

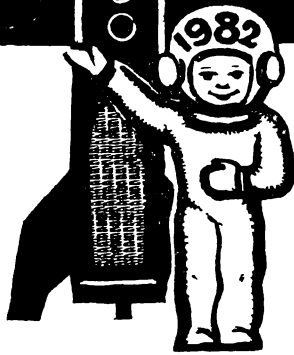


6 1981 **ЗЕМЛЯ**
И
ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ ГЕОФИЗИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



С Новым годом!



* С наступающим
Новым Годом!



Научно-популярный

журнал

Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год

Издательство «Наука»

Москва

6 НОЯБРЬ
ДЕКАБРЬ
1981

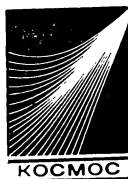
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

Авдеевский В. С., Гришин С. Д., Лесков Л. В., Аблеков В. К., Евич А. Ф.— Энергетика и космос	2
Десинев Л. В.— Космическая гляциология	7
Анцыферов С. М., Косьян Р. Д.— Международные исследования прибрежной зоны моря	14
Будыко М. И.— Климат в прошлом и будущем	19
Куликов К. А.— Система астрономических постоянных	25
Руденко В. Н.— Гравитационные волны из Космоса	28
ЛЮДИ НАУКИ	
Пандул И. С.— Викентий Карлович Вишневский	33
Зайченко В. Л.— Александр Степанович Чеботарев	35
Ветров Г. С.— Робер Эно-Пельтри	36
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Шевченко В. В.— Луна с разных точек зрения	40
ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ	
Аксенов Е. П.— Юбилей московской астрономической школы	43
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ	
Паша И. И., Цицин Ф. А.— Спиральные галактики	50
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
Нусинов М. Д.— Панспермия: развитие идеи	57
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Лазаревский В. С.— Астрономические явления в 1982 году	62
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
Орлов В. А.— Орбитальный комплекс «Салют» — «Союз» на марках	64
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Рукавишников Н. Н.— Книга о советской космонавтике	66
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	
Соколов В. Г.— Еще раз о «параде планет»	68
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ	

Пять стадий формирования Земли [13]; «Вояджер-1» о Титане [13]; Новые книги [23, 39, 67]; Загадочные выбросы из Центавра А [24]; Эксперимент в Индийском океане [42]; Масса системы SS433 [42]; Гамма-излучение пульсаров [42]; Обзор Малого Магелланова Облака [56]; Рентгеновский пульсар в двойной системе [56]; Рейсы кораблей науки (январь — июнь 1981 года) [72]; Книги 1982 года [73]; Космические аппараты, запущенные в СССР в 1980 году [75]; Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1981 году [77]; Тройной квазар! [79]; Читательская анкета [80].

Оформление обложки А. Н. Ковалева к статье «Энергетика и космос»



Академик
В. С. АВДУЕВСКИЙ
 Доктор технических наук
С. Д. ГРИШИН
 Доктор физико-математических наук
Л. В. ЛЕСКОВ
 Кандидат технических наук
В. К. АБЛЕКОВ
 Кандидат технических наук
А. Ф. ЕВИЧ

Энергетика и космос

Человечество производит сегодня так много энергии, что приходится думать о «теплом загрязнении» Земли. Избежать его, по-видимому, удастся с помощью космической энергетики.

Конкретные пути использования солнечной энергии могут быть различны: прямое использование с помощью концентраторов излучения Солнца или преобразование в электрическую и механическую энергию для применения в производственных целях. В последние годы эти идеи привели к конкретным проектам.

Цель этих проектов — интенсивное освоение человечеством солнечной энергии при сохранении экологического равновесия на планете. Не рассматривая попыток некоторых западных ученых найти в подобной «космической экспансии» новые возможности для преодоления социальных проблем, вызванных общим кризисом капитализма, отметим чисто техническую сторону вопроса.

Мировое потребление энергии составляет в настоящее время порядка $3 \cdot 10^{20}$ Дж в год, то есть примерно 0,01% той энергии, которую Земля получает от Солнца. Если бы все человечество потребляло на душу населения столько энергии, сколько расходуется в развитых странах, величина возросла бы до 0,03%. А это уже находится в непосредственной близости от порога, за которым начнутся необратимые воздействия на климат планеты («тепловое загрязнение»

Земли). Если в расчетах учесть продолжающийся рост населения Земли и возрастание потребления энергии в развитых странах (удвоение каждые 10—15 лет), то положение станет еще более серьезным.

По мнению специалистов, для предотвращения кризисных последствий экологического характера и поддержания глобального экологического равновесия потребуются до 40% всех затрат общества.

Один из радикальных путей преодоления указанных трудностей состоит в переходе от «двумерной» индустрии на поверхности планеты к «трехмерной» — переносу значительной части энергетики, а также некоторых энергоемких и опасных производств в околосземное космическое пространство. Именно таким представлял себе будущее человечества К. Э. Циолковский.

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ КОСМИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Обычно рассматривается следующая схема космических электростанций: на геостационарной орбите, удаленной от поверхности Земли на 36 000 км, разворачиваются конструкции, основным элементом которых служат солнечные батареи. Выработываемый электрический ток преобразуется в сверхвысокочастотное излучение (СВЧ-излучение), передаваемое на Землю. На Земле происходит обратное преобразование СВЧ-излучения в электрический ток требуемых параметров.

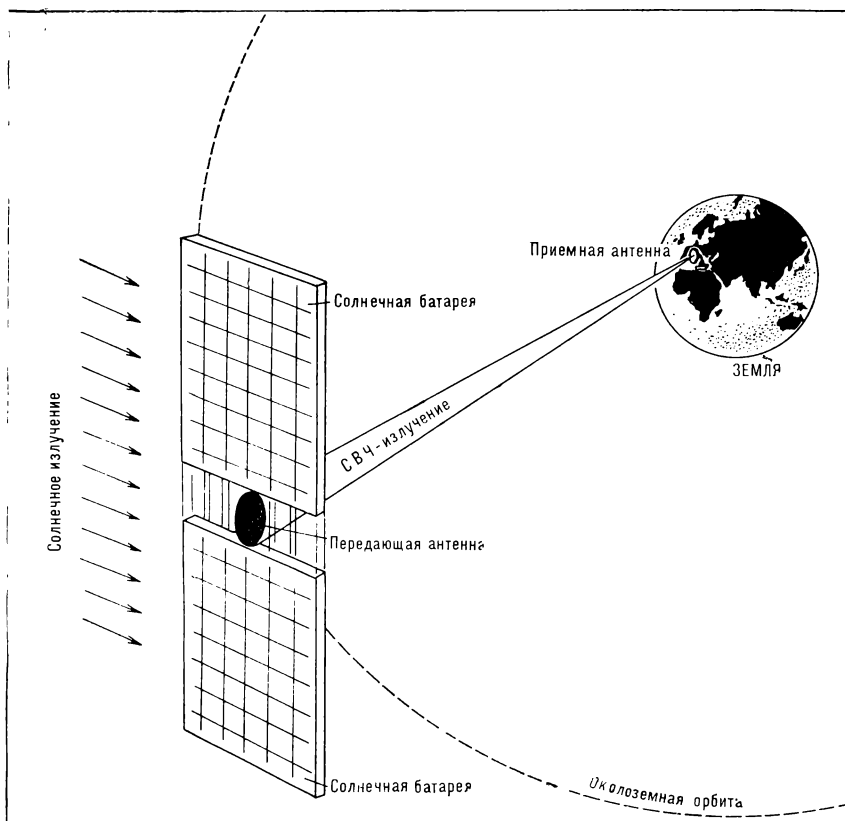
Проектные исследования показыва-

ли, что одна космическая электростанция характеризуется такими цифрами: электрическая мощность около 10 ГВт, масса порядка 10^5 т, площадь солнечных батарей около 100 км² и примерно такая же площадь антенны, принимающей СВЧ-излучение на Земле.

В США существуют проекты, в которых рассматривается возможность создания в первой трети XXI века примерно шестидесяти таких станций, а в Западной Европе — пятидесяти. Эти станции смогли бы обеспечивать до 40—50% потребностей в электроэнергии. Стоимость сооружения одной космической электростанции оценивается (очень приблизительно) от 15 до 40 млрд. долларов. Это, конечно, немало. Но попробуем, взглянув на таблицу, сравнить расходы на реализацию различных перспективных проектов получения электроэнергии на основе ядерных реакторов-размножителей, термоядерных

СТОИМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КОСМОСЕ

Проекты \ Затраты	Стоимость сооружения, долл./кВт	Себестоимость энергии, цент./кВт·ч
Ядерные реакторы-размножители	400—560	1,2—1,7
Термоядерные реакторы	1500—2500	3,4—5,7
Космические электростанции	1500—4000	3,2—8,6



Космическая солнечная электростанция (проект П. Глэзера)

реакторов и космических электростанций.

Мы видим, что наиболее экономичными в настоящее время представляются реакторы-размножители. Но у них есть серьезные недостатки: ядерные реакторы дают большое количество потенциально опасных радиоактивных отходов, кроме того, в качестве первичного сырья они используют уран и торий, запасы которых ограничены.

Что касается космических солнечных электростанций, то, учитывая ориентировочный характер сделанных оценок, следует признать, что их экономическая эффективность мало отличается от эффективности перспективных термоядерных реакторов. Таким образом, уже сегодня существуют достаточно серьезные осно-

вания рассматривать космические солнечные электростанции в качестве **одного из перспективных источников энергии.**

В то же время проведенные исследования показали: чтобы создать космические электростанции, предстоит преодолеть немало трудностей. Одна из них — грандиозность сооружений. Если, например, доставка элементов станции массой 10^5 т на геостационарную орбиту осуществляется с помощью жидкостных ракетных двигателей, то на опорную околоземную орбиту требуется доставить и значительное количество топлива. В результате общая масса составит не менее $3 \cdot 10^5$ т. Для запуска в космос с поверхности Земли такого количества грузов потребуются создать ракеты-носители почти фантастической грузоподъемности. Запуск подобных ракет с поверхности Земли связан с другой трудностью: требуется сжигать в атмосфере Земли чрезвычайно много топлива — около

8 млн. т только для одной электростанции.

Если принять допустимую величину энергопотребления Земли порядка 1% солнечной постоянной и считать, что космические электростанции будут обеспечивать 10% этой величины, то при мощности одной станции 10 ГВт их число должно составить 10^4 . Нетрудно вычислить, что для вывода на геостационарную орбиту с помощью ракет-носителей на углеводородных химических топливах полезной нагрузки для 1000 станций потребуются израсходовать почти 10^{11} т топлива. Для сравнения укажем, что масса углекислого газа в атмосфере Земли того же порядка — около $2 \cdot 10^{11}$ т. Ясно, что попадание в атмосферу такого количества продуктов сгорания может оказать заметное влияние на климат планеты и недопустимо с экологической точки зрения.

НОВЫЕ ИДЕИ В КОСМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Таким образом, для рационального решения проблемы электроснабжения Земли из космоса необходим принципиально иной подход. В первую очередь на качественно новых принципах нужно справиться с тремя задачами: **найти способы существенного снижения массы космической электростанции при сохранении той же полезной мощности; организовать доставку грузов на опорную околоземную орбиту с минимальным ущербом для окружающей среды; обеспечить оптимальный перевод этих грузов на геостационарную орбиту.**

Последняя задача — создание межорбитального грузового буксира — лучше всего решается с помощью электрических ракетных двигателей. Рабочим веществом в двигателях должна служить плазма или пучок ионов, ускоренных электромагнитным полем.

Использование электрических ракетных двигателей для доставки полезных грузов на геостационарную орбиту обладает рядом важных преимуществ. Во-первых, в этих двигателях можно использовать солнеч-

ную энергию, вырабатываемую элементами самой космической электростанции. Во-вторых, они наиболее экономичны. В-третьих, электрические ракетные двигатели обеспечивают возможность транспортировки грузов с небольшими ускорениями, действующими на космический аппарат,— не более 10^{-3} — 10^{-4} g. Это снижает требования к прочности крупногабаритных элементов станции, монтируемых вначале на опорных околоземных орбитах, и соответственно уменьшает их массу.

Сложнее создать принципиально новые двигательные установки для старта ракет с поверхности Земли. Рассмотрим, как можно решить эту задачу, используя достижения лазерной техники.

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И КОСМОНАВИКА

Известны лазерные двигатели, обеспечивающие старт ракет с поверхности Земли. В основу их положен тот же принцип, что и в электрических ракетных двигателях. В отличие от обычных ракет на химическом топливе рабочее вещество, используемое в двигателе, и источник энергии разделены. Однако если в электрическом двигателе источник энергии (солнечная энергоустановка, ядерный реактор) находится на борту ракеты, то в лазерном двигателе он остается на Земле, а энергия передается на борт пучком хорошо сфокусированного лазерного излучения.

На борту ракеты рабочее вещество с помощью энергии лазерного излучения разогревается до высоких температур, а затем выбрасывается наружу через сверхзвуковое сопло с высокими скоростями истечения. Поскольку источник энергии остается на Земле, а скорости истечения рабочего вещества (удельные импульсы) велики, лазерные двигатели способны обеспечить получение достаточно больших ускорений— до 1—2 g. Поэтому двигатели такого класса в отличие от электрических могут быть использованы как маршевые при старте ракеты с поверхности планет.

В качестве первичного источника

энергии для маршевых лазерных двигателей целесообразно использовать энергию, вырабатываемую самой космической электростанцией. Возможны два способа использования этой энергии. Первый состоит в том, что хорошо сфокусированный лазерный луч передает энергию, вырабатываемую космической электростанцией, установленной на стартовой позиции. Преимущество этого способа очевидно: он не требует никаких промежуточных преобразователей и накопителей энергии. Однако при стандартной мощности станции 10 ГВт таким способом можно вывести на околоземную орбиту лишь сравнительно небольшие полезные нагрузки— 1—10 т.

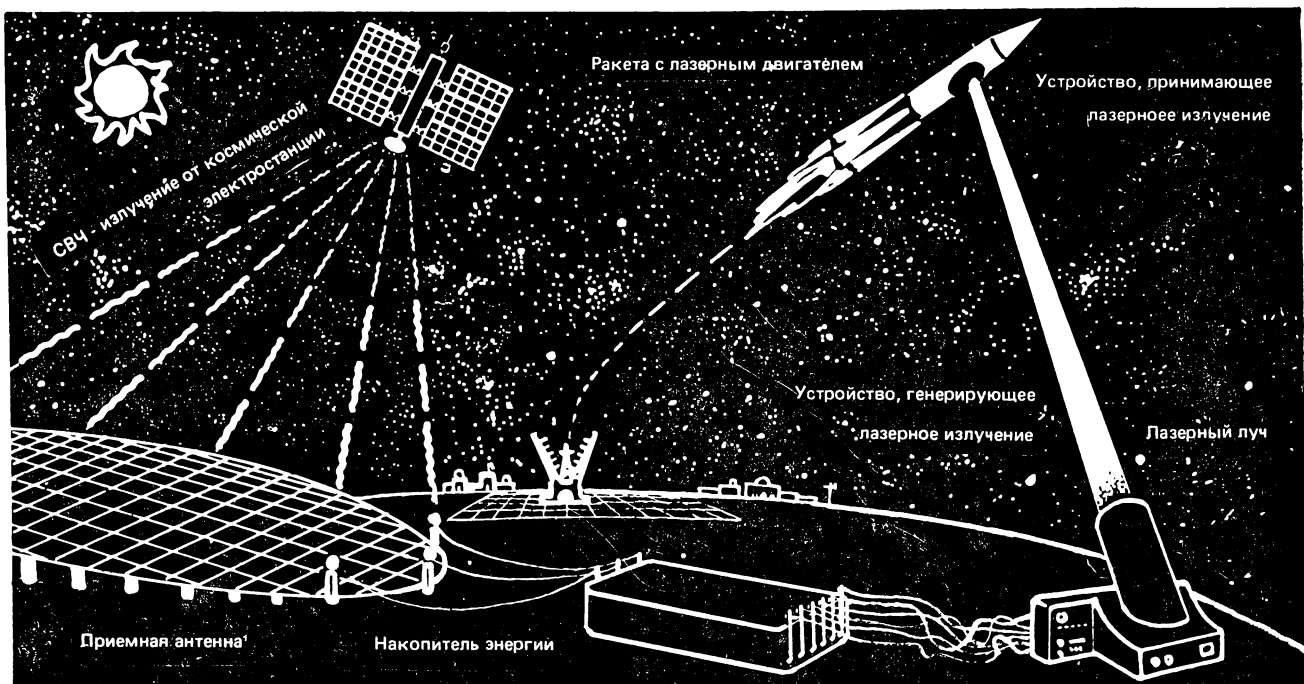
Поэтому заслуживает внимания другой, хотя и более сложный способ. Энергия, передаваемая с космической электростанции, сначала поступает в накопитель и лишь затем используется для старта ракеты. Чтобы реализовать этот способ, потребуется соорудить на Земле накопитель (на основе сверхпроводящих элементов, гидроаккумуляторов), преобразователи и блок лазеров повышенной мощности для передачи энергии на борт ракеты.

Если скорость истечения рабочего вещества 20 км/с, а полезная нагрузка 100 т, то стартовая масса ракеты составит около 200 т. В качестве рабочего вещества по экономическим соображениям удобно выбрать, например, воду. Тогда менее острыми, чем при использовании углеводородных топлив, окажутся и экологические проблемы. Специального изучения требует, правда, вопрос о влиянии паров воды, истекающих из двигателя, на защитный слой озона в атмосфере Земли.

К рабочему веществу (вода) для его испарения и разгона до скорости 20 км/с необходимо подводить мощность порядка 10^8 кВт, а величина

Старт ракеты с лазерным двигателем в режиме передачи энергии непосредственно космической электростанции





Старт ракеты с лазерным двигателем в режиме предварительного накопления энергии

полной энергии, которую потребуются передать летящей ракете, составит 10^{14} Дж (считая к.п.д. преобразования энергии излучения в 10%). Примем удельную массу наземной лазерной установки, передающей эту энергию на борт ракеты, 1 кг/кВт. Тогда масса установки составит 10^8 т. Разумеется, подобная наземная установка для старта ракет с помощью лазерных излучателей представляет

собой технически сложное и дорогостоящее сооружение. Вряд ли, однако, ее стоимость превысит затраты на создание первой космической электростанции (порядка 40 млрд. долларов), а преимущества такой установки очевидны — возможность многократного использования при минимальных вредных воздействиях на окружающую среду.

Прогресс в развитии лазерной техники может способствовать и решению другой проблемы космической индустрии — существенного снижения массы космической электростанции. Рассматривается, в частности, возможность создания лазе-

ров большой мощности с непосредственной накачкой за счет солнечного излучения для передачи на Землю энергии излучения лазера в виде хорошо сфокусированного луча.

Применение лазеров для космических электростанций позволит резко уменьшить размеры приемной антенны и использовать искусственные спутники Земли в качестве ретрансляторов.

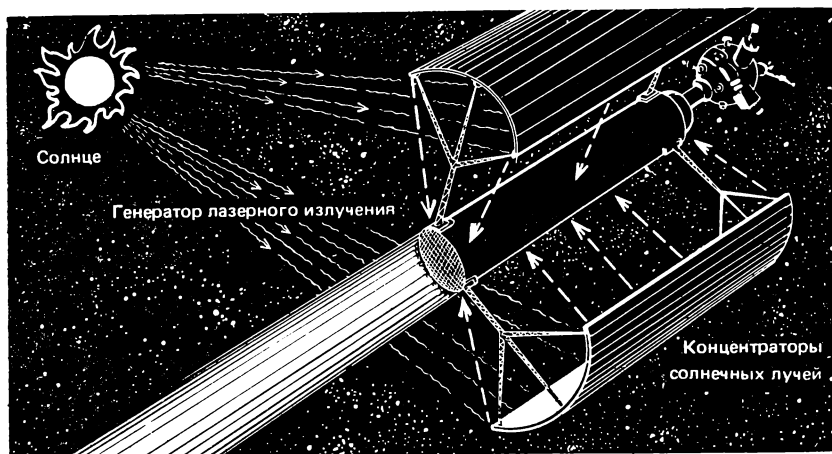
ЛАЗЕРЫ И ТЕРМОЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ В КОСМОСЕ

В настоящее время уже можно думать о создании фотонной машины, иными словами, системы эффективного преобразования энергии лазерного излучения, например, в электроэнергию. Если лазер — аналог электрогенератора, то фотонная машина — аналог электродвигателя. После создания такой машины к.п.д. системы преобразования энергии лазерного излучения на Земле возрастет до 70%. Решение этой задачи приведет к новому снижению массы космической электростанции и увеличению эффективности станции.

Существуют и другие возможности дальнейшего снижения массы космических электростанций и пред-

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕХ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЕКТОВ ВЫВОДА РАКЕТЫ НА ОКОЛОЗЕМНУЮ ОРБИТУ

Проекты	Характеристики	Скорость истечения рабочего вещества, км/с	Полезная нагрузка, т	Стартовая масса ракеты, т	Масса наземной установки, т
Запуск ракеты жидкостными двигателями		3,5	100	3000	—
Энергия к ракете подводится лазерным лучом с Земли		20	100	200	$10^5-3 \cdot 10^5$
Энергия к ракете подводится от космической электростанции		20	5-10	15-20	—



Космическая электростанция с непосредственным преобразованием тепловой энергии в энергию лазерного излучения

отвращения нежелательных воздействий на окружающую среду. Одна из них состоит в использовании энергоустановок на основе управляемых термоядерных реакций в качестве первичного источника энергии космической электростанции.

Рассмотрим для примера термоядерную двигательную установку. В термоядерном реакторе будет происходить дейтерий-тритиевая реакция, которая инициируется излучением лазера. Масса разгонной ступени с такой двигательной установкой 300 т, полная тепловая мощность реактора при частоте импульсов 500 Гц — 63 ГВт. С к.п.д. преобразования тепловой энергии в электрическую 15% (например, с помощью термоэмиссионного преобразователя) мощность реактора составит 10 ГВт — столько же, сколько у «стандартной» космической электростанции. Если вместо лазера в термоядерной энергоустановке использовать релятивистский электронный пучок, к.п.д. которого намного выше, получим дополнительное уменьшение массы станции.

Тепло, получаемое от Солнца или вырабатываемое в космосе термоядерным реактором, можно использовать для прямого преобразования

в энергию лазерного излучения, а потом передать энергию на Землю. Принимая удельную массу такой лазерной установки порядка 2—3 кг/кВт, получим для полной массы **лазерно-термоядерной космической электростанции** мощностью 10 ГВт величину $(2-3) \cdot 10^4$ т. Это меньше, чем в случае обычных космических электростанций.

Расход термоядерного горючего на такой станции невелик — 10^{-14} кг/Дж, или около 3 т в год при мощности 10 ГВт. Вынос термоядерной энергетики в околоземное космическое пространство позволит существенно повысить пороговую величину энергии, начиная с которой становится существенным «тепловое загрязнение» Земли. Именно по этой причине и представляется целесообразной разработка термоядерных космических электростанций.

Выигрыш в величине массы окажется еще более значительным, если учесть, что космический корабль, созданный на основе термоядерного реактора, в состоянии перейти с опорной на геостационарную орбиту с помощью той же самой термоядерной двигательной установки.

Энергетические установки на базе термоядерных реакторов находятся в настоящее время в стадии исследований. По оценкам специалистов, появления первых опытно-промышленных образцов можно ожидать через 10—15 лет. Но именно таким сроком оценивается и начальный период развертывания работ по кос-

мическим электростанциям для снабжения Земли электричеством.

Первые эксперименты, связанные с передачей энергии из космоса на Землю, в принципе могут быть осуществлены в ближайшие 10—15 лет. После этого можно будет переходить к сооружению опытных космических электростанций. В первых десятилетиях следующего столетия подобные станции будут в состоянии удовлетворить значительную часть энергетических потребностей человечества.

Оценивая перспективы космических электростанций, еще раз подчеркнем принципиально важную для дальнейшего прогресса в этой области мысль: инженерная разработка проблем космической энергетики должна опираться на достижения смежных областей науки и техники — электроники и электротехники, ядерной и термоядерной энергетики, физики плазмы, квантовой электроники, лазерной техники (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 27—31.— Ред.).



Космическая гляциология

Среди наук о Земле, активно использующих космические методы, видное место занимает гляциология. Основные объекты изучения — снежный покров, ледники и морской лед — лежат на поверхности и резко выделяются на фоне окружающего ландшафта.

Главным достижением 20-летнего периода пилотируемых полетов в космос следует считать отработку технических приемов получения информации о природной среде в оптическом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра, а также создание наземных комплексов обработки такой информации и подготовку специалистов по основным направлениям космического природоведения. 10-я пятилетка ознаменовалась большими успехами в практическом применении космической техники для нужд народного хозяйства. 11-я пятилетка станет временем широкого использования данных автоматических искусственных спутников Земли и орбитальных станций, например, в проектных работах гидротехников и мелиораторов, строителей дорог и трубопроводов, в геологоразведке, при инвентаризации природных ресурсов, в топографогеодезическом производстве, географических исследованиях, при контроле за состоянием природной среды, в гляциологии.

Труднодоступность территорий, где сосредоточены высокогорные ледники, ледовый покров Антарктиды, мор-

ские льды Арктики, диктует необходимость применения космических средств. Высокая динамичность объектов исследования, глобальный характер их распространения и активное влияние на климат планеты требуют использования оперативных средств наблюдения и съемки всего земного шара.

В жизни Земли снежный покров и ледники играют важную роль. В них сосредоточены огромные запасы холода и пресной воды. Безусловно, знать состояние и изменчивость гляциосферы совершенно необходимо также и для моделирования многих природных процессов. Моделирование приобретает все более выраженный практический характер. Возрастает потребность народного хозяйства в оперативной информации о снеге и льдах. На юге нашей страны это связано с зависимостью хозяйственной деятельности от величины стока горных рек, в значительной мере питаемых талыми водами снега и льдов высокогорья. В средних широтах время становления и схода снежного покрова определяет сроки сельскохозяйственных работ. В северных районах ледостав на реках определяет сроки навигации. Знание ледовой обстановки и путей миграции айсбергов в акваториях морей повышает эффективность и безопасность мореплавания.

Содружество космонавтики и гляциологии в нашей стране началось с запуска первой орбитальной станции «Салют» и продолжалось во всех последовавших пилотируемых полетах. Только с борта станции «Салют-6» получено около тысячи фотографий районов Земли, в обlique кото-

рых преобладают снежный покров и ледники.

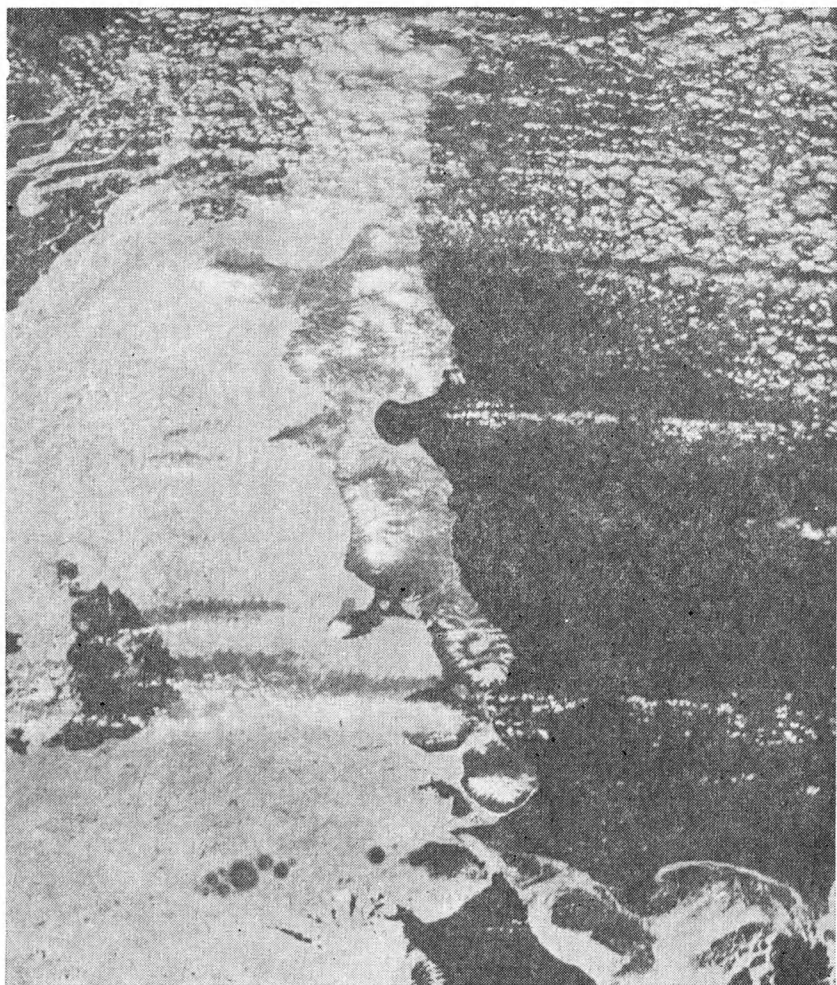
Завершившийся первый этап гляциологических экспериментов в космосе дает основания для подведения некоторых итогов этих исследований, проведенных специалистами Госцентра «Природа» в содружестве с космонавтами под научным руководством члена-корреспондента АН СССР В. М. Котлякова.

СЛУЖБА СЛЕЖЕНИЯ ЗА СНЕГОМ И ЛЬДОМ

За несколько месяцев до старта в космос станции «Салют-6» В. М. Котляков предложил создать специальную наземно-авиакосмическую службу слежения за снегом и льдом. Предложение основывалось на анализе опыта гляциологических работ на станциях «Салют», «Салют-3, -4, -5» и космического корабля «Союз-22».

Такая служба должна быть «трехэтажной». Наземная часть — экспедиционные исследования и сеть станций, выполняющих наблюдения и измерения на отдельных ледниках и гляциологических полигонах. Авиационная часть службы — визуальные наблюдения и съемка с борта самолетов и вертолетов. Космическая ее часть — съемка снежного покрова и льдов с борта искусственных спутников Земли и с орбитальных станций и визуально-инструментальные наблюдения, выполняемые космонавтами.

Облик первого и второго этажей специалистам сейчас в основном ясен. Используются различные типы самолетов и вертолетов, опробованы десятки приборов и устройств. Самое



Ледовая обстановка в районе острова Итуруп в феврале 1978 года. Снимок получен космонавтами Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко с борта орбитальной станции «Салют-6»

главное сегодня — оценить возможности орбитального звена, отделить реальное от нереального, создать методику наблюдений и съемок. Особенно важно взаимодействие между наземными группами исследователей, наблюдателями с воздуха и космонавтами.

С декабря 1977 года экипажи станции «Салют-6» участвовали в экспериментах, призванных ответить на многочисленные вопросы создателей этой службы. Вначале удостоверились

в возможности четко наблюдать границы сезонного снежного покрова на равнине и в горах, выявлять асимметрию снегонакопления на склонах хребтов, обнаруживать аккумуляцию снега в оврагах и балках. Проводились наблюдения и съемка из космоса крупных металлургических комбинатов, в результате чего была определена площадь промышленного загрязнения снега вокруг городов.

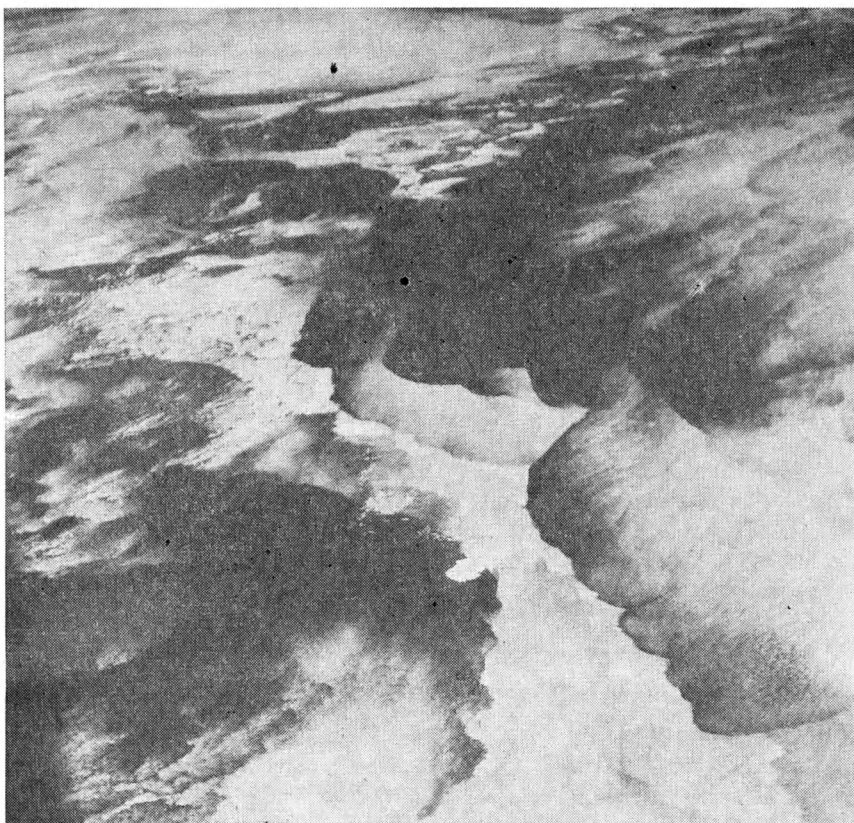
Изучение динамики становления и схода снежного покрова проводится в нашей стране регулярно с появлением первых метеорологических спутников. Выделение снега на фоне облаков представляет определенную трудность. Но сегодня эта задача успешно решается с помощью многозональной съемки. Удачным дополнением к снимкам метеоспутников слу-

жат фотографии, сделанные космонавтами. В 1981 году В. В. Коваленку и В. П. Савиных удалось сфотографировать южные районы территории СССР в весеннее время. Они ежедневно сообщали данные о перемещении границы снеготаяния с юга на север. Фотографирование этой границы с помощью многозональной камеры МКФ-6М и синхронные наземные исследования дали возможность установить, что отражательная способность тающего снега в инфракрасной области спектра резко снижается, в то время как для сухого снега это не отмечалось. Сравнение синхронных снимков, полученных в коротковолновой, средневолновой и длинноволновой областях спектра, дает возможность судить о картине снеготаяния.

Особое место в программе гляциологических исследований занимает картирование снежных лавин, которые уверенно дешифрируются по яркому белому тону, характерной форме сошедшего снега. По космическим снимкам судят не только о количестве лавин, но и о степени лавинной опасности, типах лавин и их мощности. Такие исследования выполняются в нашей стране в горных районах Карпат, Кавказа, Памиро-Алая, Тянь-Шаня и Алтая. В последнее время работы начаты в районе БАМа.

Помимо снежного покрова космонавты оценивали и фотографировали оледенение на отдельно стоящих высоких горных массивах, оледенение высоких вулканов. На вулкане Этна (остров Сицилия) удалось зафиксировать изменения заснеженности и оледенения в процессе извержения.

Все экипажи различали границы ледников, четко отмечали положение границы сезонного снега на ледниках, особенности моренного покрова, крупные ледопады. В конце периода таяния космонавты уверенно обнаруживали даже небольшие ледники в горах, замечали озера за ледяными плотинами, образованными подвижками ледников, и фиксировали периоды сброса воды из них. Используя природные ориентиры — озера, характерную конфигурацию речной сети, языки крупных ледни-



Большая плавучая льдина и отторгнутые от нее айсберги. Льдина замечена и сфотографирована космонавтами В. В. Коваленком и А. С. Иванченковым в октябре 1978 года во время их полета на станции «Салют-6»

лов,— космонавты безошибочно находили объекты исследований.

Снимки ледового покрова на акваториях морей наглядно передают сложную картину динамики замерзания соленой морской воды. На них можно увидеть сплошные поля льда, локальные и спиралевидные ледовые образования вблизи островов. С космической орбиты уверенно обнаруживаются айсберги в открытом океане и на акваториях фьордов и озер. За несколькими крупными плавучими льдинами в южной части Атлантики наблюдение осуществлялось с декабря 1977 года до мая 1981 года. Были установлены пути миграции айсбергов и динамика их распада.

С борта орбитальной станции удается просматривать земную поверхность на расстоянии около 2000 км от трассы станции. Для оценки максимально допустимого удаления гляциальных объектов космонавты провели более 150 сеансов наблюдений. Было установлено, что крупные плавучие льдины опознаются на расстоянии до 1000 км, а ледники в узких долинах можно изучать лишь при прохождении станции почти над ними. Одним из тестовых объектов этого эксперимента был ледник Сугран в бассейне памирской реки Муксу. Он легко обнаруживается по природным ориентирам, расположенным рядом с ним. На поверхности этого пульсирующего ледника броско выделяются дугообразные моренные гряды. Объект даже с большой высоты виден как объемное тело, так как произошло повышение поверхности ледника на несколько десятков метров.



Ледник Сугран в бассейне памирской реки Муксу (снимок сделан со склона хребта Петра Первого)



Пульсирующий ледник Ванчдара, наступающий в направлении долины реки Гармо (снимок сделан с Дарвазского хребта)

С орбиты оценивалось влияние погодных условий на результативность наблюдений и съемки, ограничения, которые создает освещенность (серьезная помеха в утренние и вечерние часы — тени от склонов гор), оптимальное направление подхода станции к тому или иному природному объекту.

Важнейший показатель наблюдений с орбиты — разрешающая способность глаза космонавта. Конечно, у разных людей она неодинакова. Невесомость снижает остроту зрения в первые дни полета. Затем результативность обзора земной поверхности увеличивается не только за счет адаптации глаза к условиям невесомости, но и за счет приобретения навыка к работе. Особенно эффективны визуальные наблюдения по прошествии нескольких недель пребывания космонавта на борту станции. Происходит самообучение наблюдателей,

ведь в наземных условиях невозможно полностью имитировать космический полет. Космонавты в свою очередь обучали по ходу экспериментов тех, кто давал им задания. В качестве тестовых объектов использовались срединные моренные гряды на ледниках и некоторые другие морфологические особенности горного оледенения. Срединные морены ледников обычно имеют протяженность от сотен метров до нескольких десятков километров. Они неодинаковы по ширине, а число этих образований на крупных ледниках может достигать до 10 и более. Несколько ледников вместе образуют тестовое поле. Наземным обследованием устанавливают параметры элементов этого поля, а в бортовой документации на космических снимках данного горного района наносят те поперечные профили на ледниках, которые выбраны для наблюдения.

В других случаях в документацию включают схемы крупных ледников, на которых показывают основные морфологические признаки объекта. Сопоставляя сообщения космонавтов с реальной наземной обстановкой, оценивают величину разрешающей способности при разных условиях на-

блюдения. Установлено, что в зависимости от контраста объектов и их формы даже невооруженным глазом при хорошей освещенности можно обнаружить элементы поверхности ледников шириной от 15 м.

Хорошие результаты дал эксперимент, в ходе которого следили за перемещением фронтального участка наступающего ледника. В качестве тестового объекта был выбран ледник Ванчдара в бассейне памирской реки Гармо. В. В. Коваленок и А. С. Иванченков летом 1978 года периодически сообщали об уменьшении расстояния между фронтом ледника и скоплением «мертвых льдов» (оставшихся от подвижки конца 50-х годов). Космонавты определяли это расстояние с точностью до нескольких десятков метров, несмотря на то, что отторженный лед, покрытый моренным чехлом, хорошо замаскирован на фоне горных склонов.

Конечно, все наблюдения на памирском гляциологическом полигоне выполнялись после изучения его природных условий в классе Звездного городка и непосредственно во время учебно-демонстрационных полетов над Памиром на самолете Ту-134.

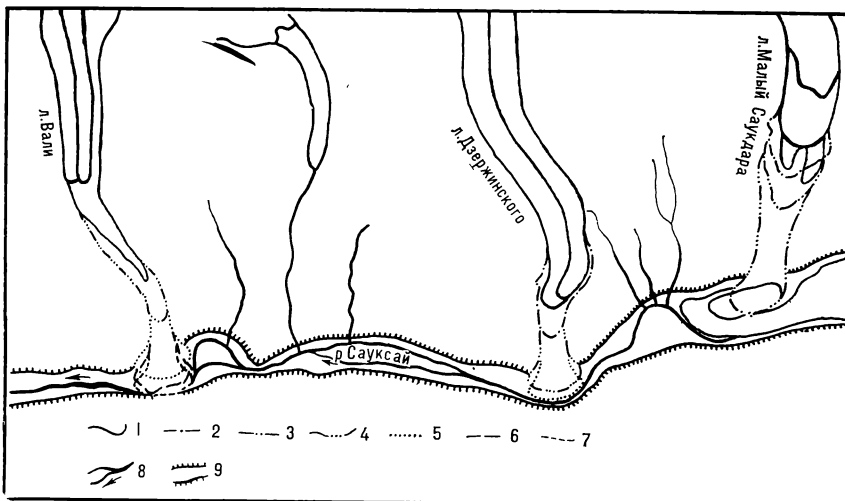
ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ЛЕДНИКИ

В последние годы значительно возрос интерес к пульсирующим ледникам. Это связано с тем, что в отдельных случаях такие ледники полностью перегораживают долины, и тогда за ледяными плотинами, достигающими в высоту нескольких десятков, а иногда и более метров, образуются напорные озера, неминуемый прорыв которых вызывает паводки, часто разрушительные. До прихода на службу гляциологии космической техники удавалось обнаружить лишь отдельные случаи быстрых наступаний ледников, да и то, как правило, после завершения подвижки льда. Реальная польза и эффективность космических методов в гляциологии хорошо видны на примере наблюдений за пульсирующими ледниками верховий долины памирской реки Сауксай (южный склон пика Ленина).

В 1973—1976 годах во время полетов космического корабля «Союз-12» и орбитальных станций «Салют-3, -4 и -5» этот район периодически фотографировали из космоса. Дешифрирование космических снимков позволило в течение четырех лет исследовать подвижки на крупных ледниках Вали, Дзержинского и Малый Саукдара (общая площадь 54,4 км², суммарный объем льда около 6,4 км³) и выявить ряд интересных особенностей. Космическим инспектированием было установлено, что в апреле 1972 года язык ледника Вали находился в стадии деградации. В сентябре 1973 года отмечена активизация ледника. В 1974 году произошло нагнетание льда к нижней части ледника и началось движение его фронта. В июле 1975 года зафиксировано приближение фронтальной части к долине реки Сауксай, а в мае 1976 года — выход льда в долину и растекание его в форме «кошачьей лапы». К августу 1976 года язык достиг противоположного склона долины и перегородил ее поперек. К февралю 1977 года ширина участка контакта ледника с противоположным склоном увеличилась со 100 до 300 м, в мае положение языка не изменилось, а к концу лета началось сокращение ледника и выравнивание его поверхности. Ледник вступил в стадию деградации.

Максимальная дальность продвижения льда от линии его прежнего фронта во время этих подвижек составила около 1550 м. Общий прирост площади трех ледников оценен в 3,3 км², а суммарный объем выброса льда в долину реки Сауксай — 0,2 км³. За несколько лет этот лед полностью растает, увеличив соответственно сток реки.

Во время полета орбитальной станции «Салют-6» слежение за ледниками сауксайской группы продолжалось. За 3,5 года эксплуатации станции только в горах Памира удалось обнаружить около 20 ледниковых пульсаций, многие из которых были заранее предсказаны. Типичный пример — активизация ледника Сугран — одного из наиболее интересных с научной точки зрения среди пульсирующих горных ледников Советско-



го Союза. По нашим оценкам, перемещение фронта этого ледника может достичь шести километров. Другой важный объект наблюдений — ледник Мушкетова, который медленно наступает в течение вот уже десяти лет, причем не исключена возможность перерастания этого процесса в быструю подвижку.

С борта станции «Салют-6» пульсирующие ледники были обнаружены не только на Памире, но и в горах Южных Анд, Каракорума и на Тянь-Шане. Эти данные будут использованы при составлении каталога пульсирующих ледников. Несомненна и их польза в изучении механизма ледниковых подвижек.

Динамика пульсирующих ледников, стекающих с южного склона пика Ленина на Памире.

Границы ледников: 1 — в 1972 году, 2 — в 1973 году, 3 — в 1974 году, 4 — в 1975 году, 5 — в мае 1976 года, 6 — в августе 1976 года, 7 — в феврале 1977 года, 8 — основные водотоки, 9 — границы поймы реки Сауксай

Пульсирующий ледник Вали, стекающий с южного склона пика Ленина в долину памирской реки Сауксай. Объем вынесенного во время подвижки льда около 82 млн. м³



АТЛАС СНЕЖНО-ЛЕДОВЫХ РЕСУРСОВ МИРА

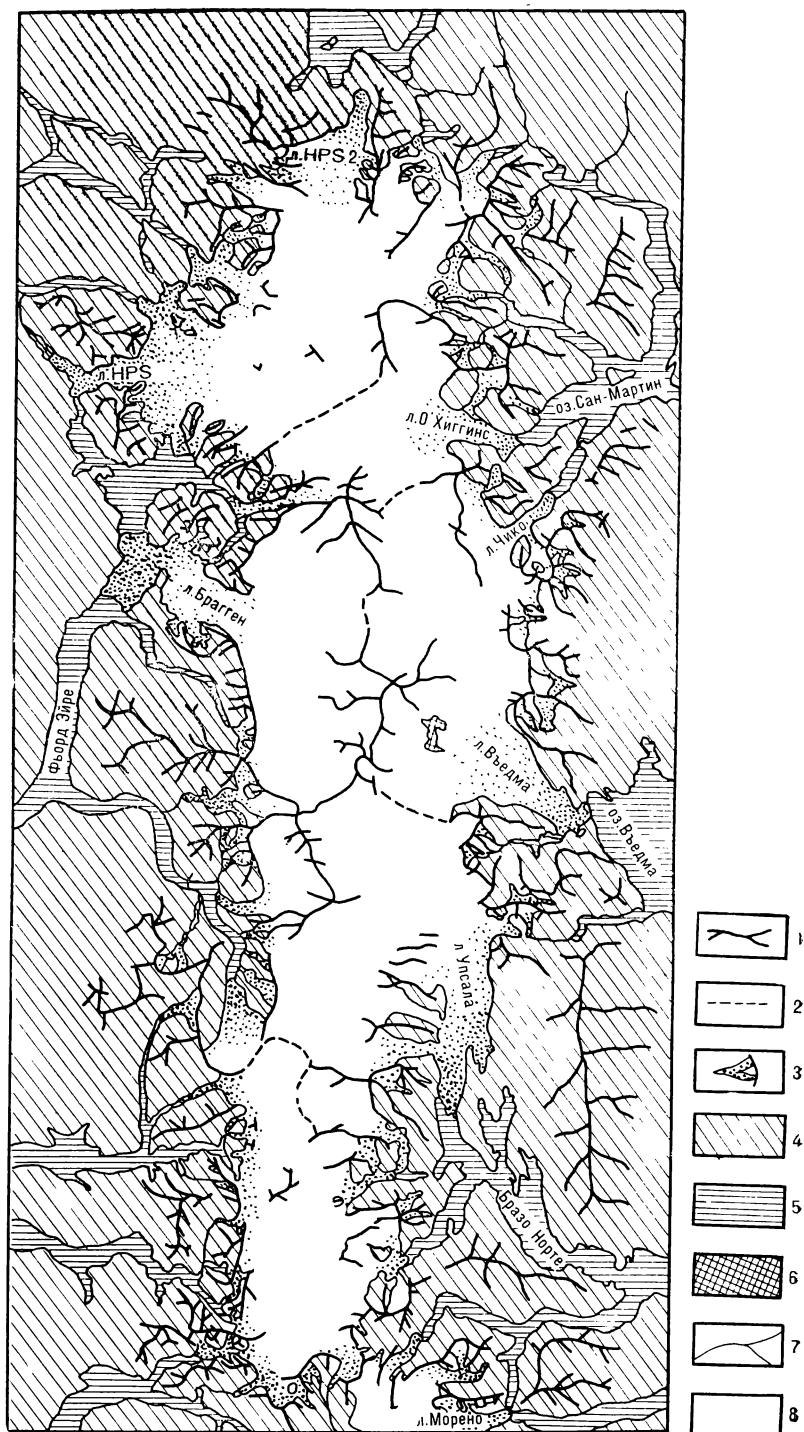
В последние годы в число основных задач советской гляциологии вошли работы по созданию Атласа снежно-ледовых ресурсов мира — вклад нашей страны в Международную гидрологическую программу, проводящуюся с 1975 года по решению ЮНЕСКО. В этом картографическом произведении найдут отражение все виды природных льдов. Будут показаны их запасы, режим, изменчивость и некоторые данные для использования в хозяйственных целях.

Уже на первом этапе составления карт был обнаружен недостаток информации о многих труднодоступных районах Земли. Съёмки с орбитальных станций помогли частично восполнить недостающие сведения, а иногда по-новому взглянуть на некоторые гляциальные образования. Например, проводились многолетние наблюдения Северного и Южного ледяных полей Патагонии (Южные Анды), в которых по предварительной оценке сосредоточено около 12% всего внеполярного оледенения Земли. Анализ данных, поступающих с борта станции «Салют-6», позволил точно установить границы оледенения, провести ледоразделы и выявить положение сезонной снеговой линии в разное время наблюдений. Важные результаты получены и при изучении динамики ледников Южных Анд. Здесь обнаружено и исследовано большое число пульсирующих лед-

ников. Динамика подвижек некоторых из них (Морено, Брагген, О'Хиггинс) прослеживалась на протяжении нескольких лет.

Не менее существенны и результаты исследования горных ледников

Центральной Азии. Сегодня мы имеем более ясные представления о морфологии и режиме ледников Гималаев, Куньлуня, Тибета. Особенно много информации получено о ледниках Каракорума. Теперь известны



Южное ледяное поле Патагонии (по данным, полученным с орбитальной станции «Салют-6»): 1 — водоразделы, 2 — ледоразделы, 3 — языки ледников, свободные от снежного покрова в конце периода таяния, 4 — поверхность, свободная от снега и льда, 5 — озера и фьорды, 6 — горный массив предположительно вулканического происхождения — «вулкан» Вьедма, 7 — речная сеть, 8 — область вечных снегов

не только морфологические особенности гляциального комплекса этой горной страны, но и основные данные о колебании ледников Каракорума в последнее десятилетие. Последующие наблюдения позволят ответить и на некоторые вопросы о режиме оледенения самого высокого горного региона Земли.

Таким образом, совместные работы гляциологов, создателей космической техники, космонавтов и наземных служб обеспечения полета дали весомые научные результаты. Исследования будут продолжаться в ближайшие годы и, несомненно, приведут к созданию специальной службы слежения за снегом и льдом, в ко-

торой будут использоваться авиационные, космические и наземные средства наблюдений. Особенно эффективным было бы изучение гляциосферы Земли, если бы в нашей стране был создан научно-исследовательский центр, который смог бы объединить пока еще разрозненных специалистов.

ПЯТЬ СТАДИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В истории формирования Земли до сих пор четко отмечались четыре стадии: археогея (4800—3200 млн. лет назад), протогей (3200—1600 млн. лет), неогей (1600—25 млн. лет) и антропогея. Каждая стадия, кроме последней, продолжающейся до настоящего времени, длилась около 1600 млн. лет, и ей, как правило, предшествовал скачок в развитии Земли, длившийся 200 млн. лет. Но была ли какая-нибудь стадия до археогея, и если да, то подчинялась ли она этой закономерности?

Сотрудник Института геологии и минерального сырья в Ханое (СРВ) Нгуен Динь Кат для ответа на этот вопрос исследовал термальную историю Земли. Он рассмотрел ряд геотектонических моделей, в которых, исходя из хондритового состава Земли, учитываются первоначальные температуры и распределение источников тепла. Используя методы геотектонической геологии, он получил, что наиболее вероятный возраст протопланет Солнечной системы примерно 6600 млн. лет. Действительно, до археогея Земля хоть и не имела коры, но уже существовала. Эту первую стадию автор назвал эмбриогеем. Эмбриогей — стадия формирования мантии, когда в глубине Земли под действием внутренних и внешних сил образовался мощный глубинный разлом. По нему поднималось вверх и застывало пластическое вещество, образуя временную «базальтовую заплату», которая позднее стала мантией Земли. Этот процесс дифференциации материалов продолжается и сейчас: тяжелые вещества опускаются, легкие — поднимаются по глубинным разломам, то есть формирование ядра еще не завершилось. Поэтому иногда на поверхности Земли встречаются более молодые осадочные породы.

Таким образом, в истории формирования Земли отмечается пять стадий, и каждой из них предшествовал скачок. После первого скачка (6600—6400 млн. лет назад), в те-

ние которого сформировалось железное ядро Земли, наступил эмбриогей. Именно на стадии эмбриогей образовалась земная мантия. После второго скачка (5000—4800 млн. лет назад), когда Земля полностью расплавилась, начался археогея — возникла первичная земная кора океанического типа. После третьего скачка (3400—3200 млн. лет назад) на поверхности Земли наметились геосинклинальные прогибы. В результате четвертого скачка (1800—1600 млн. лет) сформировался фундамент древних платформ. Последний, пятый скачок только начинается и должен закончиться через 200 млн. лет. После него на Земле, по-видимому, не будет землетрясений и вулканизма.

Доклады АН СССР, 1984, 258, 4.

«ВОДЖЕР-1» О ТИТАНЕ

Спутник Сатурна Титан — один из крупнейших спутников в Солнечной системе. По размерам он уступает только Ганимеду — спутнику Юпитера: диаметр Титана около 5120 км, Ганимеда — 5270 км. (Напомним, что диаметр Луны 3476 км, Меркурия — 4878 км.) Масса обоих спутников тоже почти одинакова, близки и плотности — приблизительно в 2 раза больше плотности обычного льда, и потому полагают, что и Титан, и Ганимед состоят почти из равного количества каменных веществ и льда.

Спутники были бы похожи, как близнецы, если бы Титан не имел

мощной атмосферы. Увидеть его поверхность с «Вояджера-1» оказалось невозможно, потому что она скрыта плотным слоем тумана, поднимающимся на высоту до 280 км. Выше в атмосфере различаются еще два туманных слоя, которые сгущаются к северному полюсу спутника и, сливаясь, окутывают его, словно темным пледом. Южная полусфера немного светлее, возможно, из-за сезонного эффекта (когда пролетал «Вояджер-1», в северном полушарии была весна, в южном — осень). Атмосферное давление у поверхности Титана на 50% больше, чем у поверхности Земли. Атмосфера состоит главным образом из азота — основного компонента и земной атмосферы. Небольшие количества азота найдены в атмосфере Марса. Ни в каких других атмосферах азот не обнаружен.

На поверхности Титана, в полярных областях, где температура едва достигает 90К (чуть-чуть выше температуры кипения азота), могут, по-видимому, существовать озера жидкого азота. Атмосфера Титана содержит также аммиак — реагент, важный для образования органических соединений, в частности аминокислот.

У Титана нет собственного магнитного поля, и это значит, что он не имеет жидкого, электрически проводящего ядра.

Двигается Титан у самой окраины магнитосферы Сатурна, и ее флуктуации, связанные с флуктуациями давления солнечного ветра, приводят к тому, что Титан то погружается в магнитосферу (и в потоки быстрых частиц, несущихся на него со скоростью 193 км/с), то выходит из нее.

Вдоль всей орбиты Титана, образуя огромный тор, тянется облако нейтральных атомов водорода, простирающееся почти до орбиты Рея и излучающее в ультрафиолетовой области. Поскольку атомы нейтральны, магнитное поле Сатурна не оказывает на них никакого влияния, и они кружатся вокруг Сатурна как его бесчисленные мельчайшие спутники.

Mercury, 1981, X, 1.





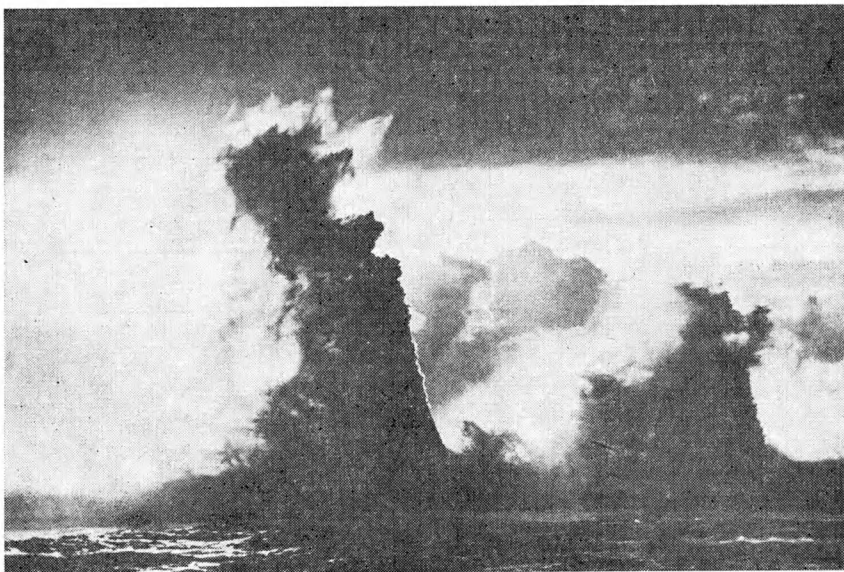
Кандидат физико-математических наук
С. М. АНЦЫФЕРОВ
Кандидат физико-математических наук
Р. Д. КОСЬЯН

Международные исследования прибрежной зоны моря

Как перемещаются донные осадки и наносы в прибрежных областях морей! Ведь их движение, особенно во время штормов, влияет на хозяйственную деятельность побережья. Решению этой важной проблемы и были посвящены совместные исследования ученых социалистических стран.

«ДЕЯТЕЛЬНАЯ» ЗОНА ОКЕАНА

Изучением законов движения обломочного материала по поверхности Земли занимается литодинамика (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 36—41.—Ред.). Литодинамика береговой зоны — один из важных разделов этой науки. В прибрежной части океана можно встретить практически все основные литодинамические процессы, которые проявляются и на больших глубинах. К тому же здесь они протекают более динамично, а изучать их проще. Это своеобразная лаборатория для изучения литодинамики всего океана. Еще одна особенность мелководной зоны: если в глубоководных областях обломочный материал перемещается от меньших глубин к большим и процесс этот практически необратим, то вблизи берега материал может перемещаться и в противоположную сторону, так что здесь допустимо говорить лишь об общей тенденции движения. Прибрежная зона играет роль фильтра для материала, который выносятся реками и образуются при размыве берегов. Она служит также и источником, питающим все остальное дно обломочным ма-



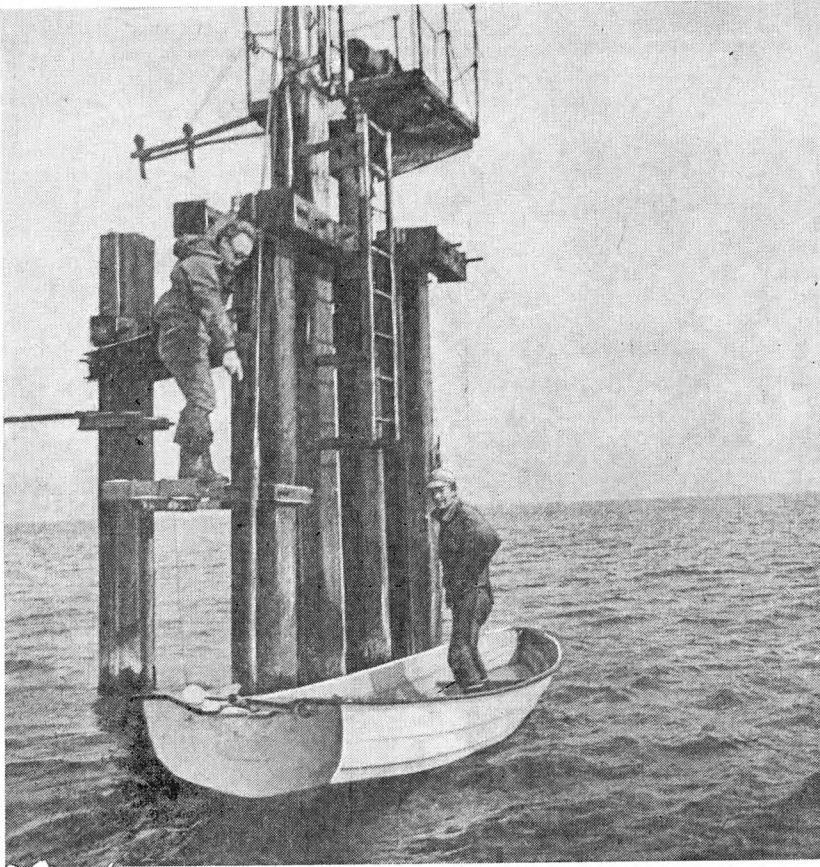
териалом. Попавшие сюда песок и алеврит, ил и пыль под действием волн и течений разделяются в соответствии с их механическими свойствами и сравнительно быстро доставляются на материковый склон или собираются вблизи берега.

На наших глазах береговая зона моря интенсивно осваивается. Среди народнохозяйственных проблем, связанных с эксплуатацией прибрежной части шельфа, есть круг серьезных задач, решить которые невозможно, не зная динамики наносов. Это и задачи портового строительства, и вопросы рационального проектирования и экономичной эксплуатации морских каналов, оптимального режима эксплуатации многих гидротехнических сооружений и флота, защиты берега и курортного строительства. Сюда же относятся проблемы выбора места для водозаборов и выпуска во-

ды, прокладки трубопроводов, прогнозирования и разработки морских месторождений полезных ископаемых, добычи строительных материалов.

В изучении прибрежной зоны заинтересованы все страны, имеющие выход к морю. И, конечно, весьма целесообразно объединить силы ученых, занимающихся в этих странах литодинамическими исследованиями. Тридцатилетняя история СЭВ знает немало примеров совместных исследований Мирового океана, но все же наиболее эффективными они стали после того, как в июне 1971 года Болгария, ГДР, Польша, Румыния и Советский Союз заключили многостороннее соглашение о сотрудничестве по проблеме «Мировой океан». Позднее к нему присоединилась Куба. Сначала сотрудничество заключалось в обмене материалами, полученными

КАК «ПРОНИКНУТЬ» В ШТОРМ?



*Полигон «Любятово».
Монтаж измерительных приборов
на одной из опор*

научно-исследовательскими институтами отдельных стран, в совместных симпозиумах, встречах; в дальнейшем оно приобрело и другие формы.

Для разработки конкретных вопросов были созданы интернациональные рабочие группы, а самые сложные задачи решались в ходе международных научно-исследовательских экспериментов. Эксперименты шли по общей программе и с помощью единого «приборного парка», что позволяло проводить измерения по современной и совершенной методике.

Впервые литодинамические исследования были включены в программы международных экспериментов, проходивших в 1974 и 1976 годах на

польском побережье Балтийского моря западнее Гданьска, в районе поселка Любятово (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 48—51.— Ред.). Здесь разместилась морская лаборатория Института водного строительства Польской академии наук. В полукилометре от берега в глубь моря ушла шеренга из восьми прочных опор, вбитых в морское дно. На них укрепили измерительные приборы, которые с помощью кабелей подключались к регистрирующей аппаратуре, находящейся на берегу, в помещениях лаборатории. На глубине от 8 до 18 м разместились автономные измерительные посты, их обслуживали водолазы. Такая расстановка измерительной аппаратуры позволяла перекрыть все характерные участки береговой зоны: области действия слабо и сильно деформированных волн и область, где волны разрушаются,— зону подводных валов.

Шторм в море — величественное и захватывающее зрелище, но вместе с тем это и огромная разрушительная сила. Сконцентрировав в себе гигантскую энергию ветров, море расходует ее в береговой зоне. Здесь приводятся в движение массы донных осадков, и в результате песок может занести водозаборные сооружения, каналы и подходы к портам. Во время шторма море способно даже поглотить целые участки берега с пляжами и постройками.

Не удивительно, что основное внимание в экспериментах «Любятово» уделялось динамике взвешенного материала, который в шторм составляет подавляющую или во всяком случае большую часть полного расхода наносов. До начала 70-х годов это был своего рода порог в развитии натуральных исследований в данной области: наши сведения о перемещении взвешенных наносов в верхней части шельфа были малонадежны и весьма отрывочны — относились они лишь к отдельным точкам береговой зоны. Слишком трудной и даже нереальной казалась организация штормовых наблюдений, которые могли бы охарактеризовать береговую зону в целом, а без них о создании количественной модели литодинамических процессов в этой зоне нечего было и помышлять.

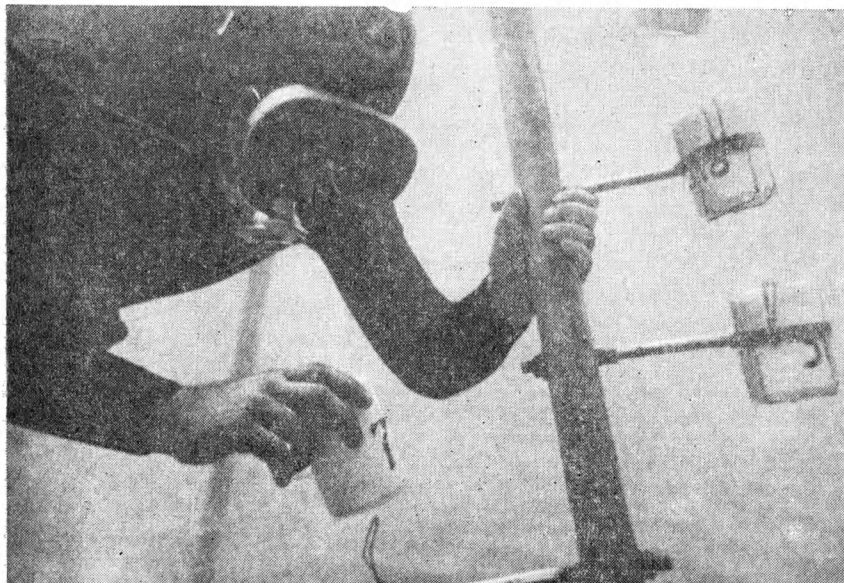
Литодинамическая программа работ стран — членов СЭВ включала, во-первых, сбор данных, детально характеризующих распределение концентрации и состав взвешенных наносов в наиболее насыщенной ими придонной толще воды (1,5—2 м) на обширной акватории в штормовых условиях. Во-вторых, на базе собранной информации предполагалось проверить и дополнить существующие, а также разработать новые представления о динамике взвешенных наносов в верхней части шельфа. Поставленные задачи потребовали и определенной методики. Наблюдательные станции, расположившиеся во всех характерных участках береговой зоны, собирали информацию о вертикальном распределении кон-

центрации взвеси и ее составе в 1,5—2-метровой толще не менее чем в десяти точках. Вблизи дна точки группировались более «плотно» (концентрация в пределах этой толщи может изменяться на 3—4 порядка). Пришлось также добиваться, чтобы измерители не вносили существенных искажений в структуру изучаемой области, были по возможности дешевыми и надежными при длительной работе в штормовых условиях.

Измерения предлагалось проводить с помощью автономных постов, оснащенных батометрами-накопителями. Накопитель представляет собой пластиковый стакан с поворачивающейся вокруг оси крышкой. В боковой поверхности стакана и крышки имеются окна, которые при повороте крышки закрываются или совпадают. Накопители крепятся сериями на каждом посту. После шторма водолазы меняют накопители.

Был разработан специальный метод определения концентрации, он стал затем частью комплекса, куда вошли также оперативный детальный анализ состава и обсчет данных на ЭВМ. Целиком этот комплекс применялся в экспериментах «Любятово-74» и «Лю-

Водолаз заменяет накопители после шторма



бятово-76». Сейчас он уже вполне пригоден для решения инженерных задач, в частности — изысканий под объекты гидротехнического строительства, работ по изучению особенностей определенных акваторий. С его помощью успешно решены некоторые важные практические задачи.

Новая методика позволила уже в самых первых экспериментах собрать значительный массив данных: измерениями оказались охвачены все основные районы, где наблюдается шторм. Если учесть комплексный характер экспериментов, в которых одновременно с литодинамическими величинами наблюдались и регистрировались скорости волн, то можно определенно утверждать, что эксперименты эти не имеют аналогов в мировой практике.

Убедительна и экономическая оценка совместных работ. По сравнению с аналогичной экспедицией, если бы ее организовала только одна страна, расходы на осуществление международного литодинамического эксперимента снизились в три раза, длительность его сократилась также втрое.

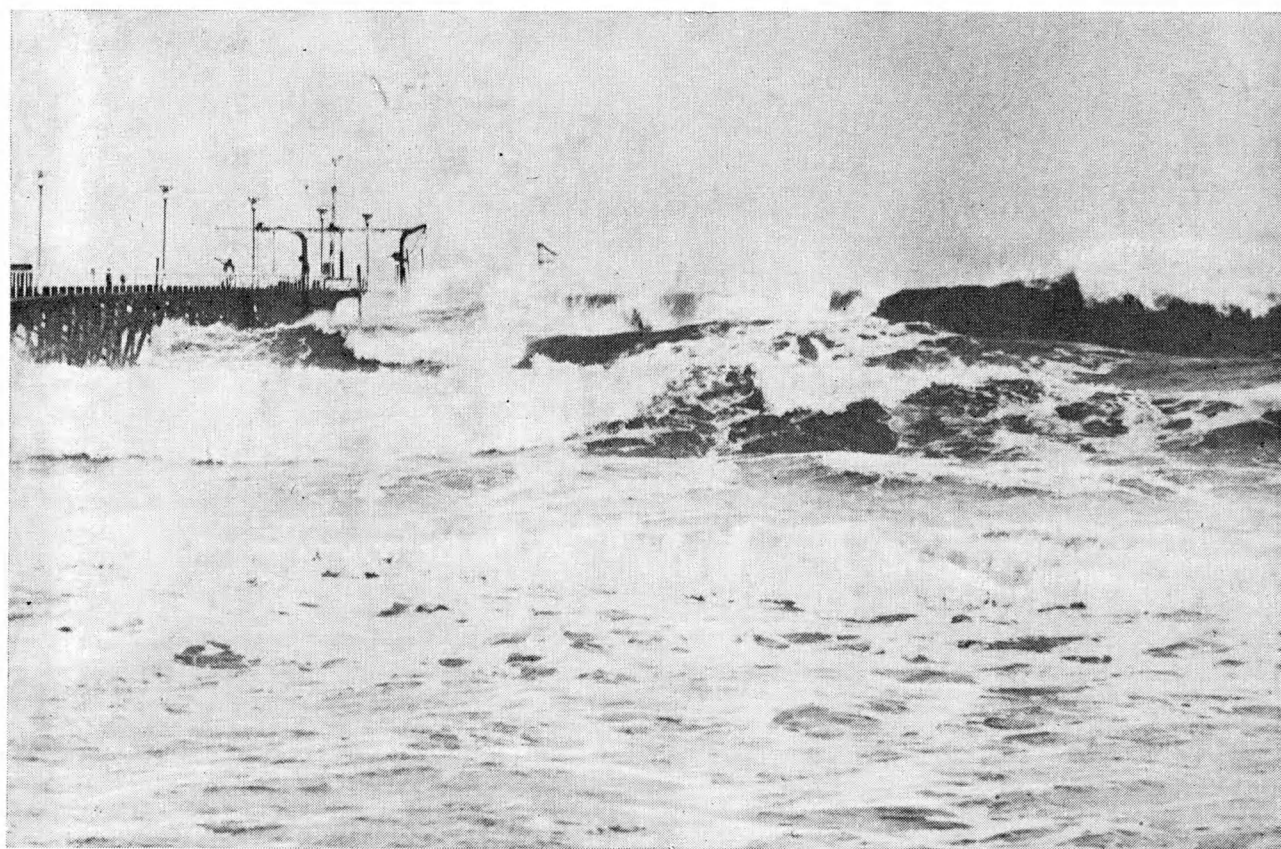
Во время экспериментов в Любятово приезжали ученые-наблюдатели из Голландии, Италии, США и Франции. Все они отмечали высо-

кую техническую оснащенность исследований, плодотворную деятельность интернационального коллектива. Уезжая, профессор Калифорнийского университета Р. Вигель заявил, что, по его мнению, одной стране просто не под силу решать столь сложные задачи, и он не поверил бы, не убедившись лично, что совместная деятельность ученых разных стран может протекать с таким полным взаимопониманием и взаимоотдачей.

В 1977 году от Института морских исследований и океанологии Болгарской академии наук вступил в строй полигон «Камчия». Он был оснащен эстакадой, выходящей в море на 250 м. Вместе с советским полигоном «Донузлав» «Камчия» представила новую возможность для «проникновения» в шторм. Вдоль эстакады устанавливали металлические штанги, оснащенные батометрами-накопителями. При очередном изменении волнового режима батометры полностью сменялись, происходило это обычно через 3—5 часов. Каждую штангу нужно было строго вертикально поднять из воды, закрепить на эстакаде и после этого произвести смену накопителей. Дождь, сильнейший штормовой ветер, дрожащий под ногами настил — все это затрудняло работу, и успешное ее завершение зависело от согласованности действий и надежности товарищей по труду. Отобранный материал надо было удалить из батометров и подготовить к дальнейшим анализам до окончания очередной экспозиции штанг. Затем весь процесс повторялся, и так двое-трое суток, до окончания шторма.

Работы на эстакаде позволили сделать следующий шаг — исследовать изменения режима взвешенных наносов, соответствующие сменам штормовых фаз. Здесь же удалось получить данные, касающиеся одного пока не исследованного и весьма важного аспекта литодинамики береговой зоны — изменчивости поля концентрации взвеси при переходе через полосу разрушения волн, где формируется основная часть вдольберегового потока наносов.

Организованной в 1975 году Международной рабочей группой по изу-



Эстакада полигона «Камчия»

чению изменчивости взвеси разработаны батометр длительного наполнения многократного действия и радиоизотопный измеритель концентрации взвеси. В обоих приборах заложен принцип полуавтономного действия (недоступные в шторм приборы управляются с суши), оба они — первые подобные разработки в странах СЭВ и оба не уступают, а в некоторых отношениях и превосходят уровень аналогичной аппаратуры в наиболее развитых западных странах.

Одновременно была создана методика определения концентрации взвеси неавтономными батометрическими устройствами, работавшими по принципу длительного наполнения. В эксперименте «Камчия-78» эти устройства успешно опробованы, во время методических работ с ними удалось устранить влияние сооружений (опоры и мачты), подобрать режимы за-

бора проб и определить необходимое время измерений.

Программа экспериментов «Камчия-1977—79» включала новую серьезную задачу — исследование деформации рельефа дна во время шторма. Даже ограниченные сведения по этому вопросу позволяют повысить надежность расчета устойчивости портовых и защитных сооружений. Штормовые промеры с эстакады через трехчасовые интервалы дали значительную и надежную информацию.

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Обработка собранных данных еще не завершена, но предварительный анализ позволил сделать некоторые заключения. Установлено, например, что объем взвешенного материала в прибрежной зоне моря и характер его распределения по глубине определяются не только гидродинамическими факторами, но и зависят от состава донного вещества (во взвеси

преобладает именно местный материал), а также от рельефа дна. Поэтому концентрация наносов на определенных горизонтах может изменяться немонотонно с удалением от берега. В частности, над гребнями подводных валов наносы обычно взвешиваются интенсивнее, чем над ложбинами. Обнаружено, что взвешенные наносы играют важную роль в литодинамических процессах и на глубине более двух-трех десятков метров. Даже при штормах средней силы это позволяет считать, что граница такого вида движения обломочного материала проходит значительно дальше от берега, чем область 20—30-метровых глубин.

Эксперименты помогли составить определенные представления о том, как формируется поток взвешенного материала и распределяется его концентрация по глубине водной толщи во время шторма в зонах различной динамической активности. По данным наблюдений удалось выявить ос-



*Подписание протокола
об окончании международного
эксперимента
«Любягово-76».*

*Слева направо: руководитель
делегации ГДР Г. И. Тремп,
ученый секретарь экспедиции
К. Павлюк (ИНР),
руководитель делегации НРБ
В. Ж. Дачев,
руководитель делегации СССР
С. М. Анцыферов,
руководитель эксперимента
и польской делегации Т. Басиньски*

новные особенности профилей концентрации в зоне действия неразрушенных волн, в зоне их разрушения и на участках обрушения волн. Но, правда, количественные решения для трех этих случаев пока еще неравноценны.

Для первой зоны даны теоретические оценки и отобраны наиболее надежные из них. Кроме того, в рамках задачи о вертикальном распределении относительных величин концентрации взвешенных частиц определена применимость известных ее решений. Эти решения были дополнены эмпирическими связями, действующими за установленными грани-

цами. Для зоны шторма аналогичные аналитические выводы получить пока не удалось. Но все же некоторые качественные представления о ней мы уже имеем.

Помимо исследований, о которых мы рассказали, в рамках литодинамической программы началось изучение вопроса, как влияют гидротехнические сооружения на формирование потока наносов. В эксперименте «Любягово-76» путем специальных измерений обнаружили изменения концентрации взвеси вблизи массивных опор. Этот результат важен не только как прикладной или методический. Он заставляет более осторожно относиться к результатам многих измерений, в частности к исследованиям структуры потока, которые выполнялись приборами с массивных сооружений.

За несколько лет совместной деятельности по проблеме «Мировой океан» специалисты стран — членов СЭВ добились заметных успехов в изучении литодинамики океана. Несравненно возросли возможности натурных наблюдений, собран уникальный материал, характеризующий несколько десятков штормов различной интенсивности на разных полигонах, к тому же сильно расширены

наши представления о динамике наносов в верхней части шельфа. Результаты всех этих работ подробно освещены в научных сборниках, которые изданы на русском и английском языках. Кроме того, подготовлены и технические рекомендации.

Совместная деятельность ученых во время экспериментов не ограничивалась натурными исследованиями, успешный обмен опытом шел и на регулярно созываемом научном семинаре, где участники экспедиций обсуждали доклады, посвященные проблематике исследований. Общая работа, состоящая и в подготовке экспериментов, и в анализе их результатов, и в обсуждении на совместных симпозиумах, фактически уже привела к образованию стабильных научных групп, сотрудничающих по единой программе, — своего рода интернациональных лабораторий. Можно сказать, что уже созданы все предпосылки для учреждения Международного исследовательского института по изучению моря.



Климат в прошлом и будущем

Потепление, начавшееся в конце прошлого века и усилившееся в 20—30-х годах нашего столетия, в 40-х годах сменилось медленным похолоданием, а затем снова началось потепление. Каковы причины и возможные последствия таких колебаний климата?

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В ПРОШЛОМ

Данные палеогеографии и геологии свидетельствуют: в прошлом в течение сотен миллионов лет климат Земли резко отличался от современного. Разница температур воздуха между экваториальными и высокоширотными областями была тогда сравнительно невелика, при этом температура в средних и высоких широтах была гораздо выше, чем в наше время.

Изменения начались в третичном периоде — несколько десятков миллионов лет назад, когда температура воздуха в высоких широтах стала понижаться и возникли первые, сначала небольшие, полярные ледяные покровы. В четвертичном периоде (последний миллион лет) эти оледенения в северном полушарии несколько раз достигали средних широт, а затем отступали в полярные области. Последнее наступление ледников около десяти тысяч лет назад закончилось тем, что постоянный ледяной покров в Северном полушарии сохранился в основном в Северном Ледовитом океане, а в Южном полушарии — в Антарктике и прилегающих к ней морях.

Для объяснения климатических изменений, происходивших в прошлом, предлагались различные гипотезы, но лишь в последние годы, когда ученые стали использовать методы физической климатологии, удалось выявить важные закономерности этого процесса.

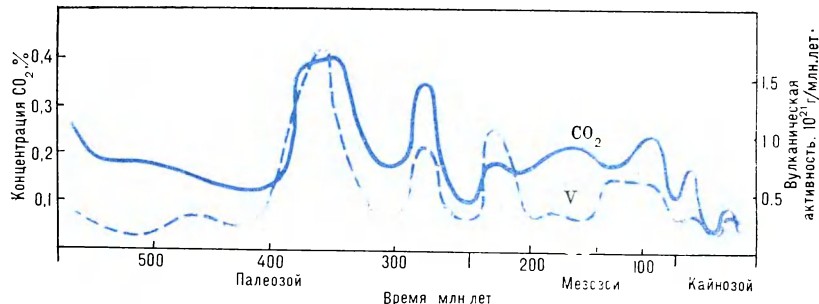
ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ

Из факторов, которые существенно влияют на климат Земли, следует выделить **размещение континентов и океанов на земной поверхности**. Когда океаны охватывают огромные по широте пространства, развивающиеся в них мощные течения переносят тепло из тропиков к полюсам Земли. Благодаря этому поддерживается высокая температура в по-

Изменение концентрации углекислого газа (CO₂) и вулканической активности (V) в течение фанерозоя. Концентрация CO₂ за это время изменилась примерно в 10 раз. Колебания уровня вулканической активности характеризуются изменением массы изверженных пород в осадочных отложениях, образованных за единицу времени

лярных областях. Когда же континенты занимают полярные области или окружают их, приток теплых океанических вод к полюсам ограничен, температура воздуха в высоких широтах падает, и постепенно образуются полярные льды.

Еще одна причина изменения климата — **колебания концентрации углекислого газа (CO₂) в атмосфере**. Газ этот практически прозрачен для солнечной радиации и существенно уменьшает длинноволновое излучение от земной поверхности. Поэтому рост его количества усиливает парниковый эффект, и температура приземного слоя воздуха повышается. Недавно установлено, что в геологическом прошлом количество углекислого газа в атмосфере заметно колебалось. В течение фанерозоя, то есть последние 570 млн. лет, его концентрация изменялась примерно в десять раз. Количество CO₂ в атмосфере возрастало в периоды сильной вулканической деятельности. Объясняется это тем, что при извержении вулканов в атмосферу поступает много углекислого газа. В конце мезозойской эры появилась тенденция к уменьшению атмосферного углекислого газа, и в современную

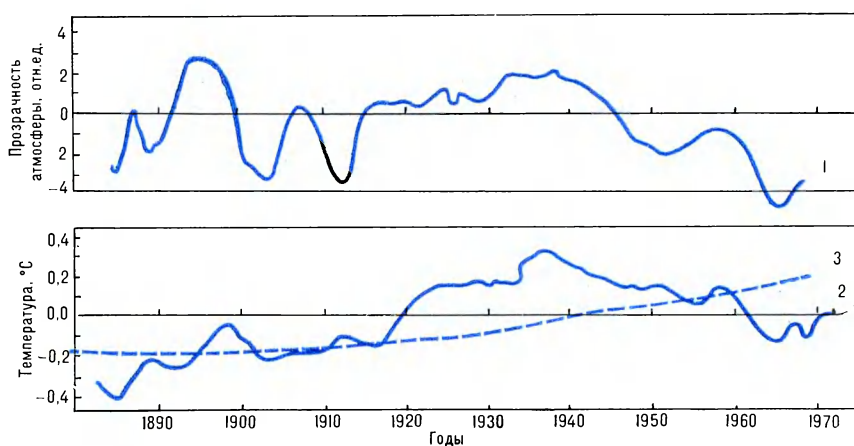


эпоху его концентрация составляет лишь около 0,03% объема атмосферы. Это в несколько раз меньше, чем среднее количество углекислого газа в атмосфере в период фанерозоя. Есть основания считать, что уменьшение концентрации углекислого газа в кайнозойскую эру было главной причиной изменения климата в сторону похолодания и появления в высоких широтах ледниковых покровов.

В последние годы доказано, что возникшие в результате глобального похолодания **полярные льды** способствуют дополнительному понижению температуры воздуха в окружающей их зоне. Они обладают большой отражающей способностью для солнечной радиации, поэтому в зоне льдов поглощается меньше радиации, и температура воздуха падает. Таким образом, льды — не только следствие похолодания климата, но в некоторой мере и его причина.

Для объяснения особенностей климата в последний миллион лет большое значение имеет вопрос о перемещениях ледяного покрова, который в холодные ледниковые эпохи в Северном полушарии доходил до широты Москвы, а в теплые межледниковые периоды отступал далеко к северу. Вопрос прояснился, когда установили, что ледяные покровы на суше и в океанах обладают ограниченной устойчивостью. Лед охлаждает окружающее пространство и поэтому имеет тенденцию к саморазвитию. Единственное препятствие к неограниченному распространению ледяного покрова то, что солнечная радиация растет с уменьшением широты. Это и затрудняет распространение льдов в низкие широты.

Расчеты показывают, что даже при сравнительно небольших изменениях факторов, влияющих на климат, границы ледяного покрова на суше и в океанах могут перемещаться на тысячи километров. Такие перемещения, по-видимому, зависят от изменений солнечной радиации, происходящих в различных широтах. Эти довольно ограниченные изменения происходят периодически из-за колебаний положения Земли относительно Солнца, обусловленных наклоном земной оси, эксцентриситетом орби-



Изменения прозрачности атмосферы (кривая 1), средней температуры воздуха в Северном полушарии (кривая 2) и изменение средней температуры воздуха под влиянием роста концентрации CO₂ (кривая 3)

ты Земли и временем наибольшего приближения Земли к Солнцу. Периоды таких колебаний — десятки тысяч лет.

Уже давно высказывалось предположение, что в эпохи максимального спада радиации, приходящей в высокие широты за теплое время года, площадь полярных ледяных покровов возрастает и в Северном полушарии они распространяются в средние широты. Такое объяснение причин ледниковых эпох долгое время считалось спорным, и только последние палеогеографические исследования показали, что время развития оледенений почти совпадает с эпохами понижения летних сумм радиации в высоких широтах. Это заключение позволяет считать вопрос о причинах возникновения указанных оледенений в какой-то степени разрешенным.

В отдаленном прошлом, когда полярных льдов либо вовсе не было, либо было сравнительно мало, периодические колебания солнечной радиации в высоких широтах не могли вызвать заметных изменений климата.

Кроме указанных выше факторов на климатические условия влияют **колебания прозрачности атмосферы.**

В атмосфере содержится аэрозоль, количество которого то возрастает, то уменьшается. Одна из главных причин увеличения количества аэрозоля — вулканические извержения. При усилении вулканизма прозрачность атмосферы уменьшается, в связи с чем уменьшается количество солнечной радиации, достигающей поверхности Земли, и температура нижних слоев воздуха падает. В периоды с ослабленным вулканизмом атмосфера очищается от аэрозоля и температура воздуха растет. Климатические изменения в Северном полушарии таковы, что с конца XIX века до 30-х годов XX века температура воздуха повысилась приблизительно на 0,4—0,6°. После 30-х годов потепление сменилось похолоданием, в ходе которого к 60-м годам температура понизилась примерно на 0,3°, а затем началось новое потепление.

Кроме указанных тенденций изменения температуры, которые проявлялись в течение десятилетий, были в истории Земли и более кратковременные колебания температуры. Причина кратковременных колебаний температуры и отчасти ее более продолжительных изменений становится ясной, если сравнить кривую изменений средней температуры (прослеженных с конца прошлого века) с кривой колебаний прозрачности атмосферы, выраженных в относительных изменениях средних величин солнечной радиации, приходящей к земной поверхности при безоблачном небе. Такое сравнение показывает, что увеличение прозрачности обычно при-

водит к повышению температуры, а понижение прозрачности — к понижению температуры. Часто изменение температуры несколько отстает от колебаний прозрачности. Это влияние термической инерции Земли (обусловленной главным образом термической инерцией верхних слоев океанов).

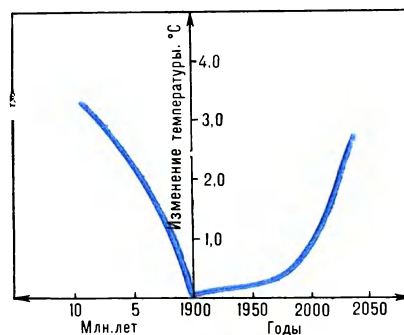
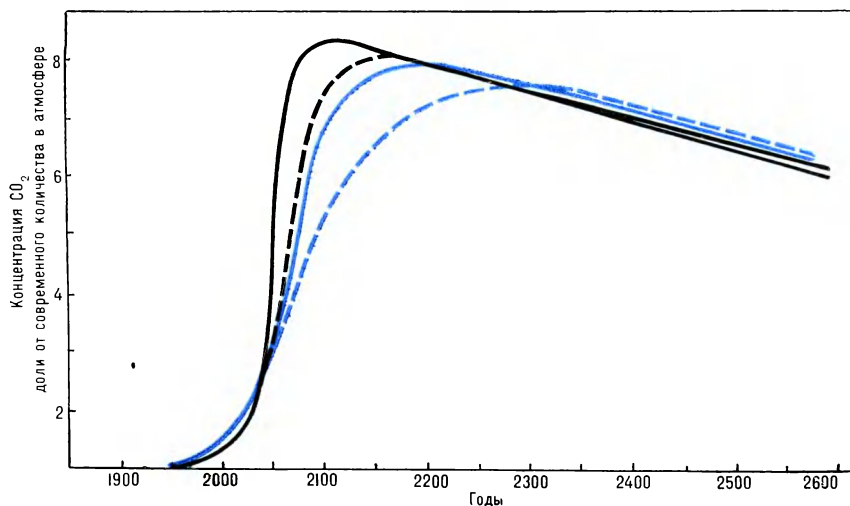
При более детальном сопоставлении обеих кривых обнаруживается их некоторое различие, в частности, средняя температура воздуха имеет тенденцию к некоторому повышению во второй части рассматриваемого периода. Эту тенденцию невозможно объяснить изменениями прозрачности атмосферы, последняя скорее понижается в конце данного периода, а не повышается.

Для понимания причин такого изменения температуры необходимо рассмотреть вопрос о влиянии хозяйственной деятельности человека на климат. Впервые оно стало проявляться тысячи лет назад, когда в связи с развитием земледелия в засушливых районах начали применять искусственное орошение. Распространение земледелия на лесные зоны также приводило к изменениям климата, поскольку на больших пространствах вырубались леса. В дальнейшем на климатические условия влияло строительство городов, создание новых водоемов и проведение различных мелиоративных работ, включая лесонасаждение и осушение заболоченных территорий. Во всех этих случаях изменения климата ограничи-

вались изменениями метеорологических условий только в нижнем слое воздуха в тех районах, где осуществлялись хозяйственные мероприятия (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 11—13.— Ред.).

Теперь в связи с быстрым развитием промышленности и ростом энерговооруженности возникли перспективы изменения климата в планетарном масштабе. По-видимому, главная причина этих изменений — постепенное нагревание атмосферы Земли из-за растущей концентрации углекислого газа. В конце 50-х годов на Гавайских островах, на метеорологической станции Южный полюс и в ряде других районов были организованы систематические наблюдения за количеством углекислого газа в атмосфере. Данные этих наблюдений, а также другие источники показали, что с середины прошлого века концентрация CO_2 в атмосфере повысилась примерно на 15%. Главная причина этого роста — сжигание все возрастающих количеств угля, нефти и других видов органического топлива. По-видимому, примерно половина общей массы углекислого газа, образованного при сжигании топлива, задерживается в атмосфере, другая половина растворяется в водах Мирового океана. Весьма вероятно, что рост концентрации углекислого газа

Изменение количества углекислого газа в атмосфере по материалам расчетов (в долях от современного количества CO_2 в атмосфере)



Изменение средней температуры воздуха в конце кайнозойской эры и в ближайшем будущем

в атмосфере связан также с уменьшением запасов углерода в биомассе лесов, при их уничтожении человеком и потерей углерода в почве в результате сельскохозяйственных работ.

Рост количества CO_2 в атмосфере влияет на климат, изменяя его в сторону потепления. Об этом говорят данные о температуре воздуха, полученные за последнее столетие. Некоторые расчеты показывают, что увеличение массы углекислого газа уже привело к повышению средней температуры воздуха примерно на $0,5^\circ$. Это небольшая величина, она пока еще сравнима с колебаниями средней температуры, происходящими из-за изменений прозрачности атмосферы. Но дальнейшее развитие энергетики, основанной на использовании углеродного топлива, может привести к гораздо более сильному потеплению.

Новейшие материалы о влиянии хозяйственной деятельности на климат содержатся в заключении советско-американского совещания экспертов, которое состоялось в июне 1981 года в Ленинграде. В заключении утверждается, что влияние увеличения углекислого газа на климат, по-видимому, приведет до конца XXI века к общему глобальному потеплению с повышением средней температуры воздуха на несколько градусов.

Климатическим условиям, которые могут возникнуть в будущем, уделяется сейчас большое внимание. Иног-

да высказывается мнение, что эти условия могут оказаться сходными с условиями отдаленного прошлого, когда атмосфера была богаче углекислым газом по сравнению с современной эпохой. Из данных о температуре воздуха в конце кайнозойской эры и в нынешнюю эпоху следует, что современный процесс потепления приводит к климатическим условиям, которые существовали миллионы лет назад. Процесс этот идет с громадной скоростью, в тысячи раз большей, чем скорость похолодания в конце кайнозойской эры. Причина заключается в том, что нынешнее потепление в основном обусловлено сжиганием запасов ископаемого топлива, причем за каждое десятилетие уничтожаются запасы угля и других видов топлива, которые создавались миллионы лет.

ЕСЛИ РАСТАЮТ ЛЬДЫ...

Одно из существенных последствий возможного изменения климата заключается в таянии морских полярных льдов. Занимая обширную площадь в высоких широтах обоих полушарий, они имеют сравнительно небольшую толщину — обычно не более нескольких метров. Расчеты показывают, что повышения температуры воздуха на несколько градусов в теплый период года будет достаточно для полного таяния морских льдов. А это может привести к дополнительному потеплению в высоких широтах. Так как при глобальном потеплении повышение температуры в высоких широтах обычно больше, чем в низких, то условия для таяния морских льдов могут возникнуть, если средняя температура у поверхности Земли изменится всего на 2—3°, что может соответствовать повышению концентрации CO₂ в атмосфере по сравнению с ее доиндустриальным уровнем примерно вдвое.

Освобождение Северного Ледовитого океана ото льдов может коренным образом изменить природные условия в высоких широтах. Менее значительное, но тоже существенное изменение климата произойдет в это время и в средних широтах. Посколь-

ку при таянии морских льдов крупные ледники на суше (Антарктический и Гренландский) сохранятся, уровень Мирового океана заметным образом не повысится. Предположения о том, что при потеплении может быстро разрушиться западная часть Антарктического ледника, ложе которого много ниже современного уровня моря, пока еще не подтверждены данными расчетов и наблюдений.

НЕОГЕН И СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТ

Наиболее близкую аналогию природным условиям первых десятилетий безледной эры (как полагают, она наступит к середине следующего столетия) представляет природа второй части третичного периода — неогена (2—25 млн. лет назад). В то время положение континентов и океанов на земной поверхности не очень сильно отличалось от современного. Антарктическое покровное оледенение существовало на протяжении большей части неогена, его возраст превышает 20 млн. лет. Многолетний ледяной покров в Северном Ледовитом океане возник только в конце неогена.

Главная причина отличия климатических условий неогена от современных, по-видимому, заключалась в более высоком содержании углекислого газа, что усиливало парниковый эффект. В период неогена в центральной Европе были распространены леса с вечнозелеными растениями, такими, как пальмы. Для севера Европы, включая Шпицберген, были характерны густые хвойно-лиственные леса. Здесь росли береза, бук, дуб, сосна, ель. В юго-восточной Европе, где сейчас степная зона, вначале произрастали буково-дубовые леса, которые затем сменились саваннами. Северная часть Азии была занята хвойно-лиственными лесами. Конечно, нельзя думать, что изменение климата сразу же приведет к восстановлению растительного покрова, сходного с растительностью неогена. Процесс перестройки существующих сейчас растительных зон будет происходить медленнее, хотя, несомнен-

но, начнется сразу же после соответствующего изменения климата.

ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Изменение климата также сразу же вызовет изменение режима речного стока, поскольку величина стока определяется главным образом количеством осадков и испаряющейся влаги, то есть климатическими факторами. При потеплении быстро начнет отступать к северу и востоку граница зоны вечной мерзлоты. В то же время другие компоненты среды, например типы почвенного покрова, будут изменяться гораздо медленнее.

Как же глобальное потепление повлияет на условия хозяйственной деятельности? Конечно, воздействие его на жизнь и деятельность человека будет сложным и во многом противоречивым. Изменение климата, вероятно, окажется благоприятным для сельскохозяйственного производства в районах с холодным климатом и облегчит освоение высокоширотных областей Земли. Однако быстрое развитие потепления может привести и к определенным трудностям — ведь многие отрасли хозяйства необходимо будет приспособлять к новым климатическим условиям.

Для выполнения поставленной XXVI съездом КПСС задачи — значительного повышения уровня сельскохозяйственного производства — необходимо детально изучить влияние современного изменения климата на сельское хозяйство и выяснить воздействие изменений климатических условий на урожайность сельскохозяйственных культур. Проблема климатических условий будущего имеет большое практическое значение. Поэтому выполнение исследований по этой проблеме — одна из основных задач современной науки об атмосфере.

Осенью 1978 года в Дюссельдорфе (ФРГ) проходил XVI Всемирный философский конгресс, в работе которого приняли участие 1500 человек из 60 стран. Основная тема конгресса — «Философия и мировоззренческие проблемы современной науки». Такое же название получила книга, выпущенная издательством «Наука» в 1981 году и представляющая собой критический анализ происходивших на конгрессе дискуссий по вопросам взаимосвязи философского мировоззрения и конкретно-научного знания.

Руководитель авторского коллектива вице-президент АН СССР академик П. Н. Федосеев в статье, открывающей книгу, дает общий аналитический обзор конгресса, особо останавливаясь на таких проблемах, как «Философия, мировоззрение и наука», «Философские проблемы естествознания», «Проблемы философского познания», «Социально-философские проблемы». П. Н. Федосеев подчеркивает, что поставленные на конгрессе марксистами философские и социально-политические проблемы находились в центре основных дискуссий; конгресс наглядно показал необходимость и неизбежность творческого союза философов и естествоиспытателей.

Дискуссия по философским проблемам естествознания началась на конгрессе с обсуждения темы «Идея Вселенной». В одноименной статье В. В. Казютинского рассматриваются узловые вопросы этой проблемы («Космология — наука или спекуляция?», «Вселенная как объект космологии», «Проблемы бесконечности Вселенной в современной космологии», «Эволюционизм против креационизма», «Почему Вселенная такая, какой мы ее наблюдаем?», «Человек и Вселенная»). Автор убедительно показывает мировоззренческую важность этих проблем и остроту развернувшихся вокруг них дискуссий.

Философским проблемам естествознания посвящены также статьи академика Н. П. Дубинина («Некоторые мировоззренческие проблемы современной биологии»), И. Т. Фролова («О диалектике и этике биологического познания»), В. М. Глушкова и А. Д. Урсула («Математизация научного знания»).

Ряд интересных статей читатели найдут и в других разделах книги, посвященных проблемам теории познания и социально-философским проблемам.

**ОТ ПРОШЛОГО —
К НАСТОЯЩЕМУ —
В БУДУЩЕЕ**

Научно-популярная книга Н. А. Хотинского «Следы прошлого ведут в будущее» (М.: Мысль, 1981) посвящена вопросам палеогеографии. Эта область географии исследует историю растительности, климата, почв и других элементов природы в их сложном взаимодействии, она осуществляет «связь времен», давая возможность прогнозировать будущее развитие природных явлений.

Книга состоит из восьми небольших глав. В первых шести читатель совершит увлекательное путешествие по Русской равнине, Уралу, Сибири, Дальнему Востоку. Здесь проходили экспедиции, в которых были найдены следы растительности, климата, животного мира давно ушедших эпох. В каждой главе рассказывается о какой-либо крупной палеогеографической проблеме и перспективах ее решения.

Две заключительные главы посвящены динамике природных условий Северной Евразии в голоцене, начавшемся всего 10—12 тыс. лет назад, но отличающемся сильными изменениями природы и быстрым развитием человечества. На примере этой динамики автор рассматривает некоторые теоретические вопросы палеогеографии. Большое внимание уделено экологическим аспектам развития человека в прошлом и прослеживается, как нарастала его деятельность и как она отражалась на естественных ландшафтах в течение голоцена.

Книгу украшают прекрасные цветные иллюстрации, включающие фотографии паскальных фресок древних пещер. Предназначена она для всех, кто интересуется историей природы и общества.

КАК ИЗУЧАЮТ ОКЕАН

Издательство «Знание» в 1981 году выпустило сборник «Проблемы Мирового океана», подготовленный группой советских ученых под руководством доктора географических наук А. А. Аксенова. Сборник содержит восемь небольших статей, посвященных различным аспектам океанологических исследований. Физика, химия, геология и биология океана — эти темы освещены в сборнике наиболее подробно и полно. Авторы рассказывают об отечественных и зарубежных исследованиях, а также о международных

экспериментах, без которых теперь немислимо изучение океана.

С интересом читается статья об истории морских исследований. Со времени первых экспедиций Беринга и Крузенштерна, Кука и Дарвина накапливались знания о процессах, протекающих в океане, и о жизни в океанских глубинах. Особое внимание уделено здесь развитию научно-исследовательского флота, который несет нелегкую вахту в ледовитых и тропических морях планеты.

В сборнике нашел отражение XIV Международный тихоокеанский конгресс, проходивший в 1979 году в Советском Союзе (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 43—46.—*Ред.*). В дальневосточном городе Хабаровске ученые, съехавшиеся из 46 стран мира, обсуждали различные проблемы тихоокеанского региона — от геологии моря, биологии и медицины до социальных вопросов.

Сборник содержит словарь терминов, используемых в океанологии. Он предназначен для всех, кто интересуется наукой об океане.

«ЗВЕЗДНАЯ АЗБУКА»

Так называется книга Ф. Ю. Зигеля, выпущенная в 1981 году издательством «Просвещение» в качестве пособия для учащихся.

Описание небесных тел в этой книге предшествует рассказу о том, почему небо синее, почему мерцают звезды, и о ряде других явлений, наблюдаемых в атмосфере нашей планеты. Затем в доступной учащимся форме вводятся основные понятия сферической и практической астрономии (небесные координаты, кульминации светил, суточное и годовое движение Солнца, системы счета времени). В отдельной главе повествуется о мифах и легендах, связанных с созвездиями. Далее следуют главы и параграфы, посвященные Луне, Солнцу, планетам, кометам, звездам, звездным скоплениям, туманностям, Галактике, внегалактическим объектам.

Автор стремится привлечь учащихся к выполнению самостоятельных наблюдений и практических работ. С этой целью в книгу включено описание различных простейших инструментов и приборов, которые могут понадобиться юному астроному (гномон, высотомер, солнечные часы, зрительная труба, бинокль, самодельный телескоп и т. д.), даны необходимые инструкции наблюдателям.

Приложение к книге содержит список рекомендуемой литературы, карты звездного неба, справочные таблицы и примерную программу занятий астрономического кружка.



ЗАГАДОЧНЫЕ ВЫБРОСЫ ИЗ ЦЕНТАВРА А

Много интересных деталей обнаружено и исследовано в галактике NGC 5128 (радиоисточник Центавр А). Напомним, что это одна из ближайших радиогалактик (расстояние до нее 5 Мпк), в которой наблюдаются пять отдельных радиообластей: мощный радиоисточник в ядре и две пары симметрично расположенных областей, иногда называемых «радиоушами». Одна пара лежит в пределах оптической галактики, другая — далеко от нее (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 26—30.— *Ред.*).

Излучение «радиоушей» связано с движением релятивистских электронов в магнитном поле (синхротронное излучение). Расчеты показывают,

что в эти области необходимо постоянно «подкачивать» новые релятивистские электроны, иначе их излучение затухнет через несколько миллионов лет. Источник релятивистских электронов, по-видимому, находится в активном ядре галактики, но каким образом быстрые частицы попадают в «радиоуши»?

В 1979 году с борта орбитальной обсерватории имени Эйнштейна было получено изображение центральной части галактики NGC 5128. На нем видны активное ядро и тонкая струя, вытянувшаяся от ядра на 2 кпк к северо-восточному «радиоуху», расположенному в пределах оптической галактики. В том же направлении на расстоянии от 2 до 5 кпк от ядра протянулась оптическая струя, которую обнаружили канадские астрономы Р. Дюфо и С. ван ден Берг. Массу газа в этой струе они оценили в 10^6 солнечных.

Недавно американские астрономы Дж. Грэхэм и Р. Прайс исследовали излучение газовых струй в галактике NGC 5128. Выяснилось, что разреженные, аморфные части газовых струй тянутся на северо-восток от центра галактики до расстояния 37 кпк. Спектральные наблюдения показали, что химический состав газа в струях близок к солнечному, температура газа около $35 \cdot 10^3$ — $50 \cdot 10^3$ К, а его полная масса известно превышает 10^3 солнечных масс, и, вероятно, составляет почти 10^6 масс Солнца. Скорость движения газовых струй около 300 км/с, причем они удаляются от галактики NGC 5128 в сторону наблюдателя.

Грэхэм и Прайс считают, что газ в струях разогревается либо рентге-

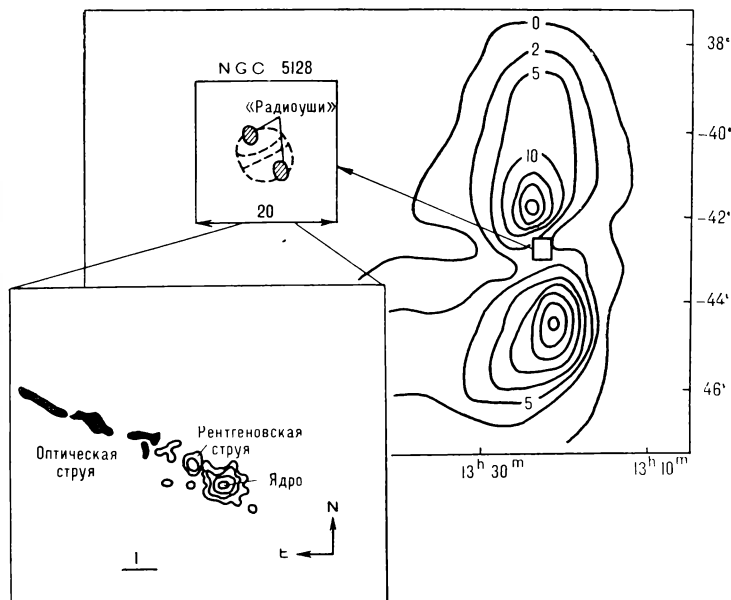
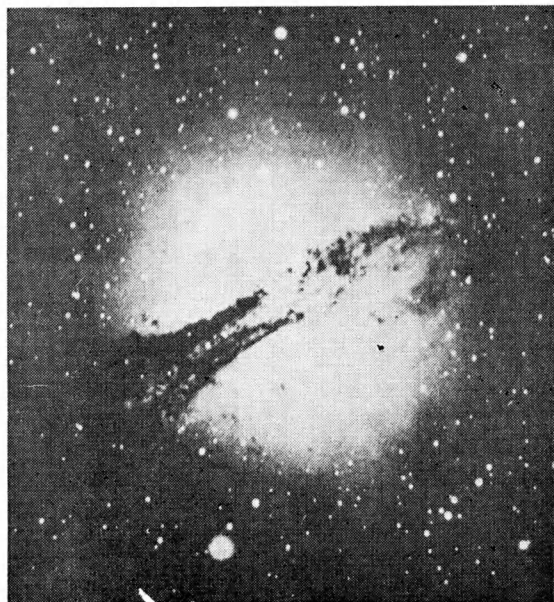
новским излучением, генерируемым активным ядром галактики, либо в результате прохождения ударных волн, которые возникают при столкновениях газовых облаков, движущихся со скоростями в сотни километров в секунду. Второе предположение лучше соответствует данным наблюдений.

О происхождении газовых струй пока трудно сказать что-либо определенное. Заметим, что струи и облака обнаружены вокруг гигантской эллиптической галактики NGC 4486 (радиоисточник Дева А). Но их происхождение объяснили довольно быстро. Галактика NGC 4486 находится в центре богатого скопления галактик в созвездии Девы (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 16—20.— *Ред.*). Это скопление заполнено горячим межгалактическим газом, часть которого, остывая, может превращаться в плотные облака. Падающие на галактику NGC 4486 облака, по-видимому, и наблюдаются.

В галактике NGC 5128 ситуация значительно сложнее. Галактика не входит в крупное скопление и не погружена в горячий межгалактический газ. К тому же наблюдаемые газовые струи удаляются от центра галактики, а не падают на нее. Грэхэм и Прайс предполагают, что газ был выброшен из центральной части галактики. Этот межзвездный газ мог быть вытолкнут из галактики пучком релятивистских электронов, ответственных за радиоизлучение протяженных областей вблизи галактики.

Кандидат физико-математических наук
В. Г. СУРДИН

Фотография и структура радиогалактики Центавр А. Показаны расположение пары «радиоушей» в пределах оптической галактики и газовые струи, выбрасываемые из ядра галактики





Система астрономических постоянных

Прогресс в области астрономии и космонавтики потребовал уточнения системы величин, определяющих масштаб Солнечной системы, форму, размеры и орбиту Земли.

Президент Академии наук СССР академик А. П. Александров в своем выступлении на XXVI съезде КПСС отметил, что «благодаря космическим исследованиям, радиотелескопам, ускорителям у нас полностью изменились представления и в области элементарных частиц, и в том, что связано с развитием Вселенной, образованием звезд, их энергетикой и т. д.». Достижения в познании Вселенной неотделимы от совершенствования астрономических инструментов и методов исследования. Как известно, в нашей стране созданы крупнейший в мире 6-метровый рефлектор, радиотелескоп, антенна которого размещена по кругу диаметром 576 м, рефлекторы с 2,6-метровыми зеркалами, обновлен инструментальный парк многих обсерваторий, построены новые обсерватории. Принципиальное значение имеет превращение астрономии из оптической во всеволновую, что стало возможным благодаря космонавтике.

Какой бы характер ни носили астрономические наблюдения и каким бы способом они ни были получены, при их обработке приходится пользоваться некоторыми постоянными величинами. Эти величины позволяют непосредственно наблюдаемые (топоцентрические) координаты светил перевести в геоцентрические и гелиоцентрические, вычислять эфе-

риды (таблицы положений небесных светил на определенные дни года) и решать прикладные задачи геодезии, картографии и космонавтики. Такие величины объединены в систему **астрономических постоянных**. Все они определяются из многолетних наблюдений, а потому их точность зависит от применяемых методов и инструментов, от качества и количества наблюдений.

До 1896 года общепринятой системы астрономических постоянных не было, и астрономы пользовались теми их значениями, которые по опыту считались лучшими. Такое положение зачастую приводило к недоразумениям, поскольку часть исследователей предпочитали одно значение какой-либо постоянной, а часть — другое. Даже однородные наблюдения, обработанные с различными значениями одной и той же постоянной, невозможно было сравнить.

Первую серьезную попытку упорядочить и согласовать на единой основе астрономические наблюдения, проводимые на земном шаре, предпринял в конце XIX века американский астроном С. Ньюком. Опираясь на обширный наблюдательный материал, он вычислил значения солнечного параллакса, постоянных абберации, прецессии, нутации, собрал и обработал наблюдения для ряда других постоянных. Систему астрономических постоянных, которую предложил С. Ньюком, Международная конференция директоров национальных эфемеридных учреждений, состоявшаяся в Париже в 1896 году, рекомендовала использовать при всех астрономических вычислениях. Система содержала 14 величин.

В это же время занимался вычислением астрономических постоянных русский астроном М. О. Нюрен. Но если С. Ньюком при определении постоянных опирался на фундаментальные исследования по теории движения небесных тел и наблюдения, то М. О. Нюрен все значения постоянных получил из наблюдений, которые проводились в Пулковской обсерватории на протяжении полувека. Вследствие этого в некоторых постоянных не было согласованности. Например, С. Ньюком предложил для постоянной абберации значение $20,47''$, М. О. Нюрен, группируя наблюдения на различных инструментах (вертикальном, меридианном кругах, пассажном инструменте), получил значение постоянной абберации $20,492''$. Интересно, что это значение близко к принятому в настоящее время.

Уже в первые десятилетия после введения в практику системы Ньюкома было замечено, что некоторые постоянные, полученные из наблюдений, расходились с вычисленными значениями, другие нуждались в исправлениях. Назрел вопрос о пересмотре новой системы астрономических постоянных. Но лишь в начале 60-х годов нашего столетия, когда отдельные постоянные системы Ньюкома, просуществовавшей почти 70 лет, перестали удовлетворять запросам только что возникшей космонавтики, на международном совещании в Париже с участием астрономов и специалистов по космонавтике были выработаны принципы введения новой системы астрономических постоянных. Организованная на этом же совещании рабочая группа для



составления проекта новой системы обсудила, какие величины должны быть включены в основную систему астрономических постоянных и в систему, определяющую фигуру и гравитационное поле Земли. XII Генеральная ассамблея Международного астрономического союза (МАС) в 1964 году утвердила новую систему астрономических постоянных и рекомендовала к применению во всех астрономических исследованиях.

Однако в этой системе остались ньютоновские значения постоянных прецессии, нутации и планетных масс. Дать их уточненные величины в то время не представлялось возможным, поскольку, например, исправление прецессии должно было повлечь за собой трудоемкую переработку каталогов, содержащих собственные движения звезд. Ведь из-за прецессии изменяется положение небесного экватора и полюса мира, смещается точка весеннего равноденствия, а значит, изменяется вся система небесных координат (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 24—29.— Ред.).

В течение ряда лет в СССР и за рубежом проводились интенсивные исследования в области астрометрии и смежных с ней наук, включая астеродинамику. В 1970 году XIV Генеральная ассамблея МАС выделила три рабочие группы для изучения проблем, связанных с прецессией, планетными эфемеридами, единицами и шкалами времени. Итогом деятельности этих трех групп стала система астрономических постоянных, которая была утверждена на XVI Генеральной ассамблее МАС в 1976 году. Новая система войдет в практику, в том числе и при расчетах эфе-

мерид астрономических ежегодников, начиная с 1984 года. XVI Генеральная ассамблея МАС в 1979 году подтвердила значения астрономических постоянных, включенных в систему 1976 года. Так появилась Система фундаментальных астрономических постоянных Международного астрономического союза (1976, 1979 гг.).

Как известно, в Международной системе единиц (СИ) метр (м), килограмм (кг) и секунда (с) служат единицами измерения длины, массы и времени. В системе астрономических постоянных **единица времени** определяется как временной интервал продолжительностью в одни средние солнечные сутки, равные 86 400 эфемеридным секундам. Напомним, что с 1960 года при расчетах эфемерид используется не всемирное, а эфемеридное время — равномерно текущее время ньютоновской механики (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 34—39.— Ред.). Интервал в 36 525 суток соответствует одному Юлианскому столетию. **Астрономическая единица массы** равна солнечной массе S . За **астрономическую единицу длины** принимается такая длина A , для которой коэффициент пропорциональности k (его называют гауссовой постоянной тяготения) в формуле закона всемирного тяготения

$$F = k^2 \frac{Mm}{a^2}$$

имеет значение 0,017 202 098 95. Работает, в расчетах должны использоваться астрономические единицы массы, времени, длины. Длина A известна как **единичное расстояние**.

В системе, рекомендованной МАС, все постоянные подразделены на

определяющие, первичные основные и производные. Определяющей является уже известная нам **гравитационная постоянная Гаусса**.

Большая часть основных постоянных связана с Землей как с небесным телом — с элементами ее годичного движения относительно Солнца, с массой и внутренним строением, с геометрической формой и размерами. Например, общая прецессия по долготе, наклон эклиптики к экватору и постоянная нутации определяют относительные положения и движение земного экватора и эклиптики. Эти постоянные рассчитаны для момента, названного **стандартной эпохой**: 2000 год, январь 1,5 суток эфемеридного времени. Стандартная эпоха получается путем прибавления одного Юлианского столетия к фундаментальной эпохе 1900,0. Со стандартной эпохой связано новое равноденствие — нуль-пункт прямых восхождений в системе отсчета, воплощенной Каталогом звездных положений FK 5.

Фигура Земли характеризуется **экваториальным радиусом** и **динамическим коэффициентом формы Земли**. Термин «экваториальный радиус Земли» относится к экваториальному радиусу эллипсоида вращения, аппроксимирующего геонд. Сжатие Земли определяется динамическим коэффициентом формы Земли. Так назван коэффициент второй гармоники в формуле гравитационного потенциала Земли. Его получают из гравиметрических измерений и наблюдений движения искусственных спутников.

Две основные постоянные связаны с гравитационным полем Земли. Одна из них — **постоянная тяготения Ньютона — Кавендиша (G)**, выраженная в единицах СИ. Ее определяют опытным путем (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 37—42.— Ред.). **Геоцентрическая гравитационная постоянная** равна произведению постоянной Ньютона — Кавендиша (G) на массу Земли (E). Геоцентрическая постоянная используется при вычислении орбит искусственных спутников Земли.

К основным постоянным относится и **скорость света**. Сейчас, когда в астрономическую практику вошли ра-

СИСТЕМА АСТРОНОМИЧЕСКИХ ПОСТОЯННЫХ

№	Название постоянной	Принятое значение		
Определяющая постоянная				
1.	Гауссова постоянная тяготения	$k=0,017\ 202\ 098\ 95$		
Первичные основные постоянные				
2.	Скорость света	$c=299\ 792\ 458\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}$		
3.	Световой промежуток для единичного расстояния	$\tau_A=499,004\ 782\ \text{с}$		
4.	Экваториальный радиус Земли	$a_e=6\ 378\ 140\ \text{м}$		
5.	Динамический коэффициент фигуры (формы) Земли	$J_2=0,001\ 082\ 63$		
6.	Геоцентрическая постоянная тяготения	$GE=3,986\ 005\times 10^{14}\ \text{м}^3\cdot\text{с}^{-2}$		
7.	Постоянная тяготения Ньютона – Кавендиша	$G=6,672\times 10^{-11}\ \text{м}^3\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{с}^{-2}$		
8.	Отношение масс Луны и Земли	$\mu=0,012\ 300\ 02=1/81$		
9.	Общая прецессия в долготе за Юлианское столетие в стандартную эпоху 2000,0	$p=5029,096\ 6''$		
10.	Наклон эклиптики к экватору в стандартную эпоху 2000,0	$\varepsilon=23^{\circ}26'21,448''$		
11.	Постоянная нутации в стандартную эпоху 2000,0	$N=9,210\ 9''$		
Производные постоянные				
12.	Единичное расстояние	$ct_A=A=1,495\ 978\ 70\times 10^{11}\ \text{м}$		
13.	Параллакс Солнца	$\arcsin(a_e/A)=\pi_{\odot}=\ 8,794\ 148''$		
14.	Постоянная аберрации для стандартной эпохи 2000,0	$\kappa=20,495\ 52''$		
15.	Сжатие Земли	$\alpha=0,003\ 352\ 81=1/298,257$		
16.	Гелиоцентрическая постоянная тяготения	$A^3k^2/D^2=GS=\ 1,327\ 124\ 38\times 10^{20}\ \text{м}^3\cdot\text{с}^{-2}$		
17.	Отношение масс Солнца и Земли	$(GS)/(GE)=S/E=\ 332\ 946,0$		
18.	Отношение массы Солнца к массе системы Земля + Луна	$(S/E)/(1+\mu)=328\ 900,5$		
19.	Масса Солнца	$(GS)/G=S=1,989\ 1\times 10^{30}\ \text{кг}$		
Система планетных масс				
20.	Отношения массы Солнца к массам планет			
	Меркурий	6 023 600	Юпитер	1 047,355
	Венера	408 523,5	Сатурн	3 498,5
	Земля + Луна	328 900,5	Уран	22 869
	Марс	3 098 710	Нептун	19 314
			Плутон	3 000 000
21.	Значение масс планет в системе единиц СИ (кг)			
	Меркурий	$3,3022\times 10^{23}$	Юпитер	$1,8992\times 10^{27}$
	Венера	$4,8690\times 10^{24}$	Сатурн	$5,6856\times 10^{26}$
	Земля + Луна	$6,0477\times 10^{24}$	Уран	$8,6978\times 10^{25}$
	Земля	$5,9742\times 10^{24}$	Нептун	$1,0299\times 10^{26}$
	Луна	$7,3483\times 10^{22}$	Плутон	7×10^{23}
	Марс	$6,4191\times 10^{23}$		
22.	Значение экваториальных радиусов планет в системе единиц СИ (км)			
	Меркурий	2 439	Юпитер	71 398
	Венера	6 052	Сатурн	60 000
	Земля	6 378,140	Уран	25 400
	Марс	3 397,2	Нептун	24 300
			Плутон	2 500
	Луна	1 738		
	Солнце	696 000		

диолокационные наблюдения, астрономы очень нуждаются в знании скорости света. Неточность в ее определении — одна из главных ошибок радиолокационных измерений. Расстояние в 1 а. е. свет проходит за **световой промежуток**. Значение светового промежутка для единицы расстояния равно числу световых секунд в нем.

Остальные постоянные системы — производные. Их можно рассчитать, пользуясь основными постоянными, и сравнить с величинами, которые получают из наблюдений. Например, **постоянную аберрации** (κ) можно вычислить по формуле $\kappa=v/c$, где v — орбитальная скорость Земли, c — скорость света. Но выводится эта постоянная из наблюдений положений звезд, которые вследствие орбитального движения Земли описывают на небесной сфере эллипсы. Большие оси этих эллипсов равны 2κ (Земля и Вселенная, 1973, № 3, с. 50—53.— Ред.).

Гелиоцентрическая постоянная равна произведению постоянной Ньютона — Кавендиша (G) на массу Солнца (S). Эту гравитационную постоянную применяют при решении задач, в которых основная притягивающая масса — Солнце.

В систему астрономических постоянных включены значения масс планет Солнечной системы, отношения масс планет к солнечной и экваториальные радиусы планет.

Системой астрономических постоянных Ньюкома астрономы всего мира пользовались около 70 лет. Какой срок послужит новая система, сказать трудно. Развитие космонавтики и совершенствование техники астрономических наблюдений дадут новые материалы для уточнения масс планет и некоторых других астрономических постоянных.



Кандидат физико-математических наук
В. Н. РУДЕНКО

Гравитационные волны из Космоса

Стремясь обнаружить гравитационные волны из Космоса, физики-экспериментаторы в различных лабораториях мира непрерывно совершенствуют технику наземных антенн. Но, возможно, сегодня легче добиться успеха, используя гравитационные антенны на космических орбитах.

Более десяти лет назад профессор Мэрилендского университета Джозеф Вебер заявил: «Весьма вероятно, что мои антенны регистрируют гравитационные волны космического происхождения». Это известие взбудоражило научный мир, а нетерпеливые, жаждущие сенсаций журналисты поспешили перенести новость на страницы популярной прессы, да еще в утвердительной форме. Прошло больше десяти лет, а гравитационные волны, которые должны идти к нам из Космоса, до сих пор не обнаружены.

Что регистрировал Вебер? На этот вопрос, часто задаваемый специалистам, нет однозначного ответа. Современная электронная аппаратура настолько сложна и чувствительна, что многообразие помех, источники которых находятся в самой аппаратуре или в ее окружении, с трудом поддается учету. Важно другое: ни одна из контрольных дублирующих групп, повторивших схему опытов Вебера, не смогла отыскать ничего похожего на «сигналы из Космоса», которые могли бы быть вызваны всплесками гравитационного излучения. Чувствительности антенн Вебера было явно

недостаточно для регистрации гравитационных волн. Постановка подобного эксперимента в 60-х годах противоречила здравому смыслу, поддается теоретической астрофизикой. Поступок Вебера напоминает высказывание А. Эйнштейна о логике научных открытий: «Все знают, что этого сделать нельзя. Но, наконец, находится один, который почему-то этого не знает, начинает делать... и получает результат».

Сейчас мы хорошо знаем, что чувствительность аппаратуры, регистрирующей гравитационные волны, должна быть по крайней мере в миллион раз выше, чем первых детекторов Вебера. Но, несмотря на неудачу Вебера, сегодня уже нельзя бросить эту нелегкую сферу деятельности, не выполнив экспериментов на том уровне, который соответствует хотя бы оптимистическому прогнозу теории. На поиски гравитационных волн отправились квалифицированные научные группы из различных лабораторий мира. Они совершенствуют старый метод и разрабатывают новые проекты гравитационно-волнового эксперимента.

ВСПЛЕСКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗ КОСМОСА

Согласно теории, гравитационные волны рождаются массивными объектами, но потом уходят от них и существуют самостоятельно. Они несут энергию и импульс, которые можно обнаружить по их воздействию на приборы. Это воздействие, однако, очень мало, так как гравитационные волны почти не поглощаются материей. Только мощную гравитацион-

ную волну и можно попытаться зарегистрировать. Именно поэтому усиления ученых сконцентрированы на создании антенн для приема коротких энергичных всплесков излучения, генерируемых при взрыве сверхновых звезд, коллапсе звезд, столкновении массивных космических тел (Земля и Вселенная, 1973, № 4, с. 19—25.— Ред.).

Интенсивность гравитационной волны удобно описывать безразмерным параметром h . Он равен величине относительных деформаций пространства, в котором волна распространяется. Для всплесков, образующихся во время гигантских космических катастроф, $h \approx 10^{-17} - 10^{-21}$.

Две свободные массы на расстоянии l друг от друга в поле гравитационной волны сближаются (удаляются) на расстояние $\Delta l = hl$. Измерив Δl , мы обнаружим волну и определим ее интенсивность h . Ясно, что выполнить измерения тем легче, чем больше l . Значит, нужно строить антенну с большой базой. Регистрировать относительные смещения масс можно, используя интерферометр. Очень удобно, например, на трех массах установить элементы интерферометра Майкельсона (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 52—59.— Ред.). Сами массы можно подвесить на упругих нитях, закрепленных в общем основании. При удачной ориентации интерферометра одно из его плеч под действием излучения будет сокращаться, другое — удлиняться, результирующий сдвиг интерференционных полос удвоится.

Интерферометр как прибор для измерения малых деформаций применяется давно. Доказано, что если ис-

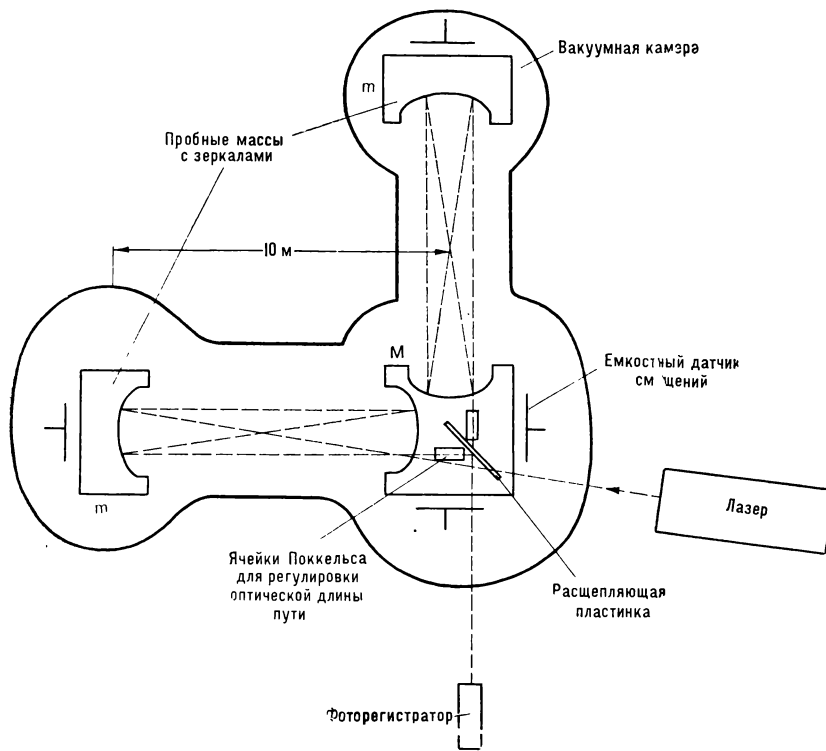


Схема лазерного гравитационного интерферометра Майкельсона для приема гравитационных волн. В вакуумной камере подвешены на мягких упругих нитях три массы с укрепленными на них сферическими зеркалами. Длина каждого плеча интерферометра контролируется емкостными датчиками смещений и ячейкой Пожельса с переменным показателем преломления. Лазерный луч многократно отражается между зеркалами, прежде чем попадет в фоторегистрирующее устройство

точником монохроматического излучения в интерферометре служит лазер, то предельное изменение длины плеча, которое можно зарегистрировать за одну секунду, равно 10^{-13} см при мощности лазера 1 Вт. Лазерная гравитационная антенна способна принять всплески излучения с $h \sim 10^{-20}$ (близко к нижней границе теоретического прогноза), если ее база $l = 10^7$ см = 100 км. Технически это нереально.

Спасти проект помогла идея многократного отражения. Если, например,

сделать зеркала интерферометра сферическими и заставить луч света пробегать много раз от одного зеркала к другому, прежде чем он выйдет наружу, то эффективная длина плеча увеличится в n раз, где n — число отражений. Таким образом, интерферометр с базой 10 м и $n = 10\,000$ эквивалентен прибору с базой 100 км!

Гравитационные антенны подобной конструкции создаются сейчас в США, Англии и ФРГ. Каковы преимущества этих антенн перед старым детектором Вебера? Напомним, что в установку Вебера входили гравитационный детектор — массивное твердое тело (цилиндрический блок) и точная электронная система регистрации малых колебаний детектора, которые вызываются гравитационной волной (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 28—33.— Ред.). Во-первых, в лазерных антеннах не требуется регистрировать сверхмалые колебания (для детектора Вебера $l \sim 10^2$ см и $\Delta l \sim 10^{-18}$ см!); во-вторых, лазерная антенна — широкополосная, она может принимать гравитационное излу-

чение как высоких, так и низких частот. Но, конечно, и у создателей лазерных антенн есть свои трудности: высокие требования к сейсмической изоляции антенны, к степени вакуумирования светопровода, к стабильности лазерного источника.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ

Еще в первых исследованиях гравитационных волн было обращено внимание на то, что во Вселенной существуют естественные объекты, которые могут быть не только источниками, но и детекторами гравитационного излучения. Это двойные звезды.

Интересно, что вращающийся стержень (или гантель) был первым примером излучателя гравитационных волн, который предложил и рассчитал А. Эйнштейн в 1915 году. Частота гравитационных волн, рожденных такой системой, вдвое превышает частоту вращения. Потери на излучение должны привести к сокращению периода обращения, а для двойной системы — и к сближению ее компонентов. Наоборот, если представить себе, что гравитационная волна падает на двойную звезду, то ее кинетические параметры — радиус орбиты и орбитальный период — могут увеличиться.

В двойных системах возможны резонансные явления, когда возмущения, вызванные падающим гравитационным излучением, монотонно нарастают. Например, можно вывести на околоземную орбиту спутник, частота обращения которого совпала бы с частотой орбитального вращения какой-либо близкой двойной звезды. Гравитационное излучение этой звезды (его частота вдвое больше частоты обращения компонентов вокруг общего центра масс) будет настолько эффективно воздействовать на орбиту спутника, что его начальная круговая траектория может трансформироваться в раскручивающуюся спираль или, наоборот, в скручивающуюся, это зависит от относительной фазы механического вращения спутника и гравитационной волны. В принципе гравитационная волна, попав в резонанс, может либо «посадить» спутник на Землю, ли-

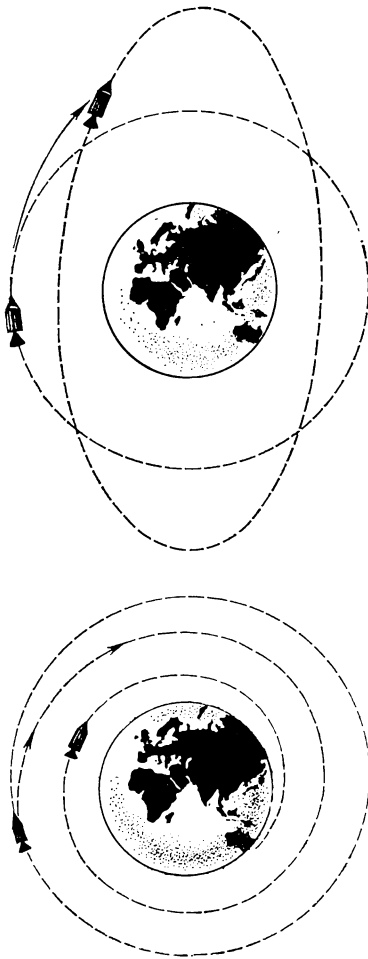


Схема возможных изменений орбиты искусственного спутника Земли при длительном воздействии гравитационного излучения. Вверху — спутник переходит на орбиту с другим эксцентриситетом, внизу — на спирально сжимающуюся орбиту

энергии от двойных звезд в околоземном пространстве ничтожно — 10^{-10} эрг/с·см², годовое приращение радиуса орбиты спутника не превышает одной миллионной доли сантиметра, а изменение периода составляет миллиардную долю секунды! Ясно, что более сильные механические воздействия на спутник солнечного ветра, микрометеоритов, остатков атмосферного газа полностью замажут гравитационный эффект. Даже использование специальных спутников, не чувствительных к механическим возмущениям, так называемых «спутников, свободных от сноса с геодезической» (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 20—24.— Ред.), не спасает положения. Орбита спутников возмущается и сильно изменяет свою начальную конфигурацию уже из-за неоднородного распределения масс внутри Земли.

И все же ученым известен проект искусственной двойной системы, который допускает регистрацию слабого излучения двойных звезд. В Национальном бюро стандартов США обсуждается полупантастартовая идея вывода в Космос антенны с лазерным интерферометром. Такую антенну могли бы образовать два (или более) близких спутника, несущих отражающие зеркала, которые соединены лишь оптическим каналом связи. Расчеты показывают, что при длине канала связи 10 м космическому детектору гравитационных волн понадобилось бы сутки чистого наблюдательного времени, чтобы зарегистрировать поток излучения 10^{-11} эрг/с·см². Конечно, эта же антенна способна обнаружить и мощные короткие всплески гравитационного излучения, возникающие при космических катастрофах.

Вернемся к естественным объектам — детекторам гравитационных волн. Давно известно, что период двойных звезд должен изменяться в результате расхода их энергии на гравитационное излучение. Однако точность измерения периода в оптических наблюдениях была недостаточной. Неожиданно на помощь пришли радионаблюдения.

В конце 1974 года был обнаружен пульсар PSR 1913+16 в двойной си-

стеме, удаленной от нас на 15 000 световых лет. Пульсары посылают радиоимпульсы, период следования которых выдерживается с высокой точностью. Но земной наблюдатель отмечает периодическое изменение частоты следования радиоимпульсов пульсара PSR 1913+16. Это — следствие доплеровского сдвига частоты при орбитальном движении пульсара. Для PSR 1913+16 максимальное значение периода следования импульсов равно 59,045 с, минимальное — 58,967 с. Вот этот доплеровский сдвиг и помогает весьма точно определять орбитальный период двойной системы, которая содержит пульсар (у PSR 1913+16 время обращения по орбите вокруг второго невидимого компонента около 7,5 ч). Теория предсказывает, что период этой двойной системы должен уменьшаться на одну десятитысячную долю секунды в год. Американские радиоастрономы установили, что орбитальное вращение пульсара замедляется в 10 раз быстрее!

Следует ли считать этот факт доказательством существования гравитационных волн? Как известно, несколько причин приводят к подобному и еще большему уменьшению периода: гипотетический третий невидимый компонент, ускорение центра масс двойной при движении относительно центра Галактики, обмен массой между компонентами за счет истечения газов и другие. Только исчерпывающее доказательство отсутствия конкурирующих причин могло бы склонить чашу весов в пользу гипотезы гравитационно-волновых потерь. Одним из возможных доказательств могло бы служить совпадение расчетной цифры уменьшения периода с наблюдаемой величиной. Действительно, весьма маловероятно, чтобы случайным образом какой-либо конкурирующий механизм обеспечил именно то изменение периода, которое дает гравитационно-волновая гипотеза. Точность теоретической оценки эффекта зависит от того, насколько хорошо мы знаем массы пульсара и его компаньона. Их и пытаются сейчас определить американские астрономы, открывшие пульсар в двойной системе.

бо, напротив, унести его в просторы Вселенной.

К сожалению, эти красивые эффекты практически не наблюдаются, поскольку крайне малы и гравитационное излучение, приходящее на Землю от двойных звезд, и взаимодействие волн с пробными телами. Типичное значение плотности потока

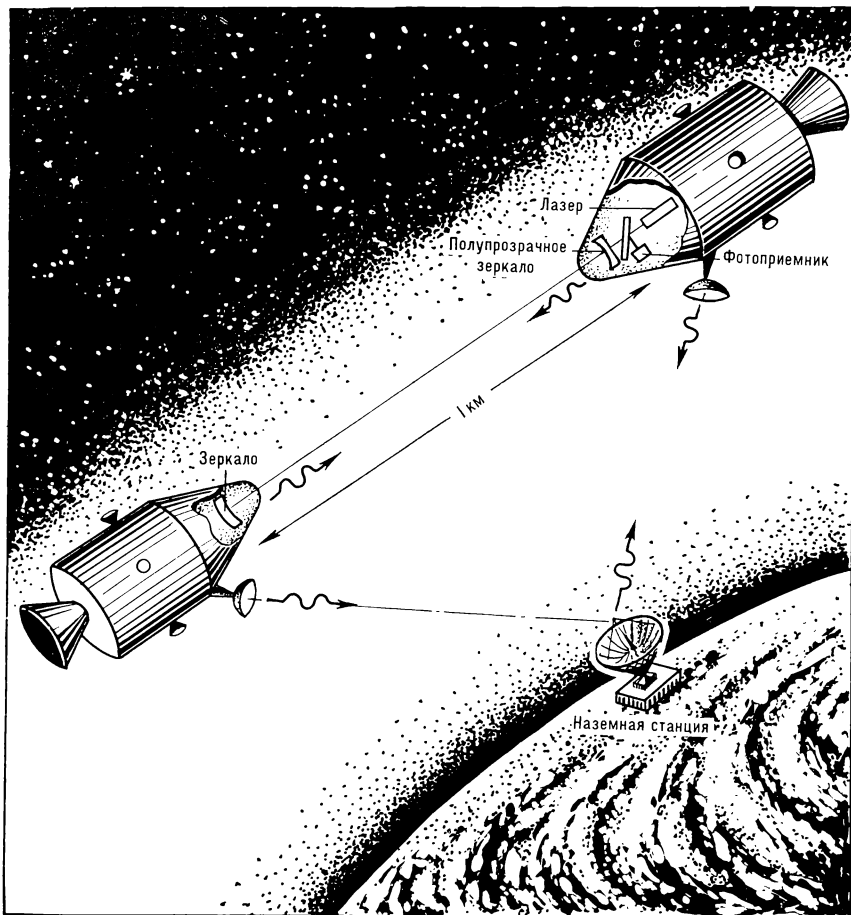


Схема космического лазерного интерферометра Фабри — Перо для регистрации гравитационных волн. Лазер, фотоприемник, полупрозрачное зеркало расположены на одном искусственном спутнике Земли, еще одно зеркало — на другом. Орбитальный период спутников совпадает с периодом вращения Земли, поэтому они всегда находятся в «поле зрения» наземного центра слежения

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ВСПЛЕСКИ ИЗЛУЧЕНИЯ

Самые мощные всплески гравитационного излучения рождаются при коллапсе ядер галактик. Но это излучение низкочастотное. При его регистрации детектор с небольшой базой малоэффективен; расстояние между пробными массами нужно

увеличивать по крайней мере до размеров порядка длины волны. Если частота излучения меньше 10^{-2} Гц, то база детектора должна превышать расстояние от Земли до Луны.

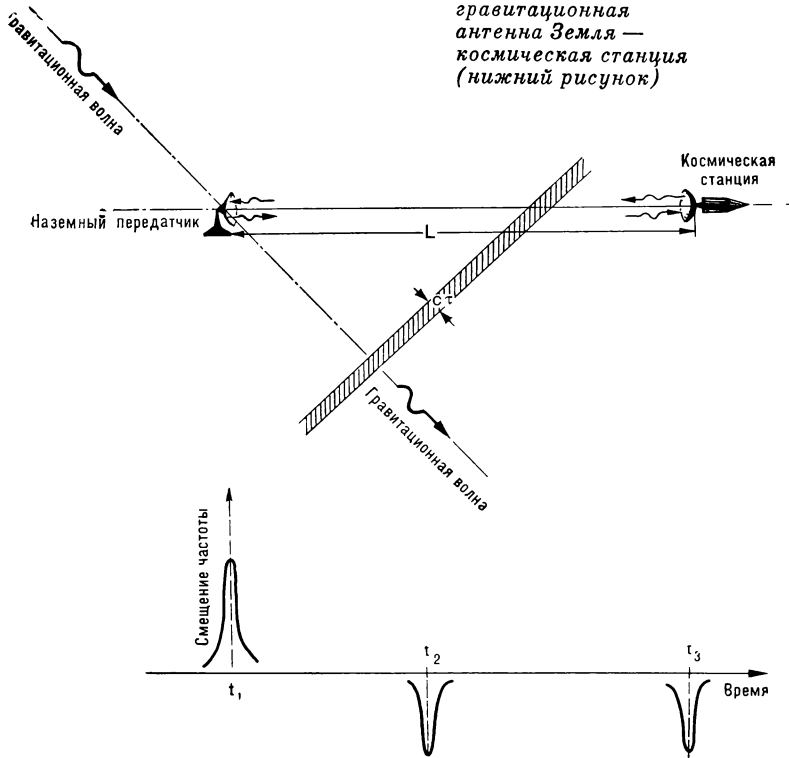
Первый вариант космического детектора из двух спутников на периферийных точках гелиоцентрической орбиты был рассмотрен советскими учеными В. Б. Брагинским и М. Е. Герценштейном в 1967 году; затем совместные советско-американские исследования значительно прояснили реальные возможности приема гравитационных волн системами спутник — спутник и (что более удобно) Земля — спутник.

Каким инструментом измерять относительные сдвиги сверхдаленных масс? Ведь если расстояние между ними 1 а. е. ($1,5 \cdot 10^{13}$ см), а интенсивность гравитационной волны $h \sim 10^{-17}$, то абсолютное изменение расстоя-

ния составит 1,5 мкм! В лаборатории такие вариации длины определяются элементарно, в космическом пространстве это пока неразрешимая задача. Измерительным инструментом в Космосе может быть только радиолокационная аппаратура, установленная на космических станциях. Преимущество имеют доплеровские методы слежения, то есть слежение за вариациями относительной скорости станций. Измеряется частотный сдвиг посланного и возвращенного сигналов, что при наличии атомных стандартов частоты можно делать с высокой точностью.

Сейчас надежная локация межпланетных станций осуществляется на расстояниях до 3 а. е. Современная схема локации включает следующие элементы. Во-первых, опорный стандарт частоты (мазер), задающий высокую частоту зондирующего импульса. Во-вторых, ретранслятор на самой космической станции, который «отражает» сигнал с усилением мощности, но не искажает его. В-третьих, система сравнения посланного и возвращенного излучений по частоте и фазе путем счета периодов высокой частоты за время наблюдения. В результате и выявляется искомый частотный сдвиг, который в общем случае содержит доплеровское смещение частоты из-за относительной скорости Земли и ретранслятора, а также вклады случайного характера, вызванные дрейфом и флуктуацией частоты опорного стандарта, дисперсией сигнала в межпланетной плазме, ионосфере и тропосфере Земли. На этом фоне требуется выделить маленький частотный сдвиг от действия гравитационных волн! Эмоциональных причин более чем достаточно, чтобы сомневаться в успехе эксперимента. Однако оказалось, что в конкретном сопоставлении шумов, присутствующих в лазерном длинноволновом интерферометре на Земле и в доплеровской связке Земля — космический аппарат, побеждает последняя. Так, в диапазоне 10^{-2} — 10^{-4} Гц шумы в системе Земля — космическая станция «Пионер» допускали измерение относительных вариаций расстояния 10^{-14} за одну секунду. Между тем лазерный сейсмограф с

Схема локации межпланетной станции (верхний рисунок) и запись сигналов, которые принимает гравитационная антенна Земли — космическая станция (нижний рисунок)



базой 3 км, установленный в шахте, способен регистрировать деформации не более 10^{-12} за то же время. Выяснилось также, что доплеровская космическая антенна откликается на действие гравитационной волны трижды с интервалами порядка половины времени пролета зондирующего импульса.

Чем вызвана эта удивительная особенность? Пусть на расстоянии L друг от друга расположены земной передатчик — приемник зондирующего излучения и космическая станция с ретранслятором. Падающая гравитационная волна имеет вид короткого всплеска продолжительностью τ . Очевидно, что этот всплеск занимает в пространстве узкую полосу шириной $c\tau$ (c — скорость распространения гравитационной волны). Зондирующий передатчик посылает электромагнитный сигнал, который после отражения от ретранслятора возвращается обратно. Здесь его ча-

стота сравнивается с частотой зондирующего передатчика. Можно считать, что во время работы передатчика вся длина L заполнена фотонами, бегущими в сторону ретранслятора и обратно. Напомним, что фотоны, проходя в гравитационном поле путь с разностью потенциалов $\Delta\phi$, испытывают релятивистский сдвиг частоты

$$\Delta\nu = \nu_0 \frac{\Delta\phi}{c^2}.$$

Падение гравитационного всплеска на Землю (момент времени t_1) создает разность потенциалов между передатчиком и космической станцией, и наблюдатель регистрирует смещение частоты передатчика по отношению к фотонам, приходящим от ретранслятора. Затем гравитационный всплеск достигает космической станции, и опять возникает разность потенциалов между передатчиком и станцией; правда, она будет иметь обратный знак, и это отметит наблюдатель после того, как отраженный

фотон вернется к передатчику (момент времени t_2). Наконец, третий раз частотный сдвиг будет наблюдаться в момент t_3 , когда на Землю возвратится фотон, ушедший от передатчика еще во время начального воздействия гравитационной волны. В этом случае разность потенциалов есть следствие разновременности излучения и возврата фотонов.

Ясно, что такая специфическая окраска отклика антенны на проходящую гравитационную волну должна облегчить выделение полезного сигнала из шума, эффективно снижая «опасный» фон помех, на котором ведется наблюдение.

Каковы перспективы этого типа антенн? Сейчас имеются основания утверждать, что будет достигнута точность регистрации $h \sim 10^{-17}$ при времени наблюдения 10 с и $h \sim 10^{-18}$ при накоплении наблюдений. Известны пути дальнейшего совершенствования чувствительности систем доплеровской локации.

Обычно экспериментаторы интуитивно отдают предпочтение земным вариантам гравитационно-волнового эксперимента, а не космические. Все знают, что космические эксперименты дороги, их осуществление под силу лишь большим коллективам ученых в рамках национальных научных программ. Как правило, подготовка к запуску спутника занимает от нескольких до десяти лет. Но ситуация в проблеме гравитационных волн почти обратная. Лабораторный вариант гравитационного детектора на частотах 10^2 — 10^3 Гц с чувствительностью 1 — $0,1$ эрг/см² за 10^{-3} с будет сконструирован едва ли быстрее, чем через пять или более лет. В то же время доплеровская локация может быть выполнена уже сегодня на станциях, которые запускаются в рамках программы изучения планет и околосолнечного пространства. Например, первые экспериментальные оценки верхней границы интенсивности длинноволновых гравитационных всплесков могут быть получены при слежении за космическими станциями «Пионер» или «Вояджер», совершающими облет дальних планет.



Кандидат технических наук
И. С. ПАНДУЛ

Викентий Карлович Вишневский (к 200-летию со дня рождения)

Имя академика Петербургской академии наук Викентия Карловича Вишневского навсегда вписано в историю картографии нашей страны. Десять лет жизни посвятил он экспедициям в различные области европейской части России для определения и уточнения географического положения населенных пунктов.

В начале XIX века необходимость совершенствования географических и топографических карт потребовала точного нахождения как можно большего числа астрономических пунктов, и эту работу Академия наук поручила В. К. Вишневскому. Свои экспедиции он начал в 1806 году. Медлительны тогда были средства передвижения, несовершенны астрономические приборы, но В. К. Вишневский сумел достичь высокой точности в определении астрономических координат. Ошибки определения широты не превышали $5''$, а ошибки определения долготы были не более двух секунд часовой меры.

В то время точную широту места получали, измеряя меридиональные высоты светил. Значительно хуже обстояло дело с определением долготы. Долгота места равна разности местного времени на меридиане пункта наблюдения и на начальном меридиане в один и тот же физический момент. Местное время В. К. Вишневский узнавал, измерив с помощью секстанта высоты светил вблизи первого вертикала. Для нахождения времени начального меридиана (или пункта с уже известной долготой) В. К. Вишневский первым в России использовал способ перевозки хронометров — способ хронометрических рейсов. С наибольшей воз-



*Викентий Карлович
Вишневский (1781—1855)*



можной скоростью В. К. Вишневский совершал поездки между двумя опорными пунктами с известными долготами, производя в пути астрономические наблюдения в промежуточных пунктах. Такой способ работы позволял установить средний ход хронометра во время пути и, сравнивая его с истинным ходом, который был определен в начале и в конце пути, получить значение хранимого времени опорного пункта в моменты астрономических наблюдений. В. К. Вишневский успешно применил новый способ определения долгот на огромной территории — от западных границ государства до Уральских гор и от Белого моря до Закавказья.

В начале XIX века перевозка хронометров была, несомненно, прогрессивным методом, хотя он трудоемок и не очень точен. Хронометры — несовершенные хранители времени, по которому они поставлены, ход их меняется. В дороге ход хронометра не такой, как на стоянках. Поэтому для контроля В. К. Вишневский перевозил не один, а два хронометра. Не имея возможности повысить точность определения долготы за счет увеличения числа хронометров, он совершал не один, а несколько «хронометрических рейсов» между одними и теми же пунктами. Стремясь сохранить стабильность хода хронометров, нуждавшихся в постоянной температуре, В. К. Вишневский держал их в карманах, а для того чтобы они всегда находились в вертикальном положении, он во время маршрутов был вынужден спать только сидя в специальном кресле.

За десять лет В. К. Вишневский проехал 160 000 км, то есть по су-

ществу 4 раза обогнул Землю по экватору. Он определил астрономические координаты 223 населенных пунктов, в том числе всех губернских городов, выполняя при этом в пути систематические метеонаблюдения. Долготы он определял способом хронометрических рейсов относительно 13 опорных пунктов. Долготы опорных пунктов получал путем тщательных многократных наблюдений в ахроматическую трубу Рамсдена (фокусное расстояние 1 м) покрытий звезд Луной или затмений спутников Юпитера. Эти явления видимы на всей Земле практически одновременно, и моменты их могут быть вычислены заранее.

В 20-х годах прошлого века ни одна страна не имела такого количества точно определенных географических пунктов, как Россия. Научный мир Европы с большим интересом следил за ходом беспрецедентной экспедиции, осуществлявшейся удивительно трудолюбивым, виртуозным и преданным науке исследователем.

Викентий (Винцент) Карлович Вишневский родился в Польше в 1781 году (точная дата рождения неизвестна). С 1800 по 1803 год он жил в Берлине, где обучался астрономии под руководством известного астронома И.-Э. Боде (1747—1826). Последний рекомендовал его Петербургской академии наук в качестве астронома-наблюдателя. В. К. Вишневский приехал в Петербург летом 1803 года.

Известность В. К. Вишневскому принесли наблюдения кометы 1807 года. Благодаря необычайной остроте зрения он наблюдал ее до конца марта 1808 года, хотя астрономы Европы потеряли комету еще в середине февраля. Эту же комету заметили вновь в марте 1811 года, а в январе 1812 года она прошла по диску Солнца. Затем комету опять потеряли. Ф.-В. Бессель (1784—1846) рассчитал, что ее, возможно, удастся наблюдать в июле 1812 года. Но поиски кометы не увенчались успехом, несмотря на то, что немецкие астрономы применяли мощные телескопы. Летом 1812 года В. К. Вишневский находился в очередной экспедиции в районе Новочеркасска. Он сумел найти эту комету 31 июля и

наблюдал ее до 17 августа в скромную подзорную трубу с фокусным расстоянием всего один метр. По завершении «хронометрических» экспедиций в 1815 году В. К. Вишневский был избран ординарным академиком, а позднее сменил академика Ф. И. Шуберта (1758—1825) на должности руководителя обсерватории Академии наук (Земля и Вселенная, 1975, № 6, с. 50—56.— Ред.). Научные исследования, главным образом хронометрические, В. К. Вишневский продолжал, не пропуская ни одного дня, пригодного для наблюдений неба, до конца жизни.

В 1819 году открылся Петербургский университет, и академик В. К. Вишневский стал первым профессором астрономии и деканом физико-математического факультета. Не оставался он в стороне и от общественной жизни. Когда в 1821 году правительство удалило из Петербургского университета прогрессивных профессоров, В. К. Вишневский был в группе преподавателей, которые не боялись в условиях аракчеевского режима дать отпор реакции.

Академик В. К. Вишневский участвовал в усовершенствовании российской системы мер и весов, входил в комитет, рассматривавший проект перехода с Юлианского календаря на Григорианский (1830 г.), и в комитет, разработавший план организации Пулковской обсерватории (основана в 1839 г.). Русское географическое общество избрало В. К. Вишневского одним из первых почетных членов за заслуги в области астрономии и картографии. В личной жизни В. К. Вишневский был скромным и большую часть своего заработка использовал в благотворительных целях. Умер Викентий Карлович Вишневский в Петербурге 13 июня 1855 года.

В. Л. ЗАЙЧЕНКО



Александр Степанович Чеботарев (к 100-летию со дня рождения)

В ноябре 1981 года исполнилось 100 лет со дня рождения профессора Александра Степановича Чеботарева — ученого, более пятидесяти лет отдавшего служению геодезии, прославившего советскую геодезическую школу.

Выходец из малообеспеченной семьи, А. С. Чеботарев после окончания Уфимского землемерного училища в 1899 году поступает на второй курс Константиновского межевого института (ныне Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии — МИИГАиК) и в 1903 году заканчивает его с золотой медалью. Окончив через три года дополнительные курсы при институте (что теперь соответствует аспирантуре), А. С. Чеботарев стал преподавателем геодезии в Тифлисском землемерном училище. В 1908 году Конференция Межевого института присудила ему полную премию имени В. П. Рашкова за лучшие работы по геодезии. С 1913 по 1918 год он директор землемерного училища в Красноярске, с 1918 по 1921 год — директор учительского и педагогического институтов в том же городе. В 1921 году А. С. Чеботарев был приглашен в Москву в Центральное управление землеустройства и с октября этого года стал профессором кафедры геодезии Московского межевого института. В 1922 году Александр Степанович принял руководство кафедрой и пробыл на должности заведующего 40 лет. В 1928 году А. С. Чеботарев вместе с профессором Ф. Н. Красовским принимал участие в организации научно-исследовательского института геодезии, аэрофотосъемки и картографии. А. С. Чебо-



*Александр Степанович Чеботарев
(1881—1969)*

тарев стал заведующим геодезическим сектором института. В 1937 году ему была присвоена степень док-

тора технических наук (без защиты диссертации).

Александр Степанович участвовал в работе и других вузов Москвы: в Московском институте инженеров транспорта с 1923 по 1930 годы он заведовал кафедрой геодезии, в Московском институте инженеров землеустройства в 1945—1956 годы был профессором кафедры геодезии.

В 1947 году А. С. Чеботареву присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, а в 1951 году он награжден орденом Ленина. После ухода на заслуженный отдых, А. С. Чеботарев до последних своих дней работал в должности профессора-консультанта. Умер он в 1969 году.

Перу А. С. Чеботарева принадлежит 77 статей, 30 книг и брошюр. Его «Геодезия», «Способ наименьших квадратов с основами теории вероятностей» стали настольными книгами многих поколений геодезистов.

За сорок лет работы на кафедре геодезии МИИГАиК А. С. Чеботарев подготовил несколько десятков квалифицированных специалистов.

А. С. Чеботарев принимал активное участие в возведении крупных инженерных сооружений в нашей стране. Это и экспертизы геодезических работ на канале Волга — Дон, и составление проекта Днепротэса, и консультации по проведению геодезических работ во время строительства Московского и Ленинградского метрополитенов.

Научная деятельность Александра Степановича была известна за рубежом. Он принимал участие в работе Международной ассоциации геодезии, будучи членом Международной комиссии по нивелированию, а также в работах Международной балтийской комиссии.

А. С. Чеботарев был организатором геодезической секции Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО), членом Правления общества он был избран на I съезде ВАГО в 1934 году. В течение 21 года (до 1955 г.) он был заместителем председателя Общества (что соответствует современной должности вице-президента). В 1955 году он был избран почетным членом общества.

**Доктор технических наук
Г. С. ВЕТРОВ**

Робер Эно-Пельтри

(к 100-летию со дня рождения)

Робер Эно-Пельтри родился в Париже 8 ноября 1881 года в семье фабриканта. У мальчика рано появилось увлечение техникой. Он мастерил разные хитроумные устройства для купленных ему игрушек, а в 17 лет оборудовал домашнюю физико-химическую лабораторию приборами собственного изготовления. В 1898 году он окончил лицей и продолжил учебу в Сорбонне. В 1902 году Эно-Пельтри получил ученую степень по специальности общая биология, общая химия, общая физика.

Начало его инженерной деятельности совпало с переломным периодом в развитии воздухоплавания, когда все более очевидной становилась возможность полета аппарата тяжелее воздуха. Молодой, талантливый инженер не мог остаться в стороне от проблем воздухоплавания. Свой первый летательный аппарат он создал в 1904 году по типу планера Ли-лиенталя, но, не добившись устойчивого полета, оставил попытки решить задачу таким способом. В 1905 году Эно-Пельтри приступил к разработке аппарата, снабженного двигателем. Он провел серию аэродинамических экспериментов, используя для этой цели автомобиль, на котором крепились исследуемые профили крыла. Эно-Пельтри первым применил такой способ определения аэродинамических характеристик, позволивший ему в короткий срок разработать оригинальную схему моноплана. РЭП — такую марку, образованную из первых букв имени и фамилии ученого, имели все его конструкции.

Первый моноплан РЭП, снабженный двигателем той же марки, ис-

пытывался в 1907 году, но оказался недостаточно устойчивым. Перепробовав несколько вариантов, Эно-Пельтри в 1910 году остановил выбор на схеме, сделавшей его знаменитым: в течение декабря 1910 года на его моноплане было установлено более десяти мировых рекордов. Из сорока аппаратов различных марок, представленных на состязаниях в 1911 году, только моноплан РЭП прошел все этапы без единой поломки.

Добиваясь максимального уменьшения силы сопротивления, Эно-Пельтри применил для первых трех типов своего моноплана оригинальную схему шасси, состоящую из двух колес, закрепленных одно за другим, как у велосипеда. Чтобы обеспечить взлет и посадку моноплана, на концах крыльев крепились вспомогательные колеса. Переднее колесо шасси опиралось на двойной демпфер — масляный и пружинный, который позволял гасить силу удара в момент приземления. В дальнейшем Эно-Пельтри отказался от такой схемы шасси и использовал общепринятую схему с двумя передними колесами.

На основе моноплана РЭП образца 1910 года Эно-Пельтри создал различные типы аэропланов — двухместные, трехместные, а также гидропланы. За разработку теории динамической балансировки двигателя и создание легкого авиационного двигателя Эно-Пельтри в 1908 году был удостоен Большой золотой медали Общества гражданских инженеров Франции.

Несмотря на достоинства, моноплан РЭП не получил распространения из-за высокой стоимости.

Большую роль в биографии Эно-Пельтри сыграл судебный процесс о «ручке управления». В 1907 году ученый запатентовал схему управления аэропланом. Схема успешно применялась в авиационной промышленности Франции и Англии, но при этом были допущены нарушения авторских прав. Эно-Пельтри предъявил иск многим видным французским конструкторам — Блерию, Кадрону, Брэге, а также французскому правительству.

Процесс, в котором сумма иска составляла десятки миллионов франков и который затрагивал интересы авиационной промышленности Франции и Англии, длился с 1912 по 1923 год (прервавшись лишь во время войны 1914—1918 гг.). Эно-Пельтри выиграл процесс главным образом благодаря эрудиции в технических вопросах и квалифицированному обоснованию своих патентных претензий. Но его деловые контакты в авиационной про-



мышленности были прерваны, и он полностью прекратил свою деятельность в этой области.

Еще в 1908 году Эно-Пельтри заинтересовала возможность использовать ракету для космического путешествия. Его первые теоретические разработки относятся к 1912 году и изложены в докладе, изданном в 1913 году. Второй доклад на эту тему он сделал в 1927 году в Париже уже после того, как были опубликованы новые работы К. Э. Циолковского (1903—1926 гг.), а также Годдарда (1920 г.), Оберта (1923—1925 гг.) и других ученых. Тем не менее исследования Эно-Пельтри содержали оригинальные результаты и носили фундаментальный характер. Особенно значительной была его книга «Астронавтика», вышедшая в Париже в 1930 году. В ней обобщены полученные им результаты, дополненные исследованиями внутрикамерных процессов в жидкостных ракетных двигателях.

Теоретические работы Эно-Пельтри по космической навигации затрагивают много вопросов, в том числе и историю этого научного направления. Будучи человеком крайне самолюбивым, он в каждой, даже короткой публикации обязательно затрагивал историю, чтобы обосновать собственный приоритет. При этом Эно-Пельтри в своих оценках допускал ошибочное толкование работ К. Э. Циолковского и игнорировал факты, подтверждающие приоритет русского ученого. Однако приоритетные оценки Эно-Пельтри основаны

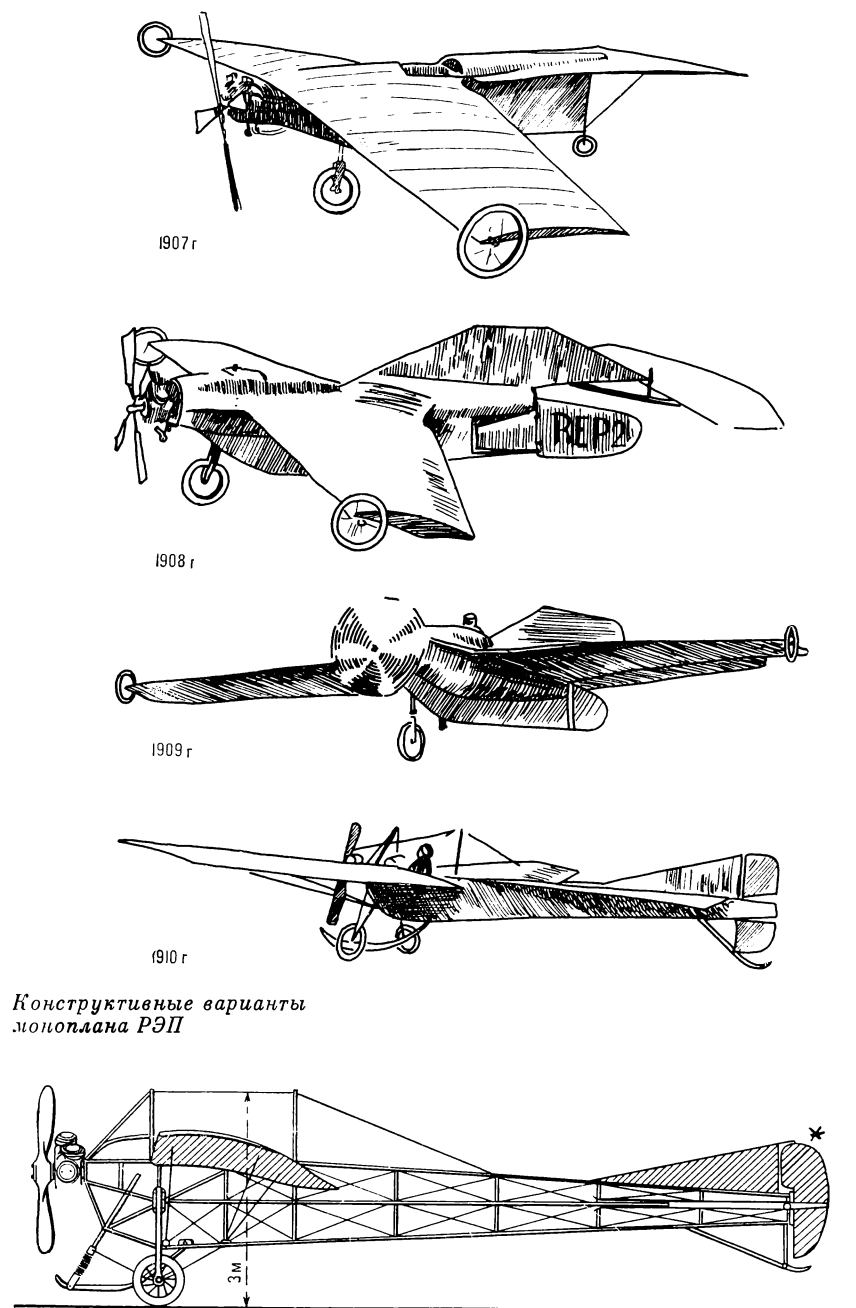
Робер Эно-Пельтри (1881—1957)

на ряде явно ошибочных сведений и даже недоразумений.

Эно-Пельтри не ограничился теоретическими исследованиями проблем космической навигации, а выступил с предложением использовать жидкостную ракету для военных целей как средство защиты Франции от возможной агрессии. Предложение не было поддержано официальными кругами Франции, но Эно-Пельтри тем не менее приступил к экспериментам с жидкостными ракетными двигателями. Ценой огромных усилий ему удалось в 1937 году создать экспериментальную базу и добиться значительных по тем временам успехов: созданный им кислородно-бензиновый двигатель с тягой 125 кг работал в течение 60 секунд.

Война прервала экспериментальные работы Эно-Пельтри, и ему пришлось эмигрировать в Швейцарию. Эно-Пельтри оставлял Францию с чувством горечи и обиды. Его идеи о баллистической ракете не нашли поддержки. Особенно тяжелым было расставание с экспериментальной базой в Сатори, где были получены первые обнадеживающие результаты. К этим огорчениям добавлялись финансовые заботы — отзвук давнего процесса о «ручке управления». Хотя Эно-Пельтри процесс выиграл, у него оставались сложные отношения с налоговым управлением Франции, которое в 1937 году описало все имущество ученого. В этот период он был на пути к успеху в своих экспериментах, имевших важное значение для обороны Франции, но вместо финансовой помощи его лишили необходимых условий для нормального существования.

Если учесть обстоятельства, связанные с вынужденным отъездом Эно-Пельтри из Франции, то по обычным житейским нормам это был крах всех надежд, рубеж, за которым нужно начинать жизнь сначала. Именно в этот период проявились особенности творческой природы Эно-Пельтри. У него оказался такой запас энергии, такая сила научного воображения, жажда творчества, стремление охватить фундаментальные проблемы науки, как будто не было ни унижительных просьб о субсидиях, ни брошенных



Конструктивные варианты моноплана РЭП

Схематическое изображение моноплана РЭП образца 1910 года

на полпути экспериментов, ни чиновников налогового управления. За 15 лет, проведенных в Женеве, Эно-Пельтри зарегистрировал сотни па-

тентов по самым разнообразным вопросам, далеким от авиации и космонавтики, и занимался их практическим осуществлением. Но не эти ра-

боты выделяют женеvский период в творчестве Эно-Пельтри, хотя не может не вызывать изумления его неистощимая изобретательность. Обращает на себя внимание предисловие к книге «Анализ размерностей», опубликованной в 1948 году с авторским посвящением — многозначительным и парадоксальным: «Книга для молодых инженеров с целью сформировать у них критическое отношение к фундаментальным проблемам...». Вслед за этой книгой он опубликовал в 1950 году еще одну, посвященную

той же теме. Обширные предисловия к этим книгам позволяют взглянуть в глубины творческих методов Эно-Пельтри, обнаружить глубокий интерес ученого не только к прикладным задачам, но и к философским обобщениям.

К сожалению, книги Эно-Пельтри по анализу размерностей оказались забытыми. Между тем для воссоздания методов Эно-Пельтри, его научного мировоззрения и общей культуры эти работы наиболее полны и красноречивы.

Эно-Пельтри умер 7 декабря 1957 года на пути из Женеvы в Ниццу. Он дожил до того дня, когда был запущен первый искусственный спутник Земли. По свидетельству одного из близких ему сотрудников, это событие вызвало у Эно-Пельтри чувство горечи, потому что он оказался в стороне от практической разработки космической техники, но он выразил глубокое удовлетворение успехами нашей страны в освоении космоса.

НОВЫЕ КНИГИ

УВЛЕКАТЕЛЬНО О РАЗВИТИИ АСТРОНОМИИ

В 1981 году издательство «Мир» выпустило книгу директора Берлинской обсерватории (ГДР) Дитера Херрманна «Открыватели неба» (перевод с немецкого К. Б. Шингаревой и А. А. Конопихина; предисловие Г. С. Хромова). Это популярный очерк истории развития астрономии с древнейших времен Вавилона, Египта и Эллады.

Древней и средневековой астрономии посвящена почти половина книги. Из первых глав книги читатель узнает об источниках наших знаний — древнейших свидетельствах зарождения астрономии, увидит (книга очень хорошо иллюстрирована) астрономические сюжеты, запечатленные на египетских гробницах и вавилонских «говорящих» табличках. Далее следует история создания геоцентрической системы мира (Евдокс, Аристотель, Птолемей), а потом — описание многотрудной и драматической борьбы за гелиоцентрическое мировоззрение (Коперник, Кеплер, Бруно, Галилей, Ньютон) и рассказ о триумфальном шествии небесной механики (вплоть до конца XIX в.).

Ряд глав посвящен истории «физики» — зарождению и развитию астрофизических исследований Вселенной. Автор прослеживает путь, пройденный астрономией от первых опытов применения спектрального анализа к изучению небесных тел

до создания современных астрономических инструментов (включая крупнейший в мире советский шестиметровый телескоп — рефлектор).

Заключительная глава книги посвящена читателю об основных этапах становления и развития космонавтики.

Книга привлечет внимание преподавателей астрономии, студентов, учащихся школ и профессионально-технических училищ, многочисленных любителей астрономии.

ГЕОЛОГИЯ АСТРОБЛЕМ

Книгу «Геология астроблем» (Л.: Недра, 1980) написала группа ленинградских геологов: В. Л. Масайтис, А. Н. Данилин, М. С. Машак, А. И. Райхлин, Т. В. Селивановская и Е. М. Шаденков. Термин «астроблема», который обозначает древнюю геологическую структуру, возникшую при ударе гигантского метеорита, появился в научной литературе совсем недавно — в 1963 году (Земля и Вселенная, 1975, № 6, с. 13—17. — *Ред.*). Большинство астроблем известно специалистам уже давно, но, как правило, их считали своеобразными вулканическими проявлениями.

В книге описана геология конкретных астроблем. Среди них 25 ударно-взрывных структур, известных на территории нашей страны. Отдавая дань традиции, авторы располагают объекты в геохронологической последовательности. Из зарубежных астроблем (к настоящему времени их обнаружено свыше 80) рас-

сматриваются 17 наиболее изученных, в том числе: южно-африканский купол Вредефорд поперечником около 60 км, канадский рудный бассейн Садбери (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с. 70. — *Ред.*), озеро Босумтви в Гане, кольцевой хребет Табун-Хара-Обо в Монголии, концентрическая структура Ред Уинг в США, погребенная под полутораклометровым слоем осадков. Особенно подробно рассказано в книге о крупнейшей на Земле 100-километровой астроблеме Попигаи на Таймыре (Земля и Вселенная, 1971, № 5, с. 31—36. — *Ред.*). Здесь 38,9 млн. лет назад в результате падения астероида произошла грандиозная геологическая катастрофа.

В главе, посвященной роли метеоритной бомбардировки, рассматриваются горные породы и формы залегания, образовавшиеся в результате ударного взрыва. Взрывные брекчии и импактиты не принадлежат ни к категории осадочных, ни к категории изверженных пород, некоторые их типы можно считать метаморфическими. Поэтому предлагается новый термин: **коптогенный комплекс**, от греческого слова копто — ударять, разрушать ударами. Коптогенные явления на Земле играли ведущую роль в ранний период ее существования и лишь потом уступили первенство традиционным геологическим процессам. Поскольку ударно-метеоритные процессы формировали поверхности других планет земной группы и спутников планет, книга «Геология астроблем» будет интересна не только геологам, но и астрономам, занимающимся проблемами эволюции планет.

Кандидат физико-математических
наук
В. В. ШЕВЧЕНКО



Луна с разных точек зрения

18—22 мая 1981 года в Казани состоялось Всесоюзное научно-координационное совещание по проблемам комплексного изучения Луны. Совещание было организовано Астрономическим советом АН СССР, Государственным астрономическим институтом имени П. К. Штернберга и Казанским государственным университетом имени В. И. Ульянова-Ленина. Представители девятнадцати научно-исследовательских организаций страны из десяти городов СССР собрались, чтобы обсудить, как лучше использовать методы астрономии, геологии, геохимии и геофизики в изучении Луны. Это обусловлено тем, что многие проблемы лунных исследований находятся на стыке различных отраслей науки. Одна из них — проблема вращения Луны.

Законы, определяющие равномерное вращение Луны вокруг оси, были сформулированы еще в конце XVII века Д. Кассини — известным итальянским астрономом, работавшим во Франции. Позднее выяснили, что существуют небольшие отклонения от равномерного вращения Луны, названные физической либрацией. Физическая либрация незначительна по величине и обнаруживается только в результате длительных высокоточных наблюдений. Такие наблюдения уже многие десятилетия ведутся сотрудниками кафедры астрономии Казанского университета и обсерватории имени В. П. Энгельгардта (Земля и Вселенная, 1970, № 2, с. 73—78.— Ред.).

Причина покачиваний Луны кроется прежде всего в особенностях внутреннего строения лунного шара и состояния его недр — вязкости ве-



щества и распределении масс, следовательно, относится к области геофизических исследований.

Представления о вращении Луны подробно рассмотрел в своем докладе Ш. Т. Хабибуллин. Ему принадлежит современная теория физической либрации Луны, в которой используются нелинейные уравнения физической либрации. Эта теория позво-

*Председатель
Рабочей группы «Луна»
М. С. Марков открывает совещание.
Справа — проректор Казанского
государственного
университета Ш. Т. Хабибуллин
Фото В. Капкова*

ляет получить таблицы, содержащие около 500 периодических членов, учитывающих с точностью до $0,01''$ колебательные движения Луны. Хотя за

последние 140 лет получено около 15 длительных рядов измерений величины физической либрации, по этим результатам невозможно достоверно установить истинность данной теории или какой-либо другой. Необходимо значительно повысить точность наблюдений и шире использовать такие современные методы, как светолокация Луны.

На обсуждении доклада И. В. Гаврилов заметил, что повышение точности наблюдений в 100 раз могли бы обеспечить комплексные методы, например синхронные позиционные наблюдения Луны и светолокация. Однако для их организации нужно объединить усилия нескольких обсерваторий.

О роли исследований гравитационных полей Луны и планет при изучении их фигур и внутреннего строения рассказал М. У. Сагитов. На сегодняшний день гравитационные поля планет земной группы изучены неодинаково хорошо. Подробно исследовано гравитационное поле Земли, несколько хуже — поля силы тяжести на Луне и Марсе, и совсем мало сведений получено о гравитационных полях Венеры и Меркурия. У Луны и Марса гравитационные поля оказались сложнее, чем у Венеры и Земли. Например, отклонение условных высот от среднего уровня геоида (поверхность равных потенциалов, задаваемая средним уровнем моря на Земле) составляет ± 100 м. Эта же величина для селеноида (подобная же условная поверхность равных значений силы тяжести на Луне) изменяется от +600 до —400 м. Очевидно, фигура селеноида более сложная, а сама Луна сильнее отличается от гидростатически равновесного тела, чем Земля или Венера. Подтверждением этому служат аномалии силы тяжести на Луне — масконы (Земля и Вселенная, 1970, № 3, с. 32—38.— Ред.).

Важное значение при изучении геометрической фигуры Луны имеют сети опорных пунктов с известными координатами. Способы математической обработки результатов измерений с целью построения высокоточных систем координат на Луне рассмотрел С. Г. Валеев. Перспективам создания

единой системы координат на всей поверхности лунного шара по имеющимся наземным и космическим съемкам посвятил свое выступление В. А. Никонов.

Геологов, занимающихся изучением Луны, особенно интересует формирование лунного рельефа. Природу лунных образований, размеры которых превосходят 10—20 км, исследовали М. С. Марков и А. Л. Суханов. Они построили геологическую карту видимой стороны Луны, а также изучили некоторые объекты обратного полушария. Вокруг Моря Восточного выделена обширная зона выбросов. Она простирается на расстояние, примерно равное диаметру кольцевой впадины Моря Восточного. Аналогичные выбросы, правда, не так четко выраженные, найдены в окрестностях других круговых морей. По-видимому, преобладающая часть поверхности современных лунных материков сложена продуктами выбросов из круговых морей и кратеров ударного происхождения. М. С. Марков и А. Л. Суханов выявили типичные признаки кратеров вулканического происхождения, которые позволили отнести к вулканогенным лишь 150 объектов из громадного числа кратеров видимого полушария. Появление вулканических кратеров связано с эпохой формирования лунных морей, даже если эти кратеры располагаются на материке. Подавляющее же большинство лунных кратеров возникло в результате падения метеоритных тел.

Е. Н. Сапожникова высказала в своем докладе оригинальные идеи о существовании глобального структурного каркаса лунной поверхности, состоящего из громадных многокольцевых образований. Используя методику изучения скрытых эндогенных структур на Земле, Е. Н. Сапожникова попыталась выявить на Луне группы рельефа, отличающиеся степенью изрезанности. Оказалось, что подобные зоны рельефа совпадают с многокольцевыми структурами вокруг обширных круговых морей Луны.

С большим интересом участники совещания выслушали доклады, посвященные изучению других тел Солнечной системы. В докладе, пред-

ставленном коллективом авторов во главе с В. Н. Жарковым, обсуждались задачи исследования спутников планет на примере Фобоса и Деймоса.

В основе современных проблем изучения планетных тел лежит проблема происхождения Солнечной системы. Этим обусловлен интерес к поискам первичного вещества, не претерпевшего за время существования Солнечной системы вторичной переработки. Планеты земной группы прошли стадию дифференциации вещества, сопровождающуюся переплавлением первичного материала и соответствующими изменениями его свойств и состава. У планет земной группы есть три естественных спутника: Луна у Земли, Фобос и Деймос у Марса. Но мы теперь уже достоверно знаем, что недра Луны также испытали магматическую дифференциацию и в результате общего плавления разделились на кору, мантию и ядро (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 22—29.— Ред.).

Следующие кандидаты на обладание первичным недифференцированным веществом Солнечной системы — Фобос и Деймос. Плотность кратеров на их поверхности такая же, как на поверхности лунных материков, и близка к насыщению, то есть вновь образующийся кратер неизбежно разрушает существующий, и потому общее число кратеров не изменяется. Возраст поверхности Фобоса и Деймоса такой же, как и материков Луны. По форме борозд на Фобосе установлено, что верхний слой раздробленного вещества — реголит — достигает толщины 200 м. На Луне толщина слоя реголита около 10 м. Если допустить, что мощность раздробленного слоя характеризует длительность механической переработки поверхности, на Фобосе или Деймосе, возможно, удастся обнаружить более древние породы, чем на Луне. Не исключено, что Фобос и Деймос окажутся теми самыми первичными «кирпичиками», из которых формировались планеты Солнечной системы.

Внимание участников совещания привлекли доклад Т. М. Энеева и Н. Н. Козлова о математическом мо-

делировании аккумуляционных процессов формирования планетной системы, сообщение Ю. А. Чиканова о методах математического моделирования масконов и выступление О. И. Кварацхелия о дистанционном зондировании Луны методом поляризационных исследований.



ЭКСПЕРИМЕНТ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ

Исследования по международной программе ПОЛИМОДЕ в Атлантике показали, что верхний слой океана заполнен движущимися вихревыми образованиями — синоптическими вихрями (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 14—18.— *Ред.*). Возмущая этот верхний слой, они могут формировать в нем зоны повышенной биологической продуктивности. Морской гидрофизический институт АН УССР в марте — августе 1980 года осуществил на северо-западе Индийского океана крупномасштабный эксперимент по программе комплексного исследования промысловых ресурсов Индийского океана с учетом синоптической вихревой структуры (КИПРО). В эксперименте участвовало шесть научно-исследовательских судов: «Академик Вернадский», «Михаил Ломоносов», «Профессор Водяницкий», «Чатыр-Даг», «Адмирал Владимирский» и «Фаддей Беллинсгаузен».

Гидрологическая съемка с шагом 60 миль по широте и 40 миль по долготу проводилась на огромной акватории океана. В результате удалось зарегистрировать свыше десяти относительно слабых вихревых образований. Группа сотрудников Морского гидрофизического института и Института биологии южных морей АН УССР под руководством академика АН УССР Б. А. Нелепо проанализировали данные эксперимента. Оказалось, что вихревое поле в северо-западной части Индийского океана чрезвычайно изменчиво. И хотя скорость перемещения вихрей здесь в 3—5 раз больше, чем в Атлантике, энергия, заключенная в них, сравнительно невелика. В совокупности

Участники совещания побывали в Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта и ознакомились с проводимыми там исследованиями. Гости посетили музей Казанского университета и мемориал В. И. Ленина, посвященный студенческим годам и началу революционной дея-

тельности основателя Советского государства.

Участники единодушно отметили хорошую организацию работы совещания, чему немало способствовали проректор Казанского университета Ш. Т. Хабибуллин и другие сотрудники университета.

с сильной переслоенностью водных масс (здесь воды Аравийского моря взаимодействуют с водами Персидского залива и Красного моря) это препятствует перемешиванию воды по вертикали. В результате биопродуктивность не растет. По развитию зоопланктона северо-западный район Индийского океана можно отнести к среднепродуктивным: биомасса зоопланктона зимой составила 90 мг/м^3 , летом — 135 мг/м^3 .

Доклады АН СССР, 1981, 258, 5.

МАССА СИСТЕМЫ SS 433

Сейчас астрофизики уверены, что SS 433 — двойная система, причем один ее компонент скорее всего звезда-гигант раннего спектрального класса (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 20—25.— *Ред.*). Масса второго, рентгеновского компонента пока остается неизвестной. В принципе ее можно определить, установив, как меняются лучевые скорости, измеренные по смещениям «стационарных» линий излучения. Период обращения звезд в системе SS 433 составляет 13,09 дней, и за это время лучевые скорости изменяются на 146 км/с .

Но что отражает это изменение лучевых скоростей — орбитальное движение рентгеновского компонента или звезды-гиганта? Если линии принадлежат звезде-гиганту, то массы компонентов получаются невероятно большими: 19 солнечных для рентгеновской, около 100 солнечных для оптической звезды. Если же наблюдаются линии, возникающие в газовом диске около релятивистской звезды, то массы объектов, напротив, окажутся слишком маленькими: 1 солнечная для рентгеновского и 1,5 солнечной... для звезды-гиганта. Гигант раннего спектрального класса, конечно, не может иметь такую небольшую массу!

Доктор физико-математических наук А. М. Черепашук предположил, что «стационарные» линии излучения возникают в газовой струе, которая вытекает из звезды-гиганта в диск, окружающий рентгеновский компонент. Если предположить, что масса звезды-гиганта около 20 солнечных, то масса невидимого компонен-

та будет равна 5 солнечным. Это слишком большая масса для нейтронной звезды. Может быть, в системе SS 433 есть черная дыра? Дальнейшие наблюдения должны пролить свет на природу этого загадочного объекта.

Письма в Астрономический журнал, 1981, 7, 4.

ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ ПУЛЬСАРОВ

По крайней мере два пульсара (в Крабовидной туманности и в созвездии Паруса) известны как источники гамма-излучения. Возможно, еще два пульсара испускают гамма-излучение, но это надежно не подтверждено. Всего же в Галактике обнаружено 328 пульсаров и полное их число может достигать сотен тысяч. Если все пульсары — источники хотя бы слабого гамма-излучения, то как это должно отражаться на результатах наблюдения неба в гамма-диапазоне?

Эту проблему исследовали американские астрофизики А. Хардинг и Ф. Стекер. Предполагаемая светимость почти всех пульсаров в гамма-диапазоне оказалась слишком малой, чтобы их можно было бы обнаружить современными приборами. Но далекие пульсары должны вносить вклад в измеряемый фон галактического гамма-излучения. Для проверки этого предположения Хардинг и Стекер сравнили распределение в Галактике пульсаров и фонового гамма-излучения. На расстояниях менее 8 кпк от галактического центра распределение пульсаров хорошо согласуется с распределением фона гамма-излучения. Имеется лишь одно отличие: вблизи от центра Галактики фон гамма-излучения резко возрастает, в то время как плотность числа пульсаров падает. Это расхождение, впрочем, может объясняться тем, что трудно обнаружить пульсары в направлении на галактический центр. Хардинг и Стекер считают, что в диапазоне энергий выше 100 МэВ около 15—20% фона может создаваться именно гамма-излучением пульсаров.

Nature, 1981, 290, 5804.



Директор
Государственного астрономического
института имени П. К. Штернберга
профессор
Е. П. АКСЕНОВ

Юбилей московской астрономической школы

МОСКОВСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Осенью 1981 года один из крупнейших астрономических центров страны — Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга (ГАИШ) при Московском университете отметил двойной юбилей: 150-летие Московской обсерватории и 50-летие ГАИШа.

Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга — детище Московского университета, и его история теснейшим образом связана с историей университета. Первые лекции по астрономии начал читать в Московском университете в 1785 году профессор математики М. И. Панкевич. Первые заботы о приобретении астрономических инструментов взял на себя попечитель университета М. Н. Муравьев. Первые астрономические наблюдения организовал в 1804 году Ф. Гольдбах. Во время пожара 1812 года сгорели все университетские здания, библиотека, музей. Погибли все астрономические инструменты.

Регулярное преподавание астрономии было восстановлено в 1824 году при профессоре Д. М. Перовошикове, который начал работать в Московском университете в 1818 году. Д. М. Перовошиков был выдающейся личностью. Он был замечательным ученым с прогрессивными взглядами, специалистом в области небесной механики и математики, прекрасным преподавателем, автором первых отечественных учебников по астрономии. Был деканом и ректором университета, членом Петербургской академии наук. С его именем связа-



Дмитрий Матвеевич Перовошиков (1788—1880) — основатель и директор Московской обсерватории в 1831—1850 годах. (Портрет сделан в 1862 г.)

но основание Московской университетской обсерватории на Пресне.

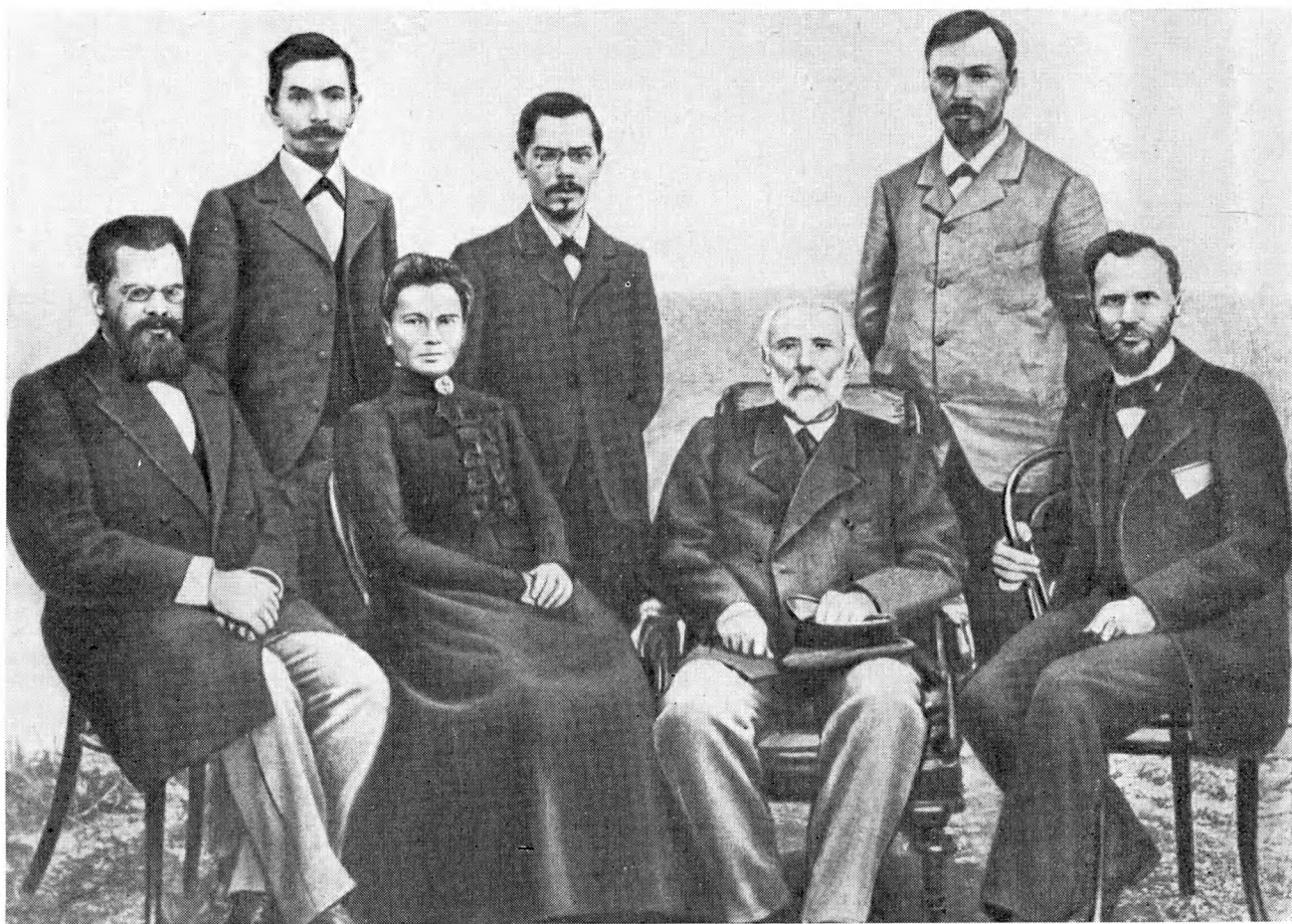
В 1824 году Д. М. Перовошиков представил в Совет университета ходатайство о постройке обсерватории. Через три года почетный член университета меценат З. П. Зосима подарил университету участок земли на Трех горах у Пресненской заставы. Здесь в 1831 году и была построена обсерватория.

После Д. М. Перовошикова университетскую обсерваторию возглавляли А. Н. Драшусов, Б. Я. Швейцер, Ф. А. Бредихин, В. К. Цераский,

П. К. Штернберг. Все они внесли большой вклад в развитие обсерватории, воспитали много талантливых астрономов, определили основные научные направления московской астрономической школы.

Б. Я. Швейцер (1816—1873) положил начало исследованиям в области практической астрономии, Ф. А. Бредихин (1831—1904) — астрофизическому изучению Солнца, комет и метеоров. Полученные Ф. А. Бредихиным блестящие результаты в теории кометных форм принесли ему мировую известность. Его учениками были А. А. Белопольский, В. К. Цераский, П. К. Штернберг, С. К. Костинский. В. К. Цераский (1849—1925) был пионером фотометрических исследований. Он организовал в Московской обсерватории систематический поиск и изучение переменных звезд — одно из плодотворных направлений работы московских астрономов. В. К. Цераский осуществил перестройку обсерватории и оснастил ее новым оборудованием. Им воспитана плеяда замечательных астрономов — С. Н. Блажко, И. Ф. Полак, С. В. Орлов, Г. А. Тихов.

Выдающийся ученый и революционер П. К. Штернберг (1865—1920) успешно изучал движение земных полюсов и проблемы гравиметрии (Земля и Вселенная, 1965, № 2, с. 50—54.—Ред.). Его учениками и последователями стали крупные советские ученые С. А. Казаков, А. А. Михайлов, Л. В. Сорокин. Член партии большевиков с 1905 года, П. К. Штернберг много сделал для победы революции. В 1906 году он был одним из руководителей подпольного Военно-технического бюро Московского Комите-



Группа московских астрономов. Слева направо сидят: П. К. Штернберг, Л. П. Цераская, Ф. А. Бредихин, В. К. Цераский; стоят: С. Н. Блажко, С. А. Казаков, Б. П. Модестов. (Снимок 1901 г.)

та РСДРП, в дни Октября возглавлял боевые действия рабочих в Замоскворечье, в годы гражданской войны стал членом Реввоенсовета Восточного фронта. В 1918 году под руководством члена коллегии Наркомпроса П. К. Штернберга разрабатывался проект коренной реформы высшей школы.

В 1920 году директором обсерватории назначили профессора Московского университета С. Н. Блажко (1880—1956). Ученый с исключительно широким кругозором и глубоким интересом к практическим проблемам астрономии, он был носителем лучших традиций университетской аст-

рономии начала века. К этому времени в обсерватории сложился замечательный коллектив. С. А. Казаков представлял астрометрию и небесную механику, А. А. Михайлов, Л. В. Сорокин и И. А. Казанский — гравиметрию, С. В. Орлов — кометные исследования, Ф. Н. Красовский — высшую геодезию. Все они были профессорами и преподавателями университета. Московская астрономическая обсерватория, как и другие университетские обсерватории, в ту пору не имела постоянного штата научных сотрудников.

На Московской обсерватории было установлено хорошее по тем временам оборудование: 38-сантиметровый двойной астрограф, экваториальная камера с объективами Штейнгеля и Цейса, меридианный круг Репсоляда, пассажный инструмент Бамберга и 18-сантиметровый рефрактор. Об-

серватория располагала машиной Репсоляда для измерения астрофотографий и часами Рифлера.

1921—1931 — переходные годы в истории университетской астрономии. В 1922 году при университете создается Астрономо-геодезический научно-исследовательский институт, базой которого стала университетская обсерватория. Институт возглавил С. Н. Блажко. Несколько раньше, в 1921 году, в Москве был образован Государственный астрофизический институт во главе с В. Г. Фесенковым. В 1931 году произошло объединение этих институтов и университетской обсерватории, в результате чего и образовался Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга. Так завершилось преобразование Московской астрономической обсерватории в Государственный астрономический институт.

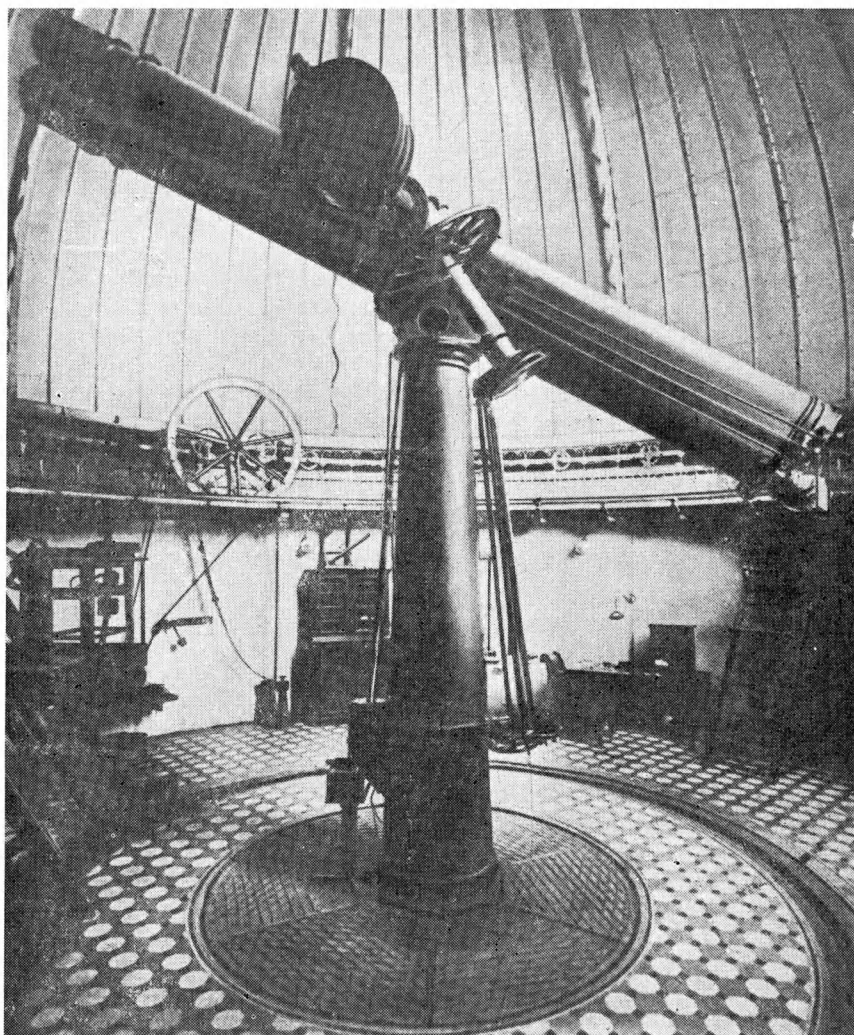
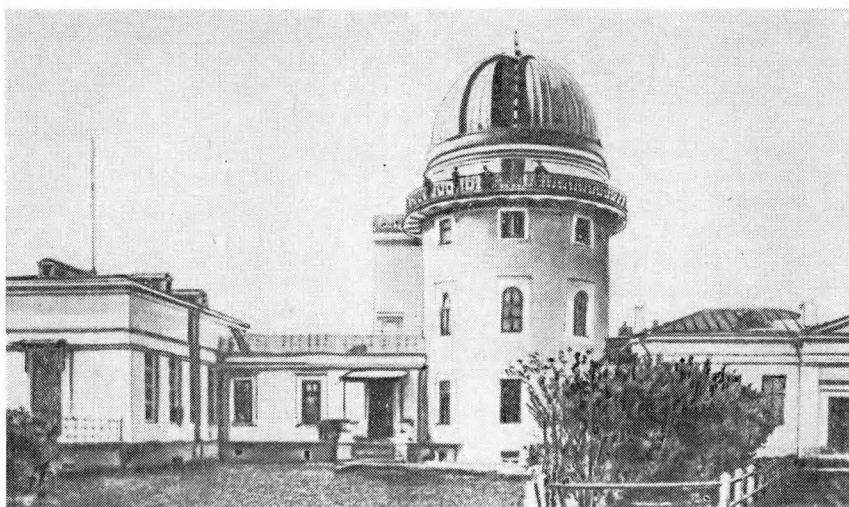
**ГАИШ — НАУЧНЫЙ
И УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР**

ГАИШ вскоре стал крупнейшим (после Пулковской обсерватории) астрономическим учреждением страны, объединившим специалистов практически по всем важнейшим направлениям астрономии. Большое значение для развития института имело то обстоятельство, что он функционировал в системе Московского университета. Именно поэтому ГАИШ всегда молод и динамичен.

С момента основания института в нем работали С. Н. Блажко, С. А. Казаков, В. Г. Фесенков, С. В. Орлов, А. А. Михайлов, Н. Д. Моисеев, В. В. Степанов, Г. Н. Дубошин, Л. В. Сорокин, П. П. Паренаго, Б. А. Воронцов-Вельяминов, С. К. Всехсвятский, К. Ф. Огородников, М. С. Зверев, Р. В. Куницкий, Б. М. Щигелев. В 30-е годы в ГАИШ пришли Б. В. Куаркин, Г. Ф. Ситник, Н. Ф. Флоря, Ю. Н. Липский, К. А. Куликов, Э. Р. Мустель, А. Б. Северный, П. Г. Куликовский, В. В. Федьинский. Некоторое время в институте работал А. Я. Орлов.

Первым директором института назначили математика А. А. Канцеева. В 1936 году директором стал В. Г. Фесенков (1889—1972) — блестящий организатор советской астрономической науки. В. Г. Фесенков был астрономом нового времени, астрофизиком с широким кругом научных интересов — от атмосферной оптики и фотометрии до космогонии (Земля и Вселенная, 1969, № 2, с. 43—46.— Ред.). Его учениками являются А. Б. Северный, Э. Р. Мустель, Г. Ф. Ситник, Ю. Н. Липский, А. Л. Зельманов.

После длительных обсуждений определились основные направления научных исследований ГАИШа: космогония, качественная небесная механика, изучение Галактики, исследование комет и метеоров, определе-



*38-сантиметровый астрограф
Московской обсерватории,
установленный осенью 1903 года*

ние положений звезд, физика звезд и Солнца, служба времени, изучение геоида. Уже в первое десятилетие существования института были получены научные результаты, многие из которых составили гордость отечественной и мировой астрономии.

С. В. Орлов разработал механическую теорию комет (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 45—47.—Ред.). Этот труд в последующем был отмечен Государственной премией СССР. П. П. Паренаго и Б. В. Кукаркин выполнили обширные исследования шаровых скоплений. П. П. Паренаго предложил метод учета поглощения света в Галактике. Б. А. Воронцов-Вельяминов приступил к работе по физике газовых туманностей и новых звезд. Н. Д. Моисеев, Г. Н. Дубошин, Н. Ф. Рейн получили важные результаты в области качественной небесной механики и динамической космогонии. Под руководством М. С. Зверева был закончен Каталог геодезических звезд и началось создание Каталога слабых звезд. Организованная им служба времени ГАИШа стала лучшей в стране. Л. В. Сорокин провел ряд гравиметрических экспедиций в различные районы страны, в том числе три экспедиции в Черное море на подводной лодке.

Образование ГАИШа при МГУ и быстрый рост его научного потенциала определили существенные изменения в деле подготовки астрономических кадров в Московском университете. Тридцатые годы характеризуются прежде всего созданием ряда астрономических кафедр. В 1936 году была организована кафедра звездной астрономии (заведующий — профессор П. П. Паренаго). В 1938 году созданы кафедра небесной механики (заведующий — профессор Н. Д. Моисеев) и кафедра астрофизики (заведующий — профессор В. Г. Фесенков). В 1939 году образована кафедра гравиметрии (заведующий — профессор Л. В. Сорокин), а в 1940 году — кафедра кометной астрономии (заведующий — профессор С. В. Орлов). Кафедра астрономии, которая до этого была единственной астрономической кафедрой в Московском университете, была пре-



Василий Григорьевич Фесенков (1889—1972) — директор ГАИШа в 1936—1939 годах (40-е годы)

образована в кафедре астрометрии, заведующим которой стал профессор С. Н. Блажко. Эти кафедры и составили астрономическое отделение механико-математического факультета МГУ. Все шесть заведующих кафедрами были выдающимися учеными и замечательными педагогами. Кафедры астрономического отделения выполняли не только функцию преподавания астрономии в университете — они стали научными центрами, вокруг которых группировались научные отделы и лаборатории института. Каждая из них со временем превратилась в научную школу, хорошо известную в стране и за рубежом.

Великая Отечественная война коренным образом изменила судьбу многих астрономов. Добровольно ушли в Народное ополчение, а затем в составе 8-й Краснопресненской дивизии героически сражались сотрудники института Г. Ф. Ситник, Н. Ф. Флоря, В. В. Хмелев, М. П. Косачевский, Т. В. Водопьянова. В Красной Армии находились П. П. Паренаго, Б. В. Кукаркин, Ю. Н. Липский, Я. П. Горелов, В. А. Верменко, Г. О. Затеищиков, Е. А. Субботин, А. Г.

Пирог, П. В. Соколов, С. В. Шаповаленко, студенты Е. М. Руднева, Б. С. Горский.

Не все вернулись с поля боя. Талантливый ученый Н. Ф. Флоря погиб осенью 1941 года в боях под Вязмой. Комиссар батареи В. В. Хмелев в октябре 1941 года пал смертью храбрых в ночном бою с немецкими десантом в Калужской области. Старший лейтенант Е. М. Руднева героически погибла в апреле 1944 года в районе Керчи, совершая свой 645-й боевой вылет. Штурману женского авиаполка Е. М. Рудневой посмертно присвоено звание Героя Советского Союза (Земля и Вселенная, 1981, № 4, с. 44—46.—Ред.), не вернулись с войны В. А. Верменко, Г. О. Затеищиков, Е. А. Субботин, А. Г. Пирог, П. В. Соколов, С. В. Шаповаленко, Б. С. Горский.

В октябре 1941 года ГАИШ эвакуировался в Свердловск, где в кратчайший срок развернулись важные для военного времени исследования. Под руководством М. С. Зверева была налажена работа службы времени, вскоре ставшая основной службой времени страны и одной из лучших в мире. С. Н. Блажко возглавил вычислительное бюро, которое занималось составлением «Таблиц восхода и захода Солнца и Луны». Эти таблицы предназначались для штурманской службы бомбардировочной авиации дальнего действия. С. К. Всехсвятский, Е. Я. Бугославская, А. Б. Северный, Э. Р. Мустель, Д. В. Пясковский создали службу Солнца, которая давала прогнозы «радиопогоды», необходимый для армейской радиосвязи.

Директором ГАИШа с 1939 по 1943 год был Н. Д. Моисеев. Это был талантливый ученый, человек высокообразованный, энергичный и волевой. Благодаря большой эрудиции и работоспособности и несмотря на тяжелую болезнь он оказывал большое влияние на развитие небесной механики не только в нашем институте. В тяжелые годы войны он сплотил коллектив ГАИШа на выполнение важнейших задач оборонного значения.

В 1943 году ГАИШ вместе с университетом возвратился в Москву.



Здание ГАИШа на Ленинских горах

В середине 1943 года директором института назначили С. В. Орлова (1880—1958).

ДОСТИЖЕНИЯ МОСКОВСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ

Важные события в истории ГАИШа произошли в первое послевоенное десятилетие. В 1948 году было принято Постановление Совета Министров СССР о строительстве комплекса зданий для Московского университета на Ленинских горах, в том числе нового астрономического центра. В 1954 году закончилось сооружение здания ГАИШа на Ленинских горах.

Постановление правительства открыло широкие возможности для оснащения университетской обсерватории современным оборудованием.

В 1953—1959 годах ГАИШ получил широкоугольный астрограф, 18-сантиметровый меридианный круг с фотографической регистрацией, 18-сантиметровый зенит-телескоп, 25-сантиметровую фотографическую зенитную трубу, два пассажных инструмента, 70-сантиметровый параболический рефлектор и 50-сантиметровый телескоп системы Максудова, вертикальный солнечный телескоп. Лабораторное оборудование института пополнилось спектрографами, микрофотометрами, хронографами, измерительными машинами. Позже были приобретены счетно-аналитические машины. Директором ГАИШа с 1952 по 1956 год был Б. В. Кукаркин (1909—1977).

В эти годы П. П. Паренаго выполнил основополагающие исследования переменных звезд и структуры Галактики, Б. В. Кукаркин обосновал существование в Галактике подсистем звезд с различными физиче-

скими и кинематическими характеристиками. Под руководством П. П. Паренаго и Б. В. Кукаркина стал выходить «Общий каталог переменных звезд», издание которого ГАИШу поручил Международный астрономический союз. Большие успехи в исследованиях физики Солнца были достигнуты И. С. Шкловским. Его теоретические работы сыграли решающую роль в утверждении концепции «горячей короны». Г. Ф. Ситник создал лабораторную модель абсолютно черного тела, позволившую измерять распределение энергии в спектре Солнца. Продолжались работы по международной программе Каталога слабых звезд. К. А. Куликов выступил инициатором систематических наблюдений изменчивости широт. Основополагающие работы по исследованию осредненных задач небесной механики были выполнены Н. Д. Моисеевым.

Запуском первого советского ис-

кусственного спутника Земли 4 октября 1957 года ознаменовался новым этапом в развитии Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга.

В марте 1958 года ГАИШ посетил Главный конструктор ракетно-космических систем С. П. Королев. После осмотра фотографической установки для наблюдения искусственных спутников Земли были обсуждены различные задачи космических исследований, в решении которых могли бы принять участие сотрудники института. В частности, С. П. Королева занимал вопрос о наблюдении космических кораблей, направляемых к Луне. Через несколько дней руководитель отдела радиоастрономии института И. С. Шкловский предложил метод «искусственной кометы». Для наблюдения искусственной кометы — выброса паров натрия из космического аппарата — были разработаны фотографическая и электронно-оптическая установки. Эксперименты с искусственной кометой оказались успешными. За эти работы И. С. Шкловский был удостоен звания лауреата Ленинской премии.

Надо сказать, что отдел радиоастрономии, созданный в 1954 году И. С. Шкловским, развивался особенно динамично. Коллектив, выращенный И. С. Шкловским, занимался не только радиоастрономией, но и электронной телескопией, инфракрасной, а позже и рентгеновской астрономией. Аппаратура, которую разработали сотрудники отдела, позволила получить важные сведения об атмосферах Венеры и Марса, о межпланетной и межзвездной среде, рентгеновских источниках.

С самого начала космических исследований ГАИШ стал ведущим учреждением по изучению космических фотографий Луны. Первые в мире снимки обратной стороны Луны в 1959 году позволили Ю. Н. Липскому с сотрудниками составить первую карту невидимого с Земли лунного полушария. Совместно с Топогеодезической службой СССР ГАИШ подготовил три издания первой в мире «Полной карты Луны» и несколько лунных глобусов (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 30—33.— Ред.).

Специалисты по небесной механике плодотворно решали теоретические вопросы движения искусственных спутников Земли. Е. П. Аксенов построил достаточно полную и строгую в математическом отношении аналитическую теорию движения спутников. Большое значение для исследований вращательного движения искусственных спутников Земли имели работы Г. Н. Дубошина, изучавшего в конце 50-х годов поступательно-вращательное движение небесных тел. За цикл работ по современным задачам и методам небесной механики Е. П. Аксенову, Е. А. Гребеникову, В. Г. Демину, Г. Н. Дубошину и М. Д. Кислику в 1971 году была присуждена Государственная премия СССР.

Говоря о космических исследованиях, необходимо отметить и достижения гравиметристов, которые своими измерениями гравитационного поля Мирового океана в 1956—1960 годах внесли существенный вклад в решение проблем космической навигации (Н. П. Грушинский, М. У. Сагитов). Благодаря предложенной астрометристами методике удалось наблюдать слабые космические объекты на телевизионном экране (В. В. Подобед, Ю. А. Шокин).

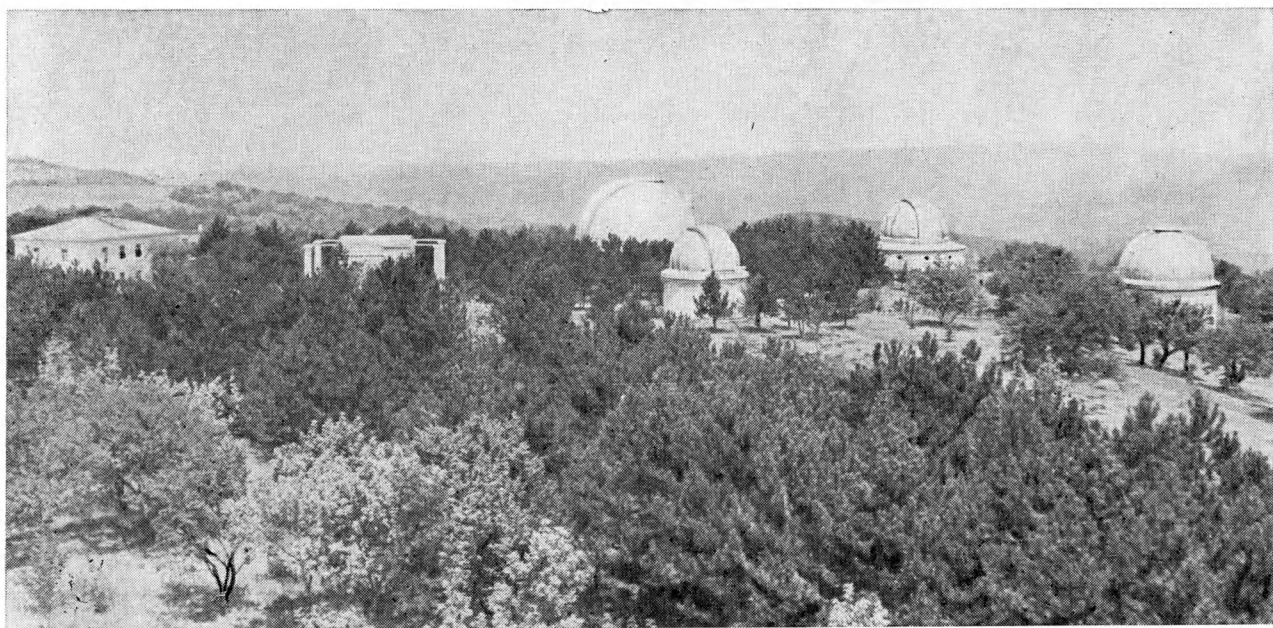
Продолжались и начатые еще до войны В. Г. Фесенковым фундаментальные исследования в области космологии. А. Л. Зельманов создал тематический аппарат теории неоднородной и анизотропной Вселенной. Большое влияние на космологические исследования в ГАИШе оказал академик Я. Б. Зельдович, который в 1967 году начал сотрудничать на кафедре астрофизики. В научной тематике ГАИШа появились новые направления: изучение свойств реликтового электромагнитного фона и физических процессов в ранней Вселенной. С 1959 по 1975 год в ГАИШе вел научную и преподавательскую деятельность замечательный советский астрофизик С. Б. Пикельнер (1921—1975). Он внес большой вклад в решение проблем физики межзвездной среды, звездообразования и физики Солнца (Земля и Вселенная, 1976, № 2, с. 71—72.— Ред.). Цикл работ по изучению тесных двой-

ных звезд и звезд с эмиссионными линиями в спектре выполнили Д. Я. Мартынов и его ученики. Важные работы по спектрофотометрии звезд выполнила И. Н. Глушнева.

В области внегалактической астрономии много сделал Б. А. Воронцов-Вельяминов. Под его руководством было издано пять томов «Морфологического каталога галактик». Ему принадлежит открытие ряда взаимодействующих галактик.

Создание в 1958 году Южной станции ГАИША в Крыму и оснащение ее 125-сантиметровым рефлектором позволили развернуть спектральные исследования галактик с помощью электронно-оптических преобразователей. В. Ф. Есипов, Э. А. Дибай и М. А. Аракелян из Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР получили спектры около 500 галактик с активными ядрами, для большинства из них определены лучевые скорости. Это примерно половина всего наблюдаемого материала об активных галактиках, полученного в мире. Достижения в исследовании нашей Галактики связаны прежде всего с трудами Б. В. Кукаркина и П. Н. Холопова по изучению звездных скоплений и переменных звезд.

Важную работу ведут специалисты по астрометрии, гравиметрии и небесной механике. В настоящее время А. П. Гуляев завершает создание сводного Каталога прямых восходящих звезд полярной области. М. У. Сагитов осуществил новый эксперимент по лабораторному измерению постоянной тяготения. Точность полученного им значения постоянной тяготения выше всех других современных определений, выполненных



*Панорама Крымской
станции ГАИШа (1970 г.)*

в США и Венгрии (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 37—42.—Ред.). А. А. Орлов развил теорию промежуточных орбит далеких спутников планет.

На протяжении двадцати лет (с 1956 по 1976 год) ГАИШ возглавлял Д. Я. Мартынов — известный советский астроном, крупный специалист в области звездной астрофизики, автор двух учебников по астрофизике. Будучи опытным руководителем, он много сделал для развития института и создания его наблюдательной базы. Именно в это время была построена Крымская станция ГАИШа и организована высокогорная алма-атинская экспедиция. В 1978 году в связи с вводом в строй радиотелескопа РАТАН-600 ГАИШ получил новую наблюдательную базу, на этот раз радиоастрономическую (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 60.—Ред.). В 1980 году в Средней Азии на горе Майданак началось строительство новой обсерватории ГАИШа, где будет установлен 1,5-метровый телескоп системы Ричи — Кретьена (Земля и Вселенная, 1980,

№ 4, с. 52—58.—Ред.). С этими наблюдательными базами ГАИШ и связывает свое будущее.

В течение всей своей истории ГАИШ оставался крупнейшим центром подготовки астрономических кадров. Среди воспитанников ГАИШа — академики А. А. Михайлов и А. Б. Северный; члены-корреспонденты АН СССР М. С. Зверев, Э. Р. Мустель, Н. Н. Парийский, М. С. Молоденский, И. С. Шкловский, В. Э. Степанов, Н. С. Кардашев, Ю. Н. Парийский; члены Академий наук союзных республик П. Б. Бабаджанов, Г. Ф. Султанов, Т. Б. Омаров; профессора К. Ф. Огородников, А. Г. Мавсевич, С. К. Всехсвятский, Б. Ю. Левин, Е. А. Гребеников, В. Г. Демин, Ю. А. Рябов, В. Т. Кондурарь, М. С. Яров-Яровой, В. И. Мороз, В. Г. Курт, И. Д. Новиков.

Ныне в ГАИШе работает сильный коллектив ученых: академик Я. Б. Зельдович, член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский, член-корреспондент АПН СССР Б. А. Воронцов-Вельяминов; профессора Г. Н. Дубошин, К. А. Куликов, Д. Я. Мартынов, В. В. Подобед, Г. Ф. Ситник, Н. П. Грушинский, В. В. Бровар, В. И. Мороз, В. Г. Курт; доктора наук Ю. П. Псковский, П. Н. Холопов, А. С. Ша-

ров, Е. Б. Костякова, Э. А. Дибай, А. М. Черепашук, В. Н. Курильчик, Л. П. Грищук, М. У. Сагитов, В. Л. Пантелеев, А. А. Орлов, Г. П. Пильник, В. М. Лютый, П. В. Щеглов. В институте трудятся 80 кандидатов наук.

Имея квалифицированный коллектив сотрудников, хорошую наблюдательную базу и хорошо продуманную, разработанную с учетом многолетних традиций научную тематику, можно надеяться, что ГАИШ и в будущем будет находиться в ряду наших лучших астрономических центров.



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

И. И. ПАША
Кандидат физико-математических
наук
Ф. А. ЦИЦИН

Спиральные галактики

КОСМИЧЕСКИЕ «ЗВЕЗДОВОРОТЫ»

Спиральную структуру знаменитой ныне галактики М 51 в созвездии Гончих Псов и некоторых других «туманных пятен» на небе впервые обнаружил в 1848 году Вильям Парсонс (более известный как лорд Росс) с помощью построенного им самим гигантского по тем временам 72-дюймового телескопа-рефлектора. «В настоящее время,— писал Парсонс,— было бы бессмысленным гадать о динамическом состоянии подобной системы. Сходство спиралей с системами, плывущими в водовороте, безусловно, должно дать толчок воображению, хотя существование там таких условий невозможно».

Открытие Парсонса вызвало всеобщее удивление и требовало, казалось, безотлагательного объяснения. Однако на протяжении 75 лет все попытки разобраться, какие физические процессы поддерживают спиральную структуру, ни к чему не приводили, поскольку оставалась неясной природа самих спиральных туманностей. Правда, еще в конце XVIII века Вильям Гершель разделил многочисленные (на 95% открытые им самим) туманности на «истинные», состоящие из «светящегося флюида», и на неразложимые для тогдашних телескопов удаленные звездные системы. (Ранее, в 1755 году, французский астроном, аббат Никола Луи де Лакайль, опубликовав список известных тогда туманностей, выделил три типа: светящиеся области неправильного вида; неразрешимые невооруженным глазом звездные скопления; звезды, окруженные светящимися об-



Первая наблюдавшаяся спиральная туманность М 51 по зарисовке В. Парсонса

ластями.) «Внегалактические туманности», лежащие вне полосы Млечного Пути, в том числе и будущие спиральные, Гершель прозорливо считал далекими «Млечными Пути». Так, расстояние до Большой туманности Андромеды (M 31) у него лишь в 3 раза меньше современных оценок, и она, подобно другим сходным объектам, правильно интерпретировалась как аналог нашей Галактики.

История внегалактической астрономии, начало которой положил В. Гершель, оказалась запутанной и сложной. Несмотря на развитие физических методов в астрономии (фотография, спектральный анализ), к началу XX века представления о природе спиральных туманностей претерпели явный регресс. Это было вызвано прежде всего тем, что долго не удавалось выяснить, существует ли межзвездное поглощение света. Если его не учитывать, то после открытия В. Гершелем «зон избегания» внегалактических туманностей (в области Млечного Пути) пришлось бы признать, что такие туманности концентрируются в областях, близких к полярным шапкам Галактики. А это означало бы, что «внегалактические туманности» — члены нашей звездной системы.

Подтверждением тому служила спиральная структура некоторых планетарных туманностей. А ведь газодиффузный характер их не вызывал сомнений ни у первооткрывателя планетарных туманностей В. Гершеля, ни тем более позже, когда спектральным методом удалось установить их газовый состав. Спиральные планетарные туманности нашли и космогоническую интерпретацию как газовый вихрь, продукт нецентрального столкновения или тесного сближения двух звезд (гипотеза Тони Чемберлина, 1901 год). Отметим и коварный сюрприз природы, «подкинувшей» наблюдателям в 1885 году взрыв сверхновой в M 31. Она, естественно, была принята за новую звезду (существование сверхновых было доказано только в 1920 году шведским астрономом Кнутом Лундмарком). Это, казалось бы, лишний раз убеждало, что Туманность Анд-

ромеды находится внутри нашей Галактики. Помимо прочего, усугубляли положение и выполненные в первой четверти нашего века голландским астрономом Адрианом ван Мааненом исследования собственных движений элементов спиральной структуры у ряда галактик. Эти системы имели заметное вращение, что вновь подтвердило близость спиральных туманностей, их принадлежность нашей Галактике. До сих пор не совсем ясно, какие систематические ошибки в методике так подвели ван Маанена. (Еще до того, как в астрономии стали применяться методы фотографии, В. Парсонс безуспешно пытался обнаружить вращение спиралей, сравнивая детальные зарисовки спиральных туманностей, сделанные в разные годы.) Не был решен вопрос о природе спиральных туманностей и в получившей широкую известность дискуссии Хабера Кертиса и Харлоу Шепли в 1920 году (Земля и Вселенная, 1966, № 2, с. 44—47.— Ред.).

И лишь с середины 20-х годов нашего века, когда Эдвин Хаббл окончательно доказал внегалактическую (в современном смысле термина) природу спиральных галактик, появилась принципиальная возможность теоретической интерпретации феномена спиральной структуры. Грандиозные размеры и удивительная форма спиралей натолкнули Джеймса Джинса — выдающегося английского физика и астронома — на романтическую идею: фантастические «звздо-

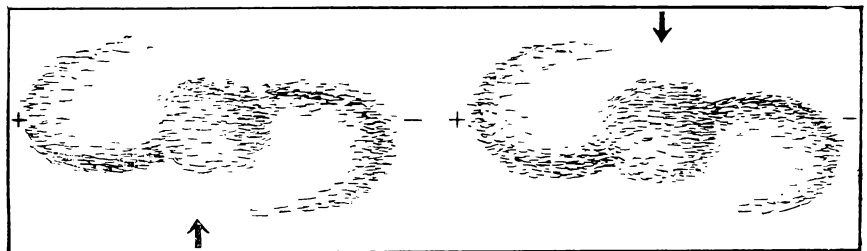
вороты» есть не что иное, как излияния в наш мир, в центрах туманностей, вещества из других миров, других пространств...

ЛИДИРУЮЩИЕ ИЛИ ОТСТАЮЩИЕ?

К началу 30-х годов можно было насчитать с полдюжины гипотез, в той или иной мере объясняющих наблюдаемые динамические свойства спиральных галактик: их вращение, направление вращения спиралей — движутся ли они «концами вперед» (лидирующие ветви) или назад (отстающие ветви), и др.

Направление вращения спиралей вызвало особенно бурную дискуссию, лишь ныне, видимо, близкую к завершению. Вопрос этот восходит к первым двум десятилетиям XX века, когда в Ликской обсерватории (США) впервые был получен богатый фотографический материал, позволивший выделить общие черты морфологии галактик: их форму, наличие поглощающей материи, характерные особенности ее распределения. Тогда же американский астроном Весто Мелвин Слайфер впервые измерил лучевые скорости ярчайших галактик, а также установил их вращение, продемонстрировав неодинаковость лучевых скоростей в разных областях объектов (кривые вращения галактик, показывающие, как меняется скорость вращения от расстояния до центра галактики, стали получать гораздо позднее). Это естественно натолкнуло исследователей на мысль определить направление вращения спиралей, что, впрочем, выполнимо лишь при условии, когда известна ориентация галактики в пространстве (какой край спиральной галактики ближе к нам). Установить ориента-

Лидирующая (слева) и отстающая (справа) спираль. Стрелкой показан ближний край галактики. Знаки «+» и «-» соответствуют удаляющейся и приближающейся сторонам галактики





Одна из спиральных галактик (NGC 7331) с явной асимметрией проявления поглощающей материи

цию непосредственно из наблюдений, измеряя расстояния,— задача, непосильная и в настоящее время.

Слайфер указал, однако, что наличие поглощающей материи, распределенной даже симметрично в симметричной по структуре галактике, должно приводить к асимметрии наблюдаемого вида системы. Это давало возможность косвенным путем установить ориентацию, а следовательно, и направление вращения спиралей. В галактиках, наблюдаемых сбоку, поглощающая материя, как показывают снимки, проходит темной полосой по переднему плану вдоль экваториальной плоскости. При мысленном увеличении наклона галактики к лучу зрения полоса будет

смещаться, указывая ближнюю сторону, и при некотором угле наклона на дальней стороне также появится полоса поглощения, но более мягкая и слабая, поскольку пылевое вещество здесь находится за светящейся материей сферической области ядра. Снимки четырех галактик (с установленным характером вращения) действительно показывали явную асимметрию, и Слайфер заключил, что все они имеют **отстающие** ветви.

В 30-е годы к проблеме «подключился» известный шведский астроном Бертил Линдблад. Он использовал наблюдаемый факт, впервые отмеченный Кертисом в галактике М 51, что поглощающая материя предпочтительно собирается вдоль вогнутой кромки спиральных ветвей. Предположив, будто светящееся вещество в области ядра сильнее, чем поглощающее, концентрируется к галакти-

ческой плоскости (это допущение оказалось ошибочным), Линдблад опроверг вывод Слайфера и заключил, что дальней будет сторона с большим поглощением, поскольку ветви здесь обращены к нам вогнутостью и луч зрения проходит большую толщину пыли в направлении дальней, а не ближней стороны. Это соответствовало выводу о **лидирующих** спиралях.

Этапным стал 1943 год. К тому времени на обсерватории Маунт Вилсон с помощью крупных рефлекторов были получены снимки нескольких тысяч галактик. Изучив их, Хаббл отобрал 15 спиралей с явной асимметрией поглощения относительно большой оси галактик. Оказалось, что асимметрия однозначно связана с характером вращения объектов, устанавливаемым по кривым вращения галактик: либо все 15 спиралей отстающие, либо все они лидирующие.



Галактика M 51 (NGC 5194—5195), показывающая концентрацию поглощающей материи в узкие полосы вдоль внутренней кромки спиральных ветвей

Случайным такой результат мог быть лишь с вероятностью $3 \cdot 10^{-5}$. На этом основании Хаббл предположил, что все спиральные галактики во Вселенной вращаются **одинаковым** образом («теорема Хаббла»). Если так, то остается «совсем немного» — надежно определить направление вращения

хотя бы одной (!) спирали. Хаббл нашел **четыре** галактики с довольно сильным наклоном к лучу зрения (пылевая полоса пересекала видимый овал изображения, указывая ближнюю сторону) и вместе с тем с различным видом спирали (*s*- или *g*-образная). Ветви в этих объектах оказались **отстающими**, и, согласно «теореме Хаббла», **все** галактики имеют отстающие спиральные рукава.

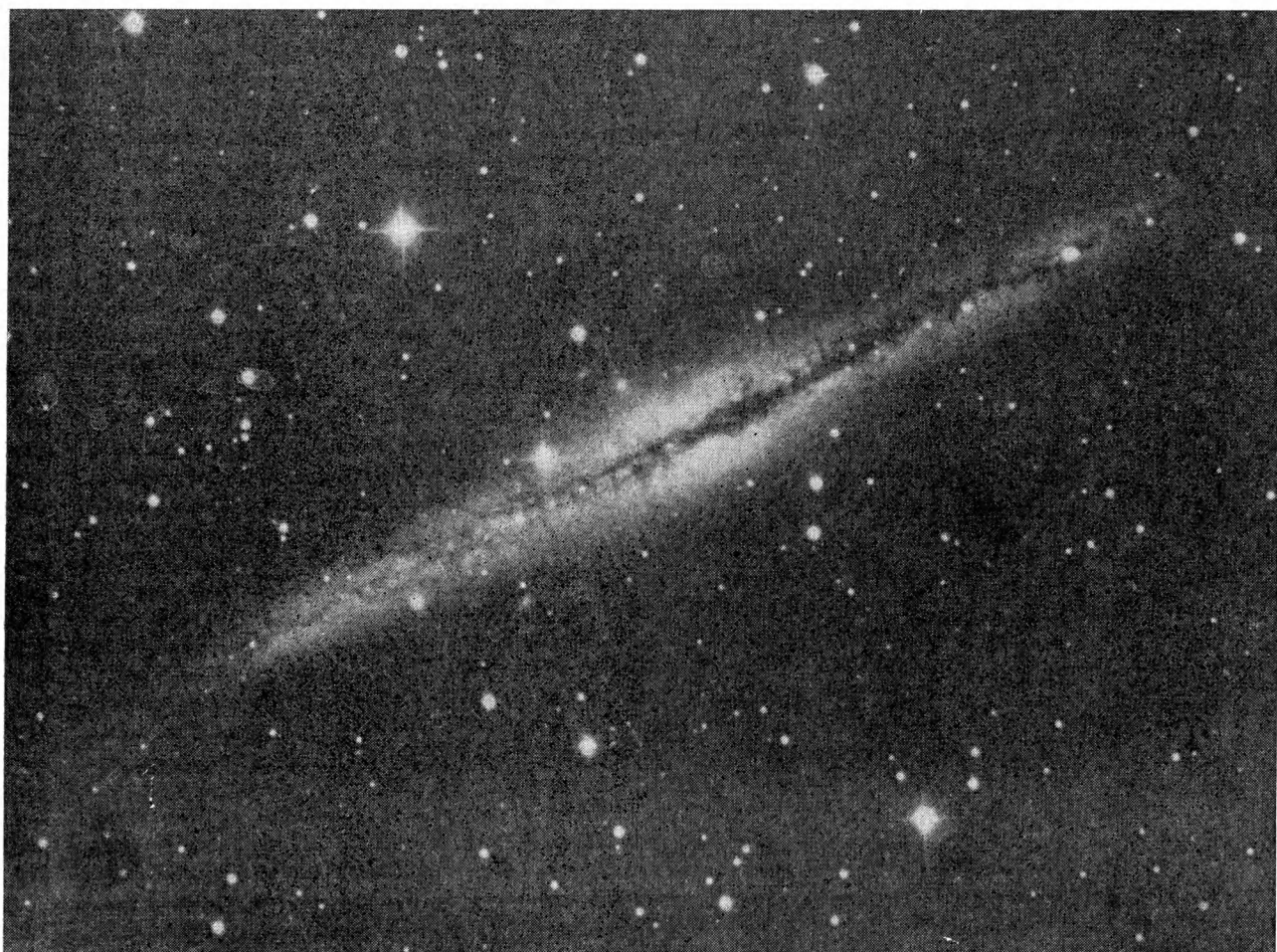
Не нужно думать, что это была полная победа партии Слайфера — Хаббла. Спор продолжался. Линдبلاد критиковал Хаббла и его сторонников

и приводил новые доводы в пользу лидирующих спиралей. Однако его выводы оспаривались не менее уверенно, и к началу 60-х годов, когда сам Линдبلاد признал реальность существования отстающих спиралей, полемика в основном прекратилась: мнение о существовании только **отстающих** спиралей стало практически общепризнанным.

Недавно эта точка зрения получила новое, хотя и с «традиционным» использованием асимметрии поглощения в качестве индикатора, подтверждение. Как отмечалось, пылевая материя имеет тенденцию концентрироваться вдоль вогнутой кромки спиральных ветвей. Поэтому естественно предположить, что в изображении спиральных галактик, видимых с ребра, будет наблюдаться асимметрия поглощения: край спирали, обращенный к нам вогнутой стороной, окажется темнее. Наблюдения подтверждают это. Зная характер вращения такой галактики (какая сторона приближается к нам), нетрудно установить направление вращения спирали. Заодно обходится «классическая» трудность, связанная с определением ориентации галактики. Заметим, что еще 40 лет назад Линдبلاد предлагал определять направление вращения галактик таким же способом, но по неясным причинам не воспользовался им, и способ был забыт...

Авторы статьи проверили эту методику определения направления вращения, исследовав видимые с ребра восемь спиральных галактик, которые имели заметную асимметрию поглощения и известную кривую вращения. У них, как выяснилось, ветви отстающие.

Известно, что фотографическое изображение Млечного Пути, составленное из снимков отдельных его областей, очень напоминает вид спиралей, наблюдаемых с ребра, и налицо явная асимметрия поглощения. Направление вращения нашей Галактики надежно установлено радиоастрономическими наблюдениями движения межзвездной среды: наша спираль отстающая. Такое же направление вращения получается и по асимметрии поглощения, что можно



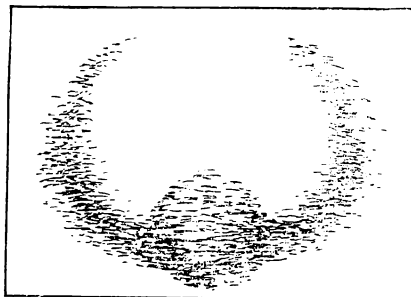
считать хорошей проверкой «работоспособности» изложенной методики.

К настоящему времени направление вращения спиралей определено примерно в 80 галактиках. У них у всех спирали отстающие. Выводы Линдблада о лидирующих спиралях в исследованных им объектах следует считать ошибочными.

Казалось бы, «теорема Хаббла» доказана: ведь если допустить одинаковое распространение отстающих и лидирующих спиралей, то вероятность того, что выбранные наугад 80 объектов покажут одинаковое направление вращения, равняется 10^{-24} . Однако при возникновении либо в процессе развития спиралей в галактиках может появиться количественное различие между числом отстающих и лидирующих систем. Это изменяет оценки вероятностей. Скажем, для

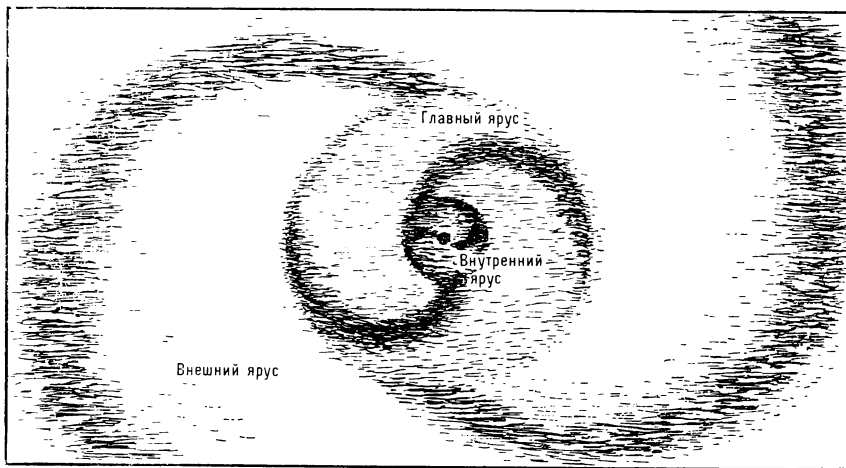
Спиральная галактика NGC 891, видимая с ребра. Асимметрия проявления пылевой материи показывает, что левая сторона, с более заметным поглощением, обращена к нам внутренней кромкой спиральной ветви

Схематическое изображение одной из форм γ -галактик



80 рассмотренных галактик возможная доля лидирующих спиралей оказывается уже не 10^{-24} , а порядка 0,9%... Данная оценка, конечно, уменьшится, если при увеличении количества исследованных систем спирали и в них будут отстающими. Но, чтобы снизить долю лидирующих спиралей до 0,1%, необходимо рассмотреть 700 галактик, а для «хаббловского» значения $3 \cdot 10^{-5}$ их должно быть 23 000.

В последние 10—15 лет получила некоторое распространение точка зрения Б. А. Воронцова-Вельяминова, что обнаруженные им γ -галактики с противоположным направлением ветвей и открытые Б. Линдбладом галактики, обладающие несколькими ярусами спиральной структуры с различным направлением рукавов, лишают смысла проблему направления вращения. Ведь в каждой из таких



Схематическое изображение многоярусной спиральной галактики. Плотной штриховкой показано ядро галактики, менее плотной — ее основное тело

систем существуют ветви, вращающиеся в противоположных направлениях. Тем не менее анализ ситуации позволяет утверждать, что новые открытия не только не снимают, но и еще более обостряют проблему, придавая ей черты парадокса. Где же выход из него?

В свете «теоремы Хаббла» парадокс многоярусных галактик разрешается, если в типичных спиральных галактиках имеется главный ярус спиральной структуры с единым направлением вращения ветвей. Именно его, по-видимому, мы чаще всего и наблюдаем в различных галактиках (чтобы наблюдать другие ярусы, внутренний и внешний, необходима тончайшая методика фотометрического и морфологического исследования). Вероятно, главный ярус («хаббловский») является основной зоной звездообразования. Парадокс γ -галактик также можно устранить, полагая, например, что γ -формы — ранняя фаза существования спиральной структуры; позднее оказываются устойчивыми или фотометрически проявляются ветви лишь одного направления.

«ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ПРИКРЫТИЕ»

Известно, что любые, даже самые парадоксальные наблюдательные и экспериментальные факты становятся понятными и естественными, если получают «теоретическое прикрытие». Спиральные галактики — не исключение. Как мы видели, лишь в 20-е годы нашего века Хаббл окончательно доказал внегалактическую природу спиральных туманностей. В то время в распоряжении астрономов, решавших обсуждаемую проблему, имелись лишь качественные методы исследования, а также аналитические небесномеханические методы (видимо, незаслуженно вызывавшие, да и сейчас вызывающие у многих скепсис в правомочности их применения в механике столь большого числа тел, каким обладают спиральные галактики). Поэтому сначала предлагались объяснения спиралей, физически разумные (в отличие, скажем, от гипотезы Чемберлина), но локальные, не охватывающие галактику в целом. Например, дифференциально вращающаяся вокруг центра галактики группа звезд растягивается в спиральную ветвь, со временем она удлиняется, плотнее закручивается, становясь все более блеклой на общем звездном фоне, пока совсем не «растворится».

Первую математически развитую теорию спиральной структуры предложил Джинс, связавший этот вопрос с проблемой образования галак-

тик. Согласно Джинсу, «первородный» газовый шар под внешним воздействием (например, других шаров) приходит во вращение и сплющивается. По мере охлаждения «туманность» эта сжимается, и скорость ее вращения увеличивается. Чечевицеобразная форма, которую принимает «туманность», оказывается неустойчивой, и на остром экваториальном ребре вращающейся массы начинается выделение вещества, но не сразу вдоль всего экватора, поскольку имеются внешние возмущения. Приливное воздействие соседней туманности способно вытянуть экватор исследуемой системы в эллипс, и из двух диаметрально противоположных точек в направлении от центра вытянутся струи вещества, которым кориолисовы силы придадут спиральную форму. Однако идея радиального выброса вещества из ядер галактик, в итоге порождающего спираль, была опровергнута наблюдениями. Радиальные скорости звезд в спиральных рукавах оказались недостаточно высокими.

Но помимо частных упреков в адрес отдельных гипотез и теорий спиральной структуры, преобладавших до середины XX века, имелось общее серьезное возражение. Большая распространенность спиральных галактик убеждала в долговечности спиралей. Их форма должна остаться практически неизменной в течение времени, более чем на порядок превосходящего период вращения галактик, за который спиральные рукава, согласно предлагавшимся теориям, закрутятся и распадутся. Этот факт стимулировал новые идеи. В 50-е годы популярной была гипотеза образования и поддержания спиральной структуры за счет крупномасштабных магнитных полей (Земля и Вселенная, 1965, № 4, с. 24—32.—Ред.). Но их напряженность составляет в среднем несколько микрогаусс, и такие поля не способны ориентировать межзвездные газ и пыль в спиральные формы.

На новый качественный уровень поднял понимание спиральной природы галактик Линдблад. Он впервые доказал огромную роль коллективных самосогласованных процес-

сов в звездных системах. Суть их в том, что индивидуальные движения каждой звезды вносят вклад в общее поле потенциала силы тяготения, а это поле в свою очередь влияет на движение отдельных звезд.

Коллективные процессы в галактиках должны приводить к образованию регулярных спиралевидных возмущений пространственной плотности звезд. Такие периодические разрежения и сжатия «звездного газа» и межзвездной среды — **спиральные волны плотности** — перемещаются по диску галактики с постоянной и одинаковой во всех частях системы угловой скоростью, названной скоростью спирального узора. В результате нарушается правильное круговое движение звезд и межзвездного вещества вокруг центра масс галактики. Распространение волны плотности в известной мере аналогично распространению звука в воздухе: продоль-

ные возмущения определенных частиц среды благодаря ее упругим свойствам передаются соседним и т. д., при этом сами частицы, если даже и движутся в общем потоке (ветер, вращение галактики), совершают дополнительно лишь небольшие колебания около своего среднего положения. Постоянство скорости спирального узора легко и изящно объясняет сохранение формы спиральных ветвей в галактиках.

В 60-е годы мощный импульс развития волновая теория получила в работах Цзя Лина, Фрэнка Шу и Алара Тумре. В 70-х годах стало возможным теоретическое построение спиралей для конкретных галактик и было достигнуто превосходное согласие с наблюдениями. Волновая теория помогла разобраться в сложной картине кинематики звезд и газа в нашей Галактике. Волны плотности шквалом ворвались под своды тео-

рии звездообразования и заняли в ней главенствующее место.

Не следует думать, однако, что волновая теория спиралей — единственная, которая разрабатывалась в последние годы. Модернизируются и совершенствуются магнитные теории, отводящие главную роль в физике спиралей магнитным, а не гравитационным силам. Появились различные варианты приливной теории, объясняющей образование спиралей воздействием спутников и соседних галактик. Общая теория спиральной структуры, на построение которой направлены энергичные усилия астрофизиков как за рубежом, так и в нашей стране, должна учитывать кроме действия гравитационного поля в галактиках ряд других существенных факторов, в том числе приливные и магнитные эффекты, во всем их многообразном и многостороннем взаимодействии.



ОБЗОР МАЛОГО МАГЕЛЛАНОВА ОБЛАКА

С помощью приборов, установленных на орбитальной обсерватории имени Эйнштейна (HEAO-B), была тщательно исследована соседняя галактика Малое Магелланово Облако. Раньше в этой галактике был известен лишь один рентгеновский источник SMC X-1 — двойная система, состоящая из голубого сверхгиганта и нейтронной звезды. Сейчас в Малом Магеллановом Облаке открыто еще 25 рентгеновских источников.

Не все обнаруженные источники реально связаны с этой галактикой. Например, пять источников удалось отождествить со звездами, которые находятся в нашей Галактике. Еще пять источников оказались остатками вспышек сверхновых, излучающими в рентгеновском диапазоне.

Все эти остатки, расположенные в Малом Магеллановом Облаке, ранее не были известны. Светимость самого яркого остатка сверхновой ($2 \cdot 10^{37}$ эрг/с) сравнима с излучением Крабовидной туманности. Другие остатки излучают меньше — их светимости в рентгеновском диапазоне около 10^{36} эрг/с. Остальные 15 источников пока не удалось отождествить ни с какими оптическими или радиообъектами. Американские радиоастрономы Ф. Севард и М. Митчелл отмечают, что, в отличие от Галактики, в Малом Магеллановом Облаке нет источников (исключая SMC X-1), которые представляют собой двойную систему с релятивистской звездой.

Astrophysical Journal, 1981, 243, 3.

РЕНТГЕНОВСКИЙ ПУЛЬСАР В ДВОЙНОЙ СИСТЕМЕ

Сейчас известны 17 рентгеновских пульсаров. Обычно считается, что все они (за исключением пульсара в Крабовидной туманности) — компоненты двойных систем (Земля и Вселенная, 1977, № 1, с. 29—35.— *Ред.*). Рентгеновское излучение генерируется, когда вещество, стекающее с обычной звезды, попадает в область магнитных полюсов нейтронной звезды.

Долгое время не удавалось доказать принадлежность к двойной системе рентгеновского пульсара 4U 1626—67. Был обнаружен период рентгеновских и оптических пульсаций, равный 230 с, но не удавалось выделить период пульсаций, связанный с орбитальным движением. Очевидно, система должна быть очень тесной, поскольку оптическая звезда слабая, и для того, чтобы возник яркий рентгеновский источник, звезда должна заполнять свою полость Роша. Тогда оптический и рентгеновский компоненты должны находиться очень близко друг к другу.

Американские ученые К. Мэсон и его коллеги, проводившие наблюдения на 4-метровом телескопе, обнаружили, что оптический импульс от пульсара 4U 1626—67 имеет слабые «лепестки», интенсивность которых составляет лишь 0,42% излучения основного импульса, но на частоте чуть меньшей, чем частота излучения пульсара. Это свидетельствует о переизлучении импульсов пульсара оптической звездой, различие частот связано с орбитальным движением. Так появилась возможность определить период обращения звезд около общего центра масс. Этот период оказался равным всего 42 мин. Расстояние между звездами не превышает $4 \cdot 10^{10}$ см — вдвое меньше радиуса Солнца.

Astrophysical Journal, 1981, 244, 3.



Кандидат технических наук
М. Д. НУСИНОВ

Панспермия: развитие идеи

Если попытаться кратко охарактеризовать панспермию, суть ее можно свести к следующему: существуют зародыши жизни, рассеянные по всей Вселенной и в принципе способные заселить любую планету, если условия на ней окажутся пригодными для развития жизни. Было бы крайне заманчиво объяснить происхождение жизни и на Земле именно таким образом — заражением нашей планеты микроорганизмами, либо случайно попавшими в момент наибольшего сближения с какой-то другой планетой или залетевшими с метеоритными частицами, либо специально посланными высокоразвитой цивилизацией. Идею панспермии высказывали еще Аристотель, а позднее Г. Лейбниц, но только в начале XX столетия от общепhilософских рассуждений перешли к конкретным научным моделям. Но все-таки гипотеза панспермии не может, судя по всему, служить серьезным научным обоснованием происхождения жизни на Земле. Однако она может быть полезной для осуществления идей К. Э. Циолковского, связанных с расселением людей по планетам Солнечной системы.

РАДИАЦИОННАЯ ПАНСПЕРМИЯ

В 1908 году известный шведский физико-химик С. Аррениус разработал концепцию одной из разновидностей панспермии, названную **радиационной панспермией**. По мысли ученого, в результате миграции по Вселенной, вызванной давлением солнечного света (или давлением света другой звезды), споры бактерий в итоге достигали и Земли. Аррениус

предполагал, что споры термостойких бактерий, к примеру, могли попасть на Землю с Венеры в момент наибольшего сближения этих планет. Незадолго до этого известный русский физик П. Н. Лебедев экспериментально доказал наличие светового давления и продемонстрировал его действие на спорах плауна (ликоподий).

Сторонниками радиационной панспермии были такие ученые, как Ферд. Кон, Ю. Либих, Г. Гельмгольц, Дж. Томсон и др. В настоящее время эту идею возрождают английские астрофизики Ф. Хойл и С. Викремасинг.

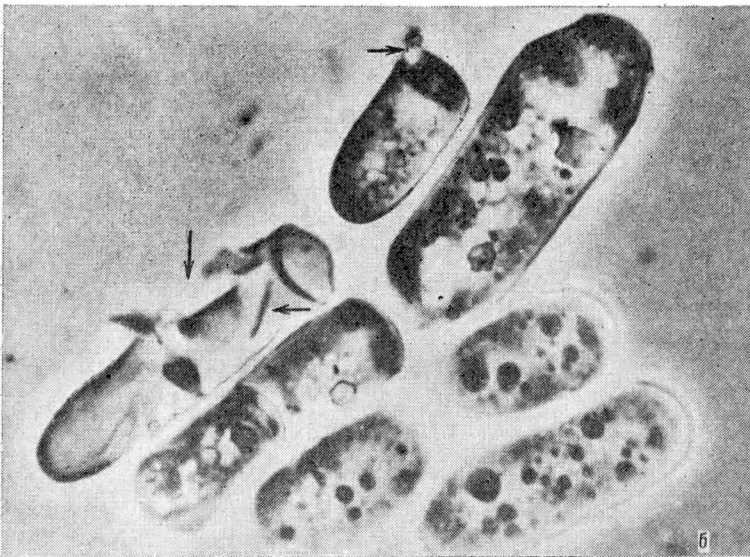
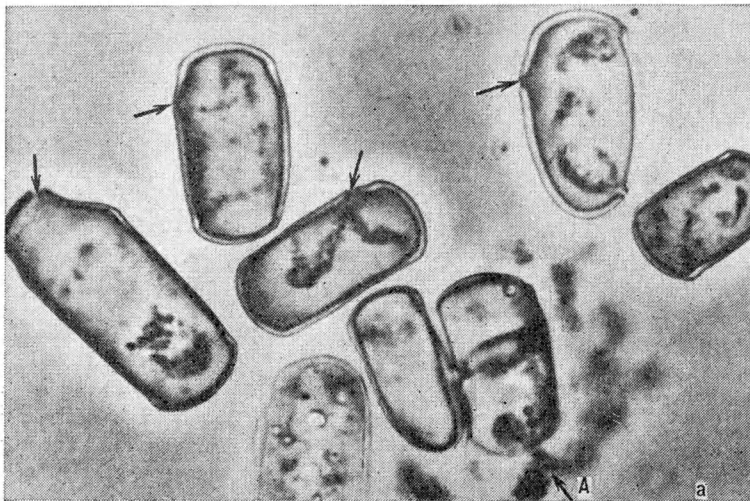
Радиационную панспермию критиковали (К. Саган, И. С. Шкловский и др.) на том основании, что при длительной миграции по космосу споры бактерий должны получать дозы космических излучений, заведомо губительные для них. Сам же космический вакуум, как считалось, не препятствует пребыванию спор бактерий при температуре, близкой к абсолютному нулю, ибо в этих условиях они находятся в состоянии заторможенной жизнедеятельности (анабиоза) и оживают, лишь попав на Землю.

Хойл и Викремасинг пытаются ныне доказать, будто межзвездные пылинки не что иное, как бактерии, вирусы и водоросли, высушенные в естественных условиях (!). Правда, они не указывают, где именно в космосе такой процесс мог бы протекать. Между тем автор этой статьи вместе с микробиологом С. В. Лысенко недавно получили доказательства того, что космический вакуум также служит серьезным препятствием для миграции спор и клеток бактерий во Вселенной. Лабораторные исследова-

ния наглядно показали: в вакууме клетка взрывается, поскольку часть свободной внутриклеточной воды начинает испаряться необычайно быстро. Клеточная оболочка-мембрана состоит в основном из веществ, не пропускающих пары воды в вакуум. Поэтому внутри клетки, помещенной в вакуум, создается разрушающее ее избыточное давление, величина которого определяется только температурой клетки. А уже в начальной стадии космической миграции на орбите планеты клетки бактерий и их споры будут нагреваться излучением Солнца (звезды), что приведет к большому внутриклеточным давлениям, достаточным для разрушения даже жестких оболочек бактериальных спор.

По мнению большинства ученых, радиационная панспермия не может служить обоснованием происхождения жизни на Земле.

ЛИТОПАНСПЕРМИЯ (от греческого *litos* — камень) — это разновидность панспермии. Ее автор М. Кальвин предположил, что биологический материал мог попасть на Землю с метеоритными частицами. (Скажем, мельчайшая бактерия размером около 0,2 мкм могла бы попасть на Землю внутри микрометеорита, имеющего размер 0,6 мкм.) Изучением следов жизни в метеоритах занимались многократно. Но до сих пор никаких следов или останков живого в них достоверно не зафиксировано. Из биологически значимых обнаружили только ароматические вещества и жирные кислоты, а также другие серо- и хлоросодержащие органические вещества и различные аминокислоты.



На внеземное происхождение обнаруженных аминокислот указывает тот факт, что у метеоритов Муррей и Мурчисон они состояли из равных долей аминокислот с левой и правой оптической асимметриями; у метеоритов Оргейль и Ивунни — главным образом с правой. Аминокислоты, входящие в состав всего живого на Земле, имеют только левую оптическую асимметрию. Причина такого однообразия до сих пор не разгадана, хотя именно она дала толчок возрождению старых идей панспермии. Но о возрождении чуть позже.

Разновидность литопанспермии — гипотеза кометного происхождения жизни на Земле — изложена, например, в книгах Ф. Хойла и С. Викре-масинга «Облако жизни» и «Брлезни из космоса», опубликованных в 1978—1979 годах. Авторы доказывают, что многие земные глобальные эпидемии вирусного происхождения — пандемии (например, пандемия гриппа в 1918 году) наиболее убедительно объясняются, если допустить их космическое (кометное) происхождение. Бактерии и вирусы, образовавшиеся внутри комет, попали (и, как полагают авторы, продолжают попадать) на Землю внутри микрометеоритов кометного происхождения.

Против кометного происхождения вирусов и бактерий много возраже-

Микрофотография (увеличено в 2000 раз) последовательных стадий разрушения (взрыва) клеток гриба в лабораторной вакуумной установке (давление около 10^{-5} мм рт. ст., температура 20°C и общая продолжительность экспозиции в вакууме 15 минут): а — в стенках клеток появились дырки (показаны стрелками), а кое-где (А) через них происходит выброс в вакуум внутриклеточного вещества; б — клетки раздулись, округлились, в стенках клеток появились многочисленные трещины (стрелки), через которые происходит массовый выброс внутриклеточного вещества; в — отдельные части (фрагменты) многочисленных разрушенных клеток

ний. Так, Д. Тайлер, руководитель отделения Клинического исследовательского центра (Гарроу, Англия), в рецензии на книгу Ф. Хойла и С. Викремасинга пишет в журнале «Nature», что эпидемия «гонконгского» гриппа гораздо лучше объясняется индивидуальной способностью человека передавать вирус другим людям, чем рассеянием вирусов из космоса.

К сожалению, литопанспермия не позволяет объяснить, каким образом Солнечная система захватывала метеоритное вещество из планетных систем других звезд (если такие имеются). Таким образом, литопанспермия фактически ограничивает масштабы миграции биологического материала размерами Солнечной системы.

ДРУГАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ ПАНСПЕРМИИ

Она связана с гипотезой, по которой Земля образовалась путем аккумуляции холодной космической пыли, в силу чего поверхность планеты не претерпевала значительного нагревания. Л. Берг, в частности, высказал предположение, что Земля «могла получить в наследство зародыши жизни или, быть может, уже готовый комплекс первичных организмов из космической пыли». Однако Л. М. Мухин и М. В. Герасимов в журнале «Доклады АН СССР» (1978 г.) убедительно показали недавно, что образование в космосе и транспортировка на Землю сложных органических молекул неповрежденными практически невероятны.

НАПРАВЛЕННАЯ ПАНСПЕРМИЯ

В 1973 году известный английский физик Ф. Крик и американский биохимик Л. Оргел выдвинули предположение, что происхождение жизни на Земле — следствие целенаправленной деятельности внеземной цивилизации, существовавшей задолго до образования нашей планеты и с помощью космического аппарата посланной на Землю «семена» жизни (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 41—45.— Ред.). По их мнению, один из

аргументов в пользу космического происхождения земной жизни — наличие во всех ее формах редких для Земли металлов (в частности, молибдена). Как справедливо указал Л. М. Мухин (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 41—45.— Ред.), этот аргумент ошибочен, ибо по концентрациям в земной коре или морской воде молибден не занимает никакого привилегированного положения среди других химических элементов.

В качестве другого аргумента использована универсальность генетического кода для всего живого на Земле. Поскольку теории, объясняющей возникновение генетического кода, еще не существует, авторы постулировали происхождение всех форм жизни от одного-единственного микроорганизма, привезенного на Землю из космоса.

Однако серьезных доводов в пользу посещения Земли инопланетянами в настоящее время нет. Вот почему ни доказать, ни опровергнуть эту теорию пока практически нельзя.

ОБРАТНАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ПАНСПЕРМИЯ

Интересное следствие направленной панспермии — **теория обратной направленной панспермии**, впервые также сформулированная Криком и Оргелом и получившая более полное развитие в работах американских ученых М. Меотнера и Дж. Матлофа. Суть ее заключается в отправке **земного** генетического материала на планетные системы других звезд-мишеней.

Основная предпосылка этого проекта, как считают его авторы, необходимость сохранить уникальный земной генетический материал, поскольку существует угроза ядерной катастрофы на Земле.

Согласно проекту, специализированные космические аппараты, использующие в качестве двигателей солнечный «парус», будут направляться с субсветовыми (от 10^{-4} до 10^{-1} с) скоростями к выбранным заранее звездам-мишеням и нести до 10 кг полезного груза каждый. Одна такая «посылка» будет содержать 10^{15} различных земных микроорганизмов,

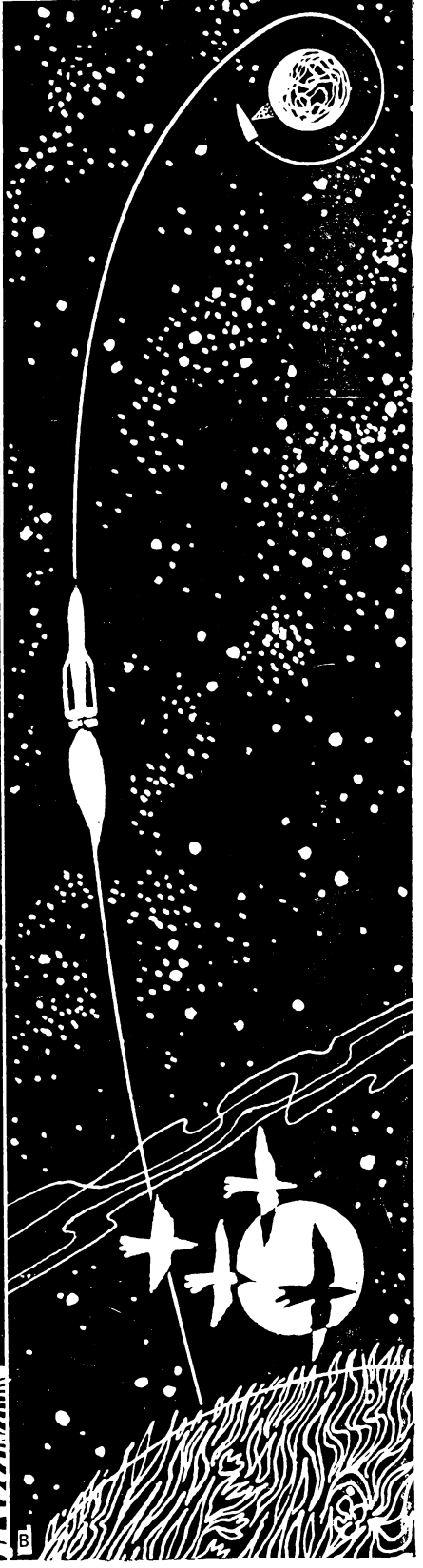
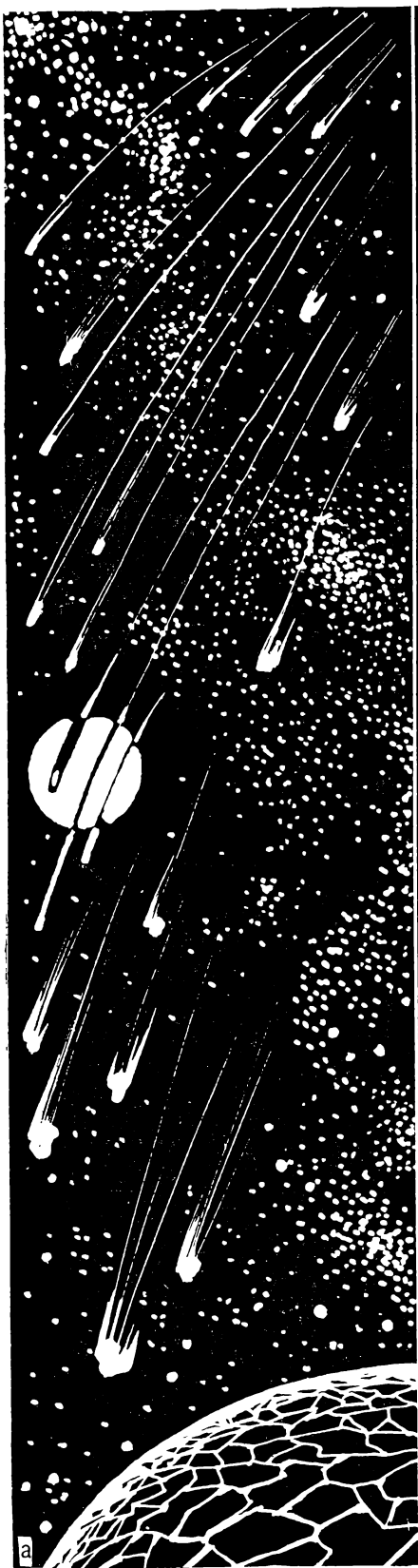
находящихся во время полета в состоянии анабиоза. Если каждый микроорганизм весит около 10^{-12} г, то в сумме они составят 1 кг. Остальная масса пойдет на создание радиационной защиты микроорганизмов от космических излучений (пленки алюминия, хрома и других металлов толщиной 1000 Å). Так как экспедиции продлятся в среднем 1 млн. лет, то из всех микроорганизмов придется выбрать только те виды, которые имеют радиационную стойкость примерно 10^8 рад. Кроме того, необходима будет полная герметичность посылки, чтобы исключить воздействие космического вакуума на микроорганизмы. Это, естественно, приведет к уменьшению полезной массы.

Все микроорганизмы можно расфасовать в замкнутые капсулы, содержащие по 10^3 микроорганизмов, причем в каждой капсуле, согласно предложению авторов проекта, должен быть использован набор различных видов. Тогда, попав на соответствующую планету у звезды-мишени, будут размножаться лишь те виды, для которых физические (экологические) условия окажутся наиболее подходящими.

Для увеличения вероятности попадания микроорганизмов на планеты намечается распылять микроорганизмы в экзосфере звезды-мишени в виде сферического пояса толщиной 0,2 а. е. Этот проект, по нашему мнению, лишен актуальности и может быть отнесен лишь к разряду научной фантастики.

УСКОРЕННАЯ ОБРАТНАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ПАНСПЕРМИЯ

В 1961 году К. Саган предложил посылать земные микроорганизмы (синезеленые водоросли) на Венеру и распылять их в ее атмосфере непосредственно под облачным слоем. Как он предполагал, в результате жизнедеятельности этих микроорганизмов климат на Венере кардинальным образом изменится и она делается со временем пригодной для обитания человека.



Исходя из новейших данных о климатических условиях на планетах земной группы, автору представляется более целесообразным в первую очередь послать земные микроорганизмы не на Венеру, а на Марс. Дело в том, что, согласно одной из гипотез (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 57—60.—Ред.), условия на Марсе в настоящее время близки к тем, которые были на Земле $4 \cdot 10^9$ лет тому назад, когда наша планета находилась лишь на пороге биологического этапа своей эволюции. На Марсе же, отстоящем от Солнца значительно дальше, этот порог вряд ли будет преодолен естественным путем. Поэтому, если люди хотят использовать Марс, его необходимо колонизовать.

Проект освоения Марса базируется на предпосылках, в корне отличающихся от пессимистических предсказаний М. Меотнера и Дж. Маттлоффа. Наряду с проектами О'Нейла (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 66—74.—Ред.) он представляет собой дальнейшее развитие идей К. Э. Циолковского о неизбежной колонизации человеком планет Солнечной системы. Начало реализации такого проекта можно было бы приурочить к завершению биологических исследований Марса в том случае, конечно, если они окончательно подтвердят, что Марс — безжизненная планета. Этот этап может наступить уже к концу XX — началу XXI века. По мнению американского ученого М. Авернера и других, синезеленые водоросли или штамм, сочетающий необходимые характеристики нескольких видов водорослей, могли бы, вероятно, успешно размножаться на Марсе.

Подготовительная стадия «исправления» климата на Марсе с помощью земных микроорганизмов схематически представляется в следующем виде.

а — литопанспермия;
 б — направленная панспермия;
 в — обратная направленная панспермия



Сначала на Марс должны быть направлены такие микроорганизмы, которые, питаясь неорганическими веществами грунта и обосновавшись в его подповерхностном слое, способствовали бы созданию органической биомассы. Вслед за ними на Марс будут доставлены микроорганизмы, чья жизнедеятельность обеспечит выработку аммиака и других малых газовых добавок к атмосфере планеты. Все это должно привести к усилению «парникового» эффекта в атмосфере и повышению температуры до плюсовой, при которой вода на поверхности планеты сможет устойчиво существовать в жидком состоянии.

Когда в результате жизнедеятельности микроорганизмов условия на планете приблизятся к земным, на Марс можно будет направить синезеленые водоросли, лишайники и те растения, которые помогут сформировать кислород, а затем и защитный озоновый слой в атмосфере. В число посылаемых микроорганизмов, пожалуй, стоит включить арктические и антарктические микроорганизмы, привыкшие к наиболее суровым условиям существования. Это приведет в конце концов к тому, что климат станет более благоприятным для обитания человека. В случае дефицита углеродных соединений, используемых микроорганизмами для питания, можно, по-видимому, организовать доставку сжиженного углекислого газа из атмосферы Венеры.

Сейчас трудно, конечно, точно оценить продолжительность такого подготовительного периода и стоимость проекта. Ясно одно: период этот будет весьма продолжительным (по

земным меркам) — от ста до тысячи лет. Произведем сугубо ориентировочную оценку.

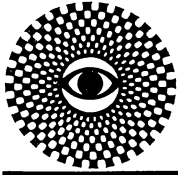
Как показали К. Саган и Дж. Муллен, для того, чтобы аммиак оказывал «парниковое» действие, он должен составлять 10^{-6} — 10^{-5} объема атмосферы. Объем современной марсианской атмосферы равен $3,6 \cdot 10^{21}$ см³. Следовательно, необходимая доставка аммиака в атмосферу составит $3,6 \cdot 10^{16}$ см³, которые будут иметь массу $2,5 \cdot 10^{13}$ г. Известно: производительность одного микроорганизма, вырабатывающего аммиак в земных условиях, равна примерно 10^{-12} г/ч, или $3 \cdot 10^{-16}$ г/с. Следовательно, чтобы произвести заданное количество аммиака за 100 лет ($3 \cdot 10^9$ с), необходимо послать на Марс

$$\frac{2,5 \cdot 10^{13}}{3 \cdot 10^{-16} \cdot 3 \cdot 10^9} \approx 10^{20}$$

микроорганизмов; иными словами, общая масса посылки составит около 10^6 кг (1000 посылок в год, то есть три посылки в день).

Реально этот срок, по всей видимости, растянется на 1000 лет. Кроме того, следует учитывать нелинейный эффект возрастания температуры при увеличении содержания аммиака в атмосфере, что может привести к сокращению необходимого времени.

Для ускорения и удешевления проекта целесообразно международное сотрудничество. Но вплотную приступить к разработке отдельных вопросов следует уже теперь. Современный уровень научно-технических знаний позволяет в лабораторных модельных опытах изучить некоторые детали, необходимые для дальнейшей реализации проекта.

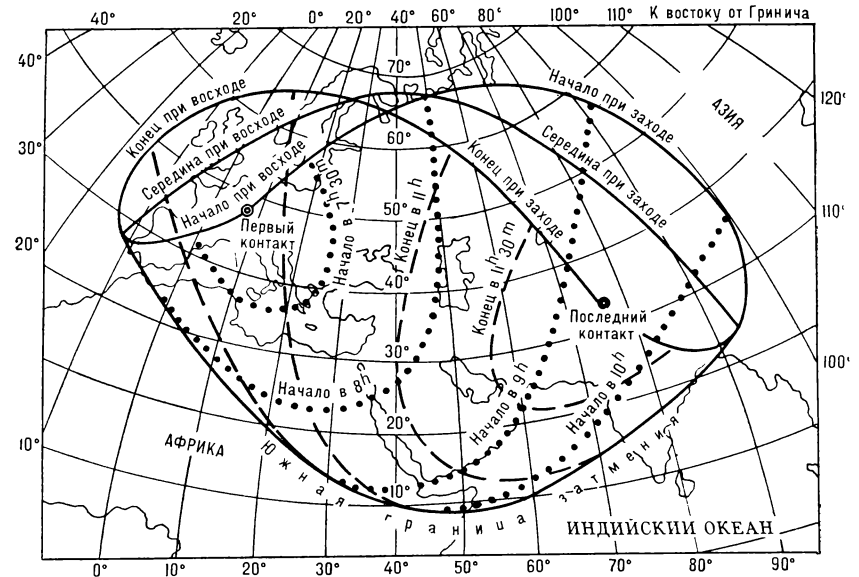


ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ

Астрономические явления в 1982 году

1982 год — редчайший по числу затмений: четыре солнечных и три полных лунных. Такое число затмений — максимально возможное в году. Как правило, в годы, исключительно обильные затмениями, в январе происходит лунное затмение и вскоре после него солнечное, в середине года — два солнечных и одно лунное, в конце года — солнечное (четвертое) и лунное (третье). Последовательность затмений в 1982 году иллюстрирует эту классическую схему. В XX веке семь затмений за год было лишь однажды, в 1917 году.

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ. Частные солнечные затмения 25 января (наибольшая фаза 0,567) и 21 июня (наибольшая фаза 0,618) будут видны только в южном полушарии. Затмение 20—21 июля (наибольшая фаза 0,465) удастся наблюдать в северной полярной области в ночные часы (затмение незаходящего Солнца). В Западной Европе и в СССР, на берегах Балтийского и Белого морей затмение можно будет увидеть вечером 20 июля при заходе Солнца, а на Таймыре, в Якутии, на Камчатке и Чукотке при восходе Солнца утром 21 июля.



Карта видимости
частного солнечного затмения
15 декабря 1982 года

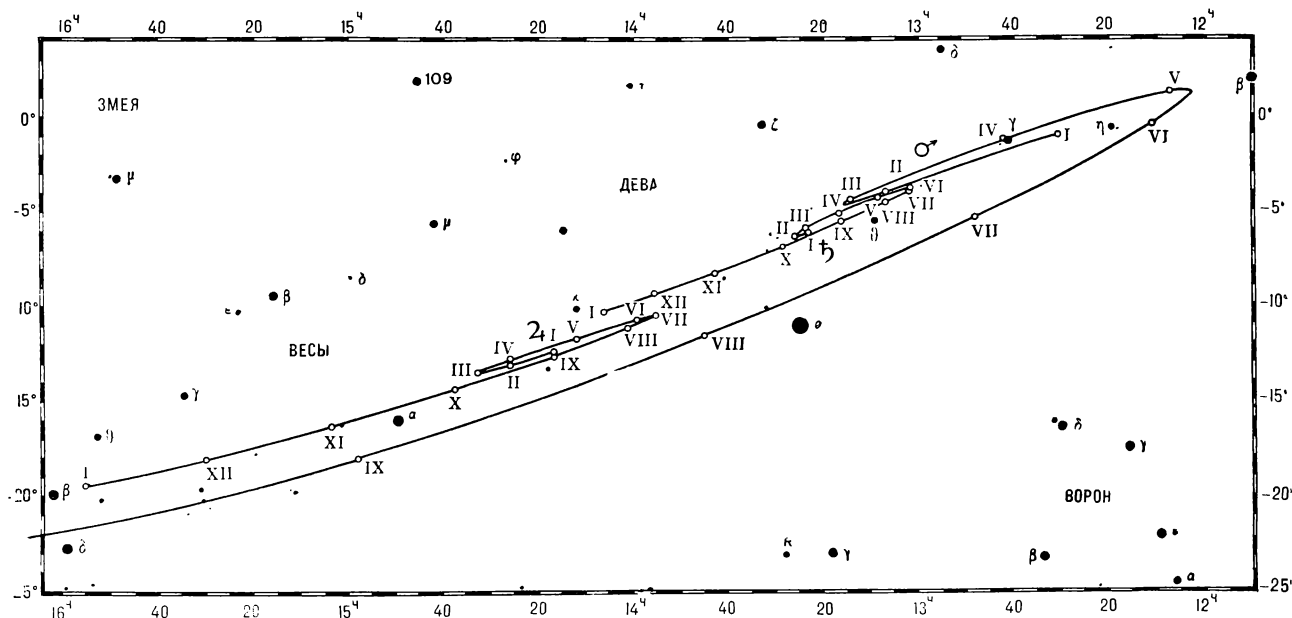
Частное солнечное затмение 15 декабря (наибольшая фаза 0,736) смогут наблюдать в Западной Европе (кроме северных районов Скандинав-

ского и Кольского полуостровов), в европейской части СССР, в Северной Африке, Западной Азии и в азиатской части СССР при заходе Солнца.

ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ. Лунное затмение в ночь с 9 на 10 января будет видно на всей территории СССР, исключая Чукотку. Затмение 6 июля

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЛУННЫХ ЗАТМЕНИЙ (время московское)

Дата затмения	Фазы затмения							Величина затмения
	Начало полутеневого	Начало частного	Начало полного	Наибольшая фаза	Конец полного	Конец частного	Конец полутеневого	
в ночь с 9 января на 10 января	20 ^ч 16,5 ^м	21 ^ч 15,3 ^м	22 ^ч 18,3 ^м	22 ^ч 57,9 ^м	23 ^ч 36,8 ^м	0 ^ч 39,9 ^м	1 ^ч 38,7 ^м	1,337
6 июля	7 24,0	8 34,6	9 39,5	10 32,7	11 25,8	12 30,8	13 41,3	1,722
30 декабря	11 53,7	12 52,2	14 00,0	14 30,5	15 01,0	16 08,8	17 07,2	1,188



Видимые пути Юпитера (♃) и Сатурна (♄) в 1982 году и Марса (♂) с 1 января до конца сентября 1982 года

не удастся наблюдать в СССР, только его начало увидят жители Чукотки. **Затмение 30 декабря** начнется с восходом Луны в восточных районах Европейской части СССР (конец полутеневого затмения), а жители Урала, Западной Сибири, Средней Азии и восточных районов смогут наблюдать затмение полностью.

ПЛАНЕТЫ. В 1982 году произойдет **сближение планет-гигантов** (см. статью В. Г. Соколова, опубликованную в этом номере). В середине мая они будут находиться в секторе, угол которого около 65° . Планеты земной группы посетят «сектор сближения» в разное время года: Марс — с конца апреля до конца августа, Земля — в апреле, мае и июне, Венера — в марте и апреле, Меркурий — в феврале-марте, мае-июне, августе-сентябре и во второй половине ноября.

Первый квартал. На вторую декаду января придется лучшее время вечерней видимости Меркурия (звездная величина от $-0,6$ до $0,0^m$).

В южной полосе СССР планету (от $1,2$ до $0,3^m$) можно наблюдать утром во второй и третьей декадах февраля.

Венера видна вечером до середины января. После нижнего соединения 21 января планета ярко заблестит на утреннем небосводе, наибольшего блеска Венера достигнет 25 февраля ($-4,3^m$).

Марс и Сатурн можно наблюдать во второй половине ночи в созвездии Девы. В январе планеты восходят близко к полуночи, в марте — кульминируют в полночь. Поятное движение Марса начнется 21 февраля, Сатурна — 1 февраля. Звездная величина Марса увеличится с $0,8$ до $-1,2^m$, Сатурна с $0,9$ до $0,5^m$.

Юпитер восходит в январе около двух часов ночи в созвездии Девы и будет виден вместе с Марсом и Сатурном в предутренние часы. Звездная величина Юпитера возрастет с $-1,5$ до $-2,0^m$.

Уран и Нептун восходят утром.

Второй квартал. Меркурий в третьей декаде апреля, в первой и второй декадах мая можно наблюдать вечером, продолжительность его видимости на широте Москвы достигнет 1,5 часа. Звездная величина планеты уменьшится с $-1,3$ до $+1,6^m$.

Венера 1 апреля будет в западной элонгации, но только в южных широтах ее удастся наблюдать утром. Звездная величина планеты изменится от $-4,0$ до $-3,4^m$.

Для Марса, Юпитера и Сатурна во втором квартале наступят наилучшие условия видимости. Противостояние Марса произойдет 31 марта, Сатурна — 9 апреля, Юпитера — 26 апреля. Около полуночи планеты будут видны в южной части небосвода, достаточно высоко над горизонтом. Поятное движение Марса сменится прямым 13 мая, Сатурна — 19 июня, Юпитера — 28 июня. Звездная величина Марса уменьшится до $0,4$, Юпитера до $-1,7$, Сатурна до $1,0^m$.

Уран будет в протизостоянии 24 мая. Планета видна на границе созвездий Весов и Скорпиона ($5,8^m$), ее можно наблюдать в бинокль.

Противостояние Нептуна ($7,7^m$) придется на 17 июня, когда планета будет на границе созвездий Змееносца и Стрельца. Обнаружить Нептун можно в светосильный бинокль.

Третий квартал. Меркурий не виден.

Венеру с конца июня до конца сентября можно наблюдать перед рассветом. В конце сентября утренней видимостью планеты ($-3,3^m$) заканчивается.



Орбитальный комплекс «Салют» — «Союз» на марках

Шестого июня 1971 года был запущен космический корабль «Союз-11» (Г. Т. Добровольский, В. Н. Волков, В. И. Пацаев), который на следующий день состыковался со станцией «Салют». В космосе начал работу первый пилотируемый орбитальный научный комплекс «Салют» — «Союз». Вскоре появилась и филателистическая летопись нового направления космонавтики. Сегодня этот раздел космической филателии насчитывает около двухсот марок и других филателистических материалов, выпущенных в нашей стране и за рубежом.

Первая советская марка, рассказывающая об орбитальном комплексе «Салют» — «Союз-11», вышла 20 октября 1971 года. На ней — групповой портрет Г. Т. Добровольского, В. Н. Волкова, В. И. Пацаева, станция «Салют», состыкованная с космическим кораблем «Союз-11», и текст: «Подвиг героев будет жить века». Вторая советская марка с изображением орбитального научного комплекса «Салют» — «Союз-11» издана в 1972 году в ознаменование Дня космонавтики. В 1981 году Министерством связи СССР выпустило красочную

крупноформатную марку, посвященную 10-летию полета первой пилотируемой станции.

Орбитальному научному комплексу «Салют» — «Союз-11» посвятили свои марки Болгария, Венгрия, Бурунди, Вьетнам, Куба и другие страны. Особо отметим болгарскую серию из трех марок, на которых показаны станция «Салют», космический корабль «Союз-11» и орбитальный комплекс «Салют» — «Союз-11», приведены даты запуска станции, корабля и начала работы комплекса. Упомянем также серию из двух марок Вьетнама. На одной — «Салют» и «Союз-11» перед стыковкой, на другой — экипаж внутри станции, у центрального пульта управления.

Третьего июля 1974 года был запущен космический корабль «Союз-14» (П. Р. Попович, Ю. П. Артюхин), а после стыковки со станцией «Салют-3» создан орбитальный комплекс «Салют-3» — «Союз-14». Это событие отмечено выпуском советской марки (1974 г.), на которой изображены космонавты, одетые в скафандры, и корабль «Союз-14».

И о двух экспедициях, работавших на борту станции «Салют-4», расска-

зали советские марки. Полету и работе первой экспедиции (А. А. Губарев, Г. М. Гречко) на космическом комплексе «Салют-4» — «Союз-17» посвящена марка, поступившая в почтовое обращение 28 марта 1975 года. На ней — портреты космонавтов в гермошлемах и комплекс на фоне яркого Солнца. Последнее символизирует астрофизические исследования, которые проводились космонавтами на борту станции. О второй экспедиции (П. И. Климук, В. И. Севастьянов) повествует марка, изданная советской почтой 12 сентября 1975 года. На миниатюре — фото космонавтов, фрагмент интерьера станции.

Седьмого июля 1976 года со станцией «Салют-5» состыковался транспортный корабль «Союз-21» (Б. В. Волинов, В. М. Жолобов), филателистическая летопись космических комплексов «Салют» — «Союз» продолжалась. Комплексу «Салют-5» — «Союз-21» посвящена советская марка (выпущена 8 сентября 1976 года). Другая марка 16 мая 1977 года рассказывает о второй экспедиции (В. В. Горбатко, Ю. Н. Глазков). На крупноформатной марке представлены

Марс, Юпитер и Сатурн заходят в вечерние часы, и в августе их можно отыскать в лучах зари. Звездная величина Марса уменьшается с 0,4 до 1,0^m, Юпитера с —1,9 до —1,3^m и Сатурна с 0,9 до 1,0^m. В сентябре вечерняя видимость Юпитера и Сатурна заканчивается.

Уран и Нептун не видны.

Четвертый квартал. Меркурий во второй и третьей декадах октября

виден утром.

Венеру наблюдать невозможно. 2 ноября она находится в верхнем соединении с Солнцем.

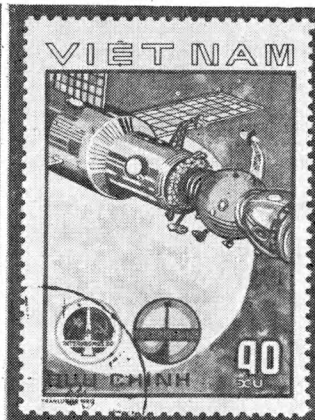
Продолжительность вечерней видимости Марса возрастет до двух часов, и его можно наблюдать в созвездии Козерога. Звездная величина планеты уменьшится с 1,1 до 1,3^m.

Соединение Юпитера с Солнцем произойдет 13 ноября. В декаб-

ре планета появится на утреннем небосводе на границе созвездий Весов и Скорпиона. Ее звездная величина — 1,3^m.

Соединение Сатурна с Солнцем придется на 18 октября. В конце октября планету можно наблюдать утром в восточной части созвездия Девы. Звездная величина Сатурна 0,9^m.

Уран и Нептун не видны.



комплексе «Союз-32» — «Салют-6» — «Союз-34», сделанная В. А. Джанибековым совместно с художником Г. А. Комлевым, признана лучшей советской маркой 1979 года.

В ГДР поступила в почтовое обращение серия из четырех марок и блока. На блоке показаны станция «Салют-6» и пристыкованные к ней корабли «Союз-29» и «Союз-31». Здесь же групповой портрет экипажа (В. Ф. Быковский, З. Йен в скафандрах). На одной из марок представлена многозональная фотокамера МКФ-6М.

В Чехословакии выпущено несколько серий марок, рассказывающих о совместном полете А. А. Губарева и В. Ремека и их работе на станции «Салют-6». Одна из марок большой серии (два блока и пять марок) примечательна тем, что на ней показан основной экипаж (Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко) и экспедиция посещения на борту станции, перед ними на столе — почтовые штемпели и конверты, надпись гласит: «Первая космическая почта». Этот же сюжет повторяет и марка, выпущенная в Венгрии (1978 г.).

Марки и блоки, рассказывающие о научном комплексе «Салют-6» — «Союз», выпущены и в Болгарии, Вьетнаме, Монголии, Польше, на Кубе.

Есть многочисленная группа марок и блоков, которые не посвящены непосредственно орбитальным станциям «Салют», но на них изображен космический комплекс «Салют» — «Союз». Такие марки выпускались на протяжении всего последнего десятилетия и полноправно входят в рассмотренный нами раздел космической филателии.

портреты космонавтов на фоне стартера ракеты-носителя с космическим кораблем «Союз-24».

Особое место в истории пилотируемых полетов заняла станция «Салют-6». И неудивительно, что наибольшее число марок, блоков, других почтово-филателистических материалов связано с космическим комплексом «Салют-6» — «Союз». Они выпускались как в СССР, так и во многих зарубежных странах. Советские марки крупноформатные, красочные. На них представлены космическая техника и космонавты. Последних мы видим в кабине космического корабля и вну-

три орбитальной станции, на тренировках, на космодроме, перед запуском корабля и после посадки спускаемого аппарата. На марках интерьер станции, Центр управления полетом и многое другое. Несомненный интерес представляет отображение на марках некоторых научных экспериментов, таких, как «Радуга», «Сирена» и другие. Многие марки сделаны профессиональными художниками в содружестве с космонавтом-художником В. А. Джанибековым. Марочная сценка, посвященная 175-суточному полету В. А. Ляхова и В. В. Рюмина на космическом



Дважды Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР,
кандидат технических наук
Н. Н. РУКАВИШНИКОВ

Книга о советской космонавтике

Космонавтика воплощает в себе все самое новое и передовое. Именно уровень развития космической науки и техники в значительной мере характеризует экономический, научный, технологический потенциал страны. Вот почему наша Родина так гордится своими достижениями в космонавтике, достижениями в изучении и использовании космического пространства в мирных целях, на благо всех людей.

Передо мной книга «**Советская космонавтика**» (М.: Машиностроение, 1981). Пожалуй, даже не книга, а книга-фотоальбом. Ее можно было бы назвать энциклопедией советской космонавтики. В этой книге нашли отражение все основные этапы развития космонавтики в нашей стране, начиная с первых шагов в изучении реактивного движения и создания первых пороховых ракет и кончая полетами автоматических аппаратов к другим планетам и многомесячными экспедициями на орбитальные научные станции «Салют».

Книга состоит из нескольких разделов. Каждый раздел открывается обзорной статьей. Затем идут иллюстрации с подробными комментариями. Обзорные статьи написаны крупными учеными в области космонавтики. В создании книги принимали участие ведущие инженеры, журналисты, летчики-космонавты СССР.

Первый раздел называется «**Истоки советской космонавтики**». В нем рассказано о работах выдающихся ученых и специалистов в области космонавтики (от первых дошедших до нас сведений и вплоть до запуска в нашей стране в 1957 году искусственного спутника Земли). Фото-



графии, сопровождающие текст, знакомят с теми, кто стоял у истоков советской космонавтики,—К. Э. Циолковским, Ф. А. Цандером, Ю. В. Кондратьевым и многими другими. Здесь же чертежи приборов, агрегатов, устройств, фотокопии документов. Обращают на себя внимание фотографии самолетов с ракетными ускорителями, легендарной «Катюши», первых баллистических и геофизических ракет.

Следующий раздел книги — «**На орбитах искусственные спутники Земли**». В обзорной статье помещены сведения об основных этапах развития космонавтики от запуска первого спутника до полетов научных спутников серии «Космос». Подробно описаны работы, проводившиеся совместно с другими странами, по изучению космического простран-

ства с помощью искусственных спутников Земли. Удачно дополняют текст фотографии первого искусственного спутника Земли, спутников «Электрон», «Прогноз», «Метеор», «Молния», а также спутников серии «Космос». Здесь же приведен портрет одного из пионеров советской ракетной и космической техники — М. К. Тихонравова, а также академика О. Г. Газенко — одного из руководителей подготовки и проведения серии биологических экспериментов на искусственных спутниках Земли.

В разделе «**Автоматы исследуют дальний космос**» подробно рассказано о программах «Зонд», «Луна», «Венера», «Марс». Читатели узнают, как делали первые фотографии обратной стороны Луны, как брали пробы лунного грунта, получают сведения о советском луноходе, о проблемах посадки автоматических аппаратов на Марс и Венеру, об условиях, существующих на этих планетах. Фотографии знакомят с устройством космических аппаратов, схемами их полета и посадки. Представлены также снимки лунного грунта, пейзажи Луны, Венеры. Большой вклад в исследование дальнего космоса внесли многие ученые. Портреты некоторых из них и краткое описание их работы читатели также найдут на страницах книги.

«**От космических кораблей к орбитальным комплексам**» — этот раздел посвящен пилотируемым космическим полетам — от полета Ю. А. Гагарина на корабле «Восток» до длительных экспедиций на орбитальную станцию «Салют-6». Здесь очень много интересных фотографий. Среди них портреты выдающихся ученых

М. В. Келдыша, С. П. Королева, В. И. Глушко. Некоторые снимки публикуются впервые. Особенно интересны фотографии Земли, выполненные космонавтами во время полетов, и фотографии, где показана работа космонавтов в открытом космосе.

Раздел «**Земные службы космических полетов**» дает представление о работе космодрома, стартовых площадок, центров управления полетом. Читателям, безусловно, будет интересно узнать, как осуществлялся выбор места для строительства космодрома, как проводятся испытания космической техники на космодроме, как стартует космическая ракета. Важна и информация о том, что такое командно-измерительный комплекс, как ведется управление полетом, что такое каналы связи, космическое телевидение. Читатели смогут познакомиться с работой комплекса поиска и спасения экипажей, вернувшихся из космического полета, с Центром подготовки космонавтов, с его тренажерами и стендами, с методами подготовки космонавтов к полету. Фотографии показывают жизнь Звездного городка, тренировки космонавтов на море, в труднодоступной местности.

В осуществление пилотируемых полетов большой вклад внесли Главные конструкторы С. П. Королев, Н. А. Пилюгин, чьи портреты также могут увидеть читатели. Привлекают внимание фотографии, показывающие ра-

боту службы поиска и спасения экипажей.

Очередной раздел «**Космонавтика — народному хозяйству**» объяснит читателям, зачем проводятся работы в космосе, что дает космонавтика геологии и картографии, лесоведению и метеорологии. Этот раздел пояснит, как космонавтика сделала возможной передачу программ телевидения через океаны, с континента на континент, как методы и средства космической техники применяются в различных сферах народного хозяйства. Среди иллюстраций — синтезированные изображения отдельных участков поверхности Земли, уникальные снимки тропического тайфуна, выполненные из космоса.

И, наконец, раздел «**Космос — arena сотрудничества**». В нем представлены многогранные зарубежные связи советской космонавтики: деятельность Совета «Интеркосмос», полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос», научные работы, которые проводились на орбите международными экипажами, сотрудничество между нашей страной и Францией, США, Индией, Швецией. Первая фотография данного раздела — портрет академика Б. Н. Петрова, внесшего немалый вклад в международное космическое сотрудничество. Серия фотографий посвящена космической технике, советско-американскому космическому полету по программе «Союз» — «Апол-

лон». Много места отведено снимкам, рассказывающим о полетах международных экипажей по программе «Интеркосмос».

Книга содержит справочный раздел «**Даты, события, люди**». Это — хронологический список всех выдающихся событий, начиная с 1516 года (применение запорожцами военных пороховых ракет) и кончая полетом транспортного корабля «Союз Т-3» 27 ноября 1980 года. Раздел очень интересен — его можно считать уникальным справочником по основным этапам развития ракетной техники и космонавтики в нашей стране.

К альбому прилагается грампластинка с записями выступлений К. Э. Циолковского, С. П. Королева, Ю. А. Гагарина, а также с записью мелодии партийного гимна «Интернационал», переданного с борта автоматической межпланетной станции «Луна-10».

В заключение следует отметить, что книга наглядно демонстрирует основополагающий вклад нашей страны в космонавтику, показывает большие достижения Советского Союза в деле изучения и освоения космического пространства в интересах науки и народного хозяйства. Книга очень хорошо издана, содержит более 600 прекрасных иллюстраций, большинство из которых — цветные. Она рассчитана на всех, кто интересуется историей и путями развития советской космонавтики.

НОВЫЕ КНИГИ

МЕТЕОРИТНЫЙ КРАТЕР ЖАМАНШИН

На Земле выявлено около полутора сотен метеоритных кратеров, но только в одном из них, кратере Жаманшин в Северном Приаралье, найдены тектиты — небольшие стекланные образования, имеющие округлую, каплевидную или гантелевидную форму. По названию протекающей в этом районе реки Иргиз обнаруженные здесь тектиты именуют иргизитами.

Впервые на кратер Жаманшин, диаметр которого около 5,5 км, обратил внимание в 1939 году академик А. Л. Яншин. В 1962 году геолог П. В. Флоренский выявил признаки

ударно-взрывного происхождения кратера. Итоги исследований кратера Жаманшин подведены в книге П. В. Флоренского и А. И. Дабижи «Метеоритный кратер Жаманшин» (М.: Наука, 1980).

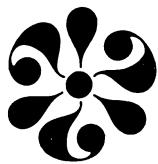
Авторы книги составили детальную геологическую карту кратера и его окрестностей. На древних, не разрушенных эрозией участках поверхности обнаружены многочисленные мелкие кратеры диаметром до 200 м. Их изображения хорошо видны на опубликованных в книге аэрофотоснимках. Есть основания предполагать, что малые кратеры связаны с главным — Жаманшином. Возможно, в этом районе выпал гигантский метеоритный дождь.

Геолого-геофизические данные позволили авторам книги реконстру-

ировать кратер и ударно-взрывные процессы, приведшие к его образованию. Оценены энергетические показатели взрыва, первоначальные диаметр и глубина кратера, объем и масса испарившегося и выброшенного из кратера вещества.

В книге приведены доказательства того, что тектиты-иргизиты — конечный продукт сверхвысокотемпературной дифференциации вещества, испарения из него летучих элементов и последующей закалки. Возраст кратера Жаманшин оценивается в 690—850 тыс. лет.

Книга «Метеоритный кратер Жаманшин» окажет практическую помощь геологам и геофизикам в изучении других кольцевых структур на земной поверхности, среди которых, несомненно, будут выявлены новые метеоритные кратеры.



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

Кандидат физико-математических
наук
В. Г. СОКОЛОВ

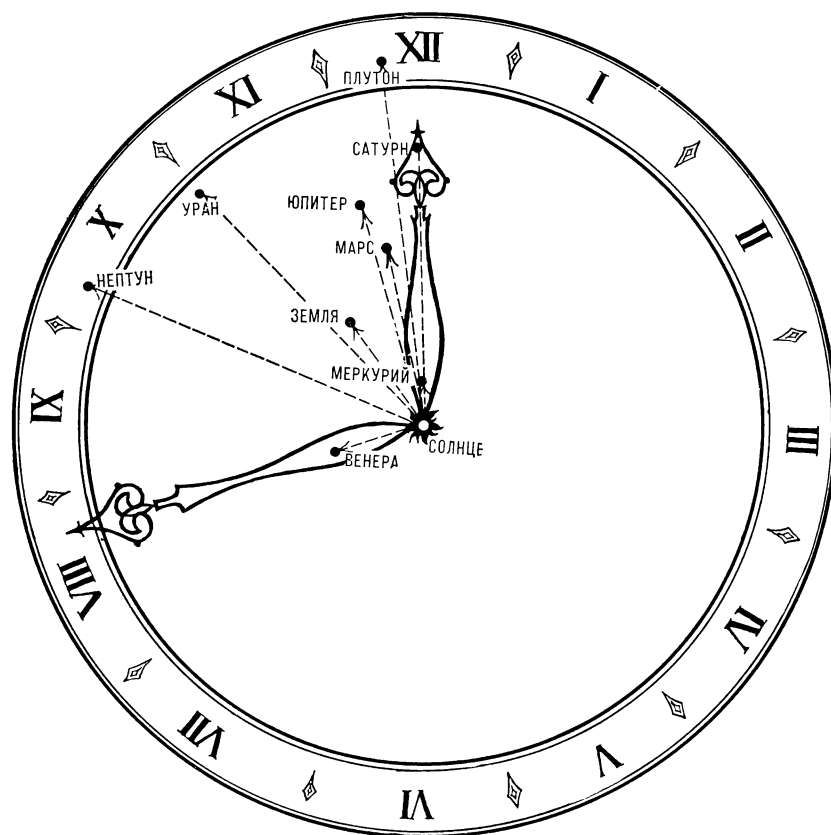
Еще раз о «параде планет»

По просьбе читателей журнала Н. П. Рудого (с. Ново-Сафроновка, УССР), А. А. Метлинова (Моневицы, Волынская обл.), Л. А. Шалдиной (Москва), редакция вновь возвращается к ожидаемому в 1982 году сближению планет.

«ЭФФЕКТ ЮПИТЕРА»

Как уже известно нашим читателям, американские ученые Дж. Гриббин и С. Плейджмен утверждали, что в 1982 году все девять больших планет Солнечной системы выстроятся в линию по одну сторону от Солнца, причем активность Солнца как раз в это время достигнет максимума. Действующие на Солнце приливные силы от расположенных друг за другом планет приведут к резкому усилению его активности и росту интенсивности идущих от Солнца потоков заряженных частиц. Последние играют решающую роль в возмущениях верхней атмосферы Земли и могут вызвать серьезные нарушения в сложившейся картине погоды, а также изменения угловой скорости вращения Земли, которые в свою очередь явятся причиной сокрушительных землетрясений.

Таковы в общих чертах рассуждения авторов сенсационных прогнозов, основанных на гипотезе, которая получила название «эффект Юпитера» — в честь самой массивной планеты Солнечной системы. Хотя подавляющее большинство ученых весьма скептически встретило эту гипотезу, впервые появившуюся в 1974 году, среди широких слоев населения она вызвала серьезное беспокойство, причем многие уже задолго до «па-



рада планет» стали связывать с ним погодные аномалии и усилившуюся в последние годы сейсмическую активность Земли.

Критический анализ «эффекта Юпитера» был проведен автором в ранее опубликованной статье (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 23—29.— Ред.). Расчеты взаимного расположения планет на сотни лет в прошлое и будущее показали, что планеты никогда не выстраиваются в линию:

они лишь группируются внутри сектора с вершиной в Солнце, при этом угол раствора сектора всегда оказывается больше прямого. Наиболее тесное сближение планет ожидается в середине мая 1982 года, когда угол сектора составит 105° . Иными словами, если пренебречь взаимными наклонами планетных орбит и представить для наглядности Солнечную систему в виде циферблата часов, в центре которого находится

Солнце, и девятью стрелками, направленными на большие планеты, то в середине мая крайние стрелки таких часов покажут «время» примерно без двадцати двенадцать.

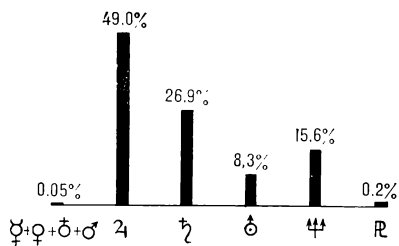
Предстоящее сближение планет не будет чем-то исключительным. В прошлом столетии планеты группировались дважды — в 1805 и 1845 годах, однако никаких заметных, а тем более катастрофических для Земли последствий эти сближения не имели.

ВЛИЯЮТ ЛИ ПЛАНЕТЫ НА АКТИВНОСТЬ СОЛНЦА?

Результаты последних исследований полностью подтвердили несостоятельность гипотезы о непосредственном приливном влиянии планет на солнечную активность, что вынуждены были признать даже авторы «эффекта Юпитера». Но, отрицая ошибочность своих прогнозов, Гриббин и Плейджмен стали связывать предсказанное ими усиление солнечной активности в 1982 году с предстоящим увеличением расстояния между центрами масс Солнца и Солнечной системы.

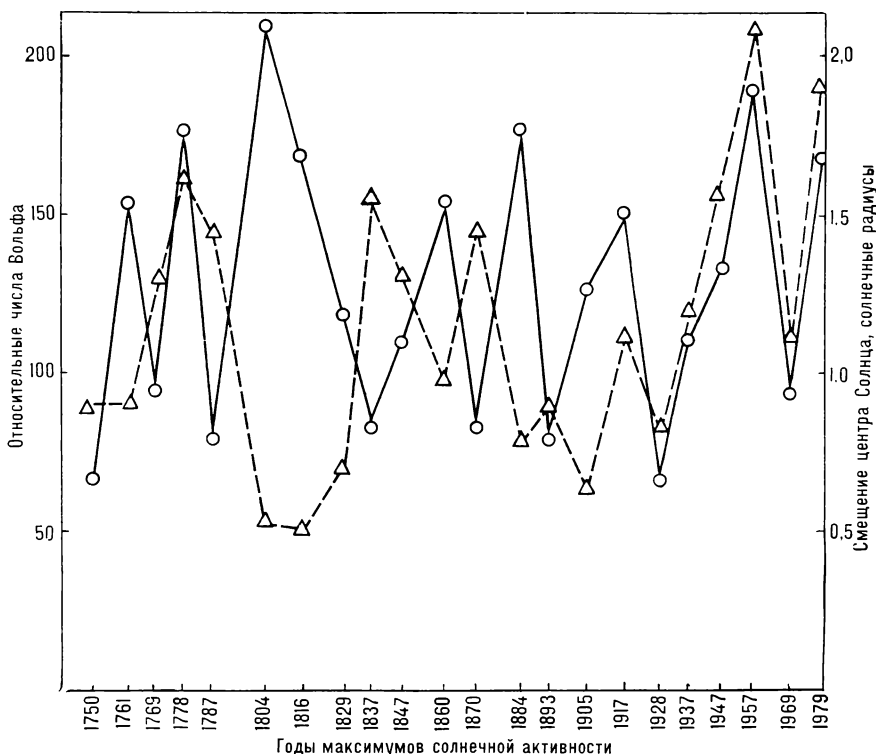
Величина смещения Солнца относительно центра масс (барицентра) Солнечной системы практически полностью определяется взаимным расположением планет-гигантов. В самом деле, средняя величина смещения Солнца, обусловленная Плутоном, в полтора раза меньше средней амплитуды колебания центра Земли относительно барицентра системы Земля — Луна, а наибольшая величина смещения Солнца, вызываемая планетами земной группы, составляет всего 800 км, или 0,05% вклада всех планет, и ею можно пренебречь даже при расчетах, требующих повышенной точности.

В единицах радиуса Солнца расстояние между центрами масс Солнца и Солнечной системы всегда меньше 2,27 — значения, соответствующего случаю, когда все планеты-гиганты расположены по одну сторону от Солнца в афелиях своих орбит по прямой, которая проходит через Солнце. Обычно это расстояние примерно вдвое меньше указанного вы-



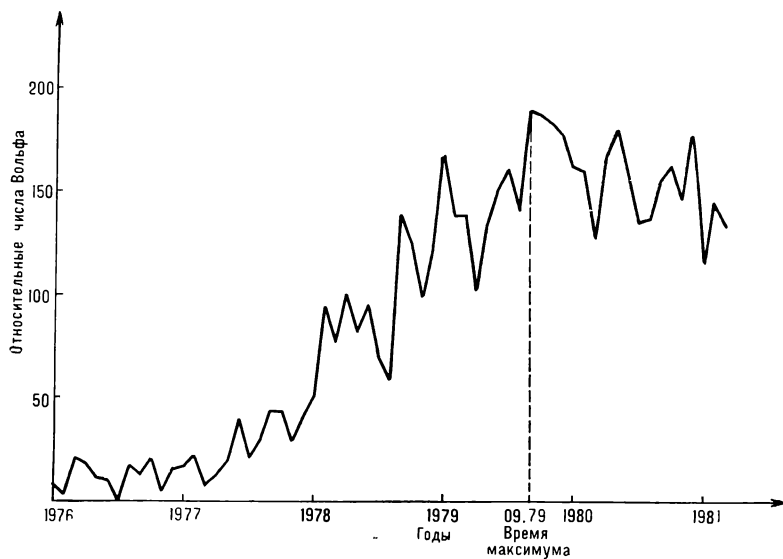
Средний вклад Меркурия (♁), Венеры (♀), Земли (♁), Марса (♂), Юпитера (♃), Сатурна (♄), Урана (♅), Нептуна (♆) и Плутона (♇) в смещение Солнца относительно барицентра Солнечной системы

Относительные числа Вольфа (пунктирная линия) и смещение центра Солнца (сплошная линия) относительно барицентра Солнечной системы в годы максимумов солнечной активности (данные Ж. Мейюса, Бельгия). Не обнаружено никакой зависимости между уровнем солнечной активности и смещением центра Солнца



ше значения, и барицентр Солнечной системы находится недалеко от поверхности Солнца на стороне, обращенной к Юпитеру. В период наиболее тесного сближения планет-гигантов 1982—1984 годов величина смещения Солнца относительно барицентра сначала будет возрастать до значения 2,11 в середине марта 1983 года, а затем убывать. Гелиоцентрический сектор, содержащий планеты-гиганты, окажется минимальным в марте 1984 года, при этом угол сектора составит около 48°. В середине мая 1982 года, то есть во время сближения всех планет, величина смещения будет равна 2,08, а угол сектора сближения планет-гигантов — 65°.

На процессы, ответственные за солнечную активность, может влиять не столько само смещение Солнца, сколько эффекты, обусловленные таким смещением. Обычно к последним относят вариации угловой скорости вращения Солнца и ускорение его центра масс относительно барицентра Солнечной системы. Поскольку Солнце не представляет собой динамически симметричное тело, то



Изменение солнечной активности в течение последнего цикла

его собственное вращение и поступательное движение относительно барицентра неразрывно связаны друг с другом, при этом между осевым и орбитальным моментами Солнца возможен обмен, проявляющийся в вариациях угловой скорости его вращения. Хотя эти вариации чрезвычайно малы (по оценкам, порядка 10^{-8} с^{-1}) и в настоящее время не могут быть выявлены из наблюдений, в принципе они способны повлиять на солнечную активность.

На первый взгляд такой механизм воздействия планет на солнечную активность представляется весьма вероятным. Но данные наблюдений и теоретические исследования, основанные на тщательной обработке и анализе этих данных, убедительно свидетельствуют о том, что прямая связь между уровнем активности Солнца и параметрами его орбитального движения относительно барицентра фактически отсутствует. В частности, солнечная активность подчиняется 11-летнему циклу, а смещение Солнца вообще не является периодической функцией времени. Наконец, в ряде случаев наблюдения даже противоречат версии о росте солнечной активности при сближении планет-гигантов. Так, максимум солнечной активности 1804 года был

чрезвычайно низким, а смещение Солнца — максимальным за весь период регулярных наблюдений солнечных пятен. И наоборот, высокие максимумы 1787, 1837 и 1870 годов соответствовали случаям, когда барицентр находился в теле Солнца.

Вместе с тем иногда обнаруживается связь между солнечной активностью и периодами обращения некоторых планет, что можно рассматривать как реакцию Солнца на внешние возмущения. Хотя выявленные эффекты, как правило, чрезвычайно слабы и находятся в пределах случайных флуктуаций солнечной активности, тем не менее в некоторых работах были предприняты попытки объяснить эти эффекты резонансным усилением приливов от планет в конвективной зоне Солнца.

Такое усиление приливов действительно возможно при условии тесной соизмеримости частот собственных колебаний конвективной зоны и внешней силы. Однако из-за неравномерности орбитального движения планет это условие, по мнению специалистов, сохраняется с требуемой точностью лишь несколько недель или даже суток, вследствие чего резонансный эффект не может быть значительным. О малом воздействии планет на солнечную активность свидетельствует и знаменитый маундеровский минимум 1645—1715 годов (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 7—

10.— Ред.), в период которого активность Солнца была чрезвычайно низкой, а приливы от планет — такими же, как и в наше время.

Что касается прогнозов об усилении солнечной активности в 1982 году, то в настоящее время они выглядят еще менее обоснованными, чем несколько лет назад. Дело в том, что эпоха солнечного максимума, ошибочно предсказанная Гриббином и Плейджменом на 1982 год, фактически пришлось на сентябрь 1979 года и в ближайшие пять-шесть лет активность Солнца будет уменьшаться. Нельзя, разумеется, исключать возможности отдельных всплесков солнечной активности в этот период. Даже в эпохи минимума активности Солнца на нем могут появляться большие группы пятен, вызывающие полярные сияния и магнитные бури.

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Геофизические проявления солнечной активности весьма сложны, не всегда однозначны и еще недостаточно изучены. Конечно, вспышки на Солнце, возбуждая верхние слои земной атмосферы, могут отразиться на погоде (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 2—7.— Ред.), а также привести к изменениям угловой скорости вращения Земли. Но состояние погоды не всегда связано с активностью Солнца, а вариации скорости вращения Земли часто — следствие геологических процессов, которые происходят в недрах нашей планеты и прежде всего ответственны за ее сейсмическую деятельность. Известно также, что создание крупных водохранилищ и разработка полезных ископаемых иногда приводят к сейсмическим явлениям в районах, которые ранее считались несейсмичными, или к усилению процессов в слабосейсмичных районах (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 29.— Ред.). К тому, что происходит в земных недрах, весьма чувствительна верхняя атмосфера Земли. Последнее обстоятельство предлагается использовать для прогноза землетрясений в годы спокойного Солнца, поскольку ионосфера реагирует даже

на такие колебания в недрах Земли, которые не регистрируются сейсмографами.

Как видим, зависимость геофизических процессов от солнечной активности весьма неопределенна, а иногда имеет противоречивый характер. Например, в 1976 году была эпоха солнечного минимума, а число крупных землетрясений несколько превысило среднегодовые статистические данные.

Таким образом, результаты последних исследований подтверждают сделанный ранее вывод о том, что прогнозы Гриббина и Плейджмена о катастрофических последствиях предстоящего сближения планет не имеют достоверных обоснований.

Могут ли искусственные спутники таких двойных систем, как Земля и Луна, двигаться по орбите, очертания которой напоминают цифру 8 или гантель.

Ищенко А. А. (Сочи)

По просьбе редакции на этот вопрос отвечает В. И. ЛЕВАНТОВСКИЙ.

Ваш вопрос касается существования некоторых специальных решений ограниченной задачи трех тел. В общем виде эта задача не решена. Вас интересует случай, когда два из трех тел — Земля и Луна, а третье — искусственный спутник. Когда Вы говорите о «восьмерке», то, очевидно, имеете в виду траекторию, описывающую петли вокруг Земли и вокруг Луны и притом самопересекающуюся где-то посередине.

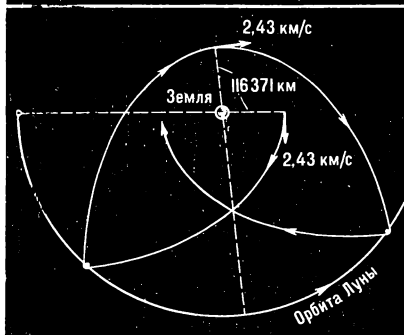
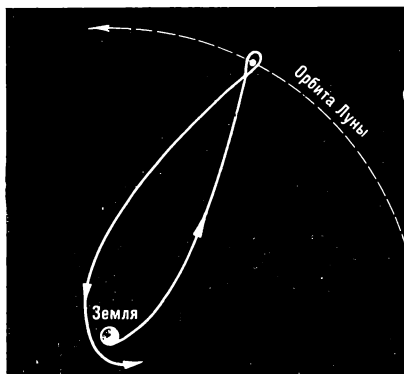
Траектория, образующая петлю вокруг Луны, хорошо известна. Это — траектория близкого облета Луны (при дальнем облете петля не получается). Луна, приближаясь к движущемуся ей наперерез космическому аппарату, отклоняет его траекторию на себя, а затем, когда он пройдет над ее обратной стороной, увлекает за собой. В результате образуется петля, но к моменту, когда петля замкнется, Луны внутри нее уже не будет, она уйдет вперед. Наблюдатель на Луне никакой бы петли не заметил.

Может ли космический аппарат,

двигаясь дальше, обогнуть Землю так, чтобы выйти на прежнюю траекторию, замкнув «восьмерку»? Ясно, что нет, так как путь космического аппарата после встречи с Луной не может быть продолжением того эллипса, по которому он направлялся к Луне. (Если после встречи с Луной космический аппарат станет двигаться по гиперболе, то он обогнет Зем-

Типичная траектория близкого облета Луны

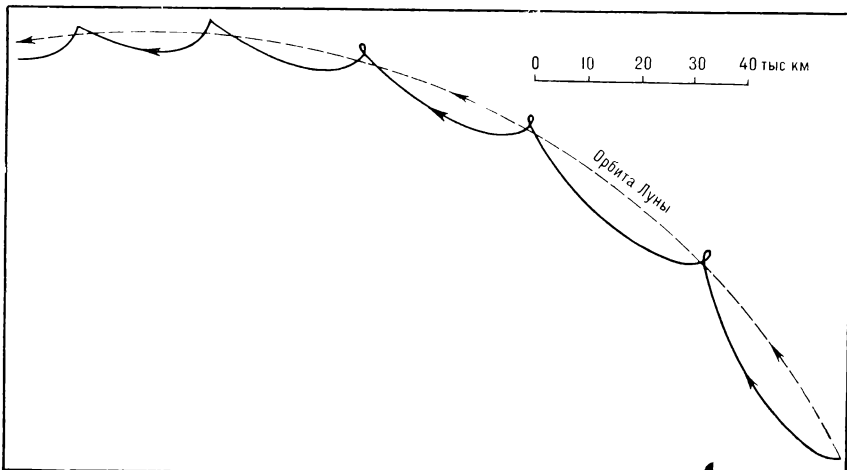
Орбита периодического облета Луны



лю и навсегда уйдет из сферы ее притяжения.) Таким образом, «восьмерка» никогда не замкнется около Земли. Правда, рассчитаны весьма экзотические орбиты, двигаясь по которым, космический аппарат, побывав вблизи Луны и обогнув затем Землю, приближается к орбите Луны (в другой ее точке), отбрасывается Луной к Земле, огибает ее, снова встречается с Луной и т. д. Но такие траектории больше похожи на «розетки». Впрочем, возмущения со стороны Солнца и другие факторы, которыми мы пренебрегали, «разрушат» эти орбиты, и они не осуществляются.

Что касается траектории в виде гантели, то, вероятно, Вас интересует, может ли космический аппарат, «покрутившись» вокруг Луны, оказаться во власти Земли, а затем, совершив какое-то число оборотов вокруг Земли, снова стать спутником Луны и т. д.? Теоретически такое движение возможно, но траектория ничуть не напомнит нам гантель, так как в «привычной» геоцентрической системе координат никакого «кружка» около Луны не получится. Ведь Луна движется вокруг Земли, а потому один из концов «гантели» растянется вдоль орбиты Луны в виде волнистой линии, не всегда образующей петли.

Орбита искусственного спутника Луны в геоцентрической системе координат. Изменение размахов волнистой линии обусловлено влиянием земного тяготения



РЕЙСЫ КОРАБЛЕЙ НАУКИ ЯНВАРЬ—ИЮНЬ 1981 Г ОДА

Свой первый рейс совершил новый флагман научно-исследовательского флота АН СССР — судно «Академик Мстислав Келдыш» (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 66.— *Ред.*). В Атлантическом океане экспедиция выполняла работы, связанные с проблемой долгосрочных прогнозов погоды и созданием теории климата, и, кроме того, совместно с кубинскими специалистами вела в Карибском море гидрофизические и геолого-геоморфологические наблюдения. Одновременно испытывались приборы, механизмы и научное оборудование.

От Института океанологии АН СССР экспедиции были посланы на трех судах. «Академик Курчатов» исследовал в северном и западном районах Индийского океана геохимию органического вещества, условия нефтеобразования и нефтегазо-накопления.

На «Дмитрии Менделееве» изучали внутренние волны в океане и их взаимодействие с течениями крупного и синоптического масштабов, с поверхностным волнением. Судно работало на полигонах в тропической области Тихого океана, в зоне южного Пассатного течения Индийского океана, на географическом экваторе (противотечение Тареева), в южной части Бенгальского залива и в Андаманском море.

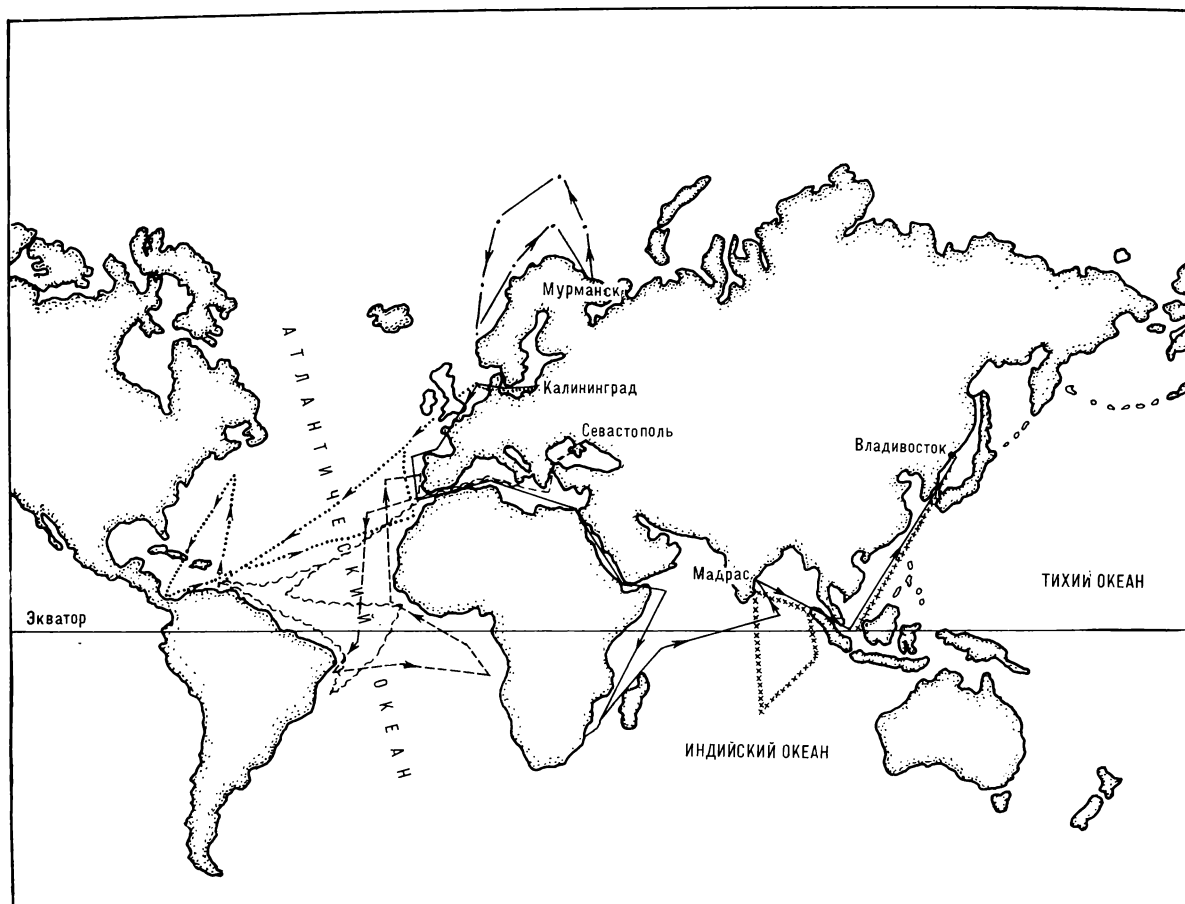
В Баренцево море с комплексной геолого-геофизической программой отправился «Профессор Штокман».

В центральной Атлантике побывало судно «Академик Вернадский» (Морской гидрофизический институт АН УССР). В этом районе по метеорологическому проекту «Разрезы» исследовались теплозапасы и трансформация тепловой и механической энергии при взаимодействии атмосферы и океана. Вместе с «Академиком Вернадским» по той же программе работало судно «Михаил Ломоносов» (Морской гидрофизический

институт АН УССР). Позднее оно направилось в тропическую Атлантику, где совместно с гвинейскими специалистами предстояло вести наблюдения за внутренними волнами и изменчивостью гидрофизических полей.

На корабле «Профессор Богоров» трудились ученые Тихоокеанского океанологического института Дальневосточного научного центра (ДВНИЦ) АН СССР. Их интересовали океанические течения, а также термические, акустические и электромагнитные параметры вод Тихого океана. Для уточнения гидрофизических процессов в Южно-Китайском море к советским ученым присоединились вьетнамские специалисты.

Состоялась первая совместная тропическая экспедиция Института биологии моря ДВНИЦ АН СССР и Института морских исследований Социалистической республики Вьетнам. Коллеги из двух братских стран на кораблях «Каллисто» и «Берилл» изучали биологические основы мари-



- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| — «Дальние Зеленцы» | «Ак. Мстислав Келдыш» |
| — — — «Проф. Водяницкий» | xxxxxx «Дмитрий Менделеев» |
| — — — «Ак. Курчатов» | ~ ~ ~ «Ак. Вернадский» |

культуры и тропические экосистемы прибрежных вод Вьетнама.

Судно «Вулканолог» (Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР) продолжило работу в зоне активных подводных вулканов, расположенных на сочленении Марианской и Боинской островных дуг в Тихом океане. Оценена роль подводных вулканов как поставщиков рудных компонентов. Экспедиция посетила также Гавайско-Императорскую цепь вулканов и провела испытания новых приборов.

Ученые Мурманского морского биологического института АН СССР

на судне «Дальние Зеленцы» обследовали планктонные сообщества в Баренцевом и Норвежском морях. Во время рейса выявлялась степень загрязнения этих морей.

Судно «Аю-Даг» (АН ЭССР) в открытой части Балтийского моря изучало явления синоптического масштаба и проводило химико-биологические исследования. Кроме того, экспедиция участвовала в советско-немецком эксперименте, в задачи которого входило обнаружение синоптических вихрей в Балтийском море и длительное наблюдение за ними.

От Института биологии южных морей АН УССР в плавание вышли два судна: «Профессор Водяницкий» и «Академик Ковалевский». Первое изучало пелагические сообщества в тропической зоне Атлантического океана. Такие работы необходимы для оценки запасов промысловых ресурсов и выявления участков повышенной биологической продуктивности. На втором судне ученые института определяли пространственное распределение мезопланктона в Черном море.

А. И. ЧИБОВ

Книги 1982 года

«ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ»

Для высших учебных заведений, готовящих специалистов гидрометеорологического профиля, издательство выпустит учебники «Космические исследования в метеорологии» М. А. Германа и «Метеорология и климатология для географических факультетов» С. П. Хромова (3-е изд.). Для техникумов готовятся «Метеорология» И. И. Гуральника, Г. П. Дубинского и С. В. Мамиконовой (2-е изд.), «Основы сельскохозяйственной метеорологии» Ю. И. Чиркова (2-е изд.).

Океанологам, гидроакустикам будет адресована книга академика Л. М. Бреховских и Ю. П. Лысанова «Теоретические основы акустики океана».

Среди научных монографий важное место занимают издания, посвященные проблеме охраны окружающей среды. Это прежде всего «Технологические аспекты охраны окружающей среды» В. А. Анিকেва, И. З. Коппа, Ф. В. Скалкина и «Информационная структура мониторинга» Ю. А. Израэля, А. Я. Прессмана, М. В. Гальперина. Сюда же относятся «Кислотные дожди» (под ред. члена-корреспондента АН СССР Ю. А. Израэля), очередной (пятый) том сборника «Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем», монография Ф. Н. Семецкого и С. М. Семёнова «Математические моделирование экологических процессов».

Будет выпущено несколько переводных изданий. Среди них книги: «Климаты пограничного слоя» (пер. с англ.), написанная Т.-Р. Оке, и «Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи» (пер. с англ.) Дж.-К. Харгривса. Впервые готовится к изданию справочник «Словарь ветров» (автор — Л. З. Прох). Он включает около 2000 терминов, определений и характеристик местных ветров и ветровых систем локального планетарного масштаба.

Научно-популярные издания представлены несколькими книгами. Всем, кто интересуется проблемами изучения и освоения океана, будет предложена книга Т. А. Айзатуллиной, В. Я. Лебедева, К. М. Хайлова «Океан. Дисперсии, фронты, экологические системы». Это третья книга из серии «Океан» (две первые изданы в 1974 и 1979 годах). В книгах «На встречу со штормами» И. Н. Давидана и Л. И. Лопатухина, «Вижу дно Байкала!» А. М. Подражанского, «Наводнения» К. С. Померанца и Р. В. Пяковского рассказывается о таких грозных явлениях, как штормы, наводнения, цунами, об их физической природе, методах прогнозирования. Готовятся очередная книга известного популяризатора наук о Земле А. М. Кондратова «Великий потоп: мифы и реальность» и 2-е издание книги Героя Советского Союза академика Е. К. Федорова «Полярные дневники».

Кроме книг отечественных авторов будут выпущены зарубежные научно-популярные издания. Среди них «Ключи к экологии» П. Агесс (пер. с франц.). Впервые на русском языке будут изданы «Метеорология» Аристотеля, две книги Ж.-И. Кусто и И. Паккале «Жизнь на краю Земли» и «Сюрпризы моря». Выйдет очередной выпуск научно-популярного и гидрометеорологического ежегодника «Человек и стихия» на 1983 год.

З. В. БУЛАТОВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЫСЛЬ»

Взаимоотношение человека с окружающей его природной средой — главная проблема, которую освещает большинство книг по географии, выпускаемых в 1982 году издательством «Мысль». В книге В. А. Анучина «Географический фактор в развитии общества» прослежено влияние географической среды на человеческое общество на всех этапах его развития. Близка к ней по теме книга «Социализм и природа» (под ред. М. Я. Лемешева), решающая ту же самую проблему, но лишь для одного этапа общественного развития. «Территориальная организация общества» Б. С. Хорева содержит анализ основных направлений региональ-

ной социально-экономической, демографической и экологической проблем в эпоху научно-технической революции и развития социализма. Среди книг по региональной тематике выделяются «Проблемы освоения новых районов» В. А. Керова, а также книга Ю. Г. Саушкина и В. Г. Глушковой «Москва среди городов мира». Данную тему завершает книга Г. Я. Кукушкина «Планирование охраны природы и рационального использования природных ресурсов».

Теме охраны природы в глобальном масштабе посвящена книга Р. Аллена «Как спасти Землю» (пер. с англ.). В ней рассказывается о международной стратегии действий на ближайшее будущее в борьбе с эрозией почв, расширением пустынь, загрязнением морей, сокращением площадей сельскохозяйственных земель. Изучению естественных и пока ненарушенных участков биосферы нашей планеты посвящена книга П. П. Второва и В. Н. Второвой «Эталоны природы». Книга Б. Гржимека «Дикое животное и человек» (пер. с нем.) посвящена проблеме охраны диких животных. Та же проблема, но применительно к редким и исчезающим животным на территории СССР, занесенным в «Красную Книгу» нашей страны, рассматривается в книге А. Г. Банникова и В. Е. Флинта «Мы должны их спасти». В коллективном труде группы ученых-географов «Развивающиеся страны: природа и человек» впервые поднимаются и интересно решаются вопросы, связанные с взаимодействием природных и социально-экономических факторов в молодых суверенных государствах.

А. Ф. ПЛАХОТНИК

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

В 1982 году издательство «Мир» выпустит ряд интересных переводных книг по астрономии и исследованию космоса. Коллективная монография «Неустойчивости в динамических системах» (под ред. В. Себехея, пер. с

англ.) посвящена новым направлениям общей теории динамических систем, динамике космического полета.

«Протозвезды и планеты» (под ред. Т. Герелса, пер. с англ.) — совместный труд видных американских и европейских ученых. В книге сделана попытка изложить вопросы планетной и звездной космогонии как единого процесса эволюции вещества во Вселенной. В книге видного канадского астрофизика Ж.-Л. Тассула «Теория вращающихся звезд» (пер. с англ.) рассмотрено вращение звезд, проблема переноса энергии в звездах и их общей эволюции.

В 1982 году выйдет несколько интересных изданий о звездных атмосферах и магнитных полях в космосе. Среди них: Д. Михалас «Звездные атмосферы» (2-е изд., пер. с англ.), где подробно рассматриваются модели звездных атмосфер, звездный ветер; и Е. Паркер «Космические магнитные поля» (пер. с англ.). Последняя представляет собой фундаментальную монографию крупного американского астрофизика о космических магнитных полях и их воздействии на небесные тела. Большое внимание уделено особенностям космических магнитных полей, не проявляющихся в земных лабораторных условиях, что связано с огромной протяженностью космических магнитных полей.

Для любителей астрономии предназначена книга П. Даффет-Смит «Практическая астрономия с калькулятором» (пер. с англ.). Это руководство, с помощью которого можно определить моменты звездного времени, перейти от одной системы небесных координат к другой, вычислить восход, заход и кульминацию светил. В книге дается решение конкретных примеров.

Издательство выпустит несколько книг по геофизике. «Сейсмическая стратиграфия» (под ред. Ч. Пейтона, пер. с англ.) написана ведущими геологами и геофизиками США. Она посвящена вибросейсмическим и сейсмоакустическим методам, которые применяются для поиска нефти и газа. Авторы приводят обширный материал, содержащий результаты раз-

ведочных работ в Северной и Южной Америке, Западной Европе, Африке и на Дальнем Востоке.

«Акустика океана» (под ред. Х. де Санто, пер. с англ.) — коллективная монография, где освещаются актуальные проблемы подводной акустики: новый метод расчета акустических полей, лабораторное моделирование явлений в толще океана, обратные задачи гидроакустики.

В книге «Распространение звука во флукутирующем океане» (под ред. С. Флатте, пер. с англ.), входящей в известную кембриджскую серию книг по прикладной математике, детально рассмотрено распространение звукового луча в морской воде, подверженной хаотическим колебаниям плотности, солености, температуры. Большое внимание уделено использованию численных методов и ЭВМ.

Будущие специалисты по астрономии, геофизике, геодезии, несомненно, заинтересуются книгой Т. Цубои «Гравитационное поле Земли» (пер. с япон.). Автор — видный геофизик — доступно и интересно, привлекая многочисленные спутниковые данные, изложил современные представления о поле тяготения нашей планеты. Как специалистам, так и широкому кругу читателей будет полезна книга «Солнечно-земные связи, погода и климат» (под ред. Б. Мак-Кормака, Т. Селиги, пер. с англ.). В ней рассмотрены модели влияния Солнца на циркуляцию атмосферы, связь между верхней и нижней атмосферой, физические факторы солнечно-земных связей, роль малых атмосферных составляющих. Большое внимание уделено оценкам статистических связей, выводимых из наблюдений.

Л. В. САМСОНЕНКО

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ, ЗАПУЩЕННЫЕ В СССР В 1980 ГОДУ

№№ п/п	Обозначение объекта	Наименование объекта	Дата запуска	Дата прекращения или срок существо- вания	Наклоне- ние, град	Период, мин	Перигей, км	Апогей, км
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Искусственные спутники Земли серии «Космос»								
1.	1980-01A	Космос-1149	9.I	23.I	72,9	90,4	208	414
2.	1980-03A	Космос-1150	14.I	1200 лет	83	105	989	1028
3.	1980-05A	Космос-1151	23.I	60 лет	82,5	97,8	650	678
4.	1980-06A	Космос-1152	24.I	6.II	67,1	89,7	181	370
5.	1980-07A	Космос-1153	25.I	1200 лет	83	105	983	1031
6.	1980-08A	Космос-1154	30.I	60 лет	81,3	97,3	634	671
7.	1980-09A	Космос-1155	7.II	21.II	72,9	90,4	206	422
8.	1980-12A	Космос-1156 ¹	12.II	8000 лет	74	115,4	1450	1528
9.	1980-12B	Космос-1157		9000 лет	74	114,8	1417	1477
10.	1980-12C	Космос-1158		9000 лет	74	115	1435	1478
11.	1980-12D	Космос-1159		9000 лет	74	115,3	1453	1481
12.	1980-12E	Космос-1160		9000 лет	74	115,5	1467	1486
13.	1980-12F	Космос-1161		10000 лет	74	115,7	1469	1505
14.	1980-12G	Космос-1162		10000 лет	74	115,9	1472	1523
15.	1980-12H	Космос-1163		10000 лет	74	116,2	1472	1545
16.	1980-13A	Космос-1164	12.II	12 лет	62,8	92,9	220	640
17.	1980-17A	Космос-1165	21.II	5.III	72,9	89,8	182	379
18.	1980-20A	Космос-1166	4.III	18.III	72,9	90,3	208	406
19.	1980-21A	Космос-1167	14.III	2 года	65	93,3	438	457
20.	1980-22A	Космос-1168	18.III	1200 лет	82,9	104,9	981	1026
21.	1980-23A	Космос-1169	27.III	6 лет	65,8	94,5	478	521
22.	1980-25A	Космос-1170	1.IV	12.IV	70,4	89,9	181	386
23.	1980-26A	Космос-1171	3.IV	1200 лет	65,8	105	976	1017
24.	1980-28A	Космос-1172	12.IV	25 лет	62,8	726	637	40160
25.	1980-29A	Космос-1173	17.IV	28.IV	70,3	89,9	180	379
26.	1980-30A	Космос-1174	18.IV	-	65,8	98,6	387	1035
27.	1980-31C	Космос-1175	18.IV	29.IX	62,5	92,3	317	485
28.	1980-34A	Космос-1176	29.IV	-	65	89,6	260	265
29.	1980-35A	Космос-1177	29.IV	12.VI	67,2	89,7	181	365
30.	1980-36A	Космос-1178	7.V	22.V	72,9	90,4	207	417
31.	1980-37A	Космос-1179	14.V	10 лет	83	103,5	310	1570
32.	1980-38A	Космос-1180	15.V	26.V	62,8	89,8	240	296
33.	1980-39A	Космос-1181	20.V	1200 лет	83	105	992	1020
34.	1980-40A	Космос-1182	23.V	5.VI	82,3	89,2	221	278
35.	1980-42A	Космос-1183	28.V	11.VI	72,9	90,4	208	414
36.	1980-44A	Космос-1184	4.VI	60 лет	81,2	97,4	621	662
37.	1980-46A	Космос-1185	6.VI	20.VI	82,3	89,5	226	308
38.	1980-47A	Космос-1186	6.VI	1,5 года	74	94,5	473	519
39.	1980-48A	Космос-1187	12.VI	26.VI	72,9	89,6	210	332
40.	1980-50A	Космос-1188	14.VI	25 лет	62,8	726	628	40165
41.	1980-54A	Космос-1189	26.VI	10.VII	72,9	89,5	209	330
42.	1980-56A	Космос-1190	1.VII	120 лет	74	100,8	792	829
43.	1980-57A	Космос-1191	2.VII	25 лет	62,8	726	646	40165
44.	1980-58A	Космос-1192 ²	9.VII	7000 лет	74	115,3	1451	1522
45.	1980-58B	Космос-1193		9000 лет	74	115,2	1452	1457
46.	1980-58C	Космос-1194		8000 лет	74	114,8	1414	1479
47.	1980-58D	Космос-1195		10000 лет	74	115,4	1470	1477
48.	1980-58E	Космос-1196		10000 лет	74	115,6	1473	1494
49.	1980-58F	Космос-1197		10000 лет	74	115,8	1475	1510
50.	1980-58G	Космос-1198		10000 лет	74	116	1475	1533
51.	1980-58H	Космос-1199		9000 лет	74	115	1433	1478
52.	1980-59A	Космос-1200	9.VII	23.VII	72,9	89,5	209	332
53.	1980-61A	Космос-1201	15.VII	28.VII	82,3	89,1	220	274
54.	1980-65A	Космос-1202	24.VII	7.VIII	72,9	89,6	209	333
55.	1980-66A	Космос-1203	31.VII	14.VIII	82,3	89,5	227	303
56.	1980-67A	Космос-1204	31.VII	-	50,7	93,3	346	546
57.	1980-68A	Космос-1205	12.VIII	26.VIII	72,8	89,6	208	332
58.	1980-69A	Космос-1206	15.VIII	60 лет	81,2	97,4	630	659
59.	1980-70A	Космос-1207	22.VIII	4.IX	82,3	89,2	212	282
60.	1980-71A	Космос-1208	26.VIII	24.IX	67,1	89,6	181	362
61.	1980-72A	Космос-1209	3.IX	17.IX	82,3	89,4	222	306
62.	1980-76A	Космос-1210	19.IX	3.X	82,3	88,8	195	268

1	2	3	4	5	6	7	8	9
63.	1980-77A	Космос-1211	23.IX	4.X	82,4	89,1	215	261
64.	1980-78A	Космос-1212	26.IX	9.X	82,3	89,1	216	275
65.	1980-80A	Космос-1213	3.X	—	72,8	89,6	207	343
66.	1980-82A	Космос-1214	10.X	23.X	67,2	89,7	181	368
67.	1980-83A	Космос-1215	14.X	10 лет	74	95,1	499	553
68.	1980-84A	Космос-1216	16.X	30.X	72,9	90,3	209	404
69.	1980-85A	Космос-1217	24.X	25 лет	62,8	726	642	40165
70.	1980-86A	Космос-1218	30.X	12.XII	64,9	89,7	178	374
71.	1980-88A	Космос-1219	31.X	13.XI	72,9	89,7	205	353
72.	1980-89A	Космос-1220	4.XI	2 года	65	93,3	432	454
73.	1980-90A	Космос-1221	12.XI	26.XI	72,9	90,5	207	424
74.	1980-93A	Космос-1222	21.XI	60 лет	81,2	97,4	624	659
75.	1980-95A	Космос-1223	27.XI	25 лет	62,8	726	614	40165
76.	1980-96A	Космос-1224	1.XII	15.XII	72,9	90,3	209	403
77.	1980-97A	Космос-1225	5.XII	1200 лет	82,9	105	967	1041
78.	1980-99A	Космос-1226	10.XII	1200 лет	83	105	982	1025
79.	1980-101A	Космос-1227	16.XII	28.XII	72,9	89,5	209	325
80.	1980-102A	Космос-1228 ³	23.XII	7000 лет	74	114,6	1415	1491
81.	1980-102B	Космос-1229		9000 лет	73,8	115	1416	1498
82.	1980-102C	Космос-1230		8000 лет	74	114,5	1412	1452
83.	1980-102D	Космос-1231		8000 лет	74	114,6	1410	1461
84.	1980-102E	Космос-1232		8000 лет	74	114,6	1414	1458
85.	1980-102F	Космос-1233		6000 лет	74	114,1	1372	1452
86.	1980-102G	Космос-1234		8000 лет	74	114,4	1404	1454
87.	1980-102H	Космос-1235		7000 лет	73,7	114,3	1392	1455
88.	1980-105A	Космос-1236	26.XII	21.I.81	67,1	89,8	180	388

Искусственные спутники Земли народнохозяйственного назначения
Спутники связи

1.	1980-02A	Молния-1	11.I	12 лет	62,8	737	478	40830
2.	1980-16A	Радуга	20.II	1 млн. лет	0,4	1478	36610	36610
3.	1980-49A	Горизонт	14.VI	1 млн. лет	0,8	1473	36515	36515
4.	1980-53A	Молния-1	21.VI	12 лет	62,5	738	658	40707
5.	1980-60A	Экран	15.VII	1 млн. лет	0,4	1420	35474	35474
6.	1980-63A	Молния-3	18.VII	12 лет	62,8	736	467	40815
7.	1980-81A	Радуга	5.X	1 млн. лет	0,4	1444	36000	36000
8.	1980-92A	Молния-1	16.XI	12 лет	62,8	736	640	40651
9.	1980-104A	Экран	26.XII	1 млн. лет	0,4	1424	35554	35554

Метеорологические спутники

1.	1980-51A	Метеор	18.VI	60 лет	98	97,3	589	678
2.	1980-73A	Метеор-2	9.IX	500 лет	81,2	102,4	868	906

Пилотируемые корабли и орбитальные станции, грузовые корабли

1.	1980-24A	Прогресс-8	27.III	26.IV	51,6	88,8	192	266
2.	1980-27A	Союз-35	9.IV	3.VI	51,6	90,3	276	315
3.	1980-33A	Прогресс-9	27.IV	22.V	51,6	88,9	192	275
4.	1980-41A	Союз-36	26.V	31.VII	51,6	90	263	319
5.	1980-45A	Союз Т-2	5.VI	9.VI	51,6	90,2	267	316
6.	1980-55A	Прогресс-10	29.VI	19.VII	51,6	88,9	191	281
7.	1980-64A	Союз-37	23.VII	11.X	51,6	90,0	263	312
8.	1980-75A	Союз-38	18.IX	26.IX	51,6	90,2	278	320
9.	1980-79A	Прогресс-11	28.IX	11.XII	51,6	88,8	193	270
10.	1980-94A	Союз Т-3	27.XI	10.XII	51,6	89,6	253	271

Специализированные автоматические аппараты

1.	1980-103A	Прогноз-8	24.XII	10 лет	65	5723	550	199000
----	-----------	-----------	--------	--------	----	------	-----	--------

Примечание: ¹ Космосы-1156 — 1163 выведены на орбиту одной ракетой-носителем; ² Космосы-1192—1199 выведены на орбиту одной ракетой-носителем; ³ Космосы-1228—1235 выведены на орбиту одной ракетой-носителем.

Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1981 году

Авакян А. Б., Воропаев Г. В., Каминский В. С.—Водные ресурсы СССР	3	Котельников В. А.—Двадцать лет полетов человека в космос	5
Авдуевский В. С., Гришин С. Д., Лесков В. К., Аблеков В. К., Евич А. Ф.—Энергетика и космос	6	Куликов К. А.—Система астрономических постоянных	6
Авдулов М. В.—Физико-химические процессы в мантии Земли	2	Мелиоранский А. С., Ямбуренко Н. С.—Гамма-спектроскопия	3
Аксенов А. А.—Сотрудничество социалистических стран в освоении морей	1	Новиков И. Д.—Возникновение структуры Вселенной	1
Анцыферов С. М., Косьян Р. Д.—Международные исследования прибрежной зоны морей	6	Парийский Ю. Н.—РАТАН-600 изучает большую Вселенную	3
Балебанов В. М., Нестеров В. Е., Прилуцкий О. Ф.—Дискретные источники космического гамма-излучения	3	Попов Л. И.—185 суток на орбите	2
Брауде С. Я.—Декаметровая радиоастрономия	5	Римша М. А.—«Интеркосмос-21»	5
Брюханов В. Н.—Геологическая структура территории СССР из космоса,	5	Родионова Ж. Ф.—Поверхности галилеевых спутников Юпитера	5
Будыко М. И.—Климат в прошлом и будущем	6	Руденко В. Н.—Гравитационные волны из Космоса	6
Буланже Ю. Д.—Постоянна ли сила тяжести!	4	Рукавишников Н. Н.—Транспортные операции в космосе	1
Верещетин В. С.—От полета Гагарина — к программе «Интеркосмос»	2	Рускол Е. Л.—Спутники Сатурна	2
Ветров Г. С.—Королев и Гагарин	2	Сагитов М. У., Милюков В. К.—Постоянная тяготения	3
Владимирский Б. М.—Как влияет солнечная активность на биосферу	4	Слыш В. И.—Дейтерий во Вселенной и в межзвездных молекулах	3
Газенко О. Г., Парфенов Г. П., Шепелев Е. Я.—Космические перспективы земной биологии	1	Соколов Б. С., Бреховских Л. М.—Успехи наук о Земле	1
Гальпер А. М., Котов Ю. Д., Лучков Б. И.—Гамма-лучи раскрывают структуру Галактики	3	Темурьянц Н. А., Макеев В. Б.—Солнечная активность и медицина	4
Гинзбург В. Л.—Космология и философия	1	Тиндо И. П.—«Рачий глаз» — рентгеновский телескоп будущего?	3
Гневышев М. Н.—Гелиофизические основы солнечно-биологических связей	4	Федоров Е. К.—Изменение климата и стратегия человечества	1
Гречко Г. М.—Космонавт-исследователь на орбитальной станции	2	Феоктистов К. П., Марков М. М.—Эволюция «Салютов»	5
Десинов Л. В.—Космическая гляциология	6	Шефтер Я. И., Хелленов О. Б.—Нетрадиционные энергоресурсы	4
Интервью Г. С. Титова	2	Шеффер Е. К.—Рентгеновская астроспектроскопия	2
Казимировский Э. С., Соломатина Э. К.—Ионосфера Земли	5	Шкловский И. С.—Взрывающиеся звезды и их остатки	4,5
Казютинский В. В., Левитан Е. П.—Наука о Вселенной и мировоззрение	1	Штернфельд А. А.—Космические скорости настоящего и будущего	4
Кашин Л. А.—Государственная геодезическая служба в десятой пятилетке	1		
Кириллов-Угрюмов В. Г., Сагдеев Р. З., Семенов Ю. П.—Перспективы наблюдательной гамма-астрономии	4	ЛЮДИ НАУКИ	
		Боярчук А. А.—Эвальд Рудольфович Мустель	3
		Ветров Г. С.—Робер Эно-Пельтри	6

Зайченко В. Л.— Александр Степанович Чеботарев	6	ЭКСПЕДИЦИИ	
Зверев М. С.— Встречи с Б. В. Нумеровым . . .	3	Зоненшайн Л. П.— Палеоокеанологические исследования на Урале	5
Коротцев О. Н.— Евгения Максимовна Руднева	4	Корякин В. С.— Гляциологическая экспедиция на Шпицбергене	2
Маров М. Я.— Мстислав Всеволодович Келдыш	1	ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Мартынов Д. Я.— Из воспоминаний о Б. В. Нумерове	3	Брянцева Л. И.— Клуб юных астрономов Донеца	3
Никонов В. Б., Нумерова А. Б., Огородников К. Ф.— Борис Васильевич Нумеров	3	Бронштэн В. А.— Лауреаты поощрительных премий ВАГО	4
Пандул И. С.— Викентий Карлович Вишневский	6	Дагаев М. М.— Полное солнечное затмение 31 июля 1981 года	2
Пасечник И. П.— Юрий Владимирович Ризниченко	5	Ковязин Е. И.— Гид для рефрактора	5
Прищепа В. И.— Николай Иванович Кибальчич	5	Лазаревский В. С.— Астрономические явления в 1982 году	6
Ситник Г. Ф.— Сергей Владимирович Орлов . . .	1	Литвинова Л. И.— Планетарий в школе . . .	3
Харадзе Е. К.— Б. В. Нумеров и развитие астрономии в Грузии	3	ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ	
ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ		Неяченко И. И.— Весы	4
Аксенов Е. П.— Юбилей московской астрономической школы	6	Неяченко И. И.— Рыбы	2
Лазарева А. Б.— Сейсмической станции «Пулково» — 75 лет	5	ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ	
Обсерватории и институты — XXVI съезду КПСС	1	Крылов А. Н.— Портативный телескоп . . .	3
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ		Сикорук Л. Л.— Новосибирский клуб имени Д. Д. Максимова	1
Левитан Е. П.— Съезд ВАГО в Алма-Ате . . .	3	ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	
Сурдин В. Г.— Обсуждаются проблемы физики галактик	1	Кузьмин В. И.— Экспозиция, посвященная XXVI съезду КПСС	1
Шевченко В. В.— Луна с разных точек зрения	6	КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ		Орлов В. А.— Марки, посвященные подвигу Ю. А. Гагарина	2
Нусинов М. Д.— Панспермия: развитие идеи	6	Орлов В. А.— Орбитальный комплекс «Салют» — «Союз» на марках	6
Радзиевский В. В.— Тайна рождения космических светил	6	КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Троицкий В. С.— Почему не обнаружены сигналы внеземных цивилизаций?	1	Авсюк Г. А.— Славная полярная история . . .	4
КОСМОНАВТИКА ЗА РУБЕЖОМ		Ефремов Ю. Н.— Эффективность телескопа Капица А. П.— Космический эксперимент «Радуга»	2
Новиков Н. С.— Космические исследования в Швеции	4	Левитан Е. П.— Энциклопедия юного астронома	2
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ		Мухин Л. М.— Новый термин — это еще не новая отрасль науки	3
Лонгинов В. В.— У истоков современной океанологии	4	Рукавишников Н. Н.— Книга о советской космонавтике	6
Паша И. И., Цицин Ф. А.— Спиральные галактики: развитие представлений	6	Салтыковский А. Я.— Вулканизм мог создать основу жизни	3
Петрушевский Б. А.— Из докосмодромной истории Байконура	3	Тихонов А. Н.— Освоение космоса	5
Раушенбах Б. В., Меркулов И. А.— Золотой юбилей ГИРДа	5	Ушаков С. А.— «Популярная история Земли»	4
Хргиан А. Х.— Звук в атмосфере	4	Феодосьев В. И.— Творческое наследие С. П. Королева	5
Шор В. А.— В созвездии славных имен	2	ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	1, 2, 3, 4
В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО		Соколов В. Г.— Еще раз о «параде планет» . . .	6
Малахова Г. И., Стамейкина И. А.— 40-летие Ярославского отделения ВАГО	4		

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Антипротопы в космических лучах	5	Природа кометных пылинок	5
Болид, породивший метеорит Царев	4	Пульсары в остатках сверхновых звезд	2
Болиды над Душанбе	4	Пылинки в лучах молодого Солнца	5
Вечер памяти М. В. Келдыша	5	50-летие «Вестника»	3
В преддверии межзвездного полета	3	Пять стадий формирования Земли	6
Восьмой из семьи «Прогнозов»	4	Радиолокационные наблюдения планет	3
«Вояджер-1» о Титане	6	Размеры и форма Юноны	4
Вспышка Сверхновой в радиодиапазоне	5	Радиогало пульсаров	5
Вспышки комет и корпускулярная активность Солнца	4	Расстояние до центра Галактики	4
Газ в коронах галактик	2	Рейсы «Гломара Челленджера»	5
Гайоты в Тихом океане	3	Рейсы кораблей науки (июнь — декабрь 1980)	3
Гравитационное поле и земные недра	2	Рейсы кораблей науки (январь — июнь 1981 года)	6
Загадочные выбросы из Центавра А	6	Рентгеновские источники в Большом Магеллановом Облаке	2
Звездный остаток вспышки сверхновой?	4	Рентгеновские источники в Галактике	1
Землетрясения и водный режим	4	Рентгеновский пульсар в двойной системе	6
Источник гравитационных волн?	2	Рентгеновское излучение звездных корон	1
Как Галилей наблюдал... Нептун!	2	Самая далекая сверхновая	3
Книги 1982 года	5,6	Сатурн крупным планом	2
Космические аппараты, запущенные в СССР в 1980 году	6	Сверхновая вблизи Солнца	4
Космос — геологам	1	Сверхновая в галактике NGC 4536	5
Лебедь X-1 — черная дыра?	3	Сверхтуманность в созвездии Лебедя	2
Масса системы SS 433	6	Свойства облаков над городом	4
Международный симпозиум по нетрадиционным энергоресурсам	4	Скрытая масса?	3
Мерзлота на Марсе	1	Славной годовщине посвящается	5
Метеоритный кратер в Бразилии	4	«След» тайфуна «Вирджиния»	1
Наблюдения Персеид	5	Совещание в Абастумани	3
На орбите «Салют-6»	3,4	Таблицы, показывающие достижения отечественной космонавтики в период между XXV и XXVI съездами КПСС	1
На орбите «Салют-6» — «Прогресс-12»	2	Термальные рассолы красноморских впадин	2
Необычный остаток сверхновой	3	Термины, используемые в планетной топонимике	4
Неограниченное расширение Вселенной?	4	Тройной квазар	6
Новое научно-исследовательское судно	5	Универсальные астрономические часы	3
Новое о SS 433	3	Уникальное извержение	2
Новые книги	1, 2, 3, 4, 5, 6	Устный выпуск «Земли и Вселенной»	2
Новые рейсы «Гломара Челленджера»	2	Фобос и Деймос	4
Обзор Малого Магелланова Облака	6	Фотографии подводной горы Ампер	2
Памятник Ю. А. Гагарину	2	Цунами зарегистрировано в открытом океане	5
Первые лауреаты медали имени Ю. А. Гагарина	5	Часто ли рождаются пульсары?	4
Подводная регистрация землетрясений	2	Читательская анкета	6
		Экипаж «Союза Т-3»	1
		Эксперимент в Индийском океане	6

ТРОЙНОЙ КВАЗАР?

В течение двух лет астрофизики исследовали странный двойной квазар (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 34—35.— *Ред.*). Предполагалось, что наблюдаются два изображения одного объекта, создаваемые гравитационной линзой — большой спиральной галактикой, расположенной на пути лучей света от далекого квазара к Земле. Трудность интерпретации заключалась в том, что по теории гравитационных линз должны наблюдаться одно или три, а не два изображения. Приходилось



вводить допущение, что на самом деле одно из них (более яркое) —

результат наложения двух изображений квазара.

Недавно американские астрофизики П. Янг и его коллеги сообщили об открытии квазара Q 1115+080, изображение которого распадается на три. Все изображения обладают практически одинаковыми спектрами и красными смещениями (различия в измеренных скоростях удаления не превышают 100 км/с). Два из них имеют одинаковый цвет, третье несколько краснее. Галактика, которая играла бы роль гравитационной линзы, до сих пор не обнаружена.

Astrophysical Journal, 1981, 244, 3.

ЧИТАТЕЛЬСКАЯ АНКЕТА

Дорогие читатели, редколлегия и редакция журнала «Земля и Вселенная» просит Вас ответить на следующие вопросы:

1. С какого времени Вы регулярно читаете наш журнал?

2. Какие материалы, опубликованные в 1981 году, Вы считаете наиболее удачными?

3. О чем Вам хотелось бы прочитать на страницах журнала?

Убедительно просим прислать ответы не позднее 1 февраля 1982 года. На основании их редакция определит лучший материал года, отметит автора премией журнала и сообщит об этом читателям. Наиболее интересные предложения помогут нам в дальнейшей работе.

К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

С 1 января 1982 года цена за экземпляр нашего журнала устанавливается в размере 0-65 коп. Стоимость годовой подписки 3 р. 90 коп. Это связано с увеличением стоимости бумаги для печати, затрат на полиграфическое исполнение журнала, расходов на подготовку рукописей и художественно-графическое оформление издания.

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

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

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

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

Сдано в набор 27.VII.81. Подписано к печати 15.X.81. Т-25841

Формат бумаги 84×108¹/₁₆. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4.

Усл. кр.-отт. 532,7 тыс. Уч.-изд. л. 10,7. Бум. л. 2,5. Тираж 50 000 экз. Заказ. 682. Цена 50 коп.

Издательство «Наука»: 117464, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

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

6 НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ 1981 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

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

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Член-корреспондент АН СССР
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН
Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор технических наук
А. А. ИЗOTOV
Доктор физико-математических наук
И. К. КОВАЛЬ
Член-корреспондент АН СССР
В. Г. КОРТ
Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН
Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН
Академик
А. А. МИХАЙЛОВ
Доктор физико-математических наук
Г. С. НАРИМАНОВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Доктор физико-математических наук
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор географических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ
Доктор геолого-минералогических наук
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Новый визит к Сатурну

В августе 1981 года космическая станция «Вояджер-2» приблизилась к Сатурну и продолжила исследования планеты с пролетной траектории, начатые «Пионером-11» и «Вояджером-1» (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 22—25; 1981, № 2, с. 45—47.— Ред.).

Весьма интересные результаты получены при исследовании колец Сатурна. Еще «Вояджер-1» показал, что видимые с Земли широкие кольца состоят из сотен узких колец. «Вояджер-2», имеющий более чувствительные телевизионные камеры, «увидел», что и узкие кольца разделяются на мелкие «колечки». Возникло предположение, что кольца Сатурна представляют собой слой ледяных частиц, по которому распространяются спиралевидные волны плотности. Толщину колец определяют в 150 м, но допускают, что на некоторых участках она может быть больше. Сфотографированный край ребра кольца А, обращенный к делению Энке, имеет толщину около 100 м.

На заключительном этапе пролета «Вояджера-2» вблизи Сатурна отказал механизм наведения по азимуту поворотной платформы, на которой установлены телевизионные камеры и часть научных приборов. Работоспособность этого механизма удалось восстановить через несколько суток. Предполагается, что заклинивание механизма было вызвано попавшей в него частицей колец Сатурна. Очевидно, «Вояджер-2» прошел через очень разреженное кольцо, хотя ранее считалось, что там, где аппарат пересек плоскость колец, пространство свободно от вещества.

В плотной области кольца В станция «Вояджер-2» зарегистрировала электрические разряды колоссальной мощности: 100—1000 МВт.

Удивил ученых спутник Сатурна Гиперион. Снимки, полученные «Вояджером-2», показали, что он имеет вытянутую форму (350 км×200 км). На маленьком Гиперионе обнаружен кратер поперечником почти 100 км.

Огромный кратер виден на другом спутнике Сатурна — Тефии. Поперечник кратера 400—500 км, глубина примерно 15 км. В кратере расположена высокая горка. Возможно, кратер образовался во время столкновения Тефии с другим небесным телом, при этом Тефия чуть не раскололась.

«Вояджер-1» показал, что спутник Сатурна Энцелад имеет гладкую поверхность. Поверхности остальных спутников планеты изрыты кратерами, бороздами, трещинами. «Вояджер-2» прошел от Энцелада на расстоянии около 100 000 км. Хорошее разрешение снимков позволило увидеть кратеры, хребты и долины, погребенные под слоем льда. Возможно, Энцелад — «активное» небесное тело, и в нем происходит приливный нагрев, вызванный совместным гравитационным воздействием Сатурна и его спутника Дионы. В этом случае, если в недрах Энцелада есть вода, то она, вырываясь на поверхность спутника, образует слой льда, который и скрыл от «Вояджера-1» детали рельефа. По некоторым оценкам, у Энцелада самая молодая поверхность из всех небесных тел системы Сатурна.

«Вояджер-2» сделал примерно 30 снимков Япета. По наблюдениям с Земли известно, что одно его полу-

шарие имеет в несколько раз меньшую яркость, чем другое. Поверхность темного полушария, судя по снимкам, переданным «Вояджером-2», несколько темнее асфальта. Уточнена плотность Япета: 1,1, а не 1,3 г/см³, как полагали ранее.

В окрестности Тефии и Дионы «Вояджер-2» обнаружил низкочастотное радиоизлучение, которое американские ученые сравнивают со «звуками, издаваемыми дельфинами». Характерно, что это излучение распространяется только в направлении движения планеты. В окрестности этих же спутников станция обнаружила также тороидальное облако, по-видимому, аналогичное тороидальному облаку у Юпитера, где оно, как полагают, образовано веществом, выброшенным Ио. Облако у Юпитера состоит в основном из атомов кислорода и серы, облако у Сатурна — из ионов водорода с незначительной примесью ионов углерода и кислорода. Возможно, это вещество выброшено Дионой и Тефией.

Как и было запланировано, под влиянием тяготения Сатурна «Вояджер-2» перешел на трассу полета к Урану, около которого он должен пройти в январе 1986 года, затем станция направится к Нептуну. Предполагается, что она приблизится к планете в 1989 году. По оценке руководителей полета, вероятность сохранения работоспособности «Вояджера-2» до момента сближения с Ураном составляет 65%, до момента сближения с Нептуном — самое большее 40%.

По материалам зарубежной печати



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП
ИНДЕКС 70338

