, поиску и сбору метеоритов».

Хочется также напомнить читателям: обо всех «подозрительных» камнях, обо всех наблюдениях, связанных с полетом и падением небесных тел, — сообщайте по адресу: 117313, Москва, ул. Марии Ульяновой, д. 3, корп. 1, Комитет по метеоритам.

● Фото Е. И. Малинкина

Солнце в августе — сентябре 1986 года



Сглаженный ход среднемесячных значений числа Вольфа $W_{ср}$ (по данным Байнальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРА).

После резкого спада в 1984 году кривая продолжает медленно понижаться уже в течение двух лет. Достигнутый уровень активности и появление высокоширотных пятен указывает, что Солнце ныне переживает эпоху минимума

В августе — сентябре 1986 года сохранился низкий уровень солнечной активности. Декадные и полугораздекадные интервалы полностью «чистого» диска перемежались с периодами слабой активности, возникшие группы пятен были малых размеров и простой конфигурации. Среднемесячные значения числа Вольфа составляли всего несколько единиц. Поэтому даже небольшая группа, насчитывающая до 8 ядер и пор и проходившая по диску 28 июля — 7 августа, обратила на себя внимание. 9—10 сентября в северном полушарии на широте 26° наблюдалось также небольшое пятно, которое, может быть, относилось к новому циклу. Остальные группы располагались вблизи экватора, и по этому признаку их следует отнести к старому 21 циклу.

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



Клуб «Сириус»



Н. П. Василенко
в рабочем кабинете

Николай Прокофьевич Василенко «заболел» астрономией давно: впервые желание построить телескоп возникло у него почти 40 лет назад. С тех пор, работая по специальности далекой от астрономии (Василенко — инженер-строитель), он не оставлял своего увлечения и изготовил немало оптических приборов. В 1983 году Николай Прокофьевич получил возможность полностью посвятить себя любимому делу: он стал руководителем клуба любителей астрономии и телескопостроения «Сириус» при Невинномысской станции юных техников. Свои знания, опыт, свою любовь к астрономии Николай Прокофьевич передает ребятам.

Уже более трех лет работает в Невинномыске Ставро-

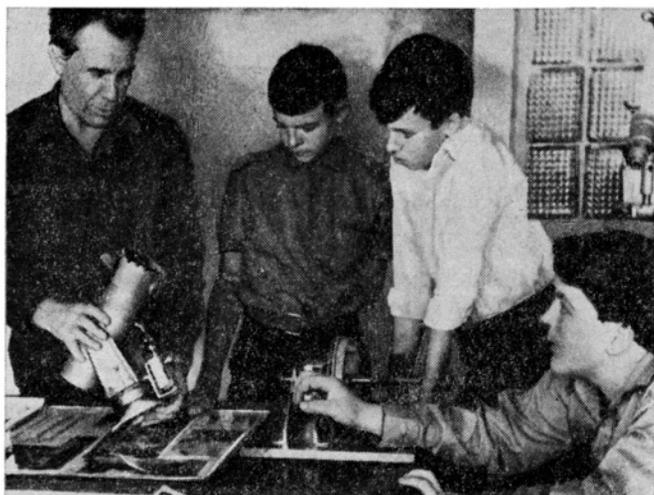
польского края клуб «Сириус». Начинали, как говорится, «с нуля»: не было ни помещения, ни станков, ни материалов. Немало усилий пришлось приложить, чтобы сегодня с полным основанием можно было сказать: теперь члены клуба располагают всем необходимым для изготовления оптических и механических деталей телескопов, для проведения различных астрономических наблюдений. Совместная работа по созданию клуба «Сириус» сплотила ребят. Сформировался дружный и работоспособный коллектив, члены которого за короткое время своими силами сделали много прекрасных оптических приборов. Ребята с удовольствием занимаются конструированием и изготовлением телескопов, увлеченно изучают основы астрономии, знакомятся с достижениями в исследовании космического пространства, испытывая ни с чем не сравнимую радость творчества, радость познания.

В распоряжении клуба две просторные комнаты, фотолaborатория, помещение для оптических исследований. Все рабочие места ребята оборудовали сами. Установлены токарный, фрезерный, сверлильный, шлифовальный станки. Некоторые приборы и приспособления члены клуба сделали сами: станочек для шлифовки и полировки окулярных линз, сферометр, прибор для теневых

испытаний вогнутых зеркал, контрольные оптические поверхности.

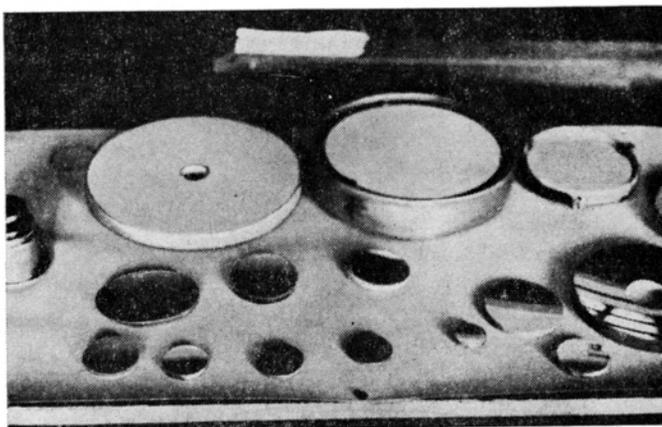
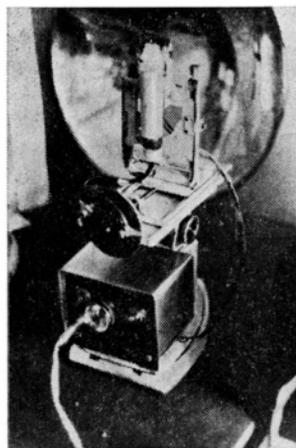
Изготовление телескопа — дело нелегкое и достаточно серьезное, требующее навыков работы на станках, умения обращаться с различными приборами и инструментами. На базе телеобъектива МТО-1000 ребята создали 100-миллиметровый менисковый телескоп на экваториальной монтировке ($F=1000$ мм), 85-миллиметровый рефрактор ($F=1500$ мм), 165-миллиметровые рефлекторы системы Ньютона ($F=800$ мм и $F=1000$ мм). Эти телескопы используются членами клуба для коллективных наблюдений. Закончена работа по изготовлению универсального телескопа УТ-280/900—1800. В нем предполагается использовать сменную оптику диаметром до 280 мм и фокусным расстоянием от 900 до 1800 мм (в главном фокусе). В настоящее время телескоп работает с главным зеркалом диаметром 260 мм и фокусным расстоянием 1720 мм. Для телескопа пришлось сделать оригинальный блок двигателей, с помощью которого производится наведение на звезду и гидирование при фотографических и визуальных наблюдениях. Сделали к нему и соответствующую электронную схему.

Есть в клубе «Сириус» и свой солнечный телескоп «Гелиос». Диаметр его объектива 150 мм,

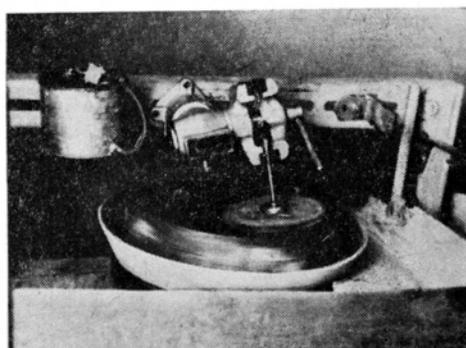


▲
Н. П. Василенко
 проводит занятия
 с учениками 8 класса
Д. Санниковым, А. Темеревым
 и **А. Макеевым**

Изготовленный ребятами
 теневой прибор
 для исследования
 вогнутых поверхностей



▲
Самодельная оптика
 для любительских телескопов



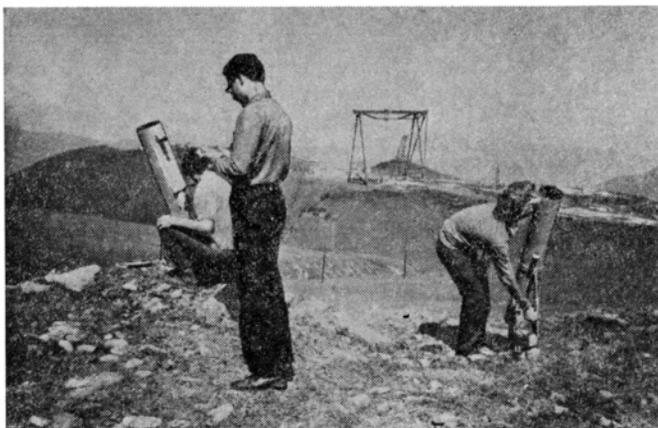
▶
Шлифовальный станок
 для грубой шлифовки зеркал
 диаметром до 400 мм



Нелегкий это труд —
 шлифовка зеркала...



Активный член клуба «Сириус»
Юрий Готра со своим
телескопом (D=165 мм,
F=1250 мм)

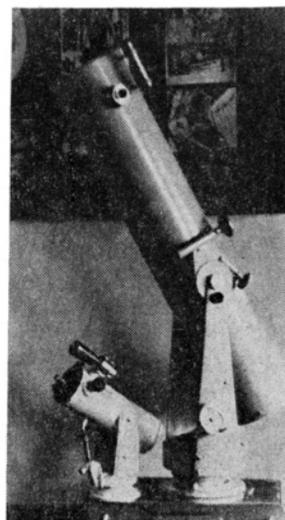
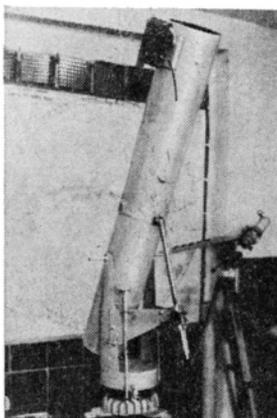
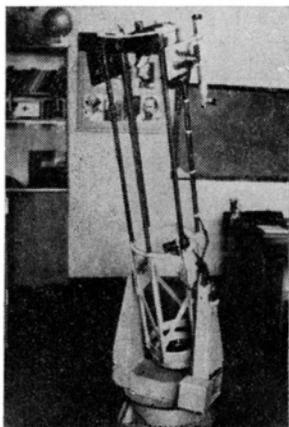


▲
Члены клуба — участники
Всесоюзного слета
юных астрономов и космонавтов
в Архызе — готовятся
к наблюдениям



Телескопы, изготовленные
членами клуба «Сириус».
Слева направо:
универсальный — УТ-1,
солнечный — «Гелиос»,
портативный — ТАЛ-3
(D=85 мм) и ТАЛ-4 (D=165 мм)

▲
Один из уголков лаборатории
телескопостроения





Выставка любительских телескопов

С 18 по 23 февраля 1986 года в Московском планетарии впервые после длительного перерыва проводилась выставка любительских телескопов, организаторами которой были Центральный совет и Московское отделение ВАГО. Посетители выставки могли познакомиться с самодельными астрономическими инструментами и

приборами: от простейшего рефрактора, построенного начинающим любителем, до большого рефлектора системы Ньютона с диаметром объектива 450 мм. Были здесь представлены и инструменты и приспособления, которые любители используют при изготовлении своих телескопов: это и простейший ручной шлифовальный

станок, и механический шлифовальный станок для обработки зеркал диаметром до 180 мм.

Открывал выставку фотографический раздел, стенды которого посвящались ветеранам любительского телескопостроения: А. А. Чикину, Д. Д. Максудову, М. С. Навашину, С. И. Сорину, М. М. Шемяки-

фокусное расстояние — 1280 мм. Чтобы снизить световой поток, в телескопе применили зеркальную оптику без отражающих покрытий, а в оправе главного зеркала сделали отверстия. Эти меры позволили уменьшить освещенность в фокусе, сохранив при этом разрешающую способность, уменьшился и нагрев деталей телескопа. Используя различные светофильтры, с помощью «Гелиоса» можно проводить визуальные и фотографические наблюдения Солнца. Телескоп отличается компактностью и хорошей устойчивостью.

Сейчас завершена работа по изготовлению оптики 260-миллиметрового телескопа.

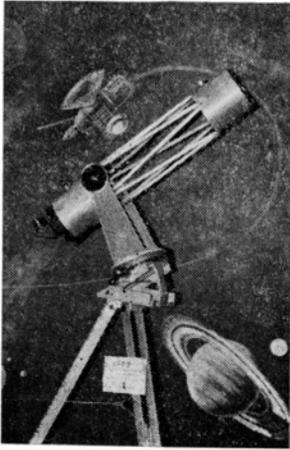
В помощь любителям члены клуба «Сириус» подготовили более двадцати комплектов оптики для телескопов с диаметрами главных зеркал от 90 до 300 мм. Полностью закончена

работа над десятью телескопами различных систем.

Телескоп ТАЛ-3 (Д-85 мм, F-300 мм), построенный учеником 8 класса Андреем Безлюдным, на Всесоюзной выставке детского технического творчества был отмечен дипломом II степени (Баку, 1985 г.). В том же году Андрей за свой телескоп награжден бронзовой медалью ВДНХ СССР. Другой член нашего клуба, ученик 10 класса Сергей Тимошук на Всесоюзной неделе научно-технического творчества молодежи в Таллине (1986 г.) за построенный им телескоп ТАЛ-6 награжден дипломом Федерации космонавтики СССР. Клуб «Сириус» был отмечен и на VI Всесоюзном слете юных астрономов и космонавтов, который состоялся в Архызе (август 1986 года). Мы

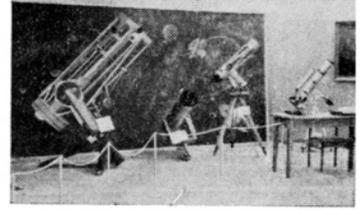
получили два диплома и один из главных призов слета — автоматический фотоаппарат «Си-

луэт». К этим наградам ребята добавили еще четыре диплома, которые они получили за изготовленные ими оптические приборы. Планы у членов клуба большие. После завершения строительства наблюдательной площадки и астрокупола для 260-миллиметрового телескопа, они хотят построить более мощный телескоп-рефлектор, для которого потребуется отдельная башня. Планируют ребята собрать установку для нанесения отражающих покрытий в вакууме, а это очень сложное дело. Хотят они «подружиться» с электроникой и вычислительной техникой.

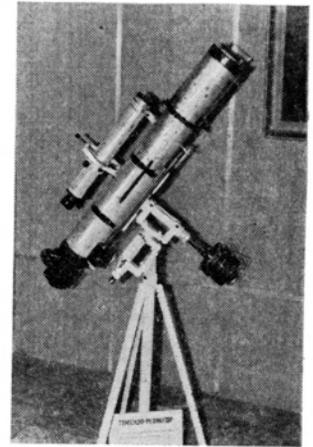


▲
150-миллиметровый телескоп системы Кассегрена. Построен ветераном телескопостроения А. Н. Подъяпольским в 1977 году

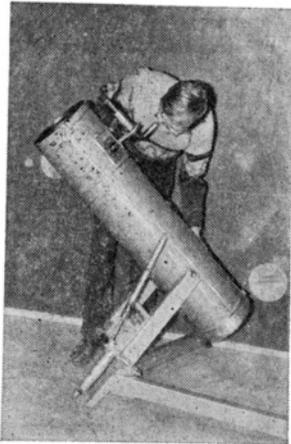
ну. Зачинатель любительского телескопостроения в нашей стране художник А. А. Чикин (1865—1924) после Великой Октябрьской социалистической революции принимал активное участие в организации Государственного оптического института. Известный советский оптик член-корреспондент АН СССР Д. Д. Максудов (1896—1964) начал свою деятельность с постройки самодельных телескопов. Теперь его менисковая система известна во всем мире. Книга М. С. Навашина «Телескоп астроном-любителя» выдержала несколько изданий. По ней училось не одно поколение любителей. Воспитанники С. И. Сорина из Бакинского Дворца пионеров и школьников имени Ю. А. Гагарина работают сейчас во многих обсерваториях страны. Художник М. М. Шемякин в течение 27 лет руководил отделом любительского телескопостроения при ЦС ВАГО. Две его картины — «Рассказ о дале-



В зале выставки

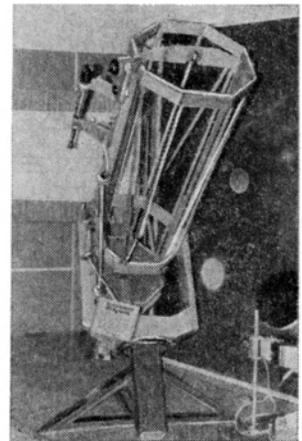


80-миллиметровый рефрактор. Построен В. С. Умедбаевым



▲
С переносным 200-миллиметровым рефлектором Ньютона, построенным Г. М. Веселовым, знакомится член МО ВАГО Андрей Алейников

Член МО ВАГО В. Л. Корнеев показывает работу шлифовального станка, созданного Г. М. Веселовым



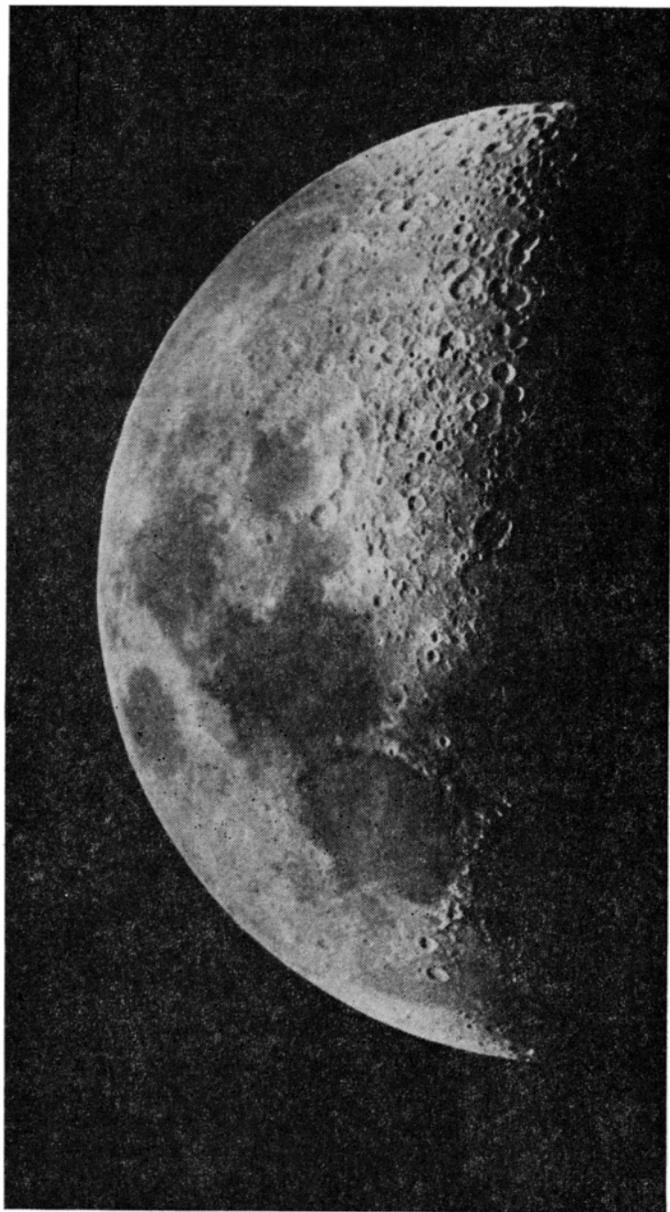
450-миллиметровый рефлектор системы Ньютона. Построен А. Т. Ворониным

ких мирах» и «На иной планете» — демонстрировались на выставке.

Ознакомившись с историей отечественного любительского телескопостроения, посетители переходили к стендам, на которых размещались сами инструменты. Здесь можно было не только подробно осмотреть телескоп, но и услышать рассказ о том, как он создавался, как работает, какие на нем можно получить результаты. К сожалению, из-за отсутствия специальных помещений для работы многие любители до сих пор вынуждены создавать свои инструменты в местах, абсолютно для этого не приспособленных: на кухне, балконе или в сарае. Узлы телескопов любители собирают из случайных, обычно списанных, деталей, подобранных на свалках, поскольку так и не удалось наладить снабжение телескопостроителей необходимыми деталями и заготовками через торговую сеть...

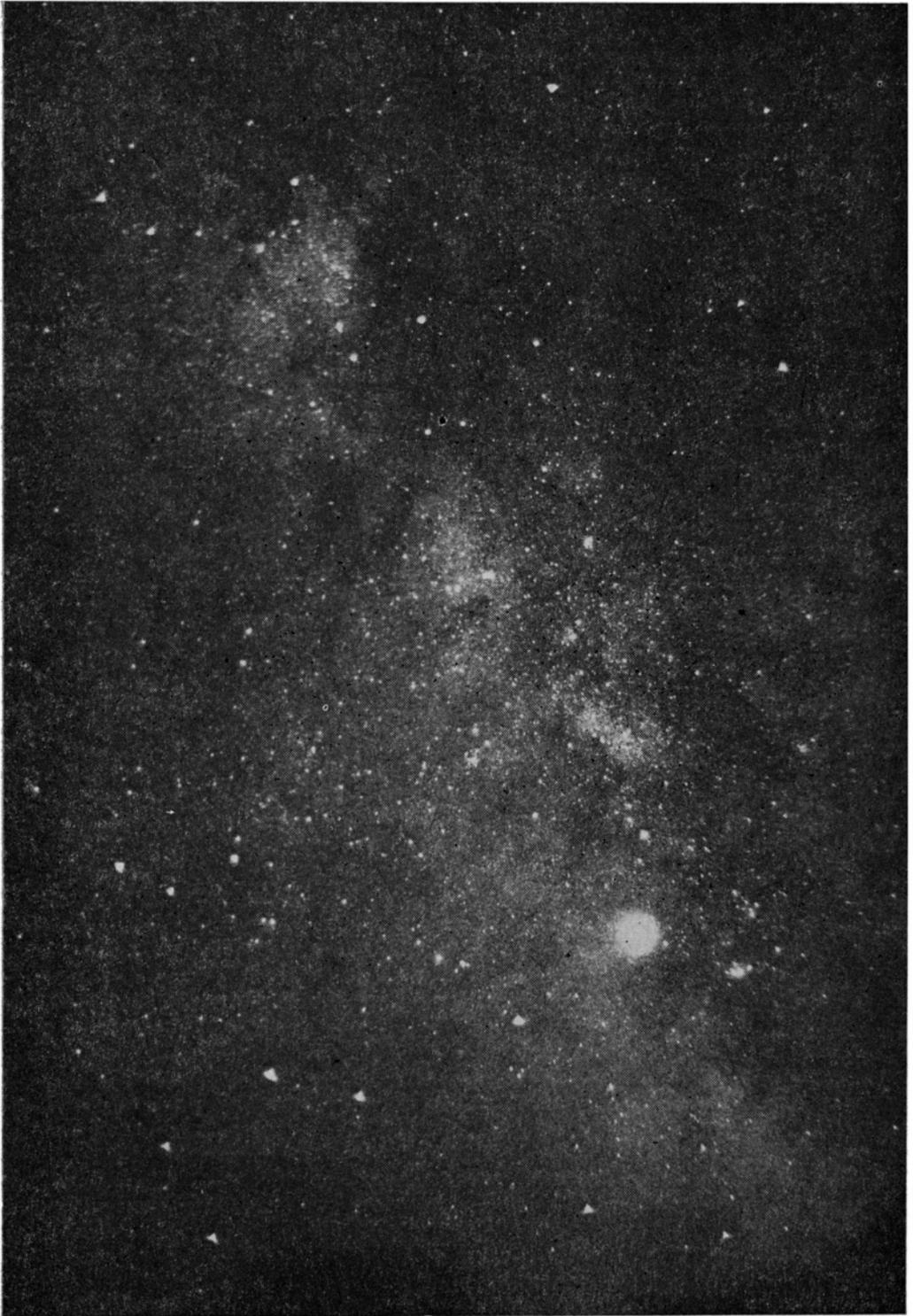
Диплом первой степени получил преподаватель одного из московских вузов кандидат технических наук А. Т. Воронин за построенный им 450-миллиметровый рефлектор системы Ньютона. Диплом второй степени был вручен рабочему В. С. Умедбаеву за оригинальный 80-миллиметровый рефрактор. Шофер Г. М. Веселов удостоен диплома третьей степени за переносной 200-миллиметровый рефлектор системы Ньютона и настольный шлифовальный станок. По единодушному мнению жюри и посетителей выставки телескоп Г. М. Веселова мог бы стать образцом для промышленного изготовления.

Большим успехом пользовался и астрофотографический



раздел выставки. Посетители убедились в том, что звездное небо можно успешно фотографировать обычными фотоаппаратами. Наибольший интерес вызывали снимки Луны, звездного неба и особенно панора-

▲ Два снимка, полученные любителем астрономии А. А. Пичевским (г. Кривой Рог), — Луны и Млечного пути в созвездии Стрельца — из серии его фотографий, демонстрировавшейся на выставке ►



ма Млечного Пути, присланные А. А. Пичевским из Кривого Рога. За эти фотографии он награжден дипломом первой степени. Дипломы второй и третьей степени получили члены астрономического клуба «Парсек» (г. Челябинск) и астроклуба Красноярского государственного университета.

В зале выставки все желающие могли получить квалифицированную консультацию по вопросам астрофотографии и изготовления самодельного телескопа.

Ныне, когда в стране идет повсеместная борьба за здоровый быт и творческий досуг, проведение такой выставки любительского телескопострое-

ния особенно актуально: ведь практическое знакомство со звездным небом — увлекательнейшая форма отдыха. Этому отдают свободное время люди всех возрастов и профессий. Тут и только начинающие постигать тайны неба школьники младших классов, и инженеры, рабочие, служащие, и ветераны труда. Уровень любительского телескопостроения в настоящее время достаточно высок: так самодельные телескопы инженера А. С. Фомина (г. Ленинград) вполне могут соперничать с заводскими инструментами многих обсерваторий. Но любители строят не только телескопы, а создают целые «домашние» обсервато-

рии (А. И. Чистяков из Москвы, С. Б. Александров из Рязани). Инженер А. А. Михеев из Ростова-на-Дону вместе с такими же, как и он, энтузиастами построил многоэтажную народную обсерваторию, где установил самодельный двоянный телескоп.

Ясно, что организация централизованного снабжения любителей необходимыми заготовками и материалами, а также освоение промышленностью различных изделий, предназначенных для любителей астрономии, привлекло бы к этому интересному занятию новые сотни и тысячи людей.

Новый тип рентгеновских источников



За два десятилетия яркие рентгеновские источники были исследованы очень тщательно: определены периодичности их излучения, особенности спектров и многие другие характеристики. Казалось бы, сюрпризов больше не предвидится. Однако в 1985 году у трех известных, хорошо изученных источников Sco X-1, Cyg X-2 и GX 5-1 открыли новый тип переменности — квазипериодические осцилляции яркости. Рентгеновская интенсивность этих источников менялась в пределах нескольких процентов за сотые доли секунды. Часто-часто осцилляциям излучения оказалась не постоянной: у источника Sco X-1 она варьировалась от 6 до 17 Гц, у источника Cyg X-2 — от 23 до 45 Гц, а у GX 5-1 — от 20 до 36 Гц. Источники, обладаю-

щие подобными квазипериодическими изменениями яркости, были названы «нойзарами» (от noise — шум). (В некоторых работах они именуется сокращенно QPO — quasi periodic object; советский астрофизик Н. И. Шакура предложил использовать для них название «шумовики» — *Ред.*). За последующие месяцы удалось обнаружить эффект нойзара еще у нескольких рентгеновских источников.

Одну из первых гипотез, объясняющую новый тип переменности, предложили американские ученые Ф. Лэмб, Н. Шибазакки, М. Алпар и Дж. Шахам. Они обратились к общепринятой модели рентгеновского источника как нейтронной звезды в тесной двой-

рентгеновского пульсара, где магнитные поля достигают 10^{12} — 10^{13} гаусс, а периоды пульсаций — сотни и тысячи секунд, нойзар-нейтронная звезда имеет относительно небольшое магнитное поле (около 10^9 гаусс) и маленький период вращения — всего сотые доли секунды. Как и в других рентгеновских двойных, здесь нормальная звезда теряет вещество, которое собирается в диск около нейтронной звезды. Плазма в диске не однородна, а концентрируется в стужки. Из-за слабого магнитного поля эти стужки успевают проникнуть во внутренние области диска прежде, чем их захватит магнитосфера звезды. Такой эффект приводит к тому, что вещество падает на нейтронную звезду порциями, создавая явление нойзара.

Nature, 1986, 317



Кандидат технических наук
И. С. ПАНДУЛ
Кандидат технических наук
С. Н. ШАБАРОВ

Защита Ленинграда от наводнений

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года записано: «Продолжить строительство сооружений по защите города Ленинграда от наводнений».

В одной старой книге, где рассматривались различные проекты защиты Санкт-Петербурга от наводнений, мы прочитали: «Наводнения предвидеть нельзя... содержать же десятки лет бдительный надзор и сооружения в готовности, как крепость в осадном положении... дело если не совершенно невозможное, то, по крайней мере, весьма трудное»¹. Время показало несостоятельность такого заключения. Сейчас густая сеть гидрометеостанций на Балтике и спутниковые наблюдения обеспечивают надежность предсказания наводнений. Что же касается защитных сооружений, то их эксплуатация — дело, хотя и действительно трудное, но вполне реальное и очень нужное для создания условий нормальной жизни многомиллионному городу.

Стоимость возведения за-

щитных сооружений, разумеется, высока. Например, строительство Нидерландских защитных сооружений (проект «Дельтаплан») оценивается в 1,4 миллиарда долларов. Но какой бы высокой ни была стоимость, подобные затраты все же целесообразны и в целом себя окупают. В мире сейчас накопился богатый опыт строительства гидротехнических сооружений, надежность их все время повышается. И если во второй половине XIX века за двадцать лет подверглись разрушению 4% всех крупных плотин, то с тридцатых годов нашего века за такое же время разрушилось менее 1% плотин.

2 августа 1979 года ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О строительстве сооружений защиты города Ленинграда от наводнений». Постановлению предшествовали многолетние исследовательские и изыскательские работы, выполненные Ленинградским отделением института «Гидропроект» имени С. А. Жука в сотрудничестве с полусотней различных организаций Ленинграда и других городов, двадцать из них занимались изучением гидрологического режима Невы и Невской губы, вопросами охраны окружающей среды.

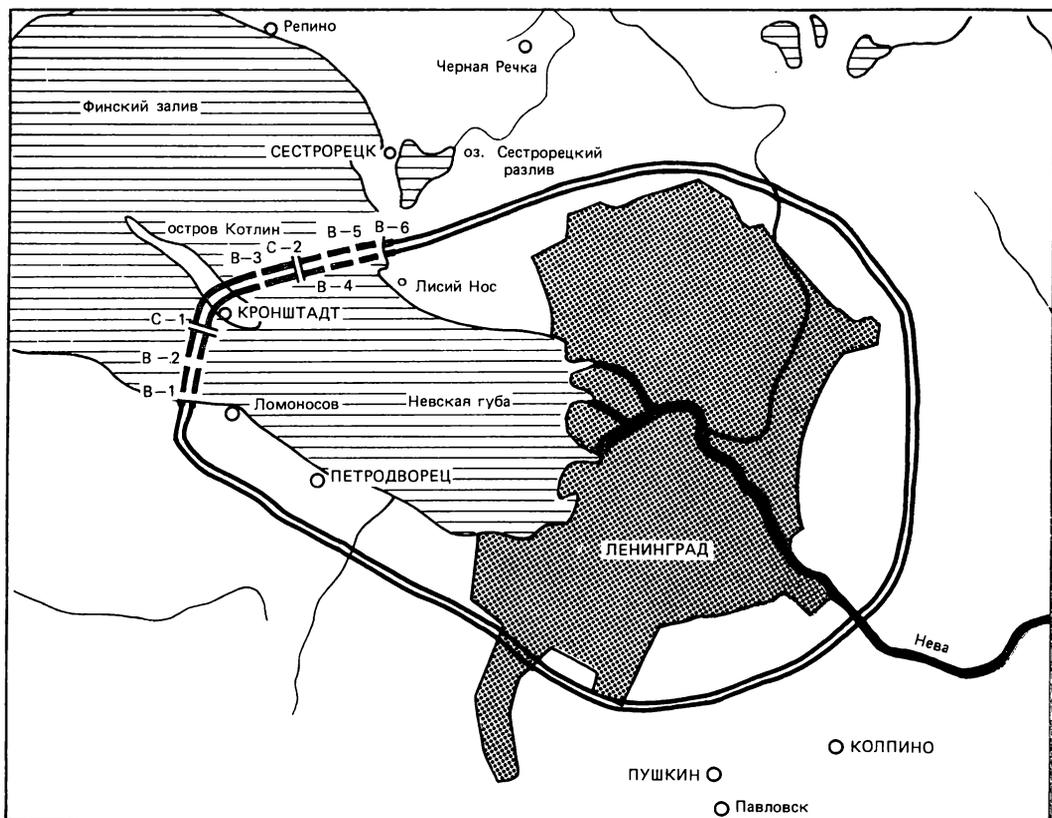
Интересно, что комплекс гидротехнических сооружений для защиты Ленинграда от наводнений строится почти в том

же самом месте, которое предположил для него еще в начале прошлого века инженер П. Базен (Земля и Вселенная, 1985, № 4, с. 68.—Ред.). Это — на границе Невской губы с Финским заливом в районе острова Котлин. Акватория изобилует здесь многочисленными отмелями, и хотя ее средняя глубина три метра, в отдельных местах она достигает десяти, а в районе южного фарватера Морского канала — и больше.

В гидротехнический комплекс защиты — его протяженность 25,4 км — входят одиннадцать каменно-земляных дамб. Часть из них — на материке, другие примыкают с юга и севера к острову Котлин. Одна из дамб пересекает остров.

Между дамбами будут расположены водопропускные и судопропускные сооружения со специальными отверстиями-каналами для пропуска воды. Все они будут оборудованы затворами, расположенными под мостовыми пролетами; на опускание затвора будет затрачиваться не более 5 минут и управление ими предполагается осуществлять автоматически, с диспетчерского пульта. Ширина судопропускного сооружения на Морском канале будет достигать 200 м, а в северном фарватере — 110 м. Заметим для сравнения, что шлюзы Панамского и Суэцкого каналов имеют шестидесятиметровую ширину.

¹ В. А. Киприянов. Критический обзор проектов для предохранения Санкт-Петербурга от наводнений. СПб., 1858.



Гигантской дугой через весь Финский залив протянется величественный комплекс гидротехнических сооружений.

Его длина — 25,4 км.

На схеме показаны водопропускные сооружения В-1 — В-6 и судопропускные сооружения С-1 и С-2.

По гребню дамб пройдет шестирядная автомагистраль — часть будущего автокольца вокруг Ленинграда

Южному судопропускному сооружению на Морском канале придается исключительно важная роль. Это ключ всего гидрокомплекса, через него будут проходить большие морские суда, тогда как северное сооружение предназначено лишь для прохода речных судов (типа «река — море», яхт

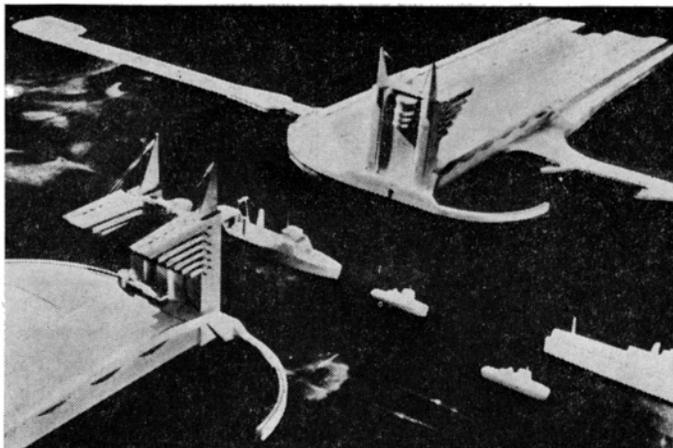
и т. п.). Когда при угрозе наводнения уровень подъема воды достигнет одного метра над нормальным Кронштадтским нулем (Земля и Вселенная, 1982, № 5, с. 62.— Ред.), судопропускные проходы закроются всего за 30 минут. Южный — двумя откатными створками массивных стальных ворот, для северного предусмотрены одностворчатые откатные ворота.

Весь комплекс сооружений спроектирован так, что он способен обеспечить высокую надежность и устойчивость к ветрам, волнам и ледовым полям. Он сможет выдерживать напор ураганного ветра, натиск ледовых полей толщиной до метра и общего гидростатического

давления до 1 млн. т. Считают: комплекс надежно защитит город даже от катастрофического подъема воды — больше пяти метров в устье Невы, — который, согласно расчетам, может происходить чрезвычайно редко — один раз в 10 тыс. лет.

Защитный комплекс избавит от наводнений не только Ленинград. Будут защищены Стрельна, Петродворец, Кронштадт, Ломоносов, Лисий Нос и другие населенные пункты на побережье Невской губы. Более того, по верху дамб предполагается проложить первоклассное шестирядное автомобильное шоссе, которое под судопропускными сооружениями пройдет в подводных тоннелях, а над во-

Макет судопропускного сооружения южного фарватера. Ширина этих главных морских ворот Ленинграда составит 200 м



допропускными сооружениями — по мостовым пролетам. Эта магистраль свяжет остров Котлин с северным и южным берегами залива и станет звеном автомобильного кольца вокруг Ленинграда.

Проектом предусматривается и дальнейшее развитие речного и морского судоходства — Ленинградский морской порт сможет принимать океанские суда водоизмещением свыше 100 тыс. т. А сами гидротехнические сооружения станут частью архитектурного ансамбля, что раскинется по северному и южному побережьям Невской акватории, и будут своеобразным фасадом, парадными морскими воротами Ленинграда.

Выравнивание береговой линии, углубление дна, ликвидация застойных мест и отчистка водопропускных и судопропускных сооружений будут способствовать улучшению проточности Невской губы. Санитарное состояние Невской губы будет определяться, конечно, не столько функционированием защитных сооружений, сколько качеством очистки хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в воды Финского залива. Поэтому сейчас реконструируются и расширяются городские очистные сооружения и строятся новые. В 1984 году сдан комплекс очистных сооружений на острове Белый, в 1986 году введен первый комплекс северных очистных сооружений в поселке Ольгино, они начали

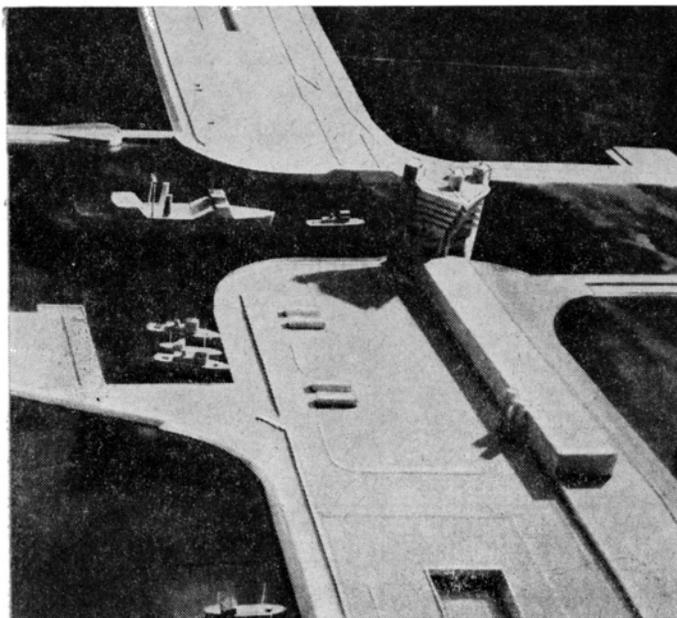
действовать в Петродворце, Красном Селе, Стрельне и Ломоносове. Строятся и локальные очистные сооружения на промышленных предприятиях. ...В октябре 1979 года в Кронштадт и на железнодорожные станции Горская и Бронка прибыли первые строители. Началась подготовка работ, которые намечено было вести в направлении к острову Котлин с северного и южного берегов залива. А для этого необходимо было создать базу: построить бетонные заводы, подъездные пути, обеспечить транспортом для перевозки строительных материалов, оборудования, техники. И, конечно, нужны были люди: механизаторы, сварщики, монтажники, строители, бетонщики, водники. Ведь предстояло выполнить грандиозный объем работ: доставить 26,5 млн. м³ песчаного и песчано-гравийного грунта, уложить 6,5 млн. м³ камня и щебня, около 2 млн. м³ бетона и железобетона, смонтировать 40 тыс. т металлоконструкций.

В строительстве комплекса защитных сооружений принимают участие более 60 органи-

заций и предприятий. В их числе управление «Ленгидроэнергоспецстрой», тресты «Севзапморгидрострой» и «Севзаптрансстрой», специализированные строительно-монтажные организации, промышленные предприятия, проектные и научные институты. Строительство нередко ведется в неблагоприятных погодных условиях, при почти ежегодных повышении уровня воды, зачастую сопровождающихся штормовыми ветрами, двух-трехметровыми волнами. Например, около уровня поста «Горный институт» подъем воды достигал в 1979 году 187 см, в 1982 — 100 см, в 1983 он доходил до 184 см, а в 1984 году поднимался даже на 231 см над нормальным нулем в Кронштадте.

Кроме погодных условий, немало было и других трудностей, особенно на первых этапах подготовки и начала строительства. Не хватало людей, жилья, транспорта. Но сейчас число рабочих и специалистов, работающих на строительстве,

с каждым годом растет. Активное участие в стройке принимает молодежь. ЦК



Судопропускное сооружение северного фарватера С-2 (макет).
Ширина пропускной части сооружения — 110 м

стигает 324 м, высота — 26 м. Наплавные элементы водопропускных сооружений изготавливаются в сухих доках и после затопления котлованов транспортируются на плавку к местам установки. В настоящее время ведется отсыпка дамб южного крыла, завершается создание перемычки котлована под строительство северного судопропускного сооружения. На сегодняшний день действует уже больше 150 объектов — железнодорожные станции, причалы, бетонные заводы, котельные, ремонтные базы, электростанции...

Самым трудным участком оказался, как и предполагалось, район возведения южного судопропускного сооружения и восьмикилометрового тоннеля под ним — главных объектов строительства. Глубина залива здесь больше десяти метров, но сейчас тут уже возведена двухрядная шпунтовая перемычка, отгородившая от моря площадь в один квадратный километр. Часть шпунтов со стороны моря для повышения надежности и прочности впервые в инженерной практике заменена стальными цилиндрами шестнадцатиметровой длины (диаметр каждого 15 м), а масса их достигает 60 т. Цилиндры свариваются на берегу и плавучим краном доставляются на место установки, затем заполняются песком. Новый метод дает большую экономию. При установке 60 таких цилиндров экономится 3,5 т металла.

ВЛКСМ объявил стройку ударной, комсомольской. Первый комсомольский отряд прибыл в Кронштадт 29 октября 1979 года, а меньше чем через год, 1 октября 1980 года, уже была начата отсыпка дамбы от станции Горская к Котлину.

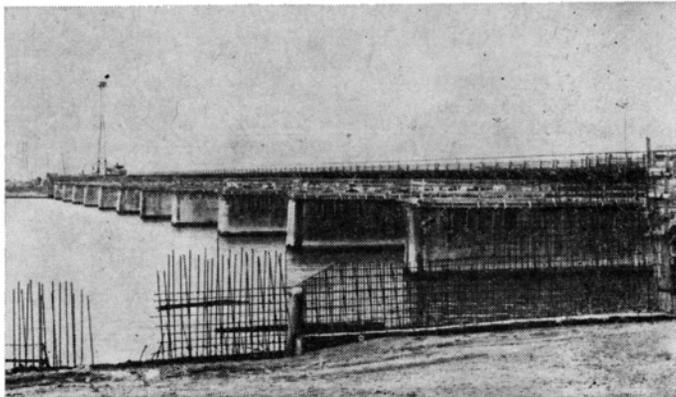
В 1982 году начали строительство водопропускных сооружений, к 1983 — создали первоочередные объекты: базы, подъездные пути, асфальтовые и бетонные заводы. Проложили новый морской восьмикилометровый канал от северного фарватера до причалов станции Горская. В августе 1983 года не через этот временный канал, а через отвод от него был перекинут мост почти двадцатиметровой высоты — в створе защитных сооружений. Мост посреди залива, казалось бы, необычный и непонятно зачем построенный, был необходим для введенной позднее в строй автотрассы Гор-

ская — Котлин, по которой ныне доставляются строительные материалы.

В 1984 году были сданы объекты, имеющие важное значение для последующего хода строительства. Это водопропускное сооружение В-6 у станции Горская, а также подъездные пути к строительству от нее. Размах работ впечатляет: к концу 1984 года была завершена отсыпка нескольких дамб, а их общая протяженность составила свыше 15 км. Кульминационной датой строительства стало 29 декабря 1984 года, когда наконец остров Котлин оказался соединенным с материком.

С 1985 года фронт работ еще больше расширился. Теперь строительно-монтажные работы ведутся на всех водопропускных сооружениях, на двух уже смонтирована основная часть оборудования. Размеры сооружений внушительные, например длина одного из них до-

На строительстве водопропускного сооружения В-6. Общая длина его — 330 м, ширина каждого из двенадцати отверстий-каналов для пропуска воды — 24 м



К 7 ноября 1987 года будет завершен первый этап работ. Высота дамб достигнет 3,0—4,5 м над уровнем залива, и это уже надежная защита от часто повторяющихся наводнений с подъемом воды до 2,2 м над Кронштадтским нормальным нулем. Несмотря на трудности, строительство ведется ударными темпами. Так, первое водопропускное сооружение строили почти три года. Используя опыт его возведения, сле-

дующее такое сооружение построили в три раза быстрее. Ввод в строй всего комплекса сооружений защиты Ленинграда от наводнений намечен на XIII пятилетку. Тогда же будет открыто регулярное движение

по автомагистрали. Мощный гидротехнический комплекс станет надежной преградой на пути водной стихии к городу Ленина.

Одна из крупнейших на планете

На территории Западного Узбекистана в 1979—1983 годах была обнаружена крупная электромагнитная аномалия. Находящаяся в 5—10 км от земной поверхности, она имеет ширину 50—100 км и простирается в юго-восточном направлении в пределах Южно-Тянь-Шаньской горной системы — от низкогорья Тамдытау до западных районов Туркестанского и Зеравшанского хребтов. В целом земная кора этого региона содержит обширную, хорошо проводящую зону, сравнимую по размерам с Печенгской электропроводящей структурой на Кольском полуострове.

Магнитотеллурические и магнитовариационные исследования выполнялись здесь

объединением «Узбекгеофизика», Ташкентским государственным университетом, институтами сейсмологии и геологии АН СССР при участии Московского государственного университета и Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР. Выяснилось, что суммарная продольная проводимость пород в районе Южно-Тянь-Шаньской электромагнитной аномалии достигает 350 000 См, такая интенсивность электропроводности в практике магнитотеллурических исследований встречается впервые.

По мнению исследователей, причина аномалии — углеродные и сульфидные образования, которыми богаты местные черносланцевые породы. Поскольку наличие углерода часто считается признаком рудообразования, то изучение Южно-Тянь-Шаньской электромагнитной аномалии может дать основу для прогнозирования рудных месторождений в Западном Узбекистане.

Известия АН СССР: Физика Земли, 1986, 7





Метеориты — архитекторы лика Земли?

Сведения о количестве геологических структур на земной поверхности, «подозреваемых» в космическом происхождении, непрерывно изменялись. Одни исследователи говорили о тысячах кратеров, скрытых в недрах; некогда они образовывали на земной поверхности «лунный ландшафт», а потом, в течение миллиардов лет, скрылись под осадочными породами. Другие сокращали их число до нескольких сотен. В публикациях последних лет говорится примерно о ста надежно установленных ударных геологических структурах — астроблемах, как их называют. О них уже писал наш журнал [Земля и Вселенная, 1975, № 6, с. 13.— Ред.]

На 27 Международном геологическом конгрессе, проходившем в 1984 году в Москве, вновь обсуждался вопрос об интенсивной бомбардировке поверхности планетных тел метеоритами, в том числе и очень крупными — планетезималями [зародышами планет]. На основе методов сравнительной планетологии видные ученые показали, что сильный «обстрел» планет пришелся на самый начальный период их жизни и стал важным этапом их формирования. Член-корреспондент АН СССР В. Л. Барсуков считает, что «интенсивность бомбардировки была так велика, что она приводила к возникновению сначала мелких,

а затем и крупных очагов плавления, сливавшихся в приповерхностный общепланетарный магматический океан.

Проблему метеоритного «обстрела» Земли нельзя, конечно, считать окончательно решенной. В публикуемой ниже статье приводятся дополнительные доказательства в пользу бомбардировки нашей планеты метеоритами, но главное — с новых позиций оцениваются последствия такой бомбардировки для ее геологической истории.

КОСМИЧЕСКИЙ «ОБСТРЕЛ» ЗЕМЛИ

«Парадокс заключается в том, что современный рельеф зачастую — кратерный, однако эта его особенность может проявиться лишь при фотосъемках, выполняемых в космическом освещении. При космических фотосъемках, выполненных в таких условиях, это становится особенно наглядным. Казахстанский мелкопочник представляется как рельеф, практически неотличимый от кратерного рельефа Луны, Меркурия, Марса. В этом же легко убедиться, наблюдая с самолета ранним утром или перед закатом различные районы палеозойского щита Казахстана... Общее количество космогенных кольцевых

структур на поверхности Земли чрезвычайно велико». Так пишет в своей книге «О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах» кандидат геолого-минералогических наук Б. С. Зейлик. В книге речь идет не просто о том, что астроблем очень много, а о том, что большинство кольцевых структур образовано в результате космических ударов. Утверждается определяющая роль метеоритной бомбардировки в формировании лика Земли. Именно она называется главным «архитектором» внешней оболочки нашей планеты.

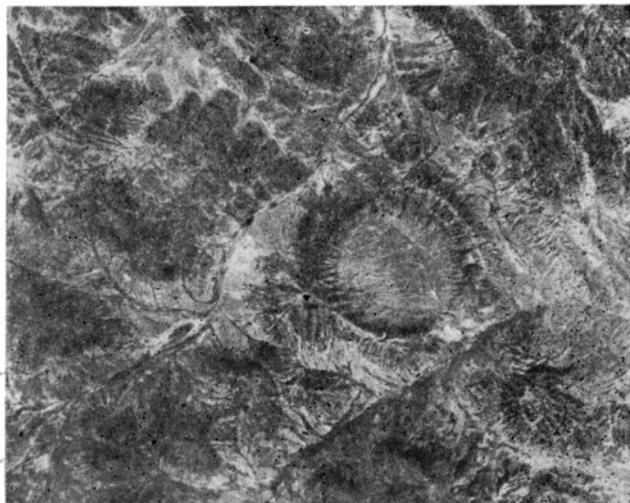
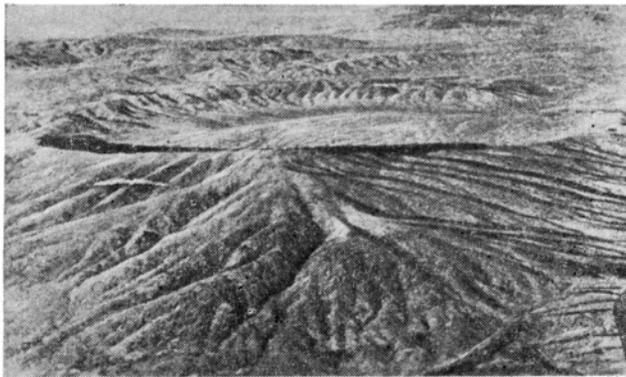
Таким образом, утверждает новая тектоника — ударно-взрывная. За ней автор числит не только образование округлых структур в земной коре — здесь он не первооткрыватель, — но и формирование гор, возникновение геосинклиналей, появление рифтовых зон, которые являются основополагающим элементом тектоники литосферных плит.

Кандидат геолого-минералогических наук Б. С. Зейлик работает на территории Казахстана, именно изучение казахстанских недр и привело его к мысли о большой роли внеземных сил в их формировании. Недр республике давно изучаются геофизическими методами, дистанционно — с самолетов и из космоса, скважинами различной глубины.

Один из метеоритных кратеров, обнаруженных на территории Казахстана. На нижнем снимке — вид его сверху

К тому же по степи не так уж трудно добраться в любое интересующее исследователей место. Скажем, на геологической карте какого-то района обнаружено понижение — до него легко доехать на автомобиле или завернуть туда попутно, во время полевых работ, чтобы взять образцы и пробы, провести общий осмотр. Все это и позволило казахстанским геологам собрать и проанализировать обширный материал, послуживший фундаментом новой гипотезы.

Они исходили из предположения, которое все более признается геологами: Земля не является закрытой мишенью для метеоритного «обстрела» из космоса. Было время, когда геологи наделяли нашу планету рядом исключительных свойств, в том числе метеоритной «неуязвимостью». Но сегодня телескопы и космические снимки фиксируют на соседних планетах значительное количество ударных кратеров, есть они даже на спутниках Марса — Фобосе и Деймосе. Кратеры — самая распространенная форма рельефа на Луне, Меркурии, Марсе, спутниках Юпитера и Сатурна. Размеры их — от метров до тысячи километров в поперечнике, а строение весьма характерно: кратер обрамлен насыпным валом кольцевой формы, внутренний склон вала круче внешнего, днище плоское или чашеобразное, а в крупных кратерах в центре возвышается горка. На Марсе обнаружены гигантские



ударные структуры, достигающие в поперечнике почти двух тысяч километров.

Конечно, наша планета уникальна развитием на ней жизни организмов, она окружена атмосферой, имеет гидросферу. Но это еще не доказывает, что Земля защищена от интенсивной метеоритной бомбардировки. На Венере атмосфера в сто раз плотнее, однако и на этой планете обнаружены метеоритные кратеры. Возможно, уникальна и геологическая жизнь Земли, протекающая бурно. За какие-нибудь сотни миллионов лет совершенно изменился облик планеты, почти

стерлись с нее космические «оспины». И все-таки некоторые из них сохранились: около сотни кратерных отметин обнаружено на земной поверхности. В Европе их насчитывается 30, в Северной Америке — 26, в Африке — 18, в Азии — 14, в Австралии — 9, в Южной Америке — 2.

Обратимся вновь к книге Б. С. Зейлика и рассмотрим изложенные в ней аргументы, доказывающие внеземное происхождение гигантских кольцевых структур Казахстана или гиаблем (так их называет автор).

Ишимская гиаблема в Север-

ном Казахстане. Она обладает отчетливым радиально-кольцевым строением, поперечник — 700 км, толщина земной коры в ее пределах равна 35 км, что на 10—15 км меньше обычной для данной территории. В центре обнаружены магнитная и гравитационная аномалии, здесь же расположен центральный купол, где породы более древние по сравнению с соседними. Структура окружена дугообразными складками.

Прибалхашско-Илийская гиаблема. Ее поперечник — 600—700 км, вся она четко очерчена магнитной аномалией в виде гигантского эллипса поразительно правильной формы, в центре обнажаются наиболее древние в регионе горные породы. Вблизи горы Итмурунды открыто одно из немногих в мире промышленное месторождение камня жадеита, который мог образоваться при давлении до 18—25 килобар (такие давления возможны на глубинах 55—80 км).

Токрауская кольцевая структура диаметром 220—250 км. Здесь также обнаружены резкое «похудание» земной коры, магнитные аномалии, найдены импактиты — осколки застывшего расплава, в зернах кварца под микроскопом видны параллельные линии, необычные для этого минерала.

Все геологические факты, конечно, можно объяснить и с позиции традиционных представлений о развитии земной коры в пределах Казахстана. Однако с известными допущениями. И напротив, они позволяют более простое и разумное толкование, если предположить, что гиаблемы образовались в результате ударов космических тел.

В центральных зонах гиаблем найдены наиболее древние в регионе породы. Словно гвоздь, протыкают они многокилометровую толщу, сформировавшуюся гораздо позднее. Что это — породы опустились, и «гвоздь» проткнул их? Или внезапно, толчком продвинулся наверх, преодолев сопротивление вышележащих пластов? Но если на это место пришелся удар метеорита, астероида или кометы, то появление останца древних образований в верхней части земной коры вполне объяснимо. Так отреагировала она на удар и последующий взрыв, отреагировала, как водная поверхность, на которую упал камень. Упругая реакция земной коры в результате космического взрыва подобна всплеску воды. Здесь на поверхность «выплеснулись» лежащие глубоко внутри горные породы, они и сложили характерный для всех взрывных структур центральный купол. Позднее они еще больше продвинулись вверх, потому что объем и масса лежащих над ними «этажей» уменьшились — их сокрушил и развеял взрыв. Соседние тяжелые блоки выдавили облегченную часть, потому что «похудела» в этих участках земная кора, ее нижняя граница оказалась здесь ближе к земной поверхности, чем по соседству.

Аномалии магнитного поля, приуроченные к центральным куполам, рождены все тем же процессом: к центру «мишени» подтянулись снизу магматические тела, обладающие магнитным полем, отличным от окружающего. Например, в центре Токрауской структуры «подплыл» из глубин мантии к поверхности массив основных пород площадью 650 км². Он

обладает положительным магнитным полем, в то время как рядом оно сплошь отрицательное.

Радиальные и кольцевые разломы земной коры обычно делят гиаблемы на секторы. Если на листе бумаги вычертить только эти разломы, мы увидим знакомый многим рисунок разбитой тарелки, на которую с силой надавили посередине. Геологические «битые тарелки» могли возникнуть при одном-единственном условии — мощном ударе по данному участку земной коры.

И, наконец, об изменениях самого вещества горных пород. Многие специалисты считают их наиболее надежным признаком космического удара. В казахстанских гиаблемах полный набор таких изменений. Среди них жадеит, рожденный в условиях высочайших давлений; параллельные линии на зернах кварца — линии пластического течения вещества, возникающие при еще более высоких давлениях; специфические минералы; изменения горных пород и многое другое. В пробах, в шлифах под микроскопом геологи находили верные приметы той обстановки, которая возможна лишь в условиях удара и взрыва.

КАМЕННЫЕ ВОЛНЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Признав Казахстан полигоном космической бомбардировки, естественно предположить, что ей подвергалась и остальная территория Советского Союза. Рассматривая с этих позиций карту аномалий магнитного поля страны, специалисты обнаружили один за другим признаки гигантских геологических кругов и эл-

липов. Самая крупная структура такого типа — Верхояно-Колымская, ее размер по большой оси эллипса 2100 км, по малой — 1700 км. Такому же анализу подверглись и зарубежные территории. В результате была создана схематическая карта мира, сплошь усеянная гиаблемами, еще побольше Верхояно-Колымской. На первое место по величине среди этих гиаблем претендует... Тихий океан. Структура гравитационного поля его дна — это структура «битой тарелки», центр ее — Гавайские острова, где находятся крупнейшие на Земле вулканы Мауна-Лоа и Килауэа. Другая гиаблема охватывает Черное море, Восточное Средиземноморье, полуостров Малая Азия. Методами сейсморазведки в акватории Черного моря открыт странный стык кристаллического фундамента и осадочного чехла. Возник он вследствие катастрофического опускания пачки пла-

стов на семь-восемь километров. Такое опускание почти невероятно. Только под ударом космического тела может произойти подобная перестройка. В гальках с пляжей курорта Сочи обнаружены в зернах кварца и параллельные линии пластического течения.

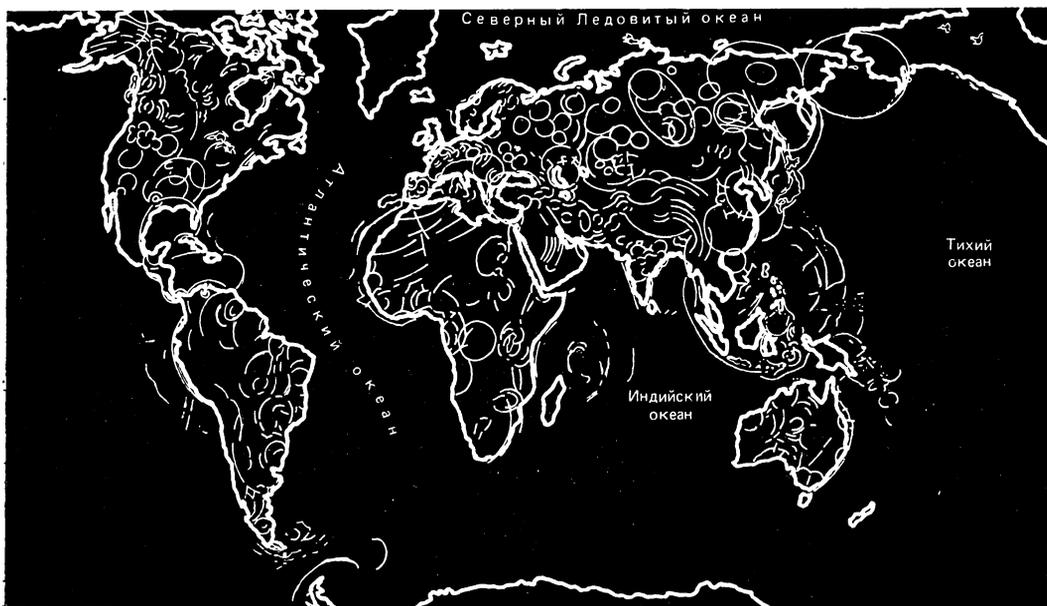
Антарктида — центральный купол гиаблемы в южном полушарии планеты. Гренландия — купол гиаблемы Северного полярного бассейна...

Наблюдения такого рода распространили и за пределы земного шара. Были сопоставлены фотокарты земных территорий и некоторых участков соседних планет. Они во многом оказались похожими, на них отчетливо видны следы космической бомбардировки.

«Где бы ни происходил удар, как и при ударе камня о воду, во все стороны распространяются волны, а в центре появляется всплеск. Так было и здесь», — пишет английский ис-

следователь Р. Болдуин о возникновении Моря Дождей на Луне. По его расчетам, гигантский астероид на большой скорости врезался в поверхность Луны. В месте столкновения взрыв образовал кратер диаметром 700 км, окруженный сеткой радиальных разломов. Вскоре купол осел, а вся центральная область опустилась на несколько тысяч метров. При дальнейшем опускании внутренней части образовалось основное кольцо разломов и гигантский откос. На Марсе замечена блюдцеобразная гиаблема Эллада с поперечником 1700 км, на Меркурии — Море Жары с поперечником 1300 км. Следы космических бомбардировок наблюдаются на всех планетах, во всех их районах, которые удалось посмотреть «рассмотреть» специалистам. Метеоритным

Космогенные структуры на карте мира



структурам на поверхности Земли и планет посвящены работы К. П. Станюковича, В. Л. Масайтиса, В. А. Бронштэна и других советских ученых.

Удары космических тел о поверхность Земли не могут, конечно, пройти бесследно для верхних оболочек планеты. Они оставляют кратеры на поверхности, взбудораживают верхнюю мантию, влияют на ход глубинных процессов. Температура во многие тысячи градусов и давление в миллионы атмосфер обрушиваются на тот или иной участок земной коры и буквально потрясают его. Под таким воздействием на площади в тысячи квадратных километров земная кора ослабляется. Туда поступают магматические тела, глубинные растворы, что в итоге приводит к активизации вулканической деятельности.

В рамках концепции тектоники литосферных плит предполагается, что архитектуру земной коры определяет движение ансамбля гигантских блоков литосферы, несущих на себе моря и континенты, и множества более мелких плит. Но как зародились эти блоки? Скорее всего они возникли при расколе литосферы, обусловленном катастрофическими космогенными взрывами. Иными словами, удар метеорита или астероида, нарушая целостность земной коры в какой-то точке, как бы намечал место будущего разлома, давал ему первоначальный импульс. Именно в точке удара и взрыва глубинная энергия Земли легче находила выход наружу, а там окаменевшая верхняя оболочка не могла ее сдерживать и давала трещину, которая потом увеличивалась на тысячи

километров. Но зародышами разломов, их началом, служили удары космических тел.

Тектоника литосферных плит, считают многие геологи, не может объяснить, почему дугообразную форму имеют многие складчатые сооружения — Гималаи, Перуанские Анды, Карпаты, Западные Альпы. С позиций же ударно-взрывной тектоники они и должны иметь именно такую форму. Ведь это каменные волны земной коры, возникшие в ней в результате мощных ударных потрясений. Еще одно подтверждение подобной точки зрения — островные дуги на океанических окраинах, которые могли образоваться как результат скупивания материала земной коры по периферии космогенных структур.

Не так давно в журнале «Доклады АН СССР» появилась статья «О признаках космогенных взрывов на медно-порфировых месторождениях Актогай и Айдарлы (Южный Казахстан)». Представил ее в журнале академик В. И. Смирнов — глава советских геологов-рудников. Авторы статьи Б. С. Зейлик, С. А. Литвинцев, Э. Ю. Сейтмуратова на примере двух медно-порфировых месторождений показывают роль космических ударов в формировании рудных залежей. В статье приводится длинный список симптомов удара и взрыва, которые произошли некогда на «пятачке» каждого месторождения. Там обнаружены и округлые впадины, ооконтуренные валом, и концентрическая зональность, и структура «битой тарелки», и специфические изменения минералов, в частности линии пластического течения в зернах кварца, и даже метеорит-

ное вещество.

Авторы обработали на ЭВМ данные многочисленных наблюдений, проведенных методом телефотометрии в нескольких десятках скважин. Они определили ориентировку в пространстве до десяти тысяч прожилков, трещин и разрывных нарушений в объеме рудного тела месторождения Актогай — все оказались закономерно ориентированными. Авторы статьи сделали вывод, что месторождения Актогай и Айдарлы появились благодаря катастрофической бомбардировке метеоритами. Они спровоцировали приток в районы мишенной рудообразующего вещества, которое потом затвердело. Капли метеоритного вещества рассеялись в горных породах, были впрыснуты в них и могли сыграть роль «затравки» в период отложения руд — во круг них и нарастала руда.

Актогай и Айдарлы — не исключение. Казахское медное месторождение Коунрад находится также в пределах кольцевой структуры. Понижения в земной коре ударно-взрывного происхождения можно, по-видимому, считать поисковым признаком. Этот вывод — первое практическое следствие ударно-взрывной тектоники.

АЛМАЗЫ ПАДАЮТ С НЕБА?

Кандидат геолого-минералогических наук, начальник геолого-геохимической экспедиции Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов Министерства геологии СССР Ю. А. Бурмин около тридцати лет занимается поисками и изучением россыпных и коренных месторождений алмазов. Он работал на Урале, в пределах Русской платформы

и в Сибири. На дне астроблем, пишет ученый, «иногда встречаются мелкие алмазы в виде бесформенных мутноватых зерен, а то и пластинок с оплывшими краями и едва заметными гранями». Среди них — и минерал лонсдейлит, который доставляют на Землю метеориты. Его присутствие можно считать своеобразной минералогической визитной карточкой космических «пришельцев».

Небольшие алмазики, возникшие вследствие взрыва, были обнаружены в гигантском метеоритном кратере на Сибирской платформе, там же был найден лонсдейлит, а позже этот минерал удалось найти в россыпях Украины, Русской платформы и Казахстана. Ю. А. Бурмин отмечает, что алмазы, возникшие при ударе метеоритов о земную поверхность, обладают той же структурой, что и синтетические, получаемые ударным сжатием графита.

Еще одно доказательство важной роли метеоритной бомбардировки дала кандидат геолого-минералогических наук И. А. Нечаева, сотрудник того же института. Она досконально исследовала минералы центральной части Кольского полуострова и обнаружила в них большую группу признаков, свидетельствующих буквально о небесном камнепаде в этом районе.

Вот эти признаки. В горных породах присутствуют минералы в виде капелек и шариков. Они могут образоваться только в свободном пространстве, а их состав лучше всего объяснить как результат взрывного плавления с испарением одних элементов и накоплением других. Пузырчатые минеральные образования прямо указывают

на их рождение при высочайших давлениях. В рыхлых отложениях присутствуют рудные шарики, обогащенные никелем. Это тоже «дар» космоса. Обугленные растительные остатки в горных породах возникли при воздействии высокой температуры, причем нагрев был кратковременным.

И. А. Нечаева отмечает чрезвычайно широкое распространение кольцевых структур разных диаметров — с развитием мелких форм на более крупных, так что практически не остается «окоп». Она также приводит данные других геологов, утверждающих, в частности, что камнепад во Флориде охватил площадь в 200 тыс. км². Космические тела дробятся еще в полете, сталкиваясь друг с другом, и движутся роями. При входе в земную атмосферу процесс дробления усиливается и возникает метеоритный дождь.

Бомбардировка из космоса крупными метеоритами может приводить к образованию кольцевых трещин, которые рассекают всю толщу земной коры, а значит, нарушают равновесие в подкорковом субстрате и открывают магме путь вверх. Явление получило название «триггерного магматизма». Иными словами, потрясение земной коры, ее раскрытие служит спусковым механизмом (триггером) для прорыва в верхние слои расплавленного вещества*. Зияющие трещины, подобно насосам, могут затягивать в свои полости разжиженное (в результате быстрого спада давления) вещество ман-

ти или глубоких областей земной коры. Именно глубинные трещины способны быть подводящими каналами для вулканов, недаром они так часто соседствуют с метеоритными кратерами.

Таким образом, говорит И. А. Нечаева, многие месторождения полезных ископаемых, возникшие вследствие притока магмы, можно считать порождением метеоритной бомбардировки. Не исключено, что некоторые апатитовые месторождения образовались после поражения участка земной коры метеоритным дождем. Некоторые рудоносные комплексы отложились из расплавов, которые были выжаты из горных пород взрывами и доведены до пластического состояния. Взрывы способны совершенно преобразовать вещество, даже нарушить связи внутри атомов. Например, кое-где встречается в горных породах одновалентный свинец. Экспериментально его получали в лабораториях, воздействуя взрывом. В природных условиях он, видимо, тоже появился в результате взрыва, иначе никак не удастся объяснить его присутствие.

И. А. Нечаева приписывает взнезменное происхождение некоторым видам полезных ископаемых. Несмотря на то, что большая часть вещества крупных метеоритных тел испаряется при ударах о Землю, его можно обнаружить. Часть доставленного на нашу планету вещества, конечно в преобразованном виде, остается в зоне взрыва и смешивается с породами мишени. Так могли появиться на Земле никель, железо, иридий, осмий, платина и другие элементы. Могут встречаться в зоне взрыва самород-

* Эта идея была высказана впервые К. П. Станюковичем и В. А. Бронштэном в докладе на международном симпозиуме «Луна» в 1960 году.

ные алюминий, кадмий, титан... И некоторые из них уже найдены.

Возможно, на нашу планету падали крупные астероиды — до тысячи километров в поперечнике. Они настолько сильно «ранили» верхние горизонты, что в земной коре и даже в верхней мантии могли возникнуть и долго сохраняться следы их падения. Так, различие в строении Тихого и Атлантического океанов вполне логично объясняется именно такого рода катастрофами.

Идеям, изложенным в настоящей статье, возможно,

свойственно преувеличение роли метеоритной бомбардировки в геологической истории нашей планеты. Нужно сказать, что ударные структуры — сравнительно редкие образования в земной коре, к тому же и размеры их не превышают нескольких десятков километров.

Крайности во взглядах на метеоритную бомбардировку Земли — это, вероятно, своеобразная реакция на отрицательное отношение к ней в недалеком прошлом. Но время, когда необходимо было внедрять новые идеи в геологические исследования и разведоч-

ные работы, давно прошло, сейчас эти идеи уже никто не отрицает. Поэтому гораздо важнее трезво оценить роль процессов метеоритной бомбардировки и их последствий, изучить для того, чтобы с успехом использовать в повседневных геологических изысканиях.

Нет сомнений, что время произведет необходимую селекцию изложенных здесь идей, отберет все ценное в ударно-взрывной тектонике и устраним ее нынешние излишества.

Когда проснется вулкан Карымский?

Давно замечена связь между изменениями содержания радиоактивного газа радона в термальных источниках и сейсмической и вулканической деятельностью. И хотя механизм такой связи до конца не ясен, ее можно объяснить возрастанием давления в зонах очагов. В окружающих горных породах при этом образуются многочисленные трещины, что сопровождается упругими колебаниями, в частности ультразвуковыми. Ультразвук способствует усиленному выделению газа из пород, в том числе и радона, и ускоряет его движение по трещинам.

Изменение концентрации радона при подготовке вулканических извержений в принципе можно использовать для их прогнозирования. Однако трудно обеспечить непрерывные и достаточно точные измерения радона в водах и почвенных газах с помощью существую-



щей серийной электронной аппаратуры. В последнее время появился новый инструмент таких измерений — диэлектрические детекторы. Их разновидность — альфа-чувствительные нитроцеллюлозные детекторы — уже несколько лет применяются для замеров на вулкане Карымском, одном из самых активных в Курило-Камчатском регионе. У его южного подножья, в трех километрах от кратера, сосредоточены многочисленные источники слабоминерализованных и слабощелочных вод. Один из «кипящих» источников, где бурно и обильно выделяется газы (он располагается в озере Теплом), был выбран в качестве первой точки измерения радона. Вторая точка — на сейсмостанции «Карымская», в стороне от вул-

кана, а третья — примерно в 300 м от кальдерного шва (внутренняя стенка воронки взрыва древнего вулкана).

Измерения и анализ результатов проводили сотрудники Объединенного института ядерных исследований Г. Н. Флеров, А. М. Чирков, С. П. Третьякова, Л. В. Джолос и К. И. Меркина. Было показано: изменения содержания радона в термальных источниках и почве, зарегистрированные на Карымском вулкане диэлектрическими детекторами, указывают на тесную связь между выделением радиоактивного газа и состоянием вулкана. Эти наблюдения охватили период затухания вулканической деятельности и перехода к стадии покоя. Наблюдения продолжают и цель их — уловить начало возрастания концентрации радона, что, вероятно, даст знать о подготовке нового извержения.

Известия Академии наук:
Физика Земли, 1986, 3



Кандидат технических наук
М. Д. НУСИНОВ
Кандидат биологических наук
С. И. ГЛЕЙЗЕР

Кометы и происхождение жизни на Земле

Поскольку химическая эволюция предшествовала биологической, это, по-видимому, означает, что сложные продукты, образованные на стадии химической эволюции в космосе, должны были в той или иной степени использоваться при возникновении («конструировании») самых первых, простейших видов биологической жизни на Земле, а именно — одноклеточных микроорганизмов.

В настоящее время наметились два возможных способа участия комет в этом процессе: или занос на Землю органических соединений, или... самих живых организмов (вирусов, бактерий).

ТРАНСПОРТИРОВКА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Как считал еще В. Г. Фесенков и полагает теперь известный специалист по исследованию комет А. Дальземм (США), кометы являлись просто переносчиками биологически важных химических соединений из межзвездного пространства на Землю. Ныне в межзвездных газопылевых облаках, а также в кометах астрономы обнаружили уже свыше 50 различных химических соединений, большинство из них — органические. Как отмечают А. Ласкано

Араухо и Дж. Оро (США), «в высшей степени примечательно, что среди отождествленных межзвездных химических соединений обнаружены именно те, которые либо использовались, либо образовывались в лабораторных экспериментах по моделированию предбиологического органического синтеза» (сб. Кометы и происхождение жизни. М.: Мир, 1984).

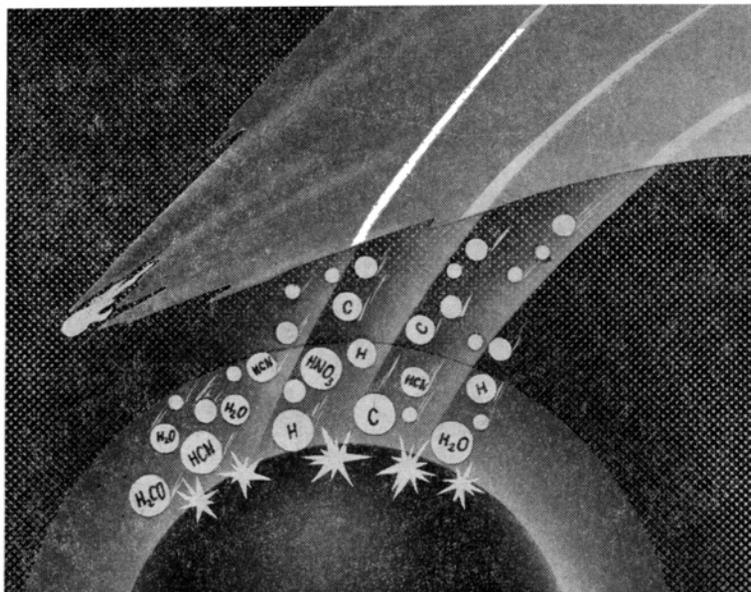
Действительно, H_2 , H_2O , NH_3 , CO , HCN , H_2CO и некоторые другие вещества можно рассматривать в качестве предшественников практически всех биохимических соединений, находящихся в живых биологических системах.

Академик В. И. Гольданский показал, что в газопылевых межзвездных облаках, вероятно, способны осуществляться даже процессы низкотемпературной ($\sim 10-20$ К) полимеризации. В частности, возможность образования полиформальдегида при очень низких температурах подтверждена им в лабораторных экспериментах.

В ходе возникновения Солнечной системы сложные молекулы могли сохраниться неповрежденными, по-видимому, только на периферии протосолнечной туманности (в облаке Оорта), а уже оттуда транспортироваться кометами

(«кометозималями») на Землю.

Однако в цепи рассуждений об осуществимости переноса на Землю химических соединений, образованных в космосе, имеется ряд неясностей. Главная из них: насколько реально попадание таких химических соединений на предбиологическую Землю в неповрежденном виде? Ведь если в роли своеобразного «транспорта» выступали кометы, то этот процесс в немалой степени должен был сопровождаться высокоскоростными ударными явлениями ($v \gg 1$ км/с) и мог приводить к разрушению подобных соединений. А поэтому можно уверенно говорить о привносе кометами на Землю лишь H , C , N , O и некоторых других химических элементов, а также простейших соединений, которые способны были затем участвовать на земной поверхности в повторных синтезах исходных сложных химических веществ. Так, Л. М. Мухин и М. В. Герасимов предполагают, что только последующие поколения исходных кометных органических соединений оказались в состоянии участвовать в предбиологических синтезах на древней Земле. С другой стороны, имеются экспериментальные данные американских ученых К. Сагана и А. Бар-Нуна о синтезе аминокислот в ударных волнах.



Комета не могла приносить на Землю живые организмы (вирусы, бактерии) неповрежденными, даже если предположить, что они образовывались и сохранялись до поры до времени в кометных недрах

Рисунок А. В. Хорькова

В модельных экспериментах М. В. Герасимов, Л. М. Мухин и М. Д. Нусинов показали возможность синтеза большого набора углеводородов в плазменных образованиях, сопровождающих высокоскоростные удары твердых тел о мишени из горных пород и минералов. Это подтверждает идею, что ударные процессы могут не только разрушать, но и создавать новые элементы и даже соединения.

В 1984 году в Москве, на 27 Международном геологическом конгрессе, профессор Дж. М. Гринберг (Нидерланды) в качестве альтернативы сообщил, что привнос некоторого количества сложных молекул, способных привести к появлению первых живых организмов на самых ранних этапах земной эволюции, с большей степенью вероятности может быть связан с межзвездной пылью, нежели с кометами. Реализоваться такой процесс мог при прохождении Солнечной системы

через межзвездные газопылевые облака.

Оценки показывают: лишь в одном случае органика из космоса сумела бы попасть на поверхность юной Земли неразрушенной — если палеоатмосфера Земли была плотной, а межзвездные частицы имели размер намного меньше микрона. Тогда при прохождении частицы через атмосферу скорость теплоотдачи частицы будет превалировать над скоростью ее нагревания. Только в этом случае органические молекулы окажутся неповрежденными.

А. Б. Стефанович и М. Д. Нусинов рассчитали, что объектом в Солнечной системе, куда способны попадать низкоскоростные ($v \sim 1$ км/с) межзвездные пылинки, может быть, например, Фобос — спутник Марса (где сложные химические соединения, синтезированные на пылинках, вероятно, сохранялись бы неповрежденными).

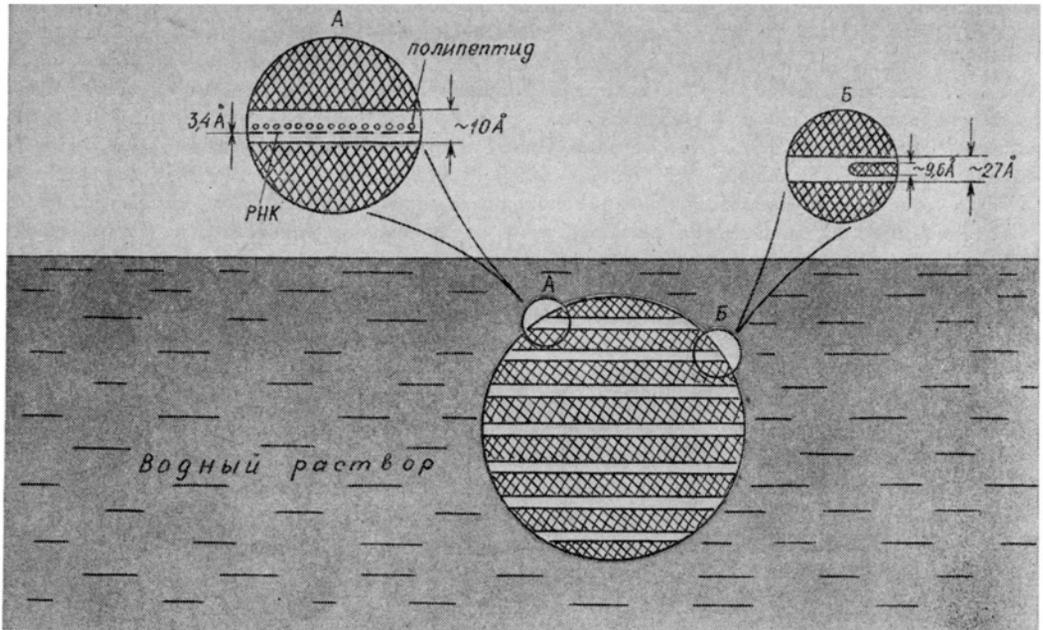
Но в целом вопрос, насколько

реальна преемственность продуктов эволюции материи на химической стадии в космосе и биологической стадии на Земле, остается по-прежнему открытым.

ЖИВОЕ — ИЗ КОСМОСА?

Некоторые ученые (Ф. Хойл и С. Викремсинг) участие комет в происхождении жизни на Земле связывают с гипотезой о непосредственном зарождении биологических форм жизни (вирусов, бактерий) в недрах комет и о последующей транспортировке этих клеток на Землю внутри кометных метеоритных частичек в «спящем» состоянии — анабиозе (Земля и Вселенная, 1981, № 6, с. 57.— Ред.).

Большинство ученых скептически относятся к данной гипотезе, так как высокоскоростные взаимодействия метеоритных частиц с Землей (или земной палеоатмосферой) должны приводить к гибели



На схеме изображены некоторые детали доклеточной стадии биологической эволюции, протекавшей на глинистых зернах реголита ранней Земли. Простейшие органические вещества (азотистые основания, фосфаты, сахара — их-то как раз и могли занести на Землю кометы) время от времени попадали в межслой глиняных частиц, которые плавали в водном

растворе, содержащем помимо всего прочего смесь аминокислот. Здесь, в межслое, вещества начинали активно адсорбироваться (этот процесс выделен буквой А). Образовавшаяся затем в результате синтеза молекула РНК, соприкасаясь в зазоре межслоя с водным раствором (возникал своего рода проточный химический

«микрореактор»), могла катализировать образование полипептидов — белковоподобных полимеров из аминокислот. Одновременно в других межслоях глиняной частицы продолжались, как обычно, репликативные синтезы самих глинистых слоев (это выделено на схеме буквой Б). Размеры, указанные на схеме, были установлены в ходе лабораторных экспериментов

подавляющего большинства их микроскопических «пассажи-ров». В гипотезе Хойла и Викремасинга отсутствует также модель зарождения вирусов и бактерий в кометах — ученые лишь ограничиваются констатацией того, что условия внутри комет в какой-то мере могут напоминать условия (в деталях, пока неизвестные), которые необходимы для существования примитивных биологических форм жизни на Земле.

Некоторые другие косвенные

аргументы этой точки зрения также не выдерживают серьезной критики. Так, Хойл и Викремасинг убеждены в возможности длительного (по геологическим меркам) существования жидкой воды в кометах, без чего, по-видимому, не реально ни зарождение, ни существование биологических форм жизни. Однако А. Дальземм доказывает, что сравнительно длительное существование жидкой воды как на поверхности кометы, так и в

ее ядре маловероятно. (Предварительный анализ результатов эксперимента «Вега» пока не дал иных, более «утешительных» выводов.) То есть «маленький теплый пруд» (по образному выражению Ч. Дарвина — место, где биологическая жизнь действительно могла зародиться) скорее всего находился на самой древней Земле. Кроме того, живые клетки, попадая в космический вакуум, должны были «взрываться».

Пример более последовательного подхода к модели зарождения биологических форм жизни, но зарождения уже на Земле, демонстрирует работа А. Ласкано-Араухо и Дж. Оро, где отмечается, что возникновение первых живых организмов могло произойти при адсорбции полинуклеотидов и полипептидов на поверхности глин. Опираясь на сходные воззрения, английский биохимик А. Кэйрнс-Смит разработала сценарий перехода на ранней Земле химической эволюции в биологическую на основе глин (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 85.—Ред.). Такая модель достаточно полно соответствует эволюционным представлениям, изложенным выше. Хотя она и не может считаться окончательной. Один из авторов статьи — М. Д. Нусинов вместе с другими советскими специалистами недавно разработал несколько иную последовательность начального перехода химической эволюции в биологическую на «примитивной» Земле. Здесь также важную роль играют глины и жидкая вода. Ключевой момент этого сценария — когда в межслое глинистой реплицирующейся «клетки» появлялась РНК-подобная молекула, синтезированная **абиогенно**. В состав этой молекулы входили преимущественно правоориентированные

сахара, которые, как показал эксперимент, значительно лучше адсорбируются на глине, чем левоориентированные. На указанной молекуле РНК, как на матрице, синтезировались уже полипептиды (предшественники белков современных организмов), в их состав входили преимущественно левоориентированные аминокислоты. Таким образом можно объяснить наличие молекул сахаров и аминокислот указанной ориентации в клетках живого. Это согласуется с современными представлениями о том, что РНК оказалась первым биополимером на Земле около 4 млрд. лет назад. Поскольку при поглощении воды частица глины набухала и величина межслоя увеличивалась, то к моменту достижения размеров межслоя ~600 Å линейное образование «РНК+полипептид» сворачивалось в сферическую структуру — ввиду определенных свойств белковых молекул. При этом РНК оказывалась внутри этой структуры, а снаружи ее окружал чехол из полипептидов. В результате внутри глинистой частицы могли возникнуть вирусоподобные организмы — «правирусы». Они могли затем покидать глиняную частицу и существовать уже самостоятельно. В целом же подобная структура способна была существовать устойчиво около года. Существенно, что рассмотренная модель вполне соответствует

предположению Дж. Холдейна (соавтора теории Опарина — Холдейна о происхождении жизни на Земле), что самыми первыми на нашей планете были вирусоподобные организмы. К этому еще необходимо добавить: в одном растворе, окружавшем глинистые «клетки», по-видимому, изначально присутствовали все обязательные для жизни строительные блоки — азотистые основания, сахара, фосфаты, аминокислоты и др.; они-то как раз, целиком или в обломках, и могли доставляться на Землю кометными метеоритами.

О том, что подобная схема в принципе реализуема, говорят и некоторые косвенные данные: например, определенные типы глин (скажем, бентонит) усиливают передачу вирусных инфекций, что может быть также результатом размножения на глинах РНК-содержащих вирусов. В целом эта схема могла бы в принципе объяснить и удивительное однообразие генетического аппарата, наблюдаемое ныне у всех видов «живой» материи: от микроорганизмов до человека. Однако насколько правилен такой подход, покажет будущее, когда предлагаемую схему удастся проверить детальными лабораторными экспериментами. Ясно пока одно: окончательно отрицать ту или иную роль комет в зарождении жизни на Земле сейчас все-таки преждевременно.

Уважаемый Читатель!

Размышляя о путях дальнейшего улучшения журнала в свете современных требований, редакция считает необходимым посоветоваться с Вами. Мы будем очень признательны, если Вы сообщите свои замечания, касающиеся журнала; отметите его разделы (и отдельные статьи), которые Вам не только нравятся, но и помогают в повседневной работе; выскажете свои пожелания и предложения.



ФАНТАСТИКА

Кулповский меморандум

Честно говоря, поначалу я даже не мог себе представить — каким образом мне удалось попасть на закрытое заседание столь ответственной комиссии. Я ехал с работы домой. Обычный маршрут — пешком, метро, автобус... Стоп — до автобуса дело не дошло. Пешком, метро, потом очень длинный пролет, потом вроде очередная станция, светлое фойе... Я вышел (почему-то один). Потом, как во сне, как-то вдруг очутился в круглом конференц-зале. «Черт, — еще подумал я, — метро и конференц-зал, похоже на сон». Именно я сразу подумал про сон. Заснул, думаю, наверное в метро. Работа у меня ночная, астрономическая. Не высыпаюсь. Но тут сообразил, — раз я думаю, что это сон, так, значит, точно не сон. Не могу же я во сне так ясно осознавать, что я сплю. Нет, это не сон... Но вскоре я перестал мучиться своими сомнениями. Мое внимание полностью переключилось на происходящее вокруг.

Я сразу понял, что это конференц-зал, хотя по форме и не обычный. Но все остальное было точно, как в нашем институте — плотно составленные ряды кресел (так что не пройти), огромная черная доска в дубовой раме, залатанная в нескольких местах, носившая следы отчаянной борьбы докладчиков, пытавшихся с помощью мела что-то донести до слушателей. В общем, все довольно обычно. Все — кроме докладчика и слушателей. Вот это были лица! Собственно, лиц-то и не было, по крайней мере, не у всех. В зале сидело — чуть не сказал «человек» — штук сорок существ, совершенно очевидно, внеземного происхождения. Существа не представляли однородной группы. Многообразие форм говорило о том, что я попал на собрание каких-нибудь галактических наций (в чем я незамедлительно убедился). Был и президиум. За огромным столом, покрытым чем-то зеленым, кроме председателя, который отождествлялся по огромному гонгу, стоявшему напротив, восседали двое членов президиума, похожих на доисторических саблезубых тигров, как их рисуют в зоологических музеех.

Над президиумом был развернут огромный плакат: «Привет участникам VII ассамблеи галактических обществ по борьбе с контактами». В зале царил приподнятая атмосфера, характерная для тех симпозиумов, конференций, школ, ворк-шопов, на которых выступления четко регламентированы, а продолжительность рабочих заседаний и перерывов на кофе и чай подобрана в правильной пропорции.

Как только я появился в зале, ко мне подкатил один из организаторов. Учтиво поприветствовал, что-то вроде: «Ай эм вери глэд ту си ю» (при этом он повил хвостом) — и спросил: «Вы землянин?». Я согласился на всякий случай. Он отвел меня к креслу, на котором лежала перфокарта с надписью — «Забронирована для представителя Земноводных». «Земноводных» было написано именно с большой буквы.

Забавная сценка произошла, когда мы пробились к отведенному «для представителя Земноводных» месту. Хвостатый организатор, оставив меня позади, протискивался между рядами, повторяя на украинском языке: «Звynяйтэ, звynяйтэ...». Это меня, признаться, удивило. Почему на украинском? Но еще больше я удивился, когда услышал, что сидевшие в моем ряду участники, вставая, дружно отвечали на том же украинском языке: «Будь ласка». Вдруг наше продвижение вперед было приостановлено. «Звynяйтэ, — повторил хвостатый. — Стэнд ап, будь ласка». Однако участник не шелохнулся. Наверное, он спал. Мой провожатый опять попросил его подняться, а затем подергал того за плечо. Сидевший наконец откликнулся, просипев, что он, мол, уже давно стоит и что понятие «сидеть» напрочь отсутствует в повседневном лексиконе его народа, да и лишено смысла в общепhilософском аспекте. Провожатый растерянно посмотрел на меня и, оправдываясь сказал:

— Извините, пожалуйста, за задержку. Ну действительно, как можно требовать, чтобы человек встал, если он не сидит и сидеть не может. Вот пылесос, например, его тоже не посадишь...

Хвостатому, видно, понравилась эта тема, и он начал ее развивать. Но тут стоявший сидя как-то весь скукожился и мы протиснулись в образовавшийся проход. Инцидент был исчерпан.

Я уселся, разглядывая перфокарту. В ней не было ничего необычного. Мне это почему-то не понравилось. Я еще раз прочел надпись над президиумом в составе председателя и двух саблезубых тигров. Огляделся. Рядом справа сидело эlegantное существо, по-моему, женского рода. Она размахивала своей перфокарточкой как веером. Было слегка душно. Мне хотелось у нее узнать, что здесь происходит. Но раздался гонг.

Поднялся председательствующий:

— Уважаемые друзья, я не буду останавливаться на общих местах, которым вчера было уделено немалое внимание. Разрешите перейти к сути дела, ради которого собралась наша подкомиссия. Мы должны наконец решить набивший оскомину вопрос о границах содружества. Либо мы вводим жесткие ограничения и, как говорится, несмотря на чины и звания, окончательно подводим черту под списком, либо я низлагаю с себя полномочия и мы открываем, что называется, двери в избу. Как вы знаете, ситуация в последнее время резко обострилась. На некоторых, не вошедших в содружество планетах, ситуация стала просто критической. Ярким примером, иллюстрирующим это, являются события, происходящие на Земле. За последние двести-триста лет они там, во-первых: пришли к идее «множественности миров», во-вторых: предприняли попытки (хотя и смехотворные по своим масштабам) найти следы разума в Галактике и, в-третьих: выдвинули концепцию «космических чудес»...

При этих словах саблезубый тигр, сидевший справа, ухмыльнулся. Я же краем глаза посмотрел на соседку. Ко мне вернулось чувство, что все это мне снится. Мне пришла в голову совершенно отчаянная мысль. Я начал лихорадочно вспоминать, как по-украински будет звучать слово «ущипнуть». Но, конечно, ничего не вспомнил и прошептал своей соседке на русском языке, зачем-то заменяя «и» на «ы»:

— Ущипните меня.

Она широко раскрыла глаза и посмотрела на меня так, что мне стало стыдно за свою неуместную выходку. Я поглубже втянул голову и зачем-то стал усиленно размахивать своей перфокартой.

Председатель продолжал:

— ...не найдя признаков разума, объявили о «гигантском молчании Вселенной». Вы знаете, нашлись лица, и даже в нашей комиссии, предлагающие, что называется, раскрыть карты или приподнять занавес. Но возникает вопрос — до каких пор? Ведь, извините меня, занавес обтреплется — всем его поднимать. И главное, на каком основании? Раз уж мы решили ограничить число членов сообщества, так давайте ограничивать. Тем не менее, за последние десять тысяч лет — двадцать три случая включения по дополнительному списку. Там утечка, там родственники по спорованию и, наконец, силовое давление...

Председатель похлопал по плечу одного из тигров.

— С другой стороны, ничего не делать тоже нельзя. Трудно даже предугадать все последствия политики сегрегации. После того, как они убедились, что космические чудеса отсутствуют напрочь и Вселенная молчит, как рыба об лед, начался период разброда и шатаний. Слава богу, процесс этот зашел пока не очень далеко. Он коснулся лишь наиболее трезвомыслящей части населения. Да, именно трезвомыслящей! А как бы вы, — председатель презрительно махнул рукой, — реагировали на факт «молчания»?! Конечно, выход лишь один — она молчит потому, что их, то есть нас, нет.

По залу пронесся одобрителный гул. Кое-кто закурил.

— Я повторяю, — продолжал председатель, — процесс зашел не очень далеко. Свои выводы трезвомыслящие излагают пока робко, в завуалированной форме: в виде проблемных статей, научно-фантастических рассказов, всякого рода рукописях, «обнаруженных при странных обстоятельствах», и проч. К такого рода произведениям относится и тот документ, факт появления которого мы и собрались обсудить сегодня. Покажите, пожалуйста, первый слайд.

На стене справа от доски появилось изображение изрядно помятого, исписанного шариковой ручкой листка бумаги. Вверху я разобрал название, подчеркнутое неровной жирной чертой: «Меморандум». Написанное ниже разобрать было невозможно.

— Я прошу извинения за плохое качество. Рукопись была найдена нашим наблюдателем в виде отдельно плывущих по реке ча-

стей в районе Кулповской низменности. Подпись даже после реставрации, проведенной нашими сотрудниками, совершенно нечитабельна и далее рукопись предлагаем именовать «Кулповским меморандумом». Копия рукописи будет роздана участникам в перерыве.— Председатель посмотрел на часы и продолжал: — По моему мнению, появление Кулповского меморандума прямо указывает нам конкретный путь полного саморазложения философской основы технологической цивилизации, столкнувшейся с насильно насаждаемой нами сегрегацией. Выводы, к которым приходит автор, столь абсурдны с нашей точки зрения, сколь математически верны с позиций их логики. Но как на них ни смотреть, — хоть своя рубашка и ближе к телу, и наша позиция, конечно, объективней, — все равно, как ни крути, а выводы эти показывают полную бессмысленность появления разума во Вселенной. Это трагическое обстоятельство понял и сам автор. Иначе чем еще объяснить его отношение к своему труду, выброшенному в глухие просторы Кулповской низменности.

В этот момент моя соседка наклонилась ко мне и произнесла, что, мол, в фойе прекрасный буфет, но, к сожалению, только один. И чтобы успеть перекусить в перерыве, нужно ухитриться побыстрее занять очередь. Она и сама могла бы, но я ближе к выходу и к тому же мне удалось почти невозможное — протиснуться мимо сидящего стойка (так она его назвала). Я скромно начал оправдываться, что, мол, в этом нет моей заслуги и что вообще я здесь в первый раз, но очередь пообещал занять. Пока происходил этот мой первый контакт с внеземной женщиной, председатель продолжал говорить, переходя на патетический стиль:

— ...это вам не парадокс Шкловского или синдром Стругацких. Тем более не антропный принцип. Если раньше речь шла всего лишь об «уникальности» или о мистическом «законе природы», который, кстати, не проходит по элементарным энергетическим соображениям, то сейчас уже подрываются сами основы. Вместо оптимистического синдрома — «пусть закон, но мы будем работать и все преодолеем» — имеем меморандум с его вольтерьянским: «А так ли уж сложна эта наша Вселенная?» Потрясаются, как говорится, эти самые священные коровы. А главное, что же достигается для себя? Как говорят лебегги: «Шо ж они с того

имеют?» Друзья, я прошу прощения, что забегаю вперед, фактически не дав ознакомиться с самим документом. Но меня просто возмущение захлестывает. Объявляю перерыв.

Прозвучал гонг. Я рефлекторно рванул в буфет. Добежав до буфета, я понял, что совершенно свихнулся. Что происходит? Должна же быть хоть внутренняя логика у происходящего. Пусть «они» — содружество — против контакта с нами. Но ведь я здесь. А, черт, может быть, они принимают меня за кого-то другого? За «Земноводного?» Как-никак из-под земли извлекли. Ладно, если ничего не понимаешь, лучше ничего не делать. Кстати, кто эти лебегги? Есть что-то в них одесское. На ум пришло двустишие: на планете возле Веги жили хитрые лебегги.

Подошла очаровательная соседка и тут же подкатил хвостатый полиглот и всучил копии меморандума: «Плиз».

Мы взяли чай, бутерброды «с рыбкой», яблоки и встали за одним из высоких столиков.

— Меня зовут Джулия. Можно просто Джу, — сказала она в перерыве между бутербродами.— Что вы словно ошарашенный? Станный вы народ, земляне. Живете под землей. Ни звезд, ни неба, и вечно как ошпаренные. Впрочем, дело ваше. Только вид уж больно странный. Обычно кроты как кроты. А тут — и руки, и ноги...

— Не zmieniaю я. Я Иванов, Костя.— Но дальше рассказывать свою биографию раздумал и решил сам узнать побольше.— Тут что-то председатель насчет меморандума.... Я вообще-то впервые на столь высоком...

— Вообще-то заметно, — сказала Джулия.— Ничего особенного не происходит — вечная грызня по вопросу сегрегации. Как обнаружили землян, поставили демпферы, заморозили все работы в радиусе десять мегапарсек. Создали все условия — развивайся, сколько душа пожелает, и никаких чудес и контактов. Вначале все шло нормально, как везде. Раздельное развитие молодых цивилизаций — вещь полезная. Закаляет волю и характер. Ну что я вам, Костя, рассказываю прописные истины. Большинство цивилизаций вообще не нуждаются в сообществе — так и доживают свой век тихо и спокойно. А здесь без собратьев по разуму — никак. Общительные оказались, и даже слишком. Вот и возникает проблема: идти на контакт или не идти. Пойдешь —

нарушение конвенции о борьбе с контактами. Не пойдешь — погибнет, что называется, в младенческом возрасте. Жалко. Теперь еще вот это, — она потрясла копией Кулповского меморандума. — Ах, нужно же прочесть. Извините.

Джулия уткнулась в рукопись. Я тоже начал разглядывать свой экземпляр. «Хм, страниц сто. Интересно, какие у них перерывы?» Листая рукопись, я обнаружил, что многие листы сохранились неплохо и многое вполне «читабельно». Я нашел первые разборчивые страницы и начал читать.

«...Больше всего настораживает гигантская пропасть между темпами нашего развития и возрастом Вселенной. Многих радует: смотрите — научно-техническая революция, прогресс, неограниченный рост производительных сил... Ура! Всего двести лет назад паровую машину изобрели, а теперь вот атомные электростанции, токамаки и проч. Полноте, чему вы радуетесь? Задумайтесь, а вы поймете, что не „ура“ кричать нужно, а бить во все колокола. Tre-vo-gal! Разделите десять миллиардов лет (возраст нашей Вселенной) на двести лет — получите гигантское безразмерное число: 50 миллионов. Но это не сам коэффициент роста нашей цивилизации. Это лишь показатель степени у числа „e“. Вот степень и есть коэффициент роста, коэффициент, на который необходимо умножить наши возможности сейчас, чтобы получить представление о наших возможностях через десять миллиардов лет. Число это выразится десяткой с сорока миллионами нулей. Этот безразмерный коэффициент больше любого безразмерного числа, наблюдаемого во Вселенной. Например, полное число частиц во Вселенной смехотворно мало по сравнению с коэффициентом роста — десятка всего лишь с восьмьюдесятью нулями.

Конечно, приведенные рассуждения предполагают непрерывный экспоненциальный рост в течение десяти миллиардов лет. Но цифра столь велика, что не спасет никакой более медленный закон развития. Точнее, этот закон должен быть столь медленным, что это развитие и развитием не назовешь. Это топтание на месте. Кроме того, очевидно — не нужно этих десяти миллиардов лет, достаточно в сто, в тысячу раз более короткого времени, чтобы наша цивилизация превратилась в сверхцивилизацию галактического и даже вселенского масштаба. Осталось эти рассуждения перенести

на другую воображаемую цивилизацию и понять, что мир вокруг нас должен быть буквально напичкан космическими чудесами.

Дети часто спрашивают: а бывают чудеса? А есть Кощей бессмертный? Щука-волшебница? (И прочее). Нет — честно отвечаем мы, вынужденные объяснять очевидные вещи.

Как же, очевидные! Совершенно наоборот. Если бы вся наша взрослая наука, все наши современные представления были бы верными, то мы обязаны были бы признать, что мир должен прямо-таки кишеть лешими, змеями-горынычами, урфин-джюсами; вокруг нас повсеместно и ежечасно должны нарушаться первое и второе начала термодинамики, заряд не должен сохраняться, ни электрический, ни барионный; работники, следящие за расходом энергии, должны были бы сойти с ума, потому что нельзя проследить за тем, что не сохраняется в принципе, да и работников таких не было бы.

Но ведь, к счастью (а точнее, к нашему несчастью), ничего этого нет. Нет и более мелких чудес — квадратных галактик, фиолетовых смещений, гигантских сфер Дайсона. Нет — это наблюдательный факт. Кто не верит, дальше может не читать. Теперь я собираюсь решить этот парадокс с позиций обычного естествоиспытателя. А позиция эта состоит в том, чтобы, с одной стороны, опираться на экспериментальные данные, а с другой — опираться только на открытые нами законы. Лишь такой метод может обеспечить продвижение вперед. И какой бы вывод ни последовал, мы обязаны его мужественно принять, а не искать полуфантастических или религиозных гипотез.

Имеем два экспериментальных факта. Первое: во Вселенной нет сверхцивилизаций. Второе: во Вселенной есть по крайней мере одна цивилизация среднего (а возможно, даже и низкого — не с чем сравнить) уровня, у которой наблюдаются гигантские темпы роста. Как совместить оба эти противоречащие друг другу факта? Можно было бы снять противоречие, предположив, что мы — единственная цивилизация во Вселенной. Так сказать, провозгласить своеобразный принцип запрета: в одной Вселенной не может находиться более одной цивилизации. Аналогичный принцип есть в физике. Но я бы привел другой пример, из более близкой читателю области — биологии. Как известно (кто ел, тот знает), в каждом яблоке не может быть больше одного червя...»

Здесь я прервал чтение меморандума и стал разглядывать огрызок яблока, которое доедал в этот момент. Не найдя червяка, я посмотрел на Джулию. Она с интересом что-то искала в своем яблоке. Почувствовав мой взгляд, она подняла глаза. Мы рассмеялись.

— По-моему, недурно написано, — сказал я.

— Да, местами, — и она опять рассмеялась. — Что и говорить, смеялась она хорошо, и на языке у меня уже завертелся стандартный вопрос: «Что вы делаете сегодня вечером, Джу?» Я спросил:

— Как удалось добыть рукопись?

— Совершенно случайно. Наблюдатель от комиссии — он работает инспектором «Рыбнадзора» на реках Кулповской изменности — совершал вечерний объезд угодий. Представляете, Костя, теплый летний вечер на природе. Ветер затих. Ровная гладь реки, изредка нарушаемая рыбьими играми. По берегам луга, усеянные стогами свежескошенной травы. Стада мирно пасущихся коров...

— Не хватает только пастуха и пастушки. Кстати, что жуют коровы на свежескошенных лугах? — прервал я фенологические изыскания моей собеседницы.

— Вам, землянам, а точнее земноводным, трудно это понять. Как сказал бы наш председатель — рожденный ползать... — Не докончив, она махнула рукой и опять уткнулась в рукопись.

А я подумал, что этим землянам действительно было бы трудно понять поговорку. И почему-то вспомнил про стойка — рожденный стоять сидеть не может. «Хм, а интересно, кто же такие лебег? Ну вот, дурацкая привычка перебивать собеседника. Сам спросил, а потом и не дал ничего сказать. Обидел вот девушку».

Я нашел место про яблоки и стал читать дальше.

«Кстати, это правило не просто интересно, но и полезно практически: если вы нашли одного червяка в яблоке, то можете спокойно доедать его дальше. Приятного аппетита».

Но вернемся к рассматриваемому вопросу. Предположение о нашей уникальности влечет признание нашей привилегированности. Оставаясь объективными, мы должны отбросить эту возможность. Представляется совершенно невероятным, чтобы в целом изотропной и однородной Вселенной условия, необходимые для возникновения разумной жизни, появились

только в нашей ничем не примечательной галактике, в ничем не примечательном месте и, тем более, вблизи ничем не примечательной звезды. Абсурдно было бы предполагать существование каких-то мифических принципов запрета. Значит, остается только один выход: нужно признать, что по каким-то причинам сверхцивилизации из обычных цивилизаций не возникают. Каковы же эти причины?...»

В этот момент раздался гонг. По тому, как все заторопилось в конференц-зал, я понял, что перерыв кончился.

— Джулия, кажется, заседание начинается, — сказал я зачитавшейся соседке. Она посмотрела на меня отсутствующим взглядом и сказала:

— Да, заседание продолжается. Командовать парадом буду я!

В толкучке у дверей я ее потерял. Не обнаружил я ее и на месте. Вместо нее сидел огромный битюг с мохнатыми крыльями. Изредка он поднимал крыло, запуская под него голову и что-то там склеивая. Когда в очередной раз он вынул голову, я ему сказал:

— Здесь, собственно говоря, занято. Тут еще перфокарточка лежала.

— Ця? — протягивая мне перфокарту, спросил он.

На перфокарте было напечатано отличным по качеству шрифтом: «Джулия Гумбольдт. Отдел переселения».

— Эта, — ответил я.

— Так вони ж у першому ряду сили, — он показал крылом куда-то в направлении президиума. Я приподнялся и действительно увидел Джулию.

— Вони ж выступати будуть, — добавил битюг.

Председатель ударил молоточком по гонгу и сказал:

— Друзья, прошу внимания. Не все, наверное, успели ознакомиться с текстом меморандума. Это не страшно. Все равно текст полностью восстановить не удалось. А тем, кто не успел прочесть восстановленные части, придется разбираться в рабочем порядке. Ряд уполномоченных представителей, прочитавших рукопись, уже записались на выступления. — Он поднял с зеленой скатерти листок и близорук начал разглядывать его. Совершенно ясно было, что председатель никак не может разобрать, что же там написано.

В зале возникло замешательство. Раздались

смешки и покашливания. Наконец один из саблезубых тигров, перегнувшись через плечо председателя, прочел содержимое листка и что-то сказал ему на ухо. Тот сейчас же объявил:

— Первым записался представитель независимых, ему и карты в руки.

С первого ряда поднялся «представитель независимых» и направился на сцену. Он оказался существом маленького роста и, если бы не табуретка, услужливо подставленная неожиданно возникшим хвостатым полиглотом, ему никак невозможно было бы добраться до микрофонов на трибуне. Возбравшись на таким образом усовершенствованную трибуну, он начал:

— Да, я прочел все, что можно было прочесть. И еще раз убедился в справедливости двух основополагающих принципов нашей цивилизации: не вмешивайся в чужие дела и никому не давай вмешиваться в свои. Вы знаете, лишь чудовищное стечение обстоятельств привело к контакту нашей цивилизации с сообществом.

В зале раздалось неодобрительное покашливание.

— Нет, я никоим образом не собирался обвинить сообщество, — заметив реакцию публики, начал оправдываться «независимый». — Наш контакт с ним — нелепая случайность. Именно с целью предотвращения таких случайностей в будущем мы активно поддерживаем усилия общества по борьбе с контактами. Неужели мало нашего печального опыта? Мы — сторонники крайней точки зрения: никаких контактов. Особенности нашего интеллекта не позволяют нам на требуемом уровне поддерживать усилия сообщества в идейном плане. Из народа-созидателя, богатого творческими традициями, мы превратились в артель ремесленников...

— Давайте не перегибать палку. Эта палка о двух концах, — сморозил председатель.

— А, бросьте ваши шуточки, — разгоряченно продолжал «независимый». — Да, артель. Да, ремесленников. У нас были композиторы. Теперь — одни музыканты. А что дальше? Подачки с барского плеча? Извиняюсь, объедаю научно-технической революции? Оставьте в покое Землю. Ищут они нас. А нужны мы им? Теперь о меморандуме. Конечно, радоваться нечему. Но так ли он страшен? Где мы его обна-

ружили? В анналах академии? В справочнике для поступающих в высшие учебные заведения или в энциклопедии Брокгауза и Ефрона? Дудки...

В этот момент раздался треск и «представитель независимых» исчез. Зал ахнул. Сначала я подумал, что с ним произошла какая-то хитрая штука из тех, о которых пишут в фантастических романах. Нуль-транспортировка или еще что-то в этом роде. Но когда я увидел докладчика, выходящего из-за трибуны, стало ясно, что он просто свалился с табуретки. Немедленно к нему на помощь подбежали саблезубые тигры. Один из них помог встать пострадавшему, а другой поднял с пола то, что осталось от злосчастной табуретки. Поначалу он попытался составить распавшиеся части табуретки, но после нескольких неудачных попыток выпрямился и так и застыл, с виноватой улыбкой глядя в зал.

Все эти глупейшие события никоим образом меня не веселили. Я прекрасно понимал, что сам оказался в глупом и притом двусмысленном положении. Может быть, нужно было сразу встать и сказать, что непоправимое событие уже произошло. И совершенно бесполезно обсуждать целесообразность контакта с землянами. Может, теперь же встать и сказать: «Привет вам, братья по разуму. Благодарное человечество ждет вас в свои объятия». Но у меня не было уверенности, что братьев по разуму это сильно обрадует. Да и потом, имею ли я право? Кто меня уполномочивал?..

На сцене продолжалась возня вокруг трибуны. Я опять стал оглядываться вокруг. Мое внимание привлекли окна, которые были плотно закрыты тяжелыми черными шторами. «Наверное, для того, чтобы показывать слайды, — подумал я. — Интересно, что там в окнах?» Странно, но эта простая мысль пришла ко мне только сейчас. Нужно приподнять штору и многое станет ясным. Наверное. Я пробрался к ближайшему окну. Воровато оглянулся и приподнял штору.

За окном было совершенно темно. Так показалось в первый момент, пока глаза еще не привыкли к темноте. «Наверное, ночь», — подумал я и прильнул вплотную к стеклу, прикрывая ладонями глаза от света и стараясь разглядеть что-либо. Я действительно кое-что разглядел.



В слабом свете, пробивающемся под шторой, я увидел почти рядом стену, уходящую куда-то вверх, вниз, вправо и влево. По ее шершавой поверхности, утыканной металлическими штывями, извивались десятки просмоленных и прорезиненных кабелей и проводов. В этот момент кто-то положил руку мне на плечо. Я отпрянул от окна. Передо мной была Джулия.

— Нехорошо подглядывать в окна,— улыбаясь, сказала она.— Здесь это не принято. Да и что вы могли там интересного увидеть?

— А вы посмотрите сами,— предложил я.

Она чуть отдернула штору, глянула в окно и, повернувшись ко мне, сказала:

— Хм. Ну и что особенного? Вы бы вместо того, чтобы глazier по сторонам, рукопись дочитывали. Вам ведь тоже придется выступать. Подкомиссия особенно интересуется вашим мнением. И вообще, вы, оказывается, особа интересная. О вас говорят даже в первом ряду.

— Вполне естественно. Разве можно иметь такую очаровательную собеседницу и не находиться в центре внимания? — развязно ответил я и подумал: «Что это я расхорохорился?» Выступить с докладом не входило, мягко говоря, в мои планы.

Джулия пожала плечами и сказала:

— Вы хоть пролистайте. Ваше выступление вот-вот объявят.— Она ушла.

К тому времени суета вокруг трибуны поутихла и на ней снова появился «представитель независимых». Все заняли свои места. Я затравленно огляделся в поисках выхода.

Выйти, не привлекая внимания, не было никакой возможности. Я судорожно начал листать рукопись. Мелькали названия частей: «Уничтожение как самоорганизация», «Ресурсы идей», «Познаваем ли бесконечно сложный объект?», «Тупиковая ветвь, или компактификация некоторых направлений эволюции» и т. д. Чтение названий не проясняло сути дела. Голова шла кругом. Я чувствовал себя в роли студента, которому сообщили, что экзамен завтра, а не через неделю, как он надеялся.

«Нет, так не пойдет,— подумал я.— Нужно взять себя в руки, сосредоточиться и читать. Ведь рукопись меня в самом деле заинтересовала. Заинтересовала, хотя я до сих пор не мог понять, что же это — обычная графомания или что-то разумное. Чтение произведений графоманов рождает противоречивое чувство: с одной стороны, понимаешь, что все это чушь собачья, а с другой — интересно, ведь там всегда есть ответы на вечные вопросы. Пусть неправильные. Но ведь и правильных нет!» Я начал читать, наткнувшись как раз на место в рукописи с такими вот вечными вопросами.

«Что есть разум или разумная жизнь? В чем цель ее появления среди неживой и живой природы? Нет смысла вдаваться в подробное обсуждение этих вопросов. Достаточно ограничиться следующим простым тезисом: разумная жизнь характеризуется стремлением понять и объяснить происходящие вокруг явления. Важно, что возникающие при этом интерес и любопытство весьма неустойчивы. Интерес к какому-то явлению пропадает прак-

тически мгновенно. Открыв какой-либо закон природы, мы начинаем искать новые явления, не подчиняющиеся ему. Никакие самые интересные практические приложения старых законов не могут заменить поиска новых. Всевозможные частные случаи, новые режимы, оригинальные подходы и проч.— как бы они ни были заманчивы — все это бледная тень настоящего процесса познания. Разум чихнет без принципиально новых, необъясненных явлений.

В этом мы убеждаемся практически повсеместно. Возьмите любой научный институт. Там обязательно найдется отдел, работающий «по старинке», в рамках законов, открытых сотни лет назад. Эффект налицо — всеобщее чванство, академизм, склоки, жесткая субординация и, наконец, неистребимое стремление к материальным благам...»

Дальше я пропустил несколько страниц, посчитав, что автор слишком увлекается беллетристическими подробностями. «Вот это — то, что надо», — подумал я и начал читать:

«...Отсутствие сверхцивилизаций можно было бы связать с диспропорцией в развитии технических возможностей, опережающих морально-этическое взросление общества. Тем более, что симптомы этого ярко проявляются на Земле. Но кажется, что мыслимое разнообразие конкретных путей развития той или иной цивилизации должно быть неизмеримо богаче. Кроме того, самоуничтожение в результате „братоубийственной“ войны ничего не объясняет. Погибнуть можно от атомной или биологической бомбы. Но все

это — „детские игрушки“ по сравнению с тем, что могла бы придумать цивилизация, опережающая нас, например, на сто-двести лет. Уже сейчас, в рамках открытых нами законов природы можно представить столь мощное оружие, последствия применения которого носили бы галактические масштабы. Такая „братоубийственная“ война вполне сошла бы за космическое чудо. А чудес, как мы договорились, нет!

Силы, препятствующие развитию разума, должны иметь совсем иную природу. И они, конечно же, должны носить универсальный, не зависящий от конкретных условий характер.

Прежде чем переходить к описанию истинной причины, приводящей к гибели разума (естественной гибели разума), подумаем над следующей проблемой: почему человеку за кратчайшие (по космологическим масштабам) сроки удалось понять законы природы, которым подчиняется практически вся наблюдаемая часть Вселенной? Каких-то двух-трех тысяч лет оказалось достаточно, чтобы дойти до квантовой механики и общей теории относительности. Каким образом человек, чей повседневный опыт ограничивается макроскопическими масштабами, измеряемыми метрами, скоростями, в десятки миллионов раз меньшими скорости света, и ничтожно малым полем тяготения, — каким образом это слабое существо (не выходя из дома) проникло в гигантские просторы Вселенной и вглубь бесконечно малых элементарных частиц?»

«Ну, так уж — не выходя из дома. А гигантские синхро-

фазотроны и коллайдеры, а сверхмощные телескопы?» — мысленно возразил я автору «меморандума». Но с листками бумаги не поспоришь. Их можно либо читать, либо не читать. Я читал. Последовала новая часть под названием «Познаваем ли бесконечно сложный объект?»:

«Древние описывали процесс познания так. Представим себе бесконечную плоскость. Кружочек на плоскости — это часть познания нами. В процессе познания круг увеличивается, но растет и граница с непознанным. Познание рождает все новые и новые вопросы. Процесс бесконечен.

Точка зрения эта стара как мир. Но не является ли эта картина слишком примитивным обобщением нашего мимолетного опыта? Неужели бесконечно сложный объект так прост? Скорее нет, чем да. Ведь «сложность» — это, в первую очередь, характеристика качественная, а не количественная. Бесконечно сложный объект должен состоять из бесконечно сложных, качественно разных частей, и не обязательно совместимых. Мир, а точнее, система знаний о мире — это не матрешка. Познать часть такого непростого объекта, мы не можем быть уверены в том, что наши знания „впишутся“ в последующую систему знаний подобно тому, как маленькая матрешка входит в большую. Скорее всего, познание должно быть сильно нелинейным процессом. Экстремальным (но вовсе не частным) случаем могла бы быть столь сильная нелинейность, что познание какой-либо части объекта вообще было бы невозможно без знания полной картины. Другими словами,

бесконечно сложный объект непознаваем в принципе. Разум не мог бы возникнуть в бесконечно сложной Вселенной!

Выказанный выше негативный тезис о несоответствии последовательно познаваемых частей находится в вопиющем противоречии со всем нашим опытом. Весь наш опыт говорит о том, что окружающий мир — это действительно матрешка. Например, механика Аристотеля стала частью механики Ньютона, которая, в свою очередь, стала частью теории Эйнштейна. Есть и другие примеры.

Как же снять это противоречие? Есть два выхода: либо мы неправильно представляем себе бесконечно сложный объект и процесс его познания, либо окружающий нас мир не является бесконечно сложным. Выбрать правильный ответ можно, только опираясь на наблюдаемые факты...»

Дальше в рукописи следовало большое грязно-серое пятно с характерными отпечатками речных водорослей. Пришлось читать следующую страницу.

«...должны вспомнить, что разум, лишенный пищи, погибает. Все встало на свои места. Экспериментально доказанное отсутствие сверхцивилизаций свидетельствует о том, что Вселенная наша слишком проста для разума. Быстро (за несколько тысяч лет) познав ее законы, разумная жизнь исчерпывает все возможности своих применений и исчезает. Парадоксально, но факт — разум возникает и погибает по одной и той же причине: по причине простоты устройства нашего мира.

Конечно, неприятно, что ра-

зумная жизнь не вечна. Но так ли уж это трагично? Живут же люди, совершенно точно зная, что рано или поздно умрут. Как люди, цивилизации рождаются, живут и умирают. Всякая мысль о вечном их развитии — это та же мечта о загробной жизни. Хватает же сил быть атеистами. Будем же последовательны.

Таким образом, быстрая и полная познаваемость Вселенной доказывается двумя наблюдаемыми явлениями: 1) наличием нашей цивилизации 2) отсутствием „космических чудес“.

«Вот тебе и раз», — подумал я и схватил предыдущую страницу. Но ничего, кроме водяных разводов, причудливо пересекающихся друг с другом, там не было. По давней моей привычке мозг отреагировал двустихием: «От всей теории одно осталось грязное пятно».

Я посмотрел на сцену. Вместо «представителя независимых» выступала сотрудница комиссии по переселению Джулия Гумбольт:

— Последнее, на чем хотелось бы остановиться, это вопрос об активизации исследовательских работ наших наблюдателей. Здесь требуется коренное изменение метода работы. Возможно, следует отказать от практики переселения сознания в уже существующий субъект на той или иной контролируемой нами планете. Такое переселение крайне тяжело сказывается на сознании субъекта. Провалы в памяти, остаточные мысли, подозрения родных и знакомых и, как следствие, подавленность и депрессия. Все это не проходит бесследно и попадает в разряд потенциально необъяснимых явлений. Затем,

наблюдателю не так-то просто привыкнуть, а еще труднее отвыкнуть от некоторых весьма сомнительных форм деятельности субъекта.

В зале раздались смешки.

— Ничего в этом смешного нет, — заметила Джулия. — Наблюдатель превращается в своеобразного «бациллоносителя» между контролируемой планетой и сообществом. Трудно даже представить все возможные негативные последствия такого «ползучего» контакта. Мы не застрахованы от заражения неизлечимыми общественными болезнями. Возможным выходом было бы повсеместное внедрение самопревращения наблюдателей. Здесь полезным может оказаться опыт земноводных, — Джулия посмотрела на меня. — Судя по всему, им удалось достичь высокого уровня техники перевоплощения. Обратите внимание, — теперь она не просто посмотрела на меня, а показала рукой, так что все повернулись в мою сторону, — совершенно неожиданная внешность, даже хвоста не видно. Я надеюсь, что в своем выступлении представитель землян поделится, хотя бы вкратце, своим опытом.

«Значит, она не шутила насчет моего выступления, — с горечью подумал я и с упреком посмотрел на Джулию. — Черт побери, нужно подыграть им. Но как? Прикинуться земноводным? Но я о них ничего не знаю. О саморазоблачении на заседании комиссии по борьбе с контактами не может быть и речи».

Я принял лихорадочно читать рукопись:

«Высказанная выше идея о простоте нашего мира не нова. Достаточно вспомнить

мыслителей прошлого. Сейчас они выглядят смешными и наивными...»

Я пролистал еще несколько страниц.

«...Возникает вполне естественный вопрос: а как много еще осталось неизвестного в этом „лучшем из миров“? Казалось бы, об этом можно только гадать. Гадать не нужно. Достаточно спокойно проанализировать ситуацию и станет ясно, что...»

В этот момент раздался гонг и председатель сказал:

— Хотя это и не принято, но учитывая важность момента, мы сочли целесообразным выслушать мнение нашего наблюдателя с Земли. Как говорится, мал золотник да дорог. Попросите, пожалуйста, в зал наблюдателя.

Хвостатый полиглот направился иноходью к двери. С каждым его шагом я все яснее и яснее осознал, что моему инкогнито приходит конец. Он исчез за дверью и вскоре вернулся. Вместе с ним появился бородатый мужик с удочкой, сачком и деревянным рыбацким ящиком на ремне, перекинутом через плечо. Обут он был в огромные (до пояса) резиновые сапоги, от которых на полу оставались мокрые следы. На голове его помещалась форменная фуражка с бляхой и треснутым козырьком. Он поделовому прошел прямо к трибуне. Прислонил к ней удочку и сачок, снял с плеча деревянный ящик. Массируя затекшее от тяжести плечо, подошел к микрофонам и сказал:

— Эх, мужики, мужики. Токмо клев самый пошел, а вы того... Весь вечер ждал, туды ее в качель. Вот так работа-

«М. В. Ломоносов — астроном и астрофизик»

К 275-летию со дня рождения основоположника русской науки вышло в свет третье (переработанное и дополненное) издание книги П. Г. Куликовского «М. В. Ломоносов — астроном и астрофизик» (М.: Наука, 1986). Подготавливая книгу к переизданию, автор стремился учесть проделанную за последние четверть века работу по изучению научного наследия М. В. Ломоносова.

Книга содержит предисловие; вступление; 14 небольших глав, дающих полное представление о содержании книги («Астрономия в России до Ломоносова», «Жизненный путь Ломоносова и его астрономическое образование», «Забота о развитии астрономии в Академии наук», «Материализм Ломоносова», «Прохождение Венеры по диску Солнца. Открытие атмосферы Венеры», «Идея множественности обитаемых миров», «Кометы», «О Солнце», «Организация астрономо-геодезических работ», «Мореходство и вопросы практической астрономии», «Измерения силы тяжести», «Оптические приборы», «Просветительская деятельность», «Последние астрономические работы Ломоносова»; список трудов М. В. Ломоносова, посвященных астрономии; список литературы).

Автор рассказывает не только о свершениях М. В. Ломоносова, но и его широких замыслах астрономических исследований. Осуществить эти замыслы великому ученому помешала преждевременная смерть, но «русская астрономия с правом гордится тем, что сделано в этой области великим сыном нашего отечества — выдающимся ученым — Михаилом Васильевичем Ломоносовым».

ешь на реке, а рыбку-то по-лыми пятнами, из которых половить и некогда. То браконьеры... Да какие они браконьеры — все ж наши хлопцы, «Все-таки сон», — с облегчением подумал я и осторожно, начальство, то комиссия. А то не поворачивая головы, осматривая макулатуру по речке собираешь...

Председатель постучал молоточком по столу. Мужик келированные поручни, и мягко глянулся на него и, помотав кие коричневые сиденья, и выголовой, давая знать, что наше на них — совершенно нормальное пассажирское, из которых особенно нормальным выдане. Текучка заедает. Мнелюбил бородатый мужик в ние мое такое: этот ваш, фу длинные резиновых сапогах, ты, наш контакт пока им не нужен. Худо-бедно, пока живем, а там посмотрим...

— Ну, заговорился я, граждане. Текучка заедает. Мнелюбил бородатый мужик в ние мое такое: этот ваш, фу длинные резиновых сапогах, ты, наш контакт пока им не нужен. Худо-бедно, пока живем, а там посмотрим...

Вдруг лицо его начало медленно вытягиваться и, достигнув максимально возможного растяжения, так и застыло. Мы смотрели друг другу в глаза. Вокруг все замерло.

Мгновение спустя сцена и зал задрожали, как изображение на киноэкране, когда застревает пленка в аппарате. От перегрева пленка начинает коржиться, а вслед за ней изгибается и морщится изображение. Так и произошло. Край конференц-зала (я только успел удивиться — откуда взялись края в круглом зале?) задрожали, а в центре, под приветственным лозунгом, обвалилась огромная беспорядочно черная дыра с рваными краями. Дыра быстро расплывалась, поедая все: и стол с председателем и двумя тиграми, и деревянный ящик с удочкой и сачком, и трибуну с наблюдателем, и разнообразных внеземных существ в зале. Наступила полная темень.

Несколько позже откуда-то издали послышался нарастающий пульсирующий гул. Когда гул превратился в грохот, темень покрылась светлыми пятнами, из которых половить и некогда. То браконьеры... Да какие они браконьеры — все ж наши хлопцы, «Все-таки сон», — с облегчением подумал я и осторожно, начальство, то комиссия. А то не поворачивая головы, осматривая макулатуру по речке собираешь...

Председатель постучал молоточком по столу. Мужик келированные поручни, и мягко глянулся на него и, помотав кие коричневые сиденья, и выголовой, давая знать, что наше на них — совершенно нормальное пассажирское, из которых особенно нормальным выдане. Текучка заедает. Мнелюбил бородатый мужик в ние мое такое: этот ваш, фу длинные резиновых сапогах, ты, наш контакт пока им не нужен. Худо-бедно, пока живем, а там посмотрим...

Вдруг лицо его начало медленно вытягиваться и, достигнув максимально возможного растяжения, так и застыло. Мы смотрели друг другу в глаза. Вокруг все замерло.

Рисунок А. В. Хорькова

Кандидат географических наук
А. Ф. ПЛАХОТНИК



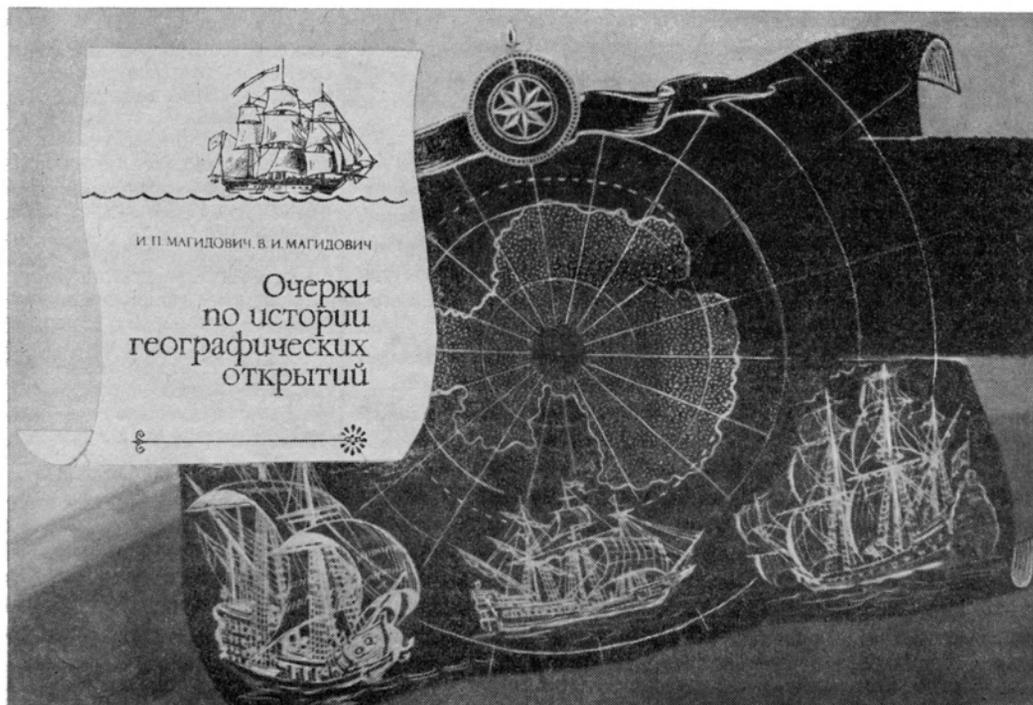
«Очерки по истории географических открытий»

Известный советский ученый-географ И. П. Магидович (1889—1976) оставил нам ценные труды по истории географических открытий, в том числе два издания (1957 и 1967 гг.) однотомных «Очерков». Его сын, В. И. Магидович, осуществил в 1982—1986 годах третье издание «Очерков», которое на этот раз издательство «Промсвещение» выпустило в виде серии из пяти томов. На страницах этих книг перед читателем разворачивается многовековая история открытий и исследований нашей планеты.

Из первого тома серии — «Географические открытия народов Древнего мира и Средневековья (до плавания Колумба)» — мы узнаем, что замечательные путешествия на море и на суше совершали еще древние египтяне. Географические открытия тех времен, как правило, были неким «побочным продуктом» торговой и военной экспансии. В записях о своих походах и торговых сделках купцы чаще сообщали не о том, где побывали, а чем торговали, тем не менее это дает представление о странах,

которые они посещали. Известно, например, что древнеегипетские купцы привозили ароматические смолы — ладан, мирру из страны Пунт. По этим товарам можно заключить, что египтяне неоднократно бывали на побережье нынешнего Сомали, а наиболее короткий путь туда лежал по водам Красного моря через Баб-эль-Мандебский пролив.

Записи о торговом обмене, содержащиеся в древних манускриптах, перемежаются со сведениями о завоеваниях чужих территорий. Дошедшие до



нас ассирийские хроники XIII—VII вв. до н. э. (и даже более раннего времени, восходящие к XVIII в. до н. э.) полны названиями поработанных стран, среди которых мы узнаем Закавказье, Переднюю и Среднюю Азию.

Во II—I тысячелетиях до новой эры крупные военно-торговые экспедиции совершало средиземноморское рабовладельческое государство Финикия. В поисках новых рынков финикийские полукупцы-полупираты первыми из жителей Средиземноморья вышли в Атлантический океан. От Пиренейского полуострова они затем ходили на север — вдоль Европы, и на юг — вдоль Африки, а в X веке до н. э. проникли и в Индийский океан, следуя древними маршрутами египетских мореходов.

Первое тысячелетие до новой эры было периодом «великой колонизации» в античном мире: греческие, а затем и римские купцы, не гнушавшиеся и морским разбоем, открыли уже вторично — после финикийцев — все Средиземноморье, включая земли, простирающиеся далеко вокруг него. Созданные там колонии иногда превращались в мощные города-государства, превосходящие по своему историческому значению «материнский полис». Все это нашло отражение в трудах античных ученых — Геродота, Страбона, Эратосфена — и стало основой для широких географических обобщений. Позднее, в первые века новой эры, во время завоевательных походов римлян была освоена континентальная Европа (Пиренеи, Галлия, Верхнерейнская область, бассейн Дуная), а также Британские острова.

Переходя к описанию европейского Средневековья, необходимо исправить допущенную И. П. Магидовичем и В. И. Магидовичем принципиальную, на мой взгляд, ошибку. Дело в том, что авторы под географическими открытиями понимают первые посещения ранее неизвестных районов суши и океана только теми народами, которые имели тогда письменность. Это — весьма ограниченный подход к трактовке географических открытий, сильно обедняющий их реальную историю. В результате из поля зрения авторов целиком выпали великие географические открытия в Тихом океане, относящиеся к V—XIV вв. новой эры. Они были сделаны еще не знавшими письменности предками современных полинезийцев. Именно они совершали тогда самые дальние плавания, следовательно, им принадлежат и самые значительные географические открытия в период Средневековья. В настоящее время доказано, что, перемещаясь от острова к острову, они к VI веку полностью заселили Центральную Полинезию, между VI и VII веками появились на архипелагах Тонга и Фиджи, между VII и XIV веками — на Гавайском архипелаге, а в XIII—XIV веках совершали походы к берегам Южной Америки.

После падения в V веке Западной Римской империи наиболее значительные походы в Европе совершали скандинавы. Из Балтийского моря они проникли на территорию Руси, дошли до Черного моря и, переплыв его, осадили Константинополь — столицу Восточной Римской империи. Был период (X—XII века), когда нор-

манны угрожали всему европейскому атлантическому побережью, совершали опустошительные набеги на Испанию, Прованс и Италию. В 1066 году они завоевали Англию. Уже в X века норманны неоднократно пересекали Атлантику, основывая колонии в Исландии, на берегах Гренландии и Северной Америки.

На протяжении всего Средневековья европейцы тесно контактировали с мусульманским миром (чему способствовало завоевание Испании и Португалии арабами) и вели оживленную торговлю со странами Востока. Это в свою очередь сопровождалось путешествиями на Восток и новыми географическими открытиями. Долгое время арабы выступали в качестве главных торговых посредников между Востоком и Западом. Однако к XIV веку такая ситуация Европу перестала удовлетворять. Возникла потребность в дополнительных рынках, минуя посредников, а стало быть, и прямых контактах с азиатскими странами. Все это послужило толчком к европейским Великим географическим открытиям.

Во втором томе «Очерков» подробно освещены два периода этой выдающейся эпохи человеческой истории. Первый — испано-португальский период (конец XV — середина XVI века), включающий открытие Америки первой экспедицией Колумба, португальские плавания к Индии и берегам Восточной Азии (первым здесь, как известно, был Васко да Гама), а также организованные испанцами первое кругосветное путешествие Магеллана и тихоокеанское плавание Вильялобоса, который открыл Новую Гвинею.

Первый период ознаменовался появлением 3 мая 1493 года буллы папы Александра VI Борджиа о разделе морских владений между испанской и португальской коронами. Авторы пятитомника пишут: «После долгих споров было решено провести демаркационную линию в 370 лигах (лига — около 6 км) западнее островов Зеленого Мыса, которая получила наименование „папского меридиана“. Она имела целью указать соперничающим морским державам пути открытия новых земель: испанцам — к западу от нее, а португальцам — к востоку».

Второй период — русские и западноевропейские Великие географические открытия (середина XVI — середина XVII веков). Здесь нужно назвать открытие русскими всей Северной Азии — от похода Ермака до плавания Попова и Дежнева, достигших пролива между Азией и Америкой; походы англичан и французов в Северную Америку; голландские тихоокеанские экспедиции, завершившиеся открытием Австралии.

Великие географические открытия оказали огромное влияние на развитие научных знаний, но об этом авторы серии, к сожалению, сказали очень мало. Необходимо, мне кажется, напомнить, как в ту эпоху накапливались географические знания. Основными «поставщиками» фактических сведений для географической науки были тогда не ученые-натуралисты, а коммерсанты, военные, всевозможные авантюристы, словом, люди случайные. К тому же научным обобщениям мешали укоренившиеся в сознании людей религиозные догмы и предрассудки — нап-

пример, среди европейцев было распространено мнение, что люди могут жить только в средних широтах: на юге море будто бы кипит от сильной жары, а на севере оно недоступно из-за вечной стужи... Освобождение географической мысли от подобного вздора шло медленно и мучительно.

В 1650 году в Нидерландах вышла в свет «Всеобщая география» Б. Варениуса (1622—1650), где были подведены итоги научных достижений эпохи Великих географических открытий. На базе новых сведений впервые после античных авторов в книге были осуществлены широкие географические обобщения, описаны горные системы, леса и степи, уделено значительное внимание океанам и морям.

Третий том «Очерков» посвящен начальному периоду географических открытий и исследований Нового времени (середина XVII—конец XVIII века). За этот промежуток было выполнено множество экспедиций, морских и сухопутных, которые привели к выдающимся географическим открытиям. Среди них — установление береговой линии Северной Азии, открытие Северо-западной Америки, а также полуостровов Таймыр и Камчатка. Все это осуществить удалось в 1732—1742 годах Второй камчатской экспедиции, руководимой В. Берингом. В связи с этим авторы пятитомника пишут: «Ее результаты были таковы, что независимо от открытия Северо-западной Америки Берингом и Чириковым экспедицию с полным правом можно назвать Великой. За 10 лет изнурительного труда, ценою многих жизней ее отряды положили на карту берега

Северного Ледовитого океана от устья Печоры до мыса Большой Баранов (более 13 тыс. км)». Кроме того, экспедиции других стран ознакомились с внутренними районами Североамериканского континента и определили его меридиональную и широтную протяженность, обследовали восточное побережье Австралии, обнаружили многочисленные острова Океании.

Но, несмотря на все эти достижения, к началу XIX века многие географические проблемы не были разрешены. Еще не был открыт Южный материк (Антарктида) и, следовательно, до конца не выяснено распределение на Земле суши и моря. Не обследовано арктическое побережье Северной Америки (не был еще известен Канадский Арктический архипелаг), практически не изучен Европейско-Азиатский сектор Арктики. «Белым пятном» на карте оставались внутренние районы Австралии, неизвестно было ее юго-восточное побережье. Обширные территории Центральной Азии, Экваториальной Африки, Южной Америки ждали своих первооткрывателей. Никто из исследователей пока не проник внутрь Гренландии и Новой Гвинеи. В самых общих чертах был известен рельеф континентов, не выявлены истоки большинства великих рек Земли, не достигнуты ее полюсы. Наконец, совершенно неизученным оставался Мировой океан: имелись отрывочные сведения, да и то лишь о некоторых его характеристиках — приливах, течениях, льдах. Что же касается рельефа дна или жизни в океанских глубинах, то об этом вовсе ничего не знали.

Все эти географические отк-



Космические аппараты изучают «Утреннюю звезду» (к 25-летию запуска АМС «Венера-1»)

Исследованиям планет Солнечной системы космическими летательными аппаратами положило начало запуск в сторону планеты Венера советской АМС «Венера-1» (12 февраля 1961 г.), которая прошла на расстоянии около 100 тыс. км от планеты (19—20 мая 1961 г.) и вышла на орбиту искусственного спутника Солнца.

Вскоре после старта «Венеры-1» Министерство связи СССР выпустило в почтовое обращение (7 и 26.4.1961) серию из двух крупно-

форматных марок, посвященных этому космическому событию. На первой марке изображена взлетающая ракета-носитель с АМС на борту; фон — земной шар, где выделена карта СССР. На второй марке показана с фотографической точностью раскрытая в межпланетном полете «Венера-1». Она — на фоне Солнечной системы (нарисованы планеты Венера и Земля и их орбиты вокруг Солнца), здесь же дана трасса межпланетного перелета АМС «Вене-

ртытия были сделаны уже в XIX веке и в начале нынешнего столетия. Данному периоду и посвящен четвертый том «Очерков».

Период с 1917 по 1985 годы, именуемый Новейшим временем, подробно рассмотрен И. П. Магидовичем и В. И. Магидовичем в заключительном пятом томе «Очерков по истории географических открытий». Собственно территориальных и экваториальных открытий произошло уже сравнительно немного. Зато коренным образом изменился сам взгляд на них. Теперь — это проникновение в глубь самой сущности природных явлений и, казалось бы, давно открытых и хорошо изученных объектов земной поверхности.

Такое понимание нынешнего содержания географических открытий и исследований авто-

ры, конечно, проявили при написании последнего тома серии. В него вошли принципиально новые по содержанию и способу подачи главы: «Открытие и изучение Земли из космоса» и «Открытия и исследования Мирового океана». Однако если глава о космических исследованиях написана интересно и включает много нового, то этого, к сожалению, нельзя сказать о главе, посвященной Мировому океану. Здесь освещено главным образом изучение рельефа океанского дна и незаслуженно мало внимания уделено физическим, химическим и биологическим морским исследованиям. Попытаемся хотя бы кратко восполнить этот пробел. Еще в XIX веке в знаменитой кругосветной экспедиции на судне «Челленджер» главное внимание уделялось жизни на океан-

ских глубинах. Одна только эта экспедиция обнаружила 4417 новых видов морских организмов, что в несколько раз увеличило число видов, известных в то время науке. В XX веке эти исследования развернулись еще шире. К 70-м годам было открыто более 160 000 видов морских животных и около 10 000 видов водорослей.

Думаю, при переиздании этой интересной и полезной серии — а оно, несомненно, потребуется, поскольку спрос на подобные книги весьма велик, тогда как тираж их явно недостаточен — особое внимание нужно будет уделить впоследствии тому. С тем, чтобы его содержание в наибольшей мере соответствовало уровню современных исследований.



ра-1». На обеих марках крупно: «Земля—Венера», а также указана дата запуска: «12/II. 1961». Этому полету посвящен и художественный маркированный конверт (8.4.1961) с текстом: «Слава советской науке и технике! Земля—Венера. 12.2.1961».

16 ноября 1965 года была запущена АМС «Венера-3», снабженная спускаемым аппаратом. 1 марта 1966 года такой аппарат впервые совершил посадку на поверхность Венеры. Специальная крупноформатная многоцветная марка, которую советская почта посвятила успешному полету «Венеры-3», воспроизводит вымпел и медаль, имевшиеся на борту АМС, причем обратная сторона медали показана укрупненно, а сопроводительный текст гласит: «Вымпел и медаль на Венере. 1.3.1966».



1969 год... Запущены АМС-близнецы — «Венера-5» (5 января) и «Венера-6» (10 января). Они оборудованы более совершенными спускаемыми аппаратами, способными совершать плавный спуск в атмосфере Венеры, используя бортовые тормозной и основной парашюты. Соответственно 16 и 17 мая 1969 года АМС достигли планеты. Об этом событии рассказывают две крупноформатные марки, выпущенные 25 ноября 1969 года Министерством связи СССР.



Они сюжетны и отличаются сложной графикой, насыщенной многими деталями. На первой марке (номинал 4 коп.) изображены вымпелы (точнее, их лицевые стороны), доставленные на Венеру спускаемыми аппаратами, такие вымпелы еще называют «космическими паспорта-

ми» станций. На них — барельеф В. И. Ленина и Государственный герб СССР и текст: «Союз Советских Социалистических Республик». Вымпелы показаны на фоне планетных орбит и трассы перелета АМС «Венера-5» и «Венера-6», здесь же — станции в космическом пространстве, фрагмент антенны Центра дальней космической связи. На второй марке (номинал 6 коп.) крупным планом изображены станция на фоне стилизованного космического пространства и отдельно — спускаемый аппарат (с надписью «СССР») на поверхности Венеры. Тут же можно увидеть полет станций в припланетном пространстве и прохождение на парашютах их спускаемых аппаратов сквозь атмосферу Венеры. Кроме того, на марке имеется изображение Солнечной системы с обозначением планет Земля, Венера и их орбит, а также показана траектория межпланетного перелета космических аппаратов. Лаконична надпись на марках: «Советские станции „Венера-5“ 16.5 и „Венера-6“ 17.5 1969 на Венере».

1970 год... Советскими учеными и конструкторами создан спускаемый аппарат, по прочности сравнимый с батискафом. Он выдерживает давление километровой слоя воды, способен противостоять действию высоких температур и сохранять работоспособность в атмосфере Венеры и на ее поверхности. Именно таким был заново сконструированный спускаемый аппарат АМС «Венера-7». Впервые в истории космонавтики состоялась прямая радиопередача научной информации на Землю с поверхности другой планеты — Венеры, длившаяся 23 минуты. Стартовав 17 августа 1970 года, АМС совершила посадку на поверхность «Утренней звезды» 15 декабря 1970 года. Этому космическому событию посвящена марка из юбилейной серии «15-летие космической эры» (14.9.1972). На ней — спускаемый аппарат АМС «Венера-7» под куполом основного парашюта приближается к поверхности Венеры. Марка примечательна своим полиграфическим исполнением, она отпечатана в малых листах по шесть крупноформатных ярких марок в листе, орнаментированном декоративной композицией. На полях листа — многократное повторение текста «15 лет» и звездочки, символизирующие АМС, здесь же надпись: «Марка исполнена по рисунку летчика-космонавта А. Леонова и художника А. Соколова» — редкий случай в практике издания советских марок. Их нарядность обусловлена еще и тем, что выполнены марки

офсетной печатью на мелованной бумаге с лаковым покрытием.

Во всех предыдущих полетах АМС посадка спускаемого аппарата производилась на неосвещенной, ночной стороне Венеры. Но 27 марта 1972 года была запущена АМС «Венера-8», и 22 июля того же года ее спускаемый аппарат, снабженный (впервые) выносной антенной, совершил мягкую посадку на освещенной поверхности Венеры. 50 минут велась непрерывная передача научной информации на Землю. Об этом событии рассказывает номерной блок, на его марке — АМС «Венера-8» в космическом полете вблизи планеты Венера, на поле блока — антенна Центра дальней космической связи (восемь 16-метровых параболических антенн), текст такой: «Советская программа изучения Солнечной системы успешно претворяется в жизнь». Одновременно с блоком выпущена и марка (27.12.1972), где «Венера-8» изображена на фоне схемы ее перелета с Земли на Венеру. Отдельно показано парашютирование спускаемого аппарата с надписью «СССР», приводится полное название станции и даты ее старта и посадки.

В 1975 году стартовали АМС нового поколения — «Венера-9» (8 июня) и «Венера-10» (14 июня). По достижении планеты Венера их спускаемые аппараты совершили мягкую посадку на ее поверхность (соответственно 22 и 25 октября 1975 года). Сами же станции впервые были выведены на орбиты искусственных спутников Венеры и использовались в качестве ретрансляторов при передаче на Землю телевизионных изображений поверхности планеты. Этим успешным полетам посвящена специальная марка (8.12.1975). Крупным планом показан спускаемый аппарат (без теплозащитного корпуса) совершенно новой конструкции. Хорошо видны многие детали этого устройства, дана телепанорама поверхности Венеры в месте посадки спускаемого аппарата. Здесь же изображены искусственный спутник Венеры в орбитальном полете, планета Земля, как она видна из космоса, а также воспроизведен вымпел с барельефом В. И. Ленина, находившийся на спускаемом аппарате. Есть еще одна марка — с надписью «Венера-9», из серии «25-летие космического телевидения» (4.10.1984). На ней — снимок этой станции в развернутом положении, на фоне телепанорамы венерианской поверхности, показана работа оператора на наземном пункте управления сеансами

телевизионный космической связи.

О последующих запусках космических аппаратов на Венеру тоже рассказывают специальные марки. О «Венере-11» и «Венере-12» (соответственно 9 сентября — 25 декабря и 14 сентября — 21 декабря 1978 г.) — марка, поступившая в обращение 16 марта 1979 года, а о «Венере-13» и «Венере-14» (соответственно 30 октября 1981 г.—1 марта 1982 г. и 4 ноября 1981 г.—5 марта 1982 г.) — марка, выпущенная 10 марта 1982 года. АМС этого типа показана и на марке серии «Совместный советско-французский пилотируемый космический полет», поскольку на «Венерах-11, -12, -13 и -14» была установлена французская научная аппаратура.

Программе исследования Венеры космическими аппаратами посвящены и многие художественные маркированные конверты (8.4.61; 12.9.68; 22.3.71; 10.7.72; 2.8.77 и др.), а также штемпеля специального почтового гашения. В этот раздел входят и марки о Международном проекте «Венера — Галлей».

В заключение, не вдаваясь в подробности, перечислим некоторые страны, посвятившие свои почтовые выпуски советской программе исследования Венеры космическими аппаратами. Это — Албания, Болгария, Венгрия, ГДР, Йемен, КНДР, Куба, Монголия, Румыния, Того и другие.



ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

Редколлегия, редакция и авторский коллектив журнала «Земля и Вселенная» поздравляют вас с наступившим 1987 годом. Пусть этот новый год, в котором наша страна и все прогрессивное человечество будут отмечать 70-летие Великого Октября и 30-летие космической эры, станет годом мирного и плодотворного труда!

Сдано в набор 18.10.86 Подписано к печати 17.12.86 Т—24808 Формат бумаги 70×100¹/₁₆.
Высокая печать. Усл.-леч. л. 9,03. Уч.-изд. л. 13,4 Усл. кр.-отг. 508 тыс. Бум. л. 3,5.
Тираж 45000 экз. Заказ 3051. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука», 103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., д. 21.

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва Г-99, Шубинский пер., д. 6.

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ

Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН

Академик
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ

Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН

Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН

Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Доктор технических наук
А. А. ИЗОТОВ

Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН

Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН

Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО

Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ

Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ

Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА

Доктор физико-математических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ

Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ

Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ

Кандидат технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН

Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Художественный редактор **Е. А. Проценко**

Корректоры: В. А. Ермолаева, Л. М. Федорова

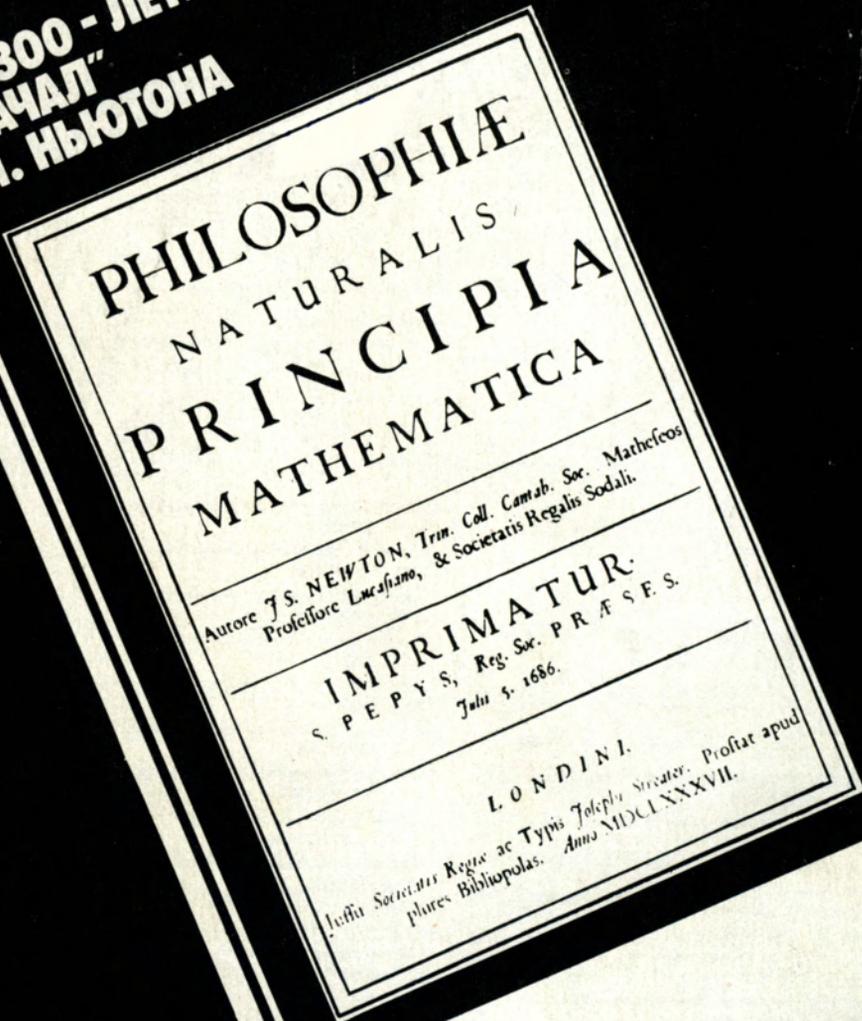
Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва,
К-62, Подсосенский пер., Д. 21, комн. 2

Первую (к подборке статей о землетрясениях) и
четвертую (к ст. В. Л. Гинзбурга) страницы
обложки оформил А. В. Хорьков

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Номер оформили: А. Г. Калашникова,
А. В. Хорьков, Е. К. Тенчурина

К 300 - ЛЕТИЮ
"НАЧАЛ"
И. НЬЮТОНА



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЦЕНА 65 КОП.
ИНДЕКС 70336

Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

1/87