



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

2/84



На орбите научно-исследовательский комплекс «Салют-7» — «Союз Т-10»

В соответствии с программой исследования космического пространства в мирных целях 8 февраля 1984 года в Советском Союзе осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-10» с экипажем в составе командира корабля Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР полковника **Кизима Леонида Денисовича**, бортинженера **Соловьева Владимира Алексеевича** и космонавта-исследователя **Атькова Олега Юрьевича**.

9 февраля 1984 года была успешно осуществлена стыковка космического корабля «Союз Т-10» с орбитальной станцией «Салют-7». Экипажу нового орбитального комплекса предстоит выполнить обширную программу работ, включающую исследование поверхности Земли и ее атмосферы в интересах различных отраслей народного хозяйства, астрофизические, технологические и технические эксперименты, медико-биологические исследования с участием врача-космонавта, испытания и отработку усовершенствованных систем и приборов.

«Салют-7» находится на орбите с 19 апреля 1982 года. На этой станции работали экипажи двух длительных экспедиций продолжительностью 211 и 150 суток и двух экспедиций посещения.

По материалам сообщений ТАСС

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

Земля и Вселенная

• МАРТ • АПРЕЛЬ •

2/84

В номере:

К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ю. А. ГАГАРИНА	
Еремеева А. И. — «...Чтоб сказку сделать былью!» . . .	2
Борисенко И. Г. — Шаг в новую эру	7
Волович В. Г. — В первые часы	10
Бачурин А. П. — Гагаринская вахта в океане	13
ХОЗИН Г. С. — Космическая программа США: курс на кон-	
фронтацию	14
Глазков Ю. Н., Жук Е. И. — Человек и автомат в кос-	19
мосе	
Курт В. Г., Шеффер Е. К. — «Астрон»: рентгеновский	26
эксперимент	
Аксенов Е. П. — Небесная механика: некоторые перспек-	36
тивы	
Рузмайкин А. А., Шукуров А. М. — Магнитное поле	41
Галактики	
Розенберг Г. В., Гринева Г. И. — Атмосферный аз-	48
розоль	
ЛЮДИ НАУКИ	
Гинзбург В. Л., Сагдеев Р. З., Сюняев Р. А. —	54
Яков Борисович Зельдович	
Памяти Александра Александровича Михайлова	59
Парийский Н. Н. — 25 лет вместе с А. А. Михайловым	62
Зверев М. С. — Жизнь, отданная наукам о Земле и звезд-	64
дах	69
Буланже Ю. Д. — Жизнь — в науке	69
Цверева Г. К. — Д. А. Голицын — русский минералог и	71
вулканолог XVIII вена	
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Бабаджанов П. Б., Лупишко Д. Ф. — Европейский	75
симпозиум «Астероиды, кометы, метеоры»	
Докучаева О. Д. — Совещание по астрофотографии . . .	76
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ	
Черных Н. С. — Новым астероидам — имена советских	79
астрономов	
Архипов А. В. — Небо в народных сказаниях	81
ЭКСПЕДИЦИИ	
Фомин Л. М. — Экспедиция в Южный океан	84
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
SETI: состояние и перспективы	90
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Татарников М. П. — Астрономический кружок «Вега»	94
Пономарев Д. Н. — Условия наблюдений кометы Галлея	98
МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ В ПРАКТИКЕ ЛЮБИТЕЛЯ	
Белый Ю. А. — Работа с программируемым микрокальку-	101
лятором	
ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО ЛУНЕ	
Шевченко В. В. — Три лунных моря	107
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
Орлов В. А. — Филателистическая гагариниана	110
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	
	112
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Первые признаки активности кометы Галлея [18]; Если бы не по-	
глощение... [34]; Камни с Луны и Марса? [35]; «Иридиевый» метео-	
рит? [39]; Поиск черных карликов [70]; Вещественные следы Тун-	
гусской катастрофы [77]; Рейсы «Гломара Челленджера» [89]; Уро-	
ки землетрясения в Японии [93]; Новые книги [100, 106, 109].	



Кандидат физико-математических наук
А. И. ЕРЕМЕЕВА

«...Чтоб сказку сделать былью!»

НАЧАВШИЙ ЭРУ КОСМОПЛАВАНИЯ

9 марта 1984 года исполнилось 50 лет со дня рождения Юрия Алексеевича Гагарина — человека, сделавшего первый и потому самый трудный шаг в космос. Он облетел Землю в свободном космическом полете, то есть первым из людей оказался на другом, хотя и рукотворном «небесном теле». Он увидел то, что недоступно живущим на дне воздушного океана — атмосферы Земли, — радужную, чуть выпуклую границу дневной стороны земного шара и за ней угольно-черное мировое пространство, немигающие звезды, намного более яркий диск Солнца. Он первым испытал на себе невесомость, почти в сто раз более продолжительную, чем была достижима при экспериментах на самолетах, и доказал, что человек может работать в этих условиях.

С запуска в нашей стране 4 октября 1957 года первого искусственного спутника Земли началась космическая эра человечества. С полета Гагарина 12 апреля 1961 года ведется отсчет эры космоплавания человека. Ибо, как метко сказал один из создателей современной космической техники, только тогда «...перед человеком открылся новый необъятный, полный тайн и звезд, мир невесомости».

Короткая биография Ю. А. Гагарина до его зачисления в отряд космонавтов рисует нам обычного советского человека, хотя и явно выше среднего уровня по своим природным данным. Он родился в Гжатске (ныне г. Гагарин) Смоленской области. В семье кроме него было трое детей. Мальчишкой перенес мрачную пору фашистской оккупации. Затем, после освобождения, были нелегкие первые послевоенные годы в Гжатске. Здесь, в школе, от учителя физики он впервые услышал о Циолковском и его великой мечте... Материальные трудности заставили 14-летнего подростка, как и многих в те годы, встать на самостоятельный трудовой путь. Завод, ремесленное учи-

**В этом году
первому в мире космонавту —
Юрию Алексеевичу Гагарину —
исполнилось бы пятьдесят лет.
Уже пятьдесят!
А ведь он так и остался
в нашей памяти — молодым,
обаятельным, веселым.
И для всех грядущих поколений
будет именно таким. Сколько бы
лет ни прошло, в памяти людской
Гагарин никогда не постареет.
Редкая судьба выпала на долю
этого удивительного человека.
Отдавая дань памяти Ю. А. Гагарина —
истинного сына всей планеты, —
мы публикуем статью о его
жизненном пути, а также подборку
воспоминаний людей, бывших рядом
с космонавтом в первые часы
после того, как он,
совершив свой исторический полет,
вновь вступил на землю
своей Родины.**

к 50-летию со дня рождения Ю. А. Гагарина

лице в Люберцах, школа рабочей молодежи. Получение в 1955 году диплома литейщика-формовщика (с отличием) в Саратовском индустриальном техникуме. Параллельно — увлечение летным делом, занятия в Саратовском аэроклубе, первый самостоятельный полет в том же 1955 году и завершение занятий в аэроклубе в числе лучших. Решительный выбор дальнейшего пути — летное училище в Оренбурге. После отличного завершения учебы Ю. А. Гагарин начал службу летчиком-инструктором в морской авиации в Заполярье. А в 1959 году, как и многие, он подал рапорт с просьбой направить его для подготовки к полетам в космос. Отсюда начинается уже не обычная, а особенная часть биографии Ю. А. Гагарина — будущего «космонавта номер один».

В числе очень немногих он прошел многослойные «фильтры предельно строгих медкомиссий и был включен в состав небольшого отряда потенциальных «первопроходцев космоса». Биография каждого из них отныне определялась не только незаурядными природными данными, но и творческими усилиями большого коллектива ученых. Создавался новый тип личности и специалиста — сплав качеств, необходимых для осуществления первого прорыва человека в космос.

ОТ ФАНТАСТИКИ К РЕАЛЬНОСТИ

Уже в глубокой древности люди не только предполагали, что космос заселен, наподобие Земли, но и мечтали сами достичь этих других далеких миров. Однако лишь в конце XIX века было найдено реальное средство для таких путешествий — ракета. Только она была полностью автономным летательным аппаратом, способным двигаться в пустоте, и только она позволила осуществить постепенное и допустимое нарастание перегрузок при разгоне и торможении, то есть была принципиально приемлемой для полета на ней живого существа.

Впервые идею запуска искусственного спутника Земли с помощью ракет (но выстреливаемых из пушки) высказал в 1879 году Жюль Верн в романе «Пятьсот миллионов бегумы». А всего через два года приговоренный к каз-

ни народоволец Н. И. Кибальчич оставил человечеству свое завещание — первый научный проект подлинно ракетного пилотируемого аппарата с пороховым двигателем. В 1883 году калужский учитель К. Э. Циолковский описал межпланетный корабль с реактивным двигателем. Так фантазия сомкнулась с наукой. Эти первые проекты остались тогда в рукописях и сделались известны лишь в советское время.

Принципиальное всестороннее теоретическое решение проблемы космических полетов впервые дал в 1896 году гениальный основоположник теоретической космонавтики К. Э. Циолковский, которому удалось опубликовать свою теорию лишь в 1903 году, в первой части классического труда «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В последующие годы он развил ее. Так, ему принадлежит воплотившаяся в жизнь идея космических ракет с двигателями на жидком топливе (1911, 1914 гг.). Циолковский решал проблему сразу в двух планах: разрабатывая теорию и технические средства полета, он одновременно анализировал состояние человека в космосе. Точность его научных прогнозов впервые подтвердил Ю. А. Гагарин.

Полет Ю. А. Гагарина подтвердил и два других глубоких предвидения Циолковского, который в конце своей жизни, в 1935 году, сказал: «Я верю, что многие из вас будут свидетелями первого заатмосферного путешествия... Я твердо уверен — первенство будет принадлежать Советскому Союзу». В этих словах прозвучала не только его вера в стремительность прогресса науки и техники XX века, но и убежденность в преимуществах социалистического общества с его высоким творческим потенциалом. Передача эстафеты от научной фантазии и первых теоретических расчетов к реализации космических запусков ракет и космических полетов человека состоялась именно в нашей стране. И это было не случайно.

Разумеется, техническое решение проблемы было подготовлено успехами общего развития науки и техники, в том числе авиационной. Но для решения и для самой постановки еще более грандиозных, принципиально новых задач космонавтики требовалось важное дополнительное условие: общий подъем энергии, умение дерзать, уверенность в своих силах, чем и отличается революционно обновленное общество. Такой была молодая советская страна, испугавшая в 1920 году крупнейшего фантаста начала XX века дерзкими планами

глобальной электрификации своего хозяйства... Неудивительно, что именно в ней в те же 20-е годы получила новый стимул к решению еще более дерзновенная задача — освоения космоса, реализации космических полетов человека. Девизом советских людей стали слова песни: «Мы рождены, чтоб сказку сделать былью!»

Лишь в советское время были оценены по достоинству и получили действительную поддержку государства труды Циолковского. Он не только сам плодотворно продолжал свои исследования, дав в 1926—1929 годах принципиально новое гениальное решение проблемы космического полета — проект многоступенчатой ракеты, но и мог теперь передать свои идеи многим молодым энтузиастам, из которых впоследствии выросли создатели современной космической техники. История этого небывалого взлета творческих сил и создания научно-технической базы для космических полетов детально описана, особенно в ярких книгах и брошюрах академика В. П. Глушко. Начаты уже в 1918—1919 годы в Петрограде и Москве и широко развернувшиеся в 30-е годы исследовательские и организационные работы в этом направлении с новой силой и на несравненно более мощной научно-производственной основе были продолжены в послевоенный период. Первым космическим итогом их стал запуск искусственного спутника Земли 4 октября 1957 года.

Как далеки были по своей мощи двигатели, вынесшие в космос могучую трехступенчатую ракету типа «Восток», как далека она была по своим параметрам, конструкции, научному оснащению от первых опытных ракет МосГИРДа 1933 года! Тогда ракеты имели стартовую массу чуть больше 20 кг и поднимались не более, чем на 1,5 км. Теперь же масса ракеты измерялась сотнями тонн, а каждый из ее пяти основных двигателей создавал тягу около 100 т! В конструкции и материале самой ракеты, ее двигателей, сложной системы автоматического управления были аккумулированы творческая энергия, мысль, талант, беспримерное упорство советских ученых, конструкторов, труд огромного числа высококвалифицированных рабочих.

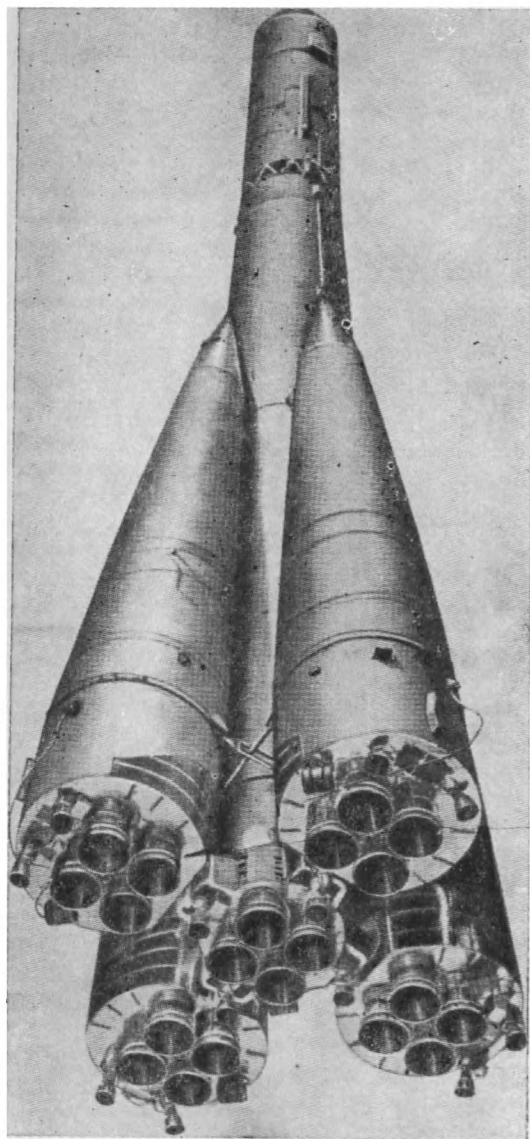
В последующие годы быстро возрастала полезная нагрузка запускавшихся советских космических ракет, совершенствовалось их управление, оснащение научной, в том числе жизнеобеспечивающей аппаратурой. Уже на втором искусственном спутнике Земли в кос-

мос было поднято первое живое существо — легендарная теперь собака Лайка. Запуски с животными следовали один за другим, приближая главную цель — полет человека в космос. ЭКСПЕРИМЕНТ ВЕКА

В отличие от всех прошлых эпох проблема первопреходца решалась теперь на самом высоком государственном уровне, с привлечением последних достижений как самой техники, так и науки о человеке. Всякая случайность выбора исключалась. Риск сводился к возможному минимуму.

На протяжении всей истории познания мира обычно смельчак-одиночка пускался один или с группой товарищей в задуманный путь на свой риск и страх. Общество, государство не несло за него ответственности, да и мало интересовалось им. Оно могло вознести его временно на вершину славы в случае успеха предприятия, но затем обычно забывало о нем. Приближение к началу эры космонавтики происходило в совершенно иных условиях. Осуществление первого космического полета требовало усилий на уровне государства и было экзаменом прежде всего научно-технической зрелости государства и общества, его экономического потенциала. Только две страны мира способны были поднять такую ношу, выдержать подобный экзамен — Советский Союз и США.

Путь в космонавтику сначала был открыт лишь высококлассным специалистам, представителям реактивной авиации. Ведь условия их работы в некоторой степени уже приближались к условиям космического полета. И вот после окончательной медицинской проверки, весной 1960 года встретились в первом отряде будущих космонавтов В. М. Комаров, А. А. Леонов, Г. С. Титов, А. Г. Николаев, Ю. А. Гагарин и другие летчики, всего около 20 человек. Отныне творческие усилия тех, кто руководил созданием и создавал новую космическую технику, — С. П. Королева, В. П. Глушко, С. А. Косберг, Н. А. Пилюгина, М. В. Келдыша и других крупнейших советских ученых и конструкторов, а также медиков и психологов соединились с усилиями и судьбой тех, кому предстояло непосредственно совершить первые космические полеты. Но от старта 12 апреля 1961 года еще отделяли многие месяцы упорных тренировок, учебы, труднейшей борьбы с физиологической подогнанностью человеческого организма к своей земной «колыбели», где, как сказал Циолковский, человек не мог оставаться вечно.



Трехступенчатая ракета-носитель «Восток» с двигателями РД-107, РД-108. С ее помощью запускались космические корабли «Восток»

Будущим космонавтам на пути к заветной цели, словно сказочным героям, предстояло пройти «огонь, воду, ...». Только здесь было еще сложнее: испытанная жарой в термокамере, чудовищной тряской на вибростенде сменялись тренировками в буквальном смысле на устойчивость на качающихся и вращающихся плоскостях, на лопинге («мертвая петля») и батуте. Одним из самых трудных было ис-

питание на центрифуге, когда на человека действуют то в одном, то в другом направлении перегрузки до 10—13 g, так что вес на короткое время приближается к 1 т! В барокамере и сурдокамере испытывались выносливость на кислородное и сенсорное голодание соответственно во время имитации подъема или при многосуточном пребывании человека в замкнутом небольшом пространстве и абсолютной тишине.

Тренировки первых отличались еще и тем, что проводились они с понятной перестраховкой по отношению к теоретически ожидаемым трудностям полета. И все же не было окончательной уверенности, что и такого запаса нагрузок достаточно. Особенно это касалось проблемы невесомости. На Земле ее удавалось создавать всего на десятки секунд — в реактивных самолетах при их «свободном» полете по параболе после разгона. К более длительному пребыванию в невесомости, вплоть до осуществления первого полета в космос медики относились настороженно. Сможет ли космонавт работать в невесомости, а в случае необходимости и взять на себя предусмотренное ручное управление кораблем?

Во время тренировок проверялись и укреплялись прежде всего потенциал интеллектуальной активности будущих космонавтов, внимание, острота реакции, — короче, способность к осмысленной работе в экстремальных условиях, при перевернутом суточном распорядке, к работе, доведенной по четкости до автоматизма, но предусматривающей и быструю переориентацию в неожиданных ситуациях. Выработывалась даже способность волевым усилием расслабляться — засыпать и по программе пробуждаться. Недаром на вопрос перед стартом — «как спали?» — Гагарин ответил: «Как учили».

Здесь уже недостаточно было природных физических данных — устойчивости вестибулярного аппарата или крепости нервов. Нужны были черты незаурядной личности и даже... оптимистический склад характера, не говоря уже о стремлении к высокой цели и понимании ее значения. В Ю. А. Гагарине этот сплав врожденных и приобретенных качеств оказался наиболее удачным, наиболее цельным. Выбор его в качестве космонавта номер один одобрил и С. П. Королев, опираясь не только на данные врачей-психологов, но и на собственные наблюдения и интуицию. И она его не подвела. В известном смысле главный конст-

руктор, несший небывалый груз ответственности за реализацию самых первых, а потому самых трудных полетов человека в космос, стал духовным отцом, скульптором личности первого космонавта.

ЧЕЛОВЕК В КОСМОСЕ

И вот Ю. А. Гагарин в кабине корабля-спутника «Восток», на вершине трехступенчатой 38-метровой ракеты-носителя, оснащенной шестью двигателями общей мощностью в 20 млн. лошадиных сил. Он спокоен. За час до старта, когда по неистребимому закону «визит-эффекта» не прошла информация о замыкании контрольных контактов, Гагарин разряжает напряжение «стартовиков» шутивным вопросом: «Искра потерялась?» Заканчивается обратный счет секундам. Следует команда «Подъем!» Слышится его спокойное и даже несколько мальчишеское: «Поехали!».

Сквозь чудовищный рев двигателей при наборе скорости, когда возрастающие до четырехкратных перегрузки вдавливали космонавта в кресло и все тело ощущало мощную вибрацию многотонного корпуса ракеты, Земля слышала бодрые сообщения Ю. А. Гагарина, что у него все нормально, хотя и растут перегрузки. А затем, после прохождения плотных слоев атмосферы, был сброшен автоматически головной обтекатель корабля, и в иллюминаторы открылись просторы Сибири — впервые с высоты нескольких сотен километров! В это время, несмотря на продолжавшийся рост перегрузок, Земля услышала слова, выразившие первое космическое впечатление: «Красота-то какая!» Наконец, отделилась последняя третья ступень ракеты-носителя и начался свободный космический полет — наступила невесомость.

Старт состоялся в 9 ч 07 мин по московскому времени. В 10 ч 02 мин из памятного нашему поколению экстренного сообщения ТАСС о нем узнал потрясенный мир. Полет проходил на высотах до 327 км, скорость достигала 7,9 км/с (свыше 28 000 км/ч!). Общий вес корабля-спутника (без последней ступени ракеты) составлял 4725 кг. В полете Гагарин активно работал, следил за показаниями приборов, делал записи в боржурнале, передавал по разным радиоканалам сообщения на землю, принимал пищу и воду (что также было экспериментом), ослаблял привязные ремни и «всплывал» над креслом. Точно по программе в 9 ч 52 мин корабль автоматически (по Солн-

цу) был ориентирован против движения, и в 10 ч 25 мин произошло его активное торможение с помощью специальных двигателей, которые сработали также безупречно. Корабль перешел с орбиты на переходный эллипс и в 10 ч 35 мин стал входить в плотные слои атмосферы. Возобновились перегрузки и вибрации. Космонавт испытал и ряд новых, частью не предвиденных ощущений: во время медленного вращения корабля еще в свободном полете и при внезапно начавшемся, но, к счастью, скоро прекратившемся кувыркании корабля-спутника при спуске в плотных слоях атмосферы. Впервые человек испытал то, что не приходило в голову даже фантастам: наблюдал изнутри (!) подлинный болид — клубок огненной плазмы, в центре которого неслась к земле раскалявшаяся снаружи от чудовищного трения спускаемая кабина корабля, ставшая первым «обитаемым метеоритом!» Температура воздуха у его поверхности достигала в это время нескольких тысяч градусов. Гагарин видел отсветы бушующего за иллюминатором огненного смерча и слышал грозное потрескивание сгорающей тепловый защитной обмазки корабля, успел заметить, как, словно спички, вспыхнули и сгорели не защищенные обмазкой антенны... Такая же судьба постигла и отделившийся приборный отсек. А в это время в кабине поддерживались нормальные условия — температура, содержание кислорода, влажность... Только космонавт мог в эти минуты полностью оценить почти фантастическую надежность техники! И все же на спуске ему невольно припомнилось, что один из предыдущих кораблей-спутников во время возвращения получил, вместо торможения, противоположный импульс, а другой, с двумя четвероногими «пассажирами», слишком круто вошел в атмосферу и сгорел... Такова была еще одна, чисто психологическая «перегрузка», преодоленная первым космонавтом. В 10 ч 55 мин кабина и космонавт благополучно приземлились в заданном районе. На месте посадки ныне стоит памятный обелиск.

Полный успех полета, отлично перенесенная длительная (по сравнению с наземными испытаниями) невесомость послужили мощным стимулом к быстрому прогрессу советской и мировой космонавтики. Освоение космоса человеком стало качественно новой ступенью космической эры: опыт каждого космонавта, начиная с первого, учитывался при подготовке следующего полета и позволял быстрее и

целенаправленное совершенствовать технику. И хотя на этом начальном пути в неведомое происходили и неизбежные трагические срывы, в целом прогресс в освоении космоса после полета Гагарина был поистине грандиозным. В наши дни космонавтика прочно входит в жизнь человечества.

ГРАЖДАНИН ПЛАНЕТЫ

Народы всей Земли чествовали Ю. А. Гагарина после его исторического полета. В течение семи лет он побывал в качестве почетного гостя в 30 странах и в сознании миллионов сделался подлинным гражданином планеты. Все это время он продолжал работать, учиться. Подполковник с 1962 года и полковник с 1963 года, он в феврале 1964 года стал заместителем начальника Центра подготовки космонавтов (теперь этот Центр носит его имя). В 1963 году Гагарин закончил Военно-воздушную инженерную академию имени Н. Е. Жуковского и получил квалификацию «летчик инженер-космонавт». Он вел большую общественно-политическую работу как депутат Верховного Совета СССР, член ЦК ВЛКСМ, президент общества «СССР — Куба», был избран почетным членом Международной академии по астронавтике. Он стремился к новым космическим полетам и готовился к ним...

Юрий Алексеевич Гагарин погиб 27 марта 1968 года во время тренировочного полета на реактивном самолете. Имя его увековечено в названиях многих мест на Земле, в названии кратера на обратной стороне Луны и малой планеты № 1772, открытой 6 февраля 1968 года.

В памяти современников и потомков он навсегда останется молодым, со своей известной всему миру обаятельной улыбкой. Ю. А. Гагарин ясно сознавал опасность, но вместе с тем и все историческое значение избранного им пути. Заканчивая (в марте 1968 года) подготовку своего доклада «О профессиональной деятельности космонавта» для конференции ООН в Вене, он писал: «За многие достижения, способствующие прогрессу, человечеству приходится платить дорогой ценой, нередко ценой жизни лучших своих сынов. Но движение по пути прогресса неодолимо. Эстафету научного подвига подхватывают другие и, верные памяти товарищей, идут дальше. Ведь нет большего счастья, чем служить людям...»

**Первый заместитель председателя
Федерации космонавтики СССР
И. Г. БОРИСЕНКО**

Шаг в новую эру

Никогда не забуду апрельские дни на Байконуре 1961 года. Государственная комиссия утвердила Юрия Гагарина командиром «Востока», дублером был назначен Герман Титов. Вроде бы и знакомы мне оба, и встречал я их уже несколько раз и там, в Москве, и здесь, на космодроме, но теперь взглянул на них совсем иными глазами. Особенно на Юрия. Ему лететь, ему быть первым!

Короткие встречи с Гагариным носили деловой, официальный характер. Мы его ознакомили с кодексом ФАИ — Международной авиационной федерации (я тогда работал в Федерации авиационного спорта), объяснили суть нашей работы, рассказали, что требуется от него.

— А почему раньше не регистрировались космические рекорды? — заинтересовался Гагарин.

— Вы же первый, — объяснили ему.

— Наш спутник тоже был первый, — не отступал Юрий. — И лунная ракета, и фотографирование Луны...

— То были автоматы, — ответил я.

— А космический манекен «Иван Иванович»? — не унимался Гагарин.

— «Иван Иванович» тоже своего рода автомат, — заметил я. — Первым будете вы, Юрий Алексеевич.

— Всю эту документацию в Париж повезете? — спросил Юрий.

— Обязательно повезем.

— Счастливики. А я вот ни разу в Париже не бывал, — усмехнулся Гагарин и добавил: — А без меня все это утвердят? Может быть, с собой возьмете?..

К сожалению, присутствовать при старте космического корабля «Восток», слушать историческое заявление Юрия Гагарина, видеть, как ракета уносила в звездную высь первого человека с планеты Земля, мне не пришлось. Мне надлежало отправиться в расчетный район приземления. Было сказано: «...город Саратов. Там уточните, куда следовать дальше».

С поисково-спасательной группой прибыл в район приземления, недалеко от деревни Смеловки. Здесь все приготовлено для встречи космонавта. За день до старта с утра повалил снег, но к полудню растаял, и ручейки превратились в реки. Погода была неустойчивой. Плохая видимость, сильный ветер усложняют работу поисковиков. Но 12 апреля с самого утра солнце засияло по-весеннему. Кажется, сама природа радовалась первому полету человека в космос.

Около десяти часов услышали первое сообщение ТАСС о полете Гагарина. Космический рейс проходил успешно. Нам заранее был известен график спуска корабля на Землю, и вертолет наш находился на кратчайшем расстоянии от расчетной точки посадки «Востока».

...9 часов 51 минута. На корабле включилась автоматическая система ориентации. Дорога к Земле открыта.

...10 часов 15 минут. Включилась тормозная двигательная установка. Корабль вышел на спусковую орбиту.

...10 часов 35 минут. После отделения от приборного отсека спускаемый аппарат вошел в плотные слои атмосферы. В этот момент на космонавта обрушились восьмикратные перегрузки...

До приземления еще долгих двадцать минут. Скорость снижения — 220 м/с. До Земли оставалось около 7000 м. Вот-вот откроется первый тормозной парашют, а за ним начнет работу основная парашютная система. Мы не отрывали глаз от неба, где с секунды на секунду должна была появиться оранжевая точка — купол гигантского парашюта. Вот он! Все ниже, ниже... Наш вертолет поспешил к месту посадки.

...10 часов 55 минут. Первое космическое путешествие вокруг земного шара завершено. Записываю в своем дневнике: «12 апреля 1961 года Юрий Гагарин приземлился в 26 километрах юго-западнее города Энгельса, вблизи деревни Смеловки Саратовской области».

Наш вертолет прибыл к месту посадки, когда Юрий уже стоял в окружении людей. Последовали горячие объятия, поздравления... Хотя я отлично знал, что передо мною именно он, космонавт-1 — Юрий Гагарин, все же, как это требует спортивный кодекс, прежде всего попросил его показать удостоверение, записал номер и дату выдачи, зарегистрировал в специальном бланке фамилию, имя, отчество, дату

и время приземления. Проверил опознавательные знаки космического корабля, на котором написано «Восток — СССР».

Здесь же, на месте приземления, я зарегистрировал три первых абсолютных мировых космических рекорда, установленных Юрием Гагариным: рекорд продолжительности полета (108 минут), рекорд высоты полета (327,7 километра) и рекорд максимального груза, поднятого на эту высоту (4725 килограммов). Кроме того, я зафиксировал два рекорда радиосвязи: осуществление впервые в мире двухсторонней радиосвязи Земля — Космос, Космос — Земля в диапазоне коротких (9,019 и 20,006 МГц) и ультракоротких волн (143,625 МГц). Такую связь на столь большом расстоянии никто еще не устанавливал.

В эти минуты кто-то из группы встречи уже забивал в землю металлический стержень, чтобы увековечить место финиша первого полета человека в космос. Теперь там установленobelisk. Мы взяли скафандр, бортовой журнал Гагарина, некоторые приборы и погрузили все это в вертолет. Через несколько минут мы с первым космонавтом были уже на аэродроме. Работники наземной службы сердечно встретили космонавта. Цветы, аплодисменты, поздравления. Гагарин был растроган и удивлен. Такого приема он не ожидал. В ответ Юрий улыбался, благодарил за теплые слова, пожимал тянущиеся к нему руки.

Пора было лететь дальше.

— А где часы, что были со мной в космосе? Они были пришиты к левому рукаву скафандра... — вспомнил Гагарин.

Я вернулся в кабину вертолета, отрезал часы от скафандра и принес их Юрию.

— Спасибо. Они мне очень дороги, — поблагодарил космонавт и бережно положил их в карман.

В самолете врач Виталий Георгиевич Волович осмотрел космонавта. Проверил пульс, давление, прослушал сердце. Все было в норме, самочувствие превосходное. На память мы сфотографировались. Самолет взял курс на Куйбышев, где космонавта ждали члены Государственной комиссии и товарищи по отряду, друзья. В салоне самолета было шумно. Людские голоса заглушал мерный гул моторов. Хотелось задать Гагарину множество вопросов. Хотелось поймать его взгляд и, может быть, по глазам понять внутренний мир этого человека — вот сейчас, после всего того, что осталось позади.



**Встреча в Москве после завершения полета.
Май 1961 года. Публикуется впервые**

Гагарин улыбался, что-то говорил, кому-то давал автограф...

— Ну что, товарищ спортивный комиссар, как дела? — обратился он ко мне.

Я сказал, что им установлено сразу три абсолютных мировых рекорда.

На следующий день в Куйбышеве состоялось заседание Государственной комиссии, на котором первый космонавт сделал сообщение о работе систем корабля в полете, о всем том, что он видел и пережил за пределами Земли, на космической орбите. Доклад был столь обстоятельным, что вызвал единодушный восторг. Известные ученые, конструкторы, специалисты различных областей знания горячо аплодировали герою. Сергей Павлович Королев довольно улыбался, хотя и старался скрыть свои чувства. Гагарин был его избранником. Сергей Павлович не говорил об этом, но в душе испытывал к Юрию большую симпатию.

И старт, и финиш прошли успешно. На корабле не было технических неполадок, самочувствие у Юрия Алексеевича было хорошее.

Я вспоминаю споры, которые велись еще до старта Гагарина: мол, именно посадка на Землю отодвигает полет человека в космос на неопределенный срок, техника еще не в состоянии гарантировать безопасность приземления. 12 апреля 1961 года все сомнения ушли в прошлое.

В первые часы

12 апреля 1961 года я со своей командой врачей и парашютистов ждал на аэродроме вблизи расчетного места посадки...

Незадолго до отлета из Москвы мы в последний раз встретились с Гагариным на тренировке по приводнению. В центре просторного зала, залитого светом прожекторов, голубел бассейн. Тихо покачивались льдинки, легкая рябь пробегала по поверхности воды. Гагарин стоял на краю бассейна, одетый в ярко-оранжевый космический скафандр с белым герметическим шлемом.

— Можно начинать, Юрий Алексеевич? Вы готовы? — спросил ведущий инженер.

Гагарин улыбнулся в ответ и поднял руку к шлему. Опустилось, щелкнув, прозрачное забрало. Еще секунда — и он, подняв тучу брызг, прыгнул в воду. Скафандр мигом вытолкнул космонавта из воды, и тот, попеременно взмахивая руками, медленно поплыл на спине, расталкивая льдинки. «Купание» повторялось несколько раз. Наконец, Гагарин выбрался из бассейна и, присев на бортик, свесил ноги и приподнял забрало.

— Ну как, Юрий Алексеевич, не замерз? — спросил ведущий.

Гагарин весело рассмеялся:

— Да разве в нем замерзнешь! Наверное, даже в Северный Ледовитый океан угодить не страшно. Надежная штука.

...Чей-то громкий голос прервал мои мысли. По самолетам...

Убегают из-под колес летная полоса, влажная после ночного дождя. Самолет сделал круг над аэродромом, и вот под нами еще не совсем освободившиеся от снега приволжские поля. Радист медленно вращает ручку настройки, и вдруг раздается торжественный голос диктора. Мы слышим только конец фразы: «...мический корабль-спутник „Восток“ с человеком на борту. Пилотом-космонавтом космического корабля-спутника „Восток“ является гражданин Союза Советских Социалистических Республик майор Гагарин Юрий Алексеевич...»

В грузовую кабину буквально врывается второй пилот:

— Быстрее, парашютисты! Мы уже в расчетной точке.

Бортмеханик рывком открывает дверцу, и внизу, на светло-коричневом фоне пахоты, я отчетливо вижу ярко-оранжевое пятно парашюта и крохотные фигурки людей. Значит, Гагарин уже приземлился. Я нетерпеливо жду команды «пошел» и вижу, как напряглись в ожидании лица ребят из моей группы. Но желанной команды все нет. Вместо нее на табло перед моим носом ярко вспыхивает красная лампочка: «отбой». Стало быть, Гагарин приземлился благополучно и никакой медицинской помощи ему не требуется.

Мы идем на посадку. Оставив все имущество в самолете, спрыгиваю прямо на бетон и почти бегом направляюсь к невысокому зданию аэропорта, окруженному шумной толпой. Я поднялся на второй этаж и открыл дверь. Комната полна народа, а у стола в небесно-голубом ТЗК — теплозащитном костюме — сидел радостно улыбающийся Гагарин. Снятый скафандр был аккуратно сложен и лежал рядом на стуле. Я бросился навстречу:

— Юрий Алексеевич, Юра, дорогой, поздравляю с благополучным приземлением! Самочувствие?

Гагарин успокаивающе похлопал меня по плечу:

— Не волнуйтесь, все в полном порядке.— Он помолчал и затем добавил: — А я ведь ждал вас, был уверен, что вы будете меня встречать...

Надо было торопиться. В Куйбышеве Гагарина ждали члены Государственной комиссии. В Куйбышеве ждал космонавта Главный Конструктор.

Держим курс на Куйбышев. Все, «ходящиеся в салоне самолета, собрались возле Гагарина. Открытая улыбка и блеск глаз, какая-то особенная простота и обаяние — все в нем привлекало людей. В салоне было тепло,



В самолете. Слева от Ю. А. Гагарина В. Г. Волович, справа — И. Г. Борисенко

и Гагарин снял свой голубой комбинезон. Там и тут из-под рубашки торчали белые хвостики проводов. Они тянулись от датчиков, прикрепленных к телу космонавта. Эти крохотные чуткие устройства посылали свои сигналы из космоса, позволяя ученым непрерывно следить за пульсом, дыханием, температурой и кровяным давлением летящего над Землей. Я устроился в кресле рядом с Гагариным, раскрыл сумку, извлек все необходимое для медицинского осмотра и, сняв колпачок с авторучки, выжидающе посмотрел на Гагарина.

— Ну, что ж, работа есть работа. Будем обследоваться,— сказал он, подставляя руку. Я наложил манжету, накачал в нее воздух и, прижав мембрану фонендоскопа к локтевому сгибу, весь превратился в слух. Стрелка тонометра медленно поползла по циферблату.

— Ну как давление?

— Отлично! 125 на 70. Как у младенца.

— То-то,— сказал Гагарин и весело подмигнул.

Осмотр продолжался. Подержав градусник под мышкой, Гагарин сначала сам посмотрел — $36,6^{\circ}$ — и только после этого вернул его мне.

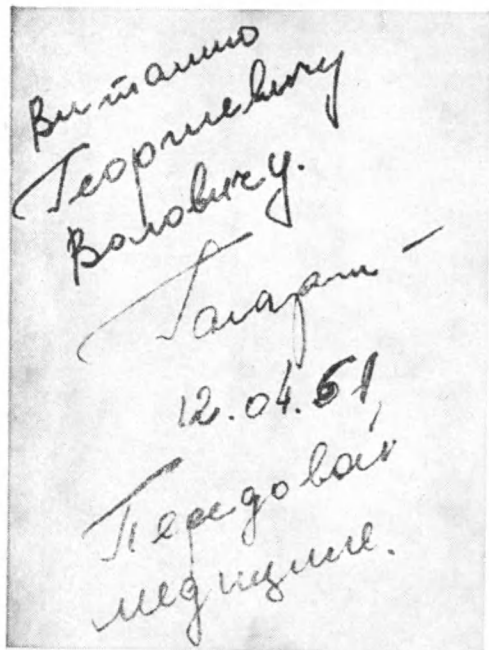
Теперь надо подсчитать пульс и дыхание. Я шепотом считаю, искоса поглядывая на секундомер: один, два, три, четыре, пять... Все нормально. Пульс — 68 ударов в минуту, грудь вздымается мерно, спокойно. И после очередного моего «отлично» все начинали улыбаться: «Вот он какой, наш космонавт!».

Наконец, осмотр закончился. Все сразу зашумели, заговорили хором. У каждого на языке вертелось множество вопросов.

— Давайте по очереди,— шутиливоскомандовал космонавт.

— Про невесомость расскажите, пожалуйста, Юрий Алексеевич. Неужели совершенно не чувствуешь своего тела? Наверное, это вроде бы, как во сне бывает: взмахнул руками и летишь над Землей? Похоже, нет?

— В общем-то похоже,— улыбнулся Гагарин.— Когда исчезло земное притяжение, вдруг появилось ощущение необычайной легкости. И руки, и ноги стали вроде бы не моими. Они ничего не весили. Сам не сидишь,



Вы ищите
Теоретическую
Вопросы.
Гагарин —
12.04.51,
Переговоры
медицины.

Первый автограф Ю. А. Гагарина

не лежишь, а словно висишь в кабине между потолком и полом, насколько привязные ремни позволяли. Я пробовал писать в таком состоянии. Получилось. Только вот блокнот все норовил улететь от меня. Поработал телефонным ключом — тоже получается хорошо. Потом смотрю: карандаш мимо лица проплыл, а рядом с ним маленькие сверкающие шарики. Как бусинки. Это вода пролилась из соска, когда я пил. Вот только после Африки, когда тормозная установка включилась и корабль пошел к Земле, сразу прижало к сидению, и я почувствовал, что руки и ноги основательно потяжелели.

— А Земля хорошо видна из космоса? Можно различить на ней что-нибудь? Ну, острова, реки?

— Раньше я видел Землю с самолета, километров с пятнадцати. Конечно, в иллюминатор «Востока» видно хуже, но все-таки достаточно отчетливо. Я хорошо различал и леса, и горы, и берега континентов, острова и крупные реки. И не только их, а даже большие квадраты колхозных полей, и разбирал, где пашня и где луг.

Временами наша беседа прерывалась, и Гагарин, откинувшись на спинку кресла, закрывал глаза...

Машина чуть просела в воздухе.

— Что, уже подлетаем? — встрепенулся Гагарин.

— Через пятнадцать минут посадка, — отозвался штурман, стоявший на пороге пилотской кабины.

— Тогда пора приводить себя в порядок, — серьезным тоном сказал Гагарин, но не выдержал и улыбнулся своей светлорубой улыбкой. Привстав, он неторопливо подтянул голубой ТЗК, сунул поочередно руки в рукава, ловким движением застегнул длинную молнию, упрятал в кармашки белые проводки и, аккуратно расправив воротничок костюма, произнес:

— Ну вот, теперь вроде бы порядок. Можно и на людях появиться.

Колеса уже коснулись бетонки, как вдруг Гагарин сказал:

— Шапки-то у меня нет. Я ведь ее в байконуре оставил. В чем выходить из самолета? — И тут же пошутил: — Может, от скафандра отрезать гермошлем?

Я вытянул из сумки свой десантный, выдавший виды черный кожаный шлемофон с длинными ушами, в котором когда-то прыгал с парашютом на Северный полюс, и протянул Гагарину.

Он примерил:

— Пожалуй, маловат, но сойдет. А э-э, сами-то как?

— Раздобуду что-нибудь у экипажа

Самолет остановился в конце летной полосы, развернулся и, подвывая двигателями, покати туда, где шумело и колыхалось многоголосое людское море... Толпа окружила трап. Но едва Гагарин ступил на бетонку, к нему бросился, стиснув в объятиях, летчик-капитан. Они замерли на несколько мгновений, как это бывает с друзьями, что встретились после долгой разлуки. Немногие из присутствующих на аэродроме знали, что этот юноша вскоре тоже станет легендой — «космонавтом-два»

Гагаринская вахта в океане

В конце февраля 1961 года отряд советских экспедиционных океанографических судов возвращался на свою базу после многомесячной космической вахты в океане. До базы оставалось 7—8 суток хода, когда начальник экспедиции получил указание вскрыть особый пакет, врученный ему перед выходом в океан. Пакет содержал распоряжение о прекращении движения экспедиции на базу, давались новые координаты «точек» стояния судов и сроки прибытия этих судов в «точки».

Судам экспедиции надлежало в короткое время занять точки вдоль линии, проходящей от 40° с. ш. до 8° ю. ш., на расстоянии 700—900 миль друг от друга.

Судовые вертолеты доставили на борт флагманского корабля руководство судовых экипажей. Короткое вступительное слово начальника экспедиции, постановка задачи, ответы на вопросы. Каждый из присутствовавших понимал — предстоит выполнить ответственнейшее поручение партии и правительства.

В начале апреля суда заняли установленные места, закончились последние тренировки. Все было готово к космической вахте.

Вскоре поступило распоряжение: «12 апреля предстоит работа с космическим кораблем «Восток». Быть готовым (при необходимости) вступить в двустороннюю связь с космонавтом. Обеспечить надежный прием, обработку и регистрацию всей передаваемой с космического корабля информации (связной, телеметрической, других сигналов и команд) с последующей немедленной передачей в Центр управления полетом. Быть готовым к использованию корабельных вертолетов, судовых плавсредств и других спецсредств к обеспечению поисково-спасательных работ в необходимом масштабе».

12 апреля 1961 года. Вся работа на судах экспедиции была подчинена командам, поступающим с космодрома Байконур.

— Готовность тридцать минут! Введены в необходимые режимы все технические средства.

— Готовность пятнадцать минут... Десять... Пять... Протяжка... Старт!

Слышна информация, принимаемая с Байконура и передаваемая по судовой громкоговорящей связи: «Полет проходит нормально!». Близится время вхождения в «контакт» с аппаратурой «Востока» судовых технических средств...

Наконец «пошла» телеметрия. Начали прием сигналов и другие радиотехнические средства. Экспресс-анализ телеметрических данных показывает, что бортовое оборудование работает нормально. Состояние космонавта хорошее. Быстро эти данные передаются на космодром, в Центр управления полетом. Сквозь атмосферные помехи связисты принимают голос первого в мире космонавта, сына великой социалистической Отчизны — Юрия Гагарина:

— Полет проходит нормально. На борту порядок! Самочувствие отличное! Вижу Землю...

Постепенно теряют связь с «Востоком» радиотехнические средства судов.

...По судовой радиосети прозвучала команда «Отбой всем средствам». На верхней палубе возник стихийный митинг. Раздается мощное матросское троекратное «Ура!».

Судовая трансляция передает: «Государственная комиссия благодарит за хорошую работу. Все, можно возвращаться домой».

Около 25 лет несет свою космическую вахту космический флот Родины. Сегодня он оснащен судами, оборудованными сложнейшей техникой,— такими, как «Космонавт Юрий Гагарин», «Академик Сергей Королев», «Космонавт Владимир Комаров»...

Минуло 23 года со дня запуска «Востока-1». Сегодня не единичный космический корабль, а сложные, многомодульные орбитальные космические комплексы и более сотни других автоматических космических объектов выполняют многоотраслевую программу исследования и использования космического пространства в интересах народного хозяйства нашей Родины и всего человечества.



Космическая программа США: курс на конфронтацию

КОСМОС — ВО ВРЕД ИЛИ НА БЛАГО?

Формируя свои национальные космические программы, государства могут либо отдавать предпочтение долгосрочным целям прогресса всего человечества, либо направлять усилия на решение краткосрочных политических задач, пытаясь обеспечить себе односторонние военные преимущества. Очень важно, озабочено ли то или иное государство идеями гуманизма и прогресса всего человечества или же оно стремится затормозить этот прогресс, направляя против других государств имеющиеся в его распоряжении средства, в том числе космическую технику.

Главная цель, которую преследует Советский Союз, осваивая космос, остается неизменной. «Победы в освоении космоса — не только достижения нашего народа, но и всего человечества, и служат они не войне, а миру и безопасности народов. При этом, — как говорится в ответе Генерального секретаря ЦК КПСС Ю. В. Андропова на обращение группы американских ученых и общественных деятелей, — ...именно Советский Союз — страна, которая 25 лет назад открыла дорогу в космос, является инициатором и участником всех ныне действующих международных соглашений, направленных на то, чтобы космос использовался только в мирных целях, на благо человечества».

Наша страна — участник всех основных международных договоров и соглашений, устанавливающих принципы деятельности государств по исследованию и использованию космоса в мирных целях (Земля и Вселенная, 1981, № 2, с. 22; 1984, № 1, с. 8. — Ред.). В последние годы Советский Союз внес в Организацию Объединенных Наций проекты двух важных договоров, вступление которых в действие могло бы предотвратить распространение гонки вооружений на космическое пространство. Последовательный курс Советского Союза

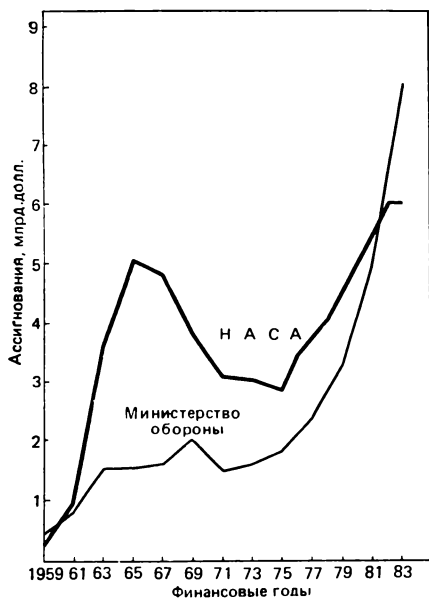
и других социалистических государств на использование достижений космонавтики и научно-технического прогресса исключительно в мирных целях, в интересах всего человечества отражает заботу о судьбах живущих и будущих поколений. Уместно напомнить, что именно к такому гуманистическому использованию космоса призывал в свое время К. Э. Циолковский.

ПЕРВЫЕ ПОЛЕТЫ — ПЕРВЫЕ ПРОБЛЕМЫ

По-иному строят свою деятельность в космосе США — ведущая капиталистическая держава, ставшая источником большинства кризисных явлений в мировой экономике, конфронтационных тенденций в международных отношениях, рецидивов идеологической борьбы против сил прогресса.

История национальной космической программы США, на развитие которой в 1983 году израсходовано уже 150 млрд. долларов, отражала практически все противоречия научно-технического прогресса в капиталистическом государстве. Во имя краткосрочных политических, военных и экономических целей некоторых влиятельных монополистических группировок космическая техника тесно увязывается с гонкой вооружений, превращается в инструмент конкурентной борьбы внутри капиталистического лагеря.

Наиболее веские доводы, приводимые в прошлом республиканской администрацией Эйзенхауэра и демократической администрацией Кеннеди, когда только оформлялась национальная космическая программа США и реализовывались первые космические проекты, были таковы. Во-первых, США должны восстановить престиж «ведущей технологической державы свободного мира», заметно пошатнувшийся в результате планомерного развития космических исследований в СССР в конце 50-х — начале 60-х годов. Во-вторых, необ-



Ассигнования на космические проекты НАСА и министерства обороны в 1958—1983 финансовых годах

ходимо совершенствовать военный потенциал США, развивая мощными темпами космическую технику военного назначения. И наконец, ставилась задача захватить доминирующие позиции на мировых рынках космических товаров и услуг путем организации международных монополистических консорциумов (типа «Интелсат»), в которых США могли бы определять условия (в том числе финансовые) совместной деятельности, связанной с производством и эксплуатацией прикладной космической техники.

Именно в тот период особенно ярко проявился типичный подход США к реализации крупных национальных научно-технических программ. Отсутствие долгосрочного планирования и заблаговременной подготовки к началу работ по таким программам, не имеющим аналогов в прошлом, обычно пытаются компенсировать созданием вокруг этой проблемы атмосферы «морального эквивалента войны», который по своей сути резко националистичен и противоречит общечеловеческому гуманизму. В капиталистических странах он создается, когда кризисная острота той или иной глобальной проблемы (освоение космоса, Мирового океана, энергетическая и минерально-сырьевая проблема, охрана окружающей

среды и т. д.) требует экстренного (без тщательного планирования) переключения на ее решение значительных ресурсов. В конечном счете цель такого подхода — в срочном порядке добиться смягчения наиболее острых проявлений той или иной глобальной проблемы. США стремятся воспользоваться ресурсами других стран как в исследовании космоса, так и в решении других глобальных проблем лишь на том основании, что США якобы обладают самой совершенной техникой. Другие капиталистические и развивающиеся страны активно привлекаются к сотрудничеству под контролем США, дабы решать задачи, актуальные прежде всего для американских монополий.

«МЫ ПУТЕШЕСТВУЕМ ВМЕСТЕ...»

Уже к середине 60-х годов в США сложились основные принципы сотрудничества с другими государствами в исследовании и использовании космического пространства, а также организационные формы и методы реализации этих принципов на практике. В отличие от Советского Союза, США не желают ставить космическую технику на службу человечеству, а стремятся как можно скорее воспользоваться уникальными научными или техническими достижениями для получения максимальных выгод.

Опыт 70-х годов красноречиво свидетельствует, что развитие в международных отношениях позитивных тенденций, связанных, в первую очередь, с утверждением принципов равенства, одинаковой безопасности, оказывает благотворное влияние на развитие международного сотрудничества в исследовании и использовании космического пространства. Достаточно отметить, что на протяжении всех 70-х годов правительство США воздерживалось создавать арсенал космического оружия, хотя и продолжало опытно-конструкторские работы в этой области.

Именно в период нормализации советско-американских отношений и международной обстановки в целом начали обсуждаться крупные проекты, связанные с освоением космоса (например, проект орбитальной станции, на борту которой работали бы специалисты многих стран).

Такой конструктивный подход к международному сотрудничеству позволял расценивать многие заявления буржуазных ученых и политических деятелей как отвечающие реальным

требованиям времени. Взять хотя бы часто повторяемое на Западе высказывание представителя США в ООН Э. Стивенсона, сделанное им еще в 1965 году: «Мы путешествуем вместе, пассажиры небольшого космического корабля, потрепавшие ценные резервы воздуха и почвы; безопасность всех нас зависит от мира на борту этого корабля, а сохранить себя мы можем лишь усердием, трудом и, я бы сказал, любовью к нашему хрупкому кораблю». В подобного рода рассуждения идеологи капитализма вкладывают совершенно определенный классовый смысл.

ДОРОГА В НИКУДА...

Тот факт, что мировая космонавтика развивается до сих пор прежде всего усилиями двух государств — СССР и США, накладывает на них особую ответственность за будущую деятельность в космосе, неотделимую от прогресса цивилизации в целом. Однако в последнее время философско-политические взгляды современной республиканской администрации приобрели особенно зловещий оттенок. Не случайно, касаясь исследования и использования космоса, администрация Рейгана сделала резкий поворот к интенсивной милитаризации космической программы, взяв курс на разработку систем космического оружия.

Милитаристская направленность неизменно присутствовала в космической программе США в течение всей ее истории. Но ни одна из предыдущих администраций не решалась приступить к созданию сразу нескольких систем оружия, предназначенных для размещения или боевого применения в космосе. Вплоть до начала 80-х годов с помощью космических систем военного назначения в основном собирали и распространяли ту или иную информацию (спутники связи, разведки, метеорологические, навигационные, геодезические и т. д.), тогда как работы по созданию космических средств поражения оставались в рамках поисковых научных исследований и разработок.

Сейчас ситуация изменилась. Администрация Рейгана заявила о своем намерении создавать арсенал космического оружия — различных средств поражения объектов в космическом пространстве из космоса, с борта самолета или с Земли. Уже проходит испытание система поражения космических аппаратов на низких орбитах. Это двухступенчатая ракета на твердом топливе с инфракрасной системой наведения и зарядом обычного взрывчатого ве-

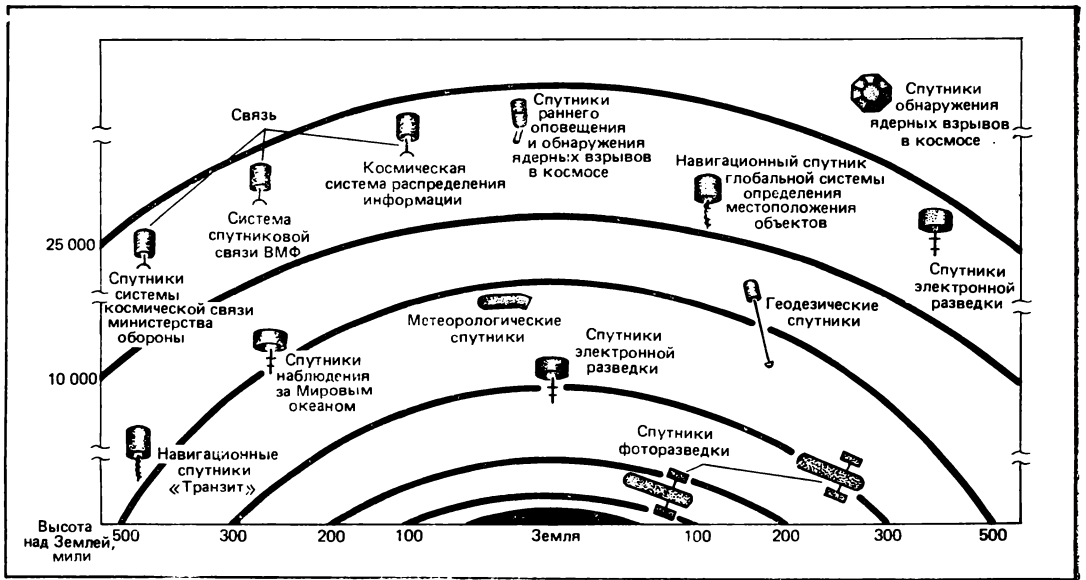
щества. Ракета запускается с борта истребителя-бомбардировщика F-15.

Объявлены планы «повышения защищенности» космических систем, обеспечивающих боевые действия вооруженных сил. Первая из них — «многослойная» система военной космической связи «Милстар», она должна использоваться в случае применения ядерного оружия в космосе. Эта система уже получила из федерального бюджета ассигнования в сотни миллионов долларов. Наконец, провозглашен проект, по которому будет создана система противоракетной обороны (ПРО) космического базирования, способная обеспечить «надежную» защиту территории США от ракетно-ядерного нападения. При этом остаются неприкрытыми западноевропейские союзники США. Кроме того, приняты меры, чтобы увеличить эффективность космических средств наблюдения и раннего оповещения.

В обход действующих международных договоров и соглашений начались интенсивные научно-исследовательские работы, имеющие целью создание систем оружия космического базирования, в том числе лазерного и «пучкового». В составе ВВС США возникло **космическое командование**, на которое возложена координация всех действий по использованию космического пространства в военных целях. В верхнем эшелоне государственного аппарата США создана группа **межведомственной координации**, ею руководит помощник президента по национальной безопасности, группа эта отвечает за всесторонний анализ и доклад президенту «по главным вопросам космической политики с целью принятия им соответствующих решений». Все эксплуатируемые космические системы независимо от их организационной принадлежности теперь более **тесно привязываются к интересам военного ведомства**. Особенно это касается транспортного космического корабля многократного применения «Спейс Шаттл».

ЧТО ЖДЕТ КОСМОС?

В начале 80-х годов в США была развернута беспрецедентная пропагандистская кампания, призванная создать у общественности впечатление, будто в ближайшее время космонавтика должна иметь почти исключительно военную направленность. Книжки, вышедшие в последние годы в США, наиболее подробно обсуждают именно перспективы использования космоса в военных целях. Среди таких



Космические системы военного назначения, эксплуатируемые вооруженными силами США (схема из бюллетеня «Дефенс Монитор»). На схеме не обозначены зона действия пилотируемых кораблей «Спейс Шаттл», выполняющих военные задачи (высота около 200 миль), и район вероятного размещения орбитальной системы ПРО (высота 400—500 миль)

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ США

Задачи, сформулированные Национальным законом об авиации и исследовании космоса, 1958 г.	Задачи, сформулированные президентской директивой Рейгана, 4 июля 1982 г.
<p>Деятельность США в космосе будет преследовать мирные цели в интересах всего человечества. Она будет вестись таким образом, чтобы материально способствовать выполнению следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> — расширение знаний о процессах и явлениях в атмосфере и в космическом пространстве; — совершенствование технических характеристик авиационных и космических аппаратов; — определение перспективных возможностей, которые могут открыться в результате исследований космоса; — сохранение лидерства США в авиации и космонавтике; — быстрая передача результатов исследований, имеющих военное значение, организациям министерства обороны; — содействие сотрудничеству США с другими странами и группами стран в рамках, определенных настоящим Законом; — обеспечение условий для наиболее эффективного использования научных и технических ресурсов государства. 	<p>Президентская директива подтверждает, что исследования и использование космоса будут служить благосостоянию государства и провозглашает следующие цели космической программы США:</p> <ul style="list-style-type: none"> — укрепление национальной безопасности США; — обеспечение лидерства США в исследовании и использовании космического пространства; — получение экономических и научных выгод за счет освоения космоса; — увеличение финансовых вкладов частного сектора США в космическую программу и расширение его участия в работах по исследованию и использованию космоса и внедрению в практику других достижений космической программы; — способствовать развитию международного сотрудничества, отвечающего национальным интересам США; — сотрудничество с другими странами в сохранении свободы деятельности в космосе, которая укрепляла бы безопасность и благополучие человечества.

книг — «Характер грядущих войн» Д. Бейкера, «Космическая война» Д. Ритчи, «Конфронтация в космосе» Г. Стайна, «Война в космосе» Дж. Канана. Все они фактически обосновывают тезис, что прогресс космонавтики в начале 80-х годов позволяет приступить к разработке систем оружия, предназначенных для размещения или боевого применения в космосе — как сейчас, так и в XXI веке. Никогда в США не выходило одновременно такого количества книг, восхваляющих развитие военной космонавтики и игнорирующих роль «обычных», но столь необходимых человечеству космических исследований.

В нынешней американской космической программе углубляется тенденция к конфронтации, к нарушению сложившихся организационных форм и методов международного сотрудничества в исследовании и мирном использовании космоса. Позиция крайне опасная, ибо космос может действительно превратиться в арену гонки вооружений и перестанет служить прогрессу. Эту озабоченность разделяют

многие американцы, в том числе и влиятельные политические деятели. Так, например, 4 июля 1982 года, когда президент Рейган огласил свою «космическую директиву», сенатор от штата Гавайи С. Мэтсанага писал в газете «Вашингтон пост»: «Наша самая благоприятная — и, вероятно, последняя — возможность добиться приемлемого соглашения с Советским Союзом, по всей видимости, находится на грани утраты еще до того, когда мы ее полностью осознаем. В то время как переговоры по разоружению следует обязательно продолжать, самые большие возможности открываются не в тесных залах для конференций, а в просторах космоса... Том Стаффорд заявил, что, открывая люк корабля „Аполлон“, он верил, что на Земле начиналась новая эра в истории человечества. Нам нужно дать Стаффордам и Леоновым этой планеты еще один шанс».



Первые признаки активности кометы Галлея

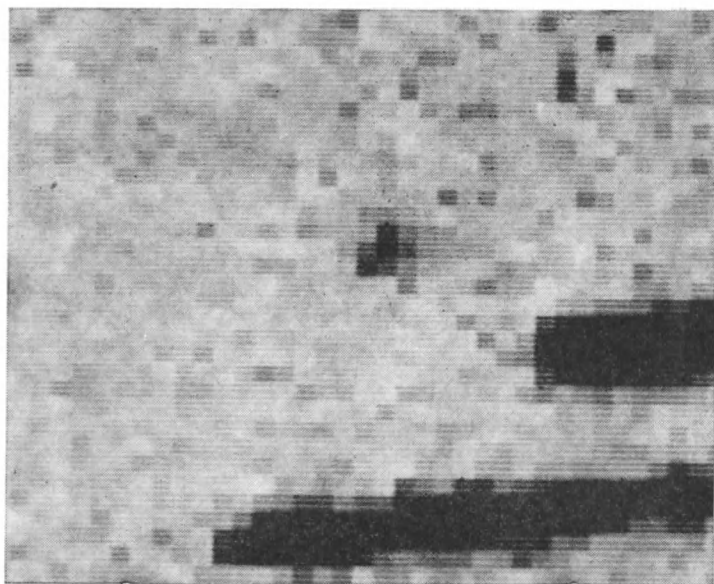
10 декабря 1982 года и 14 января 1983 года Р. Вест и Х. Педерсен наблюдали комету Галлея на 1,5-метровом датском телескопе Европейской южной обсерватории (Чили). Использовался твердотельный приемник излучения — матрица с зарядовой связью (320×512 элементов). Фотографирование велось через широкополосный фильтр, максимум пропускания которого приходился на 5900 Å. Гидрирование телескопа выполнялось автоматически с помощью ЭВМ по рассчитанному движению кометы.

Было сделано несколько снимков области неба, где, согласно расчетам, должна была находиться комета Галлея. Ее изображение удалось обнаружить на снимках с

45-минутной выдержкой. Поскольку с 10 декабря 1982 года по 14 января 1983 года блеск кометы увеличился примерно на одну звездную величину, Вест и Педерсен пред-

положили, что комета Галлея, возможно, вступила в активную фазу.

Astronomy and Astrophysics, 1983, 121, 11/12.



Изображение кометы Галлея (в центре снимка), полученное на 1,5-метровом телескопе Р. Вестом и Х. Педерсеном. Темные протяженные полосы — следы звезд

Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР,
кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Е. И. ЖУК



Человек и автомат в космосе

Кому отдать предпочтение при управлении космическими аппаратами — человеку или автомату? Этот вопрос волновал специалистов на заре первых полетов человека в космос, он не утратил своей актуальности и теперь.

Проблема «человек и автомат» решается во многих отраслях человеческой деятельности — в управлении производством, в научных исследованиях, в быту. Но, пожалуй, в космосе, на борту орбитальных комплексов, эта проблема выражена наиболее ярко. Ведь космонавт должен уметь эксплуатировать бортовую аппаратуру комплекса, управлять его движением, проводить научные эксперименты, использовать бытовые системы. Специфика космического полета, и прежде всего невесомость, замкнутый объем, разнообразие приборов, вибрации, шум и перегрузки, — все это влияет на взаимоотношения человека и автомата. И потому особое значение приобретает оптимальное распределение функций человека и автомата на отдельных этапах космического полета.

Когда-то простое созерцание звездного неба перешло к осмысленному наблюдению небесных светил, а со временем человек стал использовать звезды в навигации. Простые поначалу приборы постепенно обростали новыми усовершенствованиями, повышающими точность измерений. Изучив верхние слои атмосферы посредством зондов, воздушных шаров, метеорологических ракет, люди приступили к исследованию космического пространства с помощью искусственных спутников Земли. Исследование идет по двум основным направлениям: освоение космоса с помощью беспилотных и пилотируемых летательных аппаратов.

ЧЕЛОВЕК И БЕСПИЛОТНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ПОЛЕТЫ

Каково было взаимодействие человека и автомата при использовании беспилотных аппаратов, можно проследить на примере полета третьего искусственного спутника Земли. На борту его были приборы, регистрировавшие различные параметры окружающей среды: например, давление и состав верхней атмосферы, концентрацию положительных ионов, электрический заряд спутника, интенсивность корпускулярного излучения Солнца, состав и вариацию первичных космических лучей. Данные измерений передавались на Землю многоканальной телеметрической системой. Затем полученная информация поступала к специалистам. Но для замкнутой схемы Земля — космос — Земля присуща лишь односторонняя связь: ИСЗ — человек. Здесь автомат действовал как бы самостоятельно, не подчиняясь на орбите воле и желанию человека. Из-за отсутствия на спутнике соответствующей системы невозможно было с Земли переориентировать спутник, чтобы повысить эффективность исследований, и это существенно ограничивало исследование вообще и возможности человека в частности. «Космос-23» и последующие спутники уже оснащались системой ориентации и стабилизации, поэтому можно было управлять их положением, стабилизируя его по командам с Земли.

Появление маневрирующих спутников сразу изменило взаимоотношения человека и автомата. Этапы взаимодействия стали следующими: выведение спутника на орбиту, измерение параметров орбитального движения, обработка полученных данных наземным вычислительным комплексом, выдача необходимых команд на борт ИСЗ и их отработка бортовой автоматикой, маневр, переориентация спутника и стабилизация в этом положении, выполнение научных исследований, получение информации.

В этой схеме возможности человека значительно расширены, он более активное звено, может управлять спутником на орбите, дистанционно изменять его угловое положение и высоту полета.

Позже развернулись исследования, связанные с жизнедеятельностью в условиях космического полета, совершенствовались и усложнялись бортовые системы космических аппаратов. Затем появились космические аппараты с возвращаемыми капсулами. В этом случае человек кроме обширной телеметрической информации получал как бы и «непосредственный» материал исследований в космосе, что очень важно для медико-биологических исследований. Так, при полете спутника «Космос-110» на Землю был возвращен контейнер с материалами космических исследований (Земля и Вселенная, 1966, № 4, с. 59.— Ред.).

Космонавты Ю. В. Малышев и В. В. Ансенов на тренировке по выполнению режима сближения космического корабля «Союз-Т» с орбитальной станцией. Экипаж контролирует работу бортовых систем корабля

ПИЛОТИРУЕМЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ

С первого полета человека в космос, полета Ю. А. Гагарина, сочетание работы человека и автомата сразу повысило эффективность космических исследований. Но на разных этапах пилотируемой космонавтики такое их взаимодействие было различным: здесь нужно иметь в виду преимущества и недостатки обеих «сторон».

Для человеческого организма опасны как переохлаждение, так и перегрев: охлаждение тела ниже 25°C и нагрев более 43°C могут привести к летальному исходу. Ограничен для человека и предел перегрузок, составляющий около 20 единиц. Что же касается электронной аппаратуры, то здесь, конечно, допустимы более широкие температурные колебания; она сохраняет свою «работоспособность» при гигантских перегрузках, нормально функционирует за пределами герметичных отсеков космического корабля, уж не говоря о том, что превосходит человека по скорости и точ-



ности. В последнее время в космонавтике начали применяться бортовые цифровые вычислительные машины (БЦВМ), которые имеют неоспоримые преимущества по скорости, точности и объему восприятия отдельных сигналов, по пропускной способности поступающей информации и по способности производить расчеты. Если нервной клетке для восприятия единицы информации требуется 10^{-2} с, то элементу ЭВМ необходимо всего 10^{-7} с, то есть в 100 000 раз меньше. К тому же человек устает и нуждается в периодическом отдыхе, не способен долго сосредоточивать внимание, он подвержен стрессам и различным субъективным факторам.

И все же человек, хотя это и требует дополнительных систем, обеспечивающих его жизнедеятельность и безопасность, прочно занял место в космическом корабле, стал активным звеном в цепи управления многими процессами. Ведь человек обладает уникальными свойствами, которых нет у автоматов. Его зрительный анализатор лучше чувствует слабые изменения и лучше приспособлен к оперативному распознаванию различных образов, например, характерных очертаний созвездий. Именно основываясь на визуальных наблюдениях космонавтов, удалось идентифицировать вихревые образования в Мировом океане и связать эти явления с проблемами рыбного промысла (Земля и Вселенная, 1970, № 1, с. 40.—Ред.). Из большого потока информации человек способен эффективнее выделять самую существенную. Он может долго хранить в памяти большое количество информации объемом в сотни миллионов бит и в нужный момент быстро ее извлекать. К несомненным преимуществам человека надо отнести и то, что он лучше, чем автомат, обслуживает и ремонтирует бортовые системы и приборы. Так, например, на «Салюте-5» космонавты успешно восстановили работоспособность одного из вычислительных комплексов. На орбитальной станции «Салют-6» В. А. Ляхов и В. В. Рюмин вышли в открытый космос и отлично провели операции по сбросу неудачно отделившейся антенны, а Л. Д. Кизим, О. Г. Макаров и Г. М. Стрекалов отремонтировали системы терморегулирования (Земля и Вселенная, 1979, № 3; 1981, № 1.—Ред.). А на орбитальном комплексе «Салют-7» — «Союз Т-9» космонавты В. А. Ляхов и А. П. Александров провели уникальную работу в открытом космосе. Они смонтировали дополнительные солнечные батареи, что позволило увеличить запасы элек-

троэнергии на борту орбитального комплекса и тем самым расширить возможности решения различных задач программы космического полета. На космических кораблях и орбитальных станциях без человека просто невозможно было бы выполнить весь комплекс заданных геофизических, астрофизических, технологических, физико-технических и медико-биологических исследований и экспериментов. Их результаты используются сейчас научно-исследовательскими и производственными организациями различных отраслей народного хозяйства.

РЕЖИМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

В полете космонавты имеют дело с разнообразными системами самого космического корабля или станции (системы управления, радиосвязи, жизнеобеспечения, телеметрическая система и т. д.) и многообразием научной аппаратуры. Здесь-то наиболее оптимальное распределение функций между человеком и автоматом становится едва ли не определяющим.

Деятельность человека в космическом полете — это звено замкнутого контура системы управления космическими аппаратами. И от того, какую роль выполняет экипаж в этой системе, зависят режимы управления: ручной, совмещенный, полуавтоматический и автоматический. **Ручной** состоит в том, что космонавты сами, без участия бортовой автоматики, достигают определенной цели управления. Они могут, например, строить заданную ориентацию, маневрировать на орбите, выполнять научные эксперименты, обслуживать и эксплуатировать космический корабль или станцию.

При **совмещенном режиме** в управлении участвуют и космонавты, и автоматы. Экипаж в этом случае непосредственно влияет на работу автомата, задавая ему определенный режим, а также контролирует работу автомата, предупреждает и проводит профилактику ава-



Схема ручного режима управления. Космонавты сами, без участия бортовой автоматики, выполняют операции по управлению космическим аппаратом

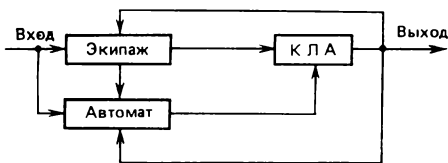


Схема совмещенного режима управления. В управлении участвуют и космонавты, и автоматы. Экипаж непосредственно влияет на работу автомата: задает ему определенный режим, контролирует его работу, выявляет неисправности и т. д.

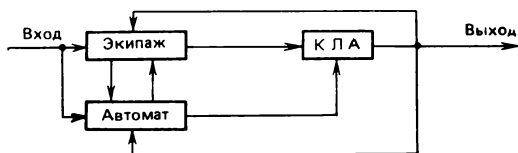


Схема полуавтоматического режима управления. Экипаж получает от автомата командную информацию и использует для управления

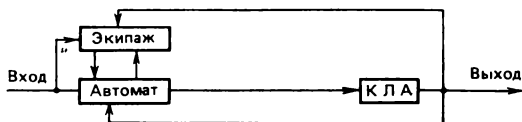
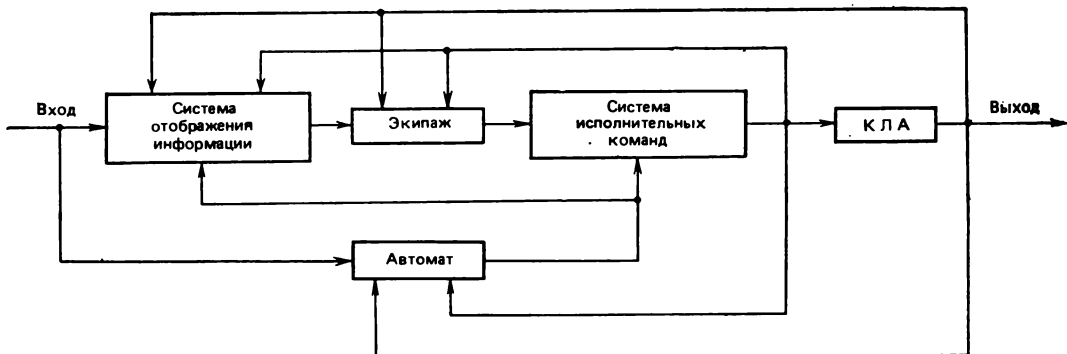


Схема автоматического режима управления. Управляющее воздействие осуществляет автомат. Экипаж организует и контролирует его работу и при необходимости переводит систему «экипаж — космический аппарат» в другие режимы управления

Обобщенная структурная схема системы «экипаж — космический аппарат». Здесь сочетаются различные режимы ее работы



рий, выявляет неисправности. Если по каким-либо причинам автомат не справляется с задачей управления, экипаж может перейти на ручной режим.

Полуавтоматический режим управления — более высокий уровень развития системы «экипаж — космический аппарат»: автомат выдает экипажу командную информацию, которая используется им для формирования управляющего воздействия. Примером такой схемы управления может служить испытательный полет транспортного корабля «Союз Т-2», в ходе которого космонавты Ю. В. Малышев и В. В. Аксенов успешно провели испытания нового космического корабля серии «Союз Т» в пилотируемом варианте (Земля и Вселенная, 1980, № 5.— Ред.). На его борту установлена БЦВМ, и потому был предложен полуавтоматический режим сближения с орбитальной станцией «Салют-6». Космонавты вели тщательный контроль работы БЦВМ, анализировали выдаваемую командную информацию и на ее основе принимали соответствующее решение. На расстоянии 400 м от станции экипаж перешел на ручной режим причаливания и стыковки. Полет показал, что БЦВМ может успешно управлять космическим кораблем, и уже на корабле «Союз Т-3» применили автоматический режим сближения и причаливания со станцией «Салют-6».

В автоматическом режиме управления управляющее воздействие формируется исключительно автоматом. Экипаж же организует и контролирует его работу и, если нужно, переводит систему «экипаж — космический аппарат» в другие режимы.

В реальных условиях космического полета экипаж работает в комплексе со всеми бортовыми системами, поэтому отлично сочетаются различные режимы работы системы «экипаж — космический аппарат». Например, при выпол-

нении обширной программы научных экспериментов на борту орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т» космонавты А. В. Березовой и В. В. Лебедев по праву считали систему автономной навигации «Дельта» третьим членом экипажа. «Дельта» оказывала им большую помощь при любой необходимой ориентации орбитального комплекса, в выдаче баллистической и навигационной информации. Именно использование «Дельты» в различных режимах управления обеспечило в полете максимальную эффективность системы «экипаж — космический аппарат».

ЧЕЛОВЕК И АВТОМАТ В ПЕРВЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТАХ

Давайте посмотрим, как изменялось распределение функций человека и автомата в управлении космическим аппаратом на различных этапах развития космонавтики.

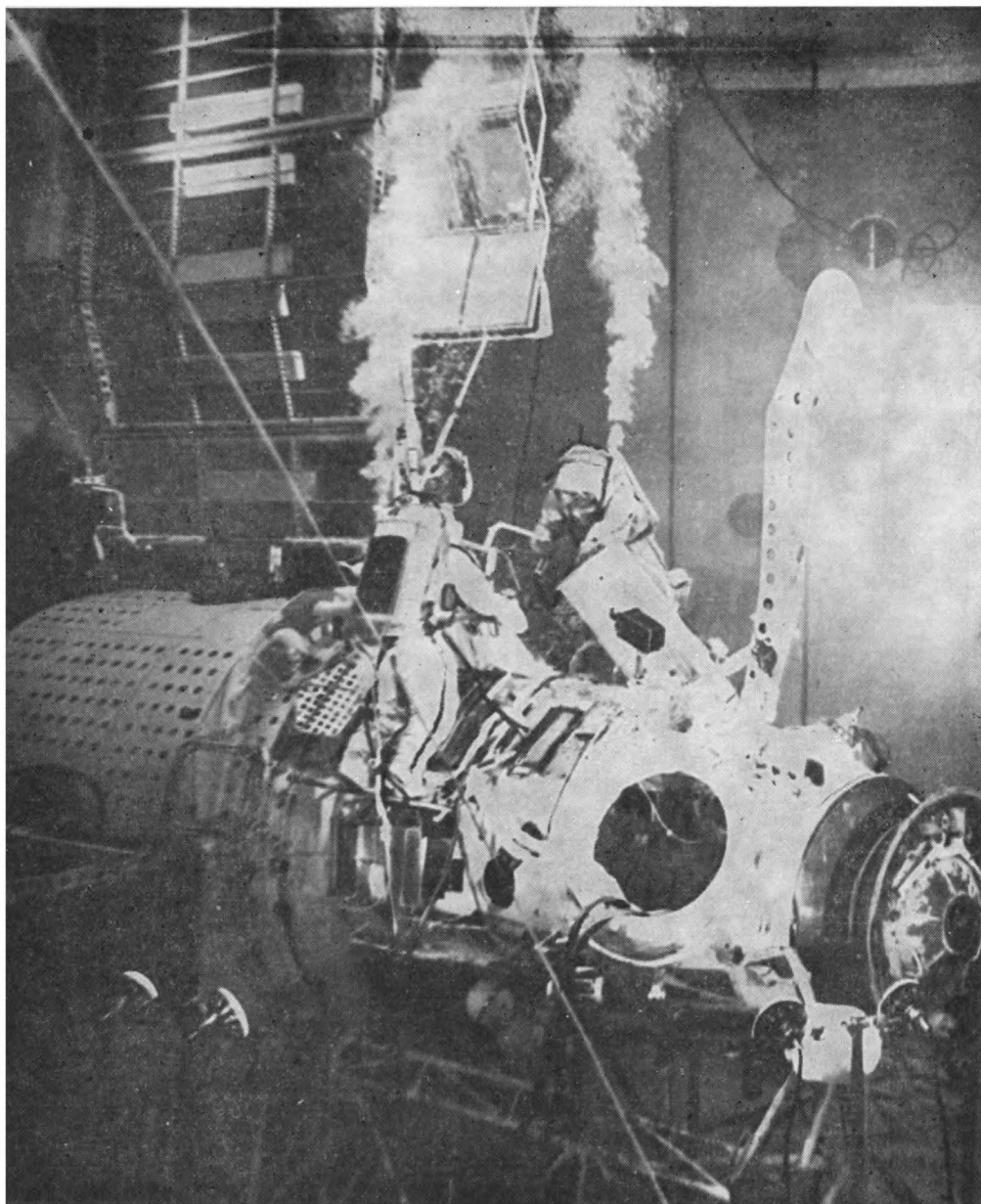
В первых полетах главным образом изучалось влияние на человеческий организм факторов космического полета, и поэтому предпочтение тогда отдавали автомату. И все-таки уже с полета Г. С. Титова начались эксперименты по ручному управлению кораблем, которые постепенно расширялись на кораблях «Восход» и «Союз». Возможности космонавта осуществлять стабилизацию корабля при работе тормозной двигательной установки проверили уже в полете корабля «Восход-2»: его командир П. И. Беляев произвел ориентацию и последующую стабилизацию после включения двигателя, используя систему ручного управления. Ручное управление в этом случае оказалось неоправданным: при работе тормозной двигательной установки к кораблю прикладывается возмущающий момент, и космонавту приходится выполнять операции с очень высокой точностью и высоким напряжением, постоянно контролировать ориентацию в процессе работы двигателя и парировать возмущающий момент. Поэтому на всех «Союзах» функции стабилизации корабля во время работы сближающе-корректирующей двигательной установки при спуске и при маневрировании были отданы автомату, система же ручного управления предусматривалась только как резервный вариант для повышения надежности системы «экипаж — космический корабль». В дальнейшем ни один космический полет не обошелся без участия космонавтов в управлении кораблем, то есть успешно стали применяться все указанные режимы управления им.

РАБОТА НА ПИЛОТИРУЕМЫХ ОРБИТАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Длительные полеты на орбитальных пилотируемых комплексах показали, что даже после продолжительного пребывания в условиях невесомости и в ограниченных объемах станции экипаж сохраняет высокую работоспособность и устойчивые навыки по управлению. Но обширная программа научных экспериментов при активном участии экипажа требует, чтобы космонавты были освобождены от выполнения простых и часто повторяющихся операций в управлении орбитальным комплексом. Таким образом, сейчас большое значение приобретает проблема рационального распределения функций между экипажем и автоматическими устройствами в системах управления космическими кораблями и орбитальными станциями. И вопрос решается так, что во всех ответственных операциях по управлению, которые в номинальных условиях, или, как говорят, в штатном варианте, предусматривается выполнять автоматически, должна сохраняться возможность переходить на резервные режимы управления — полуавтоматический, совмещенный или ручной.

В проектировании систем управления пилотируемыми летательными аппаратами издавна существуют две противоположные и даже противоречивые тенденции: с одной стороны, стремление, по возможности, разгрузить экипаж и возложить как можно больше функций управления на автоматы, а с другой — максимально использовать возможности человека для повышения эффективности решения задач управления. Правда, соотношение между этими тенденциями постоянно меняется и за счет совершенствования техники, и за счет развития способностей человека. Немалую роль играет и уровень наших знаний о возможностях человека, взаимодействии отдельных его органов и систем организма. Проблема рационального распределения функций между экипажем и автоматическими устройствами — это не только вопрос о том, кому отдать предпочтение при управлении космическими аппаратами: автомату или человеку. Она включает в себя также вопросы построения различных режимов управления, обеспечивающих наибольшую эффективность выполнения данной операции.

Обеспечение длительного существования орбитальных пилотируемых комплексов связано с большим количеством запускаемых космических аппаратов, пилотируемых и беспилотных.



Космонавты В. А. Ляхов и А. П. Александров на тренировке (в гидролаборатории) по наращиванию дополнительных солнечных батарей орбитальной станции «Салют-7»

лотных. При доставке экипажем на орбитальные блоки и материально-техническом обеспечении полета весьма злободневной становится задача стыковки аппаратов. И здесь оп-

тимальное распределение функций между человеком и автоматом проявляется особенно ярко. В зависимости от конкретных условий сближения и причаливания аппаратов к станции стыковка может выполняться в различных режимах управления. Но основным режимом принят все-таки автоматический режим сближения.

В качестве основного принят также автоматический режим спуска с орбиты. Но приме-

нение на современных космических аппаратах вычислительных машин позволило предусмотреть на космическом корабле «Союз Т» и режим ручного управления спуском, который позволяет космонавтам использовать для посадки корабля в заданном районе возникающие при полете спускаемого аппарата в атмосфере аэродинамические силы. Возможность сочетания автоматического и ручного режимов управления спуском значительно повысила надежность системы «экипаж — космический аппарат» на этом участке.

Рассказывая о роли человека и автомата в космическом полете, мы рассмотрели участок орбитального полета, маневрирование, сближение и стыковку. Не упомянули лишь участок выведения на орбиту. Здесь управление двигателями ракеты-носителя на участке выведения, стабилизации всего ракетно-космического комплекса осуществляется только автоматически, так как при значительном дефиците времени на этом участке человеку трудно принять однозначное решение.

Итак, можно сделать вывод, что на всех этапах космического полета функции управления между человеком и автоматом распределяются в зависимости от характера выполняемой задачи, возможностей человека и автомата, целесообразности автоматизации того или иного процесса. А в целом система управления космическим аппаратом строится на оптимизации автоматического, полуавтоматического, совмещенного и ручного режимов управления.

На современном этапе развития космонавтики целесообразно, конечно, добиваться максимального использования автоматического режима управления с сохранением в качестве резервных других режимов работы системы «экипаж — космический аппарат», а в общем случае достигать оптимального сочетания возможностей человека и автомата.

ЦУП И ПИЛОТИРУЕМЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ

При выполнении программы космического полета, когда оптимально используются различные режимы работы системы «экипаж — космический аппарат», большую роль играет Центр управления полетом (ЦУП). Он организует работу экипажа и бортовых систем корабля (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 12; 1983, № 5, с. 9; № 6, с. 18.— Ред.). ЦУП автономно, без участия экипажа или совместно

с ним может закладывать в бортовую автоматику необходимые исходные данные для ее функционирования (так называемые «уставки»), может активно управлять работой экипажа и бортовыми системами, контролирует необходимые параметры полета, планирует программу полета и т. д. В итоге мы имеем более сложную систему «экипаж — космический аппарат — ЦУП», в которой ее составное звено ЦУП значительно повышает устойчивость работы контура «экипаж — космический аппарат», оптимизирует систему и обеспечивает необходимую безопасность экипажа. Выполнение обширной космической программы, достижение высоких результатов космических исследований просто немыслимо без активной работы ЦУПа. Рассмотрим, например, стыковку космического корабля «Союз» с орбитальной станцией, без которой невозможны длительные космические полеты. Перед выполнением этой ответственной динамической операции ЦУП выбирает оптимальный режим сближения космических аппаратов, закладывает в вычислительную машину транспортного корабля начальные условия, сообщает их экипажу корабля, выдает ему дополнительную информацию об особенностях прохождения режима сближения. Получив весь комплекс информации, экипаж в заданное время и в соответствии с бортовой документацией и указаниями с Земли начинает выполнять режим сближения. Аналогично ЦУП готовит к этому и бортовые системы орбитальной станции, а если в ней уже находится экипаж, передает и ему необходимую информацию. В процессе сближения ЦУП может проводить корректировку, вводя необходимые данные в бортовую автоматику, или передать экипажу новые «уставки» по управлению бортовыми системами. Тем самым ЦУП не только определяет работу бортовой автоматики, но и помогает экипажу использовать различные режимы работы системы «экипаж — космический аппарат».

Таким образом, для более полного изучения работы человека в космосе необходимо рассматривать взаимосвязи основных звеньев системы «экипаж — космический летательный аппарат — ЦУП», учитывать их при планировании и осуществлении космических полетов, а также при подготовке космонавтов.

Доктор физико-математических наук
В. Г. КУРТ
Кандидат физико-математических наук
Е. К. ШЕФФЕР



«Астрон»: рентгеновский эксперимент

23 марта 1983 года на высокоапогейную орбиту был выведен «Астрон» — советский искусственный спутник Земли, специально предназначенный для астрономических наблюдений. О предварительных результатах работы установленного на спутнике рентгеновского телескопа-спектрометра рассказывает эта статья.

До недавнего времени внеатмосферные астрономические исследования у нас в стране проводились на пилотируемых станциях «Салют» и кораблях «Союз», на автоматических станциях «Прогноз», ИСЗ серии «Космос», вертикальных геофизических ракетах, межпланетных станциях, запускаемых к Луне, Венере или Марсу. Для исследований Солнца использовались космические солнечные обсерватории. Однако изучение звезд и рентгеновских источников на телескопах достаточно большого размера возможно лишь со специализированных астрономических спутников, оснащенных высокоточной системой астроориентации и стабилизации. Теперь советская наука получила такой инструмент! Излишне говорить, какие надежды связывались с этим запуском, сколько труда и материальных средств затрачено на создание спутника «Астрон».

Цель запуска «Астрона» — исследования звезд и галактик в ультрафиолетовом диапазоне длин волн (короче 3000 Å) и наблюдения дискретных рентгеновских источников. Для решения этих задач на борту спутника установлены ультрафиолетовый телескоп Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и рентгеновский телескоп-спектрометр СКР-02М, созданный в Институте космических исследований АН СССР при активном участии сотрудников Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Аппаратура изготавливалась и разрабатывалась в несколь-

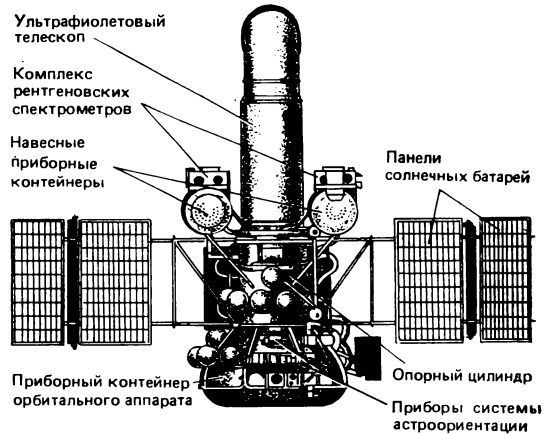


Схема основных узлов станции «Астрон»

ких промышленных институтах и конструкторских бюро различных министерств.

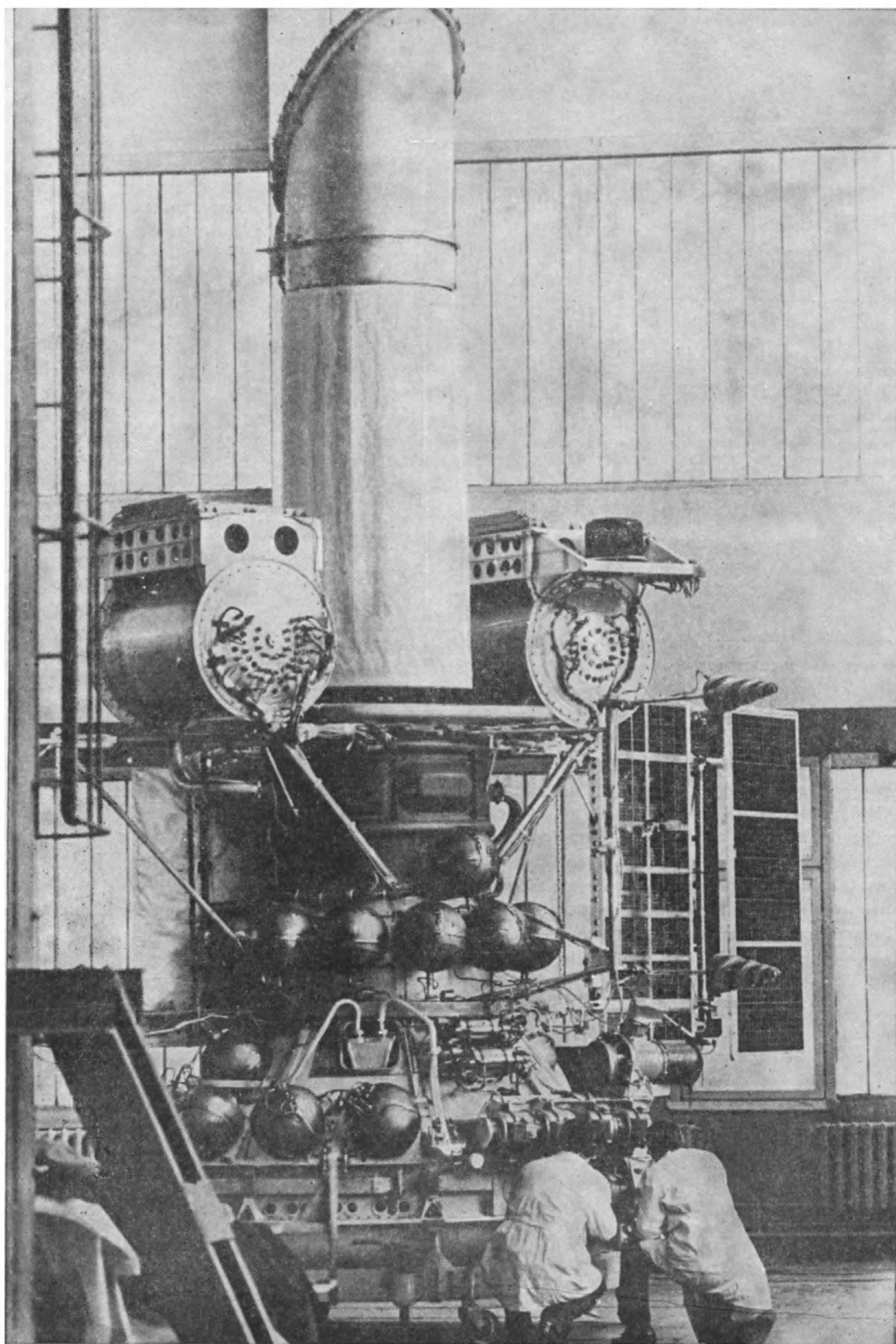
Подготовка эксперимента и его успешное осуществление заняли всего три года. Создать столь сложный и тяжелый спутник в короткий срок удалось лишь благодаря кардинальному решению — использовать в качестве базового аппарата АМС «Венера». От станции серии «Венера» «Астрон» получил в наследство много служебных систем: блоки астроориентации, систему питания и терморегулирования, системы телеметрии и радиокомандную линию.

ОРИЕНТАЦИЯ

Станция «Астрон» может долгое время автономно функционировать на орбите вдали от Земли. Она приспособлена к продолжительным (до пяти часов ежедневно) наблюдениям рентгеновских и ультрафиолетовых источников.

Искусственный спутник «Астрон» в сборочном цехе

Фото А. Хрупова



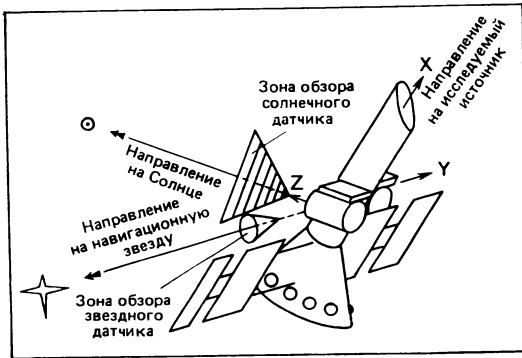


Схема наведения спутника «Астрон» на исследуемый объект. Оптическая ось рентгеновского телескопа-спектрометра, параллельная оси X, ориентируется в заданном направлении путем наведения солнечного датчика на Солнце и звездного датчика на выбранную навигационную звезду

Сердце станции — солнечно-звездная система астроориентации, позволяющая наводить ультрафиолетовый или рентгеновский телескопы на исследуемый объект. Трехосная ориентация станции в пространстве обеспечивается двумя датчиками: солнечным, «смотрящим» на Солнце, и звездным, направленным на яркую навигационную звезду.

Зона обзора солнечного датчика лежит в плоскости, проходящей через оптическую ось научных приборов. Датчик наводится на Солнце путем изменения одного угла. Зона обзора звездного датчика — конусообразная с углом раствора $\pm 25^\circ$. Ось конуса перпендикулярна оптической оси научных приборов. Чтобы навести звездный датчик на навигационную звезду, необходимо изменить две угловые координаты. Так как Солнце смещается на 1° в сутки, величина трех углов системы ориентации зависит от времени наблюдений и заранее вычисляется для исследуемых астрономических объектов на заданный день и час.

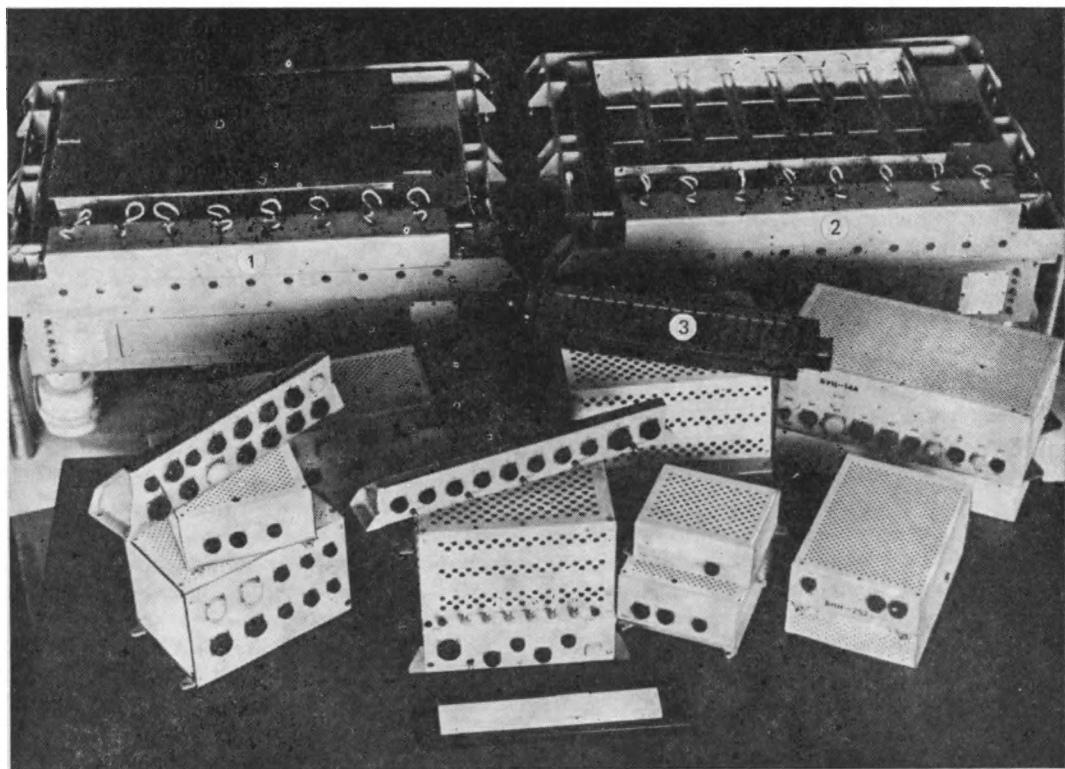
Среди навигационных — свыше десяти ярких звезд, из которых наиболее «удобная» — Канопус (α Киля). Эта звезда находится вблизи южного полюса эклиптики, благодаря чему она всегда достаточно удалена от Солнца (не ближе 75°). Канопус — единственная навигационная яркая звезда, которую можно «использовать» весь год. Остальные служат навигационными лишь ограниченный период времени: Вега (α Лирь) — с января по июнь и с августа по декабрь; Сириус (α Большого Пса) — с мар-

та по май и с сентября по ноябрь; Арктур (α Волопаса) — с декабря по февраль и с июня по август, и т. д. В принципе навигационными могут быть любые яркие звезды обоих полушарий неба.

Чтобы отыскать выбранную навигационную звезду, спутник медленно вращается вокруг оси, направленной на Солнце, до тех пор, пока звездный датчик не «захватит» звезду. Все сведения о ней — ее координаты и яркость — передаются на борт станции в виде закодированных числовых радиоккоманд. После «захвата» звезды спутник оказывается стабилизированным таким образом, что ось телескопа смотрит на заданный рентгеновский источник. Система астроориентации обеспечивает точность наведения и стабилизации станции порядка нескольких угловых минут, что вполне достаточно для рентгеновских наблюдений.

Звездный датчик — очень чувствительный прибор, он «боится» засветки от Солнца, Земли и Луны. Угловые расстояния до этих светил вычисляются заблаговременно, и сеанс наблюдений проводится лишь в том случае, если они достаточно удалены от навигационной звезды. Высокоапогейная орбита с максимальным расстоянием около 200 000 км от Земли была выбрана для станции потому, что в апогее Земля имеет небольшой угловой размер (диаметр около $3,5^\circ$). На низких орбитах 150-градусный диск Земли часто затмевает навигационные звезды, к тому же велика опасность засветки звездного датчика.

Рентгеновский телескоп работает в режиме непосредственной передачи: обеспечивается непрерывная двухсторонняя связь со спутником без запоминания информации на борту. Во время сеанса наблюдений специалисты контролируют работу всех систем космического аппарата и научной аппаратуры, и в первую очередь — системы астроориентации. Таким образом, наблюдения на рентгеновском телескопе ведутся почти так же, как на земном оптическом или радиотелескопе. В ходе наблюдений всегда можно принять новое решение и немедленно его осуществить, что особенно важно при незапланированных ситуациях, связанных с неполадками в аппаратуре или с неожиданными явлениями в исследуемом рентгеновском источнике. При возникновении такой ситуации можно продлить сеанс, переключить научную аппаратуру на другой режим или, наоборот, выключить весь прибор или его часть. Однажды во время наблюдений произошла мощная солнечная вспышка, что



привело к резкому возрастанию фона заряженных частиц солнечного происхождения. Пришлось срочно выключить всю научную аппаратуру.

На наземной станции слежения вся информация, поступающая с борта «Астрона», отображается на видеодисплеях телевизионного типа, регистрируется в графическом аналоговом виде на бумажной ленте, а также выводится на цифропечатающие устройства в цифровой форме. Все это помогает не только следить, но и оперативно вмешиваться в сеансы наблюдений. Обычно сеанс длится 3—4 часа, в течение которых рентгеновский телескоп наблюдает, как правило, один источник.

При необходимости система астроориентации позволяет осуществлять и сканирование неба, когда станция вращается вокруг оси, направленной на Солнце. В этом случае ось рентгеновского телескопа описывает круг на небесной сфере с центром в Солнце или в «анти-Солнце», причем радиус круга можно менять, чтобы осматривать выбранные участки неба. Период одного оборота равен примерно 12 мин, что соответствует угловой скорости сканирования $0,5^\circ$ в секунду. Очевидно, что в режиме сканирования уменьшается время

Рентгеновский телескоп-спектрометр SKP-02M:
 1, 2 — детекторы (на одном из них снята защитная крышка);
 3 — пропорциональный счетчик. На переднем плане размещены электронные блоки спектрометра

Фото Г. Злотина

накопления информации, поэтому чувствительность рентгеновского телескопа становится ниже, чем при длительном наведении на один и тот же источник. Впрочем, повторное сканирование одного и того же участка неба может повысить порог обнаружения слабых источников.

РЕНТГЕНОВСКИЙ ТЕЛЕСКОП-СПЕКТРОМЕТР

Установленный на «Астроне» рентгеновский телескоп-спектрометр состоит из двух одинаковых **блоков детектирования** и свыше десяти **электронных блоков**, которые регистрируют и обрабатывают информацию, передают ее в систему телеизмерений, управляют работой спектрометра и выполняют его калибровку в полете.

Детекторами рентгеновского телескопа служат пропорциональные газонаполненные счет-

чики с окном из тонкой (около 100 мкм) бериллиевой фольги (Земля и Вселенная, 1970, № 6, с. 24.—Ред.). Лишь бериллиевая фольга толщиной 0,1—0,2 мм пропускает мягкое рентгеновское излучение. Размер рентгеновского счетчика — 6×6×30 см. Его корпус сварен из титана, легкого и прочного металла. Герметичный объем счетчика наполнен тяжелым инертным газом — ксеноном при давлении около 0,25 атм. Вдоль длинной оси счетчика натянута вольфрамовая нить толщиной 0,05 мм. К нити — аноду приложено высокое положительное напряжение (2000 В), а минус источника высокого напряжения соединен с титановым корпусом. Когда через газовый объем счетчика проходит рентгеновский квант или энергичная заряженная частица (электрон, протон или мезон), внутри счетчика возникает облачко ионизированных атомов (ионов) ксенона и электронов. Благодаря высокому потенциалу нити — анода образовавшиеся электроны, числом около 30, ускоряются в электрическом поле. Сталкиваясь с атомами ксенона, наполняющего счетчик, они увеличивают численность электронов и ионов. Ионы рекомбинируют на молекулах метана или углекислого газа, которые вводятся в объем счетчика в очень небольших количествах (около 5%). Образовавшиеся же электроны попадают на нить, что приводит к появлению короткого электрического импульса. Его амплитуда пропорциональна энергии поглощенного рентгеновского кванта — это и позволяет измерить энергетический спектр рентгеновского излучения, падающего на входное бериллиевое окно счетчика. Всего в спектрометре 14 рабочих счетчиков общей геометрической площадью около 2000 см².

К сожалению, счетчики регистрируют не только кванты рентгеновского излучения, но и заряженные частицы космических лучей галактического и солнечного происхождения. Высокоапогейная орбита избавила аппаратуру «Астрона» от влияния радиационных поясов Земли, заполненных частицами высоких энергий (электроны и протоны). В то же время аппаратура «Астрона» не защищена магнитным полем Земли от мягкой компоненты космических лучей.

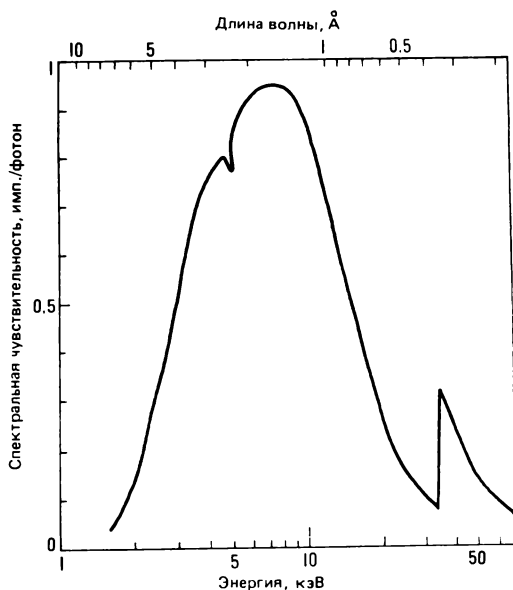
Чтобы уменьшить влияние заряженных частиц на показания рентгеновского телескопа, все счетчики помещены в коробку из пластического сцинтиллятора (прозрачный пластик типа оргстекла), эффективно регистрирующего заряженные частицы. Попадая в сцинтиллятор, такая частица порождает вспышку света, кото-

рая фиксируется четырьмя фотоэлектронными умножителями. Сигнал от этих умножителей блокирует одновременный импульс от счетчика, не пропуская его в схему регистрации. Кроме того, используется схема анализа формы переднего фронта импульса, зависящей от вида ионизирующего излучения: заряженные частицы дают более длительный фронт нарастания, нежели рентгеновские фотоны.

Блоки детектирования снабжены также системой автоматического регулирования коэффициента усиления. Для этого восьмой счетчик в каждом блоке детектирования постоянно подсвечивается монохроматическим рентгеновским излучением с длиной волны около 2 Å, которое испускает радиоактивный изотоп железа. Положение монохроматической линии стабилизируется путем регулирования высокого напряжения, питающего все счетчики. Это обеспечивает стабильность спектральной чувствительности прибора, компенсируя температурный уход параметров счетчика.

Спектральная чувствительность счетчика определяется пропусканием бериллия со стороны низких энергий (большие длины волн) и эффективностью поглощения рентгеновского излучения ксеноном со стороны высоких энергий (меньшие длины волн). Диапазон чувстви-

Кривая спектральной чувствительности рентгеновского телескопа-спектрометра. Диапазон чувствительности прибора от 2 до 25 кэВ



тельности прибора составляет 2—25 кэВ в энергетической шкале, или 0,5—6 Å в шкале длин волн. Весь диапазон разбит на 10 примерно равных интервалов, что обеспечивает получение спектра источника. Подгоняя на ЭВМ параметры спектра под наблюдаемые 10 величин (по числу каналов) интенсивностей, можно восстановить спектр источника. К параметрам спектра относятся, например, температура рентгеновского источника, если его излучение тепловое, число поглощающих атомов водорода на пути между источником и регистрирующим прибором. Из-за этого поглощения уменьшается интенсивность в «мягких» (низкоэнергетических) каналах. Наконец, прибор позволяет регистрировать изменение интенсивности источника в широком диапазоне частот: от 400 до сотых и тысячных долей герца. Этим частотам соответствуют периоды от 0,002 до 1000 с.

Поле зрения детекторов ограничивается механическим коллиматором шестиугольной формы. Угловой размер поля зрения 3° в проекции на небесную сферу. Изменение положения источника на $2'$ вызывает изменение потока на 1%. Это и задает требуемую точность наведения и стабилизации около 2— $3'$, которая обеспечивается системой астроориентации станции.

Для периодического контроля всех параметров аппаратуры в конце сеанса по радиокоманде может быть произведена калибровка прибора. В поле зрения каждого счетчика вводится изотоп радиоактивного железа. Положение пика железа (длина волны 2 Å) и интенсивность этой линии позволяют контролировать, насколько постоянны спектрометрические свойства аппаратуры, и если изменилась градуировка энергетической шкалы, то при обработке данных вводится поправка.

Масса рентгеновского телескопа-спектрометра около 250 кг, из которых свыше 90% приходится на блоки детектирования. Особенно тяжелы массивные плиты пластического сцинтиллятора площадью около 1 м² каждая и коллиматоры, установленные перед каждым из сорокачетырех счетчиков.

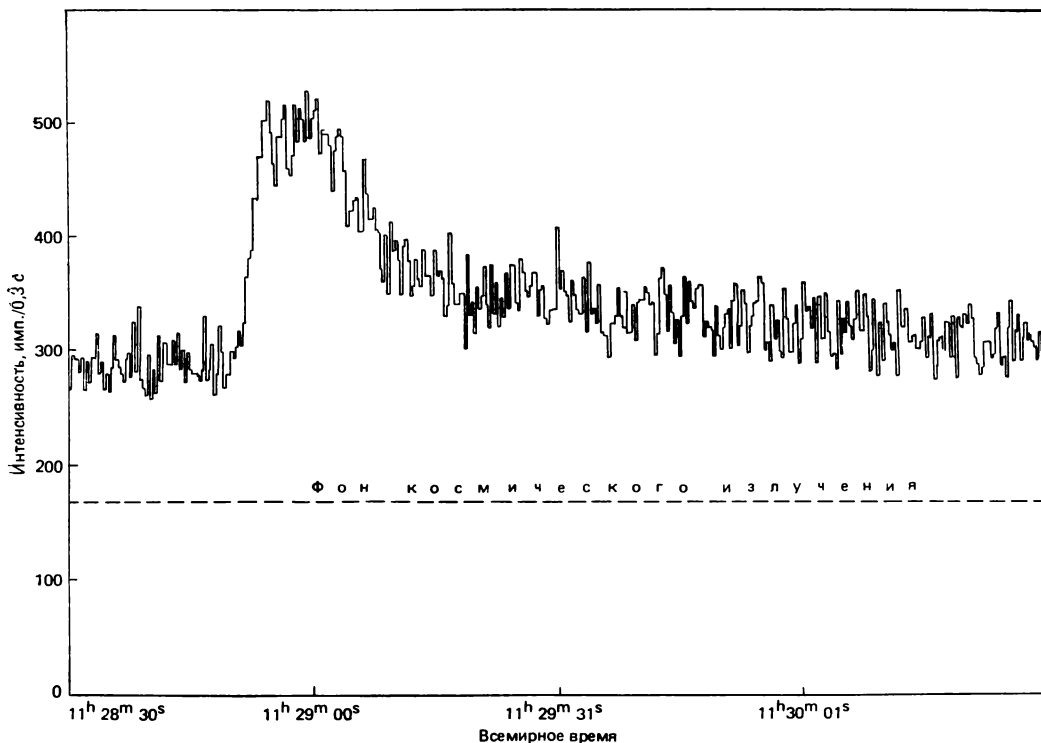
ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Через неделю после запуска спутника «Астрон» на орбиту был проведен короткий проверочный сеанс, во время которого последовательно включались блоки детектирования и все системы рентгеновского спектро-

метра. При этом, естественно, ось спектрометра была наведена «на пустое место», то есть в точку, где нет источников рентгеновского излучения. После проверочного сеанса был выбран оптимальный режим работы инструмента, оценен уровень фона от заряженных частиц и уточнено, как функционирует аппаратура при подаче основных команд управления рентгеновским спектрометром.

Для всех участников эксперимента этот сеанс был самым ответственным, все находились в главном зале центра управления полетом, каждый сидел около своего дисплея, аппаратной стойки или на командном пункте. Команды управления спектрометром выдавались в медленном темпе, после каждой в течение нескольких минут участники эксперимента анализировали телеметрические данные, отображавшиеся на дисплеях, сообщая по громкой связи руководству полетом результаты анализа. Затем состоялся юстировочный сеанс. Во время этого сеанса, длившегося около часа, определялась параллельность осей рентгеновского телескопа-спектрометра и системы астроориентации станции. Спектрометр был наведен на очень яркий рентгеновский источник в созвездии Тельца — знаменитую Крабовидную туманность. Ее выбрали в качестве калибровочного источника по нескольким причинам: это — практически точечный объект, спектр его хорошо изучен, источник очень стабилен и не меняется со временем, в его излучении есть 10%-ная пульсирующая компонента — излучение пульсара NP 0532 с периодом 0,033 с. Четыре раза ось рентгеновского телескопа наводилась на туманность и отводилась от нее в точки, удаленные на 6° . Поле зрения телескопа как бы «прорисовало» на небе крест с угловым размером 12° . Полученные данные позволили отладить программу вычисления спектра источников и определить эффективную площадь инструмента, которая составила 1700 см². Опробовался и канал регистрации быстропеременного излучения пульсара NP 0532. После юстировочного сеанса начались плановые наблюдения рентгеновских источников.

Особое внимание было уделено быстропеременным источникам, вспыхивающим источникам (барстерам) и нестационарным рентгеновским звездам — Лебедь X-1, Лебедь X-3, Змееносец X-2, звезда RU Волка. Из внегалактических объектов наблюдались квазар 3C 273, гигантская эллиптическая галактика NGC 4486 в созвездии Девы, пекулярная галактика



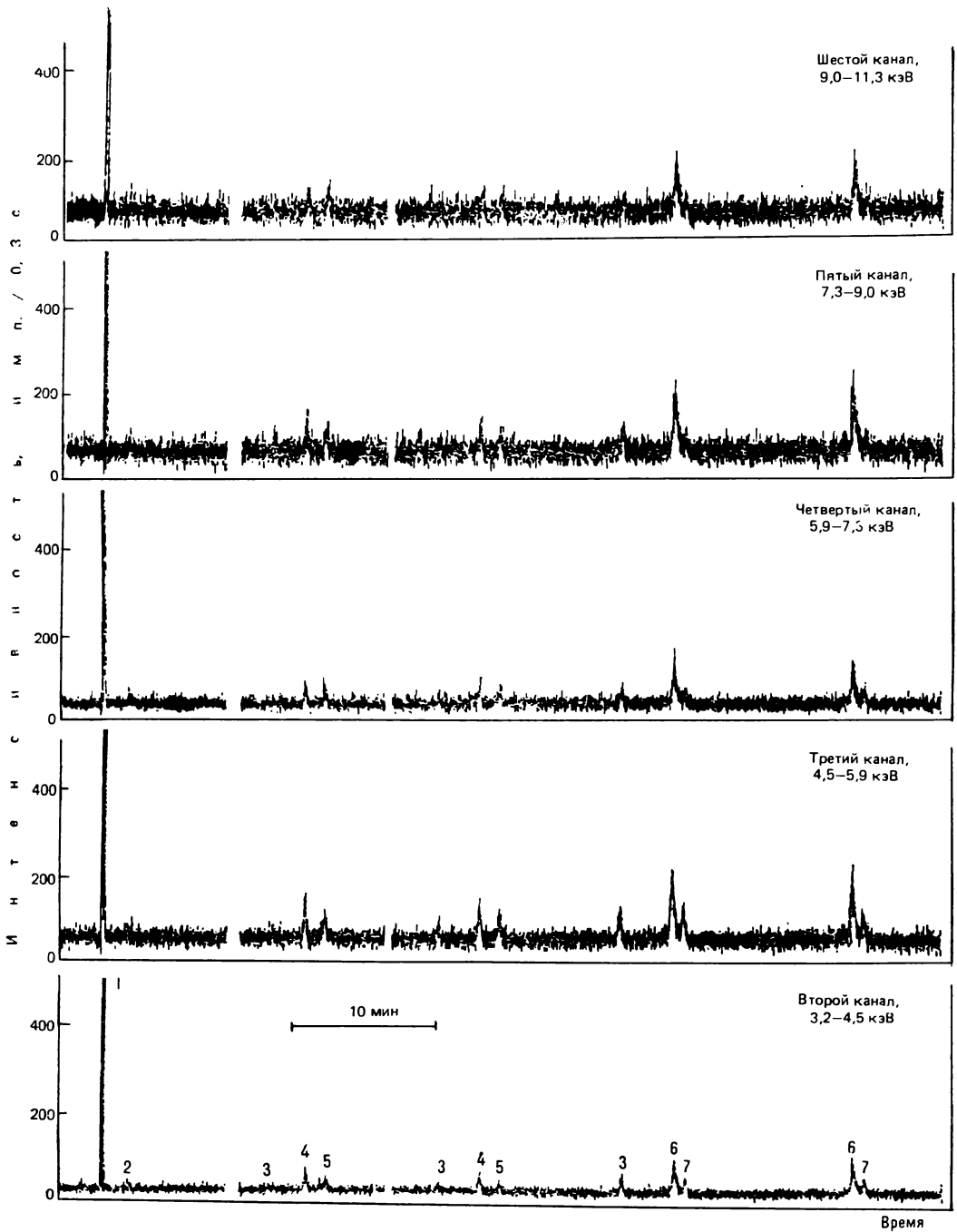
Запись всплеска излучения от «быстрого барстера», полученная рентгеновским телескопом-спектрометром 13 апреля 1983 года (диапазон энергий 2—25 кэВ). До начала и после всплеска виден большой постоянный уровень излучения от барстера

NGC 7552 в созвездии Журавля, сверхновая, вспыхнувшая в спиральной галактике M 83 в созвездии Гидры, популярный объект SS 433 и ряд других объектов.

В сеансе 30 июня 1983 года, против ожидания, не был получен сигнал от яркого и хорошо изученного источника **Геркулес X-1** — двойной системы, оптический компонент которой — переменная звезда HZ Геркулеса, а рентгеновский — нейтронная звезда (Земля и Вселенная, 1975, № 5, с. 34.— Ред.). «Исчезновение» Геркулеса X-1 подтвердили и наблюдения с европейского спутника «Экзостат». В то же время наблюдатели-«коптики» сообщили нам, что кривая блеска переменной HZ Геркулеса почти не изменилась. Между тем изменения блеска этой звезды объясняются переработкой в звездной фотосфере рентгеновского излучения нейтронной звезды. Значит, нейтронная звезда, входящая в двойную затменную пару, «светит» по-прежнему. Видимо, изменения

произошли лишь в окружающем нейтронную звезду газовом диске, из которого вещество падает на нейтронную звезду (аккреционный диск). Этот диск ответствен за мягкое рентгеновское излучение системы. Быть может, изменилась угловая диаграмма излучения, которая теперь проходит мимо «глаза наблюдателя». Теоретикам придется поломать голову над этой загадкой, ведь излучение источника Геркулес X-1 более десяти лет оставалось стабильным.

С борта «Астрона» несколько раз наблюдался **«быстрый барстер»** (МХВ 1733-35), расположенный вблизи центра Галактики на расстоянии 10 000 пк от нас (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 27.— Ред.). Это — тесная двойная система, состоящая из нейтронной звезды и красного карлика, в которой не наблюдаются затмения — ни рентгеновские, ни оптические. Причина рентгеновских вспышек барстера — ядерный взрыв вещества, накопившегося на поверхности нейтронной звезды. Медленное перетекание вещества от красного карлика на нейтронную звезду обеспечивает запас ядерного горючего (в первую очередь гелия, а потом и водорода). За полгода работы ИСЗ «Астрон» «быстрый барстер» три раза менял характер излучения: зарегистрированы всплес-



Запись излучения в различных каналах
рентгеновского телескопа-спектрометра,
сделанная во время сканирования
участка неба 9 июля 1983 года.

На нижнем рисунке цифрами обозначены
отождествленные рентгеновские источники:
1 — Скорпион X-1, 2 — Наугольник X-1,
3 — источники 4U 1728-24 и 4U 1730-22,
4 — источники 4U 1728-34, 5 — Орел X-1,
6 — галактический центр, 7 — Скорпион X-6

ки разного типа и различной длительности. Наблюдения этого интересного объекта продолжают.

16 августа 1983 года с борта «Астроны» наблюдалось затмение «быстрого барстера» Луной. По соседству, на расстоянии около $0,5^\circ$ от «быстрого барстера», находится еще один барстер МХВ 1728-34, испускающий одновременно и постоянное рентгеновское излучение. Рентгеновский спектрометр принимал суммарный сигнал двух источников. В момент затмения «быстрого барстера» было замечено резкое падение сигнала. После выхода источника из-за края Луны сигнал возрос до прежнего уровня. Отсюда было сделано заключение, что во время наблюдения от «быстрого барстера» вместо отдельных коротких импульсов поступало постоянное излучение. Этот результат оказался неожиданным. По моментам затмения удается локализовать источник на небесной сфере с точностью $6-8''$. В настоящее время проводится отождествление «быстрого барстера» с оптическими объектами.

Затмения рентгеновских источников позволяют уточнять координаты тех из них, которые

не отождествлены с оптическими объектами, разделять рентгеновское излучение близко расположенных источников, что другими методами сделать трудно или просто невозможно. Мы заранее, за два месяца, просматриваем, не предстоит ли затмение Луной какого-либо яркого рентгеновского источника, и планируем его наблюдение.

Рентгеновский спектрометр «Астроны» участвовал также в синхронных наблюдениях источников совместно с международным ультрафиолетовым спутником IUE. По этой же программе работали некоторые наземные оптические и радиоастрономические обсерватории в нашей стране и за рубежом.

Мы рассказали лишь о первых предварительных результатах наблюдений, которые проводятся на рентгеновском телескопе-спектрометре ИСЗ «Астрон». Наблюдения продолжают, а обработку их данных выполняют мощные ЭВМ.

Если бы не поглощение...

Не много на небе галактик, доступных невооруженному глазу: в северном полушарии люди с хорошим зрением могут увидеть туманность Андромеды, а в южном — Магеллановы Облака. Да и что тут удивительного: поверхностная яркость галактик невелика, а расстояния до них столь огромны, что лишь счастливая случайность позволяет нам их разглядеть. Но, как известно, случайность бывает не только счастливой.

Совсем недалеко от нас, на расстоянии около 1 Мпк, находится гигантская галактика Маффей 1 (Земля и Вселенная, 1971, № 6, с. 15.—*Ред.*). Хотя она и расположена поблизости, входит эта галактика не в Местную группу, а в группу галактик Жирафа — Большой Медведицы. Маффей 1 находится на границе созвездий Кассиопеи и Персея, очень близко к галактической плоскости. В направлении на



галактику поглощение света достигает 5^m , а значит, ее яркость ослабляется в 100 раз. Если бы не поглощение, видимая величина Маффей 1 составила бы 6^m , то есть при благоприятных условиях галактику можно было бы увидеть невооруженным глазом и прекрасно наблюдать в бинокль или в скромный телескоп.

Тот факт, что Маффей 1 расположена в области высокой непрозрачности и практически недоступна для детального изучения, — поистине несчастливая для астрономов

случайность. Эта галактика, насколько ее удалось классифицировать сквозь толстый слой пыли американским астрономом Р. Бьюта и М. Масколл, либо эллиптическая ($E3-E4$), либо линзовидная ($S0$). Ни тот, ни другой тип галактик столь близко к нам не встречается. Ближайшие крупные галактики или спиральные (туманность Андромеды, $M33$, $M81$), или неправильные (Магеллановы Облака). В этих галактиках очень много газа. Астрономы заинтересованы в доступной для детального изучения гигантской системе типа $E-S0$, бедной межзвездным веществом. И они бы ее имели, но... случайность распорядилась иначе.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1983, 205, 1.

Камни с Луны и Марса!

За 200 лет изучения «небесных камней» было найдено около 2500 метеоритов на пяти земных континентах. Примерно столько же собрано в Антарктиде за последние годы. В метеоритных россыпях на антарктических ледниках обнаружено много редких и ценных образцов внеземного вещества. Среди них — камень массой 31 г, найденный в районе холмов Аллана (Западная Антарктида). Метеорит названия не получил, у него есть только номер: ALHA 81005. И внешний вид, и внутренняя структура образца сразу же привлекли внимание специалистов.

Снаружи метеорит покрыт стекловидной, зеленоватой корой плавления, шероховатой на ощупь. Внутри же — это кусок брекчии: плотно спрессованная, спекшаяся масса частичек, зерен, фрагментов минералов. В цементирующем веществе заметны признаки плавления и течения.

Брекчиевые метеориты известны давно, но только в метеорите ALHA 81005 оскол-

ки имеют аноксидированный состав. Эта горная порода относится к силикатам, богатым кальцием и алюминием. Аноксидит редок на поверхности Земли и в то же время широко распространен в горных областях Луны. При рассмотрении в микроскоп тонкий, прозрачный шлиф метеорита ALHA 81005 почти не отличим от шлифов пород, доставленных с Луны.

Химические и изотопные анализы показали близкое сходство (если не тождественность) вещества антарктического метеорита и лунных образцов. У них, например, одинаковые отношения содержания Mn/FeO в пироксене и содержания изотопов $^{17}\text{O}/^{18}\text{O}$. Для лунного реголита характерна большая концентрация благородных газов — гелия, неона, аргона, криптона, ксенона, которые захватываются реголитом из солнечного ветра. Эти газы столь же обильны и в антарктическом метеорите.

На лунное происхождение метеорита ALHA 81005 указывает и его небольшой космический возраст — время пребывания в межпланетном пространстве. Это время определяется по содержанию изотопов некоторых элементов, образующихся в метеоритах под действием космических лучей, и для каменных метеоритов порядка 1 млн. лет. Содержание радиоактивного изотопа алюминий-26 в антарктическом метеорите говорит о недолгом его пути в открытом космосе.

Результаты исследования метеорита ALHA 81005 обсуждались на XIV лунно-планетной конференции, состоявшейся в марте 1983 года в Хьюстоне (США). И все ее участники почти единодушно пришли к мнению о том, что метеорит прилетел на Землю с Луны.



Известны и другие метеориты, происхождение которых уже не связывается с астероидами (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 5.— *Ред.*). Это — маленькая группа (полджония) ахондритов, куда входят шерготиты, наклиты и шассиньиты, названные так по именам первых образцов, которые упали в Шерготти (Индия), в Накле (Египет) и в Шассинья (Франция). Эти метеориты состоят из вулканической, точнее магматической, породы. Судя по степени распада долгоживущих радиоактивных изотопов, вещество метеоритов застыло и кристаллизовалось не более 1,3 млрд. лет назад. И лунная кора, и астероиды остыли намного раньше. Следовательно, шерготиты и их аналоги образовались на тех планетах (исключая Землю!), где вулканические процессы происходили совсем недавно (по космическим масштабам). Родиной таких метеоритов вполне может оказаться Марс.

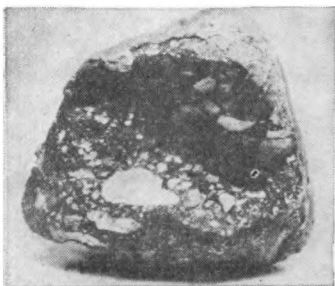
Можно допустить, что марсианское и лунное вещество было выброшено в космическое пространство в результате гигантского взрыва при ударе метеорита (или кометы). Правда, скорость убегания с Марса довольно велика (около 5 км/с), так что взрыв на Марсе должен быть необычайно сильным. Изученные образцы «марсианских» метеоритов несут следы ударного воздействия, происшедшего несколько сот миллионов лет назад. В них также найдены минералы, сильнее обогащенные кристаллизационной водой, кислородом и благородными газами, чем в обычных метеоритах. Все это позволяет высказать предварительное предположение, что в происхождении «марсианских» метеоритов отразилось влияние атмосферы и подповерхностных вод Марса. Так ли это в действительности, покажут будущие исследования.

И. Т. ЗОТКИН

Возможный «лунный» метеорит (ALHA 81005).

Поперечник камня около 3 см, масса около 31 г.

(Фото из журнала «Sky and Telescope», 1983, 65, 2)





Небесная механика: некоторые перспективы

Небесная механика — это часть астрономии, которая изучает движение небесных тел. Ее основные объекты — большие и малые планеты, кометы, спутники планет. В последние годы она рассматривает движение звезд в звездных системах, а также движение искусственных спутников Земли и других космических аппаратов.

Небесная механика исследует движение небесных тел под действием всех сил природы: сил притяжения, сопротивления среды, электромагнитных сил, сил светового давления и т. д. Но главное отличие этой науки от других наук, изучающих движение, заключается в том, что в ней основной силой, далеко превосходящей другие, является сила притяжения. Остальные силы играют лишь второстепенную роль. Небесная механика рассматривает как поступательное движение небесных тел (движение центров масс тел относительно друг друга), так и вращательное движение тел относительно их центров масс.

Небесная механика, как и геометрия, является одной из древнейших наук. Как и геометрия, она также — одна из самых красивых наук, где-то сродни искусству. Отыскание закономерностей в движении Солнца, Луны и планет, по-видимому, было первой астрономической проблемой, с которой встретилось человечество. Первые закономерности были выявлены еще в античные времена знаменитыми древнегреческими учеными Пифагором, Платоном, Аристотелем, Гиппархом, Птолемеем и др. Но эти закономерности касались только видимых движений на фоне звездного неба и были чисто эмпирическими построениями.

Эпоха Возрождения выдвинула Коперника и Кеплера, создавших блестящую, хотя тоже эмпирическую теорию, но уже действительных,

а не видимых движений планет. Система мира Коперника содержала в себе метод определения расстояний планет от Солнца, а следовательно, и от Земли. Три знаменитых закона Кеплера описывали движение планет в пространстве.

Становление небесной механики как современной науки связано с именем Ньютона. Именно закон всемирного тяготения Ньютона и его три закона динамики являются тем фундаментом, на котором построено нынешнее здание небесной механики. Законы Ньютона позволили вывести дифференциальные уравнения, описывающие движение небесных тел. Решив эти уравнения, можно найти положение небесного тела в пространстве в любой момент времени, исследовать эволюцию орбиты, определить ее характеристики. Методы небесной механики позволяют заблаговременно предсказывать наступление различных небесных явлений (солнечных и лунных затмений, замечательных конфигураций планет, появлений комет и т. п.), а также в результате изучения движений планет и их спутников определять некоторые постоянные, связанные со структурой и размерами Солнечной системы.

Важнейшие проблемы небесной механики удалось в основном решить в XVIII—XIX веках. Труды Ж. Лагранжа, П. Лапласа, У. Лаверье, Л. Эйлера, С. Ньюкома, П. Ганзена, Дж. Хилла и других выдающихся ученых были созданы теории движения больших планет и Луны, эти же выдающиеся ученые внесли вклад и в изучение движения комет, спутников Юпитера, Сатурна, Марса. А. М. Ляпунов и А. Пуанкаре разработали методы исследования устойчивости движения и отыскания периодических орбит. Триумфом закона всемирного тяготения Ньютона стало открытие Нептуна, сделанное «на кончике пера» У. Лаверье и Дж. Адамсом (Земля и Вселенная 1975, № 4, с. 29.— Ред.).

В конце XIX века в Солнечной системе был «наведен» полный порядок: результаты вычис-



лений на основе теории движения того или иного небесного тела, построенной со всей математической строгостью и с учетом всех важнейших возмущающих факторов, гармонично согласовывались с результатами астрономических наблюдений. И это было справедливо для всех объектов Солнечной системы, кроме... Меркурия и Луны. Еще Лавуазье обнаружил, что результаты вычислений векового движения перигелия орбиты Меркурия не совпадают с данными наблюдений. Было также известно, что вследствие эволюции орбиты Земли Луна в своем движении испытывает вековое ускорение. Тщательные исследования, проведенные Адамсом, позволили вычислить величину векового ускорения. Но эта же величина может быть определена из наблюдений, причем с высокой точностью. И снова оказалось, что теория не согласуется с наблюдениями. Открытия этих двух невязок вместе с открытием Нептуна — три наиболее ярких момента в истории небесной механики. Они имели важные последствия. Невязка в движении перигелия орбиты Меркурия была объяснена теорией относительности Эйнштейна. В сущности, особенности в движении перигелия Меркурия послужили первым пробным камнем в проверке новой физической теории. Невязка в вековом ускорении движения Луны привела в конце концов к тому, что было обнаружено замедление вращения Земли. Земные сутки каждое столетие становятся длиннее на 0,0015 секунды.

История небесной механики первой половины XX века представляет интерес главным образом для самих небесных механиков, хотя в это время и закладывался фундамент будущих исследований, в частности изучения движения искусственных небесных тел. Новый этап в развитии этой науки начался в 1957 году, когда был запущен первый искусственный спутник Земли (ИСЗ).

Один из видных специалистов по небесной механике — В. Себехей (США) сравнивает небесную механику со спящей красавицей, разбуженной поцелуями первого ИСЗ. Проснувшись, она стала экспериментальной наукой: теперь она рассчитывает орбиты ИСЗ и других космических аппаратов, выбирает их так, чтобы проверить свои теории и наилучшим образом по наблюдениям этих объектов уточнить различные характеристики фигуры Земли, параметры земной атмосферы, массы и размеры планет и другие фундаментальные постоянные Солнечной системы. И здесь имеются замечательные достижения. Начиная с

XVII века астрономы улучшали основные параметры Солнечной системы на одну значащую цифру в столетие. За последние 25 лет в величинах этих параметров прибавилось от двух до четырех точных значащих цифр!

Вычислительная техника предоставила специалистам по небесной механике мощные ЭВМ, обладающие высоким быстродействием и большой памятью. ЭВМ позволяют оперативно, исключительно точно и на больших промежутках времени проводить численное интегрирование уравнений движения небесных тел. Так, удалось определить положение больших планет на промежутке в несколько миллионов лет. Появилась возможность осуществлять на ЭВМ алгебраические операции, то есть строить аналитические теории движения небесных тел. Ш. Делонэ затратил более 20 лет на создание теории движения Луны. Ныне на все его алгебраические преобразования (конечно, после составления вычислительной программы) на ЭВМ требуется менее 20 минут! Большая память современных ЭВМ позволяет одновременно обрабатывать многие тысячи наблюдений и определять десятки и сотни нужных параметров (например, элементы орбиты спутника, параметры гравитационного поля и атмосферы Земли).

Бурными темпами в последние годы развивается наблюдательная техника. До недавнего времени в нашем распоряжении были только данные оптических наблюдений (визуальные и фотографические), которые давали угловые положения светила относительно звезд. Точность этих наблюдений составляла десятки доли секунды дуги. Такая точность позволила создать теории движения планет, на основе которых положения этих тел в пространстве определялись с точностью в несколько сотен километров. Ныне методом лазерной локации расстояние до Луны измеряется с точностью в несколько сантиметров. Радиолокационные определения расстояний до планет выполняются с точностью в несколько сотен метров.

Итак, в последние годы небесная механика стала экспериментальной наукой, появились мощные быстродействующие ЭВМ, возросла точность наблюдений. Эти факторы в основном и определяют развитие небесной механики на ее нынешнем этапе. Они же определяют проблемы, которые стоят перед ней в обозримом будущем.

На протяжении всей истории точность расчетов в небесной механике всегда превышала точность наблюдений. Сейчас ситуация измени-

лась. Если лазерные дальномеры, как уже говорилось, измеряют расстояние до Луны и ИСЗ с точностью в несколько сантиметров, то, несмотря на значительные достижения последних лет, наши теории дают заведомо большую ошибку. Аналогичная картина имеет место и в случае планет (Земля и Вселенная, 1983, № 3, с. 29.— Ред.). Изменить такое положение дел — наша первейшая задача. Создание высокоточных теорий движения Луны и больших планет — это извечная проблема небесной механики. Но сейчас она стала как никогда злободневной. Новые теории должны иметь точность по крайней мере на порядок выше, чем точность современных наблюдений, и должны ее обеспечивать на больших временных интервалах (сотни и тысячи лет). Построение таких теорий потребует разработки новых аналитических и численных методов.

Важный круг проблем небесной механики связан с изучением движения ИСЗ на основе лазерных и доплеровских наблюдений. Здесь — и дальнейшее развитие теории движения ИСЗ, и исследование вращательного движения Земли относительно ее центра масс, и уточнение параметров гравитационного поля и фигуры Земли, а также создание новых математических моделей для потенциала земного притяжения.

Мы остановились лишь на некоторых, по нашему мнению, наиболее важных, фундаментальных проблемах современной небесной механики. Конечно, они не исчерпывают всего комплекса задач, стоящих ныне перед этой

наукой. Отметим еще две, на наш взгляд, весьма интересные проблемы.

Первая из них заключается в исследовании резонансных явлений в Солнечной системе. Дело в том, что во многих случаях обнаружены различного рода соизмеримости в периодах обращения планет вокруг Солнца, спутников относительно планеты, а также в периодах, характеризующих поступательное и вращательное движения небесных тел. Так, например, периоды обращения Юпитера и Сатурна вокруг Солнца относятся друг к другу почти как 2 к 5. Период вращения Меркурия вокруг своей оси относится к его периоду обращения вокруг Солнца примерно как 2 к 3. Периоды вращения Луны относительно своей оси и обращения ее вокруг Земли примерно равны друг другу. Такое любопытное обстоятельство, во-первых, требует динамического объяснения. Во-вторых, исследование резонансных задач представляет собой очень интересную и трудную проблему.

Вторая проблема, которая всегда волновала астрономов, — это исследование эволюции кольца астероидов. Она имеет большое космогоническое значение и требует разработки новых методов качественного анализа.

В истории естественных наук небесная механика не раз стимулировала создание новых аналитических методов. Это должно произойти снова. С этими методами и связываются открытия небесной механики будущего.

Рис. В. РОГАНОВА



«Иридиевый» метеорит!

В 1908 году вышел в свет роман Жюль Верна «В погоне

за метеором». В нем рассказывается, как метеорит, состоящий из чистого золота, случайно приблизился к Земле и стал ее спутником. Разгадав тайну управления земным притяжением, чужак-изобретатель приземляет сокровище, а затем заставляет гигантский раскаленный золотой шар скатиться в море, где тот взрывается, превращаясь в золотую пыль.

Уже во времена Жюль Верна было известно, что метеориты обычно состоят либо из металлов (сплав железа и никеля), либо из железисто-магнелиевых силикатов, либо из смеси металлов и силикатов.

Существование золотого метеорита казалось неоправданно фантастической выдумкой, и, возможно, поэтому роман не пользовался должной популярностью.

А если бы золотой метеорит действительно упал в океан? Тогда геохимики, пользуясь точными аналитическими методами, обнаружили бы в осадочных породах небольшой прослой, обогащенный благородным металлом (геохимическую аномалию). Она прослеживалась бы в разновозрастных отложениях в разных частях земного шара. В начале 80-х годов такие разновозрастные аномалии, прав-

да, не золотые, а иридиевые, и в самом деле были найдены в разных местах Земли.

Первым их обнаружил американский геолог В. Альварес. Он изучал прослой глины, выходящие на склоне горы близ города Губбио в Италии. Эта глина образовалась около 65 млн. лет назад на границе мезозойской и кайнозойской эр. В разрезе меловых осадочных пород, где в изобилии были представлены остатки древней фауны, эта глина казалась совершенно лишенной следов жизни. Отец геолога — Л. Альварес, Нобелевский лауреат в области ядерной физики, — проанализировал глину и неожиданно для себя обнаружил: иридия в ней в 30 раз больше его обычного содержания в земных породах.

Почему анализировался именно иридий? Дело в том, что даже очень малые количества его легко определить методом нейтронно-активационного анализа. В то же время в метеоритах иридия в тысячи раз больше, чем в земных осадочных породах, и этот металл платиновой группы можно использовать в качестве индикатора древней космической бомбардировки.

Американский исследователь Р. Ганапати обнаружил, что в глинах из Дании, переполненных рыбьими костями и относящихся также к границе мезозоя и кайнозоя, концентрация золота, никеля, рения соответственно в 15, 30 и 60 раз больше, чем в базальтах континентов. Содержание же иридия, осмия и палладия в этих «рыбных глинах» повышено более чем в тысячу раз! Восемь из девяти благородных металлов присутствуют в глинах, образовавшихся на границе мезозойской и кайнозойской эр, в пропорциях, характерных для хондритовых метеоритов.

Дальнейшие находки последовали в Испании, США, Новой Зеландии, СССР и других местах. Сейчас уже в 30 районах земного шара обнаружены «иридиевые аномалии», сопровождающиеся повышенным содержанием осмия, хрома, никеля, кобальта. Конеч-

но, в земной коре эти элементы также нередко образуют высокие концентрации, но лишь в районах некоторых типов рудных месторождений и глубинных изверженных пород.

Удивителен тот факт, что возраст «иридиевых аномалий» примерно одинаков — около 65 млн. лет и все они приурочены исключительно к границе маастрихтского и датского ярусов верхнего мела, когда на суше и в море внезапно исчезли 70% видов растительных и животных организмов.

Советские ученые М. А. Назаров, А. Д. Барсукова, Г. М. Колесов, Д. Н. Найдин, А. С. Алексеев установили, что в «рыбных глинах» Дании содержание иридия 58 нг/г, а в тонком слое мергеля, или глинистого известняка, на Мангышлаке — 4 нг/г. Между тем обычное содержание иридия в земных породах 0,2—0,4 нг/г. Правда, контрольные измерения показали, что в современных глубоководных кремнисто-карбонатных илах содержание иридия тоже повышено и составляет 12 нг/г.

Как же объяснить появление «иридиевой аномалии» на границе мелового и третичного периодов? Первооткрыватели связывают ее происхождение с падением метеорита. Если исходить из средних содержаний иридия в метеоритах, то общая масса космического вещества, поступившего на Землю, составит 10^{18} — 10^{19} г, то есть 1—10 триллионов тонн. При столкновении Земли с таким космическим телом должен был возникнуть кратер диаметром более 100 км, а в случае падения метеорита в океан — подняться волна типа цунами высотой более 5 км (!), которая за 27 часов обогнула бы Землю. При этом испарение морской воды привело бы к катастрофическому изменению состава атмосферы.

Палеонтологам давно известно «великое мезозойское вымирание» органического мира, в том числе динозавров, аммонитов, белемнитов; лишь в раннем эоцене, спустя 12 млн. лет, вновь наблюда-



ется расцвет жизни на Земле. На смену ящерам пришли млекопитающие. По времени область «мезозойской смерти» довольно близко совпадает с «иридиевой аномалией».

Может быть, идея великого фантаста окажется реальностью? Растет число доказательств того, что 65 млн. лет назад в меловом периоде какое-то загадочное событие вызвало распыление по нашей планете благородного металла, правда, не золота, а иридия, ценность которого гораздо выше. Возможно, астероид был значительно богаче платиновыми металлами, чем обычные метеориты. Надо сказать, геохимия иридия в осадочных породах изучена плохо. В глинах и сланцах могут оказаться и повышенные концентрации платиноидов земного происхождения.

А. М. ПОРТНОВ
Кандидат
геолого-минералогических наук
Е. Н. РУДЕРМАН

Доктор физико-математических наук
А. А. РУЗМАЙКИН
Кандидат физико-математических наук
А. М. ШУКУРОВ

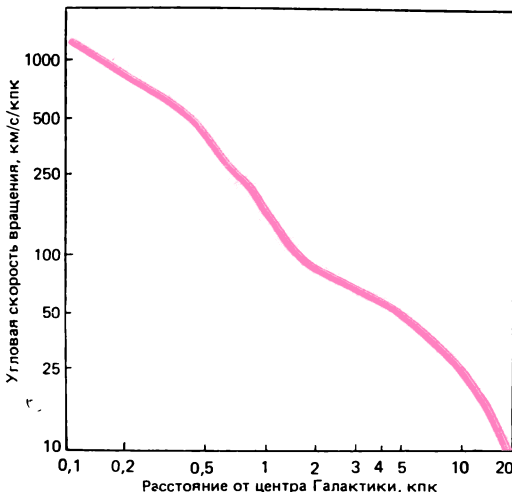


Магнитное поле Галактики

Спиральные хаотические движения и неоднородное вращение межзвездного газа генерируют гигантское по масштабу магнитное поле, пронизывающее почти всю Галактику, исключая кольцеобразную область внутри галактического диска.

Альберт Эйнштейн считал проблему происхождения магнитного поля Земли одной из важнейших нерешенных проблем физики. С тех пор выяснили, что магнитные поля есть не только у Земли, но и у звезд (в частности, у Солнца), спиральных галактик, в том числе

Зависимость угловой скорости вращения галактического диска от расстояния до центра Галактики. Однородное, то есть твердотельное, вращение соответствовало бы постоянной вдоль радиуса угловой скорости. Угловая скорость особенно слабо изменяется на расстояниях 2—5 кпк от галактического центра



и у нашей Галактики. Сейчас вопрос о происхождении магнитных полей космических тел можно считать в значительной степени решенным. Магнитные поля создаются и поддерживаются движениями проводящего вещества во внешнем ядре Земли, конвективных зонах звезд, межзвездном газе спиральных галактик.

Механизм генерации поля основан на законе электромагнитной индукции Фарадея. Вспомните: при движении проводника (например, проволочной рамки) в магнитном поле возникает электродвижущая сила. Появляющийся в рамке электрический ток порождает свое магнитное поле. По этому принципу работает динамо-машина, которая на современном языке называется «генератор тока». Однако в космическом динамо нет проводов и других приспособлений, придуманных человеком. Природа сама организует движения сплошной проводящей среды (обычно плазмы) так, что электрические токи, возникающие благодаря начальному слабому магнитному полю, усиливают и поддерживают это поле.

ДВИЖЕНИЯ МЕЖЗВЕЗДНОГО ГАЗА

Подавляющая часть массы галактик сосредоточена в звездах. Но галактика — это не только звезды. Многие физические процессы, происходящие в спиральных звездных системах, определяются свойствами относительно небольшого количества разреженного газа, который заполняет межзвездное пространство. В 1 см^3 межзвездной среды находится в среднем всего один атом водорода. Межзвездный газ частично ионизирован ультрафиолетовым излучением звезд, космическими лучами низкой энергии, мягким рентгеновским излучением. Даже в облаках холодного нейтрального водорода три атома из тысячи имеют неполный набор электронов.

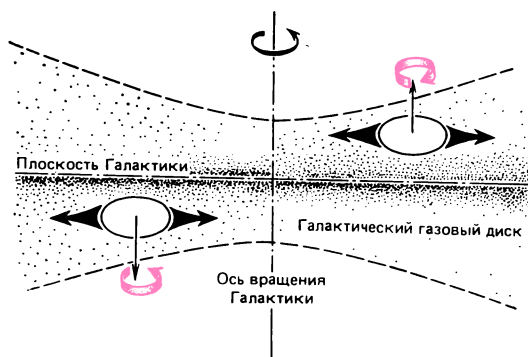
Особенности распределения газа в галак-

тиках определяются в основном гравитационными силами, создаваемыми совокупностью звезд. Как показывают наблюдения, в Галактике нейтральный газ сконцентрирован в диске, толщина которого вблизи центра составляет 160 пк и быстро растет к периферии — до 500 пк в окрестностях Солнца и до 3000 пк на окраинах Галактики. Такое утолщение газового диска объясняется тем, что концентрация звезд и, следовательно, сдерживающая сила гравитации быстро уменьшаются к периферии Галактики. Ионизированный газ также образует расширяющийся к краям диск, но большей толщины: 800 пк вблизи Солнца.

Галактический газовый диск вращается весьма своеобразно: его внутренние части совершают один оборот за несколько десятков миллионов лет (50 млн. лет на расстоянии 1 кпк от центра), а внешние — за несколько сотен миллионов лет (250 млн. лет на расстоянии 10 кпк от центра).

Эта картина — «съемка крупным планом», включающая детали размером не менее 100 пк. В меньших масштабах обнаруживаются случайные, хаотические движения масс межзвездного газа. Облака межзвездного газа получают кинетическую энергию при вспышках сверхновых звезд или истечении вещества из молодых горячих звезд. Сталкиваясь, облака дробятся, кинетическая энергия последовательно передается движениям все меньшего и меньшего масштаба, пока не переходит в тепло. Хаотические движения такого типа называются турбулентными. В Галактике турбулентный вихрь размером 100 пк имеет скорость движений порядка 10 км/с. Турбулентные движения межзвездного газа можно наглядно представить себе как иерархию взаимодействующих, взаимопроникающих вихрей разных размеров.

Плотность межзвездного газа уменьшается с удалением от центральной плоскости Галактики. В сочетании с галактическим вращением это приводит к своеобразному и тонкому нарушению симметрии турбулентных движений. В турбулентности, полученной в лабораторных условиях, направления закрутки вихрей совершенно случайны: по часовой стрелке закручено в среднем столько же вихрей, сколько и против часовой стрелки. Но проследим за судьбой отдельной вихревой ячейки (облака) межзвездного газа, поднимающейся, в силу случайных причин, над плоскостью Галактики. По мере подъема плотность окружающего газа падает, поэтому ячейка расширяется. Ячейка,



Облако межзвездного газа, движущееся от плоскости Галактики, расширяется, поскольку плотность межзвездного газа падает с увеличением расстояния от галактической плоскости. В результате облако закручивается в направлении, противоположном направлению вращения Галактики в верхней половине галактического диска, и в направлении вращения Галактики — в нижней половине диска. Так движения газа становятся спиральными и нарушается зеркальная симметрия

угловой момент вращения которой сохраняется, закручивается по часовой стрелке (если смотреть сверху) в дополнение к собственному вращению. Поэтому число вихрей, закрученных по часовой стрелке, не совпадает с числом вихрей, вращающихся в противоположную сторону. Нарушается зеркальная симметрия турбулентности, то есть турбулентность становится спиральной. Другими словами, вихревые ячейки приобретают дополнительную спиральную, или винтовую, компоненту движения. При этом направление закрутки спиралей одинаково для всех ячеек, находящихся по одну сторону от плоскости Галактики; по другую сторону направление закрутки противоположное.

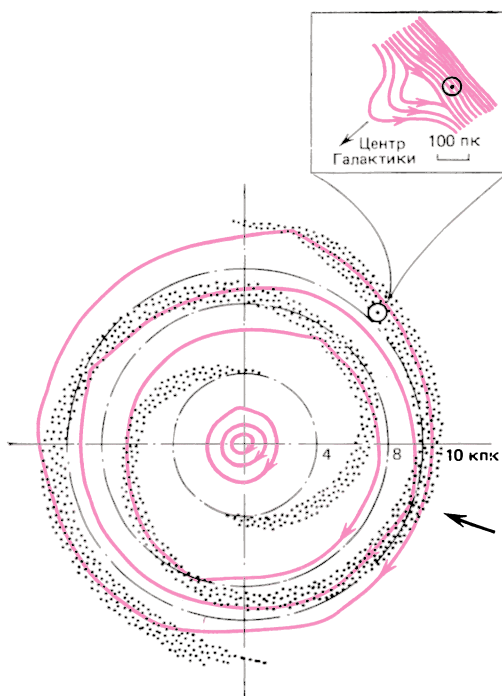
Нарушение зеркальной симметрии турбулентности характерно не только для галактического диска, но и для всех вращающихся тел, плотность которых меняется вдоль направления угловой скорости вращения — конвективных зон Солнца и звезд, жидких областей планетных ядер, газовых дисков, возникающих в двойных звездах при перетекании вещества с одной звезды на другую.

Прежде чем рассказать, как движения межзвездного газа генерируют магнитное поле Галактики, рассмотрим свойства наблюдаемого в Галактике магнитного поля.

ПОЛЕ, КОТОРОЕ НАБЛЮДАЮТ

Крупномасштабное магнитное поле Галактики мало по величине, и его можно измерить только потому, что оно охватывает очень протяженную область. Для измерения крупномасштабного магнитного поля в межзвездной среде используют фарадеевское вращение плоскости поляризации электромагнитного излучения. Напомним, что когда через намагниченную область проходит линейно поляризованное излучение, плоскость его поляризации поворачивается на угол, пропорциональный квадрату длины волны излучения. Коэффициент пропорциональности, называемый мерой вращения, равен произведению компоненты магнитного поля вдоль луча зрения на длину пути, пройденного волной, и среднюю плотность свободных электронов среды. Зная по-

Схематическое изображение линий азимутальной компоненты крупномасштабного магнитного поля Галактики. В спиральных рукавах магнитные линии преломляются, ориентируясь вдоль рукава (отмечено стрелкой). При этом напряженность поля в рукавах возрастает из-за сближения магнитных линий. На врезке показано расположение магнитных линий вблизи Солнца в соответствии с радиоастрономическими данными



ложению плоскости поляризации излучения какого-либо источника по меньшей мере на двух длинах волн, можно определить величину меры вращения. Если, кроме того, известны плотность электронов и расстояние до источника излучения, то можно найти и продольную компоненту магнитного поля. Очевидно, что эффект Фарадея тем заметнее, чем больше длина волны, поэтому для его регистрации лучше всего подходят радиоволны.

Линейно поляризованное радиоизлучение испускают пульсары, а также некоторые внегалактические объекты — радиогалактики и квазары. Эти источники просвечивают Галактику во многих направлениях, и исследование поляризационных свойств их излучения предоставило детальные и надежные сведения о конфигурации и величине крупномасштабного магнитного поля Галактики. Крупномасштабное, усредненное по вихревым ячейкам магнитное поле Галактики лежит в плоскости ее диска. Таким образом, основная компонента среднего магнитного поля — азимутальная, параллельная диску. Ее напряженность $2 \cdot 10^{-6}$ Гс. По обе стороны галактического экватора азимутальное поле направлено одинаково. Кроме азимутальной среднее магнитное поле имеет меридиональную составляющую (лежащую в плоскости галактического меридиана). Ее напряженность значительно меньше напряженности азимутальной компоненты. Вариации напряженности среднего магнитного поля в диске Галактики становятся заметными на расстояниях 1—2 кпк по радиусу и нескольких сотен парсеков в направлении, перпендикулярном плоскости диска.

В малых масштабах (меньше 100 пк) на среднее магнитное поле накладываются хаотические флуктуации. Их величина сравнима с величиной самого поля. Угол «поворота» магнитной линии на расстоянии порядка 100 пк велик (около 1 рад), а потому линии магнитного поля в малых масштабах сильно запутаны.

Несмотря на небольшую напряженность, магнитное поле Галактики оказывается очень важной компонентой межзвездной среды. Магнитное поле определяет нетепловое радиоизлучение газового диска и галактической короны; удерживает в Галактике космические лучи; вносит существенный вклад в поддержание в равновесии слоя межзвездного газа; влияет на процессы звездообразования и характер межзвездной турбулентности. В разреженном межзвездном газе плотность энергии магнитного поля — величина того же порядка, что и плот-

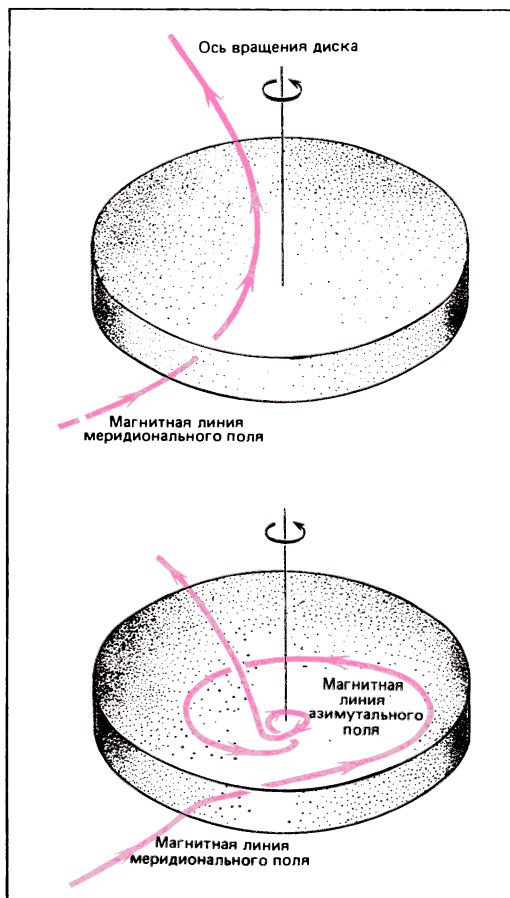
ность кинетической энергии турбулентных движений газа и плотность энергии космических лучей. В целом три компоненты межзвездной среды — газ, космические лучи и магнитные поля — образуют единую динамическую систему.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ КРУПНОМАСШТАБНОГО ПОЛЯ

Движения неионизированной среды, скажем, воздуха, не влияют на магнитное поле. Согласно закону электромагнитной индукции, в ионизированной среде, где имеются свободные заряды, движения в присутствии магнитного поля порождают электрические токи. Эти токи дают свое магнитное поле, которое складывается с первоначальным¹. Так происходит изменение магнитного поля в движущейся проводящей жидкости или плазме. Интересно, что, если пренебречь затуханием токов из-за электрического сопротивления, результат сложения окажется таким, как будто магнитные линии переместились вместе с веществом. Поле «вморожено» в среду, следует за ее перемещениями. Учет электрического сопротивления нарушает вмороженность. Однако сопротивление особенно эффективно в малых масштабах (чем меньше сечение проволоки, тем быстрее она перегорит!), поэтому можно считать, что крупномасштабное магнитное поле вморожено в среду. Количественным критерием вмороженности служит магнитное число Рейнольдса (отношение произведения толщины газового диска на скорость движений к сопротивлению среды). Чем больше магнитное число Рейнольдса, тем прочнее связь магнитных линий с веществом.

Магнитное число Рейнольдса в межзвездном газе очень велико. Даже в плотных облаках нейтрального водорода оно не меньше $5 \cdot 10^4$, а в среднем по галактическому диску — порядка 10^6 . Крупномасштабное магнитное поле можно уверенно считать вмороженным в межзвездный газ. На первый взгляд, это утверждение значительно упрощает проблему происхождения поля, а вернее, относит ее к ранним, догалактическим стадиям эволюции Вселенной. Действительно, если крупномас-

¹ Объяснить, откуда взялось первоначальное магнитное поле в Галактике — отдельная задача. Механизмы генерации магнитных полей в галактическом диске настолько эффективны, что первоначальное поле могло быть очень слабым — 10^{-20} Гс. В межзвездном газе магнитное поле могло, например, появиться в эпоху образования галактик, когда оно возникло при взаимодействии плазмы с излучением.



В неоднородно вращающемся галактическом диске меридиональное магнитное поле (верхний рисунок) преобразуется в азимутальное поле (нижний рисунок)

штабное поле так хорошо вморожено в газ, то не может ли оно быть результатом некоего начального сжатия межгалактического магнитного поля в процессе образования Галактики? Прежде чем ответить на этот вопрос, вспомним о межзвездной турбулентности.

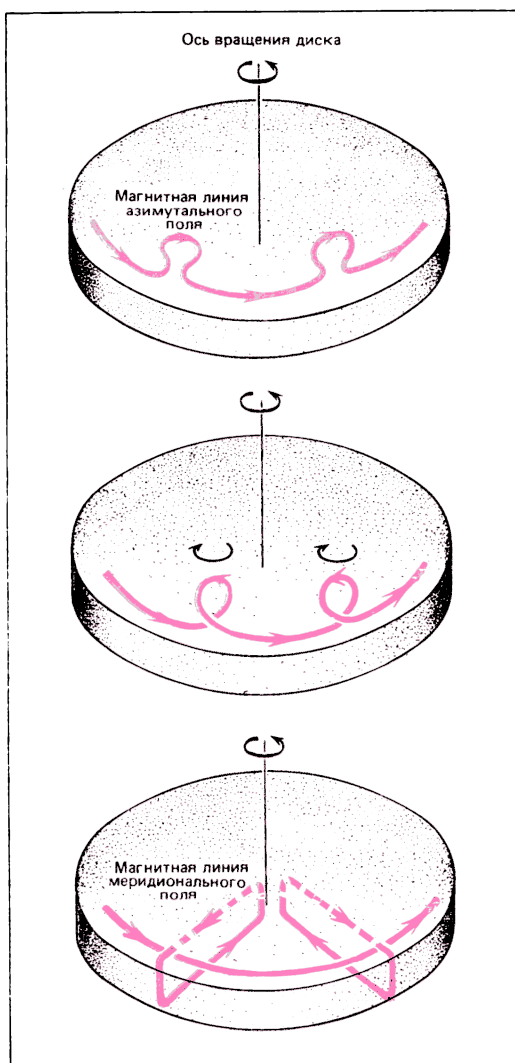
Турбулентные, хаотические движения увлекают за собой магнитные линии крупномасштабного поля, запутывают их. Этот процесс называется турбулентной диффузией. Действие турбулентности на крупномасштабное магнитное поле как бы усиливает эффект электрического сопротивления, перекладывая энергию поля в меньшие масштабы, где она быстро превращается в тепло. Предоставленное самому себе, крупномасштабное

поле Галактики за 10^8 лет уменьшилось бы в $\approx 2,7$ раз. Поскольку это время намного меньше возраста Галактики, равного примерно 10^{10} лет, мы приходим к выводу, что современное крупномасштабное магнитное поле Галактики не может иметь догалактическую природу. В галактическом диске должен действовать механизм, постоянно воспроизводящий крупномасштабное поле и компенсирующий разрушительное действие турбулентной диффузии. Остатки догалактического поля могли когда-то служить лишь затравкой, начальным полем для динамо-механизма. Галактика вовсе не похожа на идеальный проводник, лишь сохраняющий и видоизменяющий когда-то вложенное в него магнитное поле. Ее надо сравнивать с динамо-машиной, создающей магнитные поля благодаря движениям проводников с током — ионизированного газа.

Чтобы понять, как действует галактическое динамо, рассмотрим вначале магнитную линию чисто меридионального поля, пронизывающего неоднородно вращающийся, хорошо проводящий диск. В таком диске точки, лежащие на разных расстояниях от центра за один и тот же отрезок времени поворачиваются на разные углы. Внутренние части диска вращаются быстрее внешних, поэтому точки, располагавшиеся вначале на одном радиусе, по прошествии некоторого времени будут соединять деформированная и растянутая спиральная магнитная линия — ведь магнитное поле встроено в газ и увлекается им. Таким образом, вследствие неоднородности вращения диска и встроения поля первоначально чисто меридиональное поле «растягивается» в сумму меридионального и азимутального полей, то есть азимутальное поле генерируется неоднородным вращением. Ясно, что каждый оборот диска удваивает азимутальное поле в данной точке (если меридиональное поле не меняется со временем) и одно лишь неоднородное вращение могло бы обеспечить линейный рост азимутального поля со временем. Могло бы — не будь турбулентной диффузии, которая уничтожает поле, а с ним и его меридиональную компоненту. Необходимо, чтобы и меридиональное поле поддерживалось за счет азимутального, тогда общее поле в диске будет существовать без помощи посторонних источников. И здесь решающим оказывается слабое нарушение зеркальной симметрии турбулентности, которое вызвано вращением газового диска.

Зададимся теперь азимутальным полем и посмотрим, как на него воздействуют спиральные турбулентные движения среды. В силу встроения поля вихревые ячейки (облака газа), поднимающиеся от экваториальной плоскости диска, увлекают за собой участки азимутальной силовой линии, придавая им вид греческой буквы Ω . Из-за сохранения углового момента ячейки закручиваются вокруг вертикальной оси, а вместе с ними закручиваются и петли силовых линий. Противоположно на-

Воздействие спиральных турбулентных движений на азимутальное магнитное поле приводит к появлению меридионального поля



правленные поля в основаниях петель быстро уничтожаются под действием электрического сопротивления, и мелкие петли отрываются от «материнской» магнитной линии, а затем сливаются друг с другом (благодаря электрическому сопротивлению газа, которое существует в малых масштабах). Так как турбулентность зеркально несимметрична, число петель с противоположными направлениями закрутки неодинаково и после слияния маленьких петель мелкомасштабные поля не могут полностью скомпенсироваться, остается магнитная линия крупномасштабного меридионального поля. В диске нарастает меридиональное поле как раз такого направления, чтобы усилить исходное азимутальное поле с помощью неоднородного вращения.

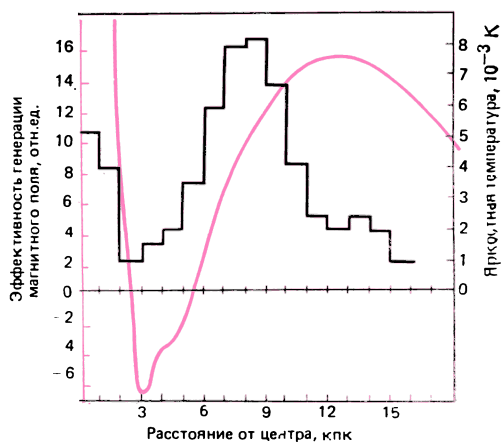
Радиальная составляющая крупномасштабного магнитного поля направлена одинаково и в верхней, и в нижней половине галактического диска, вертикальная — в противоположные стороны от центральной плоскости диска. В совокупности эти составляющие образуют меридиональное магнитное поле не дипольного типа, как у Земли с северным и южным полюсами, а поле с четырьмя полюсами. Такое поле называется квадрупольным.

«МАГНИТНЫЕ КОЛЬЦА»

Угловая скорость вращения галактического диска по-разному меняется с расстоянием от центра Галактики: быстрее всего между 0,5 и 1 кпк, довольно быстро — на периферии диска, а вот вблизи 2—5 кпк угловая скорость меняется достаточно мало. «Достаточно» настолько, что генерация азимутального поля в этой кольцевой области слаба и турбулентная диффузия «берет верх» над генераторами поля, и оно быстро затухает. В результате крупномасштабного поля в этом кольце нет. Ясно, что и в других спиральных галактиках с похожими зависимостями скорости вращения от расстояния до центра может возникать такое же распределение поля.

Как обнаружить резкое ослабление крупномасштабного поля? Это можно сделать, исследуя распределение нетеплового (синхротронного) излучения электронов космических лучей по радиусу галактик. Яркость нетеплового излучения тем выше, чем больше магнитное поле.

Кольцеобразное распределение яркости нетеплового радиоизлучения с концентрацией



Эффективность генерации магнитного поля на разных расстояниях от центра туманности Андромеды (цветная линия) и распределение поляризованной компоненты нетеплового радиоизлучения в северной части этой галактики. В кольцевой области между 2 и 7 кпк эффективность генерации магнитного поля настолько низкая, что здесь не наблюдается крупномасштабное магнитное поле (отрицательное значение эффективности соответствует быстрому затуханию поля). В этой же области уменьшается яркостная температура поляризованного радиоизлучения

вблизи 8 кпк характерно для туманности Андромеды (M 31) — спиральной галактики, вращения, да и другие свойства которой близки к свойствам Галактики. Совсем недавно кольцеобразное распределение крупномасштабного магнитного поля в туманности Андромеды было подтверждено поляризационными радиоастрономическими наблюдениями. Внешняя граница магнитного поля в туманности Андромеды и в нашей Галактике приходится примерно на 15—20 кпк.

На расстоянии 6 кпк от центра Галактики и на таком же расстоянии от центра туманности Андромеды наблюдается сильная концентрация газа. Соответственно там должны быть и наиболее сильные магнитные поля, даже если бы мощность источников генерации в этих галактиках была повсюду одинаковой. Может быть, кольцевое распределение поля — просто следствие кольцевого распределения газа? Но расчет показывает, что одного объяснения плотности газа недостаточно для объяснения наблюдаемых вариаций яркости нетеплового радиоизлучения. Более того, в спиральной галактике NGC 6946 яркость поляризованного нетеплового излучения (именно поляризован-

ная компонента служит индикатором крупномасштабного поля) минимальна в центре, где плотность газа максимальна. Впрочем, и в туманности Андромеды не совпадают положения кольцевых областей с максимальными напряженностью магнитного поля и плотностью газа. И так, плотность газа и распределение магнитного поля связаны не однозначно. Кольцеобразное распределение крупномасштабных магнитных полей в некоторых спиральных га-

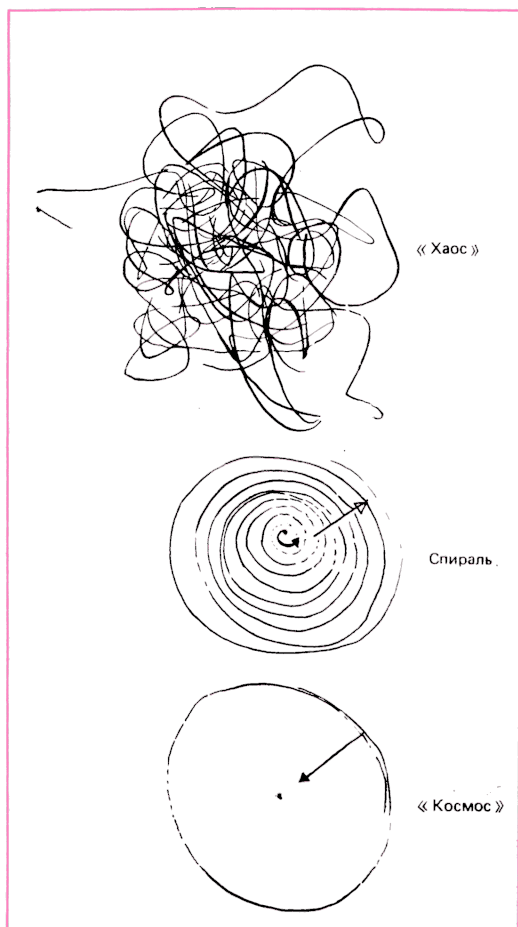
лактиках отражает распределение источников генерации.

Мы рассказали о том, как генерируется крупномасштабное магнитное поле в спиральных галактиках. В этих объектах упорядоченное (регулярное) магнитное поле возникает благодаря неоднородному вращению и хаотическим, мелкомасштабным движениям межзвездного газа. Решающим в этом процессе оказывается нарушение зеркальной симметрии, спиральный характер турбулентных движений среды.

Вспоминается курьезный случай с одним невнимательным фотографом. Получив заказ от группы ветеранов войны, он отпечатал их снимки так, что изображение на фотографиях оказалось зеркально отраженным. И привычное расположение на груди орденов и медалей сразу изменилось. Заказчики не могли не заметить этого нарушения. Выгодный заказ, естественно, сорвался.

Нарушение зеркальной симметрии, к счастью, не всегда приводит к потерям. В турбулентной проводящей жидкости или газе оно вызывает усиление магнитных полей. Заметим, что процесс генерации крупномасштабного, упорядоченного магнитного поля интересен как пример создания порядка из хаоса в физических системах. Обратим внимание на любопытное совпадение: в мифологических представлениях о происхождении мира, в упорядочении первичного хаоса важную роль играли спиральные движения. С древнейших времен спираль — один из важнейших концептуальных художественных символов. Не случайно появление спирали и в известном проекте памятника III Интернационалу работы Владимира Татлина. Спираль символизирует новый порядок, создание нового мира. Руководствуясь «здравым смыслом», обычно связывают порядок, гармонию с существованием некой симметрии. Возбуждение же упорядоченного магнитного поля оказалось связанным с нарушением зеркальной симметрии турбулентности. Эта особенность созвучна известным идеям Луи Пастера, который считал нарушение симметрии отличительным признаком живого.

Рисунки из записных книжек художника Пауля Клее — пример художественного осмысления роли спирального движения во Вселенной, в происхождении окружающего нас упорядоченного мира из неодухотворенного хаоса. Переход от «хаоса» к «космосу», понимаемому здесь как упорядоченный, одухотворенный мир, происходит через спираль





Доктор физико-математических наук

Г. В. РОЗЕНБЕРГ

Г. И. ГРИНЕВА

Атмосферный аэрозоль

Непрерывно синтезируемые в земной атмосфере мельчайшие частицы твердых и жидких веществ, несмотря на их малую долю в общей массе атмосферы, оказывают значительное влияние на среду обитания человека.

«НЕВИДИМКИ» В АТМОСФЕРЕ

В атмосферу с земной поверхности непрерывным потоком поступают всевозможные примеси, порождаемые геохимическими и биологическими процессами, а также человеческой деятельностью. Прежде чем вернуться на Землю, в почву или воды, эти вещества вместе с потоками воздуха странствуют в атмосфере, участвуя в микрохимических и микрофизических процессах. Примеси эти, в том числе и недавно обнаруженные, бывают и необходимы, и полезны, а иногда и опасны для нас.

Самая обильная и насыщенная из них, разумеется, влага. В воздухе ее отнюдь немало — от десятых долей до десятков граммов в 1 м^3 ; она составляет несколько тысячных всей массы воздуха. Покинув поверхность Земли в форме разбавленного воздухом пара, она кочует вместе с ветром несколько суток, а затем вновь возвращается в виде дождя, снега или росы. То же самое — разница только в конкретных деталях — ожидает и прочие, в том числе очень малые по массе, примеси воздуха.

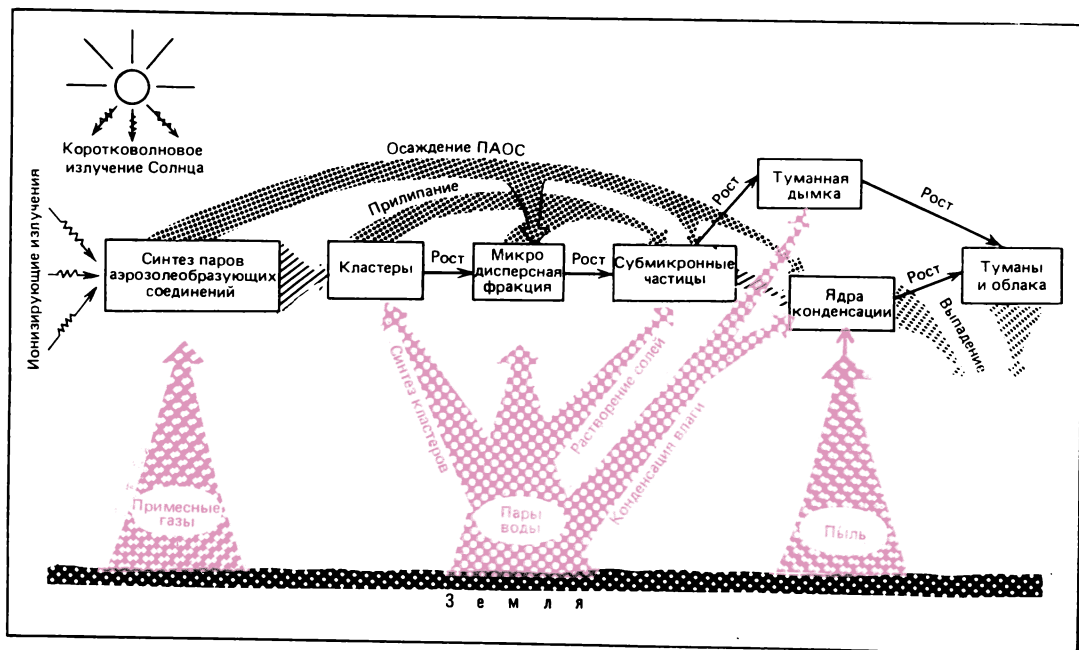
Такой непрерывный круговорот примесей, нередко весьма активных, составляет неотъемлемую и отнюдь небезразличную для нас сторону жизни атмосферы как среды обитания человека. Ошибочно думать, что чистый воздух — это воздух, лишенный примесей. Такой воздух был бы мертв. И охрана воздуха должна иметь своей целью не его умерщвление, а сохранение его нормального микрохимиче-

ского состава, сильно подверженного нашему влиянию именно из-за малости массы примесных веществ.

Особое место среди посторонних примесей к реальному воздуху занимают взвешенные в нем мельчайшие частицы твердых и жидких веществ, объединяемые под названием «аэрозоль». Их общая масса — всего несколько микрограммов в 1 м^3 и измеряется миллиардными долями массы воздуха. К тому же сами частицы весьма малы, легко поддаются внешним воздействиям и почти недоступны для изучения. Поэтому их влияние на условия нашего существования до недавнего времени попросту игнорировалось, и тем более не признавалось их возможное влияние на климат. Могут ли — сомневались ученые — такие ничтожные и едва уловимые образования всерьез воздействовать на ход мощнейших климатообразующих механизмов, приводящих в движение миллионы мегатонн воздуха и океанических вод?

Немалую роль в таком традиционном пренебрежении к климатической роли аэрозольных частиц сыграло ошибочное представление о них, как о поднятой ветром минеральной пыли. Действительно, продукты механического дробления твердых и жидких покровов планеты выносятся ветром в атмосферу в виде сравнительно малочисленных пылинок и капелек, размеры которых никогда не бывают меньше нескольких десятых микрона по радиусу. Но такие частицы сравнительно быстро — за минуты или часы — снова оседают на почву и редко переносятся на большие расстояния.

Химический состав пылевых частичек целиком определяется природой дробящегося материала. Обычно это химически неактивные, мало гигроскопические и слабо поглощающие солнечную радиацию вещества, не способные оказывать заметное влияние на атмосферу, не говоря уже о климате. Исключение могут составлять лишь районы, где часто бывают мощ-



Аэрозольный цикл тропосферы

ные пылевые бури, а также метели, заполняющие атмосферу ледяной пылью.

Наряду с пылью в реальном воздухе существуют частицы **тонкодисперсной фракции** атмосферного аэрозоля. Они заполняют атмосферу плотным роем, концентрация которого исчисляется тысячами частиц в 1 см^3 . Размеры частиц этого рода — десятые доли микрона (большинство из них имеет радиус несколько сотых микрона). Средняя массовая концентрация этих «невидимок» тоже невелика: она исчисляется микрограммами в 1 м^3 , то есть, как уже говорилось, миллиардными долями массы воздуха, и близка к средней массовой концентрации минеральной пыли.

Но главное их отличие от пылинок — они не привносятся в атмосферу извне, а порождаются самой атмосферой; непрерывно во всей толще воздуха из примесных газов образуются частицы. О масштабах этого внутриатмосферного процесса можно судить по его результатам. В среднем во всей атмосфере Земли содержится около 50 Мт тонкодисперсного аэрозоля, а скорость его образования приближается к 5 тыс. Мт в год.

К тому же химический состав тонкодисперсного аэрозоля вовсе не похож на состав пыли. Вместо инертных минеральных веществ в нем присутствуют химически активные соеди-

нения, оказывающие то или иное — разрушительное, а порой и целебное — действие на организмы, растительность, строения. Достаточно вспомнить губительный смог, нередко окутывающий индустриальные центры, и бактерицидный воздух лесных и горных курортов.

ЖИЗНЬ АЭРОЗОЛЯ

Как же возникает, развивается и гибнет тонкодисперсный аэрозоль? Проникающие в атмосферу; примесные газы почвенного, биологического или промышленного происхождения частично подвергаются в ней воздействию солнечного или других ионизирующих газ излучений. В результате появляются цепочки химических реакций, неперенное следствие которых — синтез новых малолетучих веществ — **паров аэрозолеобразующих соединений**, способных к образованию твердых или жидких тел. Речь здесь идет о крайне медленных реакциях с выходом около 1 г таких паров в минуту в 1 км^3 воздуха. Поэтому концентрация таких соединений, непрерывно синтезируемых во всей толще атмосферы, весьма мала. Но она все же достаточна для образования аэрозоля.

С другой стороны, всегда присутствующие в воздухе пары воды непрерывно порождают **кластеры** — немногочисленные мельчайшие частицы, состоящие всего из нескольких десятков молекул. Неспособные более присоеди-

нить к себе молекулы воды, они активно захватывают пары аэрозолеобразующих соединений, разрастаясь за их счет. Такие разросшиеся кластеры формируют специфическую «микродисперсную» фракцию аэрозоля. Размеры входящих в нее частиц — от тысячной до сотой доли микрона, а сами частицы недолговечны, подавляющая часть их погибает через несколько минут, прилипая к более крупным частицам, всегда существующим в воздухе.

Картина радикально меняется, когда избежавшие прилипания частицы вырастают до сотых долей микрона, переселяясь тем самым в «субмикронный» диапазон размеров (от 0,02 до 0,7 мкм). Опасность прилипания для них становится уже столь незначительной, что они могут спокойно, в течение нескольких суток, расти и далее, накапливая пары аэрозолеобразующих соединений и достигая 0,5 мкм. Переносимые ветром, они за это время пролетают многие сотни километров, постепенно собирая попутные «дары» Земли.

Состояние «субмикронного» аэрозоля, таким образом, предопределяется климатическими условиями, господствующими на обширных пространствах площадью около 1 млн. км² в течение многих дней и даже недель. К числу этих условий относится и режим поступления в атмосферу примесных газов, зависящий от хода геохимических процессов, географического распределения растительности, ее жизнедеятельности, а также от масштаба и характера производственной деятельности людей. Удаляются «субмикронные» частицы из атмосферы с помощью механизма обводнения частиц, их также постоянно захватывают пылинки, капли облаков и тумана, растительность. Именно эти механизмы — интенсивность их регулируется состоянием погоды — ограничивают время пребывания «субмикронных» частиц в воздухе.

АЭРОЗОЛЬ ВЛИЯЕТ НА КЛИМАТ ЗЕМЛИ

Чтобы правильно оценить влияние аэрозоля на климат, следует напомнить, что атмосфера и океан составляют единую тепловую машину, приводимую в действие солнечными лучами и сбрасывающую отработанное тепло в космос в виде инфракрасного излучения планеты (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 28.— Ред.). Режим работы этой машины можно назвать климатом. Но ход ее регулируется погодой, так как зависит от интенсивности трех фундаментальных

процессов: поступления энергии от Солнца, перераспределения ее между океаном и сушей и между климатическими зонами и формирования собственного излучения планеты. В каждый из этих процессов аэрозоль вносит свою лепту.

Мощность поступающего от Солнца излучения огромна — около 173 млрд. МВт, из которых примерно 61 млрд МВт тут же отражается обратно в космос. Оставшееся излучение распределяется по планете, идет оно в форме многогранных превращений одного вида энергии в другой и завершается возвращением всей перераспределяемой мощности в космос. Основную роль здесь играет атмосфера. Баланс мощностей происходящих в ней процессов достигает примерно 270 млрд. МВт. Из них всего 10% поступают непосредственно от Солнца (поглощение солнечного света), около 20% — от океана и суши путем теплообмена, а остальное (около 190 млрд. МВт) приносится инфракрасным излучением (около 10 млрд. МВт этого излучения пробивается сквозь атмосферу в космос). Возвращается все это (тоже в форме инфракрасного излучения атмосферы) частично океану и суше (~ 170 млрд.), частично же космосу (~ 100 млрд.). Заметим, что мощность, которую может дать вся созданная человечеством энергетика, не достигает и 10 млн. МВт, то есть ничтожна даже по сравнению с колебаниями энергетического баланса атмосферы вследствие «капризов» погоды.

Главным регулятором этого сложного механизма энергообмена служит влага: на земной поверхности — это воды океана, снежный и ледовый покров, в атмосфере — пары воды, выступающие как активный поглотитель и излучатель радиации, а также составленные капельками и кристалликами льда облака. Последние выполняют роль своеобразных жалюзи, открывающих и закрывающих доступ солнечным лучам и выходу вовне излучению планеты.

На что же и как влияет аэрозоль? Очевидно, все зависит от химического состава частиц. Здесь отчетливо выделяются четыре неизменно присутствующие группы веществ, различающихся происхождением, историей внутриатмосферного развития и характером влияния на климатическую систему планеты: **сульфаты** (в среднем 30%), **вода** (в среднем 30%), **органические соединения** (в среднем 30%), **сажи** (в среднем 10%). Относительное содержание их колеблется в широких преде-

лах, отражая историю несущей аэрозоль воздушной массы. Как правило, частицы содержат все перечисленные компоненты, но в разных пропорциях.

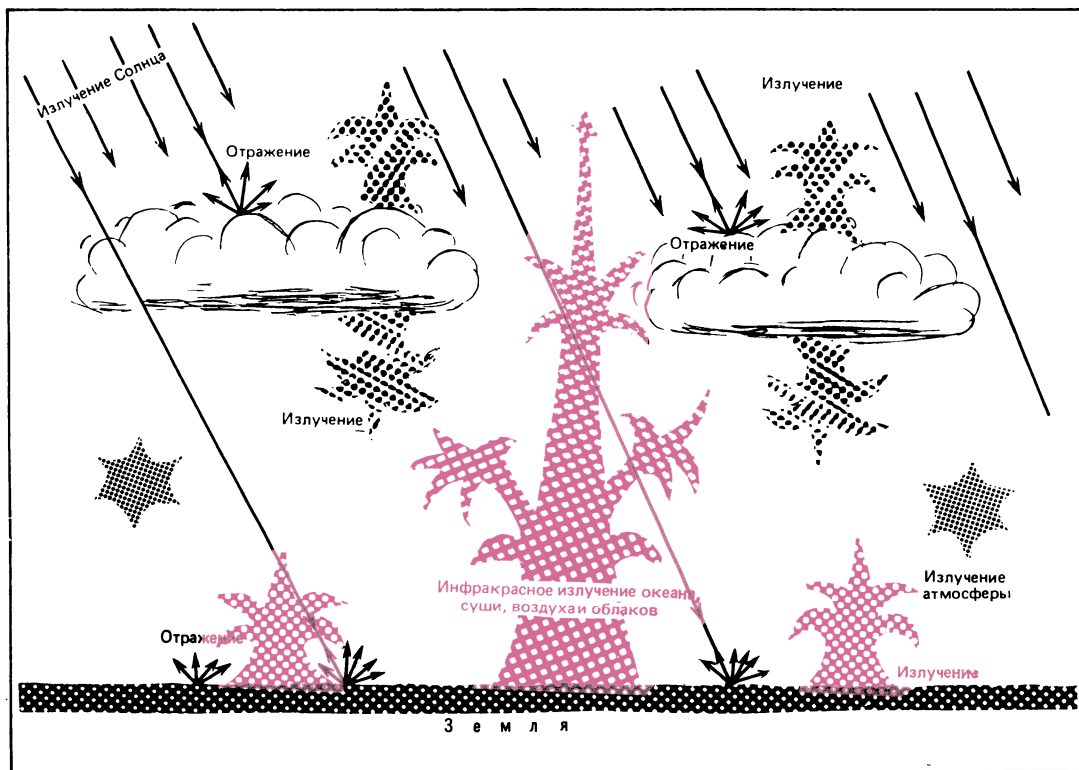
Сульфаты — самая химически активная компонента аэрозоля, ответственная за его разрушительную деятельность. Но много важнее способность сульфатов поглощать влагу, образуя капельки раствора. Размер капелек при этом зависит только от количества сульфата в частице и относительной влажности воздуха. Пока влажность мала, частицы остаются практически сухими. Заметный их рост начинается, когда влажность достигает 60—70%. Обнаруживается это по появлению в воздухе голубой дымки, сгущающейся по мере возрастания влажности воздуха. Аэрозольная дымка хотя и не очень сильно, но все же увеличивает потери солнечной энергии, отраженной атмосферой в космос, и несколько меняет преобразование остальной ее части в атмосфере. Долгое время лишь в этом искали климатическое влияние аэрозоля.

При влажности 95—98% разрастание частиц

становится уже значительным, объем их и рассеивающая способность увеличиваются в десятки раз, и в атмосфере оказывается заметное число частиц размером около 0,5 мкм, составляющих самостоятельное образование — туманную дымку. Нередко такие, не содержащие крупных частиц туманные дымки образуют непроглядную пелену, имитирующую истинные облака и туманы. Одновременно происходит растворение сульфатов, осадившихся в форме паров аэрозолеобразующих соединений на поверхность пылинок. В результате последние покрываются слоем водного раствора сульфатов.

Резкое увеличение количеств сжигаемого топлива заметно увеличило содержание сульфатов в тонкодисперсном аэрозоле, а тем самым и в каплях вымывающих этот аэрозоль дождей. Такие «кислые» дожди, обогащенные серной и частично азотной кислотой, становятся по-настоящему губительными для всего живого, в первую очередь лесов. Массовое уничтожение лесов в Западной Европе уже носит угрожающий характер.

Облачные «жалюзи»



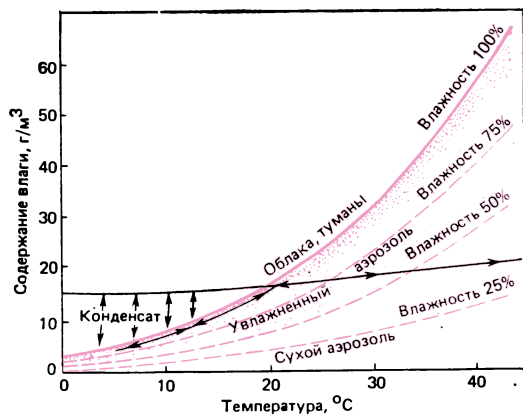
Незначительную, но существенную для климата роль играет поглощение (и переизлучение) сульфатами инфракрасного солнечного излучения — в этой области спектра сульфаты обладают немногими, но сильно выраженными полосами поглощения.

РОЛЬ ВОДЫ

Теперь проследим, что происходит в атмосфере с водяным паром при понижении температуры, скажем, вечером (содержание влаги в воздухе, конечно, при этом не меняется). Пока температура велика и влажность около 100%, лишь незначительная часть водяного пара расходуется на увлажнение аэрозоля. Но как только достигается насыщение, то есть 100%-ная влажность, картина резко меняется. Вся избыточная влага обязана немедленно осесть в конденсат. Но куда?

Здесь-то и играет свою роль аэрозоль. При очень малых пересыщениях в атмосфере влага может осесть только на достаточно крупных увлажненных частицах, ведь даже большие, но не смоченные водой пылинки, или увлажненные, но слишком малые частицы (радиусом менее 0,2 мкм) ее не примут. И влага оседает на частицах туманной дымки и обводненных пылинках, образуя облака и туманы — рои сравнительно немногочисленных, но довольно крупных (размером 3—10 мкм) капелек или кристалликов льда. Выпадая затем под действием силы тяжести в виде осадков, они увлекают с собой на земную поверхность и прилипающие к ним «субмикронные» частицы, очищая от них воздух.

Влияние температуры на увлажнение аэрозоля



Концентрация роя и размер образующих его капель (а тем самым и свойства облаков как климатического фактора) определяются количеством частиц туманной дымки — сильно разросшихся сульфатных частичек и покрытых сульфатом пылинки. То есть в конечном счете они определяются производительностью механизмов синтеза паров аэрозолеобразующих соединений и кластеров. Более мелкие частицы (в том числе и сульфатные) не затрагиваются процессом конденсации и продолжают вести в облаках независимое существование, оказывая, как увидим, сильное влияние на его климатообразующую деятельность. Лишь постепенно, в течение нескольких часов, они прилипают к каплям или снежинкам и попадают на Землю.

САЖЕВАЯ И ОРГАНИЧЕСКАЯ КОМПОНЕНТЫ

Кристаллический углерод, возникающий в атмосфере в виде частиц сажи размером 3—5 нм, химически не активен, и его воздействие на климат совершенно иное. Почти немедленно после образования частицы разного рода саж объединяются в хлопья размером в несколько сотых микрона, либо захватываются существующими в атмосфере «субмикронными» частицами сульфатов и углеводов, пылинками, а затем, через несколько десятков часов, а порой и одну-две недели, удаляются из атмосферы вместе с носителями. Поэтому углеродная компонента аэрозоля, как и сульфатная, переносится ветром на огромные расстояния, проникает в стратосферу — она распространена практически по всему земному шару. Создают ее в основном очаги горения — лесные и степные пожары, а также топки, автомобили, то есть в значительной мере она продукт деятельности человека и осуществляет его воздействие на климат.

Удельное содержание сажи в воздухе весьма изменчиво (от 1 мкг/м³ в особо чистых районах до 10—30 мкг/м³ в сильно задымленных). Это соответствует среднему глобальному содержанию сажи в атмосфере около 1 Мт и скорости ее образования около 500 Мт в год.

Теперь установлено, что именно сажевая компонента аэрозоля служит поглотителем солнечных лучей. Частицы сажи поглощают почти одинаково во всем широком диапазоне спектра, где эффективно свечение Солнца, и суммарная площадь тени, отбрасываемой

витающими в воздухе частицами, составляет несколько процентов площади земной поверхности. В особо чистых районах сажа в воздухе поглощает примерно 1—3% поступающей от Солнца энергии, а в сильно задымленных — до 20—50% — это больше, чем огромные массы водяного пара, находящегося в воздухе.

Еще резче влияет сажа на облака. Если в отсутствие сажи толстые облака имеют белый цвет, то есть отражают обратно в космос почти весь падающий на них солнечный свет, то наличие даже малого количества сажи делает их серыми — отражательная способность уменьшается на десятки процентов (особенно в индустриальных районах). Иными словами, состояние облачных «жалюзей» изменяется, а в результате дополнительно нагревается атмосфера.

Аналогично действие сажевой компоненты на энергетический режим снегов и ледников, покрывающих значительную часть нашей планеты. На каждый квадратный метр их поверхности выпадает за год примерно 1 г сажи; перемешиваясь с кристалликами снега и льда, она внедряется в тело снежного и ледяного покрова, отчего их отражательная способность падает до 80—90%, а в сильно задымленных районах — даже до 30% и менее, особенно весной. Проникшие в снег или лед частицы сажи поглощают примерно от 10% до 70—80% всей падающей на них энергии солнечного излучения и преобразуют ее в тепло, выделяемое в толще снега — обычно в поверхностном 3—5-метровом ее слое. Это хорошо видно весной по подтаиванию снежной массы изнутри при ярком солнечном свете, даже когда температура воздуха ниже нуля.

Таким образом, витающая в воздухе и переносимая тонкодисперсным аэрозолем сажа регулирует таяние снегов и ледников и во многом определяет водный режим обширных территорий, а тем самым и их климат. В частности, с присутствием сажи связано более раннее таяние снегов в индустриальных районах.

Наименее активна в климатическом отношении органическая компонента аэрозоля. Образующие ее многочисленные углеводороды обладают сильными полосами поглощения, но эти полосы маскируются либо мощным поглощением паров воды, либо лежат в энергетически неэффективной области спектра. Ее воздействие на процессы влагообмена тоже невелико. В основном оно сводится к некоторому торможению этих процессов.

Таким образом, сильное влияние тонкодис-

персного аэрозоля на климат несомненно. Возникает вопрос: насколько оно может служить преднамеренным или невольным инструментом нашего вмешательства в климатообразующие процессы? Мнения многих авторов сходятся на том, что человеческая деятельность уже заметно трансформирует баланс всех компонент аэрозоля. Для сульфатов и органики на долю природных факторов ныне приходится всего около $\frac{3}{4}$ образующегося аэрозоля, причем компонента природного аэрозоля качественно отличается по химическому составу от компоненты, возникающей в результате человеческой деятельности. Что же касается кристаллического углерода, где эти оценки, правда, наименее обоснованы, то можно полагать, что продукция его, обусловленная человеческой деятельностью, преобладает над природной, во всяком случае в районах с высокоразвитой промышленностью и сельским хозяйством.

Иными словами, нет никаких сомнений: синтезируемый в атмосфере Земли тонкодисперсный аэрозоль служит важнейшим агентом, передающим вольное или невольное влияние человека на климат планеты. Пути такого влияния разнообразны и не всегда ясны. Это лишний раз напоминает нам об осторожности, которая необходима при общении с природой в век великих возможностей и великих опасностей, создаваемых научно-технической революцией.

Уважаемые читатели,
не забудьте
оформить подписку
на второе полугодие
1984 года
на журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»!



Яков Борисович Зельдович

(к 70-летию со дня рождения)

8 марта 1984 года одному из крупнейших советских физиков и астрофизиков Якову Борисовичу Зельдовичу исполнилось 70 лет. На страницах «Земли и Вселенной» естественно было бы в основном рассказать о результатах, полученных Я. Б. Зельдовичем в области астрономии и космологии. Однако нам кажется необходимым хотя бы кратко осветить и его работы, посвященные химической физике, ядерной физике и теории элементарных частиц. Но начнем с биографических сведений. (Подробный очерк творческой деятельности Я. Б. Зельдовича помещен в двухтомнике избранных трудов Я. Б. Зельдовича, выпускаемом издательством «Наука» к его 70-летию.)

Яков Борисович родился в Минске. Закончив в 15 лет среднюю школу в Ленинграде, он поступил на курсы лаборантов при Ленинградском институте «Механобр» (Механическая обработка полезных ископаемых). Когда слушатели курсов были на экскурсии в Физико-техническом институте АН СССР (ФТИ), руководитель одного из отделов обратил внимание на серьезные вопросы юноши и пригласил его работать по несколько часов в день в ФТИ. Вскоре руководитель химико-физического сектора Н. Н. Семенов поручил Я. Б. Зельдовичу доклад на семинаре. Доклад произвел впечатление, и директор ФТИ А. Ф. Иоффе подписал письмо в «Механобр» с просьбой «отпустить Я. Б. Зельдовича в науку». Так 15 мая 1931 года Яков Борисович начал учиться «по-настоящему», а вскоре включился в активную научную работу. Формально он так и не получил высшего образования, но это не помешало ему опубликовать первую научную статью в 1932 году, когда ему было 18 лет. Отсутствие диплома никого не беспокоило.

В 1936 году Я. Б. Зельдович защитил кандидатскую диссертацию «Вопросы адсорбции», а в 1939 году защитил докторскую диссертацию «Окисление азота при горении». Своими учителями он считает Л. Д. Ландау, С. З. Ро-

гинского, Н. Н. Семенова, Ю. Б. Харитона. Однако Яков Борисович Зельдович в науке — фигура исключительно самобытная. Он не повторяет никого. И в то же время с первых своих шагов в науке он привык учиться у всех, с кем его сталкивала жизнь. И сейчас, знаменитый и признанный, он продолжает учиться у каждого, у кого видит новое.

Разнообразие вопросов химии, макрофизики, ядерной физики, космологии, в решение которых Яков Борисович внес существенный вклад, столь велико, что, глядя на список его работ, трудно поверить, что все это сделано одним человеком.

В первом приближении 50 лет научной деятельности Якова Борисовича можно условно разделить на три периода:

1931—1947 годы — исследование адсорбции, катализа, фазовых переходов и, самое главное, — теория горения и детонации с приложением к баллистике ракет, первые работы по цепной ядерной реакции;

1947—1963 годы — работа по созданию новой техники, ядерная физика и теория элементарных частиц;

с 1963 года и по настоящее время — астрофизика, включая приложения общей теории относительности, космология.

Научная деятельность Я. Б. Зельдовича высоко оценена. Он трижды Герой Социалистического Труда, Лауреат Ленинской, четырех Государственных премий и золотой медали имени И. В. Курчатова. В 1946 году он был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1958 году — академиком. Яков Борисович — иностранный член Королевского общества в Лондоне (Академия наук Англии), Национальной академии наук США, Американской академии искусств и наук (Бостон, США), Венгерской академии наук, Немецкой академии Леопольдина и т. д. В 1983 году за вклад в развитие астрономии он награжден золотой медалью Катарины Брюс, вот уже более 85 лет



Яков Борисович Зельдович

ежегодно присуждаемой Тихоокеанским астрономическим обществом (США).

Среди основных результатов, полученных Яковом Борисовичем в теории горения и детонации,— исследование режимов распространения пламени и связи скорости распространения с характеристиками горючей смеси, изучение устойчивости пламени, поджога смеси накаливаемой поверхностью. Им исследованы структура фронта плоской стационарной детонационной волны, режимы и пределы детонации. Принципиальное значение имели результаты, полученные Я. Б. Зельдовичем при изучении структуры фронта мощных ударных волн с учетом лучистого переноса энергии. Решенная Я. Б. Зельдовичем и его соавторами задача о волне охлаждения была в дальнейшем успешно использована им для объяснения высвечивания огненного шара, образующегося при мощных взрывах в воздухе. Широкую известность приобрела задача о коротком ударе, где Я. Б. Зельдовичем было найдено красивое автоматическое решение.

В области ядерной энергетики замечательным вкладом является цикл работ Я. Б. Зельдовича и Ю. Б. Харитона 1939—1940 годов, в которых рассмотрена цепная реакция на быстрых нейтронах и заложены основы физики реакторов и ядерной энергетики. Выдающееся значение для практического получения цепной реакции имела деятельность Я. Б. Зельдовича как одного из ближайших сотрудников И. В. Курчатова.

В ядерной физике Я. Б. Зельдович указал на возможность катализа мюонами ядерных реакций в холодном водороде, предложил метод удержания холодных нейтронов, предсказал существование ядер с большим избытком нейтронов, в частности ядра гелия-8. Все эти предсказания к настоящему времени получили экспериментальные подтверждения.

В физике элементарных частиц к заслугам юбиляра следует отнести формулировку законов сохранения лептонов и барионного заряда, предсказание бета-распада пи-мезона. Совместно с С. С. Герштейном он отметил сохранение векторного тока в слабом взаимодействии. В 1958 году Яков Борисович предложил способ поиска нейтральных резонансов «методом недостающей массы». В работе 1959 года (задолго до экспериментального открытия) Яков Борисович привел аргументы в пользу существования несохраняющего четность слабого взаимодействия нейтральных токов (электрон-электрон и протон-протон) и

предложил идею экспериментального поиска этого взаимодействия. Здесь полезно привести также цитату из статьи Г. И. Будкера о встречных пучках (Успехи физических наук, 1966, 89, с. 534): «Идея встречных частиц не нова, она является тривиальным следствием теории относительности. Впервые, как мне известно, ее высказал академик Зельдович, правда, в весьма пессимистическом тоне. Пессимизм вполне понятен». Сегодня, когда ускорители со встречными пучками работают во многих лабораториях мира, приятно сознавать, что Яков Борисович думал об этой возможности, хотя тогда даже ему она казалась маловероятной.

Приход Я. Б. Зельдовича в астрофизику совпал по времени с бурным развитием астрономии, ознаменовавшимся радикальным расширением возможностей наблюдений за пределами оптического диапазона. Были открыты квазары, реликтовое излучение, радиопульсары, компактные рентгеновские источники, излучающие за счет аккреции (падения) вещества на нейтронные звезды и черные дыры. Все это открытия 1963—1972 годов.

Еще в конце 50-х—начале 60-х годов Я. Б. Зельдович заложил основу дальнейших своих успехов в области астрофизики. Его работы в эти годы были посвящены в основном применению общей теории относительности к астрофизическим объектам и Вселенной. Он был среди основателей новой области науки—релятивистской астрофизики. Им были детально исследованы свойства черных дыр и процессы, происходящие в их окрестности. Было показано, в частности, что внешнее гравитационное поле черной дыры определяется только массой и угловым моментом. Любые несимметрии в распределении масс, появляющиеся в ходе образования черной дыры, излучаются в виде гравитационных волн.

В 1963 году Я. Б. Зельдович и независимо от него Э. Солпитер (США) показали, что черную дыру можно обнаружить по ее влиянию на окружающий и обтекающий ее газ. Нагрев газа приводит к излучению, которое можно зарегистрировать. Лишь после этих работ астрономы осознали, что черные дыры могут быть наблюдаемы. Именно в работах Я. Б. Зельдовича и его учеников было указано на важнейшую роль аккреции вещества, делающую видимыми «мертвые звезды»—нейтронные звезды и черные дыры, была построена детальная теория аккреции (отметим здесь вклад Н. И. Шакуры и В. Ф. Шварцмана). Ему и О. Х. Гусейнову принадлежит важная идея

поиска черных дыр в двойных звездных системах — по влиянию черной дыры на движение легко наблюдаемого в оптических лучах компаньона. Под руководством Я. Б. Зельдовича создана получившая сейчас признание и экспериментальное подтверждение теория дисковой аккреции.

Подчеркнем, что все эти работы в основе своей выполнялись до экспериментальных открытий. Удивителен и достоин восхищения талант Я. Б. Зельдовича угадывать заранее место экспериментального прорыва, задолго до него готовя теоретическую базу дальнейших исследований. Именно это свойство Я. Б. Зельдовича в значительной мере способствовало превращению Москвы в 60-х и начале 70-х годов в столицу мировой релятивистской астрофизики. Многие ныне ведущие американские и европейские астрофизики-теоретики прямо либо косвенно являются его учениками.

Запуск спутника «Ухуру» совершил переворот в рентгеновской астрономии. Открытие двойных рентгеновских источников, нейтронных звезд, черных дыр (известно уже несколько «кандидатов») — все это полностью подтвердило правильность «курса на аккрецию», выбранного Я. Б. Зельдовичем.

Я. Б. Зельдович совместно с А. А. Рузмайкинским и Д. Д. Соколовым много работает над проблемой происхождения магнитных полей звезд и Галактики, активно разрабатывая теорию динамо. Но главным в его деятельности продолжает оставаться космология.

В первой половине 60-х годов вопрос о начале космологического расширения был сугубо теоретическим и далеким от наблюдений. Я. Б. Зельдович настойчиво поддерживал поиски методов экспериментальной проверки вопроса — «холодной» или «горячей» была Вселенная на ранних стадиях своей эволюции. Открытие реликтового излучения дало ответ на этот вопрос. Я. Б. Зельдович становится страстным пропагандистом теории горячей Вселенной (Земля и Вселенная, 1969, № 3, с. 5.—Ред.). Одним из первых в мире он понял, какой могучий инструмент познания прошлого Вселенной представляет собой реликтовое излучение. Его обзоры 1962—1966 годов, послужившие основой прекрасных книг, написанных впоследствии в соавторстве с И. Д. Новиковым, содержат в себе практически все идеи, которые воплотились теперь в методы исследования крупномасштабной структуры Вселенной. Это — дипольная и квадрупольная анизотропия и угловые флуктуации реликтово-

го излучения, ядерные реакции синтеза в горячей Вселенной, вопрос о реликтовых нейтрино, идеи о соотношении вещества и антивещества в ранней Вселенной, проблема кварков во Вселенной, впервые поднятая им в обзоре, написанном совместно с Л. Б. Окунем и С. Б. Пикельнером. Вместе с И. Д. Новиковым он ставит вопрос о первичных черных дырах малой массы, сегодня это — одна из активно развивающихся областей теории.

Я. Б. Зельдович с соавторами решает важнейшие задачи о ходе рекомбинации водорода во Вселенной, о происхождении мелкомасштабных флуктуаций реликтового излучения; показывает, что многократное комптоновское рассеяние является важнейшим механизмом взаимодействия вещества и излучения в горячей Вселенной; находит типы искажений спектра, характерные для различных этапов расширения Вселенной; для каждого из этих этапов получает ограничения на энерговыделение, связанное с диссипацией турбулентных и потенциальных движений, с испарением первичных черных дыр малой массы, с аннигиляцией вещества и антивещества, распадом нестабильных элементарных частиц.

В эти годы публикуется статья, в которой предсказывается понижение яркостной температуры реликтового радиоизлучения в направлениях на скопления галактик с горячим межгалактическим газом — явление, входящее в настоящее время в наблюдательную программу крупнейших радиотелескопов мира и в обоснование проектов космических субмиллиметровых обсерваторий. Этот эффект, превращая скопления галактик в «отрицательные протяженные радиоисточники», одновременно делает их ярчайшими источниками в субмиллиметровом диапазоне. Наблюдения этого эффекта вместе с рентгеновскими данными открывают возможность измерения абсолютного размера скопления галактик, то есть дает в руки астрономов «стандартный стержень», позволяющий определять расстояния до далеких объектов, находить постоянную Хаббла и т. д. Эффект позволяет в принципе найти также peculiarную скорость скоплений относительно реликтового излучения.

Подсчеты слабых радиоисточников указывают на их сильнейшую космологическую эволюцию: число источников относительно галактик уменьшается к настоящему времени в тысячи раз с момента, соответствующего красному смещению 2—3. В единственной своей статье, написанной на эту тему, Я. Б. Зельдович

вводит общепринятую ныне функцию эволюции радиоисточников.

Интересно и поучительно, как изменялось мировое общественное мнение в связи с теорией «блинов». В 1970 году Я. Б. Зельдович публикует статью, в которой показывает, что общепринятая до этого картина сферического сжатия протоскоплений галактик на нелинейной стадии их эволюции в высшей степени маловероятна. Сжатие по одной из осей обязано доминировать, в результате должны формироваться плоские образования — «блины». Одномерное сжатие приводит к появлению ударных волн, в зоне охлаждения плотность газа сильно возрастает, что делает возможным формирование и выделение галактик. Эта теория предсказывала существование гигантских пустых областей во Вселенной, характерной сетчатой структуры. Почти 10 лет эта теория разрабатывалась лишь в СССР, ее наблюдательной проверкой занималась группа Я. Э. Эйнасто. Затем были открыты гигантские пустые зоны (Земля и Вселенная, 1982, № 2, с. 2.—Ред.), наблюдения сверхскоплений галактик подтвердили детали теории. Сегодня она общеизвестна; ее детализация ведется в крупнейших университетах мира. Подход Я. Б. Зельдовича заинтересовал также ряд крупных математиков. Среди исследователей, внесших в сотрудничестве с Я. Б. Зельдовичем большой вклад в теорию «блинов», — В. И. Арнольд, А. Г. Дорошкевич, С. Ф. Шандарин, венгерский физик Ш. Салаи, М. Ю. Хлопов.

Любовь и неослабевающий интерес к теории элементарных частиц поддерживает внимание Я. Б. Зельдовича к проблеме самых ранних стадий расширения Вселенной, поискам причин «рождения» нашего мира, причин его зарядовой асимметрии, природе первичных флуктуаций метрики и плотности вещества, приводящих впоследствии к образованию наблюдаемой структуры мира.

Вспомним вопрос о массе нейтрино. Сразу же после получения информации из Института теоретической и экспериментальной физики об отличии массы электронного нейтрино от нуля, Я. Б. Зельдович с присущим ему энтузиазмом и быстротой начал вместе с сотрудниками разрабатывать варианты теории образования галактик при доминирующем вкладе массивных нейтрино в среднюю плотность вещества во Вселенной. В короткое время выходит пять статей, в которых уловлены все важнейшие аспекты теории, поняты основные направления ее дальнейшего развития, показано, что и в

этом варианте должна торжествовать теория «блинов».

Замечательно, что вопрос о затухании мелкомасштабных возмущений в газе из бесстолкновительных гравитирующих частиц был решен Я. Б. Зельдовичем (совместно с Г. С. Бисноватым-Коганом) еще ранее в приложении к газу из звезд. Это решение оказалось важнейшим в задаче о космологических нейтрино, оно определяет масштаб затухания первичных возмущений плотности и задает массу скоплений галактик.

Я. Б. Зельдович был одним из первых, кто осознал, что вблизи сингулярности должны проявляться квантовые свойства тяготения. Он показал, что при анизотропном начале расширения квантовые эффекты вблизи сингулярности ведут к интенсивному рождению пар частиц и античастиц, уменьшая анизотропию, то есть изотропизуя Вселенную.

В самое последнее время Я. Б. Зельдович основное внимание уделяет теории «раздувающейся» Вселенной и вообще самым ранним этапам космологической эволюции. Он активно работает в этой области с Л. П. Гришуком и А. А. Старобинским.

Нам, очень часто соприкасающимся с Яковом Борисовичем в течение многих лет и находящимся с ним в дружеских отношениях, особенно трудно писать о его личных качествах. Ограничимся поэтому лишь общеизвестным. Поражают его колоссальное трудолюбие и работоспособность, его перу принадлежит 23 монографии и более 500 оригинальных статей, написанных с соавторами — друзьями и учениками. Он ведет Объединенный астрофизический семинар в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга, читает лекции студентам МГУ, находит время для работы с аспирантами, публикует ежегодно более двадцати новых оригинальных работ, поддерживает все новое. Яков Борисович — блестящий теоретик, справедливый, благожелательный, остроумный и жизнерадостный человек.

Свое 70-летие Яков Борисович встречает не почившим на лаврах мэтром, а активно и с молодым энтузиазмом работающим физиком и астрофизиком. Мы горячо желаем ему долгих лет работы в таком же темпе и в том же стиле.

**В. Л. ГИНЗБУРГ
Р. З. САГДЕЕВ
Р. А. СЮНЯЕВ**



Памяти Александра Александровича Михайлова

29 сентября 1983 года на 96 году жизни скончался старейший советский астроном, Герой Социалистического Труда, академик Александр Александрович Михайлов — один из выдающихся астрономов нашей страны, ученый с мировым именем. Обширный круг его интересов охватывал проблемы астрометрии, небесной механики, геодезии, гравиметрии, истории науки, а также приборостроения. С неутомимой научной, педагогической и организационной деятельностью А. А. Михайлова тесно связано развитие всей советской астрономии и в значительной мере геодезии и гравиметрии.

Активная общественно-научная деятельность А. А. Михайлова имела государственные масштабы. Уже в 1920 году он был председателем первого после Октябрьской революции съезда советских астрономов, а в 1934 году стал во главе Всесоюзного астрономо-геодезического общества и на этом посту находился свыше 25 лет. В 30—40-е годы он занимал видные посты в руководящих геодезических органах страны, был членом Астрономического комитета Наркомпроса, а с 1939 по 1964 год возглавлял Астрономический совет Академии наук СССР.

А. А. Михайлов обладал выдающимися способностями педагога и лектора, блестяще читал астрономические и геодезические курсы в Московском университете, Геодезическом институте (ныне Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии) и в других высших учебных заведениях столицы. Он имел множество учеников, часто выступал с яркими научно-популярными лекциями в самых разных аудиториях. Наконец, Александр Александрович был авторитетным представителем советской астрономии и геодезии за рубежом, деятельным участником различных конференций и совещаний, включая съезды Международного астрономического союза (МАС), где состоял членом нескольких комиссий, а в 40-е годы был вице-президентом.

Коммунистическая партия и правительство СССР, Академия наук СССР высоко оценили научную и общественную деятельность А. А. Михайлова. В 1943 году его избрали членом-корреспондентом АН СССР, в 1964 году — академиком. Он награжден тремя орденами Ленина, орденом Октябрьской революции; в 1978 году, в связи с 90-летием, ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением четвертого ордена Ленина и золотой медали «Серп и Молот».

Среди многих гравиметрических работ А. А. Михайлова следует назвать выполненные им в 20-е годы определения силы тяжести в районе Курской магнитной аномалии, которые способствовали обнаружению там громадных залежей железной руды и магнетитовых кварцитов (Земля и Вселенная, 1970, № 2, с. 35.—Ред.). Позже, в 30-е годы, был опубликован его превосходный «Курс гравиметрии и теории фигуры Земли». Тогда же наряду с Н. Д. Моисеевым, М. С. Молоденским и другими он активно участвовал в научной дискуссии о способах редукции гравиметрических наблюдений для определения фигуры геоида. А. А. Михайлов предложил метод математических моделей, с помощью которого исследовались разные гипотезы о массах земной коры, расположенных над поверхностью геоида. В послевоенные годы он занимался проблемой использования наблюдений Луны и искусственных спутников Земли (ИСЗ) для изучения фигуры и гравитационного поля Земли.

Из большого числа астрономических работ А. А. Михайлова особую популярность приобрели мастерски составленные им звездные атласы. Много внимания он уделял исследованиям по теории затмений, которые обобщены в его обстоятельной монографии. В 30—70-е годы под его руководством к каждому полному солнечному затмению составлялись подробные таблицы и карты, которые публиковались в Астрономическом ежегоднике СССР или отдельным изданием. Он сам активно участвовал



**Александр Александрович Михайлов
(1888—1983)**

в наблюдениях затмений. В 1936 году на созданном им астрографе (фокусное расстояние 6 м) А. А. Михайлов получил несколько превосходных крупномасштабных снимков полной фазы затмения с солнечной короной и окружающими звездами. По этим уникальным фотограммам он исследовал эффект Эйнштейна — смещение изображений звезд вблизи диска Солнца под действием его гравитационного поля.

Невозможно не упомянуть глубокие исследования Александра Александровича по истории астрономии, его содержательные статьи о Копернике, Галлее, Канте, обзоры успехов советской астрономии и гравиметрии.

В трудное послевоенное время, когда Пулковская обсерватория лежала в развалинах, ее директором назначили А. А. Михайлова. На протяжении шести лет он возглавлял все восстановительные работы на территории обсерватории, начатые его предшественником Г. Н. Неуйминым. Александр Александрович заботился о реставрации инструментов обсерватории, о строительстве астрономических башен, мастерских, различных хозяйственных и жилых зданий, об оснащении филиала в Николаеве, о создании (при участии М. Н. Гневышева) горной солнечной станции под Кисловодском.

В 50—60-е годы, когда А. А. Михайлов стоял во главе Пулковской обсерватории, научная деятельность в ней и ее филиалах успешно развивалась по всем направлениям. Были выполнены серии абсолютных определений координат фундаментальных звезд и меридианные наблюдения по нескольким международным программам; интенсивно работали службы времени и широты, особенно в период Международного геофизического года (1957—1959), когда был организован Дальневосточный филиал обсерватории в Благовещенске. Регулярно продолжались фотографические наблюдения звезд, планет, спутников, а также разнообразные исследования Солнца. В эти годы был подъем и в международной деятельности обсерватории. Было налажено научное сотрудничество по астрометрии и службе Солнца с обсерваториями других стран; молодые специалисты из зарубежных обсерваторий проходили в Пулково стажировку и аспирантуру. Пулковские астрономы часто выезжали за границу для консультаций по научным вопросам и участия в симпозиумах, в съездах МАС. С конца 1962 года развернулась работа пулковской экспедиции в южном полушарии (Чили).

Научные интересы Александра Александровича

всегда далеко выходили за рамки плановой тематики обсерватории. Его деятельность получила новое направление в 1957 году, в связи с запуском первых ИСЗ и космических ракет к Луне и планетам. Он возглавил работы Пулковской и других советских обсерваторий по наблюдениям ИСЗ, вместе с московскими и пулковскими специалистами плодотворно занимался расшифровкой снимков обратной стороны Луны.

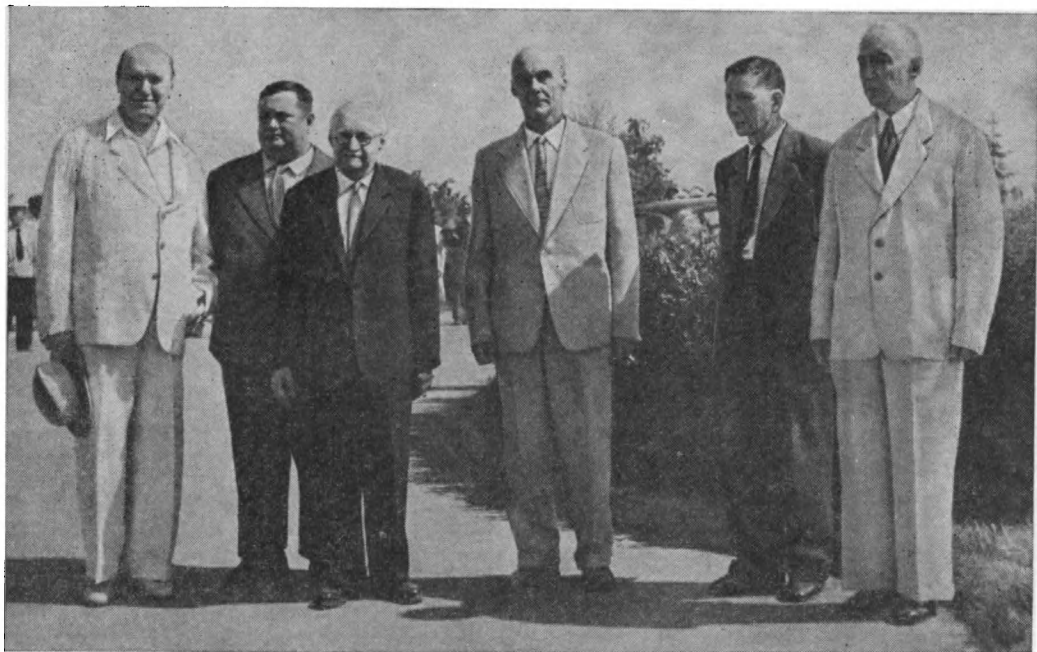
А. А. Михайлов всегда интересовался теорией и конструированием различных оптических приборов, сам разрабатывал гравиметрические и астрономические инструменты (статический гравиметр, фотографическая полярная труба, которая уже много лет регулярно используется в Пулково, оригинальный зенит-телескоп, подвешенный, подобно свободному маятнику). Он был председателем междугосударственного комитета по созданию крупнейшего в мире 6-метрового телескопа; вместе с Б. К. Иоаннисиани, Д. Д. Максотовым, О. А. Мельниковым и Н. Н. Михельсоном он активно участвовал в обсуждении его конструкции. Велика заслуга А. А. Михайлова и в создании радиотелескопа РАТАН-600. Под его руководством велись изыскания по выбору места для установки этих телескопов-гигантов.

Оставив в 1964 году пост директора Пулковской обсерватории, А. А. Михайлов продолжал возглавлять отдел изучения вращения Земли и лишь в конце 70-х годов перешел в консультанты. Все эти годы он вел интенсивную научную деятельность, писал статьи, занимался с аспирантами, активно участвовал в собраниях ученого совета и астрометрического семинара, нередко выступал оппонентом при защитах диссертаций, выезжал в научные командировки.

С самого основания в 1965 году журнала «Земля и Вселенная» и до последних дней жизни Александр Александрович был одним из активнейших членов редакционной коллегии журнала.

В 1981 году, после перенесенного тяжелого гриппа здоровье А. А. Михайлова ухудшилось — ему стало заметно труднее ходить, ослабел слух, начала развиваться сердечная недостаточность, которая прогрессировала с каждым годом.

Александр Александрович скончался 29 сентября 1983 года. Над гробом умершего прозвучала мысль: подобно тому, как первый директор обсерватории В. Я. Струве считается ее основателем, с именем академика А. А. Ми-



Группа астрономов
Пулковской обсерватории (слева направо):
Д. Д. Мансутов, О. А. Мельников,
А. А. Михайлов, Н. А. Козырев, А. А. Немиро,
А. П. Дейч (1954 г.)

хайлова должно быть навечно связано восста-
новление, вернее, второе рождение Пулковской

обсерватории, которой он отдал последние 35
лет своей жизни.

А. А. Михайлов похоронен на мемориаль-
ном кладбище Пулковской обсерватории вбли-
зи могилы В. Я. Струве.

Группа товарищей

Член-корреспондент АН СССР
Н. Н. ПАРИЙСКИЙ

25 лет вместе с А. А. Михайловым

В 1921 году я начал слушать курсы, читав-
шиеся Александром Александровичем Михай-
ловым на тогдашнем физико-математическом
факультете Московского университета. Я слу-
шал все курсы. А их было много — теория
затмений, высшая геодезия, теория картогра-
фических проекций, избранные главы звездной
астрономии, гравиметрия, научная фотография
и общая астрономия (для физиков). В то вре-
мя условия в университете были тяжелыми:

почти не топили, слушатели сидели в пальто,
да и приходили зачастую всего 3—4 человека.
Но Александр Александрович обладал удиви-
тельным свойством увлекательно излагать са-
мые, казалось бы, сухие «выкладочные» пред-
меты, и его лекции всегда были интересны.
И мы их регулярно посещали, хотя в то время
это было совсем не обязательно.

На нас, студентов, большое впечатление
производили и «экскурсии», которые Алек-

сандр Александрович устраивал у себя в квартире при МГУ, где показывал свою замечательную коллекцию фотографических объективов и аппаратов, технику изготовления звездных атласов. Запомнились «профессорский» кабинет и библиотека.

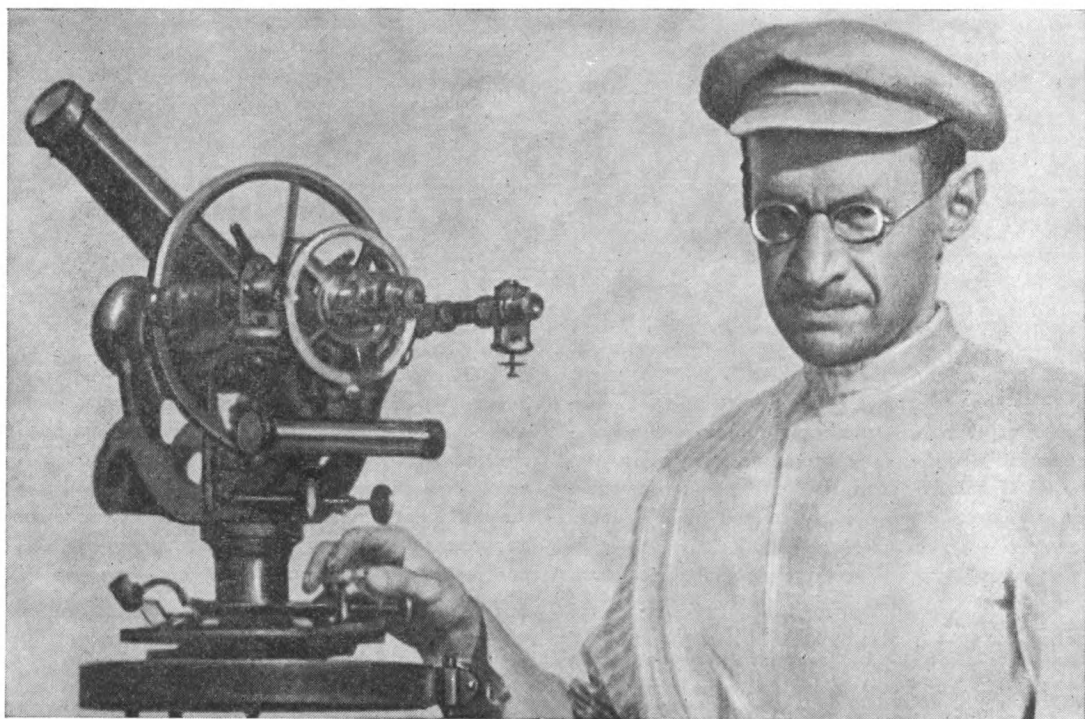
В те времена одновременно с учебой в университете все студенты работали. Я и еще несколько студентов — К. Н. Яхонтов, А. Б. Поляков и позднее К. Н. Шистовский — работали у Александра Александровича сразу в двух «учреждениях»: в гравиметрическом отряде, исследовавшем Курскую магнитную аномалию, и в «филиале» Ленинградского вычислительного института.

Деятельность гравиметрического отряда, возглавлявшегося А. А. Михайловым, была пионерской в том отношении, что впервые маятниковые наблюдения использовались в полевых условиях для разведки полезных ископаемых и дали четкую локализацию возмущающих масс. (До этого маятниковые измерения силы тяжести проводились только в закрытых помещениях или подвалах.) Позднее мне довелось участвовать под руководством А. А. Михайлова в измерениях аномалии силы тяжести в окрестностях Москвы. Участие в этих гравиметрических экспедициях стало для меня прекрасной школой.

Впоследствии А. А. Михайлов стал инициатором Общей гравиметрической съемки СССР, предложил использовать гравиметрические методы для решения проблем высшей геодезии.

Работа в «филиале» Вычислительного института также показала замечательное свойство Александра Александровича видеть перспективные направления в науке. В лунной теории Е. Брауна, появившейся в начале 20-х годов, был загадочный эмпирический член. Что это? Неточность теории или, быть может (страшно подумать!), неравномерность вращения Земли? И вот Александр Александрович предпринял большую работу, в которой использовал покрытия звезд Луной для уточнения ее движения. Нам приходилось вычислять теоретические моменты покрытий, применяя длиннющие (более сотни членов) формулы Брауна. С полученными результатами мы еженедельно приходили на квартиру к Александру Александровичу, и он сравнивал «две руки» наших вычислений. Работа не была закончена, так как «филиал» закрыли, но это направление

А. А. Михайлов — руководитель гравиметрической экспедиции в район Курской магнитной аномалии (1923—1924 гг.)



развилось позднее в большую область исследований неравномерностей вращения Земли, а мы прошли отличную вычислительную школу.

Хочу подчеркнуть, что Александр Александрович очень любил высчитывать (даже отдыхая, он иногда составлял гороскопы по всем правилам средневекового искусства).

Очень большую роль в развитии советской гравиметрии сыграла организованная в 1935 году в бывшем Сейсмологическом институте АН СССР (теперь Институт физики Земли АН СССР) лаборатория гравиметрии под руководством А. А. Михайлова. Основным направлением этой лаборатории Александр Александрович выбрал изучение изменения силы тяжести во времени, в частности, приливные изменения. В лабораторию были привлечены ученики А. А. Михайлова — Ю. Д. Буланже, М. С. Молоденский и я. Здесь М. С. Молоденский выполнил блестящие работы по теории приливов, развилось новое направление советской гравиметрии — изучение приливных и нерегулярных изменений силы тяжести. Сейчас во всех гравиметрических измерениях, используемых в геодезических или геофизических целях, необходимо учитывать приливные изменения, и первый толчок в этом направлении дал А. А. Михайлов.

Я участвовал вместе с А. А. Михайловым в наблюдениях трех солнечных затмений: в 1941, 1945 и 1947 годах. Запомнилось затмение 1947 года, которое советские астрономы наблюдали в Бразилии. Для экспедиции был выделен пароход «Грибоедов». Вместе с А. А. Михайловым и М. А. Вашакидзе я вылетел за месяц до затмения в Бразилию, чтобы выбрать место и подготовить площадку. Все было отлично подготовлено, но погода позволила провести только радионаблюдения затмения. Заслуги А. А. Михайлова, связанные с наблюдениями во время затмений эффекта Эйнштейна — отклонения лучей звезд вблизи Солнца, — были отмечены тем, что в 1959 году ему было предложено прочитать в Лондонском королевском обществе «Дарвинскую лекцию» об этом эффекте.

После 1948 года, когда А. А. Михайлов переехал в Ленинград и отошел от активных занятий гравиметрией, наша совместная работа практически прекратилась.

Я считаю большой удачей, что мне посчастливилось быть учеником и последователем такого человека, как Александр Александрович.



Член-корреспондент АН СССР
М. С. ЗВЕРЕВ

Жизнь, отданная наукам о Земле и звездах

Впервые я узнал о А. А. Михайлове в 1920 году, когда для наблюдений ярких переменных звезд мне понадобилось воспользоваться его очень удобным и прекрасно изданным малым звездным атласом (всего четыре карты со звездами северного неба и части южного — до склонения —50°).

Через 10 лет мне посчастливилось стать учеником А. А. Михайлова в Московском университете. С нашей небольшой группой студентов четвертого курса (старостой группы был М. С. Молоденский) в 1930/31 учебном году

он занимался по геодезии и теории фигуры Земли. Кроме лекций (образцовых по содержанию и форме) Александр Александрович предложил нам участвовать в подготовке к изданию переведенного им с итальянского курса теории фигур планет П. Пицетти¹. В течение полугода к каждому занятию он приносил нам две машинописных копии перевода одной из

¹ П. Пицетти. Основы механической теории фигуры планет. Пер. с итальянского А. А. Михайлова. М.—Л., ГТТИ, 1933.

глав курса. Мы туда вписывали формулы, проверяли их вывод, обсуждали содержание главы; после чего один экземпляр он уносил с собой, а другой оставлял нам для дополнительного изучения. Занятия проходили оживленно, наиболее активным на них был М. С. Молоденский. Такой способ обучения студентов соответствовал понятию «бригадные методы преподавания», которые тогда особенно поощрялись. Вместе с С. Н. Блажко А. А. Михайлов был нашим любимым преподавателем, его мы называли «универсал».

Мне запомнилось многолюдное собрание около 1930 года (вероятно, в Госплане СССР), на котором рассматривались проекты очередных геодезических работ и Общей гравиметрической съемки СССР. Основным докладчиком был А. А. Михайлов, вслед за ним выступал Б. В. Нумеров. На стене была укреплена огромная карта СССР. Небольшого роста, изящный Александр Александрович, вооруженный длинным — метра в три — указателем, обстоятельно и четко объяснял по карте содержание обсуждаемых проектов.

Запомнилось мне и научное собрание, происходившее в 30-х годах в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга (ГАИШ) по случаю визита в СССР группы шведских астрономов во главе с К. Лундмарком. Председательствовал А. А. Михайлов, и все в нем — манера вести собрание, владение европейскими языками, умение реагировать на выступления — свидетельствовало о том, что по общей культуре он превосходит всех участников собрания.

Я не забуду сделанный А. А. Михайловым на ученом совете ГАИШа доклад о подготовке к наблюдениям полного солнечного затмения 1936 года. Доклад состоялся в утренние часы одного из осенних дней 1934 года в здании Московской обсерватории на Пресне. В аудитории, где проходило заседание ученого совета, были небольшие хоры с койками для от-

Группа московских астрономов перед входом в здание обсерватории на Красной Пресне. Крайний справа — С. Н. Блажко, рядом с ним сидит А. А. Михайлов (1930 г.)



дыха астрономов-наблюдателей. Ночь перед этим была ясной; после наблюдений я спал на хорах, проснулся от звуков голосов. Придвинув голову к перилам, я увидел внизу А. А. Михайлова и с удовольствием в необычной обстановке прослушал доклад, прочитанный интересно и увлекательно.

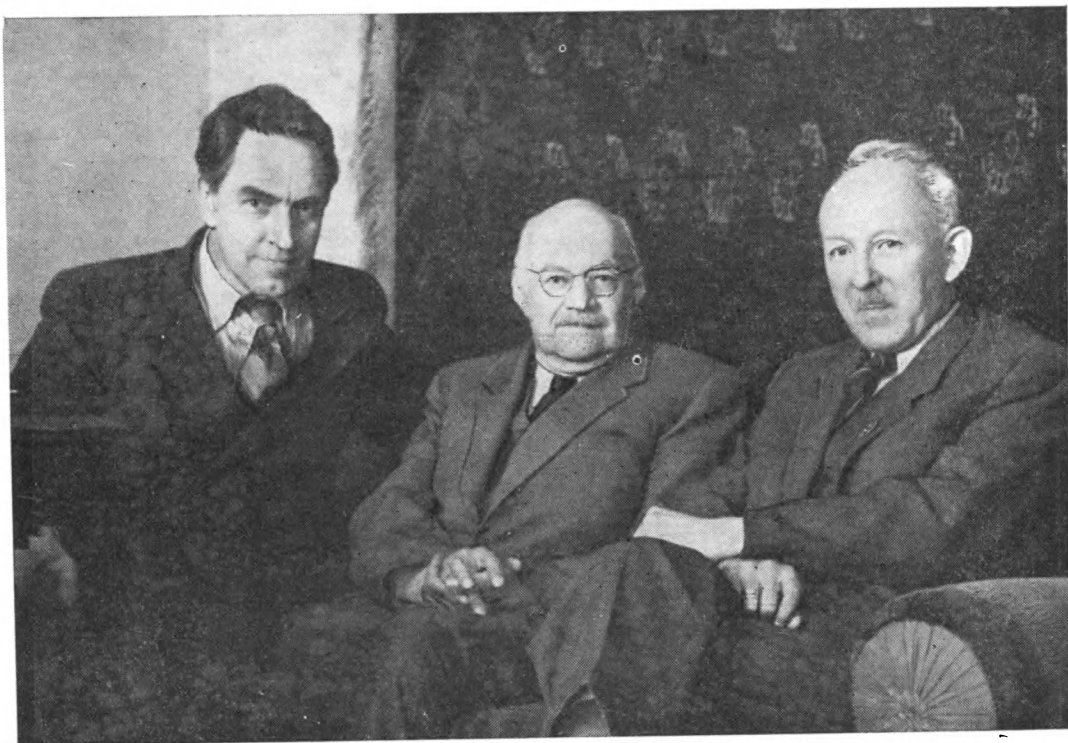
В годы Великой Отечественной войны московские астрономы оказались в разных местах страны, и мне тогда не приходилось встречаться с А. А. Михайловым. Вместе с астрофизиками ГАИШа он участвовал в наблюдениях полного солнечного затмения 21 сентября 1941 года в Средней Азии, после чего несколько лет жил в Ташкенте, где активно работал в местной обсерватории. С ее директором В. П. Щегловым у А. А. Михайлова на все последующие годы сохранились дружеские отношения.

9 июля 1945 года состоялось солнечное затмение, полная фаза которого проходила по территории СССР через города Рыбинск, Яро-

славль и далее на юго-восток — в Средней Азии. Московский университет организовал массовую экспедицию для наблюдения этого редкого явления. Теплоход по Москве-реке и Волге доставил около 300 сотрудников и студентов университета в Рыбинск. Среди участников были ныне всемирно известные математики П. С. Александров и А. Н. Колмогоров, которые почти на каждой стоянке теплохода бросались в Волгу, соревнуясь в плавании. Находился на борту также 14-летний школьник, удивлявший пассажиров своими феноменальными познаниями в астрономии. Это был Вадим Карпинский, теперь один из ведущих астрономов Пулковской обсерватории.

В Рыбинск экскурсия прибыла утром 9 июля, часов за пять до начала затмения. Там в полной готовности находилась экспедиция ГАИШа во главе с А. А. Михайловым. Его аппаратура для исследования эффекта Эйнштейна помещалась под большим, непроницаемым для света шатром, внутри которого во время полной фазы предстояло вручную оперировать с затвором и 2—3 раза менять фотопластинки. Помощником Александра Александровича была аспирант ГАИШа Зденка Ивановна Кадла (впо-

В Пулковской обсерватории (справа налево): директор Вроцлавской обсерватории профессор Е. В. Рыбна, А. А. Михайлов, М. С. Зверев (1954 г.)



следствии ставшая его женой²). Было интересно наблюдать за этой дружной парой, увлеченной своим делом, оживленно, по-английски обсуждавшей предстоящую процедуру, не обращая внимания на окружающих. К всеобщему разочарованию, после полудня стали сгущаться облака, и затмение прошло при полностью пасмурном небе. Все же эффект внезапного наступления темноты был потрясающим.

Весной 1948 года в ГАИШе торжественно отмечалось 60-летие А. А. Михайлова. Аудитория на Пресне была переполнена. Ввиду многогранности интересов юбиляра доклады о его деятельности были поручены двум его ученикам: по астрономии — автору этих строк, а по геодезии и гравиметрии — М. С. Молоденскому. Юбиляр получил массу приветствий. Запомнилось начало его ответного слова: «Глубокоуважаемый Сергей Николаевич, дорогие друзья!...» Первое обращение относилось к присутствовавшему на собрании С. Н. Блажко. Этим была выражена глубокая признательность юбиляра старшему товарищу, своему наставнику и соратнику в многолетних занятиях астрономией.

В августе 1948 года в Цюрихе (Швейцария) состоялся первый после войны съезд Международного астрономического союза (МАС). Советскую делегацию возглавлял А. А. Михайлов. Имея международный авторитет и большой опыт участия в зарубежных совещаниях, он помогал и нам выступать на комиссиях МАС, отстаивать важные для нас резолюции. Так, на комиссии № 8 («Меридианная астрометрия») с его участием было сделано сообщение об астрометрических работах в СССР, и международная аудитория впервые получила информацию о начатых у нас фотографических наблюдениях далеких галактик по программе Каталога слабых звезд. Это сообщение вызвало оживленную дискуссию, после которой была принята резолюция, отмечающая большую важность этих наблюдений. Глубокое впечатление произвело выступление А. А. Михайлова на заключительном общем собрании съезда. Он рассказал о варварском разрушении Пулковской обсерватории немецко-фашистскими войсками, о начатом ее восстановлении, которое должно быть завершено через несколько лет. Возможно, многие из присут-

ствующих впервые реально осознали все ужасы минувшей войны. От имени Академии наук СССР А. А. Михайлов пригласил Международный астрономический союз провести следующую Генеральную ассамблею в восстановленной Пулковской обсерватории. Приглашение было встречено бурной овацией. Как известно, реализация приглашения Михайлова по разным причинам задержалась и съезд МАС состоялся в СССР лишь в 1958 году в Москве.

В 1948 году А. А. Михайлов уже был директором Пулковской обсерватории, которая тогда представляла собой ужасное зрелище — изуродованные остовы стен, груды обломков и мусора. Восстановительные работы только начинались. Проект по существу новой обсерватории был составлен в Москве под руководством знаменитого архитектора А. В. Щусева. А. А. Михайлов с большой энергией и ответственностью включился в восстановительные работы, вникал во все детали, следил за качеством исполнения. В этих работах активно участвовала партийная организация, секретарем которой тогда был А. А. Немиро. Хорошо помню, как А. А. Михайлов обратил внимание строителей на необходимость вновь проверить прочность перекрытий над центральным круглым залом обсерватории, поскольку наверху предстояло разместить книгохранилище в тысячи томов. Он сам выбрал и заказал эффектные люстры для большого конференц-зала, следил за изготовлением барельефных портретов крупнейших ученых и их размещением вдоль стен этого зала. Когда на складе не оказалось запланированных облицовочных материалов (имелись только плиты натурального мрамора), А. А. Михайлов добился небольшого увеличения ассигнований, и в результате — пулковский конференц-зал стал мраморным.

В мае 1954 года состоялась торжественная сессия Отделения физико-математических наук АН СССР, посвященная открытию восстановленной Пулковской обсерватории. Сессия эта явилась подлинным праздником советской науки: в ее работе участвовали свыше 500 человек — ученые Ленинграда, Москвы, других городов СССР, а также около 50 зарубежных астрономов. Центром и душой торжества был А. А. Михайлов. Первое заседание открыл вице-президент АН СССР академик И. П. Бардин. Затем с приветственным словом выступил А. А. Михайлов. Свое выступление он повторил на четырех европейских языках, после чего, обращаясь к делегатам КНР, выразил искрен-

² З. И. Кадла была второй женой А. А. Михайлова. Первая — Ольга Васильевна, урожденная Молчанова, умерла в 1943 году. Сын Михайловых от первого брака — Георгий Александрович — ветеран Великой Отечественной войны, генерал-лейтенант.



В Пулковской обсерватории (справа налево): президент АН СССР М. В. Келдыш, М. С. Зверев, А. А. Михайлов (1970 г.)

нее сожаление, что не имеет возможности приветствовать их на языке великого китайского народа. Эти слова вызвали гром аплодисментов. На сессии были заслушаны доклады пулковских астрономов, к ней также были при-

урочены две научные конференции — по астрометрии и исследованию переменных звезд.

Тридцать пять лет своей жизни отдал А. А. Михайлов Пулковской обсерватории. До самых последних дней он, несмотря на возраст и недомогания, не прекращал трудиться над рукописями и статьями, давать консультации, продолжал выступать на собраниях, что свидетельствовало о сохранении им ясности мышле-

ния, большого интереса к делам обсерватории, к достижениям и перспективам любимой науки.

26 апреля 1983 года А. А. Михайлову исполнилось 95 лет. Выслушивая поздравления, он замечал, что этот юбилей лишь промежуточный, настоящий будет через пять лет. К несчастью, в июле у себя дома он при падении сломал ногу. Отказавшись от госпитализации, Александр Александрович попросил дать ему коляску, на которой сам передвигал-

ся к своим рукописям и пишущей машинке. Но сердечная недостаточность, впервые проявившаяся в 1981 году после тяжелого гриппа, прогрессировала, ежедневные визиты врачей уже мало помогали. Он явно слабел, во время разговоров часто засыпал. 29 сентября, после обеда, сидя в своей коляске, он задремал и — уже больше не проснулся...

Член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ

Жизнь — в науке

С А. А. Михайловым меня свела судьба более полувека назад, когда я имел удовольствие слушать его лекции по гравиметрии на третьем курсе Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК). Лекционное мастерство Александра Александровича было поразительно. Сложнейшие вопросы гравиметрии и теории фигуры Земли он излагал просто, ясно, доходчиво. Именно под впечатлением его лекций я выбрал одну из весьма актуальных тогда тем для дипломной работы, выполнение которой и определило весь мой дальнейший жизненный путь.

Занятия в институте мне удавалось совмещать с работой техника-геодезиста на строительстве первой в Москве теплоцентрали на шоссе Энтузиастов. Там возводилась уникальная в Советском Союзе труба высотой 132 м. Ее строительство вызывало немало споров, например, спорили, нужно ли учитывать отклонения отвесной линии. Именно обсуждение этого вопроса и стало темой моего первого научного контакта с А. А. Михайловым. Хорошо помню, с какой тщательностью он рассчитал возможный эффект и дал весьма подробное заключение по этому поводу.

По окончании МИИГАиКа я некоторое время продолжал работать на строительстве теплоцентрали и по совместительству в ЦНИИГАиКе. Но вот совершенно неожиданно

Александр Александрович пригласил меня к себе домой и предложил работу во вновь создаваемой им лаборатории в Сейсмологическом институте АН СССР (теперь Институт физики Земли АН СССР), который осенью 1934 года был переведен из Ленинграда в Москву. Я, естественно, с радостью согласился. И вот 49 лет уже работаю в этом институте. За это время институт трижды менял свое название. При организации лаборатории в ее составе было три сотрудника — А. А. Михайлов, Н. Н. Парийский и я. Сейчас же в Институте физики Земли АН СССР в области гравиметрии и смежных областях, связанных непосредственно с гравиметрией, трудятся более 250 научных и научно-технических сотрудников.

А. А. Михайлов работал в Сейсмологическом институте до своего переезда в Ленинград в связи с назначением на должность директора Главной астрономической обсерватории АН СССР. Совместная работа с Александром Александровичем оставила глубокий след в моей жизни. Он был замечательным воспитателем и учителем. Он умел ироническим замечанием «убить» человека, одновременно не унижая его достоинства. Александр Александрович не был сентиментален, но всегда был готов помочь, дать хороший совет, подбодрить того, кто к нему обращался.

А. А. Михайлов был блестящим редак-

ром. Мне довелось вместе с ним участвовать в составлении справочного руководства по гравиметрии и работать в первом реферативном журнале. Именно тогда благодаря его тщательному редактированию написанных мною (иногда довольно bestолково) рефератов, я хорошо, на всю жизнь понял, что такое реферат и что такое аннотация. К сожалению, теперь публикуемые в реферативном журнале рефераты, как правило, перестали быть такими и превратились в аннотации, что сильно снижает ценность столь важного издания, как реферативный журнал.

А. А. Михайлов отличался исключительной разносторонностью интересов. Он первым в стране начал разрабатывать теорию фигуры Земли. На его учебнике, изданном дважды, — «Гравиметрия и теория фигуры Земли» — воспитывались многие поколения советских гравиметристов и геодезистов. Он был незаурядным конструктором приборов. По его идее создан двухмаятниковый прибор для изучения изменений силы тяжести во времени. Он работал и построил в металле гравиметр, используя принцип голицынского вертикального сейсмографа. Вместе с А. А. Михайловым для сейсмических станций института нам удалось создать довольно простую конструкцию маятниковых часов, имевших хорошее по тем временам постоянство хода. К сожалению, война прервала эти работы, а по ее окончании возобновить их не представилось возможным.

Александр Александрович был блестящим организатором научных семинаров, совещаний, конференций. Будучи человеком исключительно высокой культуры, он не терпел помпы,

парадов, шумихи. Проводимые им заседания всегда были отлично подготовлены, интересны и содержательны.

Хорошо известна широкая эрудиция А. А. Михайлова. Мне помнится его выступление на одной научной конференции. Ему задали вопрос: «Как Вам удается избежать ошибок и неточностей в Ваших работах?». Александр Александрович тут же ответил: «От ошибок и неточностей никто не гарантирован, в том числе и я. Но я стараюсь не говорить и во всяком случае не писать о том, что я не знаю». В этой фразе весь Александр Александрович!

Александр Александрович до самых последних дней жизни был полон научной инициативы, живо интересовался новостями в области гравиметрии. Вспоминается моя последняя с ним встреча в 1982 году в санатории «Узкое», когда мы более двух часов увлеченно беседовали о современной экспериментальной гравиметрии, ее развитии, задачах. Несмотря на то, что Александр Александрович уже многие годы непосредственно не занимался гравиметрией, его осведомленность даже в самых тонких вопросах была поразительной.

Уход от нас А. А. Михайлова — большая, невосполнимая утрата. Его отсутствие мы будем ощущать еще многие и многие годы. Он прожил долгую, незаурядную жизнь. В моей памяти Александр Александрович останется как замечательный человек, учитель, выдающийся ученый, до последних часов своей жизни отдававший себя науке.

Поиск черных карликов

Поиск невидимых спутников у близких звезд предприняли английские астрономы Р. Джеймсон и М. Шэррингтон и австралийский астроном А. Гилес. Они пытались обнаружить излучение этих объектов в инфракрасном диапазоне. До сих пор невидимые спутники звезд — черные карлики — искали только астрометрическими методами: по их гравитационному влиянию на движение главной, обычной звезды. Эти методы требуют длительных наблюдений и поз-

воляют выявить лишь близкие к звезде спутники, период обращения которых несколько лет.

Черными карликами называют сейчас космические тела, масса которых меньше, чем у нормальных звезд, но больше, чем у планет. Минимальная масса звезды, в недрах которой температура еще достаточно высока для протекания термоядерных реакций, близка к 0,08 солнечной, а максимальная известная нам масса планеты (Юпитер) составляет 0,001 солнечной. Хотя в недрах черных карликов не идут термоядерные реакции, это вовсе не означает, что они не



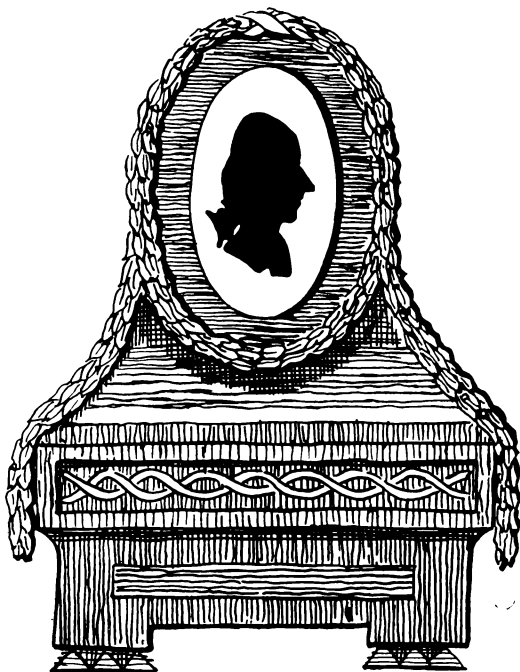
светят. Ведь даже Юпитер и Сатурн, которые мы по привычке называем планетами, — самосветящиеся тела: в результате медленного гравитационного сжатия они выделяют энергию в виде инфракрасного излучения. Еще более



Д. А. Голицын — русский минералог и вулканолог XVIII века (к 250-летию со дня рождения)

Дмитрий Алексеевич Голицын родился 15 мая (по старому стилю) 1734 года в родовом имении в сельце Спасское-Гореево (ныне в черте Москвы), учился в Кадетском корпусе в Петербурге. В 1760 году Голицына определили по дипломатическому ведомству и направили на выучку в Париж, в Российское посольство, и уже через три года он был назначен посланником при Версальском дворе.

Годы пребывания Д. А. Голицына во Франции — решающие в формировании его мировоззрения. Природный ум, любознательность и непреодолимое стремление молодого дипломата быть причастным к культурному движению во Франции — наиболее блестящему в век Просвещения — открыли ему двери в знаменитые парижские салоны. Он снискал доверие и дружбу таких выдающихся умов, как создатели «Энциклопедии» Д. Дидро и Ж. д'Аламбер, философы К. Гельвеций и П. Гольбах, натуралист Ж. Бюффон, экономист В. Мирабо, скульптор Э. Фальконе. Именно Голицын уговорил Э. Фальконе ехать в Петербург, где скульптор и создал своего знаменитого Медного всадника — памятник Петру I на Сенатской площади. Уверовав в идеи физиократов



Силуэтный портрет Д. А. Голицына
работы неизвестного художника

мощными источниками инфракрасного излучения должны быть черные карлики. В этом смысле они — звезды.

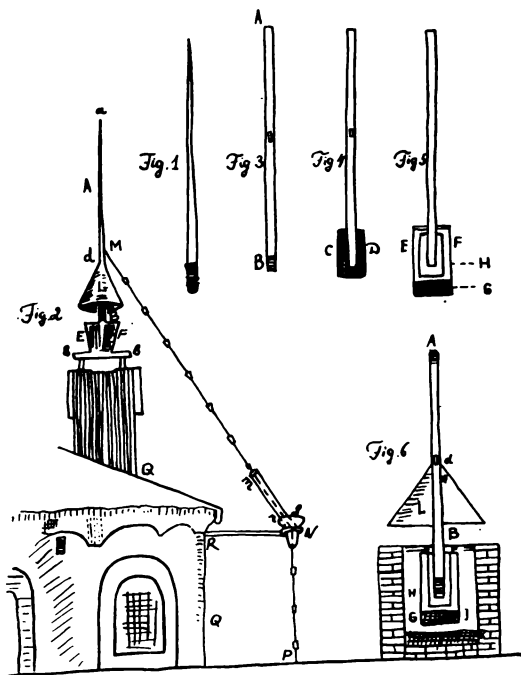
Согласно расчетам, радиусы черных карликов близки к 0,1 солнечного и почти не зависят от их массы. Но инфракрасная светимость этих карликовых звезд определяется их массой. Например, в полосе спектра 2,2 мкм, карлик, имеющий массу 0,04 солнечной, почти в 100 раз ярче, чем карликовая звезда массой 0,02 солнечной. Аппаратура, использованная Р. Джеймсоном, М. Шэррингтоном и А. Гилесом, позволила бы обнаружить инфракрасное излу-

чение черного карлика с массой, большей 0,05 солнечной, притом расположенного не далее 10 пк от Солнца. Кроме того, угловое расстояние между оптической звездой и ее инфракрасным спутником должно быть не менее 10" (на расстоянии 10 пк это соответствует 100 а.е.). В течение трех ночей была обследована 21 звезда, но ни у одной из них не удалось открыть спутник с указанными характеристиками. Наблюдалась и знаменитая «летающая» звезда Барнарда, у которой заподозрен невидимый спутник (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 25.—*Ред.*), однако он

расположен слишком близко к звезде и не может быть обнаружен данным методом.

Несмотря на отрицательный результат первых наблюдений, поиск черных карликов будет продолжен. Их изучение важно как для теории происхождения звезд и планет, так и для оценки массы невидимого вещества в Галактике. Да и условия в атмосфере этих тел могут вполне оказаться пригодными для жизни.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1983, 205, 1.



Заземленный стержневой молниеотвод конструкции Д. А. Голицына, установленный на крыше замка Росендал в Голландии. Особенность устройства — изоляция металлических частей молниеотвода от кровли и стен защищаемого здания. С рисунка Д. А. Голицына

и английского мыслителя Д. Юма, с которым был лично знаком, Голицын, хотя и принадлежал к старинному княжескому роду, выступил с конкретными предложениями по раскрепощению крестьян.

В 1768 году в период резкого ухудшения русско-французских отношений Д. А. Голицына отозвали из Парижа. Пробыв около года в России, он был направлен посланником в Гаагу, но в 1782 году вышел в отставку. В Россию он уже не вернулся: жил сначала в Нидерландах, а в 1795 году переехал в Брауншвейг (ныне ФРГ), где и умер 4 марта (по старому стилю) 1803 года.

Еще в Париже Д. А. Голицын живо интересовался успехами естествознания и техники, однако лишь в Нидерландах занялся науками всерьез. Он сблизился с видными учеными-физиками Г. ван Свинденом (1746—1823) и М. ван Марумом (1750—1837), общался с гостившими в Нидерландах естествоиспытателями из Франции, Англии и других стран. К сво-

им первым опытам, связанным с атмосферным электричеством, он приступил в середине 70-х годов: построил молниеотвод оригинальной конструкции и выдвинул собственную теорию электричества. За эти исследования Д. А. Голицына избрали иностранным членом Академии наук в Брюсселе и почетным членом Петербургской Академии наук. С Петербургской Академией наук Голицын до конца жизни поддерживал переписку, уведомляя коллег о важнейших событиях научной жизни за пределами России. Он посылал в Петербург свои научные статьи, которые публиковались в академических журналах. Корреспонденция Голицына приобрела особую значимость во времена Павла I, когда какая бы то ни было литература практически перестала поступать в Россию.

Областью естествознания, в которой Д. А. Голицын проявил себя наиболее плодотворно, стала минералогия. Его монографии получили европейское признание, он был избран иностранным членом Берлинской и Стокгольмской академий наук, а также Лондонского королевского общества. Голицын входил в состав членов-директоров Голландского общества наук в Харлеме и был президентом Минералогического общества в Йене (после его смерти этот пост занял И. В. Гёте). Он также состоял членом Вольного экономического общества в Петербурге, которое наградило его серебряной медалью за труды по минералогии.

Когда Д. А. Голицын занялся минералогией, разделение наук о Земле только-только началось, и ученые, посвятившие себя этим наукам, по сути дела одновременно занимались и геологией, и петрографией, и минералогией, и палеонтологией. В числе прочих «младенческих» дисциплин в конце XVIII века состояла и вулканология. Громадное большинство пишущих на геологические темы удовлетворялось тогда фантастическими гипотезами, и лишь немногие в полевых условиях наблюдали вулканы, накапливая научные факты. К этим немногим принадлежал и Д. А. Голицын. 7 ноября 1784 года он писал ван Свиндену из Гааги: «Я стал минералогом выше головы и теперь усиленно занимаюсь вулканами; этим летом я ездил по Германии и там побывал на потухших вулканах. Вы, конечно, осведомлены о них, но вы, может быть, не знаете об их огромном количестве. Их продукты крайне разнообразны — есть все... Я собрал интересную коллекцию».

T R A I T É
O U
D E S C R I P T I O N
A B R É G É E E T M É T H O D I Q U E
D E S M I N É R A U X.

*Présenté à l'Académie Impériale & Royale des Sciences
& Belles-Lettres de Bruxelles, qui l'a jugé digne
de faire partie de ses propres Mémoires & de leur
servir de Suite.*

PAR LE PRINCE D. DE GALLITZIN,

Membre honoraire de cette Académie, & de celles des Sciences
& des Arts de Pétersbourg, de Stockholm, &c. &c.

x Funduszu Sapialyrihitego.

A M A E S T R I C H T,

Chez J. P. ROUX & C^{OM}PAGNIE, Imprimeurs-Libraires, associé.

1 7 9 2.

Титульный лист «Трактата,
или сокращенного и методического
описания минералов» — первого
крупного сочинения Д. А. Голицына
по минералогии

В приведенном отрывке речь шла о продолжительном путешествии русского ученого, которое он совершил в летние месяцы 1784 года по Германии. Его маршрут протяженностью более 500 км проходил по многим районам Германии, так что в поле зрения Голицына попали вулканические ландшафты Гессена и долины Рейна. Он подробно обследовал потухшие вулканы Шонберг, Карлсберг, Ункель и ряд других; впоследствии он несколько раз поднимался на Ункель. До Голицына по этим местам прошли К. Коллини (1727—1806), В. Гамильтон (1730—1803), а также Н. Делюк (1727—1817). Но описания вулканических построек, сделанные этими натуралистами, были поверхностны и неточны. В этот же период французские геологи Э. Геттар (1715—1783), Н. Демаре (1725—1815) и Ж. Жиро Сулави (1752—1813) досконально изучили потухшие вулканы Оверни, Дофине и других провинций Франции.

Результаты своих наблюдений Д. А. Голицын изложил в обстоятельной статье, озаглавленной «Мемуар о некоторых потухших вулканах Германии». Она датирована ноябрем 1784 года, оглашена на заседании Брюссельской Академии наук 18 февраля 1785 года и опубликована в 1788 году в трудах Академии. Поскольку отдельной брошюрой эта работа так и не вышла, она в итоге осталась не замеченной историками науки. Из статьи мы узнаем, что, прежде чем отправиться в путь, Голицын проштудировал специальную литературу. Не только из прочитанного, но и по собственному опыту он прекрасно представлял себе уровень достижений в науках о Земле и видел, какие препятствия нужно преодолеть, чтобы двинуть эти науки вперед. Выдающийся русский геолог И. В. Мушкетов (1850—1902) спустя столетие ярко охарактеризовал ситуацию, сложившуюся к середине XVIII века в науках о Земле. Он считал, что вместе с полезными работами в тот период часто появлялись «геологические романы», воскрешавшие старые заблуждения, «тем более, что к геологическим спорам почти всегда присоединялись жгучие религиозные вопросы». Имелась в виду длившаяся почти столетие борьба между плутонистами и нептоунистами. Плутонисты приписывали ведущую роль в геологической истории внутренним силам Земли, а, согласно взглядам нептоунистов, все горные породы произошли из вод первичного океана, некогда целиком покрывавшего Землю. Нептоунисты в своих сочинениях исходили из библей-

ских догматов и получали поэтому полное одобрение своих работ и покровительство служителей церкви.

Голицын отчетливо видел всю зыбкость тогдашних познаний в минералогии. Он писал в «Мемуаре»: «Ведь эта наука до сего времени была в таком запущении, что нет даже общепринятой классификации минералов; чтобы понять какого-нибудь автора, надо сперва изучить его подход к определению минералов; часто кажется, что один автор не согласен с другим, между тем как по существу они придерживаются одних и тех же взглядов, но называют вещи разными именами...».

Исследуя и сопоставляя описания древних вулканических формаций, Голицын получал все более убедительные доказательства правдоподобности плутонистской концепции, приверженцем которой и сам постепенно становился.

В «Мемуаре» Голицына приведены крупные описания обследованных им вулканических построек и прилежащих каменоломен, найденных в них и опознанных минералов. Особое внимание Голицын уделил базальтам,

красочно выделив столбчатые отдельности. В частности, он писал: «Базальты этих разных немецких вулканов очень схожи между собой, аналогичны друг другу. Однако при некотором внимании легко заметить и разницу между ними; опытный глаз без труда сможет различить продукты одного вулкана от продуктов другого... и эти различия, на мой взгляд, зависят от веществ, которые плавилась в вулкане, и от материала, сквозь который проходила извергаемая лава». Однако Голицын признается, что он не может установить, в какую историческую эпоху действовали вулканы. Впрочем, в те годы никто не смог бы ответить на этот вопрос.

По ходу изложения Голицын полемизировал в «Мемуаре» с непутистами, особенно с Н. Делюком, отвергая их крайне категоричные утверждения, и высказывался в пользу плутонистов. Вместе с тем русский ученый соглашался, что вулканическая деятельность сопряжена с близостью моря. Плутонистская направленность «Мемуара» Д. А. Голицына не осталась незамеченной. Член Брюссельской Академии наук Т. Манн (1735—1809), которому было поручено апробировать статью, писал в своем отзыве: «Все содержание этого сочинения доказывает, что князь весьма основательно пропитан идеей вулканизма... Вулканисты (плутонисты.— Г. Ц.) находят следы вулканов почти повсюду и в большинстве тех мест, где естествоиспытатель никогда ничего не подозревал до появления новой концепции. Мне кажется, позволительно сомневаться в том, что энтузиазм вулканистов способствует прогрессу подлинного знания». Манн вообще отрицал наличие потухших вулканов в Германии. Несмотря на такой критический отзыв, работа Голицына была опубликована в академическом журнале, что делает честь брюссельским ученым.

И в последние годы своей жизни Д. А. Голицын «продолжал размышлять о вулканах». В брошюрах «Письмо о вулканах г. профессору Циммерману» и «Второе Письмо г. профессору Циммерману, или Замечание на Путешествие аббата Спалланцани в обеих Сицилиях» (Э. Циммерман (1743—1815) — немецкий натуралист, основоположник зоогеографии, близкий друг Голицына; Л. Спалланцани (1729—1799) — видный итальянский биолог и путешественник), изданных одна за другой в 1797 году в Брауншвейге, Голицын задавался вопросом о возникновении «вулканического огня». В те годы ничего еще не знали о маг-

матизме, и ученые скорее умозрительно, нежели опираясь на опытные данные, приходили к заключению о спонтанном горении в недрах Земли горючих веществ, в частности сульфидов. Голицын писал: «Нет сомнений, что недра Земли таят в себе несметные запасы различных воспламеняющихся веществ... Находящаяся под некоторыми горными породами горящая сера своими парами разрушает их, тем самым высвобождая из них разные газы и окислы; вполне вероятно, что эти породы могут и должны содержать мощные жилы металлических руд вместе с водородом и кислородом, которые еще больше усиливают жар. Обломки разрушенных горных пород, падающие в горнило вулкана, плавятся и превращаются в то, что мы называем лавой».

Во «Втором Письме...» Голицын отметил, что ни один «наблюдатель так близко не приближался к действующим вулканам (Везувию и Этне.— Г. Ц.) и не изучал их действие так долго», как автор «Путешествия по обеим Сицилиям». Он воздал должное исследованиям Спалланцани, в частности его попыткам определить «степени тепла» (температуру) лавового потока. Голицын, однако, усомнился в достоверности некоторых утверждений итальянского ученого и пришел к следующим выводам: «вулканический жар» отнюдь не вызван горением подземных толщ каменного угля, как полагали геологи, и не идентичен огню в разного рода печах; расплав внутри вулкана не имеет постоянной температуры — она зависит от относительного содержания в нем газов, прежде всего кислорода и сернистых веществ; «а вулканический жар», возможно, имеет меньшую температуру, чем жар стекловаренных печей, что следует объяснить наличием в вулканах газовой смеси, усиливающей процесс расплавления в них.

Сам Д. А. Голицын не видел и не изучал действующие вулканы. Среди российских ученых пионерами в этой области были С. П. Крашенинников (1711—1755) и Г. В. Стеллер (1709—1746), которые в 40-х годах XVIII века наблюдали действующие вулканы на Камчатке. Поэтому труды Голицына скорее можно отнести к палеовулканологии и, следовательно, справедливо будет признать его одним из пионеров русской палеовулканологии.

Научные труды Д. А. Голицына находились на передовой линии тогдашней минералогии и вулканологии, и настоящей статьей мы хотели бы избавить их от незаслуженного забвения.

Академик АН ТаджССР
П. Б. БАБАДЖАНОВ
Кандидат физико-математических наук
Д. Ф. ЛУПИШКО



Европейский симпозиум «Астероиды, кометы, метеоры»

В последнее время заметно возрос интерес к малым телам Солнечной системы. Это связано с планируемыми полетами космических аппаратов к кометам и в пояс астероидов и с той большой ролью, которая в настоящее время отводится изучению астероидов, комет и метеорного вещества в решении проблемы происхождения и эволюции Солнечной системы. Наряду с традиционными исследованиями комет, метеоров, межпланетной пыли в последние годы начаты и успешно развиваются наблюдения астероидов — как в нашей стране, так и в ряде других европейских стран. Результаты изучения малых тел Солнечной системы, вопросы координации этих исследований в Европе обсуждались на симпозиуме «Астероиды, кометы, метеоры. Исследование и теоретическое моделирование». Симпозиум был организован сотрудниками Астрономической обсерватории Упсальского университета докторами К.-И. Лагерквистом и Г. Рикманом и проходил с 20 по 22 июня 1983 года в Упсале (Швеция).

В работе симпозиума приняли участие около 100 ученых из 16 европейских стран. Заседания проходили в здании Центра гуманитарных наук Упсальского университета. В 90 докладах, представленных на симпозиуме, рассматривались последние результаты изучения астероидов, комет, метеоров, методы их исследований, а также эксперименты, связанные с полетами космических аппаратов к комете Галлея.

Очень подробно обсуждались на симпозиуме проблемы вращения астероидов и их взаимодействия между собой. В одном из докладов (В. Заппала, Италия) была освещена роль катастрофических столкновений в эволюции формы и вращения астероидов. Вызвал интерес доклад известного шведского физика, лауреата Нобелевской премии Х. Альфвена «Астероиды как промежуточный продукт в эволюции Солнечной системы», в котором излагалась гипотеза о продолжающемся процессе аккумуляции в поясе астероидов. Результаты наблюдений покрытий звезд астероидами привел в своем выступлении Р. Тейлор (Англия), о фотометрической неоднородности поверхностей астероидов рассказал Д. Ф. Лупишко (СССР). В нескольких докладах рассматривались структура и эволюция пояса астероидов, динамическая нестабильность в нем, соизмеримости орбитальных элементов близких асте-

роидов, негравитационные эффекты в движении астероидов.

Кометная тематика симпозиума включала доклады о происхождении и эволюции комет, о моделях кометных ядер, составе и оптических свойствах частиц кометной пыли, о комете Галлея и проекте советского эксперимента по сбору и изучению частиц кометной пыли, который намечено осуществить в 1985—1986 годах.

Исследователи метеоров посвятили свои выступления классификации метеорных тел (З. Цеплеха, ЧССР), структуре и активности метеорных потоков (Б. Линдبلاد, Швеция; А. Гайдук, ЧССР), распределению элементов орбит спорадических метеорных тел (Я. Штолл, ЧССР), эволюции метеорных роев (И. Уильямс, Англия), исследованию связи метеорных роев с астероидами групп Аполлона, Амура и Атона (П. Б. Бабаджанов, СССР).

Упсальский университет, где проходили заседания симпозиума, основан в 1477 году. В XVIII веке здесь работали всемирно известные ученые: естествоиспытатель К. Линней, физик и астроном А. Цельсий, основавший Упсальскую астрономическую обсерваторию (1742 г.). Сейчас в университете семь факультетов — права, общественных наук, медицины, теологии, искусств, фармацевтический и естественных наук. При университете созданы ботанический сад, музей, институт славяноведения, библиотека. В штате университетской обсерватории около 25 человек, из них 20 — научные сотрудники. Обсерватория имеет наблюдательную станцию близ Квистаберга. Однако из-за отсутствия крупных телескопов и не очень хорошего астроклимата в летнее время в Швеции белые ночи астрономические наблюдения ведутся в основном на Европейской южной обсерватории в Чили. Сотрудники университетской обсерватории изучают структуру и эволюцию нашей Галактики, строение и динамику галактик, физику звездных атмосфер и тел Солнечной системы. В последнее время на обсерватории активно развиваются исследования астероидов.

Для участников симпозиума были организованы экскурсии на наблюдательную станцию Упсальской обсерватории и в Стокгольмскую обсерваторию.



Совещание по астрофотографии

В Астрономическом совете АН СССР в рамках Секции приборов и методов астрономических наблюдений работает группа астрономов, организующих снабжение обсерваторий фотоматериалами и изучающих их свойства. В составе этой рабочей группы — представители ведущих обсерваторий нашей страны.

Производство астрономических фотоматериалов началось в нашей стране в 50-е годы. В этой работе всегда активно участвуют астрономы-наблюдатели. Так, задание на выпуск первых отечественных пленок для астрономии было составлено сотрудниками Пулковской обсерватории. Еще раньше астрономическую пленку, названную фотовизуальной, предложил Д. Я. Мартынов. Астрономы испытывают новые пленки, дают рекомендации по их хранению, улучшению параметров фотоземлюльсий. Актуальные вопросы астрофотографии обсуждаются на совещаниях рабочей группы. Одно из таких совещаний состоялось 26—29 апреля 1983 года в Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГССР. Кроме астрономов в его работе участвовали сотрудники Объединения СОЮЗХИМФОТО и ГосНИИХимфотопроекта, а также разработчики астрономических фотоматериалов.

Картину современного состояния отечественной химико-фотографической промышленности дал в своем выступлении В. А. Москинов (ГосНИИХимфотопроект). Он рассказал о перспективах развития отрасли у нас в стране, о модернизации оборудования и совершенствовании выпускаемых фотографических материалов. А. А. Нилов (Объединение СОЮЗХИМФОТО) отметил важность контактов астрономов с изготовителями, которые должны знать, какие фотоматериалы нужны астрономам и в каких условиях они работают с этими фотоматериалами.

Обзорные доклады о применении фотоматериалов в астрономических наблюдениях сделали Д. Г. Чипашвили и автор статьи. Наиболь-

шим спросом у астрономов пользуются высокочувствительные эмульсии для регистрации излучения небесных светил в видимой области спектра. Эти эмульсии позволяют фотографировать очень слабые объекты даже на телескопах умеренного размера. Чувствительность фотоземлюльсии должна оставаться высокой при выдержках один час и более. Ведь излучение звезд, галактик и даже деталей поверхности Солнца, наблюдаемых на спектрографах с высокой дисперсией, чрезвычайно слабое. Отдельные кванты энергии поступают на приемник с перерывами, поэтому кристаллы галогенидов серебра в эмульсионном слое работают в неблагоприятных условиях: центры скрытого изображения неустойчивы, склонны разрушаться. Неудивительно, что высокочувствительный фотоматериал для астрономических наблюдений изготовлять чрезвычайно трудно, трудно и сохранять эти предельные свойства эмульсии.

Астрономы нашей страны используют высокочувствительные фотоматериалы, выпускаемые в СССР, ГДР и США несколькими фирмами. Однако каждая фирма налагает ограничения на выпуск. Так, фирма ORWO изготовляет пластинки, но не производит пленок, а также астрономических эмульсий, чувствительных в зеленой области спектра. Фирма Kodak не экспортирует изоортохроматических пленок, столь необходимых для работы с электронно-оптическими преобразователями, эталонами Фабри — Перо. Единственный изготовитель таких пленок — КазНИИТехфотопроект. Эти пленки помогли исследовать тончайшие волокна туманностей — остатков вспышек сверхновых звезд, изучить спектры внегалактических объектов, проанализировать блеск сотен переменных звезд.

В Казани выпускается пять видов высокочувствительных пленок и среди них: А-500У (несенсибилизированная), А-600У (изоортохроматическая), А-700У (панхроматическая). Чувст-

вительность лучших образцов этих пленок равна соответственно 100, 120 и 200 ед. ГОСТа при выдержке 50 мин.

Астрономам нужны и фотоэмульсии средней чувствительности, чтобы регистрировать яркие объекты. В отдельных случаях можно фотографировать небесные объекты на низкочувствительной мелкозернистой эмульсии — пластинках Kodak IIIa-J и отечественных пленках типа РП (А-500 РП, А-600 РП и т. д.). На Абастуманской обсерватории Г. Н. Кимеридзе испытывал эти астрономические пленки и установил, что они особенно эффективны, если экспонируются на телескопе с большой светосилой, и могут успешно использоваться при наблюдениях комет.

Два доклада были посвящены гиперсенсibilизации фотоматериалов. Известно несколько способов повышения чувствительности (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 26.—Ред.). К сожалению, все они не лишены недостатков: как правило, растет плотность вуали, нередко возникают дефекты на слое. Гиперсенсibilизированная чувствительность плохо сохраняется, и даже во время экспонирования на телескопе чувствительность гиперсенсibilизированных фотоматериалов изменяется, и наблюдатель ведет съемку на эмульсии с переменными свойствами. Возникают трудности при калибровке таких фотоматериалов. Условия гиперсенсibilизации различны для разных сортов эмульсий и даже для одного и того же фотоматериала вскоре после изготовления или после непродолжительного хранения. Обработка режима гиперсенсibilизации занимает много времени и требует большой тщательности выполнения. В последние годы используется гиперсенсibilизация водородом, весьма эффективная, как показали в своих докладах И. И. Брейдо, О. М. Михайлова, В. В. Натриашвили.

С интересом встретили участники совещания

выступления разработчиков новых фотоэмульсий. Б. И. Шапиро рассказал, как в процессе изготовления можно придать более высокую чувствительность инфрахроматическим пленкам. Одна из таких пленок (И-1060В) уже применяется для съемки спектров Солнца и ярких звезд в области линии He I с длиной волны 10 830 Å. М. Р. Шпольский представил астрономам образцы фотоматериалов, он же создал фотоэмульсию для регистрации ультрафиолетового излучения. Результаты испытания фотоматериалов содержались в докладе А. Г. Щербакова.

На совещании были заслушаны выступления о проблемах автоматической обработки астрономических негативов (М. Ф. Шабанов, Е. К. Годеридзе), о работе имеющихся в обсерваториях фотолабораторий, значительную долю которой составляет испытание поступающих фотоматериалов (М. Ф. Шабанов, Т. А. Бируля), о копировании уникальных астрономических негативов (О. М. Михайлова).

Стремясь систематизировать информацию о применении фотографического метода в астрономии, рабочая группа по астрофотографии предложила участникам совещания анкету, вопросы которой охватывали многие аспекты наблюдательной астрономии. Анкета должна помочь специалистам по научной фотографии лучше понять требования астрономов к фотоэмульсиям, разрабатываемым в настоящее время.

Участники совещания ознакомились с Абастуманской обсерваторией, осмотрели живописные окрестности, посетили древний пещерный город Вардзия. Надолго запомнится прекрасная природа Кавказа, сердечное гостеприимство дирекции и сотрудников обсерватории.

Вещественные следы Тунгусской катастрофы

Многолетние поиски Тунгусского метеорита, начатые экспедициями Л. А. Кулика и К. П. Флоренского и продолженные комплексной самостоятельной экспедицией из

Томска, так и не увенчались успехом (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 37.—Ред.). Именно этот факт, наряду с отсутствием метеоритного кратера в районе катастрофы, послужил основой для интерпретации Тунгусского явления 1908 года как взрыва кометного или метеоритного тела в атмосфере Земли и он же породил ряд экзотических гипотез.

Решить проблему можно, лишь проведя тщательный поиск и исследование космического вещества в районе Тунгусской катастрофы.

Многочисленные черные магнитные шарики (их называют еще магнетитовыми, так как они обычно содержат магнетит), обнаруженные экспедициями К. П. Флоренского в районе катастрофы, рас-



смагивались как наиболее вероятный продукт взрыва Тунгусского тела. Предполагалось, что они образовались из нелетучей составляющей кометного вещества. Детально изучить условия их формирования оказалось возможным благодаря развитию современных методов анализа — нейтронно-активационного и рентгеноспектрального. Исследования магнитных шариков провели Г. М. Колесов, М. И. Корина и автор настоящей заметки в Институте геохимии и аналитической химии АН СССР, а также Р. Ганапати в Лаборатории химической компании Дж. Бакера в США. По данным советских исследователей примерно 40% шариков, собранных экспедициями К. П. Флоренского, представляют собой земную индустриальную пыль; 50%, вероятно, имеют такое же происхождение, но могут быть и космическими; и только 10% черных сферических частиц определены как космические. Таково происхождение шариков размером менее 0,1 мм, которые особенно распространены в районе катастрофы. Редко встречающиеся более крупные шарики все имеют космическое происхождение. Так считают советские исследователи и Р. Ганапати, изучавший только эти шарики. Значит, космическое вещество, хотя и в незначительных количествах, несомненно присутствует в районе Тунгусской катастрофы. Но связано ли его появление со взрывом Тунгусского тела или оно представляет собой вещество, постоянно выпадающее на Землю из космического пространства?

Исследования, проведенные в СССР и США, однозначно показали, что крупные магнитные шарики, скорее всего, образовались из вещества углистых хондритов (тип каменных метеоритов). По существующим представлениям, это вещество может входить в состав комет и в то же время является основной составляющей потока космического материала, выпадающего на Землю (фоновый космический поток). Учитывая это и невысокую распространенность космических шариков в райо-

не катастрофы, советские ученые предположили, что крупные магнитные шарики могут быть веществом фонового космического потока. Однако Р. Ганапати обнаружил, что крупные «тунгусские» шарики и космические шарики из глубоководных океанических осадков заметно различаются по содержанию микроэлементов. Это привело Р. Ганапати к оптимистическому выводу: образование шариков, собранных экспедициями К. П. Флоренского, действительно связано с Тунгусским событием. Но не исключено, что состав «океанических» шариков может существенно измениться при взаимодействии с морской водой. Таким образом, генетическая связь космических шариков, обнаруженных в районе катастрофы, с самим Тунгусским событием однозначно еще не доказана, хотя имеющиеся данные допускают, что Тунгусское тело могло содержать вещество углистых хондритов. Для обоснования последнего необходимо установить, есть ли аномальное количество космического вещества в районе Тунгусской катастрофы.

С этой целью в Институте геохимии и аналитической химии АН СССР было определено содержание иридия в образцах торфа, собранных в эпицентре Тунгусского взрыва участниками комплексной самостоятельной экспедиции. Иридий — элемент платиновой группы — наилучший индикатор космического вещества. В углистых хондритах его примерно в 20 000 раз больше, чем в земном веществе, и, следовательно, ничтожная примесь космического материала должна заметно увеличить содержание иридия. Но в изученных образцах концентрация иридия примерно такая же, как в обычном земном веществе. Либо Тунгус-

ское тело содержало незначительное количество вещества углистых хондритов, либо это вещество не было отложено в эпицентре взрыва (взрыв произошел на высоте 5—10 км) и атмосферными воздушными потоками было рассеяно по всей поверхности Земли. Р. Ганапати изучил содержание иридия в антарктических льдах вблизи Южного полюса и показал, что, действительно, концентрация космического иридия во льдах, образовавшихся в 1908 году, в 4 раза больше, чем обычно. Предположив, что Тунгусское тело состояло из вещества углистых хондритов и после взрыва его вещество было равномерно распределено по всей поверхности Земли, Р. Ганапати оценил массу Тунгусского тела в 7 млн. т.

Таким образом, если аномальное содержание иридия во льдах Антарктиды — не случайная флуктуация и не определяется замедлением скорости отложения льда, Тунгусское событие, несомненно, можно рассматривать как взрыв кометного или метеоритного тела в атмосфере Земли. При условии, что магнитные шарики, собранные экспедициями К. П. Флоренского, действительно связаны с событием 1908 года, Тунгусское космическое тело должно было содержать компоненту углистых хондритов. Это совместимо с кометной гипотезой, которая хорошо объясняет отсутствие существенных концентраций космического вещества в районе катастрофы. Однако с геохимической точки зрения (без учета всех обстоятельств, сопровождавших Тунгусское явление) можно также допустить, как сделал Р. Ганапати, что Тунгусское тело было просто каменным метеоритом (углистым хондритом). Для однозначного решения проблемы Тунгусского явления необходимы дальнейшие исследования.

М. А. НАЗАРОВ



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Новым астероидам — имена советских астрономов

Число малых планет, посвященных видным деятелям советской науки (Земля и Вселенная, 1981, № 2, с. 54.—Ред.), постоянно увеличивается благодаря успешному осуществлению программы наблюдений малых планет в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Работу по этой программе автор статьи начал осенью 1963 года, а с 1965 года она ведется совместно с группой сотрудников Института теоретической астрономии АН СССР. Наблюдения выполняются на двойном 40-сантиметровом астрографе Цейса. Первые новые малые планеты, получившие постоянные номера

и названия, были обнаружены с этим телескопом в 1966 году. К августу 1983 года их число достигло 279, что составляет свыше 30% общего количества новых малых планет, открытых за эти годы всеми обсерваториями мира.

В последнее время Международный центр по малым планетам утвердил целый ряд названий, присвоенных в честь советских астрономов. Две малые планеты из этого списка открыты чехословацкими астрономами А. Мркосом и З. Вавровой на обсерватории Клеть, остальные — в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. (В таблице приве-

ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВЫХ МАЛЫХ ПЛАНЕТ, НАЗВАННЫХ В ЧЕСТЬ СОВЕТСКИХ АСТРОНОМОВ

Малая планета	Дата открытия	Первооткрыватель	Большая полуось, а. е.	Эксцентриситет	Наклон к эклиптике, град.	Период обращения, годы	Звездная величина	Диаметр, км
2238 Стешенко	11.IX.1972	Н. С. Черных	3,071	0,167	1,32	5,38	17,0	14
2251 Тихов	19.IX.1977	Н. С. Черных	2,709	0,149	7,43	4,46	16,1	14
2286 Фесенков	14.VII.1977	Н. С. Черных	2,193	0,093	1,35	3,25	16,6	7
2312 Дубошин	1.IV.1976	Н. С. Черных	3,979	0,137	5,21	7,94	16,4	35
2323 Зверев	24.IX.1976	Н. С. Черных	3,125	0,168	4,64	5,52	16,1	21
2325 Черных	25.IX.1979	А. Мркос	3,161	0,161	1,91	5,62	16,7	17
2338 Бохан	27.VIII.1977	Н. С. Черных	2,834	0,059	3,20	4,77	16,6	14
2354 Лавров	9.VIII.1978	Л. И. Черных	2,731	0,104	3,26	4,51	16,4	14
		Н. С. Черных						
2372 Проскурин	13.IX.1977	Н. С. Черных	3,167	0,221	15,02	5,64	16,2	21
2376 Мартынов	22.VIII.1977	Н. С. Черных	3,213	0,096	3,86	5,76	16,3	21
2377 Щеглов	31.VIII.1978	Н. С. Черных	2,878	0,056	1,01	4,88	16,7	14
2385 Мустель	11.XI.1969	Л. И. Черных	2,243	0,161	4,08	3,36	16,7	7
2386 Никонов	19.IX.1974	Л. И. Черных	2,815	0,155	9,06	4,72	16,5	14
2388 Газе	13.III.1977	Н. С. Черных	2,452	0,179	2,22	3,84	16,8	9
2394 Надеев	22.IX.1973	Н. С. Черных	3,198	0,194	1,63	5,72	16,8	17
2406 Орельская	20.VIII.1966	Крымская группа	2,193	0,163	2,31	3,25	17,1	5
		Н. С. Черных						
2408 Астапович	31.VIII.1978	Н. С. Черных	2,639	0,241	17,69	4,29	17,2	9
2416 Шаронов	31.VII.1979	Н. С. Черных	3,015	0,049	10,50	5,24	16,1	19
2450 Иоаннисани	1.IX.1978	Н. С. Черных	3,109	0,120	2,52	5,48	16,6	17
2497 Куликовский	14.VIII.1977	Н. С. Черных	2,540	0,232	5,86	4,05	17,1	8
2498 Цесевич	23.VIII.1977	Н. С. Черных	2,918	0,081	1,24	4,98	16,8	13
2563 Боярчук	22.III.1977	Н. С. Черных	3,209	0,123	2,03	5,75	16,7	17
2568 Максutow	13.IV.1980	З. Ваврова	2,205	0,188	8,04	3,27	17,2	5
2721 Всехсвятский	22.IX.1973	Н. С. Черных	3,213	0,199	2,23	5,76	17,2	14
2722 Абалакин	1.IV.1976	Н. С. Черных	3,191	0,160	1,67	5,70	17,7	11
2723 Горшков	31.VIII.1978	Н. С. Черных	3,139	0,184	2,06	5,56	17,7	11
2724 Орлов	13.IX.1978	Н. С. Черных	2,924	0,121	3,96	5,00	16,2	17

Примечание: указана звездная величина малых планет в средней оппозиции; диаметр вычислен в предположении, что альbedo малых планет равно 0,1.

дены сведения о времени открытия и первооткрывателе малой планеты, некоторые элементы орбиты и физические характеристики.) Имена каких ученых увековечены в названиях новых малых планет?

2238 Стешенко. Николай Владимирович Стешенко, крупный специалист по физике Солнца и астрономической технике, научный руководитель проекта советского 25-метрового многоэлементного оптического телескопа (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 35.—Ред.), заместитель директора Крымской астрофизической обсерватории АН СССР.

2251 Тихов. Гавриил Адрианович Тихов (1875—1960), член-корреспондент АН СССР и академик АН КазССР, видный советский астрофизик, получивший широкую известность исследованиями планеты Марс (Земля и Вселенная, 1975, № 6, с. 42.—Ред.).

2286 Фесенков. Академик Василий Григорьевич Фесенков (1889—1972), выдающийся советский астрофизик, внесший большой вклад в решение ряда проблем физики звезд, Солнца, планет и метеорного вещества, звездной астрономии, космогонии, атмосферной оптики, основатель «Астрономического журнала» и его ответственный редактор с 1924 по 1964 год (Земля и Вселенная, 1969, № 2, с. 43.—Ред.).

2312 Дубошин. Георгий Николаевич Дубошин, профессор Московского университета, известный специалист в области небесной механики, автор нескольких учебников и монографий по небесной механике.

2323 Зверев. Член-корреспондент АН СССР Митрофан Степанович Зверев, крупный специалист в области фундаментальной астрометрии, инициатор и руководитель международной программы создания Каталога слабых звезд (Земля и Вселенная, 1967, № 5, с. 14.—Ред.).

2325 Черных. Эта малая планета посвящена Л. И. Черных и Н. С. Черных, участникам программы наблюдений астероидов в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Название планеты предложено чехословацким астрономом А. Мркосом.

2338 Бохан. Надежда Антоновна Бохан, научный сотрудник Института теоретической астрономии АН СССР, изучавшая движения малых планет и периодической кометы Энке.

2354 Лавров. Святослав Сергеевич Лавров, член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской премии, директор Института теоретической астрономии АН СССР, крупный специалист в области математического обеспечения ЭВМ.

2372 Проскурин. Виталий Федорович Проскурин (1919—1964), специалист по теоретической астрономии и небесной механике, известный исследованиями движения Цереры, VIII спутника Юпитера и искусственных спутников Земли.

2376 Мартынов. Дмитрий Яковлевич Мартынов, видный советский астрофизик, профессор Московского университета, на протяжении длительного времени директор Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга и президент ВАГО при АН СССР, автор известных учебников по астрофизике,

популяризатор астрономии. В прошлом активный наблюдатель малых планет и комет.

2377 Щеглов. Владимир Петрович Щеглов, академик АН УзССР, директор Астрономического института АН УзССР с 1941 по 1983 год, крупный специалист в области астрометрии, популяризатор астрономии, общественный деятель.

2385 Мустель. Эвальд Рудольфович Мустель, член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии СССР, председатель Астрономического совета АН СССР, ответственный редактор «Астрономического журнала», внес крупный вклад в разработку ряда проблем физики звезд и Солнца (Земля и Вселенная, 1981, № 3, с. 44.—Ред.).

2386 Никонов. Владимир Борисович Никонов, заведующий отделом физики звезд Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, лауреат Государственной премии СССР, автор пионерских работ по фотоэлектрической звездной фотометрии в нашей стране, крупный специалист в области фундаментальной фотометрии звезд.

2388 Газе. Вера Федоровна Газе (1899—1954), много лет плодотворно занимавшаяся спектроскопией звезд и исследованием диффузных туманностей.

2394 Надеев. Лев Николаевич Надеев (1902—1974), астрометрист и геодезист, определивший координаты большого числа географических пунктов на севере СССР, основатель Иркутской лаборатории времени и частоты Всесоюзного научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений.

2406 Орельская. Варвара Ивановна Орельская — научный сотрудник Института теоретической астрономии АН СССР, занимавшаяся проблемой определения нуля пункта звездных каталогов по наблюдениям малых планет.

2408 Астапович. Игорь Станиславович Астапович (1908—1976), профессор, крупный исследователь метеоров (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 65.—Ред.).

2416 Шаронов. Всеволод Васильевич Шаронов (1901—1964), профессор, видный исследователь Луны и планет (Земля и Вселенная, 1976, № 4, с. 55.—Ред.).

2450 Иоаннисиани. Баграт Константинович Иоаннисиани, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, конструктор астрономических инструментов, автор проектов крупнейших советских телескопов: 2,6-метровых рефлекторов Крымской и Бюраканской обсерваторий и 6-метрового рефлектора Специальной астрофизической обсерватории АН СССР.

2497 Куликовский. Петр Григорьевич Куликовский, доцент Московского университета, видный специалист по звездной астрономии и истории астрономии, автор популярного «Справочника любителя астрономии».

2498 Цесевич. Владимир Платонович Цесевич (1907—1983), член-корреспондент АН УССР, много лет возглавлявший обсерваторию Одесского университета, выдающийся исследователь переменных звезд, автор руководства



из истории
науки

Небо в народных сказаниях

Еще в палеолите людей интересовали небесные светила, о чем свидетельствуют многочисленные археологические находки. Так, неандертальцы 35—100 тыс. лет назад ориентировали свои захоронения строго в направлении восток—запад. Археологи полагают, что палеолитические изображения на камне — кресты, серпы, круги, группы ямок и т. п. — это элементы зарождающихся представлений о небосводе, Солнце, Луне, четырех сторонах света. До нашего времени сохранились «календари», созданные еще 8—35 тыс. лет назад. Подробный анализ данных археологии и этнографии позволил доктору исторических наук Б. А. Фролову сделать важный вывод: «К концу палеолита представления о природе не ограничивались обширным кругом точных эмпирических знаний; было достигнуто, по-видимому, нечто большее: сформировалась... подлинная сложная предыстория науки» (Б. А. Фролов. Астральные мифы и рисун-

ки.— В кн. Очерки истории естественных наук в древности. М.: Наука, 1982, с. 57).

Скорее всего, человек палеолита имел достаточно развитую систему взаимосвязанных представлений о небесных явлениях и светилах. Реконструкцию этих представлений полезно вести всеми доступными путями, в том числе и с привлечением фольклора. Но могла ли дойти до нас устная информация через такую пропасть времени?

Этнографам известны мифы и обряды, зародившиеся еще в палеолите. Рассказывая о них в своем фундаментальном труде «Язычество древних славян» (М.: Наука, 1981), академик Б. А. Рыбаков включает: «Глубина народной памяти измеряется десятками тысячелетий» (с. 95). Поищем же в фольклоре сведения о небесных событиях, происшедших в палеолите, то есть не позднее 10 тыс. лет назад.

«Что и как наблюдать на небе» и ряда других популярных изданий.

2563 Боярчук. Александр Алексеевич Боярчук, известный астрофизик, внесший большой вклад в исследование симбиотических звезд, научный руководитель проекта звездного ультрафиолетового телескопа «Спика» на космической лаборатории «Астрон», член-корреспондент АН СССР, заместитель директора Крымской астрофизической обсерватории АН СССР.

2568 Максотов. Дмитрий Дмитриевич Максотов (1896—1964), член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственных премий СССР, выдающийся советский специалист по астрономической оптике, автор зеркально-линзовой оптической системы — системы Максотова. Название планеты предложено чехословацким астрономом З. Вавровой.

2721 Всехсвятский. Сергей Константинович Всехсвятский, профессор Киевского университета, известный исследователь комет, Солнца, планет, основатель Киевской кометной школы, видный популяризатор астрономии.

2722 Абалакин. Виктор Кузьмич Абалакин, лауреат Государственной премии СССР, директор Главной астрономической обсерватории АН СССР, крупный специалист в области эфемеридной и теоретической астрономии, заве-

дующий отделом Астрономического ежегодника в Институте теоретической астрономии АН СССР.

2723 Горшков. Петр Михайлович Горшков (1883—1975), известный геодезист и астроном, автор большого числа исследований по геодезии, гравиметрии, небесной механике и истории астрономии.

2724 Орлов. Эта малая планета посвящена сразу двум советским астрономам: Сергею Владимировичу Орлову (1880—1958), члену-корреспонденту АН СССР, внесшему большой вклад в исследование комет (Земля и Вселенная, 1981, № 1, с. 45.—Ред.), и Александру Яковлевичу Орлову (1880—1954), члену-корреспонденту АН СССР и академику АН УССР, крупному специалисту в области астрометрии и гравиметрии, основателю Главной астрономической обсерватории АН УССР.

Названия четырех малых планет с номерами от 2721 до 2724 имеют еще одно значение: их заглавные буквы образуют аббревиатуру Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии наук СССР, отметившего в 1982 году свое 50-летие (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 37.—Ред.).

В древнейших пластах устного народного творчества можно разыскать упоминание о таких событиях, как падения крупных метеоритов, образующих на земной поверхности кратеры. Их возраст надежно датируется геологическими методами. У индейцев племени навахо существует легенда, будто давным-давно на месте метеоритного кратера Барринджер в Аризоне «с неба сошел бог в огненной колеснице, осветившей небо и скрывшейся под землей». Геологи оценивают возраст кратера в 30 тыс. лет. Племя догонов, живущее в Африке на плато Бандиагара, сохранило миф о падении огромной массы металла на месте кратера Босумтви в Гане. И в этом кратере, диаметр которого 10,5 км, действительно найдены металлические сферулы — остатки метеорита. По данным геологов, его падение произошло... $1,3 \pm 0,2$ млн. лет назад. Вполне возможно, что падение метеорита наблюдали древнейшие люди. Ведь человек появился на африканском континенте по крайней мере за 1,3 млн. лет до падения метеорита в Босумтви. Пока неясно, дошли ли до нас отголоски столь давних наблюдений, или миф догонов имеет более позднее происхождение. Следует лишь отметить, что догоны не могли позаимствовать сведения о падении метеорита у современной науки: миф был записан раньше, чем установили метеоритную природу кратера Босумтви.

В фольклоре нашло отражение и звездное небо эпохи палеолита. Чтобы выделить и реконструировать информацию столь древней эпохи, этнографы часто ищут сходные мотивы в мифах, сказках, легендах у народов, которые достаточно давно перестали контактировать друг с другом. Например, Б. А. Фролов обратил внимание на тот факт, что звездное скопление Плеяды ассоциируется с образом семи сестер у народов Сибири, Средиземноморья, Америки и Австралии. Он считает, что название Плеяды — «Семь сестер» возникло еще до заселения человеком Америки и Австралии. Но оно могло появиться и после того, как стали заселяться эти континенты. Тогда выделение скопления на небе, по-видимому, произошло не позже 10 тыс. лет назад, когда исчез сухопутный путь из Азии в Америку.

Издавна внимание наблюдателей привлекала группа ярких звезд в созвездии Ориона, сейчас известная как «пояс Ориона», а раньше именовавшаяся «Три оленя». Это название было распространено у столь отдаленных друг



от друга народов, как буряты, тувинцы, индейцы Северной Америки, майя. Скорее всего, название принесли в Америку переселенцы из Азии; следовательно, оно также возникло еще в палеолите.

У народов Евразии и Северной Америки очень схожи мифы, связанные с созвездиями Большой Медведицы и Волопаса. Так, из древнегреческого мифа известно, что Волопас — охотник за Большой Медведицей. Индейские племена ирокезов из бассейна реки Св. Лаврентия и микмаков из Новой Шотландии также называли часть созвездия Большой Медведицы (звезды α , β , γ и δ) «Медведем», и считалось, что звезды γ , ϵ , η и α современного созвездия Волопаса охотятся за этим медведем. У нижнеангарских эвенков существует миф, рассказывающий об охоте небесного Волопаса на созвездие Ковша — звезды α , β , γ , δ , ϵ , ζ и η Большой Медведицы. Причем созвездие Волопаса здесь выступает в образе космического Медведя Манги. Такой же мотив мы находим и в одном из древнегреческих мифов, увековечивших в звездах Волопаса Аркада — сына нимфы Каллисто, которую Гера превратила в медведицу. Очевидно, что при всем различии мелких деталей основной мотив мифа и в Евразии, и в Америке один и тот же — небесная охота звезд Волопаса на звезды созвездия Ковша (Ковш — «Медведь» на обоих континентах). Разумеется, представление о небесной охоте могло возникнуть и в Евразии, и в Америке. Но тогда почему небесная охота связывается именно с созвездиями Волопаса и Большой Медведицы? Ведь есть и другие, не менее выделяющиеся звездные группы. Сомнительно, чтобы такое сходство объяснялось чистой случайностью или простым заимствованием, так как в этом случае мифы совпадали бы и в деталях, чего на самом деле нет. Остается предположить, что миф о небесной охоте принесли в Америку переселенцы из Азии. Значит, миф возник еще в палеолите, а затем по-разному трансформировался на двух практически изолированных друг от друга континентах.

Вероятно, выделение на небе созвездия Большой Медведицы было связано с медвежьим культом, существовавшим еще у неандертальцев 100—35 тыс. лет тому назад. Археологи обнаружили несколько палеолитических захоронений пещерных медведей и «медвежий пещеры», в которых кости медведей составляют 95—99% всех костных остатков. «Медвежий культ (может быть, как самый первый

в истории человечества) оказался необычайно устойчивым», — пишет Б. А. Рыбаков («Язычество древних славян», с. 108). Следы этого культа сохранились не только в обрядах, но и на звездном небе. Так, народы Северной Азии и Северной Америки связывали Луну с медведем, а древнегреческая богиня Луны — Артемида иногда изображалась в виде медведицы. Отметим, что «медвежий культ» отразился не только в созвездиях Малой и Большой Медведиц или Волопаса. Его отголоски мы замечаем и в латинском названии созвездия Кита — *Ursus marinus* («Морской медведь»).

Интересную возможность датировки названий представляет такое астрономическое явление, как прецессия. В фольклоре народов мира название полярной звезды подчеркивало ее неподвижность, исключительность. Созерцая движение небесных светил вокруг полярной звезды, древние считали ее полководцем, повелителем всех звезд. Например, древние иранцы называли полярную звезду «Командующий всеми начальниками» (звездами.— А. А.), китайцы — «Небесный император», мордва — местом пребывания верховного бога Нишки-Пас. Из-за прецессии роль полярной звезды в разное время отводилась различным звездам: α Малой Медведицы, β Малой Медведицы и α Дракона. В мифах чукчей «вождями, предводителями звезд» названы Арктур и Вега. Выбор этих звезд не определяется яркостью, ведь они не самые яркие светила после Луны, а для невооруженного глаза Капелла практически не отличима по блеску от Веги и Арктура. Но в палеолите Арктур и Вега особенно выделялись на небе, поскольку были расположены не дальше 6° от полюса мира (Вега — 13 500 лет назад, Арктур — 59 800 лет назад). По-видимому, тогда и родились представления об Арктуре и Веге, как о «вождях звезд». На то, что столь древние названия могли сохраниться и до наших дней, указывает чукотский эпос о Вороне, восходящий к палеолиту.

Пока делаются лишь первые попытки привлечь этнографию и языковедение к реконструкции представлений о небе людей палеолита. Конечно, не все доводы, приведенные в статье, бесспорны, но ясно, что фольклор может стать источником ценных сведений о первобытной астрономии.

Рис. В. РОГАНОВА



Кандидат географических наук
Л. М. ФОМИН

Экспедиция в Южный океан

Поздней осенью 1982 года из Новороссийска, Ленинграда и Владивостока вышли в океан и взяли курс на юг советские корабли науки «Академик Мстислав Келдыш», «Витязь», «Профессор Зубов» и «Дмитрий Менделеев». Ученые Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР, Арктического и антарктического научно-исследовательского института Госкомгидромета и других морских научных учреждений страны направились в антарктические воды. Им предстояло выполнить комплекс исследований строения и динамики Антарктического циркумполярного течения и связанного с ним океанского Полярного фронта, отделяющего холодные воды южнополярной области океана от теплых вод умеренных широт. Распределение судов экспедиции по обширному водному кольцу Антарктики было скоординировано единой программой научно-исследовательских работ с тем, чтобы получить возможно более полную и цельную информацию о состоянии Южного океана в летние месяцы 1982—1983 годов.

«ХОЛОДИЛЬНИК» МИРОВОГО ОКЕАНА

Ученые давно проявляют интерес к Южному океану. Но в последнее время интерес к нему особенно возрос в связи с разработкой физико-математических моделей глобальных

процессов и явлений на Земле. Эти модели должны способствовать созданию методов расчета и прогноза климатического состояния океана, изучению крупномасштабного взаимодействия океана с атмосферой и построению численных методов прогноза погоды (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 37.— Ред.).

Воды Антарктики — это своеобразный холодильник термодинамической системы океана. Испытывая леденящее влияние южного континента, поверхностные воды охлаждаются и, погружаясь, стекают по континентальному склону на большие глубины южноокеанского бассейна, а затем по подводным желобам и долинам распространяются далеко на север. Особенно интенсивно формирование антарктической донной воды в морях Уэдделла и Росса, где общему опусканию холодной поверхностной воды способствуют еще и локальные системы циркуляции — гигантские круговороты с сильным вертикальным движением вод. Растекаясь в придонном слое, антарктическая вода заполняет все глубоководные котловины южного полушария. Проникает она и в котловины северного полушария, утрачивая, конечно, свои отличительные свойства по мере смешения с окружающими водами. Если в Южном океане температура донной антарктической воды около точки замерзания ($-1,8^{\circ}\text{C}$), то в Саргассовом море, куда

она тоже проникает, ее температура уже около 2°C . Растекание в глобальных масштабах донной антарктической воды создает определенное своеобразие в структуре и динамике Мирового океана — он охлаждается снизу.

В поверхностных слоях теплообмену и массообмену Южного океана с прилегающими водами Атлантического, Индийского и Тихого океанов препятствует Антарктическое циркумполярное течение, широкой лентой опоясывающее южное полушарие в пределах сороковых — пятидесятих широт. Это самое мощное течение в Мировом океане: его мгновенный расход намного превышает перенос воды даже в Гольфстриме или Курисио. Благодаря циркумполярному течению, переносимому воду с запада на восток, поддерживается резкий фронтальный раздел в океане. Зону циркумполярного течения и Полярного фронта обычно считают северной границей бассейна Южного океана.

Океанографическое изучение Южного океана началось, вероятно, с кругосветной экспедиции 1872—1876 годов на английском судне «Челленджер», которая посетила этот район и сделала там первые измерения. В последующие десятилетия шло медленное накопление фактических сведений, сформировавших определенное представление о структуре вод, глубинах, биогеографии Южно-



**Замена буя автономной
якорной
буйковой станции,
поврежденного
во время шторма**

го океана и метеорологических явлениях над его акваторией.

Международный геофизический год стал новым этапом в изучении Южного океана. К планомерным исследованиям здесь приступили ученые ряда стран, в том числе и Советского Союза. За короткое время акватория океана покрывается все более густой сеткой океанологических разрезов, дающих обширную информацию об общеклиматических особенностях строения вод океана, исследуется крупномасштабная система циркуляции вод, распределение гидрохимических элементов, рельеф дна, закономерности осадконакопления и геохимии грунтов, ареалы и плотность распределения морских организмов, биологическая продуктивность вод. Большой вклад в изучение Южного океана внесли советские экспедиции на дизельэлектроходе «Обь» и других судах. Собранные экспедициями разных стран информация к 1969 году была обобщена советскими учеными в уникальном издании «Атлас Антарктики».

В последнее десятилетие ученые отдают все большее предпочтение целенаправленным исследованиям на океанских экспериментальных полигонах. Весь комплекс измерений при этом нацеливается на изучение определенных взаимосвязанных процессов или явлений в океане. Здесь уместно напомнить об экспериментальных исследованиях на советском гидрогеофизическом полигоне в Атлантическом океане в 1970 году, приведших к открытию синоптического вихреобразования в океане (Земля и Вселенная, 1971, № 3, с. 6.—Ред.), и рекордный по продолжительности и объему собранных данных гидродинамический эксперимент ПОЛИМОДЕ в центре

«Бермудского треугольника» (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 63.—Ред.).

В Южном океане аналогичные работы в последние годы ведет Арктический и антарктический научно-исследовательский институт. Наиболее полные экспериментальные исследования динамики Антарктического циркумполярного течения и синоптического вихреобразования удалось провести в проливе Дрейка, отделяющем Южную Америку от Антарктиды. Научная программа выполнялась совместными усилиями советских и американских ученых.

РАБОТЫ НА ПОЛИГОНАХ

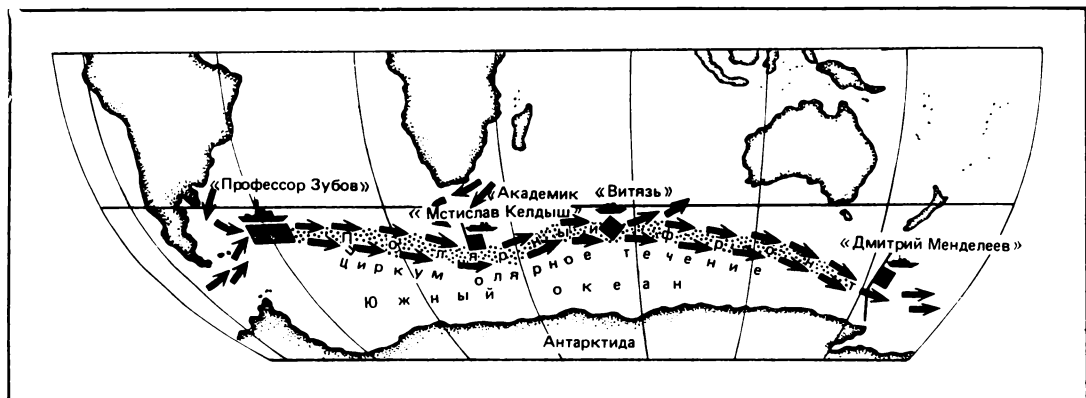
Набор сведений, полученных в проливе Дрейка и на других экспериментальных полигонах в Южном океане, послужил тем фундаментом, на котором базировалось планирование работ нашей экспедиции. Мы видели ее задачи в подробном исследовании вертикального и горизонтального строения поля скорости циркумполярного течения, в исследовании гидрофизических и гидрохимических полей в зоне фронта, теплообмена и массообмена через область фронта, а также в изучении динамики океанских синоптических вихрей и синоптической изменчивости зоны полярного фронта. Были и другие важные, но, как говорится, факультативные задачи, связанные с изучением биологической продуктивности вод, геоморфологией дна, метеорологическими процессами.

Из двух возможных вариантов работы — сосредоточить корабли на одном экспериментальном полигоне и выполнить детальные измерения объединенными усилиями либо провести исследования на разных полигонах — был вы-

бран последний. Диктовалось это тем, что результаты, полученные в разных местах, помогают надежнее выделить общие закономерности, кроме того, они не так сильно зависят от превратностей погоды в этих географических широтах, известных как «ревущие сороковые» и «неистовые пятидесятые».

Экспедиционные исследования развернулись на четырех экспериментальных полигонах. В Атлантическом океане в месте предполагаемого интенсивного перелива донной антарктической воды через подводный хребет работало научно-исследовательское судно Арктического и антарктического института «Профессор Зубов». К югу от Африки, на меридиане стандартного сечения циркумполярного течения, обследованного ранее многими экспедициями, располагался полигон «Академика Мстислава Келдыша». В Индийском океане, где циркумполярное течение и Полярный фронт занимают самое северное положение, исследование проводило судно «Витязь». Полигон «Дмитрия Менделеева» был отнесен далеко на восток — к границе Индийского и Тихого океанов. Здесь, на меридиане Новой Зеландии, Антарктическое циркумполярное течение и Полярный фронт смещены далеко на юг.

Исследования в каждом районе проводились по единой схеме: она включала измерения на протяженных меридиональных разрезах, пересекающих основные структуры течения и фронтальные зоны, а также на сравнительно небольшом участке океана — экспериментальном полигоне, выбранном в области структурных особенностей, наиболее интересных и важных с точки зрения задач экспедиции. Экспедиция была



Расположение экспериментальных полигонов экспедиции вдоль струи Антарктического циркумполярного течения и океанского Полярного фронта

оснащена новейшей океанологической аппаратурой. Это — и интегрирующие измерители скорости течений и температуры воды, работающие автономно на якорных буйковых станциях, и гидрофизические зонды для измерения вертикальных профилей температуры и электропроводности воды до больших глубин океана, и устроены для отбора проб воды с заданных глубин, и лабораторные приборы для химических определений и оптических измерений в пробах воды. Ценную информацию удалось получить микроструктурными зондами, измеряющими тонкие детали вертикальной структуры океана и пульсации скорости и температуры воды, гидрооптическим зондом-прозрачным номером, радиометрами, дистанционно измеряющими температуру поверхности океана. Многочисленные результаты измерений и лабораторных определений, полученных более чем за два месяца работы на полигонах, тут же, на месте, обрабатывались и анализировались на судовых вычислительных машинах.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Каким же предстает Антарктическое циркумполярное течение по данным экспедиции? Это система мощных меандрирующих (извивающихся) струй различной ширины. Кроме квазистационарных изгибов струй и даже замкнутых колец течения с горизонтальными размерами в сотни километров, обнаружены перемещающиеся образования — океанские синоптические вихри (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 14.— Ред.). По нашим оценкам, перенос воды через поперечное сечение системы циркумполярного течения, например, в Индийском океане, составляет не менее 300 млн. м³/с. На полигоне в Атлантическом океане удалось впервые измерить скорость распространения холодной донной антарктической воды на север вдоль подводной долины и поперек генерального направления циркумполярного течения в поверхностных слоях.

По современным представлениям, движение воды на восток в Южном океане создается и поддерживается горизонтальным градиентом давления, возникающим из-за контраста температуры воды вдоль меридиана. В энергоснабжении Антарктического циркумполяр-

ного течения важная роль принадлежит ветру, который также усиливает перенос воды на восток, а локальные штормовые ветры вызывают существенную нестационарность поля скоростей циркумполярного течения. Как показывает анализ данных, длительное ослабление ветра может сильно изменить вертикальное строение поля скоростей, так что может даже развиться глубинное противотечение. Это уже наблюдалось ранее в проливе Дрейка: там обнаружили периодичность появления глубинного противотечения (около 10 суток), совпадающую с периодичностью изменения скорости ветра.

Температура и соленность воды, гидрохимические показатели содержат ценную информацию о фронтальной зоне, отделяющей воды Антарктики от вод умеренных широт. Наиболее резкий фронтальный раздел у поверхности океана в том месте, где расположена интенсивная струя циркумполярного течения. Сложная схема меридиональной циркуляции вод в системе циркумполярного течения — это своеобразный «слоеный пирог» из чередующихся по глубине слоев разной толщины с преобладающей в них северной или южной составляющей скорости течения.

Известно, что при меандрировании струйных течений из замкнувшихся и отделившихся меандров образуются долгоживущие (до 2—3 лет) кольцеобразные вихри синоптического масштаба — ринги, с ядрами теплой или холодной воды, захваченной из зафронтальной области. Процесс образования таких синоптических вихрей, их строение и кинематика наиболее полно исследованы на примере рингов Гольфстрима. В Южном океане холодные ринги находятся к северу от Полярного фронта, теплые — к югу от него. Меандрирующее струйное течение может быть источником энергии и для генерации перемещающихся си-

ноптических вихрей открытого океана (без ядра захваченной воды). В водах Южного океана они еще не наблюдались, возможно, из-за трудности их обнаружения.

Океанские синоптические вихри — это океанский аналог атмосферных циклонов и антициклонов, но, в отличие от своих атмосферных «братьев», здесь они на порядок меньше по размерам, медленнее перемещаются и дольше живут. В противоположность океанским синоптическим вихрям других широт, они перемещаются не на запад, а на восток. Этим они еще больше напоминают атмосферные барические образования умеренных и высоких широт (последние переносятся на восток высотным струйным потоком воздуха).

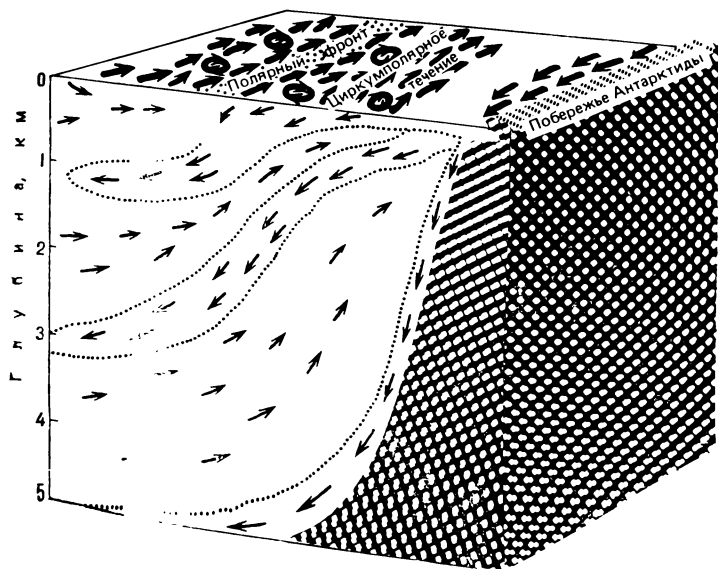
На всех четырех экспериментальных полигонах экспедиции обнаружены и исследованы рингоподобные синоптические вихри. Длительное время осуществлялось слежение за вихрем на полигоне «Дмитрия Менделеева». Вихрь с четко выраженным холодным ядром воды находился к северу от основного потока циркумпо-

лярного течения и Полярного фронта. Он перемещался на северо-восток, проходя около 7 км за сутки. Вопреки ожиданиям, скорость движения воды в вихре не ослабевала в результате затраты энергии на трение, а, напротив, заметно усиливалась. Этот парадоксальный факт можно объяснить как нелинейным взаимодействием вихря с соседними вихревыми образованиями, так и увеличением контраста температуры между ядром вихря и окружающими водами. Измерения показали, что этот контраст нарастал при движении вихря на север, несмотря на постепенный прогрев захваченной вихрем массы воды.

Эволюция синоптических возмущений (вихрей и меандров) на экспериментальном полигоне «Витязя» исследовалась численными расчетами по прогностической вихреразрешающей модели океана, разработанной Д. Г. Сеидовым в Институте океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР. Модель оказалась эффективной для прогноза синоптической изменчивости полей в океане на срок до 2—3 недель.

Совокупность измерений, сделанных экспедицией на экспериментальных полигонах в зоне Антарктического циркумполярного течения, показывает, что северная граница Южного океана не выглядит такой уж непроницаемой преградой для обмена теплом и массой через область Полярного фронта. Этот обмен может осуществляться, во-первых, механизмом турбулентной диффузии и турбулентного теплообмена вдоль поверхностей равной плотности воды, поддерживаемым движением воды в океане в широком диапазоне пространственных и временных масштабов. Во-вторых, это может быть пря-

Блок-схема системы крупномасштабных течений и структуры вод Южного океана.
 На флангах циркумполярного течения кружочками показаны синоптические вихри, теплые к югу и холодные к северу от Полярного фронта. На вертикальном сечении дано схематическое изображение предполагаемого послонного переноса вод. Языкообразные области — массы воды, сформировавшиеся в Южном океане и различные по своим свойствам



мая адвекция тепла и массы в поле скорости крупномасштабных течений. И, наконец, большие массы воды переносятся через область фронта синоптических вихрями. Детальное изучение каждого из названных механизмов трансфронтального обмена поможет глубже понять взаимодействие Южного океана с прилегающими водами и его роль в формировании климата океана.

Исследования в зоне Антарктического и циркумполяр-

ного течений и Полярного фронта, закончившиеся в марте 1983 года, существенно углубляют понимание гидрофизических процессов в этом районе океана и в Мировом океане в целом. Уникальный набор измерений на экспериментальных полигонах дает возможность проверить некоторые теоретические концепции и модели, найти правильное решение таких важных проблем динамики океана, как роль ветра и теплового взаимодействия с атмо-

сферой в формировании поля скорости океанских течений, оценить влияние рельефа дна на динамику вод. Еще не все материалы экспедиции проанализированы и сопоставлены, нет никаких сомнений, что советская Междуведомственная экспедиция в Южный океан внесет заметный вклад в углубление наших знаний о Мировом океане, в его изучение и освоение.

Рейсы «Гломара Челленджера»

Изучению вулканической активности прошедших геологических эпох был посвящен 90-й рейс научно-исследовательского судна «Гломар Челленджер», начавшийся в ноябре 1982 года в юго-западной части Тихого океана. На борту судна работали ученые из США, Новой Зеландии, Японии, Великобритании, Австралии, Индии, ФРГ и Франции.

Первичный анализ донного грунта в этом районе показал, что в осадочных породах содержатся слои вулканического пепла, местами достигающие толщины 8 см. Вулканические события происходили через более или менее регулярные интервалы, в южной части Тихого океана такие интервалы составляли 5 млн. лет. Один из самых интенсивных периодов вулканизма за последние 2 млн. лет, охвативший почти все «обрамление» океана, совпадает с эпохой великого оледенения, когда ледниковый покров занимал большую часть Северной Европы и Северной Америки.

При бурении вблизи Южного острова Новой Зеландии удалось обнаружить признаки горообразовательных процессов. Этому помогло датирование момента, когда впервые на океанское дно стали поступать массы осадков, принесенных со склонов недавно возникших гор. До этого осад-

ки были более «чистыми» и содержали в основном известняковые породы. Слои вулканического пепла такого же возраста, найденные у берегов Новой Зеландии, говорят об одновременных процессах горообразования и вулканической активности, явно связанных между собой.

В феврале 1983 года «Гломар Челленджер» начал свой 91-й рейс. В нем «Гломар Челленджер» вместе с научно-исследовательским судном «Мелвилл» (Скрипсовский океанографический институт, США) изучал сейсмичность и строение морского дна южной части Тихого океана в мало исследованной глубоководной области к юго-западу от острова Таити.

В скважину, пробуренную на 500 м под поверхность дна, погрузили автоматическую сейсмическую станцию, позволяющую изучать удаленные землетрясения. Одновременно с борта судна «Мелвилл» на дно были опущены шесть сейсмометров; к тому же с борта судна производились сейсмические взрывы. Все это позволило собрать ценную информацию о природе



землетрясений и строения земной коры одного из интереснейших в геофизическом отношении районов планеты. Кроме американских ученых в рейсе принимали участие специалисты из Французской Полинезии и Великобритании.

Следующий 92-й рейс научно-исследовательского судна «Гломар Челленджер» проходил в тропической части Тихого океана. Здесь исследовались ранее открытые теплые выбросы на морском дне.

Из скважин, пробуренных с борта судна, были взяты пробы геологических пород возрастом до 28,5 млн. лет. Как показал анализ, эти породы трижды за свою историю претерпевали изменения состава. Один из таких эпизодов привел к отложению в коренных породах минералов, содержащих серу, и металлической меди. Осадочные породы также несут здесь несомненные следы гидротермальной активности.

Вблизи Галапагосских островов в уже пройденной скважине глубиной около 1360 м специальными приборами измерялись характеристики гидротермального потока. Затем были произведены сейсмологические эксперименты. На борту судна работали ученые из США, Великобритании, Франции, ФРГ и Японии.

Deep Sea Drilling Project, 1983,
325—327



SETI: состояние и перспективы

В августе 1982 года в Вене проходила Вторая конференция ООН по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях и в интересах развивающихся стран — Юниспейс-82 (Земля и Вселенная, 1983, № 5, с. 42 — Ред.). Один из документов, составленных группой экспертов к этой конференции, под названием «Текущее состояние и будущее космических исследований» содержал раздел, посвященный проблеме SETI: «Раздел VIII. Поиск внеземного разума (SETI)». Он подготовлен доктором Дж. Биллингемом (США) и профессором Р. Пешехом (ЧССР) по согласованию с рядом ведущих экспертов по проблеме SETI из разных стран. Позднее этот материал был опубликован в книге «The World in Space», изданной под эгидой ООН в 1982 году. Мы публикуем подготовленное Л. М. ГИНДИЛИСОМ сокращенное изложение этого материала с небольшими комментариями.

В качестве эпиграфа авторы взяли слова Тэнг Му, философа XIII века: «Небо и земля велики, однако во всем космосе они лишь как маленькие зерна риса... Это как если бы весь космос был деревом, а небо и земля были бы одним из его плодов. Космическое пространство подобно королевству, а небо и земля не более чем одно-единственное лицо в этом королевстве. Но на дереве много плодов, а в королевстве много людей. Как же неразумно было бы предполагать, что кроме неба и земли, которые мы видим, нет никаких других небес и земель».

В течение многих лет, отмечают авторы, философы и ученые размышляли о том, существуют ли другие миры и жизнь вне Земли. И поскольку в прежние времена не было никаких реальных доказательств справедливости подобных предположений, главным аргументом для построения всевозможных гипотез был вопрос: «Почему жизнь должна быть только на планете Земля?».

После коперниканской революции в астрономии, которая установила истинную структуру Солнечной системы, умножилось число спекуляций о существовании жизни и разума во Вселенной. Например, в XIX веке было много волнений по поводу того, существует ли разумная жизнь на Луне и Марсе...

Только в начале XX века советский биохимик А. И. Опарин и английский биолог Дж.

Холдейн впервые сформулировали идею о происхождении жизни.

По мере того, как совершенствовалось понимание биологической эволюции, прояснялась картина последовательности событий, которые в конечном итоге привели к чрезвычайному разнообразию жизни, наблюдаемой нами на Земле: формирование Солнца и Земли; эволюция органических соединений; происхождение жизни; возникновение простейших форм жизни; эволюция сложных форм жизни; возникновение разума; эволюция культуры; цивилизация.

Но может ли подобная последовательность событий иметь место на других планетах? В 1959 году Дж. Ледеберг (США) предложил термин «экзобиология», охватывающий поиск и изучение внеземной жизни. И хотя разумная жизнь на других планетах Солнечной системы считалась невозможной, существование простейших форм жизни допускалось, в частности, на Марсе. В 1976 году к Марсу были направлены два американских космических корабля серии «Викинг», которые провели эксперименты, связанные с поиском простейших форм жизни. Результаты оказались отрицательными (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 22.— Ред.), однако все же нельзя исключить, что простейшая жизнь могла быть на Марсе в прошлом, возможно, существует и сейчас, но только не в тех местах, где совершали посадку «Викинги».

Что же касается планетных систем других звезд, то не исключено, что на некоторых планетах жизнь возникла и в некоторых случаях даже прошла через различные стадии биохимической эволюции вплоть до зарождения разума.

ДОВОДЫ В ПОЛЬЗУ ВНЕЗЕМНОГО РАЗУМА

Главные аргументы сводятся к следующему. Ученые знают, что рождение звезд может сопровождаться возникновением обращающихся вокруг них планет, как это произошло и в Солнечной системе. Пока такие планетные системы у других звезд не обнаружены, но, вероятно, будут найдены к концу нашего столетия.

В Галактике существуют сотни миллиардов звезд, около 10% которых подобны Солнцу. Таким образом, десятки миллиардов звезд в принципе способны обладать планетными системами. И хотя бы на одной из этих планет могли сложиться подходящие условия для про-

исхождения жизни. Но если даже такие планеты исключительно редки (например, одна подходящая планета на миллион планетных систем), то, как показывают простые расчеты, только в нашей Галактике должны быть десятки тысяч планет — носительниц жизни. А поскольку в наблюдаемой области Вселенной десятки миллиардов галактик, число возможных мест для зарождения жизни очень велико.

Если на планетах складываются благоприятные условия, сохраняющиеся сотни миллионов лет, то, как полагают большинство экзобиологов, это неизбежно приведет к возникновению простейших форм жизни. Если условия сохраняются миллиарды лет, то, согласно законам биологической эволюции, жизнь, вероятно, станет более сложной, а в некоторых случаях подойдет к развитию разума, культуры и цивилизации.

То, что для эволюции сложных форм жизни требуется длительное время, — не страшно. Возраст Земли и Солнца порядка 4,5 млрд. лет, но есть и более старые звезды — их возраст, возможно, превышает 10 млрд. лет. Поэтому жизнь могла существовать в Галактике еще до образования Солнца и Земли.

Следовательно, внеземные цивилизации могут быть на много миллионов лет старше земной. Наиболее неопределенный элемент в оценках числа цивилизаций — это срок их жизни. Другой немаловажный вопрос: как долго цивилизации остаются в технологической и коммуникативной фазе? Оценки колеблются от 50 лет до миллиардов лет! Рассматривается и такая возможность: планета, где зародилась жизнь, следует по земному пути развития, но сильно запаздывает с биологической эволюцией (Земля и Вселенная, 1983, № 6, с. 48. — Ред.).

Размышления о существовании внеземного разума неумолимо приводят еще к одному важному вопросу: есть ли путь, которым мы можем обнаружить существование внеземного разума?

МЕТОДЫ SETI

Один из путей поисков внеземной жизни — посылка пилотируемых или беспилотных космических кораблей к ближайшим звездам, но здесь возникают пока непреодолимые проблемы. Проще попытаться обнаружить электромагнитное излучение, посылаемое другими цивилизациями, и скорее всего — в радиодиапазоне на частотах 10^9 – 10^{11} Гц. Это самая бесшумная область спектра, известная как микроволновое окно, где легче всего обнаружить слабый сигнал.

Идея обнаружения внеземных цивилизаций с помощью радиосигналов лежит в основе большинства концепций поиска, серьезно разрабатываемых в настоящее время. Ее впервые выдвинули в 1959 году Дж. Коккони и Ф. Моррисон, предложившие осуществить поиск сигналов от цивилизаций, пытающихся установить контакт с человечеством на частотах, близких к частоте водородной линии 21 см. В 1961 году американский радиоастроном Ф. Дрейк впер-

вые использовал для этих целей радиотелескоп Национальной радиоастрономической обсерватории США. С тех пор выполнено более двух десятков серьезных экспериментов, связанных с поиском радиосигналов, а на многочисленных научных совещаниях и в статьях обсуждались все аспекты проблемы внеземной разумной жизни.

В 1977 году основательное изучение проблемы SETI провели в США, в рамках НАСА. Отчет содержит следующие выводы: начать серьезный поиск внеземных цивилизаций — и своевременно, и осуществимо; значительная часть SETI-программы (с потенциально возможными побочными результатами) может осуществляться при скромных ресурсах; если необходимо, можно построить крупные системы с большими возможностями.

В отчете подчеркивается, что SETI представляет собой интернациональное предприятие ввиду его значения для человечества в целом.

Некоторые ученые полагают, что не следует проводить специальную SETI-программу, поскольку искусственные сигналы можно обнаружить и в ходе обычных радиоастрономических наблюдений. Однако многие считают, что шансы на случайное обнаружение внеземного разума малы, ведь методика обычных радиоастрономических наблюдений не оптимальна для обнаружения сигналов разумного происхождения. Вероятно, успех в SETI придет только в результате согласованных усилий, которые будут прилагать ученые разных стран, прослушивая небо в разных частотных интервалах и применяя наиболее чувствительные и сложные инструменты.

Центральное положение стратегии SETI: слушать, а не излучать. Вместе с тем человечество около пяти десятилетий излучает разнообразные сигналы в космическом пространстве, и некоторые из этих сигналов уже достаточно мощные, например, те, что используются для радиолокации планет.

Искомые сигналы будут иметь двоякий характер: это либо позывные, специально предназначенные для установления связи, либо излучение, направленное другими цивилизациями для их собственных целей. Мы не знаем, где искать сигналы на небе, с какой чувствительностью, на какой частоте, в какое время. Поэтому большое внимание уделяется разработке стратегии SETI. Некоторые из предложенных вариантов такой стратегии предусматривают обследование всего неба в надежде обнаружить или очень мощную эмиссию, излучаемую весьма развитыми удаленными цивилизациями, или менее мощные передатчики, которые случайно расположены недалеко от Солнечной системы. Другие варианты стратегии нацелены на поиск в избранных направлениях — наблюдение подходящих звезд, подобных Солнцу, с помощью крупных радиотелескопов.

Следующая проблема — поиск по частоте. Б. Оливер и Дж. Биллингем впервые предложили сконструировать анализатор спектра таким образом, чтобы прослушивать сразу широкую полосу, включающую много частотных каналов. Таким путем неуловимый сигнал можно обнаружить быстрее, нежели в случае, когда

каналы обследуются последовательно¹. Система обработки сигналов должна ориентироваться на выделение несуммового сигнала.

Как отмечалось в отчете НАСА, выпущенном в 1977 году, микроволновое окно быстро наполняется радиопомехами от большого числа передатчиков на поверхности Земли и околоземных орбитах. Проблема распределения частотных полос находится в ведении Международного союза телекоммуникаций. В 1979 году Всемирная административная радиоконференция обсуждала вопрос о выделении определенной полосы частот для SETI. Было решено не резервировать никакой области радиоспектра для прослушивания сигналов разумной природы, но использовать узкие частотные каналы, выделенные для радиоастрономии, в которых не разрешаются никакие передачи. Однако на самом деле для целей SETI этого недостаточно.

Если в ближайшие два десятилетия микроволновое окно окажется сильно перегружено радиопомехами, то проводить поиск сигналов внеземных цивилизаций с поверхности Земли станет невозможно. И тогда придется выводить радиотелескопы в космическое пространство или устанавливать их на Луне. На ранних стадиях SETI это, может быть, и слишком дорогой путь, но в будущем предпочтительнее наблюдать из космоса и по другим причинам². В ближайшей 20 лет нужно попытаться выделить по крайней мере несколько участков в микроволновой области для целей SETI. Все государства должны серьезно рассмотреть эту проблему.

К настоящему времени ни один разумный сигнал внеземного происхождения пока не обнаружен, что, впрочем и не удивительно. SETI еще в «детском возрасте». Но интерес к этой проблеме растет, и наблюдатели многих стран планируют вскоре подключиться к целенаправленным поискам ВЦ.

Кроме поиска радиосигналов возможен поиск в инфракрасной области спектра. Обнаружение рентгеновских лучей, ультрафиолетовой радиации или видимого света, излучаемого лазерами, менее вероятно; а обнаружение модулированных потоков тяжелых заряженных частиц лишь весьма отдаленная перспектива. Известно предложение Р. Брейсуэлла искать космические зонды в Солнечной системе. Не исключено также, что сообщения, посланные мощными передатчиками с Земли, будут при-

няты другой цивилизацией, которая может дать ответ. Но проблема в том, что ответа придется ждать сотни и даже тысячи лет.

В поисках внеземных цивилизаций необходимы как неформальные, так и формальные каналы международного сотрудничества и обмена. Понимание мировой общечеловеческой проблемы SETI имеет немалое значение в создании благоприятного климата для развития более сложных и более тонких исследований, связанных с дальнейшим поиском внеземных цивилизаций.

ВЛИЯНИЕ SETI НА ЧЕЛОВЕЧЕСТВО

Обнаружение внеземной разумной жизни оказывает воздействие на все народы Земли; ожидается ее влияние на психологическую, социальную, культурную, национальную и интернациональную сферы.

В случае неудачи длительный поиск нельзя рассматривать как потерю времени, ибо в результате могут быть сделаны важные открытия в области технологии, которые окажут воздействие на многие аспекты нашей цивилизации, не связанные с поиском ВЦ. Кроме того, в результате этих исследований возрастут наши знания и о физических свойствах Вселенной. Глобальная организация поиска межзвездных радиосообщений способна оказать конструктивное связующее воздействие на человечество. Негативный результат укрепил бы веру в уникальность человека, его цивилизации и его планеты. Человечество узнало бы, сколь ранней, а может, и единичной является его культура и насколько уникально биологическое наследие, развивавшееся в течение трех или четырех миллиардов лет эволюции.

Но если бы внеземной сигнал был обнаружен, это прежде всего означало бы сознание того, что цивилизация может поддерживать развитое технологическое состояние, не кончая самоуничтожением. Вероятно, это будет даже означать, что жизнь и разум — распространенные явления во Вселенной. Острота воздействия самого факта обнаружения цивилизаций зависит от обстоятельств открытия. Если бы сигналы внеземных цивилизаций были обнаружены в результате нескольких лет скромного поиска, то, несомненно, это открытие стало бы сенсационным. С другой стороны, если бы сигналы были обнаружены лишь после длительных усилий с использованием крупных систем поиска, то результат, вероятно, оказался бы менее впечатляющим. Не исключено, что первые результаты могут быть ошибочными — это могут быть естественные явления нового типа, или некоторые земные сигналы, или просто мистификация. Поэтому важно подчеркнуть: подтверждение первых результатов абсолютно необходимо, так как даже единственное, но подлинное обнаружение сигнала имело бы огромное значение.

Трудно предвидеть содержание такого сообщения. Но каков бы ни был сигнал — позывной или сигнал «утечки», подобный передачам наших телевизионных станций и радар-

¹ Идея использования многоканальных приемников для поиска сигналов ВЦ была предложена В. А. Котельниковым в 1964 году, на первом Всесоюзном совещании по поиску внеземных цивилизаций, то есть на несколько лет раньше американских исследователей. Первый приемник с параллельно-последовательным анализом спектра осуществили в НИРФИ под руководством В. С. Троицкого и использовали для поиска сигналов ВЦ от ближайших звезд. — Л. Г.

² См., например, Н. С. Кардашев и др. Неограниченно наращиваемый космический радиотелескоп. — Космические исследования, 1978, т. 16, вып. 5, с. 767.

ров,— ясно уже сейчас: это будет только односторонняя передача (диалог из-за больших расстояний невозможен). Любое сообщение в подобной передаче станет контактом между культурами, а не между отдельными лицами. Человеческие аналогии здесь очевидны: неиссякаемый интерес к великим произведениям прошлого; греческих философов изучают все новые и новые поколения — без всякой надежды спросить о чем-либо Сократа или поспорить с Аристотелем.

Разумный сигнал должен удовлетворять принципу антикриптографии, то есть раскрывать собственный языковой код, поэтому расшифровка сигнала должна получиться относительно простой. Если сообщение приходит по радиоканалам, то обе цивилизации (принимающая и передающая) будут иметь по крайней мере общие детали, относящиеся к радиофизике. Информация, содержащаяся в сигналах другой цивилизации, может быть достаточно богатой, и тогда на ее изучение уйдут десятилетия, а то и жизнь нескольких поколений. Тогда новости в этой области будут обсуждаться скорее на страницах научных книг и в университетских аудиториях, чем на страницах ежедневной печати.

Некоторые опасаются, что сообщение от развитых цивилизаций подорвет в человечестве веру в собственную цивилизацию, лишит его инициативы или как-то иначе негативно повлияет на ход земной истории. Но человек свободен в выборе, он ведь может и проигнорировать обидное для себя сообщение, он вовсе не обязан отвечать на него. Если человек предпочтет не отвечать, то у передающей цивилизации не найдется никакого способа обнаружить, что ее сообщение принято и понято. Таким образом, прием и расшифровка радиосообщения из глубин космоса, кажется, не несет прямой опасности человечеству. В то же время обнаружение сигналов имеет определенные философские и, вероятно, практические перспективы и может оказаться полезным для человечества, позволит получить новые фундаментальные научные результаты. Человек сможет «беседовать» с далекими и почтенными мыслителями о проблемах, имеющих небывало важное значение для всех разумных существ и их обществ. И тогда человек навсегда окажется связанным с прочным галактическим союзом внеземных цивилизаций.

Уроки землетрясения в Японии

26 мая 1983 года в 12 ч 16 мин по местному времени в Японском море произошло мощное землетрясение, магнитуда которого достигала 7,7. Эпицентр находился в 700 км к западу от города Акиты (северо-запад острова Хонсю), очаг — на глубине 40 км под морским дном. Первая вызванная толчком волна цунами обрушилась на побережье через 10 мин, вторая — еще через 18, а третья — спустя 10 мин после второй. Это было наиболее сильное цунами, отмеченное в Японии с 1944 года. В результате катастрофы погибло более 100 человек, несколько морских судов было выброшено на сушу.

Примечательно, что землетрясение произошло к западу от Японских островов, то есть в районе, считавшемся сравнительно низкосейсмичным. (Последним крупным сейсми-

ческим событием здесь было Нигатское землетрясение 1964 года.) Главной зоной сейсмической опасности в Японии считалось ее восточное, тихоокеанское побережье, где и находился единственный подводный сейсмограф. Второй такой сейсмограф, который монтировался в это время, также был не в Японском море, а у восточного побережья страны.

Получив от сейсмической сети станций данные о подземном толчке, электронно-вычислительная машина в Сендае (северо-восток острова



Хонсю) выдала прогноз, согласно которому через 7 мин следовало ожидать катастрофическое цунами. Однако спасательные и пожарные станции получили сигнал тревоги только спустя 15 мин.

Согласно научным положениям сейсмологии и геодинамики, крупные подземные толчки возможны в тех областях, где одна плита земной коры подминает под себя другую. Таким районом и является тихоокеанское побережье Японии. Но теперь стало ясно, что в определенных условиях землетрясения могут происходить и вне зоны взаимодействия плит, как это произошло в Японском море. Службы оповещения и обеспечения безопасности от стихийных бедствий в Японии также принимают меры, вытекающие из уроков Акитского землетрясения. *New Scientist*, 1983, 98, 1360.



Руководитель кружка «Вега»
М. П. ТАТАРНИКОВ

Астрономический кружок «Вега»

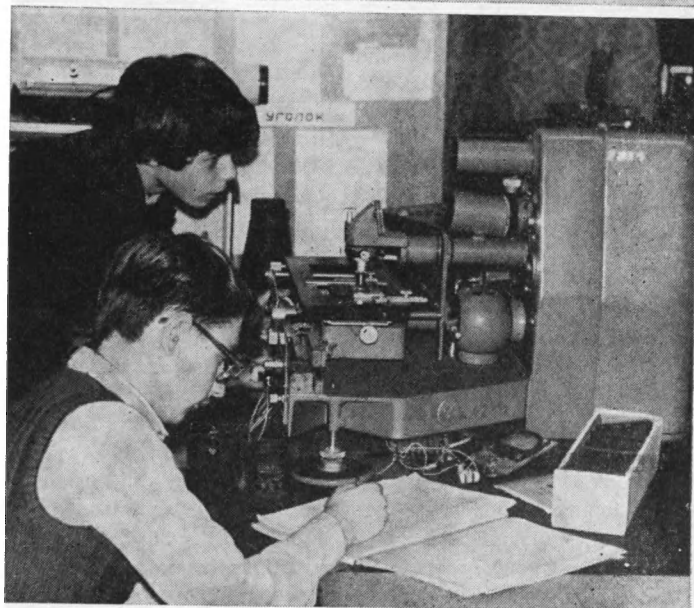
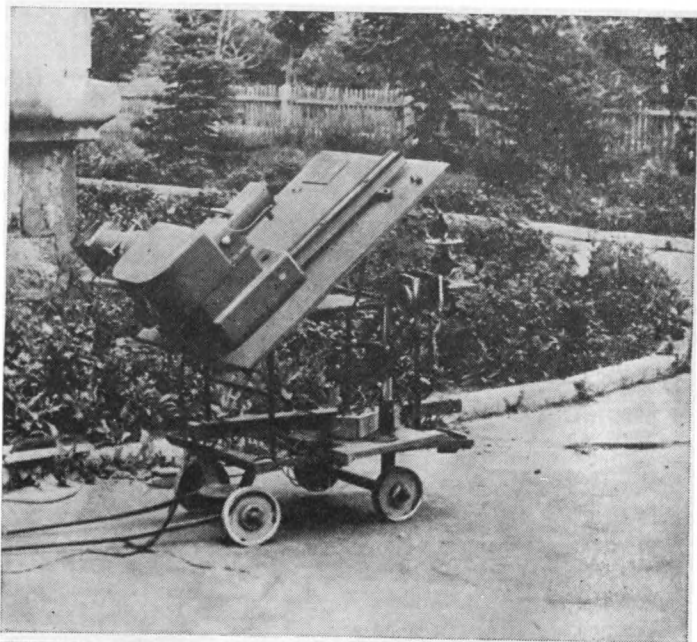
В декабре 1972 года в Доме пионеров города Железнодорожного Московской области начал работать астрономический кружок «Вега». К концу 1974 года кружок имел 4-дюймовый рефрактор, подаренный отделом астрономии Московского городского дворца пионеров, 60-сантиметровый школьный телескоп, две зрительные трубы АТ-1, спектрограф ИСП-51, фотометр ФМ-58, фотометрическую скамью, усилители, самописцы. В учколлекторах были приобретены наглядные пособия, звездные ат-

**Установка для
фотографирования
солнечных спектров**

**Михаил Щевьев
и Александр Крестьянников
исследуют
солнечный спектр на
микрофотометре**

ласы и карты, необходимые для теоретических занятий.

Занятия в астрономическом кружке проводятся круглый год два раза в неделю: одно занятие — теоретическое, другое — практическое, летом занятия только практические. На теоретических занятиях ребята слушают лекции по астрономии или защищают рефераты и экспериментальные работы на право присвоения «астрономической степени». Таких степеней — три. Для получения пер-



вой нужно защитить реферат обзорного характера, второй — реферат узкого профиля по теме обзорного, а чтобы получить третью степень, необходимо выполнить экспериментальную работу и защитить ее. Специальная комиссия, в которую входят два кружковца и руководитель кружка, оценивает содержание реферата, умение «соискателя» пользо-

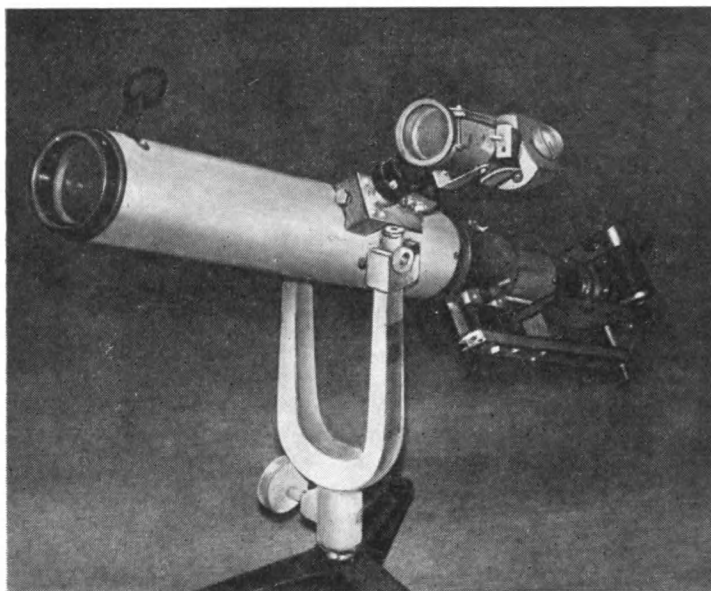
ваться наглядными пособиями, отвечать на вопросы.

На практических занятиях кружковцы, разделившись на группы по два — четыре человека, создают различные установки для наблюдений и лабораторных работ. Группой руководит один из кружковцев-инструкторов. Кроме того, разбившись парами, ребята выполняют предусмотренные

программой кружка учебные лабораторные работы. По каждой работе составляется письменный отчет, который также необходимо защитить.

Долгое время у кружка не было своей обсерватории, поэтому регулярные астрономические наблюдения не проводились. Все школьные рефракторы, которые имеются в кружке, выдаются на дом наиболее подготовленным кружковцам. Право получить телескоп ребята завоевывают на конкурсе наблюдателей. Каждому обладателю инструмента вручается программа наблюдений, за выполнение которой он отчитывается. Вместе с ним проводят наблюдения и кружковцы, живущие по соседству.

Скоро у кружка «Вега» будет своя астрономическая обсерватория, где станут возможными регулярные наблюдения. Здесь же предполагается оборудовать механическую



60-миллиметровый школьный рефрактор с фотоаппаратом ФЭД на самодельной вилочной монтировке



Снимок Луны, полученный Валерием Щивьевым на школьном рефракторе

мастерскую и дополнительное помещение для занятий. В обсерватории будет установлен самый крупный телескоп кружка — 4-дюймовый рефрактор; на нем ребята собираются проводить электрофотометрические наблюдения переменных звезд. Они сами изготовили электрофотометр, а также сделали для телескопа экваториальную монтировку с часовым механизмом. Пока лишь визуальные наблюдения переменных звезд кружковцы выполняют регулярно, тогда как



Виталий Киселев занят изготовлением электрофотометра для наблюдения переменных звезд

электрофотометрические — от случая к случаю.

В кружке проводятся визуальные и спектральные наблюдения Солнца. Спектры ребята получают на спектрографе ИСП-51, смонтированном на самодельной азимутальной установке. Эти спектры фотографируют и с помощью спектроэлектрофотометра, который также сделали сами ребята, записывают на ленту самописца ЭПП-09-3М. Дальнейшая обработка спектров ведется уже по этой записи. Сейчас проходит испытание собранная ребятами установка, позволяющая записывать солнечные спектры на ленту самописца непосредственно с выхода спектрографа.

В 1977—1979 годах кружковцы участвовали в наблюдениях по программе «Геос», разработанной отделом астрономии Московского городского двор-

ца пионеров. Темой их работы был «Поиск изменений в спектре Солнца, связанных с изменением солнечной активности».

Разумеется, кружковцы не ограничиваются только наблюдением переменных звезд и Солнца. Например, в 1981 году ребята определили альbedo Луны в различных участках видимой области спектра. На школьном рефракторе были сделаны снимки Луны через различные светофильтры. Затем эти снимки обрабатывались на спектроэлектрофотометре.

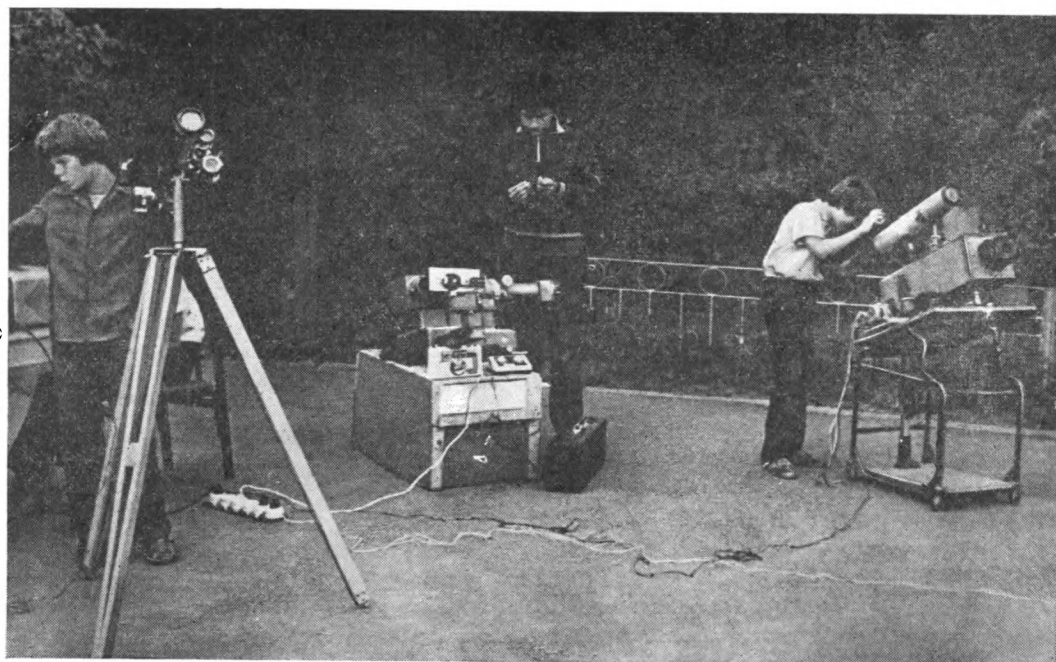
Создание или усовершенствование того или иного астрономического прибора диктуется наблюдательной программой кружка. Так, для фотографических наблюдений неба кружковцы построили астрограф с часовым механизмом, оборудовали все телескопы искателями и переходными втулками, к которым крепятся различные фотоаппараты. К солнечному затмению 31 июля 1981 года ребята изготовили

азимутальную установку для фотокамеры с объективом «Индустар-11М». Параллельно оптической оси камеры смонтирована труба 80-миллиметрового школьного телескопа с искателем и переходной трубкой для фотоаппарата «Киев-4М». Электродвигатель позволял поворачивать всю установку по азимуту и высоте. Во время затмения с этой установкой были получены снимки Солнца на фотопластинке размером 13×18 мм и на цветной пленке.

Восьмой год работают кружковцы над автоматическим прибором для исследования формы поверхности сферических и параболических зеркал. Прибор уже способен измерять в автоматическом режиме зональные ошибки сферических и параболических зеркал с выдачей цифровой информации. Сейчас разрабатывается конструкция шлифовально-полировального станка-автомата, управляемого этим прибором. Конструируется также модификация прибора, который будет определять и локальные ошибки зеркала.

Много внимания уделяют кружковцы пропаганде астрономических знаний. На астрономической площадке кружка проводятся массовые наблюдения таких редких небесных явлений, как затмения или яркая комета. Об очередном подобном событии жителей города оповещают специальные афиши. Комету Когоутека и лунные затмения наблюдали сотни жителей города.

Все кружковцы выступают с астрономическими докладами у себя в школах. Там же проходят «астрономические дни», когда сразу 7—10 кружковцев делают доклады в разных классах. После таких выступлений, как правило, растет



число желающих заниматься астрономией. Для школ кружковцы выпускают газету «Звездочет», где рассказывается о новостях астрономии, о делах кружка «Вега», о том, как сделать простейший прибор для наблюдений, как их проводить и что можно наблюдать в данное время.

В 1974 году кружок организовал первую городскую астрономическую олимпиаду, которые с тех пор проводятся раз в три года. В оргкомитет олимпиады входят учителя физики и астрономии, бывшие кружковцы. Ее участники распределяются по трем возрастным группам: ученики 5—7, 8—9 и 10-х классов. Олимпиады проводятся в два тура: сначала — школьные олимпиады, затем — городская олимпиада. В городской участвуют победители первого тура, по 15 учеников от каждой школы (ученики, занявшие первые пять мест в каждой возрастной группе). Награждают победителей в торжественной обстановке

— в кинотеатре, куда приглашаются и ученые. Они выступают с небольшими докладами и вручают победителям призы.

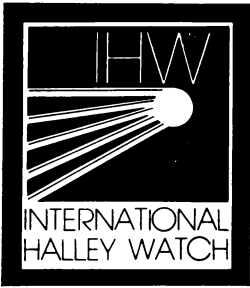
В 1981 году кружок организовал первую городскую астрономическую конференцию школьников. В ее оргкомитет поступило 408 астрономических докладов, из которых выбрали 12 лучших (по четыре от каждой возрастной группы). На конференцию пригласили всех ребят, приславших доклады, и перед ними выступили победители. Им были вручены почетные грамоты и сувениры.

Астрономический кружок «Вега» участвовал в работе III, IV и V Всесоюзных слетов юных астрономов и на всех этих слетах становился лауреатом. Деятельность кружка «Вега» отмечена также дипломом II Всероссийского слета научных обществ учащихся в 1979 году. В 1981 году кружок принял участие в международном конкурсе «Малый Интеркосмос».

Во время наблюдения полного солнечного затмения 31 июля 1981 года в городе Камень-на-Оби

Лучшие выпускники кружка — Рубен Есаян, Олег Ивлев, Александр Кабанов, Юлия Яркова, Игорь Зверев, Андрей Соловьев, Валерий Щивьев и многие другие — связали свою жизнь с научно-исследовательской работой. Они учатся в Московском высшем техническом училище имени Н. Э. Баумана, Московском инженерно-физическом институте, Московском энергетическом институте, на астрономическом отделении физического факультета Московского университета.

Ежегодно 21 марта проводится встреча выпускников кружка. «Старики» рассказывают нынешним кружковцам о своей жизни, учебе, работе, а «молодежь» — о делах и заботах кружка. На этих встречах происходит посвящение в члены кружка «Вега» новых, но уже хорошо зарекомендовавших себя кружковцев.



Кандидат физико-математических наук
Д. Н. ПОНОМАРЕВ

Условия наблюдений кометы Галлея

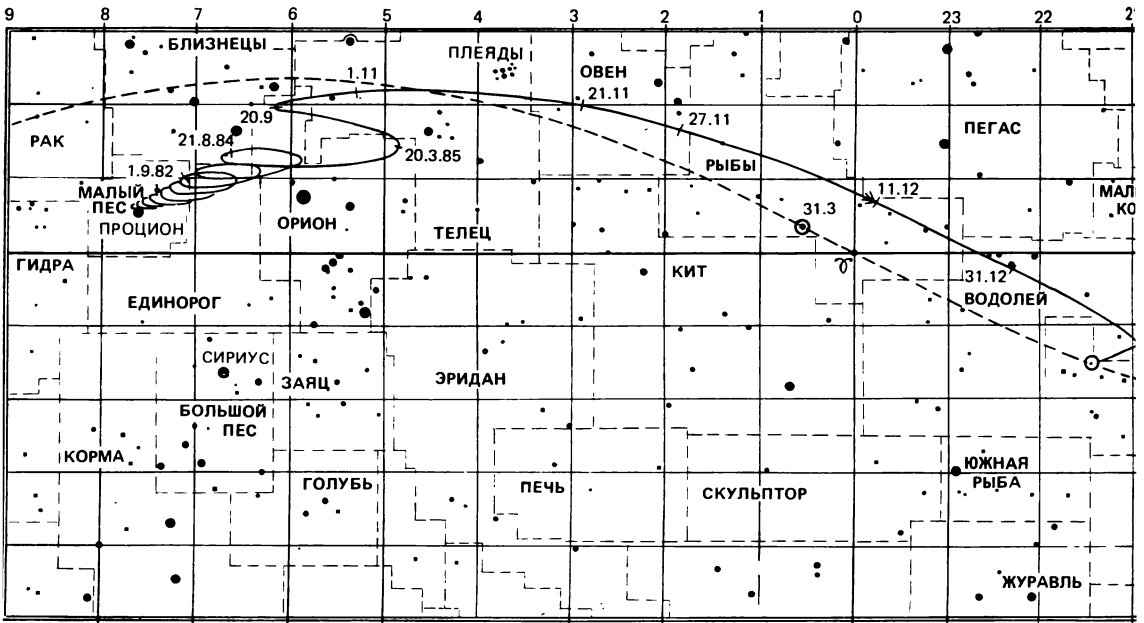
Ожидаемое в 1985—1986 годах прохождение кометы Галлея вблизи Солнца и Земли (Земля и Вселенная, 1982, № 5, с. 38.—Ред.) вызывает все больший интерес у любителей астрономии. И это понятно, ведь предыдущее прохождение вблизи Солнца в 1910 году было очень эффектным. По некоторым наблюдениям (И. Полак. Комета Галлея в 1910 г.—Русский астрономический календарь, 1912, с. 137), в максимуме блеска хвост кометы был ярче Млечного Пути и простирался через все небо, охватывая дугу более чем в 100° . Какой будет комета в своем очередном появлении и смогут ли ее наблюдать любители астрономии нашей страны?

В предстоящем прохождении комета дважды приблизится к Земле: 27 ноября 1985 года на расстояние 0,62 а.е. и 11 апреля 1986 года (уже после прохождения перигелия) на расстояние 0,42 а.е. Элементы орбиты кометы

Галлея хорошо известны, поэтому можно вычислить путь кометы по небесной сфере и оценить условия ее видимости. Они будут хуже, чем при прохождении 1910 или 1835 года. Во втором, апрельском, сближении комета пройдет в 1,5 раза дальше от Земли, чем в 1835 году, и почти в 3 раза дальше, чем в 1910 году, когда ее отделяли от Земли всего 0,16 а.е. Период наилучшей видимости кометы в предстоящем прохождении совпадет со временем, когда она будет находиться в южной части небесной сферы, и тогда ее не удастся наблюдать жителям средних широт нашей страны.

Разумеется, предсказать точный блеск кометы трудно. Например, сразу после первых

Видимый путь кометы Галлея среди звезд в 1977—1986 годах



наблюдений кометы Когоутека 1973 VII ожидалось, что она станет самой яркой кометой века (Земля и Вселенная, 1974, № 4, с. 44.—Ред.). Но в сумерках, на светлом вечернем небе комета была едва различима невооруженным глазом. Блеск кометы Галлея оценивается по изменениям ее блеска в предыдущих прохождениях, при этом учитывается увеличение расстояния кометы от Земли. Такие прогнозы не обязательно сбудутся. Достаточно точно рассчитывается лишь видимый путь кометы Галлея по небу.

Условия наблюдения кометы Галлея зависят от широты места. Они лучше на юге нашей страны — в Закавказье и в Средней Азии, несколько хуже в Крыму и на Северном Кавказе. В средней полосе комету можно будет наблюдать только в бинокли и телескопы, да и то не всегда. Мы расскажем о видимости кометы в темное время ночи, когда заканчиваются (или только начинаются) астрономические сумерки и Солнце находится на 18° ниже горизонта, то есть спустя (или за) $7\frac{1}{2}$ — 90 минут после захода (до восхода) Солнца. Удастся ли наблюдать комету в сумерках, сказать трудно — на светлом фоне неба хвост пропадает, а сама комета много теряет в блеске.

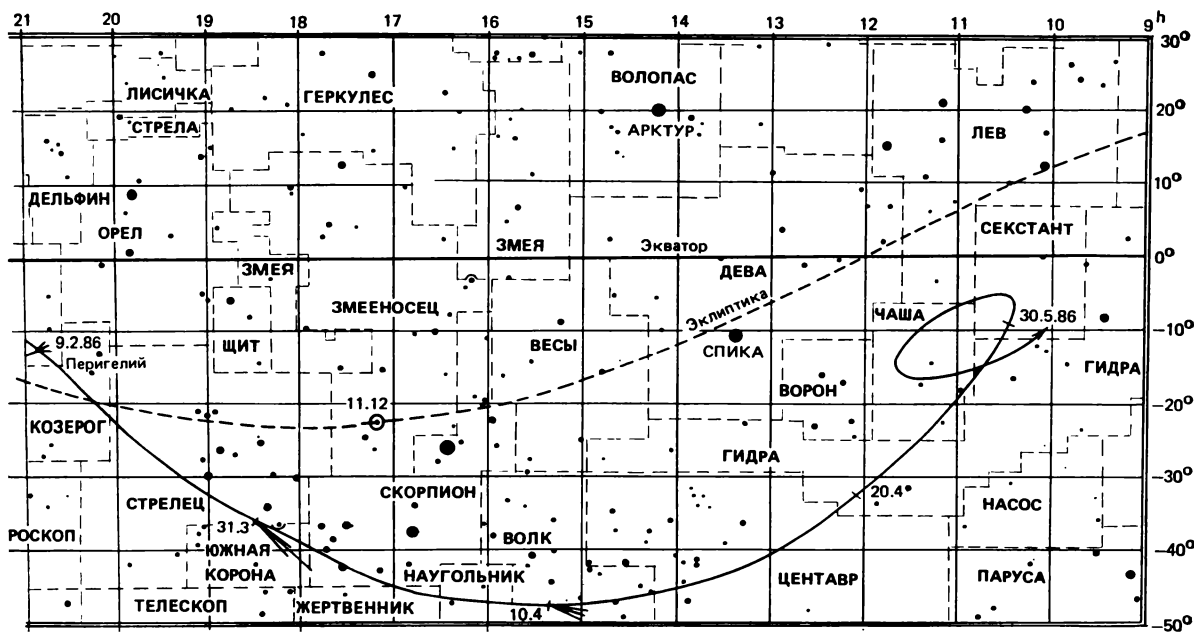
В те годы, когда комета находилась еще далеко от Солнца (1977—1982 гг.), она проецировалась на созвездие Малого Пса, немного севернее звезды Прочион (α Малого Пса),

примерно на 17° южнее эклиптики и на 6 — 10° севернее экватора. Из-за годичного движения Земли по своей орбите видимое направление на комету немного менялось — возникало явление параллакса, в результате чего положение кометы как бы описывало на небе петли. Чем ближе подходила комета к Солнцу, тем шире становились эти петли. Смещение центров петель — следствие действительного движения кометы. Последние петли, очерченные кометой на звездном небе, относятся к 1982, 1983 и 1984 годам.

Условия видимости кометы в эти годы совпадают с условиями видимости созвездий Малого Пса и Ориона. В конце августа и в начале сентября эти созвездия начинают восходить под утро, зимой их можно наблюдать всю ночь, а весной, в марте и в начале апреля, они заходят вечером, вскоре после захода Солнца. Летом созвездия Малого Пса и Ориона не видны.

Зимой область звездного неба с кометой хорошо видна и в южных, и в средних широтах Советского Союза. Блеск кометы пока чрезвычайно слаб. Ее обнаружили в октябре 1982 года как объект 24,3^m (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 34.—Ред.). Естественно, что для ее наблюдений необходимы большие телескопы.

В 1985 году комета тоже начнет описывать годичную петлю и, когда осенью наступит пе-



риод ее утренней видимости, она будет находиться примерно в 10° севернее созвездия Ориона. Предполагается, что блеск ее достигнет 12^m и она станет доступна телескопам умеренного размера. Но к концу 1985 года комета и Земля, двигаясь навстречу друг другу, начнут быстро сближаться, и видимый путь кометы по небу перейдет в крутую траекторию, охватывающую почти все небо.

В ноябре 1985 года комета пройдет вблизи Земли, затем они будут удаляться друг от друга. Комета пересечет эклиптику, пройдет по созвездиям Тельца, Овна и Рыб. Зимой эти созвездия хорошо видны и условия для наблюдения кометы благоприятны. 27 ноября 1985 года, когда расстояние кометы от Земли составит 0,62 а.е., комета будет еще далеко от Солнца: ее гелиоцентрическое расстояние равно 1,55 а.е. Комета еще только набирает блеск и достигнет, возможно, 6^m . Не исключено образование небольшого, заметного в бинокль хвоста. В это время комета в принципе станет видна невооруженным глазом, но только на совершенно темном небе и при хорошей прозрачности атмосферы. В городе, на подсвеченном фонарями небе, или при яркой Луне ее удастся наблюдать лишь в бинокль или в телескоп.

В декабре 1985 года и в январе 1986 года по мере приближения к Солнцу блеск кометы возрастет (в январе, возможно, до 3^m), вероятно также появление у кометы заметного хвоста. Условия наблюдений станут сложнее: комета удаляется от Земли и стремительно приближается к Солнцу. Она будет видна только вечером, все ниже и ниже над западной стороной горизонта. В январе время ее видимости начнет быстро сокращаться, и постепенно (в зависимости от широты) комета скроется в лучах вечерней зари. В южных районах нашей страны это произойдет в конце января.

9 февраля 1986 года комета пройдет перигелий на расстоянии 0,587 а.е. от Солнца. За-

тем она вновь пойдет навстречу Земле, которая за время после ноябрьского сближения обогнет Солнце и тоже будет двигаться навстречу комете. Предполагается, что в конце марта хвост кометы достигнет наибольшей длины — $20\text{--}30^\circ$.

В марте наступит период (для средних широт СССР очень короткий, для южных более длительный), когда комета будет видна утром, примерно за час до восхода Солнца, на юго-востоке, низко над горизонтом. На широте Крыма утренняя видимость может длиться с 10 по 30 марта, на широте Днепропетровска или Волгограда — с 20 до 27 марта, а севернее удастся наблюдать только часть хвоста кометы — и то, если сильно повезет: слишком далеко к югу уводит комету ее траектория. В южном полушарии или на экваторе в эти дни комета должна представлять эффектное зрелище: она будет довольно яркой (4^m) и с длинным хвостом. Но повторим, трудно предсказать, как прогреется кометное ядро, как будет происходить истечение газов, и, следовательно, какими окажутся действительный блеск и размеры головы и хвоста. Поэтому приведенные оценки блеска и размера хвоста нужно рассматривать как приближенные.

11 апреля 1986 года комета вновь сблизится с Землей и пройдет от нее на расстоянии 0,42 а.е. В это время комета расположится почти на 50° южнее экватора и в нашей стране она не будет видна. После сближения с Землей комета станет удаляться и от Солнца, и от Земли. Блеск ее начнет слабеть, хвост — укорачиваться. Условия наблюдений, напротив, станут улучшаться. В конце апреля — начале мая 1986 года вновь наступит период вечерней видимости, после захода Солнца. Предполагается, что в эти дни блеск кометы составит 5 или 6^m и ее удастся наблюдать в бинокли и оптические приборы.

НОВЫЕ КНИГИ

Переиздан учебник

Школьники в 1983/84 учебном году учатся по новому (15-му), переработанному изданию учебника «Астрономия» (автор — член-корреспондент АПН СССР, профессор Б. А.

Воронцов-Вельяминов; специальный редактор доцент А. В. Засов).

Это издание отличается от предыдущих в основном следующим.

Во-первых, в соответствии с усовершенствованной программой по астрономии теперь в учебнике не шесть глав, а пять (вместо существовавших в прежних изданиях глав «Строение Вселенной» и

«Происхождение и развитие небесных тел» введена глава «Строение и эволюция Вселенной», включающая все прежние параграфы). Таким образом, в новом издании учебный материал изложен в главах: «Введение», «Строение Солнечной системы», «Физическая природа тел Солнечной системы», «Солнце и звезды», «Строение и эволюция Вселенной».



Кандидат физико-математических наук
Ю. А. БЕЛЫЙ

Работа с программируемым микрокалькулятором

В вычислительной практике нередко приходится решать серию более или менее сложных однотипных задач, которые отличаются одна от другой только исходными данными. В таких случаях естественно стремление организовать вычислительный процесс так, чтобы последовательность вычислительных и иных операций для каждой задачи данной серии повторялась автоматически после обновления исходных данных. Все это осуществляется в любой модели стационарных ЭВМ, а также в программируемых микрокалькуляторах.

В нашей стране выпускается несколько моделей таких микрокалькуляторов. Все они имеют особую память для хранения программы в несколько десятков команд. По сравнению с инженерными микрокалькуляторами у программируемых в несколько раз больше дополнительных регистров памяти для записи исходных данных и промежуточных результатов. Благодаря этому удалось значительно расширить область их применения, автоматизировать вычисления многих сложных нестандартных функций, статистическую обработку результатов измерений и наблюдений.

Первая отечественная модель программируемого микрокалькулятора — «Электроника» БЗ-21. Ее габаритные размеры (185×100×

×48 мм) и масса (390 г) позволяют лишь с некоторой оговоркой назвать ее «карманной» (выпускается и настольный вариант этой модели — «Электроника» МК-46). БЗ-21 обеспечивает автоматическое вычисление по предварительно составленным и введенным в ее память программам длиной до 60 команд. Эта модель имеет 8 адресуемых (пронумерованных) регистров памяти с независимым доступом к их содержимому и 6 регистров памяти в кольцевом стеке — особом запоминающем устройстве с последовательной формой доступа к хранимой информации (числа из стека могут быть выбраны в порядке, обратном тому, в котором они вводились: введенное последним выбирается первым и т. д.). Встроенные аккумуляторы обеспечивают автономное питание микрокалькулятора в течение примерно трех часов без перезарядки. При использовании этой модели аргументы тригонометрических функций следует выражать только в радианной мере, что, конечно, не слишком удобно. Кроме того, отсутствуют подпрограммы для автоматического вычисления обратных тригонометрических функций.

Модель «Электроника» БЗ-34 по внешнему виду почти не отличается от БЗ-21 — габаритные размеры и масса те же. Но у этой модели микрокалькулятора более гибкая память — вместо 8 здесь 14 адресуемых регистров па-

Продолжение. Начало в № 1, 1984 г.

Глава «Физическая природа тел Солнечной системы» содержит теперь не 9, а 8 параграфов, причем есть изменения и в порядке следования параграфов (в новом издании этот порядок таков: «Методы изучения физической природы небесных тел», «Общие характеристики планет земной группы и Земли», «Физические условия на Луне и ее рельеф», «Планеты Мер-

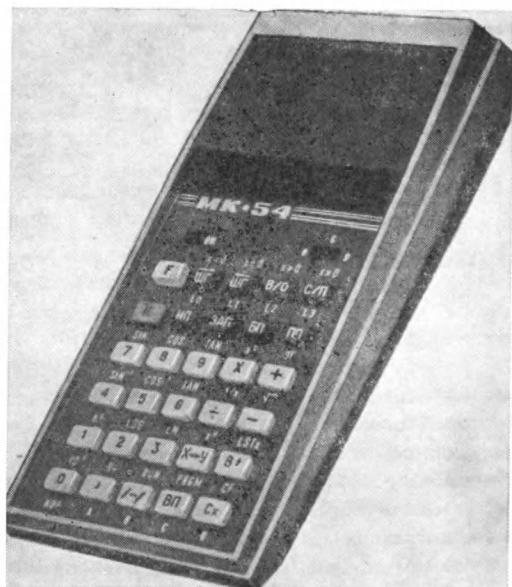
курий, Венера и Марс», «Планы-гиганты», «Движение Луны и спутников планет. Затмения», «Астероиды и метеориты», «Кометы и метеоры»).

Во-вторых, внесен ряд изменений и дополнений в текст и в формулировки вопросов и задач. Например, понятие «блеск звезды» заменено понятием «яркость звезды»; в параграфе о Солнце допол-

нительно сообщается, что «в пятнах индукция магнитного поля велика и достигает 0,4—0,5 Тл, в факелах магнитное поле слабее»; добавлены некоторые новые сведения о планетах и их спутниках.

В-третьих, составлен «Предметно-именной указатель».

Объем учебника остался прежним.



Внешний вид программируемого микрокалькулятора «Электроника» МК-54

мента, обозначаемых цифрами 0, ...9 и буквами А, В, С, Д. Имеется также одноходовый стек, содержащий 4 операционных регистра и регистр восстановления предыдущего результата. Максимальная длина программы — 98 команд. Значительно расширено число различных операций, выполняемых в режиме программирования. Настольный вариант этой модели — МК-56.

У модели «Электроника» МК-54 размеры и масса меньше (167×78×36 мм и 250 г). Вместо аккумуляторов источниками автономного питания в ней служат 3 элемента типа 316. Эта модель обладает такими же функциональными возможностями и системой программирования, как БЗ-34, но она дешевле других моделей программируемых микрокалькуляторов. В дальнейшем при решении астрономических задач мы будем ориентироваться на модели БЗ-34 и МК-54.

Программируемые микрокалькуляторы в обычном режиме работают в основном так же, как и инженерные. Следует отметить, что у всех упомянутых моделей программируемых микрокалькуляторов инверсный ввод данных (как у модели инженерного микрокалькулятора БЗ-19). В этом случае на передней панели микрокалькулятора есть клавиша ввода первого операнда (или клавиши разделения операндов и передвижения информации в стеке) $|\uparrow|$ и отсутствует клавиша $|\equiv|$. Действие

вида $a*b=c$, где знаком * обозначен любой из арифметических операторов, осуществляется так: $/a/|\uparrow|/b/|\equiv| \rightarrow c^1$.

Остановимся на особенностях работы стековой памяти, регистры которой обозначаются X, Y, Z, T и X1. После включения питания все эти регистры пусты. Ввод чисел в стек производится через регистр X, содержимое которого высвечивается на индикаторе. Нажав клавишу $|\uparrow|$, копию этого числа передадим в регистр Y, одновременно содержимое регистра Y переходит в регистр Z, Z — в T, содержимое регистра T исчезает. При выполнении одноместных операций, когда в микрокалькулятор вводится один операнд (вычисление квадратного корня, значений элементарных функций, кроме x^y), содержимое регистров Y, Z и T не изменяется, результат вычисления появляется в регистре X, а число, находившееся до выполнения данной операции в регистре X, передается в регистр предыдущего результата X1. Если необходимо вернуть это число из X1 в X, следует нажать клавиши $|F|$ и $[Vx]$. Когда выполняются двухместные операции вида $a \cdot b$, программируемый микрокалькулятор оперирует с числами из регистров X и Y, оставляя без изменения содержимое регистров Z и T. Если нажать клавиши $|F|$ и $[O]$, то содержимое регистра X переходит в регистр T, содержимое каждого из регистров T, Z, Y «опускается» на одну ступеньку, а нажатие клавиши $|\overline{xy}|$ меняет местами содержимое регистров X и Y. Для очистки регистра X достаточно нажать клавишу $|C_x|$, регистра X1 — $|C_x|$ и любую операционную клавишу $|\pm|$ $|\div|$ и т. п. Очистка всех регистров X, Y, Z и T производится нажатием клавиш $|C_x|$ $|\uparrow|$ $|\uparrow|$ $|\uparrow|$ $|\uparrow|$. (Переводжение содержимого регистров стека при различных операциях показано в таблице.)

Несколько общих замечаний о составлении программ для микрокалькуляторов. В дальнейшем будет использоваться понятие алгоритма — предписания для выполнения вычислительного процесса, неуклонное соблюдение которого должно привести к правильному решению данной задачи. Алгоритм разделяет вычислительный процесс на этапы, указывает

¹ В этом и последующих номерах журнала обозначения на клавишах мы будем заключать в вертикальные прямые скобки; надклавишные обозначения — в квадратные скобки; вводимые многозначные числа — в наклонные прямые скобки; высвеченный на индикаторе результат — подчеркивать (п р и м. р е д.).

ПЕРЕДВИЖЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРОВ СТЕКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

Операнды и операторы Регистры	Операции															
	Вкл	8	↑	9	F	√	4	×	F	Bx	F	Q	+	X	Y	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	4	→	4	→	4	→	4	
Z	0	0	0	0	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	
Y	0	0	8	→	8	→	8	→	8	→	8	→	8	→	8	
X	0	8	→	8	9	3	4	12	8	12	8	12	8	12	0	
X1	0	0	0	0	9	→	9	4	→	4	4	→	4	12	→	12

порядок их выполнения и те действия, которые должны быть произведены в каждом из них. Степень детализации алгоритма вычислений на микрокалькуляторе в значительной мере зависит от набора операций, допустимых для данной модели.

При решении задачи в режиме программирования предварительно составляется программа — запись алгоритма решения этой задачи в виде, пригодном для данной вычислительной машины. Для «больших» ЭВМ в настоящее время предложены универсальные языки программирования — ФОРТРАН, АЛГОЛ, АНАЛИТИК и ряд других. Составленные на них программы могут быть переведены автоматически на язык той или иной конкретной модели ЭВМ. В БЗ-34 и МК-54 применяется специфический упрощенный язык программирования, с которым нам и предстоит познакомиться.

Обычно каждая команда машинной программы связана с выполнением некоторой операции — математической, логической, управления — и имеет числовой или символьный код. При вводе команды ее код высвечивается на индикаторе в левых разрядах, когда микрокалькулятор работает в режиме программирования. Например, в моделях БЗ-34 и МК-54 код операции сложения — 10, вычитания — 11, ввода первого операнда |↑| — 0E и т. д.

В простейших программах (например, вычисления по формулам) команды выполняются последовательно, одна за другой. Однако при решении многих задач ход вычислительного процесса зависит от результатов промежуточных вычислений. Такой процесс называется *р а з в е т в л я ю щ и м с я*, или *р а з в е т в л е н н ы м*, как и реализующие их программы. В этих программах используются команды *у с л о в н о й* и *б е з у с л о в н о й* передачи управления (условного или безусловного перехода). При условном переходе проверяется выполнение некоторого условия, например, $x < 0$, $x = 0$, $x \neq 0$, $x \geq 0$. Если это условие нарушается,

естественный последовательный порядок выполнения команд приостанавливается, и ЭВМ переходит к другой команде, номер которой определен программой. В случае подачи команды безусловного перехода ЭВМ также прерывает естественный порядок выполнения команд и переключается на другую часть программы без каких-либо условий. Команды условного перехода используются также для организации циклических вычислений, которые будут рассмотрены ниже. В любой ЭВМ предусмотрены следующие команды управления: переход к подпрограммам и возврат из них, начала и окончания работы и др.

Все эти команды осуществляются и в программируемых микрокалькуляторах. Команды начала и конца работы (стоп-пуск, клавиша |С/П|), безусловного перехода (|БП|), перехода к подпрограмме (|ПП|) и возврата из нее (|В/О|) вводятся нажатием соответствующих клавиш, команды условного перехода, указанные над клавишами, — после предварительного нажатия префиксной клавиши |F|. Другие команды, выполняемые в режиме программирования, будем рассматривать по мере надобности.

После включения питания микрокалькулятор готов к работе в обычном режиме, для перехода в режим программирования следует нажать клавиши |F| [ПРГ]. В этом режиме программа записывается в память микрокалькулятора, причем на его индикаторе один за другим высвечиваются три двузначных числа или символа — коды трех команд, введенных последними. При вводе последующих команд эти коды смещаются вправо, так что слева на индикаторе всегда виден код команды, набранной последней, в правых крайних разрядах индикатора высвечивается четвертое число — номер этой команды.

Как и на любых ЭВМ, решение сложных задач на программируемых микрокалькуляторах состоит из четырех этапов: программирования задачи; ввода и редактирования программы; ее отладки; ввода исходных данных и выполнения программы.

Прежде чем приступить к составлению программы, следует четко представить себе алгоритм решения задачи с учетом возможностей микрокалькулятора. Чтобы облегчить составление алгоритма, свести к минимуму ошибки, применяются различные способы. Один из них — создание блок-схем, графических изображений структуры алгоритма. Программа при этом разбивается на бло-

ки, каждый из которых реализует определенную функцию — вычисление, логическую операцию, управление и др. На схемах вычислительные блоки обычно обозначаются прямоугольниками, логические — ромбами, внутри фигур в сокращенной форме записывается назначение блоков. Ввод и вывод программы обозначаются параллелограммами, пуск и остановка — овалами. Все эти фигуры соединяются отрезками и стрелками, изображающими последовательность выполнения вычислений.

Рассмотрим составление простейшей программы на примере нахождения углового расстояния между двумя небесными объектами с координатами α_1, δ_1 и α_2, δ_2 . (В предыдущем номере журнала эта задача решалась на инженерном микрокалькуляторе.) Напомним формулу для расчета углового расстояния между двумя небесными объектами:

$$d = \arccos[(\sin\delta_1 \cdot \sin\delta_2 + \cos\delta_1 \cdot \cos\delta_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2))].$$

Условимся прежде всего, что исходные данные будут храниться в первых четырех адресуемых регистрах памяти: $\alpha_1 \rightarrow \text{П1}$, $\alpha_2 \rightarrow \text{П2}$,

	0	1	2	3	4		5	6	7	8	9
0	ИП 1	ИП 2	—	F [cos]	ИП 3	F [cos]	ИП 4	F [cos]	× ×		
	61	62	11	1Г	63	1Г	64	1Г	12	12	
10	ИП 3	F [sin]	ИП 4	F [sin]	√	+ F [arccos]	C/П				
	63	1С	64	1С	12	10	1—	50			

Составляя программу, мы учли, что в регистрах стековой памяти продвижение информации «вверх» происходит не только при наборе числового операнда после выполнения любой операции, но и при вызове в регистр X содержимого любого адресуемого регистра памяти.

Нажав клавиши | F | [АВТ], переводим микрокалькулятор в режим «Автоматическая работа», затем вводим исходные данные $\alpha_1, \alpha_2, \delta_1, \delta_2$ в адресуемые регистры памяти № 1—4, и, нажав клавиши | В/О | | C/П |, начинаем счет по данной программе. В течение некоторого времени будет заметно слабое мерцание цифр на индикаторе, после чего (в нашей задаче через 15—20 секунд) высвечивается результат вычислений, если, конечно, программа составлена правильно и не было допущено ошибок при вводе в программную память.

Если через несколько десятков секунд для программ средней сложности результат не высвечивается, значит, при составлении или вводе программы была допущена ошибка. В этом случае работу микрокалькулятора следует прервать нажатием клавиши | C/П |. Поиск и устранение ошибок проводится на этапах редактирования и отладки программы.

$\delta_1 \rightarrow \text{П3}$, $\delta_2 \rightarrow \text{П4}$ ². Эти данные вызываются в регистр X с помощью клавиши | ИП | и цифровой клавиши с номером соответствующего регистра памяти. Например, | ИП | | 2 | означает вызов числа, хранящегося в П2. Перед вводом программы с нулевого адреса программной памяти нажимаем клавишу | В/О |, затем | F | [ПРГ], при этом в крайних правых разрядах индикатора высветится 00. Ввод каждой следующей команды увеличит это число — порядковый номер команды — на единицу.

Программу можно записать «в столбик», чтобы в каждой строчке была отдельная команда. Более компактный способ записи программы — в строчку, по 10 команд. Тогда по самому расположению команды в записи легко установить ее порядковый номер в программе. Для контроля под каждой командой, записанной в символах нажимаемых клавиш, укажем ее код, высвечиваемый на индикаторе. Составляя программу, не забудем о возможностях стековой памяти. Блок-схема программы для расчета углового расстояния между небесными объектами выглядит так:

Правильность ввода программы по кодам можно проверить в режиме программирования с помощью клавиш | ШГ | или | ШГ |. Нажатие каждой из них сдвигает коды программы на один шаг вперед или назад. Если какая-то команда введена неверно или пропущена, следует под соответствующим номером (нужно иметь в виду, что отсчет команд начинается с 00, а не с 01) ввести исправленную команду (в случае пропуска команды приходится вслед за тем ввести заново всю оставшуюся часть программы). Если же окажется, что какая-то команда лишняя, ее можно исключить, перейдя на ее адрес и нажав клавиши | К | [НОП] («Нет операции»). Когда адрес подлежащей исправлению команды расположен в программе далеко от высвечиваемых, нужно в режиме «Автоматическая работа» (| F | [АВТ]) нажать клавишу безусловного перехода | БП | и цифровые клавиши, обеспечивающие переход на нужный адрес, затем вернуться в режим программирования и ввести правильную команду.

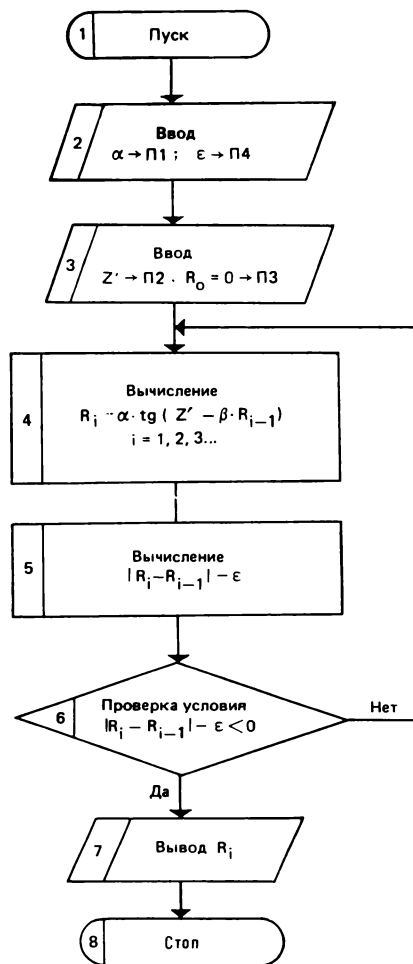
² В микрокалькуляторе МК-54 вместо обозначений | П | и | ИП | на клавишах применяются обозначения | X → П | и | П → X |.

Для отладки программы следует, введя исходные данные в память, перейти в режим «Автоматическая работа». Если программа начинается с адреса 00, нажимаем клавишу | В/О |, если программа введена с произвольного адреса, необходимо нажать клавишу | БП | и соответствующие цифровые клавиши. Если нужно проконтролировать выполнение программы последовательно, «по шагам», тогда нажимается клавиша | ПП | и результат каждой операции высвечивается на индикаторе. Обнаруженная ошибка устраняется, как указано выше.

Используем введенную в микрокалькулятор программу для определения углового расстояния между двумя звездами – Арктуром (α Волопаса, координаты: $\alpha_1 = 213,73275^\circ$, $\delta_1 = 19,265195^\circ$) и Спикой (α Девы, координаты: $\alpha_1 = 201,08683^\circ$, $\delta_2 = 11,078139^\circ$). Введя исходные данные и запустив микрокалькулятор в счет, менее чем через 20 секунд узнаем, что угловое расстояние между этими звездами равно $32,802759^\circ$. Пусть теперь $\alpha_1 = 88,5354^\circ$, $\delta_1 = 7,4044^\circ$; $\alpha_2 = 78,4058^\circ$, $\delta_2 = -8,2228^\circ$ — это координаты звезд α и β Ориона. Столь же быстро получим значение углового расстояния между звездами: $18,6058^\circ$. Вводя другие исходные данные, будем без усилий получать новые результаты. В этом и состоит одно из важных преимуществ программируемого микрокалькулятора перед инженерным.

В программируемых микрокалькуляторах автоматически реализуются циклические вычислительные процессы, в которых одна и та же последовательность операций повторяется неоднократно, но с изменяющимися данными. Различают структурные (арифметические) и итерационные циклы. В первых число циклов или известно заранее, или задается программистом, во вторых выход из цикла выполняется автоматически, когда достигнута заданная точность, для чего после каждого цикла проверяется некоторое условие. Например, задана точность вычисления ϵ , тогда абсолютная величина разности результатов двух последних циклов должна быть меньше ϵ . Если условие выполняется, происходит выход из цикла, в противном случае программа возвращается к началу цикла и вычисления продолжают. Для управления такими процессами используются команды условных и безусловных переходов.

В качестве примера рассмотрим программу с итерационным циклом. Вычислим величину астрономической рефракции в земной атмо-



Блок-схема вычисления рефракции по итерационной формуле

сфере: истинное зенитное расстояние светила z больше видимого z' на величину рефракции R , $z = z' + R$. С точностью до $1''$ для $z' \leq 76^\circ$ и до $2''$ для $z' \leq 80^\circ$ R при барометрическом давлении 1013 гПа (760 мм рт. ст.) можно найти по итерационной формуле: $R_i = \alpha \cdot \text{tg}(z' - \beta R_{i-1})$, $i = 1, 2, 3, \dots$, где $\beta = 3$, $R_0 = 0$, $\alpha = 58,2'' = 0,0161666^\circ$ при температуре $+10^\circ\text{C}$ ($60,154''$ при 0°C). ϵ положим равным $3 \cdot 10^{-4}$, что обеспечит точность вычислений в $1''$ ($1'' = 0,00027^\circ < 0,0003^\circ$). В адресуемые регистры памяти № 1–4 поместим α , z' , R_0 и ϵ . $R_0 = 0$ вводится заново при вводе нового z'

Программа вычисления рефракции имеет следующий вид:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 ИП 3	3	×	ИП 2	-	/	F [tg]	ИП 1	×	↑
63	03	12	62	11	OL	1E	61	12	OE
10	↑	↑	ИП 3	-	F [x ²]	F [y]	x̄	П 3	x̄
OE	OE	63	11	22	21	14	43	14	64
20	-	F x < 0	0	ИП 3	C / П				
11	5C	00	63	50					

Отдельные этапы вычисления наглядно представлены на блок-схеме. Команды 0—7

СРАВНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИИ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

z'	$R_{\text{выч.}}$	$R_{\text{выч.}}$	$R_{\text{таб.}}$	$\Delta = R_{\text{выч.}} - R_{\text{таб.}}$	R^*	$\Delta = R^* - R_{\text{таб.}}$
65°	0,034506"	2'04"	2'04"	0	2'05"	+1"
70°	0,044100"	2'38,8"	2'38"	< +1"	2'40"	+2"
74°	0,055764"	3'20,7"	3'20"	< +1"	3'23"	+3"
78°	0,063928"	3'50"	3'49"	+1"	3'53"	+4"
80°	0,089246"	5'21"	5'19"	+2"	(5'30")	(+11")

Примечание: в графе $R_{\text{выч.}}$ приводятся шесть десятичных знаков показания индикатора, что вполне достаточно для нашего случая; $R_{\text{таб.}}$ взято из таблицы 16а «Астрономического календаря. Постоянная часть» (М.: Наука, 1981); формула $R^* = 58,2'' \cdot \text{tg } z'$ не предназначена для вычисления рефракции при углах, больших 70°, и вычисленные по ней значения рефракции приводятся в скобках лишь для сравнения с точностью предлагаемой итерационной формулы.

предназначены для вычисления $R_1 = \alpha \cdot \text{tg}(z' - \beta R_0)$ и вообще $R_1 = \alpha \cdot \text{tg}(z' - \beta R_{1-1})$; команды 8—20 — для вычисления $|R_1 - R_{1-1}| - \epsilon$, причем команды 14—15 используются для возведения числа в квадрат и извлечения корня, что позволит сразу же получить абсолютную величину разности; команды 21—22 изменяют ход вычислительного процесса: если не выполняется условие $|R_1 - R_{1-1}| - \epsilon < 0$, цикл команд 0—8 повторится и т. д.

После перевода микрокалькулятора в режим автоматической работы ($|F| [ABT]$) и ввода исходных данных примерно через 30 секунд получим величину рефракции с точностью, ощутимо превосходящей (особенно при $z' > 70^\circ$) результаты вычислений по формуле $R^* = 58,2'' \cdot \text{tg } z'$, предлагаемой в справочниках.

Программа вычисления астрономической рефракции может быть усовершенствована — в частности, значения рефракции можно получать сразу в угловых минутах и секундах.

НОВЫЕ КНИГИ

«Космические аппараты»

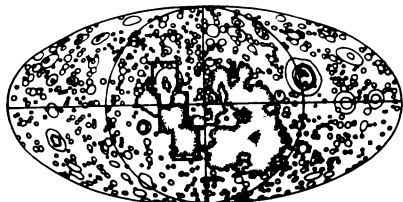
Эта книга — третья в серии «Ракетно-космический комплекс» — выпущена Военным издательством в 1983 году. (Первая и вторая книги — «Космодром» и «Ракеты-носители» — вышли соответственно в 1977 и 1981 годах.) Коллектив авторов в составе В. Н. Бобкова, В. В. Васильева, Э. К. Демченко, Г. В. Лебедева, В. А. Овсянникова, Б. В. Раушенбаха, О. В. Сургучева, В. А. Тимченко, К. П. Феоктистова, Ю. М. Фрумкина и Б. В. Черняева знакомит читателя с основами проектирования и особенностями разработки космических аппаратов, работ которых и создаются космодром и ракета-носитель.

Книга «Космические аппараты», вышедшая под общей редакцией летчика-космонавта СССР, Героя Советского Союза, профессора К. П. Феоктистова, предназначена для инженерно-технических работников, учащихся вузов и всех, кто интересуется ракетно-космической техникой.

Книга состоит из 11 глав. Тема первой — условия космического полета. Здесь даются общая характеристика космического пространства, представление о радиационной и метеорной опасности, невесомости. В следующих четырех главах подробно описываются автоматические и пилотируемые космические корабли, орбитальные станции и многоэтажные транспортные космические системы, их назначение, направление развития. Приводятся сведения об американских пилотируемых

аппаратах и орбитальных станциях. Как обеспечивается тепловой режим космических аппаратов, как устроены системы жизнеобеспечения экипажа и управления движением — об этом читатель узнает из шестой, седьмой и восьмой глав книги.

Завершающий этап полета пилотируемого космического корабля — его посадка, осуществляемая с помощью систем приземления. Общим принципам проектирования этих систем, их особенностям и управлению, а также спасению экипажа при возможных аварийных ситуациях посвящены девятая и десятая главы. Проблема управления полетом космических аппаратов рассматривается в заключительной одиннадцатой главе.



Три лунных моря

В восточной половине видимого диска Луны ряд небольших морей образует цепочку, переходящую из северного полушария в южное. Узкие «протоки» соединяют круговое Море Ясности с Морем Спокойствия, имеющим неправильную форму, а его, в свою очередь, с небольшим по размерам Морем Нектара, располагающимся в центре кольцевой структуры.

Обобщенные, но в целом достоверные очертания морей Ясности и Спокойствия есть уже на ранних телескопических зарисовках видимого диска Луны, сделанных в первой половине XVII века. Однако Море Нектара на этих изображениях выделяется менее уверенно. Селенографы, начинавшие разрабатывать номенклатуру деталей лунного рельефа, называли Море Нектара «заливом». М. Лангрэн (1645 г.) включал его полностью в границы нынешнего Моря Спокойствия, а Я. Гевелий (1647 г.) делил на два обособленных залива, связанных узкими перемычками равнинного ландшафта.

Вероятно, впервые Море Нектара как самостоятельную структуру выделил Ф. Гримальди на лунной карте, опубликованной Дж. Риччолли в «Новом Альмагесте» (1651 г.). На этой же карте появились сохранившиеся до наших дней названия всех трех морей. Руководствуясь, видимо, принципом противопоставления, темным равни-



Море Ясности. На этой и следующих фотографиях север — вверху

нам восточной половины лунного диска присвоили «благополучные» наименования — Ясности, Спокойствия и Нектара, в отличие от морских областей западного полушария — Океана Бурь, Моря Дождей, Моря Облаков и Моря Влажности.

Каждое из трех морей может служить примером определенной стадии формирова-

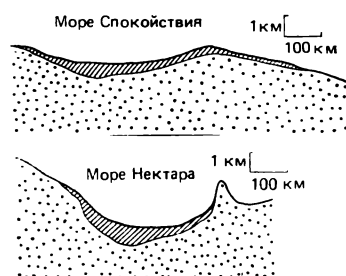
ния подобных структур рельефа. Вероятно, самой древней впадиной является ложе **Моря Спокойствия**. Все окружающие его детали рельефа возникли позднее и практически полностью уничтожили при своем формировании следы древнего многокольцевого образования. Едва проступающие контуры древних колец видны лишь к западу и востоку от моря.

Кольцевая структура бассейна **Моря Нектара** появилась в эпоху, отдаленную от нас на

4,25—4,3 млрд. лет. Но ее очертания сравнительно хорошо сохранились. Одно из внешних колец проходит по горному уступу **Алтай**, расположенному юго-западнее Моря Нектара. Внутреннее кольцо, заключающее в себе современные контуры моря, просматривается в западном и южном направлениях, на востоке оно тянется вдоль горной цепи **Пиренеев**. Впадина **Моря Ясности** на-

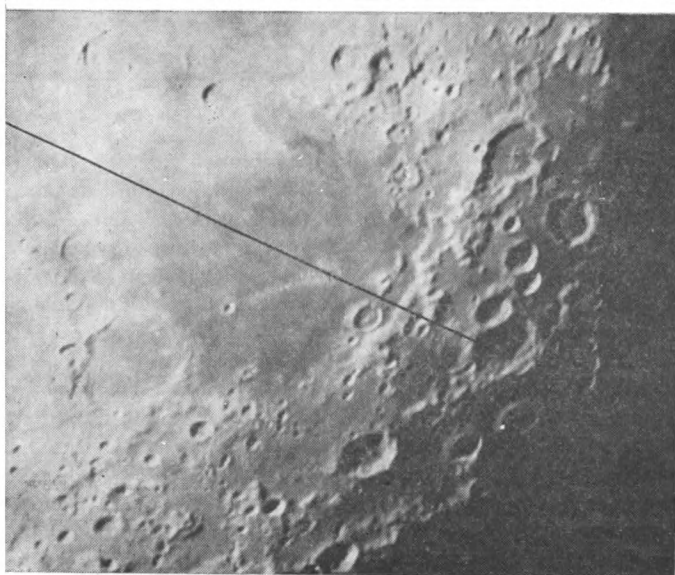
иболее позднего происхождения. Она образовалась около 4,1 млрд. лет тому назад. И в этом районе кольцевая структура частично сохранилась до наших дней. На юго-западе море окаймляют горы **Гем**, а на востоке — горный массив **Тавр**. На западе и северо-западе элементы колец были разрушены в процессе формирования бассейна Моря Дождей (Земля и Вселенная, 1982, № 4, с. 75). К этой, более молодой структуре относится также горная цепь **Кавказ**, разделяющая моря Ясности и Дождей. Погребенные под слоем лав внутренние кольца проявляются в виде системы концентрических валов, борозд **Менелая** и **Литтрова**.

Известно, что эпохи образования впадин и последующего затопления их темным веществом лав разделяли миллионы лет. Выплавление базальтовых лав в свою очередь также происходило в отдельные, доволь-



Профили Моря Нектара и Моря Спокойствия и глубинные разрезы вдоль темных линий, проведенных на снимках. Масштаб по вертикали увеличен примерно в 60 раз. Характер наслаения базальтовых лав (заштрихованы) в круглом Море Нектара иной, чем в Море Спокойствия, имеющем неправильную форму

Море Спокойствия (вверху) и Море Нектара (внизу)



но длительные периоды. Потoki лав наслаивались друг на друга. На поверхности впадин оказались продукты лавовых извержений, появившиеся в наиболее позднюю эпоху лунного вулканизма. Но в разных областях Луны этот процесс завершался в различное время.

Наиболее древние лавы относятся, по-видимому, на поверхности Моря Нектара. По косвенным признакам их возраст составляет 3,75 млрд. лет. В Море Спокойствия возраст базальтовых пород около 3,6 млрд. лет. Поверхность Моря Ясности сформировалась еще позднее. Предполагают, что лавовые излияния и кристаллизация поверхностных пород происходили здесь 3,2 млрд. лет назад, а в отдельных районах — в более темных областях на восточной окраине — еще на 100 млн. лет позднее.

Толщу темных базальтов, заполнивших первоначальные впадины морей, оценивают по измерениям высоты валов частично затопленных кратеров (Земля и Вселенная, 1983, № 4, с. 74). В Море Нектара мощные базальтовых пластов может достигать 1000 м. Море Спокойствия имеет меньшую «глубину» — максимальная толщина лав здесь не превосходит, вероятно, 500—600 м.

Начинать наблюдения области трех морей лучше на четвертые-пятые сутки после новолуния, когда утренний терминатор вступает на восточные окраины Моря Спокойствия и Моря Нектара. Еще через сутки граница дня и ночи будет проходить по равнине Моря Ясности. Непосредственно перед фазой первой четверти терминатор покинет пределы Моря Ясности. В этот период особенно интересно провести поиск элементов кольцевых структур,

а также изучить гряды и складки на поверхности морей. Эти детали, характеризующие особенности перемещения лавовых потоков в эпоху формирования морей, хорошо различаются при косом освещении вблизи терминатора.

Следует обратить внимание на небольшой округлый залив у восточной границы Моря Ясности. Это — затопленный кратер **Лемонье**. Внутри него сохранил свой рекордный по протяженности рейс советский самоходный аппарат «Луноход-2». Еще один затопленный кратер **Фракасторо** заметен у южной окраины Моря Нектара.

С приближением к фазе полнолуния внимание наблюдателя привлекут детали трех морей, различающиеся по отражательной способности. Можно попытаться разглядеть кайму более темного морского вещества, проходящую вдоль юго-западных, южных и восточных окраин Моря Ясности. Поверхность Моря Спокойствия, особенно в юго-западной части, где совершил посадку первый космический аппарат с экипажем «Аполлон-11», имеет характерную пятнистую структуру. Эти участки морской поверхности различаются также по цветовым особенностям.

В Море Нектара выделяются лучевые системы отдельных кратеров. Постарайтесь отыскать в свой телескоп одиночный расширяющийся луч от небольшого кратера в южной половине моря. Этот кратер находится восточнее кратера Фракасторо.

Когда через область трех лунных морей перемещается вечерний терминатор, создаются благоприятные условия для наблюдений при косом освещении восточных равнин Моря Ясности и Моря Нектара. Во время движения утреннего тер-

минатора, при низком Солнце, эти равнины закрыты тенями от горных массивов, расположенных на восточных границах этих морей.

НОВЫЕ КНИГИ

«Каменная летопись Земли»

Так назвал новую книгу автор нескольких десятков научно-популярных статей и книг Р. К. Баландин. Книга его, вышедшая в 1983 году в издательстве «Знание», рассказывает об освоении человеком земных недр, о поисках полезных ископаемых, о проблемах образования их месторождений в земной коре — своеобразной летописи планеты. Книга состоит из введения и трех частей.

Во введении автор знакомит читателя с проблемами современной геологии. Тема первой части книги — практическая геология. Речь здесь идет о добыче минерального сырья, начиная с древнейших времен (известны, например, медные рудники в Азербайджане и Грузии IV—III тысячелетий до н. э.), развитии методов поисков, проблемах рациональной эксплуатации и охраны недр.

Во второй части освещаются многие вопросы теоретической геологии, в частности, рассказывается о локальных и глобальных геологических циклах, о гравитационных и электромагнитных силах, о диссимметрии геологического пространства-времени, с которой связана неравномерность распределения полезных ископаемых в пространственном и временном отношении.

Теории и гипотезы, существующие в геологии, излагаются в третьей части книги. Автор дает многим из них критическую оценку и привлекает внимание читателя к нерешенным вопросам. Важное место в третьей части уделено биосфере.



Филателистическая гагариниана

Гагаринские марки, составляющие большой и примечательный раздел филателистической летописи космической эры, — скромный памятник первому космонавту планеты, которому ныне исполнилось бы пятьдесят лет. 13 апреля 1961 года, уже на следующий день после исторического полета Ю. А. Гагарина, в почтовое обращение поступила советская марка с таким пояснительным текстом: «Человек Страны Советов в космосе. 12.IV.1961». Ее графика скорее символична, нежели документальна. Корабль «Восток» изображен сугубо условно, а на фоне звездного неба — голова космонавта в условном гермошлеме, внизу — фрагмент Кремля. 15 августа 1961 года первая гагаринская марка была воспроизведена на юбилейной миниатюре «40-летие советской почтовой марки», в одном ряду с шедеврами советской филателии.

В первой гагаринской серии — три марки, расположенные в порядке возрастания их номиналов, хотя хронологически они выходили в другой последовательности. Сначала появилась третья марка, о ней мы уже рассказали. Вторая марка серии поступила в почтовое обращение 14 апреля 1961 года. Рядом с сообщением «Человек Страны Советов в космосе» надпись: «Слава советской науке и технике!». На марке показаны различные



этапы освоения космического пространства — от первого советского искусственного спутника до космического корабля «Восток». Марка снабжена купоном с текстом: «Наш народ первым проложил путь к социализму. Он первым проник в космос, открыл новую эру в развитии науки...». И лишь 17 апреля появилась первая марка серии. На ней воспроизведен портрет Гагарина с сопроводительной надписью: «Первый в мире космонавт Ю. А. Гагарин», а также изображена медаль «Золотая Звезда» Героя Советского Союза. Впоследствии (17 июня 1961 года) эта трехмарочная серия была повторно выпущена, но в беззубцовом варианте.

Серия стала классикой космической филателии и пользуется особой популярностью во всем мире.

В последующие годы советская почта неоднократно посвящала свои выпуски Ю. А. Гагарину. Только марок и блоков выпущено около шестидесяти. Остановимся на некоторых, наиболее интересных и оригинальных.

В ознаменование первой годовщины космического полета Ю. А. Гагарина Министерство связи СССР выпустило специальную серию из четырех марок с купонами. Все они с одним и тем же рисунком и отличаются только цветом плашки на купоне и вариантом (зубцовые и беззубцовые). Впер-

вые на них воспроизведен автограф Ю. А. Гагарина. Эта серия примечательна еще и тем, что она положила начало выпуску марок ко Дню космонавтики.

Особый интерес представляют блок и серия марок, посвященные 10-летию космического полета Ю. А. Гагарина. Блок состоит из четырех оригинальных марок, рассказывающих о наиболее выдающихся достижениях в области пилотируемых полетов: первый в мире полет человека в космос, первый выход человека в открытый космос, первая орбитальная пилотируемая станция. Однако самая примечательная почтовая миниатюра блока — марка с изображением корабля «Восток». Дело в том, что корабль на ней показан без третьей ступени ракеты-носителя, к тому же с фотографической точностью. Обратил внимание и на первую марку серии. На ней изображена Золотая медаль (лицевая сторона) имени Ю. А. Гагарина, учрежденная Международной авиационной федерацией на 61-й Генеральной конференции (Лондон, 1968). Первым лауреатом этой почетной награды стал в 1969 году летчик-космонавт СССР Г. Т. Береговой. Но первым почтовым знаком в мировой филателии, где изображена Золотая медаль имени Ю. А. Гагарина, был советский маркированный конверт, выпущенный 3 марта 1969 года.

Несомненно, стоит упомянуть марку из серии «15-летие космической эры». Здесь впервые воспроизведен старт ракеты-носителя с кораблем «Восток». Также небезынтересна марка из серии «15-летие первого в мире полета человека в космос»: на ней с документальной точностью изображен корабль «Восток» (без третьей ступени

ракеты-носителя). Номерной блок данной серии украшен великолепным портретом Ю. А. Гагарина, а на поле блока помещено изображение знака «Летчик-космонавт СССР».

Обзор советских гагаринских марок завершим рассказом о юбилейной трехмарочной серии с купонами «20-летие первого полета человека в космос». Они отличаются разнообразием сюжетов и замечательным полиграфическим исполнением. На купоне первой марки текст: «Облетев Землю в корабле-спутнике, я увидел, как прекрасна наша планета. Люди, будем хранить и приумножать эту красоту, а не разрушать ее. Ю. А. Гагарин». Эти слова сейчас особенно актуальны. На второй марке — портрет С. П. Королева, ракета-носитель «Восток», спускаемый аппарат и космический корабль «Восток» с третьей ступенью ракеты-носителя. Купон — с фотографией Гагарина и надписью: «Юрий Гагарин — олицетворение вечной молодости нашего народа. С. П. Королев». На третьей марке на фоне космических летательных аппаратов — монумент Ю. А. Гагарину в Москве, здесь же эмблема «Интеркосмос» и слова: «Международное сотрудничество в космосе — продолжение подвига Ю. А. Гагарина», а на купоне — «...Расширяя нашу деятельность по изучению космоса, мы не только закладываем основы для будущих гигантских завоеваний человечества... но и извлекаем непосредственную практическую пользу сегодня для населения Земли, для наших народов...».

В филателистической гагариниане есть еще одно сюжетное ответвление — музеи и памятники. Им посвящены художественные маркированные конверты и почтовые карточки. Впер-



вые на двусторонней почтовой карточке (08.12.67) воспроизведена Аллея Героев в Москве, и на первом плане — бюст Гагарина. Памятник Ю. А. Гагарину, воздвигнутый в городе Гагарине, показан на маркированных конвертах (27.04.78, 09.10.81) и почтовых карточках (24.03.75, 17.02.77, 03.05.79). Мемориальному музею Ю. А. Гагарина в городе Гагарине посвящены художественный маркированный конверт (18.06.81) и почтовые карточки (24.03.75, 28.04.79), а мемориальному дому на космодроме Байконур — маркированный конверт (08.04.76).

Вскоре после космического полета Гагарина ему стали посвящать свои марки многие зарубежные страны. Первой среди них оказалась Чехословакия, выпустившая в почтовое обращение 13 апреля 1961 года серию из двух марок. На них тексты: «Советский человек — первый в космосе. 12.IV.1961» и «СССР — покоритель космоса. 12.IV.1961». Во второй половине апреля 1961 года в ГДР, Румынии, Польше, Болгарии и Венгрии появились марки, оповестившие мир о сенсации века — полете космического корабля «Восток» с человеком на борту. Затем подобные марки



поступают в почтовое обращение в Монголии (31.05.61), ДРВ (15.06.61), КНДР (11.07.61) и ряде других стран (например, Кубе, Гвинее, Иордании, Мавритании). К настоящему времени в 35 странах выпущено около 200 марок и почтовых блоков и иные филателистические ма-

териалы, посвященные Ю. А. Гагарину и его космическому полету.

На зарубежных марках, впрочем, так же как и на многих советских, выпущенных в первые годы после полета Ю. А. Гагарина, корабль «Восток» нарисован условно, что не давало

представления о его внешнем виде. Вот почему особый интерес представляет марка из югославской серии «ЭКСПО-67», где впервые в мировой филателии «Восток» с последней ступенью ракеты-носителя воспроизведен с фотографической точностью.

Свое понимание космической филателии Юрий Гагарин выразил следующими словами: «Космос и марки... Соседство этих понятий еще недавно невозможно было представить. Тем не менее оно продолжается вот уже целое десятилетие, и, даже не будучи филатelistом, каждый принимает макромир в микрокартинках как должное».



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

«30 декабря 1982 года секция астрономии школы № 25 пос. Дальнегорска проводила наблюдения затмения Луны. При наблюдении затмения мы столкнулись с интересным явлением — кольцевой „лунной радугой“. Спустя две минуты после вступления Луны в земную тень, в 19 ч 54 мин, вокруг Луны вдруг вспыхнула радуга диаметром 2° и шириной кольца 30'. Гамма цветов была неполная — от внутреннего края к наружному шли цвета: зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Радуга наблюдалась до 19 ч 59 мин 30 с. Все это время и вплоть до 20 ч 30 мин был виден круг гало. Мы думаем, что это явление связано с влажным воздухом, проходя через который, свет преломляется. Верно ли это!»

Н. В. КНЯЗЮК
пос. Дальнегорск, Приморский край

На вопрос читателя отвечает кандидат физико-математических наук В. А. БРОНШТЭН.

Явление, описанное Н. В. Князюком, называется «венцом». Такие венцы вокруг Луны возникают, если в воздухе на пути луча есть

облака из водяных капель или ледяных игл. Н. В. Князюк отмечает, что во время наблюдений была заметна влажная дымка, которая постепенно опускалась, причем исчезновение венца как раз совпало с прохождением границы дымки через диск Луны. Но образование венца (в отличие от гало) связано не с преломлением лунного света, а с дифракцией. Дифракция света происходит на каплях воды в облаке. Согласно физическому принципу Бабины, дифракция на капле происходит так же, как на малом отверстии в экране.

По указанному Н. В. Князюком диаметру венца нетрудно рассчитать размеры капель. Чтобы получить размер в миллиметрах надо поделить число 0,0007 (длина волны красных лучей в долях миллиметра) на радиус венца в радианах. В данном случае радиус был равен 1°, или 1/57 радиана, значит, диаметры капель были около 0,04 мм.

Прочитать о венцах можно в книге М. Минарта «Свет и цвет в природе» (М.: Наука, 1969, с. 46).

Совпадение этого явления с лунным затмением — случайное. В сходных условиях венец наблюдался бы и без всякого затмения. Просто внимание наблюдателей было в эти минуты привлечено к Луне, и поэтому они смогли увидеть такое сравнительно редкое явление, как венец.

Земля и Вселенная

• МАРТ • АПРЕЛЬ •

2/84

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

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

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

Корректоры: В. А. Ермолаева, Л. М. Федорова

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

Первую страницу обложки (к 50-летию со дня рождения Ю. А. Гагарина) и четвертую страницу (к статье Л. М. Фомина) оформил А. Ковалев.

Сдано в набор 19.12.83 Подписано к печати 22.02.84. Т-00267.

Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Высокая печать

Усл.-печ. л. 9,03. Уч.-изд. л. 12,3. Усл. кр.-отт. 464,9 тыс.

Бум. л. 3,5

Тираж 41 201 экз. Заказ 3491. Цена 65 коп.

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

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

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. ИЗОТОВ

Доктор физико-математических наук

И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук

Б. Ю. ЛЕВИН

Кандидат физико-математических наук

Г. А. ЛЕЙКИН

Доктор физико-математических наук

Л. И. МАТВЕЕНКО

Доктор физико-математических наук

А. В. НИКОЛАЕВ

Доктор физико-математических наук

И. Д. НОВИКОВ

Доктор физико-математических наук

К. Ф. ОГОРОДНИКОВ

Доктор физико-математических наук

Г. Н. ПЕТРОВА

Доктор физико-математических 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

Кандидат технических наук

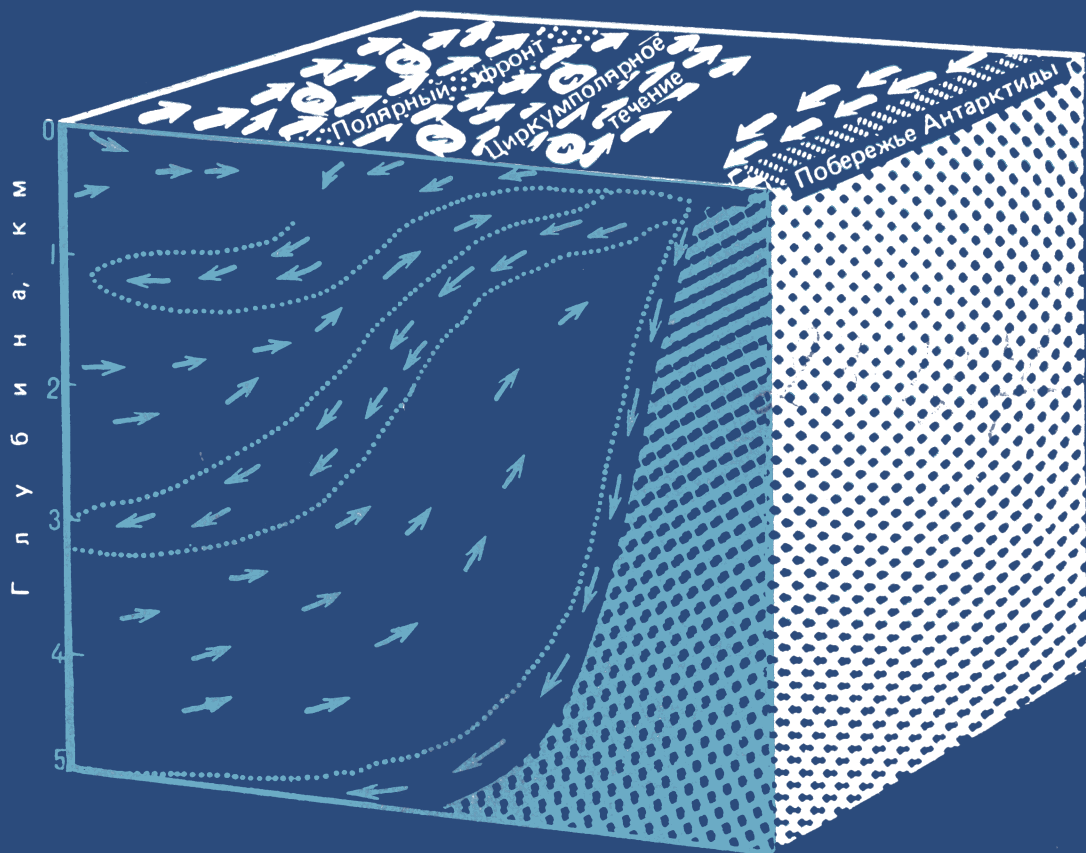
Г. М. ТАМКОВИЧ

Доктор физико-математических наук

Г. М. ТОВМАСЯН

Доктор технических наук

К. П. ФЕОКТИСТОВ



Земля и Вселенная

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
 ЦЕНА 65 КОП.
 ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
 ● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
 ПРОСТРАНСТВА ●

2/84