



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

2/85



Новый крупный шаг в исследовании космоса

В соответствии с программой исследования космического пространства и планет Солнечной системы 15 декабря 1984 года осуществлен запуск созданной в СССР автоматической межпланетной станции «Vega-1» космического проекта «Венера — комета Галлея». Станция «Vega-1» была выведена на межпланетную траекторию с промежуточной орбиты искусственно-го спутника Земли.

Многоцелевой научной программой полета, разработанной по предложению советских ученых, предусматривается проведение исследований планеты Венера и кометы Галлея. На первом этапе полета станции «Vega-1» планируется продолжение изучения атмосферы, облачного слоя и поверхности Венеры с помощью спускаемого аппарата и проведения **принципиально новых экспериментов** по исследованию циркуляции венерианской атмосферы и ее метеорологических параметров посредством аэростатного зонда.

В дальнейшем станция «Vega-1» будет направлена навстречу комете Галлея и впервые проведет непосредственные комплексные исследования ее с пролетной траектории.

В создании комплекса научной аппаратуры и оборудования вместе с советскими учеными, конструкторами, инженерно-техническими работниками и рабочими принимали участие ученые и специалисты Австрии, Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Франции, ФРГ и Чехословакии.

21 декабря 1984 года в Советском Союзе был осуществлен запуск еще

одной автоматической межпланетной станции — «Vega-2». По конструкции и назначению она аналогична станции «Vega-1». Она также доставит спускаемый аппарат и аэростатный зонд на Венеру, а затем будет направлена к комете Галлея. Запуск двух автоматических межпланетных станций даст возможность увеличить длительность научных измерений характеристик кометы Галлея и позволит исследовать различные районы планеты Венера.

Станции «Vega-1» и «Vega-2» достигнут окрестностей Венеры в середине июня 1985 года, а в марте 1986 года пройдут вблизи кометы Галлея.

Научная информация со станций будет поступать в Институт космических исследований АН СССР для обработки и анализа совместно с участниками эксперимента — специалистами Австрии, Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Франции, ФРГ и Чехословакии.

Создание и запуск космических аппаратов, предназначенных для выполнения сложной, многоэтапной научно-технической программы — последовательного сближения с двумя небесными телами, посадки на планету, изучения кометы с пролетной траектории, стали новым достижением советской науки и техники, ярким свидетельством высокой эффективности международного сотрудничества в мирном освоении космического пространства.

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 • 2/85



В этом году День космонавтики, который ежегодно отмечается 12 апреля, почти совпадает со знаменательным событием:

20 лет назад, 18 марта 1965 года, впервые в мире А. А. Леонов совершил выход в открытое космическое пространство и находился 12 минут вне кабины космического корабля «Восход-2». Ныне время работы космонавтов в открытом космосе исчисляется часами. Летом 1984 года впервые в истории космонавтики работала вне корабля женщина-космонавт — С. Е. Савицкая. Первая страница обложки посвящена работам в открытом космосе.

В номере:

Благов В. Д.— Человек в космическом пространстве . . .	2
Бовин С. А.— «Салют-7». Третья экспедиция на станцию	9
Липунов В. М.— Новые модели нейтронных звезд . . .	24
Сергеев Е. М.— Научно-технический прогресс и охрана окружающей среды	34
Ацеров Ю. С.— Новые трассы космической «скорой» . .	41
Лютый В. М.— Переменность излучения активных ядер галактик	46

К 40-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

Левшин Б. В.— Геологи в Великой Отечественной войне	52
Коротцев О. Н.— Их именами названы астероиды . .	56

ЛЮДИ НАУКИ

Памяти Сергея Константиновича Всехсвятского	60
---	----

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Миллман П. М.— Названия ландшафтов других миров	64
---	----

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Радзиевский В. В.— Куда пойти учиться любителю астрономии	74
Дагаев М. М., Фирчук П. Я.— Знают ли астрономию выпускники средних школ?	75

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Удальцов А. И.— Звездное утро Байконура	78
---	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Белый Ю. А.— Обработка результатов наблюдений . . .	84
---	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Орлов В. А.— Марки о выходе в открытый космос . . .	90
---	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

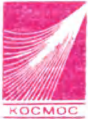
Рейснер Г. И.— Землетрясения: прошлое, современность, прогноз...	93
--	----

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	95
---------------------------------------	----

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наши интервью [16, 69]; Новые книги [23, 45, 51, 59, 63, 77]; Новая звезда в созвездии Лисички [33]; Если исчезнут леса...[40]; Туманности вокруг квазаров [73]; Солнце в сентябре—октябре 1984 года [88].

20 лет назад, 18 марта 1965 года, советский гражданин А. А. Леонов впервые в мире вышел в открытый космос. Значение этого героического шага трудно переоценить. Своими воспоминаниями о том замечательном событии, о последующих этапах освоения человеком открытого космического пространства, мыслями о будущем мирной космонавтики делится с читателями нашего журнала заместитель руководителя полета, лауреат Государственной премии СССР В. Д. БЛАГОВ.



Человек в космическом пространстве

ПО «ГОРЯЧИМ» СЛЕДАМ...

2 октября 1984 года успешно завершился самый длительный космический полет. Он показал, что сегодняшний уровень советской космической техники позволяет эффективно работать на орбите длительное время, планомерно исследовать космическое пространство с целью использования тех колоссальных возможностей, которые предоставляет космос, в интересах народного хозяйства.

Многое в этом полете выполнялось впервые. Наряду с рекордной продолжительностью полета, необычайно большим объемом проведенных экспериментов впервые осуществлено 7 выходов в открытый космос на протяжении одной экспедиции, из них 6 — основным экипажем.

22 часа 50 минут работал основной экипаж вне станции, произвел наращивание солнечной батареи, уникальные монтажные работы по восстановлению резервной магистрали объединенной двигательной установки станции, вырезал фрагменты солнечной батареи для исследования на Земле причин падения их эффективности.

Впервые экипаж экспедиции посещения (В. А. Джанибеков и С. Е. Савицкая) также совершил выход за пределы станции и провел отработку универсального ручного инструмента, соединившего в одном агрегате сразу 4 функции: сварку, резку, пайку металлов и нанесение металлизированных покрытий на различные поверхности.

Сегодня, спустя 20 лет после первого в мире выхода человека в открытый космос, советской космонавтикой накоплен большой опыт проведения работ вне станции. Разработан комплекс совершенного оборудования: высоконадежные скафандры с системой обеспечения жизнедеятельности, бортовые средства шлюзования, перемещения и фиксации космонавта, комплект специального инструмента, аппаратура наружного освещения, телевидения и связи. Число наименований специального инструмента, использованного, например, Л. Д. Кизимом и В. А. Соловьевым при монтажных работах с объединенной двигательной установкой, составило 35 единиц. О высоком уровне творческой работы специалистов, разрабатывающих инструмент, говорит тот факт, что примерно 90% использованного инструмента признано изобретениями.

Отработаны методики выполнения различных операций в космосе: замена научной аппаратуры, установленной на внешней поверхности станции; наращивание солнечных батарей; вскрытие панелей корпуса станции для доступа к агрегатам, монтажные работы на гидромагистралях ЖРД, сварочные работы, резка, пайка, сверление металлов, напыление покрытий, работы с болтовыми соединениями и т. п.

Несмотря на накопленный большой опыт, наличие совершенного оборудования, выход в космос и сегодня, так же как 20 лет назад, — одна из наиболее сложных полетных операций, требующая больших энергетических затрат от космонавта, сопряженная с повы-

шенной опасностью. При первом выходе, например, Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев выполнили 45 действий.

Вот почему необходима тщательная проверка всех действий на Земле, доведение до автоматизма любых процедур (кипу инструкций с собой в космос не возьмешь), отработка нештатных ситуаций. С этой целью создан комплекс средств, обеспечивающих высокий уровень тренировок космонавтов: летающая лаборатория для отработки в невесомости отдельных операций, выполняемых при выходе в космос; гидролаборатория для комплексной отработки всей процедуры выхода и рабочих операций вне станции; различные стенды для обучения работе с инструментом и средствами фиксации.

На этих тренажерах Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев провели в общей сложности 25 тренировок по выходу в открытый космос, отработали действия в 182 возможных нештатных ситуациях. Тренировки по последнему выходу и пережатию трубопровода пришлось проводить на борту станции уже в полете, так как до старта эта операция программой полета не предусматривалась. На борт станции был послан видеофильм, снятый в гидролаборатории, фрагмент конструкции агрегатного отсека станции с трубопроводами, новый инструмент для пережатия трубопровода. Бортовым тренером был В. А. Джанибеков, прошедший перед своим полетом цикл тренировок в гидробассейне.

Все перечисленное выше стало возможным не сразу, не за один год. Все это — плод напряженного многолетнего труда большого коллектива методистов, конструкторов, рабочих, космонавтов, специалистов по управлению полетом.

ШАГИ В НЕВЕДОМОЕ

Еще в 1919 году К. Э. Циолковский начал работу над книгой «Жизнь в межзвездной среде». Многие идеи, высказанные им впервые, теперь уже реализованы. Великий ученый верил, что со временем человек станет «могущественным обитателем эфира» и будет работать в открытом космическом пространстве. А для этого человека необходимо соответствующим образом защитить от вредного воздействия «пустоты эфира».

Впоследствии академик С. П. Королев говорил, что без обеспечения возможности вы-

хода человека в открытый космос «...нельзя было бы думать о прокладывании новых путей в космосе... Несомненно, что во время полетов людям понадобится перейти из одного корабля в другой для оказания, в случае необходимости, помощи, для осмотра или проведения ремонта в полете, что существенно повысит надежность экспедиций.

Выход в открытый космос облегчит проведение некоторых научных исследований... Мы знаем, что при современной технике это вполне реально...»

В 1963 году, еще до полета трехместного «Восхода», С. П. Королев поставил перед коллективом проектной группы задачу — проработать техническую возможность выхода человека в открытый космос из модифицированного «Восхода».

Как вспоминают участники этих работ из КБ, о колоссальной технической сложности задачи тогда как-то не думалось. Для коллектива это была новая, интересная задача, где каждый мог проявить свою творческую жилку. Было рассмотрено несколько вариантов.

Первый. Разгерметизация кабины и выход в космос через люк, используемый для посадки экипажа в корабль на старте. Плюс этого варианта — простота реализации. Минусы: необходимость герметизации ряда приборов, не выдерживающих условий работы в вакууме; потеря воздуха из кабины при каждом выходе. Вариант в последующем был признан неперспективным.

Второй. Создание в объеме кабины «Восхода-2» шлюзового отсека с двумя люками — внутренним и наружным. Исключались недостатки первого варианта, но из-за относительно небольших размеров кабины трудно было выделить необходимый объем для шлюзового отсека. И этот вариант в то время был забракован. (Впрочем, впоследствии его реализовали на кораблях «Союз-4, -5» и станциях «Салют-6, -7».)

Третий. Размещение шлюзовой камеры снаружи корабля. Это устраняло недостатки первого и второго вариантов, однако требовало создания складывающейся шлюзовой камеры, поскольку она должна была размещаться под головным конусом, закрывающим корабль на атмосферном участке при выведении на орбиту. Это, естественно, усложняло конструкцию самой камеры.

Проектанты хотели найти вариант, чтобы все было как можно проще, но в технике так почти никогда не бывает. Работали с энтузиазмом, до поздней ночи, без выходных. Сергей Павлович ежедневно интересовался ходом разработок вариантов, заходил в комнату, где шла работа, присаживался поочередно к каждому кульману, что-то молча обдумывал.

По третьему варианту были пересмотрены различные конструктивные реализации шлюзовой камеры. Окончательный выбор пал на конструкцию, имеющую по периферии ряд надувных аэробалок, специальную систему наддува и отделения от корабля. В короткий срок разработали чертежи и изготовили первый образец шлюзовой камеры.

Были разработаны новые скафандры для выхода в космос. Они во многом отличались от прежних. Так, они имели автономную индивидуальную ранцевую систему обеспечения жизнедеятельности космонавта. Внешняя оболочка была белого цвета, чтобы лучше отражать солнечные лучи. На шлеме установлен плотный светофильтр, защищавший глаза от ярких лучей Солнца. В оболочку ввели второй герметизирующий слой. Страховку космонавта обеспечивал специальный фал длиной 5 м, в который были вмонтированы кабели для системы связи и передачи телеметрических параметров.

С новой проблемой столкнулись врачи. Как поведет себя человек, впервые шагнувший в открытый космос? Одни считали, что в этих условиях может мгновенно возникнуть и быстро развиться боязнь открытого пространства, которая способна парализовать действия и волю человека. Другие же, напротив, полагали, что человек сумеет быстро адаптироваться в новой ситуации, как это имело место с невесомостью. При этом вспоминали слова К. Э. Циолковского: «...крепкие нервы скоро привыкнут и страх исчезнет». Но на все вопросы ответить мог только полет.

Важное значение здесь, конечно, имел подбор экипажа по морально-волевым и психологическим качествам. Ведь предстояло впервые выполнить эксперимент, связанный с выходом человека в космическое пространство. К моменту начала тренировок сформировали экипаж. Командиром корабля был назначен П. И. Беляев, а совершить первый выход в космос доверили А. А. Леонову.

Беляев по своему характеру был человеком большой воли, выдержки, спокойствия, очень настойчивый, отличавшийся логичностью мышления и глубоким самоанализом. Леонов — подвижный, порывистый, способный развивать в любой обстановке кипучую деятельность, проявляя при этом смелость, решительность и настойчивость. Вместе они составляли превосходный экипаж.

Наконец испытания корабля, скафандров, шлюзовой камеры остались позади, закончились тренировки экипажа. Была укомплектована и прошла тренировки группа управления. И вот — знаменательный момент: Государственная комиссия утвердила программу полета.

По программе, старт корабля «Восход-2» должен был состояться 18 марта 1965 года, кораблю предстояло сделать 16 витков вокруг Земли. Переход Леонова в шлюзовую камеру планировалось начать на первом же витке, после проверки системы шлюзования. По командам от автоматики произошло нормальное раскрытие и наддув шлюзовой камеры. Командир корабля с пульта открыл внутренний люк шлюзовой камеры, и туда перешел Леонов.

На втором витке, когда «Восход-2» достиг зоны видимости наземной станции слежения, был открыт внешний люк шлюзовой камеры. С этого момента Леонов оказался в глубоком космическом вакууме. В 11 ч 34 мин 51 с он покинул шлюзовую камеру. Беляев доложил на Землю: «Человек вышел в космическое пространство!»

Леонов снял крышку с кинокамеры и приступил к экспериментам, предусмотренным программой. Он совершил пять отходов и подходов к обрзу шлюзовой камеры. Все его действия фиксировались кинокамерой и по телевидению передавались на Землю. Леонов проводил наблюдения Земли, оценивал удобство работы в скафандре, видимость через светофильтр, анализировал свои ощущения.

Впоследствии, вспоминая о пережитом, Леонов говорил: «Меня часто спрашивают: была ли какая-то непривычная острота, когда я шагнул в космос? Откровенно отвечаю: нет. Даже не похолодело внутри. Только самые приятные ощущения. Ничего, кроме легкости, свободы, я не почувствовал. По-моему, самая важная причина спокойствия — всесторонняя подготовленность к выходу в свободный кос-



Первый выход человека в открытый космос. Это совершил дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. А. Леонов

Фотохроника ТАСС

мос... Есть и другой секрет: картина космической бездны так меня очаровала, что не осталось в душе места для каких-то других ощущений. Только успевай смотреть и поражаться красоте, да выполнять программу». И самое главное — «В космосе можно работать!»

...Программа выхода закончена, пора возвращаться в кабину. 12 мин 9 с пробыл Леонов вне корабля. В дальнейшем этот результат будет зафиксирован в качестве мирового рекорда Международной авиационной федерацией (ФАИ).

После возвращения Леонова в корабль полет «Восхода-2» продолжался еще сутки. Экипаж проводил комплекс визуальных наблюдений. Рано утром 19 марта программа полета корабля «Восход-2» закончилась. Началась подготовка к посадке. Отстрелена шлюзовая камера. Включена система автоматической ориентации. Беляев докладывает, что автоматическая система ориентации не работает. Это значит: в автоматическом режиме посадку корабля осуществить невозможно. В практике пилотируемых космических полетов пришлось впервые использовать ручное управление. Земля после анализа ситуации дала разрешение использовать ручное управление на 18 витке.

Беляев включил систему ручной ориентации и, пользуясь визуальным прибором

«Взор», сориентировал корабль по трем осям — тангажу, курсу и крену, затем включил тормозную установку. И вот 19 марта 1965 года в 12 ч 02 мин 17 с спускаемый аппарат с космонавтами П. И. Беляевым и А. А. Леоновым совершил посадку в 180 км северо-западнее города Перми.

В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС — НА РАБОТУ

После успешно проведенного эксперимента по выходу человека в космос можно было приступать к практическому решению вопросов, связанных с созданием орбитальных станций, прочным завоеванием космоса и постановкой его на службу народному хозяйству. Первые в мире стыковки беспилотных кораблей «Космос-186» и «Космос-188» 30 октября 1967 года и «Космос-212» и «Космос-213» 15 апреля 1968 года подтвердили принципиальную возможность сборки на орбите крупных космических станций.

В январе 1969 года в Советском Союзе был осуществлен эксперимент по созданию пилотируемой космической станции. Корабль «Союз-4», пилотируемый В. А. Шаталовым, и корабль «Союз-5» с космонавтами Б. В. Волыновым, Е. В. Хруновым и А. С. Елисеевым на борту провели сближение друг с другом и стыковку. Таким образом, 16 января 1969 года на орбите была создана и начала функционировать первая в мире экспериментальная космическая станция.

Одним из важных этапов этого полета стал выход Хрунова и Елисеева из «Союза-5» в открытый космос и их переход в другой корабль — «Союз-4». Впервые были отработаны операции смены экипажей космических кораблей и спасения экипажей в случае аварии на орбите. Одновременное пребывание двух космонавтов в открытом космосе продолжалось 37 мин.

С 1971 года начали эксплуатироваться первые орбитальные научные станции «Салют». А в 1977 году приступил к работе в космосе орбитальный научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс».

Программы первой и второй основных экспедиций на станцию «Салют-6» предусматривали выходы космонавтов в открытый космос. 20 декабря 1977 года космонавтам Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко необходимо было произвести тщательный осмотр и кон-



Космонавт А. С. Иванченков, вышедший в открытое космическое пространство 29 июля 1978 года для работы по демонтажу и частичной замене научной аппаратуры станции «Салют-6»

Фотохроника ТАСС

троль состояния внешних элементов станции и стыковочного узла. По результатам этого осмотра предстояло решить: возможна ли стыковка со стороны переходного отсека станции после того, как в октябре 1977 года попытка корабля «Союз-25» причалить к станции оказалась неудачной?

Космонавты Гречко и Романенко находились в открытом космосе 1 ч 28 мин. Результат этой работы был успешным вдвойне. Удалось не только осмотреть стыковочный узел и сделать положительное заключение о его работоспособности, но и одновременно испытать новый скафандр, который стал крупным шагом вперед в скафандростроении.

29 июля 1978 года В. В. Коваленок и А. С. Иванченков также выходили в открытый космос — на этот раз для того, чтобы демонтировать образцы конструкционных материалов, более 300 суток находившиеся на внешней поверхности станции. Космонавты пробыли в открытом космическом пространстве 2 ч 5 мин.

Таким образом, за 13 с небольшим лет космонавты СССР и астронавты США в общей сложности 21 раз повторили подвиг А. А. Леонова.

...В августе 1979 года подходил к концу полет на станции «Салют-6» космонавтов

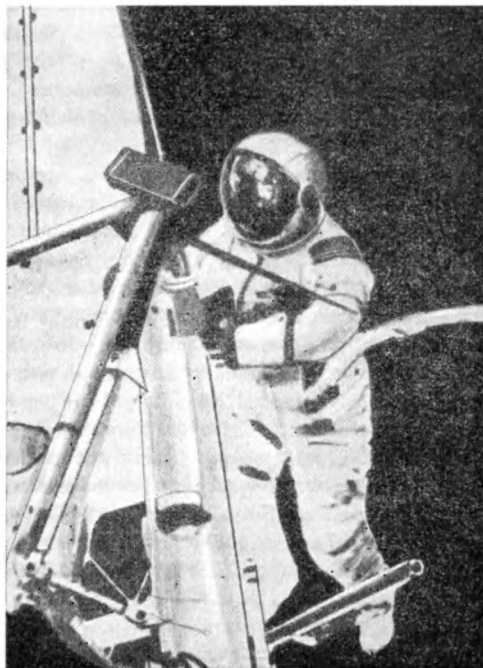
В. А. Ляхова и В. В. Рюмина. Они впервые смонтировали на борту станции космический радиотелескоп КРТ-10, доставленный транспортным кораблем «Прогресс-7». С помощью этого телескопа и работающего в паре с ним крупнейшего наземного радиотелескопа РТ-70 Центра дальней космической связи была проведена серия астрофизических исследований.

К концу полета, на 171 сутки, случилось непредвиденное. Антенна телескопа при отделении зацепилась за стыковочную мишень станции и в таком виде продолжала полет со станцией. Создалась очень сложная ситуация. Космонавты сильно устали. А опыта выходов в открытый космос после столь длительного пребывания в невесомости не было. Были большие сомнения в том, что удастся успешно выполнить эту сложную работу.

Но оставлять станцию в таком виде тоже нельзя. Тогда к ней невозможно будет пристыковать ни грузовой корабль «Прогресс» (узел

Астронавт А. Бин ремонтирует орбитальную станцию «Скайлэб»

Фотография заимствована из журнала «Astronautics and Aeronautics», 11, 11, 1973



закрыт антенной), ни корабль «Союз», поскольку нежестко связанная со станцией антенна КРТ-10 искажает ее инерциальные характеристики и станция не сможет точно сориентировать стыковочный узел на корабль при сближении.

После обсуждения с врачами и космонавтами сложившейся ситуации было принято совместное решение: космонавты все-таки выходят в открытый космос, по поручениям, минуя всю станцию, добираются до торца большого диаметра рабочего отсека, отцепляют там антенну и отводят ее от станции.

Пробыв в открытом космосе 1 ч 23 мин, космонавты блестяще справились с этой задачей. Станция была спасена.

Надо сказать, что всего на станцию «Салют-6», активно функционировавшую в космосе около 5 лет, были совершены полеты шести основных экспедиций, которые выполнили большой объем научных работ. Кроме того по программе «Интеркосмос» на станции побывали космонавты социалистических стран — ЧССР, ГДР, ПНР, ВНР, республики Кубы, Вьетнама, МНР и СРР.

С 6 апреля 1982 года, когда все ресурсы «Салюта-6» были исчерпаны, на орбите начала функционировать новая станция — «Салют-7».

30 июля 1982 года после 78-суточного полета А. Н. Березовой и В. В. Лебедев осуществили выход в космос. Цель: демонтаж и частичная замена научной аппаратуры, которая была установлена на внешней поверхности станции. Помимо этого космонавты выполнили ряд технологических операций и проверку нового инструмента, предназначенного для проведения монтажных работ вне станции. Они пробыли в космосе 2 ч 33 мин. Были также проведены совместные работы с советско-французской экспедицией и экспедицией посещения, в состав которой входила женщина-космонавт С. Е. Савицкая.

В. А. Ляхов и А. П. Александров во время своего 150-суточного полета на станции «Салют-7» дважды побывали в открытом космосе и установили дополнительные солнечные батареи, что позволило увеличить энергетические возможности научного комплекса «Салют-7» — «Союз Т» — «Прогресс» на одну треть. Общее время пребывания Ляхова и Александрова в открытом космосе составило 5 ч 45 мин.

Итак, с развитием космонавтики работы в открытом космосе сделались регулярными. Программы космических полетов ставят новые сложные задачи, которые все чаще приходится решать вне станции. Это процесс закономерный. Яркий пример тому — уникальные работы в открытом космосе, выполненные космонавтами Л. Д. Кизимом, В. А. Соловьевым, В. А. Джанибековым и С. Е. Савицкой, о чем уже рассказывалось в начале статьи.

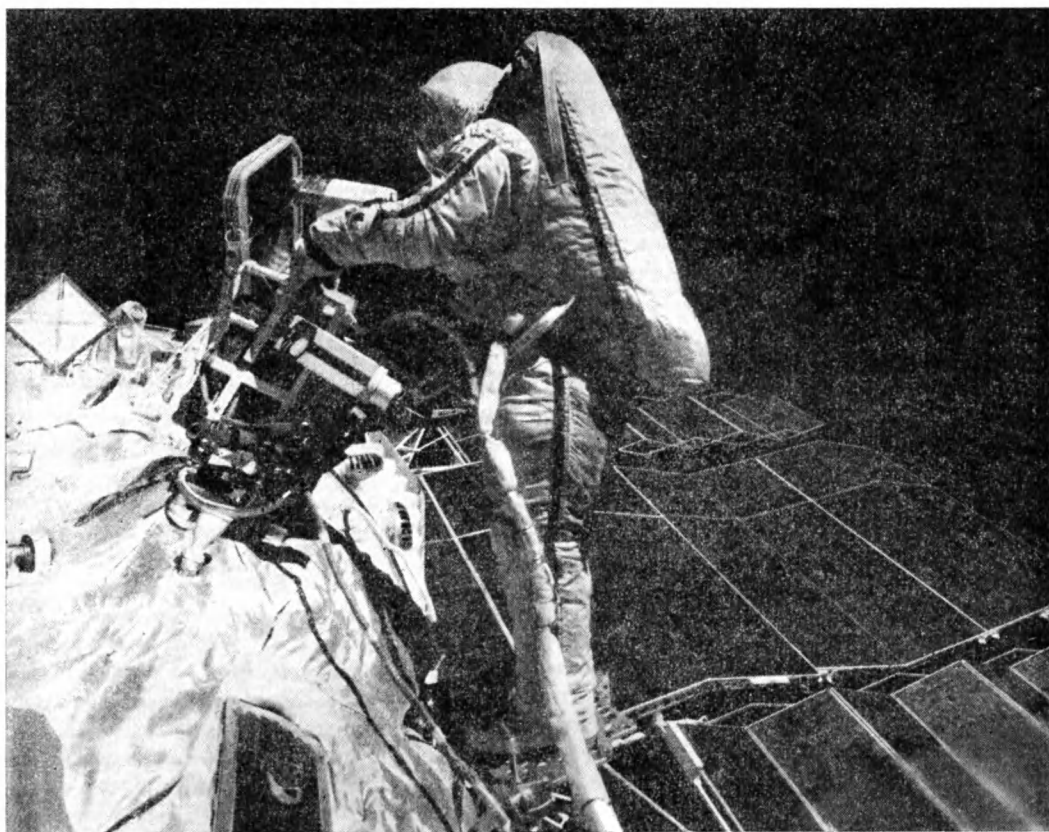
Сегодня мы вооружены целым арсеналом методов и средств, позволяющих выполнять различные работы в открытом космосе. Как же в дальнейшем будет использоваться накопленный опыт?

В недалеком будущем освоение космоса пойдет, по-видимому, в русле, предсказанном еще К. Э. Циолковским, который писал: «...жилища и все принадлежности к ним должны доставляться ракетами с Земли в сложенном (компактном) виде и собираться в эфире по прибытии на место». Такое направление означает создание в будущем больших орбитальных станций и производственных комплексов многоцелевого назначения — их начнут собирать на орбите из модулей и более мелких элементов, доставляемых с Земли.

Кроме того, уже сейчас освоение космоса ставит важные проблемы, решить которые невозможно, если не использовать в новых космических аппаратах отдельные элементы и устройства, по своим габаритам превосходящие размеры грузовых контейнеров современных ракет-носителей. Сборку и даже изготовление таких элементов придется производить непосредственно в космическом пространстве.

Здесь относятся, во-первых, разного рода большие антенны, необходимые для наблюдений поверхности Земли и удаленных астрофизических объектов в различных диапазонах электромагнитного излучения; удовлетворяющие нужды телевидения, связи и навигации; обеспечивающие ретрансляцию на Землю сигналов от космических зондов, которые обследуют далекие планеты Солнечной системы. Ведь эффективность работы таких инструментов (чувствительность и угловое разрешение) повышается с увеличением площади приемных антенн.

Во-вторых, это солнечные батареи, обеспе-



С. Е. Савицкая работает в открытом космическом пространстве. Используя универсальный ручной инструмент, она успешно выполнила экспериментальную обработку металлических образцов. Видны основная солнечная батарея, а за нею — дополнительная

чивающие необходимое энергопитание систем космических аппаратов; уже сейчас их полезные площади 50—100 м². Строительство крупногабаритных солнечных батарей потребует непосредственного участия человека (вспомним эксперименты, проведенные В. Ляховым и А. Александровым).

Оба типа крупногабаритных конструкций (радиоантенны и солнечные батареи) — это основные элементы будущих солнечных электростанций, проекты которых сейчас интенсивно обсуждаются в научной литературе. Некоторые проекты рассматривают солнечные

батареи площадью до 100 км², причем диаметры антенн СВЧ-излучения для передачи энергии на Землю должны составлять почти километр. Такие электростанции и заводы хотя и не требуют постоянного пребывания человека на своем борту, но предусматривают непосредственное участие космонавтов в их сборке, наладке, регламентных работах и ремонте.

В последнее время появилось немало проектов крупногабаритных многоцелевых платформ, которые можно использовать для нужд связи, астрономии, метеорологии, навигации, изучения природных ресурсов Земли. Конечно, широкое использование подобных сооружений потребует создания различного рода автоматов для их сборки. Но контролировать сборочные операции, выполнять тонкие операции настройки и ремонта всегда, по-видимому, будет человек. Уж по крайней мере надолго это останется его прерогативой.

И наконец, строительство научных баз на



«Салют-7». Третья экспедиция на станцию

Закончился самый длительный в истории освоения космоса 237-суточный полет советских космонавтов на борту станции «Салют-7» (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 2; 1984, № 1, с. 6; № 3, с. 2; № 6, с. 2.—Ред.). Экипаж в космическом полете выполнил большой объем медицинских, биологических, технологических, астрофизических, геофизических, а также ремонтно-профилактических работ.

Полет экипажа на станцию «Салют-7» начался 8 февраля 1984 года на транспортном корабле «Союз Т-10». Цель полета заключалась в том, чтобы проверить, сколь успешно коллектив из трех человек способен решать научно-технические задачи в длительном орбитальном полете. Для успешного выполнения этого эксперимента и проведения соответствующих медицинских исследований непосредственно на борту станции в состав экипажа был включен врач-кардиолог О. Ю. Атьков. В помощь ему помимо штатной медицинской аппаратуры на борт станции была доставлена и специальная аппаратура — она обеспечивала более качественное наблюдение за состоянием космонавтов в условиях длительного космического полета. Присутствие врача на борту станции способствовало объективной

оценке состояния экипажа и в случае необходимости позволило бы прекратить длительный космический полет.

ВРАЧ В ДЛИТЕЛЬНОМ КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ

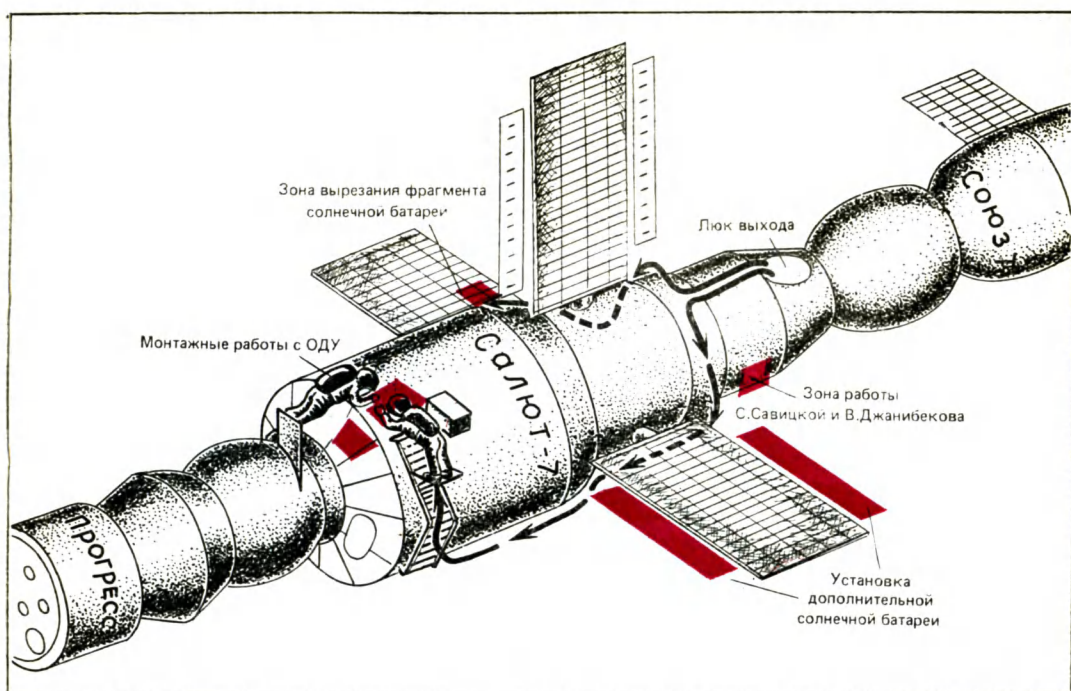
Чтобы решить проблему создания постоянно действующей орбитальной станции, необходимо получить ответы на большое количество чисто медицинских вопросов.

Несмотря на значительный объем медицинской информации, полученной при проведении длительных экспедиций на станциях «Салют-6» и «Салют-7», для полного понимания характера, механизмов, динамики развития изменений, которые возникают в организме человека в условиях длительного космического полета, необходимо проводить во время полета сложные процедуры, требующие специальных медицинских знаний и навыков. Поэтому и был включен в состав экипажа квалифицированный врач-кардиолог кандидат медицинских наук О. Ю. Атьков. Выбор кардиолога определялся тем, что сердечно-сосудистая система наиболее чувствительна к влиянию невесомости.

Луне и других планетах Солнечной системы, сооружение крупногабаритных «эфирных» поселений далекого будущего потребует объединенных усилий всех стран нашей планеты, новых конструктивных решений, таких, какие сейчас не может себе представить даже самая смелая инженерная фантазия.

Космическая строительная индустрия в грядущем должна играть важную роль в жизни человечества, помогать преобразовывать природу для его практических нужд. И потому

преступно тратить колоссальные средства на развитие космического оружия. Необходимо в международном масштабе полностью запретить выведение в космос спутников военного назначения, не приносящих никакой пользы народам Земли, а освободившиеся средства направить для освоения космического пространства в мирных целях.



О. Ю. Атьков — специалист в области функциональной диагностики, хорошо владеет методами исследования системы кровообращения, в том числе наиболее информативными современными методами ультразвукового зондирования сердца, сосудов, внутренних органов. Не удивительно, что в программе его работы значительное место занимали именно эти методы исследования, выполнявшиеся с помощью аппаратуры «Аргумент» и «Эхограф». Вместе с тем он широко использовал методы исследования электрической и механической активности сердца посредством аппаратуры «Аэлита».

Следует отметить, что присутствие врача-кардиолога на борту позволило расширить объем получаемых данных о состоянии сердечно-сосудистой системы благодаря применению новых видов функциональных проб, которые невозможно проводить в отсутствие специалиста, а также за счет увеличения объема снимаемой и расшифровываемой информации. Дело в том, что ранее по телеметрическим каналам передавалась медицинская информация, имеющая в большинстве своем контрольный характер, а данные, представляющие в основном научный интерес,

На поверхности станции «Салют-7» было несколько зон, где во время третьей экспедиции космонавты проводили монтажные работы. Показаны маршруты, по которым перемещались космонавты в открытом космосе на поверхности станции

записывались на магнитную пленку и расшифровывались только после доставки на Землю. Наличие квалифицированного специалиста позволило расшифровывать кардиологические данные сразу после проведения экспериментов и при необходимости вносить соответствующие методические коррективы.

Не надо думать, что научные исследования О. Ю. Атькова носили чисто кардиологический характер. Напротив, большой удельный вес в его программе имели исследования обменных процессов, ранее не осуществлявшиеся, так как они требуют взятия венозной крови и работы на сложной аппаратуре. Занимался он также изучением функций анализаторных систем—вестибулярной и зрительной. Большое внимание в программе отводилось общеклиническим исследованиям: осмотру, выслушиванию, оценке неврологического состояния и т. п. Много внимания уделял О. Ю. Ать-

ков противинфекционной профилактике — состоянию защитных сил организма, степени чистоты атмосферы и внутренних поверхностей гермоотсеков станции.

Таким образом, если говорить о чисто медицинских аспектах, то наличие врача позволило существенно расширить объем научной информации. Важное место в научной работе О. Ю. Атькова на борту станции занимали психологические исследования. При этом в значительной степени работа носила не формальный характер (заполнение опросников, анкет и прочее), а проводилась одновременно с систематическим наблюдением за настроением, работоспособностью, межличностными взаимоотношениями в связи с такими факторами, как напряженность и интенсивность работ, организация режима труда и отдыха.

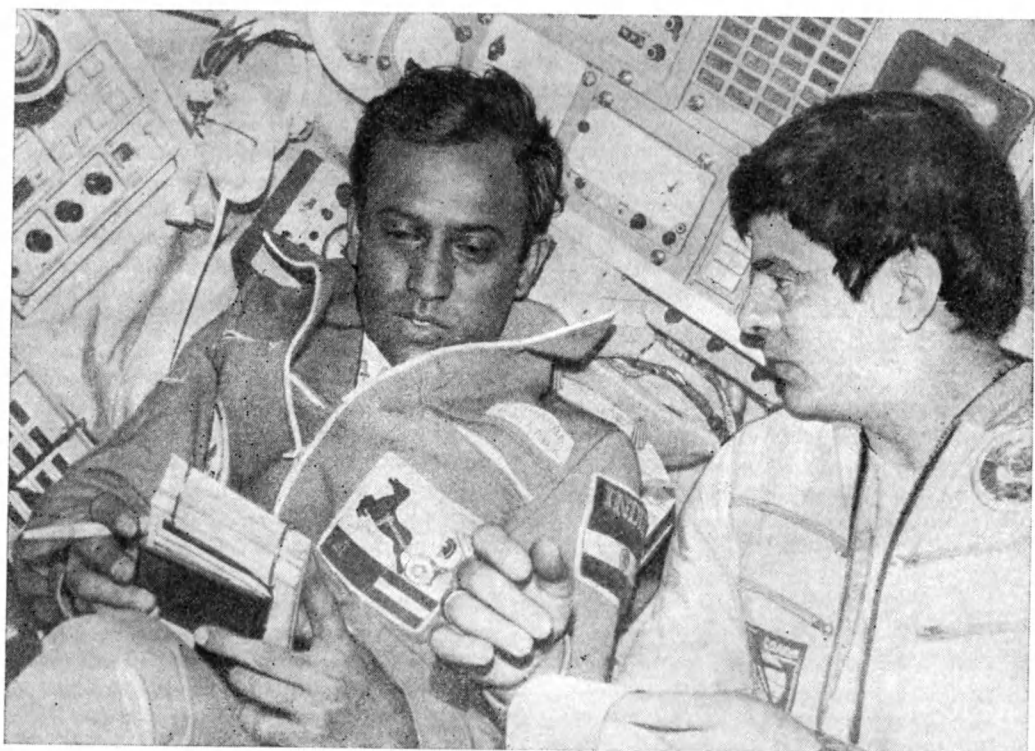
Наконец, следует отметить, что О. Ю. Атьков провел два очень важных эксперимента, связанных с фундаментальными проблемами биологии. В эксперименте «Мембрана» на красных кровяных клетках и искусственно созданных аналогах биологических мембран по-

лучены интересные результаты, которые раскрывают особенности функций, важнейших компонентов клетки, ответственных за ее связь с окружающей средой. В эксперименте «Геном» сделана попытка, используя преимущества, предоставленные невесомостью, разделить крупные фрагменты молекул ДНК, что позволит ускорить расшифровку генетического кода человека.

ПЕРВЫЙ ИНДИЙСКИЙ КОСМОНАВТ В КОСМОСЕ

3 апреля 1984 года в соответствии с программой полета началась очередная международная экспедиция посещения на станцию «Салют-7». Ее экипаж: командир корабля «Союз Т-11» — Ю. В. Малышев; бортиженер корабля — Г. М. Стрекалов и космонавт-исследователь — гражданин республики Индии Р. Шарма. Радостной была встреча на борту

Было о чем поговорить на борту станции «Салют-7» Р. Шарме и В. Соловьеву. И просто по душам, и готовясь к очередному эксперименту...



станции двух экипажей. Обычно экспедиции посещения короткие, непродолжительные, а объем работ планируется очень большой. Поэтому трудиться приходится и гостям, и хозяевам с полной отдачей, чтобы уложиться в жесткий временной график.

Сотрудничество СССР и Индии в изучении и освоении космического пространства охватывает широкую сферу деятельности (Земля и Вселенная, 1984, № 5, с. 44.—Ред.). Работы, выполненные на борту станции,—только часть совместного плана исследований. Вот некоторые эксперименты, которые провел экипаж экспедиции посещения с 3 по 11 апреля 1984 года.

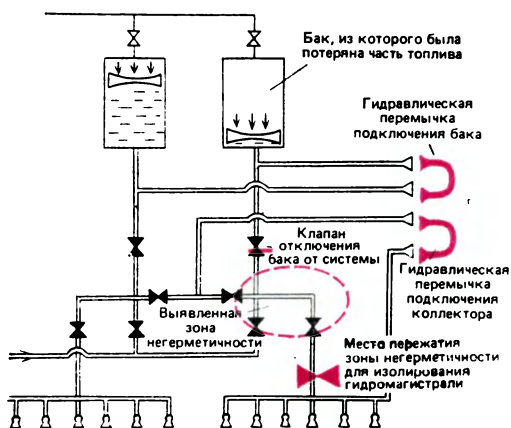
«Баллисто» — исследование силы сердечных сокращений и координированности работы правых и левых отделов сердца.

«Вектор» — изучение биоэлектрической активности сердца, фазовой структуры цикла и объема гемодиализации.

«Йога» — изучение возможности и эффективности применения упражнений по системе «йога» для профилактики неблагоприятных влияний невесомости на опорно-двигательный аппарат человека.

«Терра» — фотосъемка территории Индии посредством многозональной фотокамеры. Эти исследования направлены на изучение природных ресурсов Индии и прилегающей к ней акватории Индийского океана. Полученная информация будет использована для решения

Фрагмент схемы двигательной установки станции, где была обнаружена негерметичность.



топливно-энергетических и сельскохозяйственных проблем индийской экономики, а также для геологических, гляциологических и инженерно-гидрологических изысканий.

«Переохлаждение» — технологический эксперимент, проводился с целью выяснения роли гетерогенных центров зарождения, присутствующих на поверхности расплава; определения степени переохлаждения; влияния на переохлаждение конвекции, вызываемой гравитацией и температурными градиентами; возможности образования метастабильных фаз и получения массивных аморфных материалов. Эксперимент проводился на модельном сплаве серебро — германий, предложенном индийскими специалистами.

НОВЫЕ ВИДЫ МОНТАЖНЫХ РАБОТ В КОСМОСЕ

9 сентября 1983 года служба контроля за системами станции «Салют-7» обнаружила изменение давления в одном из баков двигательной установки. Последующий анализ показал, что из-за нарушения герметичности гидравлической части системы как раз и произошла частичная потеря топлива. Это встревожило конструкторов и разработчиков электрических схем, так как топливо является агрессивным компонентом в системе двигательной установки и его контакт с конструкцией и кабелями способен привести к их разрушению, что в свою очередь могло бы повлиять на управляемость станции. Впрочем, контрольные исследования на Земле и тестовые проверки на станции показали, что работоспособность станции не нарушена.

Далее предстояла трудная задача — найти место нарушения герметичности. После долгих дополнительных проверок системы была определена зона, в которой должен был находиться дефект, и это позволило конструкторам приступить к созданию методики и специального инструмента для работы в открытом космосе.

После изготовления и доставки на борт станции инструмента Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев в течение четырех последовательных выходов в космическое пространство (23, 26, 29 апреля и 4 мая 1984 года) выполнили необходимые работы. Космонавты сумели установить две гидравлические переключатели на технологические выводы двигательной установки.

В начале мая специалисты пришли к выводу: для завершения работ необходимо изготовить и доставить на станцию дополнительное оборудование и снаряжение; поэтому работы были временно приостановлены.

8 августа 1984 года В. А. Соловьев и Л. Д. Кизим совершили свой последний выход. Они опять прошли в корму станции и, найдя в паутине гидромагистралей нужный трубопровод, пережали его специальным устройством.

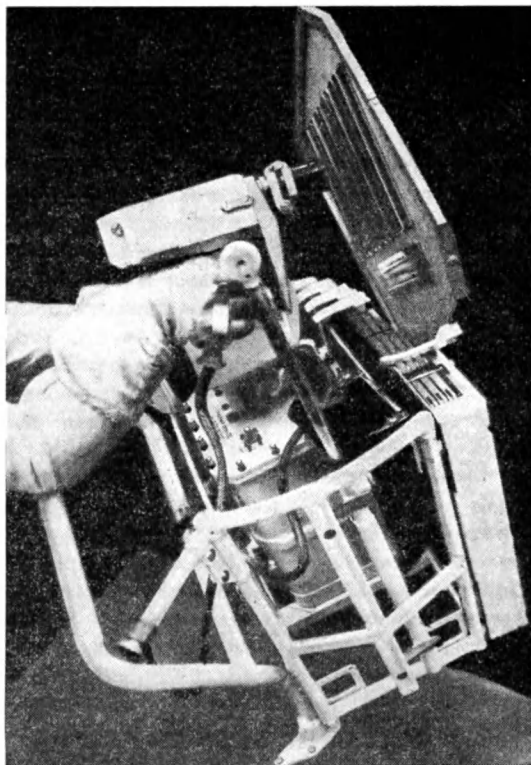
КОСМИЧЕСКАЯ СВАРЩИЦА

17 июля 1984 года на корабле «Союз Т-12» на станцию «Салют-7» «в гости» к Кизиму, Соловьеву и Атькову отправилась очередная экспедиция посещения в составе В. А. Джанибекова (командир корабля), С. Е. Савицкой (бортинженер) и И. П. Волка (космонавт-исследователь). Этот экипаж интересен, в частности, тем, что В. А. Джанибеков полетел в космос в четвертый раз, а С. Е. Савицкая — первая женщина, которая дважды побывала на орбите. Но самое замечательное в данном экипаже то, что перед ним была поставлена необычная задача — провести экспериментальную обработку металлических образцов в открытом космическом пространстве.

Начала выполнять эту работу С. Е. Савицкая. Ассистировал ей снаружи станции В. А. Джанибеков, И. П. Волк обеспечивал выполнение временного графика работ по внутренней радиосвязи, находясь внутри станции.

Необычность и сложность этих работ потребовала длительной подготовки к ним. Обработка металлов (сварка, резка, пайка, напыление) и на Земле — дело непростое. А тут космос, со своей неизменной спутницей — невесомостью... В этих условиях расплавленный металл ведет себя иначе, чем на Земле. Для запланированных работ в Институте электросварки имени Е. О. Патона АН УССР был создан универсальный ручной инструмент. Джанибеков помог Савицкой установить аппаратуру на поверхности станции, и эксперимент начался. С. Е. Савицкая выполнила программу работ с образцами из титана, стали и алюминия. Завершал программу работ по сварке, пайке и напылению В. А. Джанибеков.

Образцы возвращены на Землю, и предварительные лабораторные исследования уже сейчас дают основания говорить, что человек



Так выглядит установка для обработки металлов в космосе, созданная в Институте электросварки имени Е. О. Патона АН УССР

может вести обработку металлов в открытом космосе.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДОЛЖАЮТСЯ

Экипаж третьей экспедиции продолжил эстафету исследований природных ресурсов Земли. Они выполнялись в три этапа. На первом этапе (февраль — апрель) велась съемка одних и тех же районов поверхности Земли при различных положениях Солнца. На втором этапе (май — июль) проводилась съемка наиболее интересных районов по заявкам ученых. На третьем этапе (август — сентябрь) велась комплексная съемка по международным программам «Черное море» и «Гюнеш-84».

По заказу нефтехимиков проводился эксперимент «Тампонаж», посвященный исследо-

ванию механизма каналообразования в суспензиях, которыми тампонируются нефтяные скважины.

В области технологии производства космонавты ставили эксперименты на установках «Испаритель-М» и «Пион-М». Первая предназначена для автоматического нанесения покрытий из сплавов серебра и меди на титановые подложки, а на второй проводились опыты по исследованию процессов теплопереноса на модельных веществах в условиях невесомости.

На установке «Электротопограф» шли эксперименты, связанные с исследованием кинетики деградации диэлектрических материалов (фоторезисты, пластики), помещенных в вакуум.

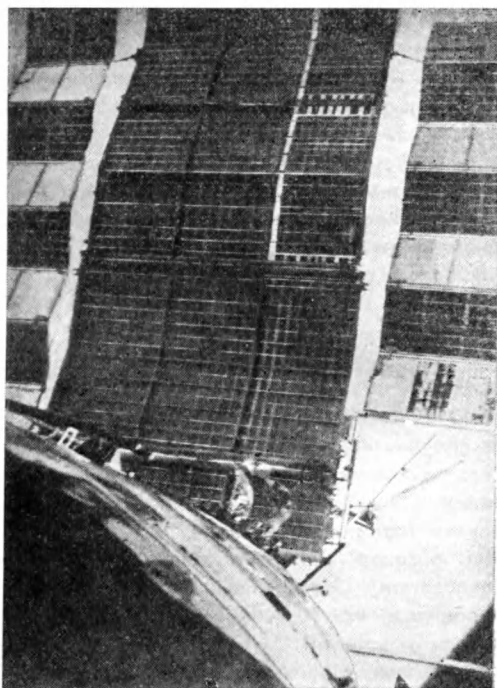
Перспективное направление в исследованиях, выполняемых на борту станции,— отработка технологии получения сверхчистых медико-биологических препаратов на электрофоретической установке «Таврия» с целью получения противовирусного препарата.

Контроль за окружающей средой около станции проводился с помощью аппаратуры «Астра».

Проведенный эксперимент «Резонанс» дал информацию об ускорениях, возникающих на станции при различных воздействиях на ее конструкцию, например от физических упражнений, выполняемых экипажем на бортовых спортивных снарядах в резонансном режиме. Эти исследования позволяют уточнить уровень допустимой динамической нагрузки на конструкцию станции.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СТАНЦИИ

Рост количества научной аппаратуры, доставляемой «Прогрессами» на станцию, требует все большего количества электроэнергии. Эта проблема решается за счет расширения активной площади солнечных батарей путем установки дополнительных панелей. Экипаж предыдущей экспедиции на станцию уже выполнил такую уникальную операцию, увеличив площадь одной из трех солнечных батарей. Точно такие работы, но уже по наращиванию другой солнечной батареи, выполнили Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев. Используя опыт предыдущего экипажа, они затратили на операцию по установке дополнительной солнечной батареи не два выхода в космическое пространство, а только один.



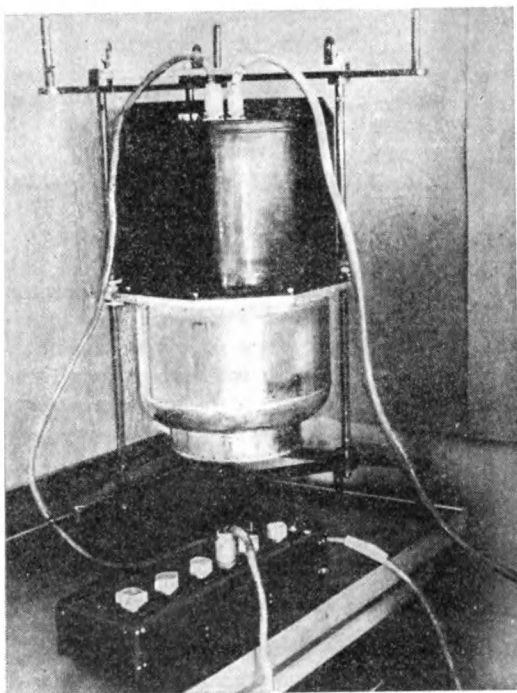
На снимке — солнечная батарея, справа и слева от которой Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев установили две дополнительные панели

Другая проблема в системе электроснабжения станции — это повышение сопротивляемости конструкции солнечных батарей и ее элементов разрушающему воздействию космического пространства. Чтобы знать, как защищаться и от чего, необходимо было «посмотреть» на сами солнечные батареи. Поэтому в одном из шести выходов В. А. Соловьев и Л. Д. Кизим вырезали из действующей панели солнечной батареи небольшой фрагмент (200×200 мм), который и был доставлен на Землю.

АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

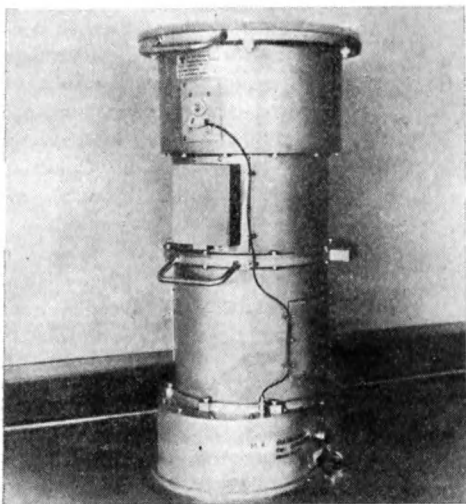
В астрофизике интересная область исследований — звездный мир в диапазоне рентгеновских лучей, и здесь очень удачно сочетаются возможности космонавтики и потребности астрофизиков.

Для исследования источников излучения в рентгеновском диапазоне на борт станции



Советский рентгеновский спектрометр РС-17Б

Французский рентгеновский телескоп ГСПС



«Салют-7» был доставлен комплекс аппаратуры «Сирень». Он обеспечивал спектрометрические исследования источников рентгеновского излучения в диапазоне энергий от 2 до 600 кэВ с высоким временным и энергетическим разрешением.

В состав комплекса аппаратуры вошли французский рентгеновский телескоп ГСПС (газовый сцинтилляционный пропорциональный спектрометр) и советский рентгеновский спектрометр РС-17Б.

Приемная аппаратура комплекса «Сирень» должна находиться снаружи станции. Конструкция станции позволила космонавтам не выходить специально в открытый космос, а использовать для этой цели один из отсеков станции — промежуточную камеру. Приборы ГСПС и РС-17Б были установлены экипажем в промежуточной камере, через электрические герморазъемы их соединили кабелями с управляющими и регистрирующими приборами, расположенными в рабочем отсеке станции.

После отстыковки последнего грузового корабля «Прогресс-23» промежуточная камера была разгерметизирована, и затем экипаж открыл из рабочего отсека «форточку» (люк с кормовым стыковочным узлом) в космическое пространство. Дальше качество работы зависело от искусства экипажа станции, который с ювелирной точностью ориентировал приемную аппаратуру рентгеновского комплекса «Сирень» на исследуемые объекты во Вселенной и записывал сигналы на магнитные пленки. Всего было проведено 46 сеансов наблюдений в течение трех недель работы и получено 11 кассет с магнитной пленкой — на ней регистрировались результаты наблюдений источников Телец X-1, Лебедь X-1, Лебедь X-2, Лебедь X-3, центра Галактики, периодически вспыхивающего источника AO535+26.

Итак, завершилась самая длительная космическая экспедиция. Для ее поддержки с Земли было отправлено около 11 т различных грузов. Выполнены все запланированные работы, психологический климат на станции был здоровый, а контакт экипажа с центром управления полетом — превосходный.



НАШИ
ИНТЕРВ'Ю

Интервью летчиков-космонавтов СССР

**Л. Д. Кизима
и В. А. Соловьева**

Пройден очередной этап в исследовании и освоении космического пространства. 237 суток несли нелегкую вахту в космосе на орбитальной станции «Салют-7» командир экипажа Л. Д. Кизим, бортинженер В. А. Соловьев и космонавт-исследователь врач О. Ю. Атьков. Выполнено свыше 500 экспериментов, проведен большой объем медицинских исследований.

Наш корреспондент **Г. И. Воробьев** обратился к летчикам-космонавтам **Л. Д. КИЗИМУ** и **В. А. СОЛОВЬЕВУ** с просьбой рассказать, как проходил этот полет, какую работу выполняли они на протяжении почти восьми месяцев.



Ваш рекордный на сегодня полет складывался из отдельных часов и суток напряженного труда. Надо думать, среди них не было похожих, однообразных. Видимо, каждый день давал что-то новое...

— Конечно! Но в известной мере такую новизну следовало бы назвать запланированной. Ведь выполнению столь продолжительной и объемной по содержанию программы предшествовала длительная и разносторонняя подготовка как в профессиональном, так и в психологическом плане. Был учтен опыт предыдущих длительных полетов, разработаны новые методы и средства обеспечения нашей жизнедеятельности и работоспособности в предстоящем полете. Все это вселяло уверенность, оптимизм. Но барьер неизведанного все же напоминал о себе.

Мы понимали, что успех экспедиции во многом зависит от того, насколько правильно сложатся наши взаимоотношения во время полета. Сейчас мы с удовольствием можем отметить — в нашем экипаже все 237 суток царили полное взаимопонимание, общая заинтересованность в успехе дела и дружеская взаимопомощь.

В учебно-тренировочном макете станции «Салют-7» космонавты В. А. Соловьев и Л. Д. Кизим

Известно, что каждый ваш рабочий день был загружен до предела. Как строилась работа на борту станции!

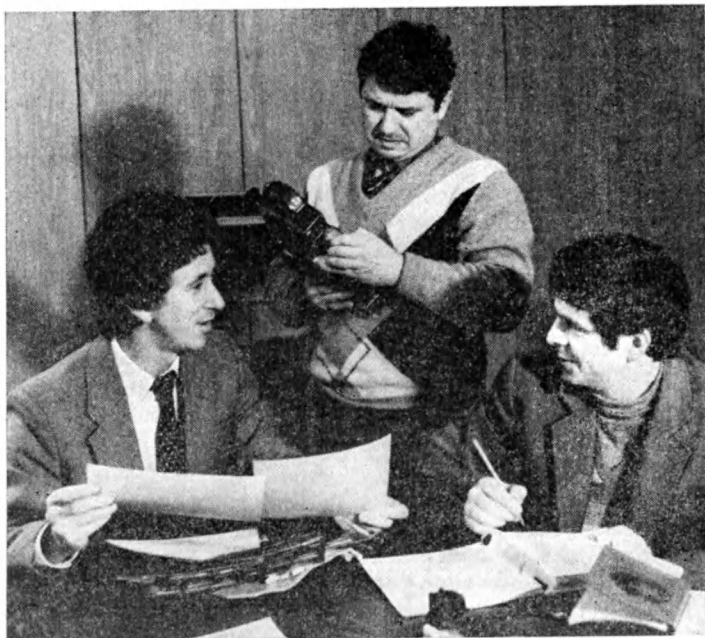
— Невозможно перечислить все эксперименты и исследования, выполненные нами в течение полета. А ведь все они требовали соблюдения обязательных условий для их проведения, строго определенной ориентации станции, контроля временных интервалов и так далее.

Программа исследований была построена по «блочному» принципу, когда работы по каждому из направлений идут относительно долго, например в течение недели или двух. Это позволяет сосредоточиться на эксперименте, анализировать получаемые результаты и вносить необходимые коррективы.

Таким образом выполнялись геологические эксперименты, когда мы находили и регистрировали различные структуры и образования, перспективные для поиска полезных ископаемых, изучали поведение океана, его биологические ресурсы, влияние на погоду, проводили технологические эксперименты с установками «Испаритель», «Тампонаж», «Таврия», «Электротопограф», астрофизические, регистрируя с помощью специальной аппаратуры рентгеновские источники во Вселенной.

Много времени вы посвятили фотографированию земной поверхности и визуальным наблюдениям по программе исследования природных ресурсов Земли и изучения окружающей среды...

— Да. Крым и Черное море, Прикаспийская низменность,



На занятиях по кинофотоподготовке: космонавты О. Ю. Атьков, Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев

районы, примыкающие к Байкало-Амурской магистрали, республики Средней Азии, Западная Сибирь и Приморский край, Памир и Тянь-Шань — все это было предметом нашего изучения. Мы выполнили заказы нескольких сотен советских организаций и ряда социалистических стран, использующих космическую информацию в своей научной и производственной деятельности.

Кстати, реализация длительной программы исследований требует пополнения ресурсов орбитальной лаборатории...

— Все необходимое оборудование и расходные материалы доставлялись нам «Прогрессами». Мы приняли и разгрузили 5 грузовых кораблей.

Памятными вехами в нашем марафонском полете стали экспедиции посещения. Первым к нам прибыл международный экипаж в составе Ю. Малышева, Г. Стрекалова и гражданина республики Индии Р. Шармы. По программе советско-индийского сотрудничества в исследовании космоса проводились эксперименты по трем направлениям — геофизике, технологии, медицине. Международный экипаж при нашем участии успешно выполнил намеченную программу работ.

Вторая прибывшая к нам экспедиция (В. Джанибеков, С. Савицкая и И. Волк) должна была осуществить выход в открытый космос, чтобы выполнить сложный технологический эксперимент с использованием универсального ручного инструмента. При выходе в космос В. Джанибекова и С. Савицкой мы стремились им помочь, понимая,

сколь трудна их задача. Но нашего вмешательства не потребовалось — Светлана и Владимир действовали великолепно. Бесспорно, выход в космос Светланы Савицкой — первой женщины на Земле, совершившей такой подвиг, — стал большим событием в космонавтике.

Какие направления в вашей работе на борту станции вы могли бы назвать главными?

— Основными направлениями в наших исследованиях стали геофизические, астрофизические, биологические, биотехнологические эксперименты, эксперименты по материаловедению, медицине; визуальные наблюдения проводились для геологии, океанологии, в интересах сельского, лесного, рыбного хозяйства. Большая часть работ, в сущности, продолжала те исследования, которые были проведены до нас предыдущими экспедициями. Вместе с тем на долю нашей экспедиции пришлось и совершенно новые эксперименты или эксперименты на усовершенствованной аппаратуре. Традиционно важное место в программе занимали технические и технологические исследования, направленные на отработку приборов и методик, их дальнейшее развитие, совершенствование техники, в том числе космической. Большой интерес ученых вызвали эксперименты, проведенные по программе «Интеркосмос», такие, как «Черное море», «Гюнеш». Основная цель «Гюнеша» состояла в совершенствовании аэрокосмических исследований Земли в физико-техническом и научно-методическом аспектах. Это способствовало дальнейшему интенсивному разви-

тию соответствующих отраслей космического природоведения. В работе участвовали специалисты нашей страны, а также ученые Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Чехословакии. Впервые были использованы 5 модификаций самолетов-лабораторий, оснащенных оригинальной аппаратурой высокого класса. Во время эксперимента выверялись различные варианты построения технических средств, обеспечение исследований на всех уровнях, начиная с аэрокосмического контрольного измерительного полигона. В эксперименте «Черное море» измерения велись на трех уровнях: с «Салюта-7», самолетов, морских судов и стационарной платформы, установленной в море. Черное море выступало в данном случае как модель океана с присущими ему вихревыми течениями, подъемами воды, шельфовыми зонами. В будущем мы сможем создать автоматизированную систему, которая будет оповещать о тайфунах, пожарах и так далее; тем самым возрастет скорость получения информации.

Визуальные и инструментальные наблюдения — а именно к таким относятся эксперименты «Гюнеш» и «Черное море» — вообще были одними из самых интересных во время работ космических экспедиций. Для наблюдений на борту станции «Салют-7» имеются широкоформатные фотокамеры КАТЭ-140, МКФ-6М, ручные фотоаппараты, спектрометры МКС-М и «Спектр-15». С орбиты станции, используя МКФ-6М, удастся запечатлеть прямоугольный участок площадью 40 тыс. км². А каждый кадр топографической камеры КАТЭ-140 охватывает квадрат

со стороны в несколько сотен километров. Нами засняты тысячи таких квадратов.

Люди, не связанные с космонавтикой, зачастую спрашивают: а зачем так много фотографировать? Ведь этим занимались и предыдущие экспедиции...

— Дело в том, что двух одинаковых снимков практически не бывает. Всегда есть что-то новое: или другая освещенность объектов (а значит, видны и новые детали), или другое время года, или другие погодные условия. Идет процесс накопления информации, затем на Земле синтезаторы изображения, используя ЭВМ, анализируют эти снимки, составляют карты. С помощью аэрофотосъемки их уточняют, по ним осуществляются наземные исследования, что дает возможность поисковым экспедициям вести разведочные работы более целенаправленно. Уже сейчас материалами космической съемки пользуются свыше 800 организаций нашей страны. Много информации было получено о быстропротекающих процессах, требующих оперативного реагирования. К таким явлениям относятся тайфуны, пожары, подвижки ледников.

Особенно важным было то, что наш экипаж летал в течение всех четырех времен года.

В нашей прессе уже сообщалось, что в ходе ваших экспериментов были осуществлены исследования рентгеновских источников. Расскажите, пожалуйста, подробнее.

— К концу пребывания нашей экспедиции на орбите мы провели один из важнейших астрофизических эксперимен-

тов с аппаратурой «Сирень». Эксперимент «Сирень» — советско-французский. Он был задуман еще во время подготовки к полету французских космонавтов. Аппаратура включает два рентгеновских телескопа. Оба прибора предназначены для спектрометрических исследований рентгеновских источников. Причем они как бы дополняют друг друга, так как первый из них принимает жесткое рентгеновское излучение, а второй имеет высокую разрешающую способность. Эта аппаратура позволяет изучать рентгеновское излучение в диапазоне от 2 до 800 кэВ. Экипаж смонтировал ее; затем люк станции был открыт и телескопы сориентированы на исследуемые источники. Всего проведено 46 сеансов наблюдений. Особый интерес вызвал источник, который в это время имел повышенную активность как в рентгеновском, так и в оптическом диапазоне. Наблюдения эти можно проводить только с орбиты, поскольку рентгеновские лучи не проходят сквозь атмосферу Земли.

Имея в нужном количестве такого рода наблюдательные материалы, ученые смогут более успешно решать многие вопросы, связанные со строением и эволюцией Вселенной. Подобные наблюдения обеспечат специалистов и новыми данными о поведении плазмы, которые пока в лабораториях получить невозможно.

Теперь, видимо, настало время рассказать и о некоторых технологических экспериментах...

— Технологические эксперименты в основном проводились экспедициями посещения. Наш

экипаж оказывал помощь, выполнял подготовительные операции. Продолжались работы по программе «Испаритель», начатые в 1979 году. Оборудование для этого эксперимента создано в институте электросварки имени Патона АН УССР. Схема эксперимента проста. В шлюзовой камере, в условиях невесомости и космического вакуума, с помощью электронной пушки происходит мгновенный разогрев тигля. Помещенный в нем металл или сплав превращается в пар и осаждается на расположенные напротив тигля пластинки. Всего за минувшие годы получено более 180 таких металлизированных образцов.

Модернизированная установка «Испаритель-М» может наносить покрытия толщиной до десятых долей миллиметра. Мощность у нее больше, скорость испарения выше. Но главное — эта полностью автоматизированная аппаратура способна выполнять восемь различных видов работ. Например, наносить не только металлы, но и пластики. Не обязательно на стекло или металлическую пластинку, как раньше, но и на полимерную пленку. Наконец, установка стала многоцелевой. Мы можем не только испарять, а и плавить материалы так же, как в хорошо известных космических печах «Сплав» и «Кристалл».

Но ведь вам приходилось работать не только внутри станции!...

— Да, разумеется. Самое большое впечатление на нас произвели восстановительные операции в открытом космосе. Думаем, те работы, которые были проделаны нами во время шести выходов в открытый

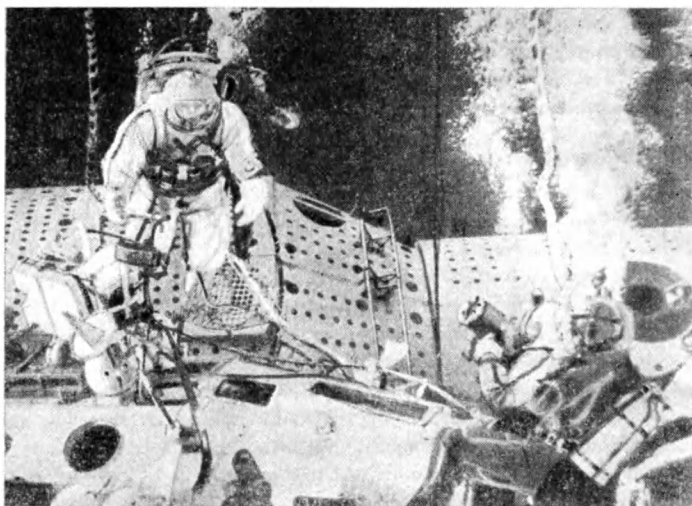
космос, — неплохая репетиция для будущих больших сборок.

В дальнейшем такие работы станут необходимыми при обслуживании систем. Ведь наряду с тем, что станция будет местом проведения научных исследований, она превратится и в своего рода базу для ремонта элементов спутниковых систем. Накопленный опыт при проведении восстановительных работ ценен еще и потому, что экипажу пришлось обучаться некоторым операциям «с ходу», уже на борту космической станции.

Тогда, пожалуйста, — коротко о причинах, побудивших вести сложные монтажные работы в открытом космосе.

— Орбитальная станция «Салют-7» имеет две дублирующие друг друга магистрали объединенной двигательной установки: основную и резервную. Возникшая неисправность в резервной магистрали не отражалась на работе основной. Тем не менее было принято решение восстановить ее работоспособность и одновременно проверить возможность проведения таких сложных монтажных работ в открытом космосе. Одной из особенностей предстоящей операции было то, что нам пришлось работать на агрегатном отсеке, который расположен на противоположном конце станции. Чтобы добраться туда, требовалось пройти между солнечными батареями, антеннами и другими элементами конструкции станции. И не только пройти, но и каждый раз пронести достаточно большие контейнеры с инструментом и приспособлениями.

В первый раз, пройдя вдоль всей станции к агрегатному от-



тажные работы заняли немногим более 3 часов. Устанавливать пришлось сразу обе панели, а не по одной, как предыдущему экипажу. После установки четырех дополнительных панелей солнечных батарей мощность системы электропитания станции значительно повысилась.

Когда вторая экспедиция посещения возвратилась на Землю, мы совершили свой шестой, последний выход в открытый космос.

Шесть раз в течение одного полета! Ведь пока это абсолютный рекорд в истории мировой космонавтики. И легкими прогулками такие выходы не назовешь...

— Никакая серьезная работа легкой не бывает. Несмотря на столь длительный полет, мы сохраняли хорошую физическую форму, что и помогало нам при выполнении операций в открытом космосе. А их было немало. В частности, пришлось перекрывать один из трубопроводов топливной магистрали, используя специальное приспособление. Впервые в открытом космосе было осуществлено герметичное пережатие топливного трубопровода. Проведенные проверки показали, что работоспособность резервного контура удалось полностью восстановить.

После этого с помощью специального инструмента мы демонтировали небольшую часть панели солнечной батареи, чтобы на Земле могли тщательно проанализировать состояние этих элементов и определить, как повлияли условия открытого космоса на электрические характеристики батарей.

Всего же общая продолжительность шести выходов в от-

секу, мы установили специальный трап, по которому смогли добраться до места предстоящих работ. Там мы закрепили контейнер с инструментом и приступили к подготовительным операциям перед работой с резервной магистралью. Были вскрыты панели и освобожден доступ к агрегатам магистрали.

Второй раз мы вышли в открытый космос через три дня. Проложив тот же путь, что и в первый раз, мы продолжили работы. В магистрали был установлен клапан, проведен наддув и проверена герметичность трубопровода. В результате мы определили, по какому из возможных вариантов следует действовать дальше. Второй выход занял 5 часов, а работа с инструментами и приспособлениями велась как на освещенной стороне, так и в тени.

В последующие два выхода в открытый космос мы смонтировали две дополнительные магистрали и проверили их герметичность. Все необходимые приспособления и инструменты для этого уже имелись на борту станции, а экипаж

Тренировки в гидросреде по отработке операций, связанных с выходом в открытый космос

еще на Земле готовился к работе по этому варианту.

Насколько можно судить, опыт предыдущих выходов позволил вам выполнить работу быстро и надежно!

— Безусловно, такой опыт нам очень пригодился. И, кроме того, завершить работы с двигательной установкой решили после прилета экспедиции посещения, экипаж которой должен был объяснить нам методику выполнения очередных работ, то есть провести обучение на борту.

Перед последним выходом в открытый космос для восстановления резервной магистрали мы провели пятый выход, во время которого установили две дополнительные секции солнечной батареи. Выполнению этой операции очень помог опыт, накопленный в предыдущих полетах: все мон-

крытый космос составила 22 часа 50 минут.

Видимо, результаты этих выходов дают возможность планировать в будущем разнообразные монтажные, ремонтные и исследовательские работы в открытом космосе! Значит ли это, что наземные тренировки перестают играть свою роль?

— **Вовсе нет. Действительно, реальной становится возможность сборки крупных орбитальных комплексов с использованием специальных приспособлений и инструментов. Но для обеспечения этих работ и для подготовки космонавтов у нас широко применяются специальные установки, моделирующие работу космонавтов в условиях невесомости. В этих целях хорошие результаты дает подготовка экипажей в гидролаборатории. Все основные элементы выхода, переме-**

щения экипажа снаружи и внутри станции, а также взаимодействие друг с другом космонавты отрабатывают в бассейне с водой, там достаточно хорошо имитируется невесомость и условия работы в скафандре.

Важное место в подготовке занимают также тренировки в барокамере, где в условиях глубокого вакуума космонавты приобретают навыки работы в реальном скафандре, к тому же в усложненных условиях.

Очевидно, новые задачи требуют создания и новых инструментов, приспособлений, а также методик для подготовки космонавтов. Можно ли надеяться, что большой опыт, накопленный советской космонавтикой в этом направлении, позволит решить стоящие проблемы быстро и успешно?

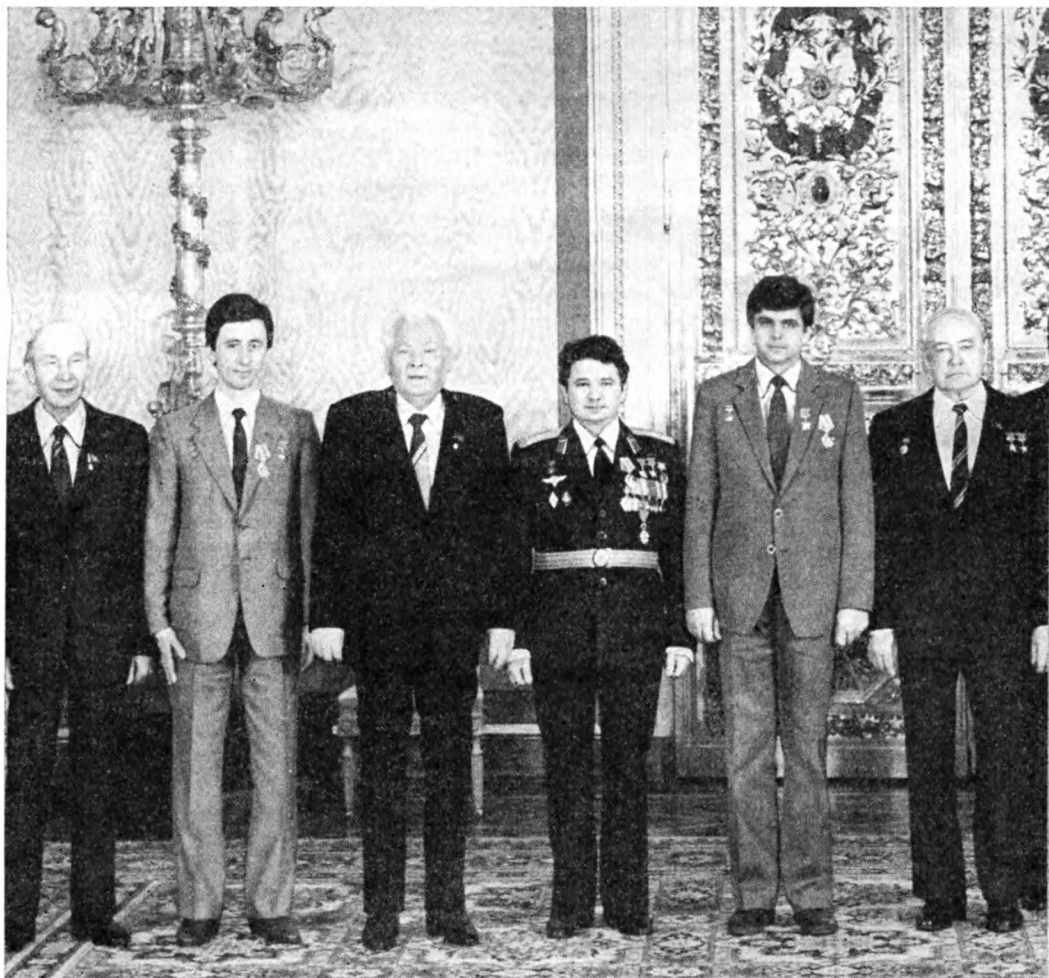
— **Возросшая продолжи-**

тельность полетов ставит перед нами, космонавтами, новую задачу — научиться жить и работать в космосе так, чтобы возвращаться на Землю здоровыми, в хорошей форме. Комплекс средств и методик, используемых для профилактики неблагоприятного воздействия невесомости, постоянно совершенствуется и пополняется. Их применение в полете по сути дела продолжает комплекс мероприятий, которые проводились с нами до

«Долгожители» космоса (слева направо) О. Ю. Атьков, Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев на космодроме Байконур в первые сутки после приземления беседуют с начальником Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина генерал-лейтенантом авиации Г. Т. Береговым

Фотохроника ТАСС





31 октября 1984 года в Кремле Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР К. У. Черненко вручил героям космоса Л. Д. Кизиму, В. А. Соловьеву и О. Ю. Атькову высшие награды Родины. На снимке: после вручения наград

Фотохроника ТАСС

полета в Центре подготовки космонавтов имени Гагарина. Практика нашего и предшествующих полетов показала высокую эффективность такой системы подготовки.

По-видимому, не случайно для выполнения столь длительного полета в состав экипажа был включен в качестве космонавта-исследователя врач О. Ю. Атьков!

— Да, медицинские эксперименты и исследования занимают в программах длительных

полетов значительное место. Обычно их проводили космонавты немедицинского профиля, основываясь на использовании разработанных специалистами-медиками методик и специальной аппаратуры и приборов. В нашем случае работал профессиональный врач, который мог в ходе длительного полета вести систематические исследования, наблюдения за динамикой состояния нашего здоровья, производить различные пробы, анализы. Это существенно рас-

ширило круг исследований медицинского плана. Были проверены новые приборы и методики, помогающие оценивать состояние здоровья космонавтов, бороться с теми неблагоприятными изменениями, которые вызываются длительным воздействием невесомости и другими факторами космического полета. Эти исследования будут иметь большое значение как для практической медицины, так и для теории.

За 237 суток полета вами проделан очень большой объем работы...

— Да. И мы надеемся, что результаты этих работ найдут широкое применение во многих областях науки и народного хозяйства, послужат основой дальнейшего совершенствования космической техники и деятельности экипажей космонавтов.

В последнее время в разных странах все больше раздается голосов в защиту мира на планете, за обуздание гонки вооружений, которая из-за позиции империалистических кругов грозит вырваться и в космос...

— Гонка вооружений в космосе недопустима. Наш полет преследовал мирные цели. И это — конкретное воплощение политики Коммунистической партии Советского Союза и Советского правительства, направленной на мирное использование космического пространства в интересах всех народов Земли. А свой полет мы посвятили 40-й годовщине Победы советского народа в Великой Отечественной войне.

Репортаж из Звездограда

В 1985 году космодрому Байконур исполняется 30 лет. Казалось бы совсем еще недавно человечество восторженно рукоплескало первым запускам искусственных спутников Земли, и вот уже почти треть века отделяет нас от тех исторических событий...

Книга А. П. Ромапова и И. Г. Борисенко «Отсюда дороги к планетам легли» (М.: Политиздат, 1984) как бы вновь возвращает читателя к первым дням Байконура, к тому времени, когда только строилась наша знаменитая «космическая гавань».

В книге 12 глав, которые завершаются своеобразным послесловием — «Они стартовали с Байконура», — где перечислены все советские и зарубежные космонавты, чьи имена навеки связаны с космодромом. Текст сопровождается большим количеством фотографий: одни из них достаточно хорошо известны, много раз публиковались и давно уже стали «хрестоматийными», тогда как с другими фотоснимками читатель, видимо, встретится впервые.

Книга построена в форме



живого репортажа-путешествия и повествует о достопримечательностях Байконура, о его истории, о тех людях, чей труд дал космодрому жизнь и прославил его на всю планету. Но вместе с тем это и зарисовки пыншего дня космодрома, рассказ о том, как народы разных стран объединяют свои усилия, чтобы использовать возможности космоса во имя мира на Земле, на благо всего человечества.

Книга рассчитана на массового читателя.

«Гелий на Земле и во Вселенной»

Так называется научно-популярная книга А. С. Ассовской, выпущенная Ленинградским отделением издательства «Недра» в 1984 году. Она состоит из одиннадцати небольших глав. В первой автор рассказывает об истории открытия гелия: в прошлом веке он сначала был обнаружен в спектре солнечной короны, и лишь почти через тридцать лет — на Земле.

Гелий во Вселенной — тема следующих двух глав. Из них читатели узнают, что гелий, возникший на раннем этапе эволюции Вселенной, стал участником многих процессов в веществе — от рождения химических элементов до термоядерного синтеза в звездах. Пятая, шестая и седьмая главы книги посвящены «земному» гелию. Парадокс в том, что хотя вещество Вселенной состоит в основном из водорода и гелия, именно гелия на Земле очень мало. Автор анализирует причины такого несоответствия, дает представление о распространенности этого газа в земной атмосфере, рассказывает о «гелиевом дыхании» Земли, об экспериментах по обнаружению гелия в земной коре.

Как с помощью гелиевых часов удастся определить возраст Земли, где применяется гелий в современной технике, каковы ресурсы этого редкого газа и какое отношение он имеет к проблеме антивещества — на эти вопросы читатель найдет ответ в последних главах книги.



Новые модели нейтронных звезд

Ученые Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга работают над созданием теории эволюции нейтронных звезд. Созданная ими классификация включает как известные уже типы нейтронных звезд, так и те, которые еще предстоит обнаружить.

ПРЕДСКАЗАНИЯ ТЕОРЕТИКОВ СБЫВАЮТСЯ

Еще в 1932 году советский физик-теоретик Л. Д. Ландау (1908—1968) указал на возможность существования во Вселенной сверхплотных звезд, своеобразных гигантских атомных ядер, соизмеримых по массе с Солнцем. Интересно, что работа Л. Д. Ландау появилась еще до открытия нейтрона, а буквально через год, когда нейтрон уже был обнаружен, американские астрономы В. Бааде и Ф. Цвикки высказали предположение, что вспышки сверхновых и есть результат катастрофического сжатия (коллапса) нормальной звезды в сверхплотное состояние.

Сверхплотные звезды представляют собой конечную стадию «жизненного пути» обычных звезд, имеющих первоначальную массу ядра больше $\sim 1,4 M_{\odot}$. После того, как исчерпаны все ресурсы ядерного горючего, происходит коллапс, в результате которого наружные слои звезды выбрасываются с огромной скоростью до $\sim 10\,000$ км/с, а внутренние — под действием сил тяготения обрушиваются к центру, так как им уже не противодействует газовое давление. За несколько секунд внутренние слои звезды сожмутся в сотню тысяч раз и объем звезды уменьшится в $\sim 10^{15}$ раз. Средняя плотность ее при этом увеличится во столько же раз и превзойдет ядерную. Теперь гравитационные силы, стремящиеся сжать звезду, будут уравниваться ядерными силами. Атомные ядра в такой звезде плотно прижаты друг к другу. Зная размеры атомных ядер (10^{-13} см) и их число, теоретики определили радиус звезды (~ 10 км). Эти сверхплотные звезды В. Бааде и Ф. Цвикки назвали нейтронными. Так в начале 30-х годов в астрономии произошло совершенно нетипичное для этой древней науки явление — теоретики предсказали новый класс объектов во Вселенной.

И только через 35 лет нейтронные звезды были обнаружены. В июле 1967 года английские радиоастрономы под руководством А. Хьюиша открыли радиопульсары (Земля и Вселенная, 1971, № 2, с. 19.— Ред.). В 1968 году в Крабовидной туманности был открыт радиопульсар, период которого оказался равным 0,033 с — столь быстро могла вращаться лишь нейтронная звезда. Так подтвердилось не только предположение Л. Д. Ландау, но и гипотеза В. Бааде и Ф. Цвикки о связи нейтронных звезд со вспышками сверхновых (известно, что Крабовидная туманность образовалась после вспышки сверхновой, наблюдавшейся в 1054 году).

И только через 35 лет нейтронные звезды были обнаружены. В июле 1967 года английские радиоастрономы под руководством А. Хьюиша открыли радиопульсары (Земля и Вселенная, 1971, № 2, с. 19.— Ред.). В 1968 году в Крабовидной туманности был открыт радиопульсар, период которого оказался равным 0,033 с — столь быстро могла вращаться лишь нейтронная звезда. Так подтвердилось не только предположение Л. Д. Ландау, но и гипотеза В. Бааде и Ф. Цвикки о связи нейтронных звезд со вспышками сверхновых (известно, что Крабовидная туманность образовалась после вспышки сверхновой, наблюдавшейся в 1054 году).

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

Самым замечательным в нейтронных звездах оказалось то, что они обладают сверхмощным магнитным полем, напряженность которого на поверхности звезды достигает 10^{12} Гс (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 13.— Ред.). Это было полной неожиданностью для большинства теоретиков, но не для всех. Еще за три года до этих работ советский астрофизик член-корреспондент АН СССР Н. С. Кардашев показал, что при коллапсе обычной звезды в нейтронную должны возникать мощные магнитные поля. Он высказал предполо-

жение, что именно магнитные поля вращающейся нейтронной звезды и обеспечивают энергетiku явлений, наблюдаемых в Крабовидной туманности. За несколько месяцев до открытия радиопульсаров советские астрофизики П. Р. Амнуэль и О. Х. Гусейнов сдали в печать статью, в которой рассматривалось падение (аккреция) вещества на нейтронную звезду в тесных двойных системах. Ученые высказали предположение: мощное магнитное поле нейтронной звезды должно искажать симметричное движение плазмы так, что ее излучение будет резко анизотропным, а вращение звезды приведет к тому, что излучение будет пульсировать. Примерно в то же время американский астрофизик Ф. Пачини рассмотрел процесс ускорения частиц магнитным полем вращающейся нейтронной звезды.

Существование столь сильных магнитных полей у нейтронных звезд выдвинуло их в особый класс астрономических объектов — объектов, которые взаимодействуя с окружающим веществом посредством двух типов сил — электромагнитных и гравитационных — имеют разнообразные наблюдаемые проявления, зависящие именно от соотношения этих сил. Впервые это важное обстоятельство объяснил советский астрофизик В. Ф. Шварцман в 1970 году. Он показал, что молодая нейтронная звезда (радиопульсар) постепенно должна замедлить свое вращение настолько, что гравитационные силы превысят электромагнитные, и тогда под действием силы тяжести плазма начнет падать на поверхность нейтронной звезды. В результате должен возникнуть рентгеновский пульсар.

Такие объекты действительно вскоре были обнаружены группой американских исследователей под руководством Р. Джиаккони. Открытие радио- и рентгеновских пульсаров явилось полным триумфом.

РЕНТГЕНОВСКИЕ ПУЛЬСАРЫ — НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

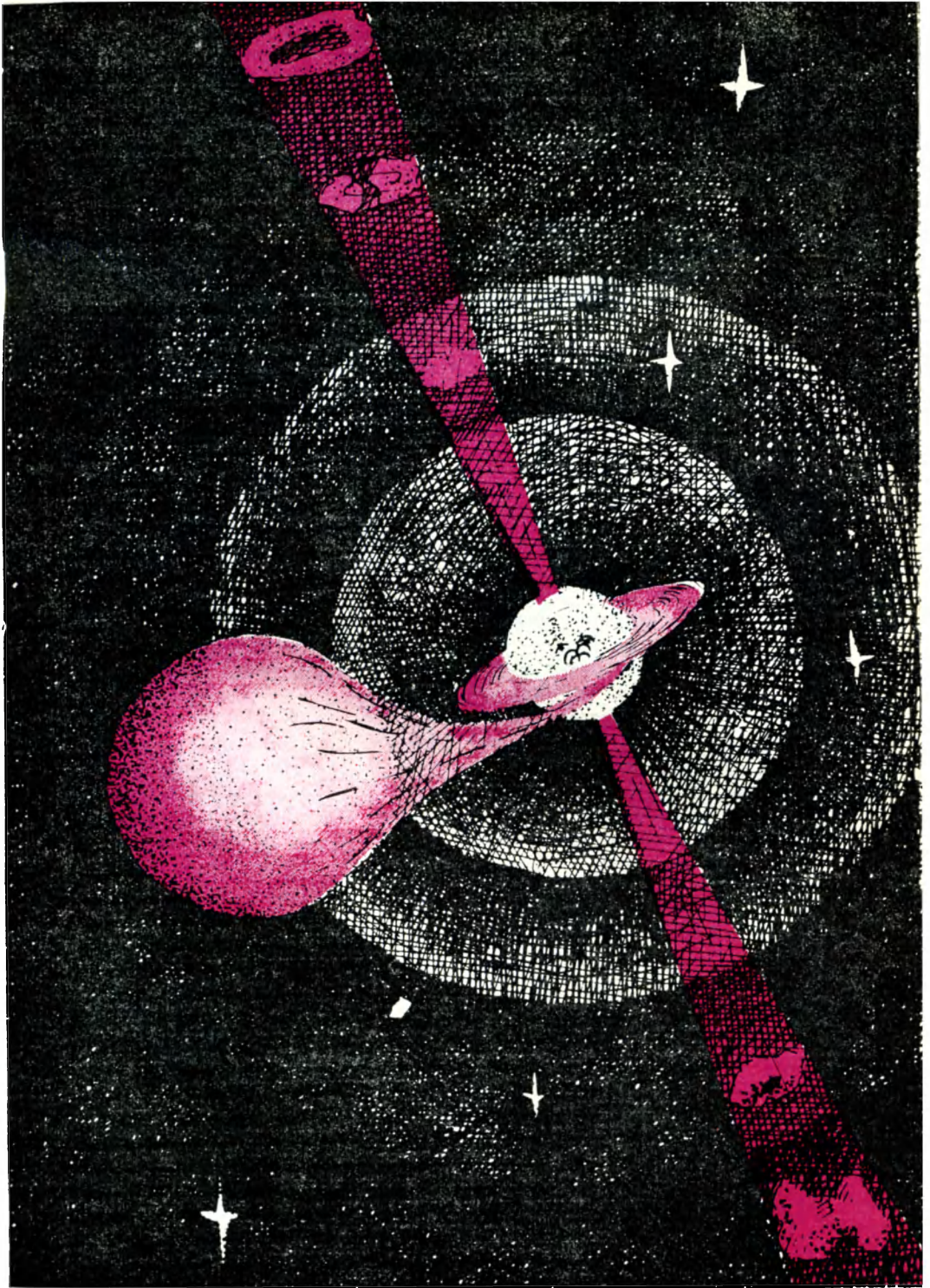
Сразу же после открытия рентгеновских пульсаров в тесных двойных системах они почти безоговорочно были приняты за нейтронные звезды. Это считалось вполне очевидным по двум причинам. Во-первых, вначале были открыты короткопериодические пульсары (с периодом в несколько секунд),

и казалось крайне маловероятным, чтобы белый карлик (единственный конкурент нейтронной звезды на роль рентгеновского пульсара) мог вращаться с таким коротким периодом. Во-вторых, в теоретических расчетах предполагалось, что источником периодического рентгеновского излучения может быть лишь нейтронная звезда.

Но ситуация резко обострилась в середине 70-х годов, когда выяснилось, что большинство рентгеновских пульсаров обладает периодами в несколько сотен секунд, и в то же время было открыто рентгеновское излучение от белого карлика — АМ Геркулеса. Очевидно: был необходим какой-то другой, решающий тест, позволяющий различать нейтронные звезды и белые карлики.

Решение этой задачи оказалось крайне простым. Известно, что периоды рентгеновских пульсаров в двойных системах, как правило, со временем уменьшаются, в то время как периоды радиопульсаров растут. Это указывает на совершенно различную природу их энерговыделения (Земля и Вселенная, 1977, № 1, с. 29.—Ред.). Причина ускорения рентгеновских пульсаров кроется в том, что в двойных системах (а только в них и наблюдаются рентгеновские пульсары) вещество, падающее на нейтронную звезду со второй компоненты, обычно обладает вращательным моментом. Отдавая его нейтронной звезде, вещество тем самым ускоряет вращение звезды. И чем больше вещества падает на компактную звезду, тем сильнее ускорение. Количество падающего вещества определяют из наблюдений по светимости пульсара. Однако вещество не может обладать сколь угодно большим вращательным моментом, иначе центробежные силы не дадут ему упасть на поверхность компактной звезды. Отсюда ясно, что при данном количестве падающего вещества величина ускорения ограничена сверху. Это ограничение зависит также и от момента вращения самой компактной звезды, то есть от ее периода и радиуса. Так как белые карлики в несколько сот раз больше нейтронных звезд, то для них максимальное ускорение должно быть во много раз меньше. Сравнивая наблюдаемые ускорения с верхним пределом, ученые доказали, что рентгеновские пульсары действительно — нейтронные звезды.

В последующие 10 лет были открыты сотни



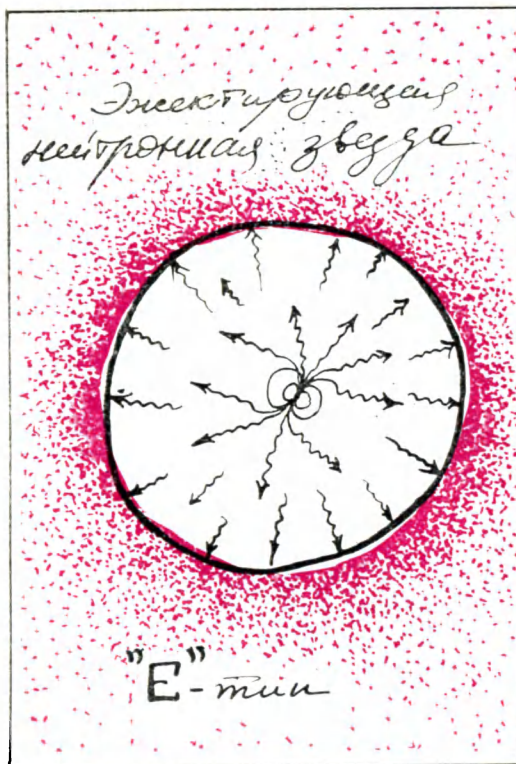
Так выглядит двойная система, в которой нейтронная звезда находится в режиме сверхкритической аккреции (SA). Возможная модель источника SS 433.

рентгеновских и гамма-источников с совершенно неожиданными свойствами, и среди них такие объекты, как рентгеновские барстеры, источники гамма-всплесков, источник SS 433 и другие (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 20; 1981, № 3, с. 7.— Ред.).

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

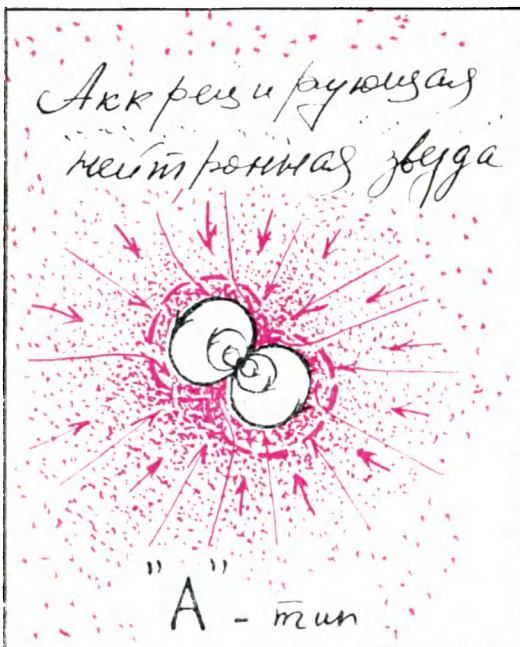
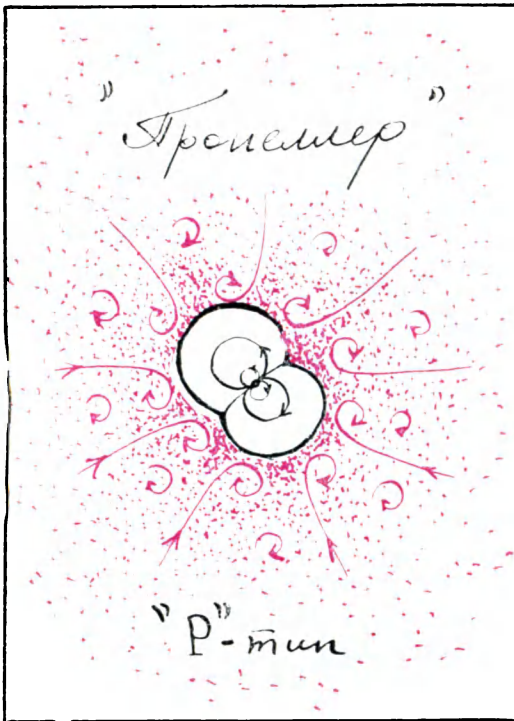
Обилие наблюдательных данных, полученных к концу 70-х годов, и особенно их многообразии убедили ученых Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга в том, что необходимо создать общую теорию этих источников на основе представлений об эволюции нейтронных звезд. Сущность эволюции состоит в медленном изменении режимов взаимодействия нейтронной звезды с окружающим веществом. Были рассмотрены возможные стадии, которые проходит нейтронная звезда в ходе своей эволюции. Из первых расчетов выяснилось, что число различных режимов взаимодействия нейтронных звезд с окружающим веществом далеко не исчерпывается такими проявлениями, как радио- и рентгеновские пульсары.

Рассмотрим, какие же стадии проходит нейтронная звезда в ходе своей эволюции. Нейтронные звезды, по-видимому, рождаются с очень короткими периодами вращения (10^{-2} — 10^{-3} с). Это следует из закона сохранения вращательного момента при коллапсе нормальной звезды в нейтронную. Вращаясь вначале очень быстро, такая звезда испускает подобно радиопульсару радиоволны, электромагнитное излучение и релятивистские частицы. Электромагнитное излучение и потоки релятивистских частиц, «застревая» в окружающей плазме, стремятся отбросить ее, а сила тяготения нейтронной звезды притягивает плазму к поверхности звезды. В этот период жизни нейтронной звезды сила, отбрасывающая окружающее вещество, намного превосходит силу гравитации. Такой режим называется режимом эжекции и обозначается для краткости «Е» (от англ. Ejection — извержение,



выброс). К этому типу нейтронных звезд относятся радиопульсары. Энергия их излучения черпается из вращательной энергии нейтронной звезды, а инструментом «выживания» этой энергии служит магнитное поле. Но нейтронные звезды типа Е не всегда могут проявлять себя как радиопульсары. Ведь импульсное радиоизлучение пульсаров — хотя и красивый, но ничем не примечательный в энергетическом отношении эффект. Достаточно сказать, что энергия, теряемая пульсаром в радиодиапазоне, в тысячи раз меньше энергии, уносимой релятивистскими частицами.

При некоторых условиях, например в тесных двойных системах, радиоизлучение практически полностью поглощается в звездном ветре второго компонента (обычной звезды), поэтому в таких системах радиопульсар обнаружить почти невозможно. На стадии эжекции нейтронная звезда должна замедлять свое вращение. По мере замедления уменьшается и мощность излучения. Постепенно давление излучения, разбрасывающее плазму, умень-



шится настолько, что окружающее вещество, падая на звезду, гасит ее излучение.

Эта стадия продолжается $\sim 10^4$ — 10^6 лет. Затем эжекция прекращается, наступает новый режим, названный А. Ф. Илларионовым и Р. А. Сюняевым режимом «пропеллера» (тип P — от англ. Propeller). Происходит вот что: напряженность магнитного поля в окрестностях нейтронной звезды нарастает очень быстро и давление магнитного поля на некотором расстоянии сравнивается с давлением сил гравитации. Из-за высокой проводимости плазмы в ней возникают токи и электрические поля, увлекающие ее вращающимся магнитным полем звезды. Так формируется магнитосфера нейтронной звезды. Однако нейтронная звезда вращается настолько быстро, что на границе магнитосферы ее линейная скорость значительно превосходит вторую космическую, и поэтому вещество, увлекаемое магнитным полем, выбрасывается обратно; отсюда и название режима — «пропеллер». В действительности возможен квазистационарный режим без отбрасывания плазмы. Просто магнитосфера нейтронной звезды за счет вращения разогревает падающее вещество до такой температуры, что оно перестает «замечать» гравитацию нейтронной звезды — вокруг магнитосферы образуется горячая турбулентная атмосфера. Надежного отождествления нейтронной звезды в режиме «пропеллера» с каким-либо астрономическим объектом пока нет.

В режиме «пропеллера» нейтронная звезда продолжает замедляться, и наконец ее период достигает такого значения, при котором магнитное поле уже не препятствует гравитации. Наступает режим аккреции (тип А). Вследствие большого гравитационного потенциала нейтронной звезды вещество, попадая на ее поверхность, выделяет в виде излучения до 20% своей потенциальной энергии (что в сотни раз эффективнее термоядерных реакций). Например, для появления яркого рентгеновского источника со светимостью 10^{37} эрг/с (примерно в 25 000 раз больше светимости Солнца) необходимо, чтобы в одну секунду на поверхность нейтронной звезды «выпадало» 10^{17} г вещества (что соответствует потоку 10^{-9} M_{\odot} /год).

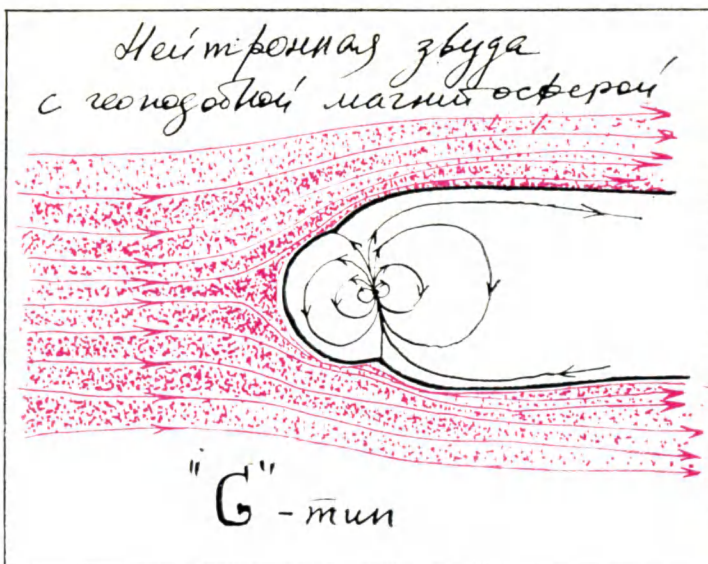
В тесных двойных системах обычные звезды поставляют аккрецируемое вещество нейтронным звездам большим темпом: они способны терять до 10^{-5} — 10^{-6} M_{\odot} /год. Именно

в таких двойных системах и были обнаружены рентгеновские пульсары, полное число которых в Галактике, по-видимому, не превышает 100, а наблюдается пока лишь около 20.

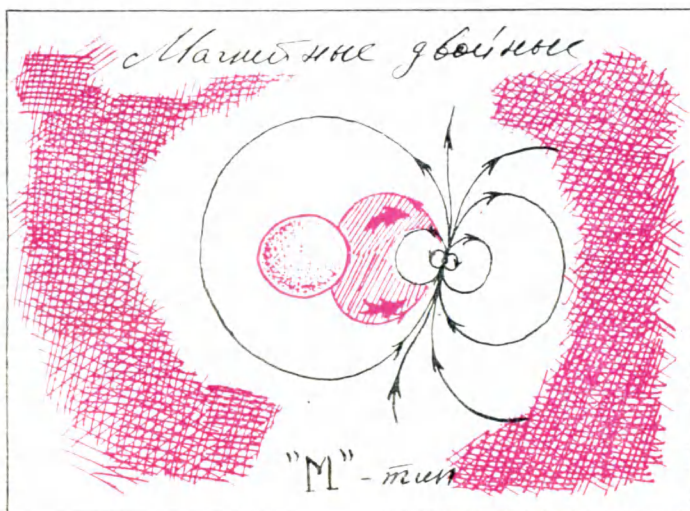
К нейтронным звездам типа А относятся также рентгеновские барстеры. В маломассивных двойных системах, которые эволюционируют крайне медленно, существенной оказывается диссипация магнитных нейтронных звезд. В результате давления магнитное поле уменьшается настолько, что магнитосфера нейтронной звезды оказывается практически прижатой к ее поверхности.

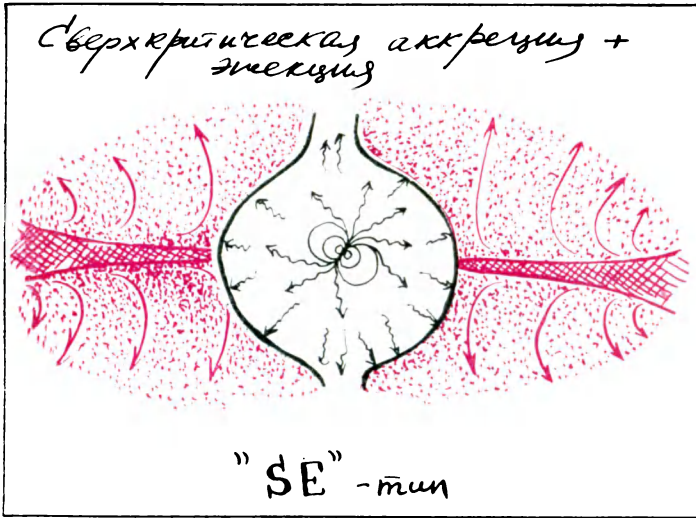
Вещество растекается по значительной части поверхности нейтронной звезды, излучение пульсирует слабо, но зато создаются благоприятные условия для термоядерных вспышек. Время от времени, когда на поверхности звезды накапливается достаточное количество вещества, оно взрывается подобно термоядерной бомбе. Именно эти взрывы воспринимаются нами как рентгеновские вспышки. Отсюда и название — рентгеновский барстер (от англ. Burst — вспышка) (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 25.— Ред.).

Стадии эжекции, «пропеллера» и аккреции не исчерпывают всех режимов взаимодействия нейтронных звезд с окружающим веществом. При некоторых условиях, даже сильно замедлив свое вращение, нейтронная звезда в своей эволюции минует стадию А. Это происходит тогда, когда силы давления магнитного поля на границе магнитосферы значительно превосходят силы притяжения. Именно такая ситуация реализуется при взаимодействии солнечного ветра с магнитосферой Земли. Действительно, скорость солнечного ветра у Земли



достигает нескольких сотен километров в секунду, то есть в десятки раз превосходит вторую космическую скорость. Частицы солнечного ветра пролетают мимо Земли, совершенно не реагируя на ее гравитационное поле. Нейтронные звезды с такими магнитосферами называются геоподобными и обозначаются символом «G» (от греч. Γε — Земля). Магнитосферы геоподобных нейтронных звезд надежно предохраняют их поверхность от падения вещества, однако внутри этих магнитосфер возможны процессы ускорения релятивистских частиц и своеобразные «полярные сияния», которые в будущем могут быть об-





светимость, при которой силы давления излучения сравниваются с силами гравитации. Этот предел светимости называется эддингтоновским пределом и для звезд солнечной массы примерно равен 10^{38} эрг/с. Такая светимость была бы у нейтронной звезды, на которую идет аккреция с темпом $10^{-8} M_{\odot}/\text{год}$. В жизни нейтронной звезды в двойной системе наступает момент, когда с соседней звезды на нее «сваливается» в десятки тысяч раз более мощный поток вещества. Если бы все это

наружены. В очень тесных двойных системах обычная звезда может оказаться внутри магнитосферы нейтронной звезды, и такой экзотический случай называют магнитной двойной, обозначая буквой «М» (от англ. Magnetic — магнитный).

Рассматривая режимы эжекции, «пропеллера» и аккреции, мы молчаливо предполагали, что энергия, выделяемая в результате падения вещества, невелика и возникающее излучение не влияет на движение вещества. В действительности существует предельная

вещество достигало поверхности нейтронной звезды, то ее излучение в 10 000 раз превосходило бы эддингтоновский предел. А это невозможно, так как сила давления излучения превзошла бы силу гравитации в 10 000 раз и аккреция прекратилась бы.

Что же произойдет в этом случае? Ведь не может же вещество одновременно и падать, и «улетать»!

Оказывается, может. В двойной системе вещество не сразу попадает на компактную звезду, а образует вокруг нее аккреционный диск. Если темп аккреции становится сверхкритическим, то часть лишнего вещества «вы-

дувается» давлением излучения поперек диска. Режим сверхкритической дисковой аккреции на релятивистский объект впервые рассмотрели Н. И. Шакура и Р. А. Сюняев в 1973 году.

Ситуация для нейтронной звезды со сверхкритической дисковой аккрецией осложняется влиянием ее вращающегося магнитного поля. Могут возникнуть три режима: SE — сверхкритический диск и эжекция; SP — сверхкритический диск и «пропеллер»; SA — просто сверхкритическая дисковая аккреция. Вещество, истекающее поперек диска, оказывается совершенно



непрозрачным для жесткого излучения. Внешнему наблюдателю будут видны только самые поверхностные слои истекающей оболочки (фотосферы). Фотосфера может достигать звездных размеров, и для внешнего наблюдателя такая нейтронная звезда будет выглядеть как обычная звезда с широкими эмиссионными линиями. Аккреционный диск может оказаться полностью внутри фотосферы. Возможно, что сверхкритические режимы сопровождаются выбросом релятивистских струй вещества, и источник SS 433 является именно такой нейтронной звездой (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 22.— Ред.).

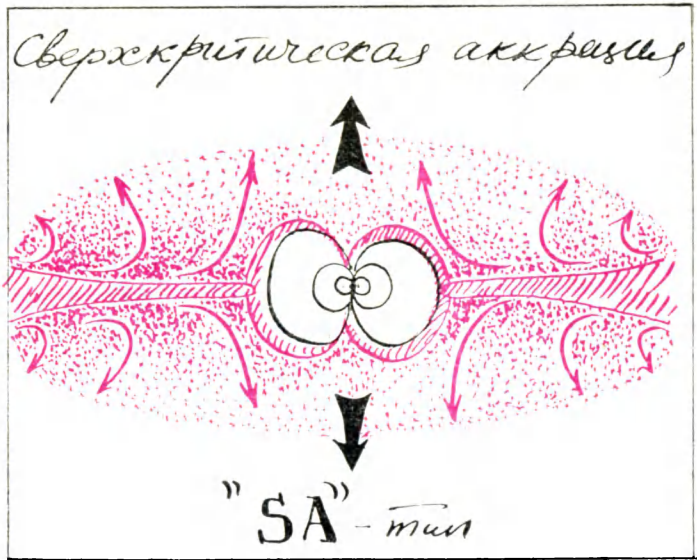


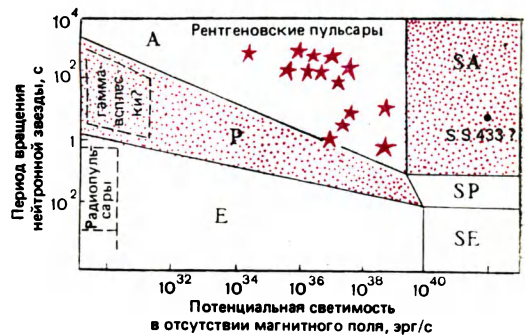
ДИАГРАММА «ПЕРИОД — СВЕТИМОСТЬ» ДЛЯ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

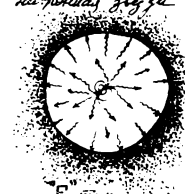

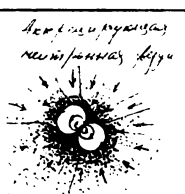
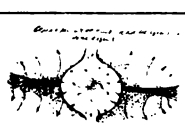




Соотношение между гравитационными и электромагнитными силами для нейтронных звезд в основном определяется тремя параметрами: периодом вращения нейтронной звезды вокруг своей оси, величиной магнитного поля и количеством вещества, которое захватывается ее гравитационным полем. Последняя величина называется потенциальным темпом аккреции. Ее измеряют в энергетических единицах, заменив светимостью, которую имел бы источник, если бы все вещество, захваченное нейтронной звездой, упало бы на ее поверхность. Удобство этой величины состоит в том, что для аккрецирующих нейтронных звезд (например, рентгеновских пульсаров) эта величина наблюдаема и равна рентгеновской светимости.

Если же рассматривать звезды с одинаковым магнитным полем, то для них изменяются только два параметра — период и светимость, и следовательно, можно на диаграмме показать практически все типы нейтронных звезд. Два режима G и M на диаграмму не попадают, так как реализуются только когда выполняются дополнительные условия. На диаграмме «период — светимость» нейтронные

звезды в режиме эжекции располагаются внизу (то есть в области быстровращающихся нейтронных звезд), а аккрецирующие нейтронные звезды —верху, где роль электромагнитных сил мала. Эта диаграмма замечательна тем, что на ней одновременно можно изобразить положение как рентгеновских, так и радиопульсаров. Если провести на диаграмме «период — светимость» линии, соответствующие магнитному полю на поверхности нейтронных звезд равному 10^{12} Гс, то радиопульсары окажутся в области эжекции, а рентге-

Диаграмма «период — светимость» для нейтронных звезд с одинаковым магнитным полем. Сплошные линии разделяют диаграмму на области, соответствующие различным режимам взаимодействия нейтронной звезды с окружающим веществом (напряженность магнитного поля на поверхности звезды принята равной 10^{12} Гс).



Тип нейтронной звезды	Наблюдательные примеры
<p><i>Экваториальная нейтронная звезда</i></p>  <p>E-тип</p>	Радиопульсары
<p><i>Пример</i></p>  <p>P-тип</p>	? (гамма-всплески?)
<p><i>Аксимальная и экваториальная нейтронная звезда</i></p>  <p>A-тип</p>	Рентгеновские пульсары, рентгеновские барстеры
 <p>SE-тип</p>	?
<p><i>Сверхкритическая аккреция</i></p>  <p>SP-тип</p>	?
<p><i>Сверхкритическая аккреция</i></p>  <p>SA-тип</p>	? (S S 433 ?)
<p><i>Аксимальная и экваториальная нейтронная звезда</i></p>  <p>G-тип</p>	?
<p><i>Аксимальная и экваториальная нейтронная звезда</i></p>  <p>M-тип</p>	? (для белых карликов системы типа AM Her)

новские пульсары — в области аккреции. Однако пустыми останутся еще 4 области: сверхкритической аккреции (SA), сверхкритической эжекции (SE), «пропеллера» (P) и сверхкритического «пропеллера» (SP). Надежных наблюдательных кандидатов в эти области пока нет, хотя они в природе наверняка существуют.

Возможным проявлением нейтронной звезды на стадии P могут быть источники гамма-всплесков. Согласно модели, предложенной Е. И. Москаленко, Н. И. Шакуркой и автором статьи, источниками гамма-всплесков являются **одиночные нейтронные звезды**, которые замедлили свое вращение настолько, что стадия эжекции уже кончилась, но стадия аккреции еще не наступила. В результате вещество, не имея возможности падать на поверхность нейтронной звезды, образует оболочку внутри ее магнитосферы. Когда масса оболочки станет достаточно большой и гравитационная сила превысит центробежную, оболочка «сваливается» на поверхность нейтронной звезды — возникает гамма-всплеск. Существенную роль при этом могут играть плазменные неустойчивости типа тех, которые наблюдаются в земной магнитосфере. Хотя эта модель далека от совершенства, она имеет ряд интересных следствий. Например, можно показать, что ближайшие источники гамма-всплесков находятся на расстояниях порядка 10 пк, а число их в Галактике достигает 10% общего числа нейтронных звезд, то есть порядка нескольких десятков миллионов. Еще одно важное предсказание: период вращения этих нейтронных звезд должен быть больше 4—5 с, поскольку именно с этих периодов начинается стадия «пропеллера».

Приведенная выше диаграмма удобна для анализа эволюции нейтронных звезд. При этом магнитное поле играет примерно ту же роль что и масса обычной звезды при ее эволюции на диаграмме Герцшпрунга — Расселла, т.е. чем больше магнитное поле нейтронной звезды, тем быстрее она эволюционирует.

В Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга В. Г. Корниловым и автором создана программа, моделирующая с помощью компьютера эволюцию нейтронных звезд в Галактике. Программа позволяет, в частности, рассчитать, какое числ

нейтронных звезд в нашей Галактике находится в том или ином состоянии. Как и ожидалось, то, что наблюдается сейчас в виде радио- и рентгеновских пульсаров,— это лишь «вершина айсберга». Подавляющее число нейтронных звезд в массивных двойных системах находится в состоянии эжекции (Е) и «пропеллера» (Р), а среди одиночных нейтронных звезд, которых в Галактике больше всего, полностью преобладают звезды типов Р, G и А. Возможно, именно они или часть их проявляют себя как источники гамма-всплесков.

Источников типа SA, то есть объектов с ●

Новая звезда в созвездии Лисички

27 июля 1984 года японский астроном Вакуда сообщил об открытии им в созвездии Лисички новой примерно 9,2 звездной величины. Сразу же, 29 июля, Р. Аргиль (Англия) измерил точные координаты звезды ($\alpha = 19^{\text{h}}24^{\text{m}}03,44^{\text{s}}$ и $\delta = +27^{\circ}15'54,4''$). Изучение полученных ранее фотографий этой области неба позволило сделать вывод, что блеск новой 24 июля был слабее 14^{m} , поскольку звезда отсутствует на фотографиях неба, на которых видны звезды до 14^{m} . С. Шао (США), просмотрев снимки Паломарского атласа неба, заключил, что вспышку могла голубая звезда примерно 17^{m} в тесной двойной (или даже тройной) системе и что другой звезды ярче 15^{m} вблизи места вспышки нет.

Сразу же после появления сообщения об открытии этой новой астрономы приступили к ее исследованию. Многочисленные визуальные и фотографические оценки блеска позволили построить довольно подробную кривую изменения яркости звезды, и выяснилось, что эта новая была открыта незадолго до максимума, на стадии окончательного подъема блеска (в отличие от большинства новых, открываемых, как правило, уже после достижения звездой максимальной яркости). С этой точки зрения наблюдения новой в созвездии

возможными свойствами типа SS 433, в Галактике примерно в 5 раз меньше, чем рентгеновских пульсаров, а число источников типа SP в 100 раз меньше, чем рентгеновских пульсаров.

Как видим, теоретическая картина возможных состояний нейтронных звезд, частично подтвержденная наблюдениями, кажется значительно обширнее имеющихся наблюдательных данных. Это вдохновляет и наблюдателей и теоретиков на новые открытия.

Лисички представляют большой интерес.

Максимум блеска звезда достигла 5 августа ($\sim 6,4^{\text{m}}$, то есть блеск звезды увеличился более чем в 10 000 раз). Затем яркость новой довольно резко упала на 2^{m} . На кривой ее блеска прослеживаются «всплески» — увеличения яркости новой, длящиеся от одного до семи дней. Это происходит на фоне общего постепенного падения яркости, которая к ноябрю упала почти на 3^{m} . Первые спектрограммы новой, полученные вскоре после ее открытия, показывают присутствие в спектре звезды эмиссионных линий водорода H_α и H_β . Группа итальянских астрономов из обсерватории Азиаго сообщила о том, что в спектре новой перед ее максимумом яркости были видны широкие эмиссионные линии водорода, линии, принадлежащие ионизованному железу, кальцию, натрию, титану. 4—5 августа, когда новая находилась вблизи максимума блеска ($\sim 6,3^{\text{m}}$), большая часть эмиссионных линий стала слабее или исчезла, в то время как линии поглощения усилились.

В последующие ночи, однако, когда блеск новой стал падать, интенсивность эмиссионных линий стала возрастать. 11 августа было отчетливо видно расщепление линий на две компоненты; одна из них смещена в красную область спектра, другая — в голубую, причем красная компонента

несколько ярче голубой. В это же время развивается новая система линий поглощения, которая вскоре по яркости превосходит старую. Эмиссионные линии становятся шире, но по-прежнему разделены на две компоненты. Интенсивность эмиссионных линий ионизованного железа в период с 31 июля по 1 августа увеличилась в 3 раза. 8 августа в спектре новой наблюдалась интенсивная эмиссионная линия HeI ($\lambda \approx 5880 \text{ \AA}$). В спектрах 31 июля, 2 августа и 13 августа эта линия отсутствует. В инфракрасной области спектра по наблюдениям, полученным 3 августа, хорошо видны линии водорода, кислорода, ионизованного кальция, а также слабые линии MgII .

По наблюдениям О. Г. Тарановой и В. И. Шенаврина (ГАИШ) через 15—20 дней после вспышки произошло увеличение блеска новой в инфракрасной области, обусловленное, вероятно, излучением оптически толстой расширяющейся оболочки новой. К сентябрю оболочка стала оптически тонкой и это привело к падению ИК-блеска новой. К середине сентября 1984 года в излучении новой на длине волны 10 мкм стало проявляться излучение пылевой оболочки.

Согласно приближенным оценкам, расстояние до новой в созвездии Лисички оценивается в 3 кпк.

И. Б. ВОЛОШИНА

Академик
Е. М. СЕРГЕЕВ



Научно-технический прогресс и охрана окружающей среды

Окружающая среда — новое понятие, возникшее в результате научно-технического прогресса. Важной частью окружающей среды является геологическая среда — сложная система, на которую влияет человеческая деятельность и которая сама в известной мере определяет эту деятельность. Геологическая среда так же, как и другие компоненты окружающей среды, нуждается в защите и рациональном ее использовании.

ЧТО ТАКОЕ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА?

Каких-нибудь 25 лет назад вряд ли можно было говорить об охране окружающей среды в связи с научно-техническим прогрессом. Сейчас не только можно, но и нужно, потому что речь идет о глобальных проблемах, имеющих большое значение для дальнейшего развития науки, о проблемах, которые наука обязана решать на благо всего человечества.

Научно-технический прогресс охватил все стороны жизни и деятельности людей, появились новые представления, понятия и термины, например термин «окружающая среда». Люди моего поколения, обучавшиеся в 30-х годах в университетах, знали о природных условиях, о природной среде, реже о биосфере, но термин «окружающая среда» тогда не употреблялся. Он возник позднее как результат научно-технического прогресса.

Когда мы говорим о природной среде, то обычно имеем в виду те закономерности, которые сложились на протяжении всей истории Земли и определяются особенностями и взаимоотношениями четырех основных ее компонентов: литосферы, гидросферы, атмосферы и

биосферы. При низком уровне развития производительных сил человек — один из элементов биосферы, и силы его нельзя сравнить с силами природы. В 1831 году английский ученый Ч. Лайель писал в своей монографии «Основные начала геологии» о том, что если бы все живущие на Земле народы попытались выломать лаву из исландских вулканов, извергавшихся в течение трех лет, и попробовали бы перенести ее в океан, то они проработали бы несколько тысячелетий и не выполнили бы этой задачи. И отсюда Ч. Лайель делает вывод: силы человечества ничтожны по сравнению с силами природы.

Прошло немногим более 100 лет, и в 1944 году академик В. И. Вернадский в статье «Несколько слов о ноосфере» высказал иную мысль. «Ноосфера, — писал В. И. Вернадский, — есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом, по сравнению с тем, что было раньше. Перед нами открываются все более и более широкие творческие возможности. Меняется лик Земли, исчезает девственная природа». Ноосфера (в переводе с греческого — сфера разума) — это более высокая ступень развития биосферы, когда роль человека становится соизмеримой с силами природы. Но термин «ноосфера» слишком далек от народного языка, проще и доступнее термин «окружающая среда». Он легче расшифровывается: часть природной среды, которая окружает человека, влияет на его деятельность и в свою очередь испытывает его воздействие.

По мере развития производительных сил роль человека в природе возрастает. К. Маркс говорил, что массовое производство, кооперация в крупных масштабах с применением ма-

шин в конце концов подчинят прогрессу производства силы природы. Слова эти сбываются. Сейчас, в результате научно-технического прогресса, производительные силы достигли высокого уровня и роль человека в природе растет все больше и больше. Это и было отмечено В. И. Вернадским и нашло отражение в термине «окружающая среда».

Окружающая среда, формируясь, с одной стороны, под влиянием природы, а с другой — под влиянием общества, есть понятие естественно-социальное, она — один из примеров взаимопроникновения естественного и социального. Таким образом, окружающая среда — это лишь часть природной среды, та ее часть, где активно взаимодействуют природа и, говоря словами В. И. Ленина, «целесообразная деятельность человека».

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА

Известно, как сильно под влиянием человека изменяются биосфера, атмосфера и гидросфера. А каковы масштабы воздействия человека на «твердь земную» — литосферу и какова ее обратная реакция? Здесь надо иметь в виду, что поверхность Земли, на которой живет и трудится человек, — это область, где взаимодействуют основные компоненты природной среды (литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера), и потому на ней активно протекают природные процессы, в частности геологические.

Вот как оценил их академик А. В. Сидоренко в своей книге «Человек, техника, Земля»: «Ныне внимание человечества обращено на освоение космоса. Одновременно геологи планируют проникновение в глубокие недра Земли для достижения так называемой верхней мантии... Однако нельзя забывать и огромного значения тех геологических процессов, которые протекают непосредственно на поверхности и в приповерхностной части Земли. Проблема изучения этих процессов, особенно учитывая вмешательство в них человека, имеет не меньшее значение, чем проблема освоения космоса, околоземного пространства или глубоких недр Земли». Высказанное академиком А. В. Сидоренко положение можно подтвердить таким примером.

Столица Казахстана расположена в селеопасном районе. Здесь возможны выходы селей по долинам рек Малая и Большая Алма-

атинка. Особенную угрозу представляла Малая Алмаатинка. В ее верховьях после селя, который был в 1923 году, построили противоселевые сооружения, но позднее их стали оценивать как малонадежные. По предложению академиков М. А. Лаврентьева и М. А. Садовского в 1971 году в долине реки, выше известного катка Медео, возвели каменна-бросную плотину высотой 112 м и шириной 500 м.

15 июля 1973 года в долине Малой Алмаатинки образовался мощный гляциальный селя. Из-за необычно жаркой погоды в горах начали таять льды, и водные потоки хлынули в долину реки, захватывая с собой мелкозем и крупные — в десятки тонн — каменные глыбы. Защитные сооружения, построенные после селя 1923 года, были мгновенно снесены, над Алма-Атой нависла опасность. Но своевременный прогноз возможности катастрофы и высокая плотина, обладающая необходимой устойчивостью, спасли город. Алмаатинский селя 1973 года был намного интенсивнее потока, спустившегося с гор в 1923 году. Отчасти это связано с деятельностью людей, за 50 лет нарушившей устойчивость склонов и способствовавшей накоплению материала для образования нового селя.

Геологи должны отдавать себе отчет в том, что литосфера — минеральная основа биосферы. Все ее элементы — горные породы, сложенные из них массивы, морфологические особенности рельефа, подземные воды, различные геологические процессы и явления — взаимосвязаны с атмосферой, гидросферой, растительным миром. Поэтому любые геологические процессы в литосфере (часто имеющие необратимый характер) влияют (и весьма существенно) практически на все элементы природной среды. Влияние это особенно возросло сейчас, в век научно-технической революции, когда деятельность человека превратила верхнюю часть литосферы в одну из компонент окружающей среды.

Та часть литосферы, которая входит в окружающую среду, называется в последние годы геологической средой. Речь идет о многокомпонентной динамической системе, находящейся под воздействием инженерной деятельности человека и одновременно в известной степени определяющей эту деятельность. Понятие «геологическая среда» отражает специфику верхних горизонтов литосферы — сре-



Над трибунами катка Медео видна плотина, построенная методом направленных взрывов в 1971 году. В 1973 году плотина спасла

Алма-Ату от разрушения



Мощный гляциальный сель, образовавшийся летом 1973 года в долине реки Малая Алмаатинка, выходит к плотине, которую он не смог разрушить

ды жизни и деятельности человека, формирующейся под влиянием и природных, и социальных факторов.

В настоящее время сооружения, построенные человеком, покрывают 8% земной суши, но, согласно прогнозу, к 2000 году они могут занять до 15% суши, поскольку научно-технический прогресс развивается и население Земли растет (к началу новой эры оно составляло всего 180—200 млн. человек, в 1850 году достигло 1 млрд., сейчас превышает 4 млрд. человек). Как минимум вся эта площадь должна рассматриваться как окружающая среда.

Возникла необходимость изучать земную кору не только с целью поиска, разведки и

добычи полезных ископаемых, не только для обоснования проектов строительства и эксплуатации наземных и подземных инженерных сооружений или удовлетворения потребностей хозяйственной деятельности общества, но и для того, чтобы контролировать и прогнозировать изменения геологической среды (особенно вызывающие отрицательные последствия), а затем разрабатывать способы управления ими.

ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Охрана окружающей и, в частности, геологической среды столь же необходима, как и охрана природной среды. Но по своему содержанию это два различных понятия. Охрана природной среды — это создание заповедников, национальных парков и других территорий, где вмешательство человека в естественный ход процессов нежелательно, даже недопустимо. Охрана же окружающей среды — это не только охрана существующих природных условий, но и тех сооружений или сельскохозяйственных угодий, которые созданы человеком. В данном случае охрана окружающей среды — это охрана уже сложившегося взаимодействия между человеком и природой, охрана от вредного на него воздействия природных или антропогенных процессов.

Сложившееся взаимодействие между человеком и природой динамично. Человек не может не оказывать влияния на природу, на окружающую среду, не может не использовать растительный и животный мир, не потреблять воду, не изменять твердую оболочку Земли. Но важно, чтобы при этом как можно меньше возникали, а еще лучше — вообще не возникали вредные антропогенные процессы; нужно рационально использовать окружающую среду и защищать ее от вредных природных процессов.

Чтобы рационально использовать природные ресурсы и окружающую среду, необходимо долгосрочное прогнозирование. К. Маркс писал, что «культура, если она развивается стихийно, а не направляется сознательно, оставляет после себя пустыню»*. Примером этого предвидения может служить пустыня Сахара. По данным, относящимся к 1968 году,

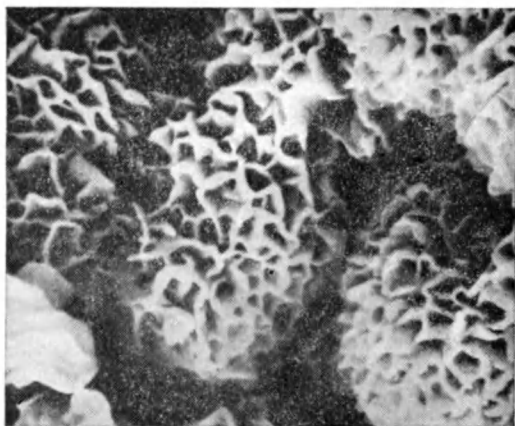
* Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 32, с. 45.

еще 300 лет назад южная граница Сахары проходила на 400 км севернее, чем теперь. За 300 лет здесь пропало около 1 млн. км² плодородной почвы.

Два понятия — «охрана окружающей среды» и «рациональное использование окружающей среды» тесно связаны между собой, так как в обоих случаях имеется в виду разработка долгосрочных прогнозов. Одна из форм такого прогноза применительно к геологической среде — это инженерно-геологический прогноз поведения различных горных пород при воздействии на них человека. Другие формы — прогноз развития природных и антропогенных процессов в пространстве, времени и по интенсивности, прогноз изменения территорий при инженерно-хозяйственном освоении. Все это тесно связано между собой.

Примером может служить хозяйственное освоение Западной Сибири, где инженерно-геологические исследования начались в 1954 году. После открытия первых месторождений газа и нефти стало ясно, что такими исследованиями нужно охватить всю территорию Западной Сибири, поскольку газо- и нефтеперерабатывающая промышленность потребует строительства дорог, трубопроводов, линий электропередач, городов, промышленных объектов и других сооружений. Территория эта трудная для освоения: на севере — многолетняя мерзлота, в центральной части — сплошь болота и озера, на юге — просадочные лесовые породы. Чтобы принимать правильные решения, понадобилось составить инженерно-геологические карты на всю территорию Западной Сибири, а это — 3,5 млн. км². Без современных достижений научно-технического прогресса на такую работу ушло бы много лет. Применение высотной аэрофотосъемки в сочетании с исследованиями на ключевых участках и контрольных маршрутах позволило выполнить работу сравнительно небольшому коллективу всего за несколько лет. Проектировщики и строители, таким образом, получили материал, дававший представление о трудностях, с которыми они столкнутся при освоении нефтяных и газовых месторождений, при строительстве дорог, прокладке ЛЭП.

Освоение территорий, сложенных просадочными или многолетнемерзлыми породами, идет с трудом, однако некоторый опыт в этом отношении уже накоплен. Но кто когда думал, что придется возводить капитальные сооруже-



Пример сложной микроструктуры частиц глинистого грунта (увеличение в 10 000 раз)

ния на болотах? До освоения Западной Сибири болота всегда старались обходить. Но разве обойдешь болото Васюганье, протянувшееся с запада на восток на 800 км, тем более — территорию между Обью и Иртышом, где болотами и озерами покрыто до 90% площади? Иного выхода не было, как изучать процессы заболачивания, инженерно-геологические особенности болотных отложений и подстилающих их пород, современные озерные осадки; проводить инженерно-геологическое изучение горных пород, начиная от грунтовых толщ, которые они слагают, и кончая их микромиром. Внедрение в геологию физических и физико-химических методов позволяет это сделать.

Важно, что сканирующие электронные микроскопы сейчас позволяют увидеть общую картину микроструктуры глинистых грунтов и с применением специальных приставок быстро получать количественные характеристики пористых тел. Поры в глинах могут быть заполнены водой и газом разного состава, в них могут также содержаться микроорганизмы, роль которых (в инженерно-геологическом отношении) пока недостаточно изучена. Сейчас ясно, какой сложной составляющей окружающей среды является геологическая среда.

Рациональное использование природной и окружающей среды очень важно для комплексной оценки территории, которая используется в сельском хозяйстве, промышленно-

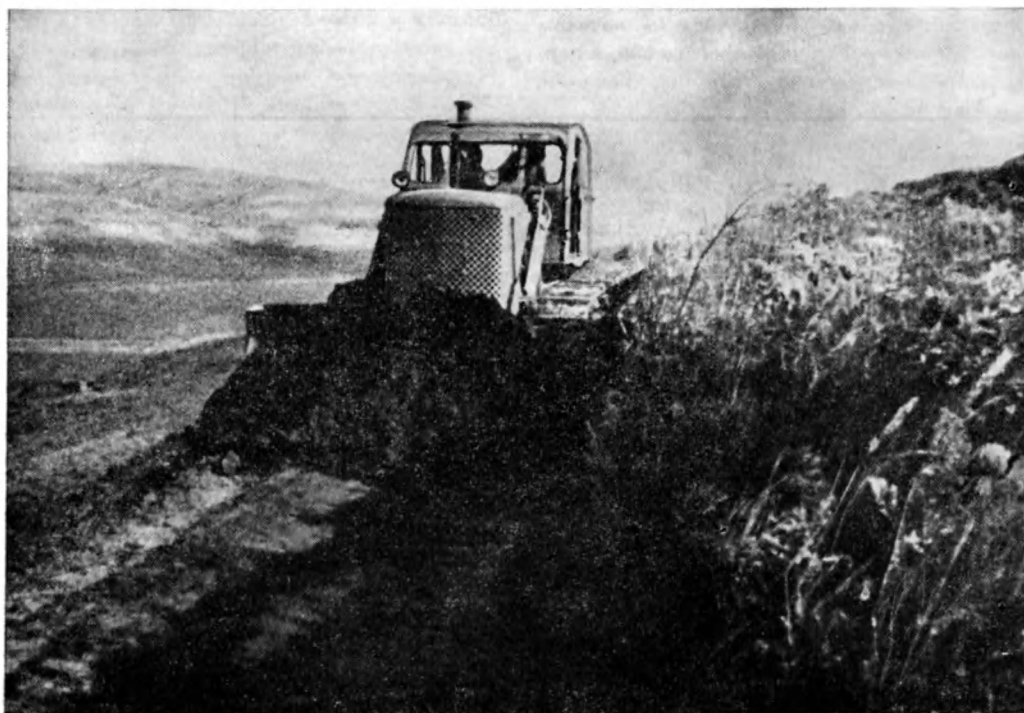
сти, для нужд транспорта и других целей. Наиболее остро сейчас стоит вопрос с сельскохозяйственными угодьями. Во-первых, всего только треть поверхности Земли используется в сельском хозяйстве, лишь 10% территории приходится на пашню и 20% — на пастбища и сенокосы. Ясно, что нужно бережно относиться к каждому гектару угодий, стараться приумножать их площади. Но известно, что площадь пашни, приходящаяся на одного человека, во всем мире уменьшается. И не только за счет роста населения, но и потому, что часть сельскохозяйственных земель расходуется на несельскохозяйственные нужды, а также «съедается» вредными природными процессами. Достаточно сказать, что при прокладке одного километра магистрального трубопровода в среднем нарушается 4 га растительного и почвенного покрова, при прокладке одного километра дороги — 2 га. Общая длина магистральных трубопроводов только в нашей стране превысила 200 тыс. км, а железных и автомобильных дорог — 1 млн.

Борьба с эрозией почв. Террасирование склона оврага в Молдавии

км. Нетрудно подсчитать, что уже нарушено 3 млн. га растительного и почвенного покрова. Рациональное же использование геологической среды приведет к уменьшению этих потерь.

Почвы обедняются или уничтожаются и за счет процессов эрозии, в том числе овражной эрозии. В нашей стране оврагами занято 6,5 млн. га. Согласно подсчетам, при 2%-ном годовом увеличении площади оврагов ежегодная потеря земель из-за оврагов составляет 130 тыс. га, а это значит, что около 400 га «съедается» оврагами ежедневно. А ведь почва — бесценный дар, она может служить бесконечно, если правильно обращаться с ней.

Опыт Молдавии показывает, что с почвенной и овражной эрозией можно бороться и на месте оврагов выращивать ценные сельскохозяйственные культуры. В 50-х годах здесь изучали и впервые применили многие элементы почвозащитной системы земледелия на склонах, эти элементы затем применили в практике землеустроительного проектирования в других республиках нашей страны и за рубежом. В Молдавской ССР разработаны и



способы восстановления разрушенных оврагами земель, их освоения и использования в сельском хозяйстве. В республике за 1966—1975 годы ликвидировано 10,5 тыс. оврагов на площади 22 тыс. га. Затраты на мелиорацию разрушенных оврагами земель составляют в среднем 500 руб/га, но зато с мелиорированных земель получают зеленой массы многолетних трав по 250 центнеров, зерна кукурузы — 35 центнеров, винограда — 60—80 центнеров с гектара.

Благодаря вмешательству человека прекратилось развитие овражной эрозии и получен большой экономический эффект. Это и есть один из результатов рационального использования геологической среды.

ГЕОЛОГИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Возросшие потребности человечества в полезных ископаемых привели к возникновению геологии полезных ископаемых — одного из важнейших направлений в геологической науке. В настоящее время формируется новое направление в геологической науке — геология окружающей среды, которая со временем встанет, по нашему мнению, в один ряд с геологией полезных ископаемых. Геология окружающей среды базируется на научном знании многих геологических дисциплин, в первую очередь структурной геологии, геохимии,

инженерной геологии, гидрогеологии, мерзловедения, почвоведения.

Это будет не простое объединение представлений и методов этих наук, а серьезная переработка, целенаправленный синтез уже установленных закономерностей. Вероятно, инженерная геология сохранит ведущее положение среди геологических дисциплин, входящих в состав геологии окружающей среды, так как по своему характеру это синтезирующая наука, решающая научные проблемы на «широком фронте»: горные породы — геологические процессы — инженерно-геологические условия территории.

Уровень геологических знаний, имеющих практическое значение, в будущем, как и сейчас, будет определяться развитием фундаментальных наук, таких как тектоника, стратиграфия, геофизика, геохимия. На базе этих наук получит дальнейшее развитие геология полезных ископаемых, которая сейчас представляет собой главное из прикладных направлений в геологии. И на один уровень с ней встанет геология окружающей среды. Объектом изучения геологии окружающей среды станет геологическая среда, без знания которой невозможно рациональное использование не только самой литосферы, но и природных богатств в целом.

Если исчезнут леса...

В течение последних тысячелетий площадь лесов на Земле постепенно сокращалась. Сейчас наиболее интенсивно лес уничтожается не в умеренных и субтропических широтах, как это было в прошлом, а в тропиках, и уменьшение площади тропических лесов составляет от $0,16 \cdot 10^6$ до $0,19 \cdot 10^6$ квадратных километров в год (общая площадь леса на Земле — $48,5 \cdot 10^6$ км²). Если такие темпы сохранятся, все тропические леса исчезнут еще до конца следующего столетия. Важно знать, к каким климатическим последствиям это может привести. Б. А. Каган, В. А. Рябченко, А. С. Сафрай (Ленинградский отдел Института океанологии имени П. П.

Ширшова АН СССР) попытались ответить на вопрос, «обострив» ситуацию, то есть рассмотрев обстановку, которая сложилась бы, если бы исчезли все лесные массивы на планете.

Как известно, уничтожение леса сопровождается изменениями альbedo подстилающей поверхности, влажности почвы и содержания CO₂ в атмосфере. Авторы проанализировали три варианта возможной хозяйственной деятельности. Во всех трех случаях лесная древесина сжигается, но на расчищенных землях растительность либо не возобновляется, либо возобновляется травяная растительность, либо расчищенные земли превращаются в культурные угодья.

Разработав модель климати-

ческих изменений системы океан — атмосфера в зависимости от ситуации с лесами, авторы пришли к следующим выводам. При сжигании леса и невозобновлении растительности (первый вариант хозяйственной деятельности) возрастет температура поверхности суши, а следовательно, увеличатся испарение и осадки. Заметно возрастет температура воды в глубинном слое океана, что будет связано с уменьшением теплоотдачи из океана в атмосферу. Если же лесные массивы будут превращаться в луга и культурные угодья (второй и третий варианты), то это приведет к противоположным изменениям климатических характеристик.

Доклады АН СССР, 1984, 278, 4.



Председатель Всесоюзного объединения
«Морсвязьспутника»
Ю. С. АЦЕРОВ

Новые трассы космической «скорой»

Хотя техника и совершенствуется, во всем мире суда и самолеты еще терпят бедствия, гибнут люди — и зачастую только потому, что помощь запаздала... Космическая система оповещения должна свести к минимуму число таких, «вынужденных» жертв.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЦЕПОЧКИ

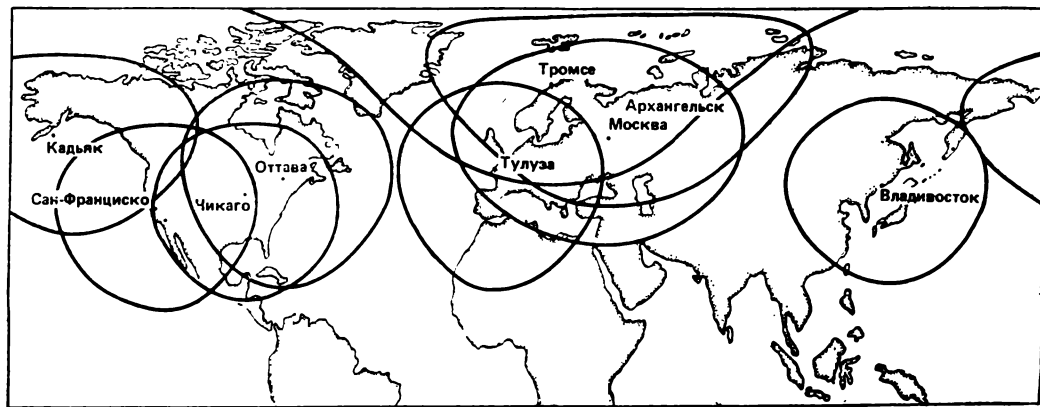
КОСПАС-САРСАТ — «поиск и спасание при помощи спутников». Так называется созданная усилиями СССР, США, Канады и Франции спутниковая система поиска и спасения судов и самолетов, потерпевших аварию (Земля и Вселенная, 1983, № 6, с. 8.— Ред.).

Пока эта система все еще находится на этапе демонстрации и оценки, но разработанный Международной Координационной группой «Меморандум о взаимопонимании», одобренный СССР, США, Францией и Канадой в апреле 1984 года в Тулузе, предусматривает организацию опытной эксплуатации системы уже в этом году. Будут также использованы доработанные ретрансляторы спутников и

улучшенная аппаратура пунктов приема информации (ППИ). В настоящее время сеть ППИ состоит из девяти пунктов: по три в СССР и США и по одному в Канаде, Франции и Норвегии. Зоны видимости ППИ покрывают почти 70% площади Северного полушария.

В режиме прямого ретранслирования через спутник в системе используется частота 121,5 МГц (аварийная частота вызова в воздушной службе). Частоту 406,1 МГц, предусмотренную Регламентом радиосвязи специально для аварийных спутниковых радиобуев, применяют главным образом судовые радиобуи — как в режиме непосредственного ретранслирования через спутник, так и в режиме с запоминанием. Спутник в этом случае «несет» информацию до ближайшей зоны действия ППИ, где «сбрасывает» ее. Таким образом, частотой 406,1 МГц перекрывается весь земной шар. Время передачи спутником информации об аварии зависит, безусловно, от количества ППИ. Принятая от радиобуев

Зоны видимости пунктов приема информации (ППИ) в Северном полушарии



информация уходит со спутника на Землю на частоте 1544,5 МГц. На ППИ сигнал радиобуя подвергается предварительной обработке и передается в один из Центров системы (Москва, Тулузу, Оттаву или Вашингтон), где в памяти ЭВМ находятся эфемериды спутников. Центр системы в свою очередь вычисляет координаты аварийного объекта.

В ЧЕРНОМ МОРЕ ИДЕТ ЭКСПЕРИМЕНТ...

В СССР характеристики системы КОСПАС-САРСАТ проверялись в реальных условиях эксплуатации, кроме того, была проверена эффективность ее взаимодействия с поисково-спасательными службами на Черном море.

Были опробованы два аварийных радиобуя (АРБ), совмещающих в одной конструкции 4-ваттный передатчик на частоте 406,1 МГц и радиомаяк приводного канала на частоте 121,5 МГц с мощностью передатчика 30—40 мВт, а также аварийные передатчики мощностью около 100 мВт, работающие на частоте 121,5 МГц с модуляцией и без модуляции несущей частоты.

К испытаниям подключили также и два искусственных спутника Земли КОСПАС и один — САРСАТ, ППИ в Москве и Тулузе, Центры системы в СССР и во Франции, поисково-спасательные средства (суда и самолеты) Министерства морского флота и Министерства гражданской авиации и судно-имитатор объекта бедствия.

Испытываемые аварийные радиобуи работали с воды и с палубы судна. (Волнение моря в период испытаний доходило до 6 баллов, но в среднем составляло 3 балла.) Определение координат практически не зависело от местонахождения АРБ (на палубе или в море). Полученная на испытаниях точность определения координат АРБ-406 МГц доходила до 3 км в 79% случаев по широте и в 67% случаев по долготе. Ошибки более 3 км получены при углах прохода трассы ИСЗ относительно АРБ в пределах 0—10° и 88—90°. Время передачи аварийного сообщения поисково-спасательным службам не превышало 30 мин.

Точность определения координат на частоте 121,5 МГц составила менее 15 км в 42% случаев по широте и в 60% случаев по долготе. Низкая точность — больше 15 км —

совпадала с усилением помех во время измерений. При небольших помехах вероятность определения координат на частоте 121,5 МГц за один проход ИСЗ была не хуже 0,9.

Поиск аварийного радиобуя вели поисково-спасательные средства по данным, получаемым из Центра системы КОСПАС. Во время испытаний для поиска АРБ-406 МГц пять раз направлялся самолет и трижды — поисковое судно с приводным передатчиком на частоте 121,5 МГц. Во всех случаях обнаружение АРБ осуществлялось с первого раза при выходе в точку, полученную из Центра системы КОСПАС. Среднее время с начала работы АРБ до его визуального обнаружения не превышало двух часов.

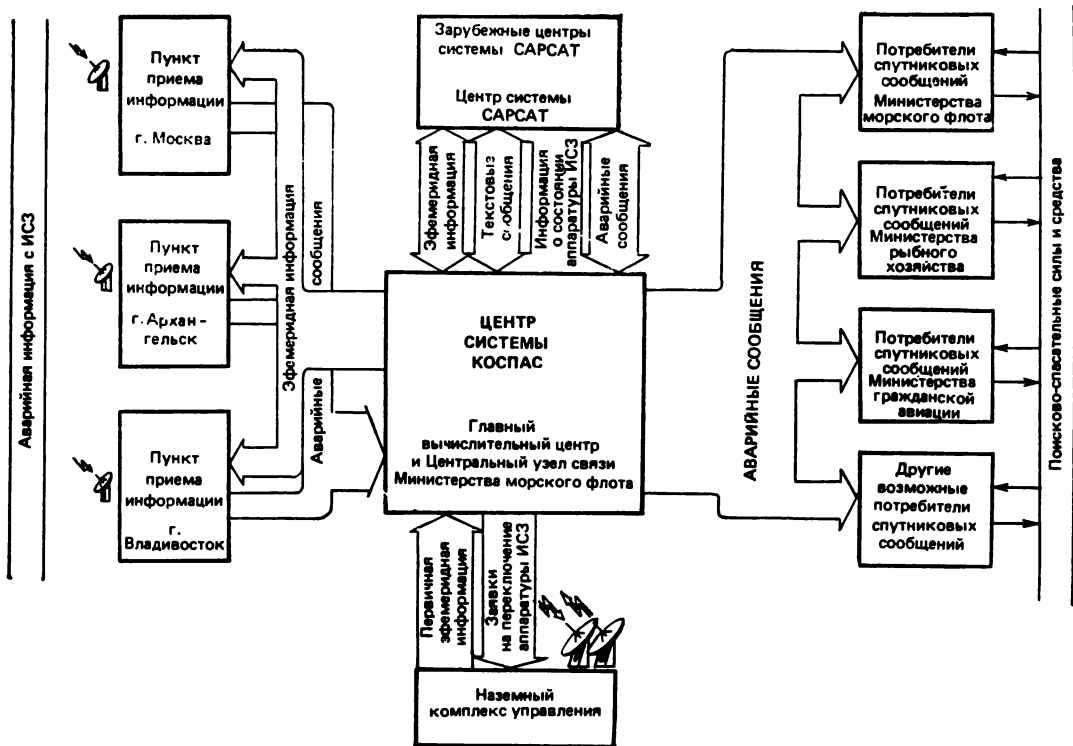
Испытания показали, что система КОСПАС-САРСАТ по своим техническим и эксплуатационным характеристикам удовлетворяет требованиям поисково-спасательных служб и способна значительно повысить эффективность проведения спасательных операций. Учитывая, что в настоящее время действуют девять ППИ и четыре международных координационных центра, три ИСЗ, а также десятки тысяч аварийных радиобуев на частоте 121,5 МГц, система КОСПАС-САРСАТ уже теперь может эксплуатироваться с большой отдачей.

УСПЕХИ — НАЛИЦО

В феврале 1984 года в Оттаве проходило 6-е заседание международной Координационной группы КОСПАС-САРСАТ, где было, в частности, отмечено: за период с сентября 1982 года по начало февраля 1984 года система успешно использовалась в 69 случаях бедствия с судами и самолетами, что позволило спасти 183 человека из 204 пострадавших в авариях.

19 сентября 1983 года небольшой рыболовный траулер потерпел аварию у побережья западной Гренландии. Шесть человек на шлюпке добрались до небольшого острова. Они использовали радиобуй для определения места аварии судна, и в результате им оказал помощь датский самолет.

Другой случай произошел 25 сентября 1983 года в Атлантике, недалеко от испанского побережья: французская яхта, участвовавшая в мини-трансатлантической гонке, потерпела аварию. Сигналы радиобуя на частоте



Так выглядит схема организации и распределения информации в системе КОСПАС

121,5 МГц приняли на ППИ в Тулузе от спутника КОСПАС и передали во французский Центр поиска и спасения. Поиск осуществлял французский танкер «Ликорне Пасифик». Ошибка в определении места составила всего порядка трех миль, а это, безусловно, хороший показатель.

18 октября 1983 года в Северном море удалось спасти четырех человек из экипажа небольшого грузового судна, сигналы радиобуя с которого приняли на ППИ в Тромсё (Норвегия). На поиски экипажа был направлен вертолет. Все кончилось благополучно.

Спутниковая система КОСПАС-САРСАТ получила признание во многих странах. Еще ранее, в 1980—81 годах, к странам — основателям системы (СССР, США, Канаде и Франции) присоединились Англия и Норвегия, а в феврале 1984 года Координационная группа рассмотрела возможность участия в совместной программе Бразилии, Болгарии, Финляндии, Дании и удовлетворила их просьбы.

В настоящее время Международная морская организация (ИМО) системы ООН и Международная организация морской спутниковой связи ИНМАРСАТ изучают вопрос о будущем системы. Первая организация регулирует на международной основе вопросы оборудования и конструкции судов с позиции обеспечения их безопасного плавания и охраны окружающей среды; вторая на коммерческой основе предоставляет услуги через свои спутники (арендованные или приобретенные) по связи с морскими судами.

В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ МИРОВОГО ОКЕАНА...

Сейчас в рамках ИМО разрабатывается глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССББ). В основу построения системы легли принципы, зафиксированные Международной конвенцией по поиску и спасению в 1979 году. Главное в этой конвенции, с точки зрения ГМССББ, — координация действий спасательно-координационных центров государств, ответственных за определенную, за-

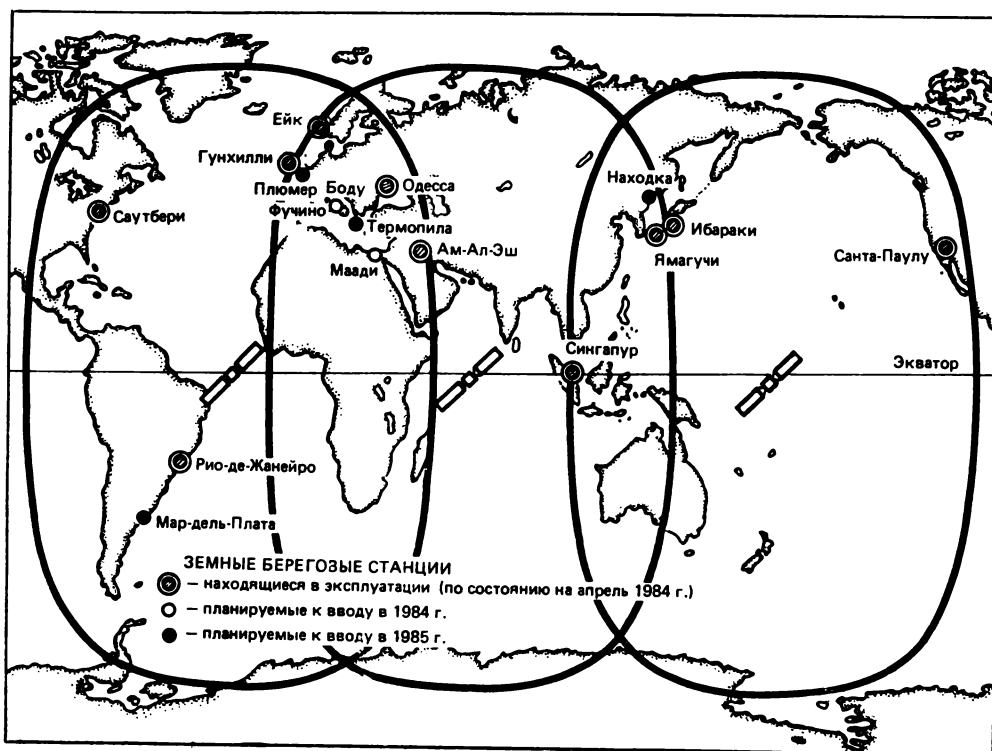
крепленную за ними зону Мирового океана. Чтобы обеспечить наилучшую координацию этих работ, и разрабатывается ГМССББ, что в целом улучшит связь на море и упростит ее использование при бедствии. Начало действия системы планируется на 1990 год.

Учитывая экономические, технические факторы и существующую обеспеченность морских судов средствами радиосвязи, предполагается использовать разнообразные радиосистемы. В их числе — морская спутниковая служба ИНМАРСАТ на геостационарных спутниках; система низкоорбитальных спутников на полярной орбите; морские подвижные службы в УКВ диапазоне 156—162 МГц, в КВ диапазоне 4—25 МГц и в СВ диапазоне 405—4000 кГц. Кроме того, для обнаружения терпящего бедствия объекта в системе можно использовать аварийную частоту вызова воздушной службы 121,5 МГц и частоту для работы спутниковых аварийных радиобуев 406,1 МГц.

Схема зон обслуживания спутников системы ИНМАРСАТ

Многие судовладельцы стремятся сэкономить на радиоэлектронной аппаратуре. Однако потеря судна и груза при аварии дорого обходится судовладельцу, а потеря людей вообще недопустима и должна считаться чрезвычайным случаем. Поэтому обеспечение безопасности на море обязательно не столько для самих судовладельцев, сколько для правительства государства, эксплуатирующих морской флот.

Система КОСПАС-САРСАТ относится к одной из радиосистем, применимых в ГМССББ; она имеет глобальный характер и может использоваться как для оповещения, так и для определения местоположения терпящих бедствие. С другой стороны, ИНМАРСАТ уже сейчас играет значительную роль, обеспечивая безопасное плавание судов. Более 2500 судов в мире оснащены аппаратурой, способной работать через спутники ИНМАРСАТ, эксплуатируются 10 наземных станций системы, в том числе наш Центр международной спутниковой связи (ЦМСС-1) в районе Одессы. В 1985 году планируется завершить строительство ЦМСС-2 в районе Находки.



ЧТО В ПЕРСПЕКТИВЕ?

Значение спутниковой связи с морскими судами неуклонно растет — и в обеспечении безопасности мореплавания, и в улучшении коммерческих показателей работы судов.

Зона действия системы ИНМАРСАТ покрывает территорию от 75° с. ш. до 75° ю. ш. Система обеспечивает связь в телефонном, телеграфном и фототелеграфном режимах и, что особенно удобно для моряков, на мостике судна можно установить аппарат международной связи. Таким образом, сигнал об аварии с судна через ИНМАРСАТ будет немедленно получен земной береговой станцией и передан в Центр поиска и спасения, ответственный за район, где произошла авария. Чтобы операторы этого Центра могли принять решение, куда и какие спасательные средства следует направить, необходимо знать координаты места бедствия. Если терпящее бедствие судно не указало своих координат, а это по характеру аварии не всегда бывает возможно, то операторы Центра используют другую информацию, запрашивая, к примеру, у судовладельца последние имеющиеся у него координаты судна, дату и время выхода в рейс и порт назначения. Зная тип судна и примерную скорость, определяют приблизительный район аварии и направляют туда спасательные средства: самолеты, вертолеты, суда. Информация об аварии может поступить в Центр также и от других судов, услышавших сигнал бедствия, или от пролетавшего мимо самолета. Обработка такой информации занимает много времени, что, конечно, не может удовлетворить тех, кто связан с

организацией поисково-спасательных работ на море, поскольку зачастую помощь в подобных случаях приходит слишком поздно.

Вот почему столь актуальным становится использование системы низкоорбитальных спутников КОСПАС-САРСАТ в сочетании с ИНМАРСАТом. Тогда сигнал от аварийного радиобуя, принятый спутником ИНМАРСАТа, немедленно переадресуется операторам Центра, а через некоторое время (от нескольких минут до получаса, в зависимости от положения спутников на орбите по отношению к месту аварии) придет информация от радиобуя системы КОСПАС-САРСАТ с указанием координат. Такое сочетание двух систем эффективно, оно наиболее полно удовлетворяет требованиям поисково-спасательных служб.

Для работы в направлении судно — спутник ИНМАРСАТ использует полосы частот в диапазоне 1,6 ГГц, а в направлении спутник — судно — в диапазоне 1,5 ГГц. Радиобуй системы КОСПАС-САРСАТ работает на частоте 406,1 МГц, специально выделенной для аварийных спутниковых радиобуев. Поэтому в настоящее время очень важно, чтобы на спутниках ИНМАРСАТ второго поколения, которые должны выводиться на орбиту начиная с 1988 года, был предусмотрен ретранслятор на частоте 406,1 МГц. Разработанная система геостационарных и низкоорбитальных спутников позволит с наибольшей эффективностью оповещать о случившемся бедствии и одновременно указывать координаты места аварии. Сейчас в ИНМАРСАТе и в ИМО тщательно изучаются все вопросы, связанные с практической реализацией этой системы.

НОВЫЕ КНИГИ

О динамике Солнечной системы

Библиотека лектора пополнилась еще одним изданием. Ленинградская организация общества «Знание» выпустила в свет брошюру доктора физико-математических наук В. К. Абалакина и кандидата физико-математических наук А. С. Сочилиной «Формирование и динамика Солнечной системы»

(Л.: Знание, 1984). В ней собраны новейшие сведения о физических характеристиках планет Солнечной системы, об элементах их орбит, приводятся основные данные и о спутниках планет.

В первой главе брошюры рассказывается о главных закономерностях в строении Солнечной системы.

Во второй главе «Закон всемирного тяготения Ньютона — основа динамики планет и спутников» речь идет о том, как был открыт основной закон небесной механики.

Третья, и последняя, глава называется «Формирование Солнечной системы». В ней рассмотрены основные гипотезы о происхождении Солнечной системы. Авторы приходят к выводу: несмотря на то, что в этой области науки уже много сделано, тем не менее «рано еще считать теорию формирования Солнечной системы полностью завершённой».

Брошюра содержит богатый справочный материал, представляющий интерес не только для лектора, но и для всех интересующихся астрономией.



Переменность излучения активных ядер галактик

Наблюдаемые характеристики переменного излучения активных ядер галактик и квазаров и распределение энергии в их спектрах от радио- до гамма-диапазона лучше всего согласуются с моделью дисковой аккреции на сверхмассивную черную дыру.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ

Интерес к природе активности ядер галактик и квазаров возрастает с каждым годом. Объясняется это не только тем, что за 20 лет, прошедших со времени открытия квазаров, проблема еще не получила окончательного решения, но и той ролью, которую играет изучение квазаров в исследовании Метагалактики.

Когда говорят об активных ядрах, чаще всего подразумевают их центральные области, которые, собственно, и определяют феномен квазара. Именно о центральных областях и будет рассказано в этой статье. Для краткости тоже будем говорить «активные ядра». Не станем касаться ни спектральных особенностей квазаров и активных ядер, ни истории их открытия, а также распределения в Метагалактике, так как эти вопросы неоднократно освещались в печати (Земля и Вселенная, 1969, № 2, с. 25; 1973, № 3, с. 25.— Ред.).

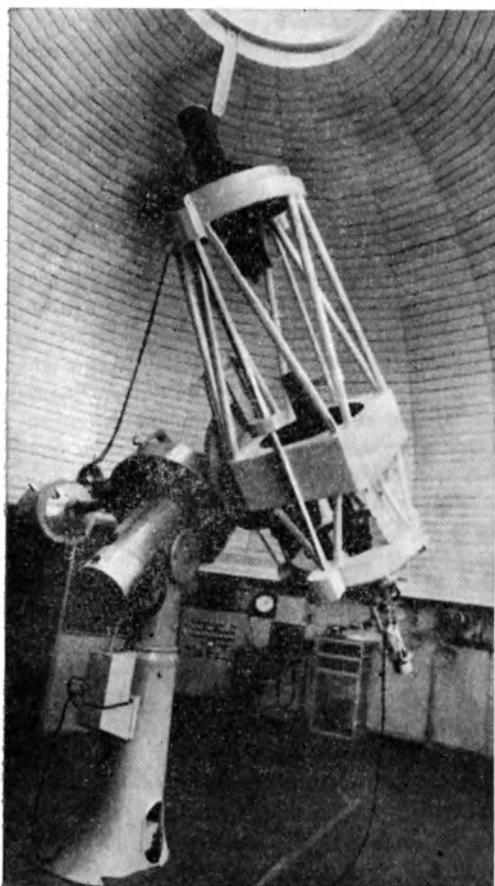
Характерная черта активных галактик и квазаров — переменность их излучения. Так как их светимость может меняться в несколько раз всего за 1—2 недели, то ядра должны иметь очень малые размеры. (Ведь если объект меняет свою яркость за 10 дней, то его размеры не могут превышать 10 световых дней.)

При небольших размерах ядер их светимость огромна — 10^{46} — 10^{47} эрг/с, то есть равна светимости сотен миллиардов солнц! Од-

нако удаленные на расстояния в сотни и тысячи мегапарсек эти объекты видны как слабые звездочки (самые яркие из них — 12 — 13^m). Угловые размеры их чрезвычайно малы. Даже радиointерферометры с межконтинентальной базой, разрешение которых меньше угловой миллисекунды, не могут «увидеть» активные ядра как протяженные объекты.

Известные к настоящему времени объекты с активными ядрами можно разделить на три класса. Первый — это квазары. Они отличаются тем, что в их спектрах имеются сильные эмиссионные линии, в основном водородные. Многие из квазаров — сильные радиосточники. Вокруг некоторых из них обнаружены «туманности». Возможно, это и есть галактики, ядра которых представляют собой феномен квазара. Светимость ядра (квазара) во много раз превышает светимость галактики. Красные смещения квазаров имеют разброс от $0,04$ до $3,8$; то есть они могут быть как довольно близкими (~ 100 Мпк), так и очень удаленными ($\sim 20\,000$ Мпк) объектами (Земля и Вселенная, 1970, № 6, с. 32.— Ред.). Амплитуда переменности блеска квазаров — от $0,3^m$ (такую переменность можно обнаружить только с помощью фотоэлектрических наблюдений) до $6,5^m$; (то есть в 400 раз!), как, например, у 3С 279. В минимуме блеск 3С 279 слабее 17^m , в максимуме достигает 13 — 14^m , а в 1937 году была зарегистрирована вспышка до $11,3^m$. Следовательно, он был примерно в 5 раз ярче самого яркого квазара 3С 273. Но 3С 279 находится почти в 4 раза дальше (3500 Мпк), значит его светимость во время вспышки 1937 года превышала светимость 3С 273 в несколько десятков раз и была равна светимости 100 триллионов солнц!

Второй класс составляют сейфертовские галактики, ядра которых очень похожи на квазары, но имеют в тысячи раз меньшую светимость (Земля и Вселенная, 1970, № 3, с. 45.—



Телескоп (диаметр зеркала 60 см) с элентрофотометром (Южная станция ГАИШ), на котором с 1968 года проводятся систематические наблюдения переменности активных ядер

Ред.). Почти все сейфертовские галактики — спиральные. Светимость такой галактики превышает светимость ядра в несколько раз. Сейфертовские галактики — это наиболее близкие к нам (от 10 до нескольких сотен Мпк) объекты с активными ядрами.

Третий класс — лацертиды. Они названы так по первому из открытых объектов этого типа, — VL Ящерицы (по-латыни *Lacerta*). Они похожи на квазары, но в отличие от квазаров и ядер сейфертовских галактик, лацертиды не имеют сильных эмиссионных линий в спектре. Первое время считалось, что в их спектрах вообще нет линий (континуум). Однако при

тщательных исследованиях эмиссионные линии в спектрах лацертид были обнаружены, хотя и очень слабые. Это позволило установить, что лацертиды — внегалактические объекты, поскольку их красные смещения (от 0,05 до 0,5) указывают, что в среднем они дальше сейфертовских галактик, но значительно ближе квазаров. Все лацертиды довольно сильные радиоисточники, имеющие большую амплитуду переменности (3—4^m) и поляризацию излучения до 30%.

Вокруг некоторых лацертид и, в частности, VL Ящерицы обнаружены слабые «туманности», по своим характеристикам похожие на эллиптические галактики.

ПЕРЕМЕННОСТЬ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

Большую часть информации о свойствах и строении активных ядер можно получить, исследуя переменность излучения, и прежде всего — в оптическом (видимом) диапазоне длин волн. Изучение переменности в других диапазонах — инфракрасном, радио-, ультрафиолетовом — также имеет немаловажное значение, а в рентгеновском, как мы покажем дальше, может быть, даже решающее. Тем не менее, оптический диапазон остается основным как по чувствительности, так и по длительности наблюдений. Это связано с тем, что даже на небольших телескопах можно исследовать переменность очень слабых объектов. Кроме того, далеко не все ядра относятся к достаточно сильным рентгеновским, инфракрасным или радиоисточникам. Оптические же наблюдения проводятся уже десятки лет — некоторые активные ядра фотографируются с 1895 года. Это установлено при изучении старых негативов.

Рентгеновские приемники в настоящее время по чувствительности не уступают оптическим, однако такие наблюдения (со спутников) начались лишь несколько лет назад. Инфракрасные приемники пока уступают и оптическим, и рентгеновским в чувствительности, поэтому для наблюдений инфракрасной переменности требуются большие телескопы. Таких телескопов немного, а загруженность их велика, в силу чего трудно организовать постоянные наблюдения активных ядер в инфракрасном диапазоне.

Наиболее известный из слабопеременных квазаров — 3C 273. Именно у него впервые

была обнаружена переменность и получена «историческая» кривая блеска с амплитудой больше 1^m по пластинкам Гарвардской, Зоннебергской и Московской (ГАИШ) обсерваторий.

Наблюдения переменности квазара 3С 273 и дали толчок развитию модели квазара как наклонного ротатора с сильным магнитным полем (Земля и Вселенная, 1966, № 3, с. 18.—Ред.).

Фотоэлектрические наблюдения (точность их в 10 раз выше точности фотографических), начавшиеся в 1963 году, значительно «уменьшили» амплитуду переменности блеска 3С 273, примерно до $0,4^m$ за 20 лет. В чем же дело? Критический анализ фотографической фотометрии этого квазара и сравнение с одновременными фотоэлектрическими наблюдениями показали, что необычное распределение энергии в спектре квазара (ультрафиолетовый избыток излучения) может при сравнении с нормальными звездами приводить к ложной переменности с амплитудой до $0,6^m$. Таким образом, 3С 273 относится к слабопеременным квазарам, и его фотографические наблюдения не имеют большого значения.

К настоящему времени получены точные фотоэлектрические кривые блеска за 15—20 лет примерно для десятка активных ядер, а для многих сильнопеременных объектов имеются кривые за 50—80 лет. В результате исследований оптической переменности активных ядер был определен ряд характеристик, неизвестных ранее. Назовем характерным временем оптической переменности минимальное время, за которое блеск ядра меняется на величину, равную средней амплитуде. Эта величина, очевидно, будет зависеть от размеров области, ответственной за переменность. Оказалось, что это время постоянно для данного объекта и не зависит от амплитуды вспышки. Но для разных объектов характерное время переменности тем больше, чем больше светимость, а следовательно и масса (светимость прямо пропорциональна массе). Для ядер сейфертовских галактик характерное время оптической переменности составляет в среднем 10—15 дней.

По показателям цвета излучения объекта можно судить о его природе, то есть, даже не зная спектров звезд, разделить их по разным спектральным классам. По цвету можно отделить тепловое излучение (звездное) от

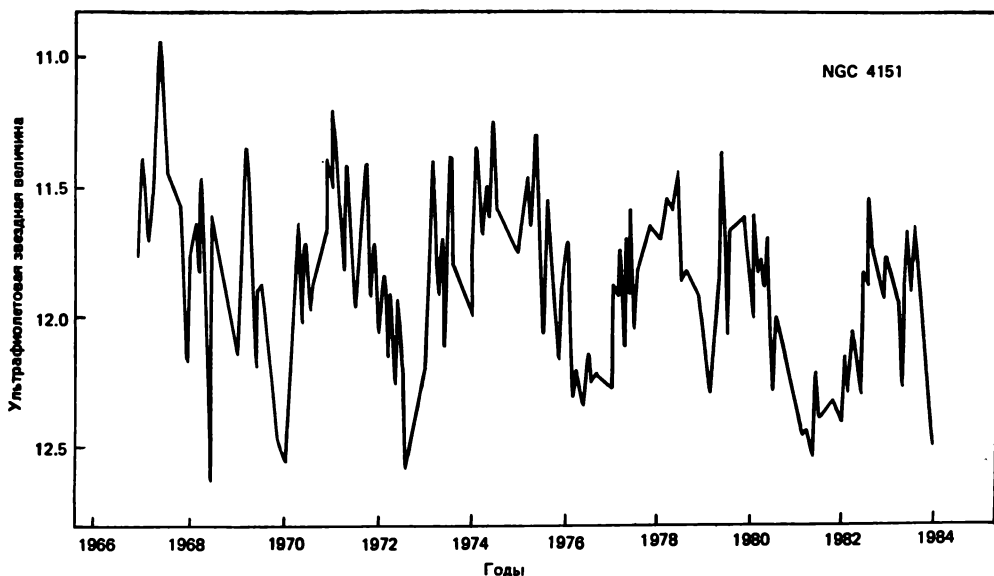
нетеплового, например синхротронного, представляющего собой излучение релятивистских электронов в сильном магнитном поле.

Поскольку радиоизлучение активных ядер имеет синхротронную природу, подразумевалось, что и переменное оптическое излучение — нетепловое, синхротронное. Многолетние наблюдения ядер сейфертовских галактик показали, что это не совсем так: часть переменного оптического излучения имеет тепловую природу, то есть аналогично излучению горячей звезды. Доля тепловой составляющей переменного излучения различна для разных объектов. Так, в переменном излучении лацертид, видимо, преобладает синхротронное излучение, на что указывает, в частности, высокая степень поляризации.

Выбор той или иной модели активного ядра в значительной мере определяется тем, имеется или отсутствует периодичность. Писки периодов в переменном излучении начались сразу же после получения первых кривых блеска. Однако результаты оказались весьма противоречивыми: для одного и того же объекта одна группа исследователей находила периодичность, другая — нет, хотя использовала те же исходные данные. Отмечалась еще одна странность — часто появлялись периоды, близкие к году или полугоду. Это наводило на мысль, что такие «периоды» скорее всего просто связаны с условиями наблюдений. Неизбежные разрывы в наблюдениях вызваны как погодой, так и условиями видимости объекта. Например, на широте 45° квазар 3С 273 можно наблюдать не больше 5—6 месяцев в году.

За последние 15—20 лет фотоэлектрические наблюдения также неоднократно использовались для выявления периодичности. В результате этих работ было установлено, что на ограниченном интервале, протяженностью в несколько лет, довольно часто можно найти период в несколько десятков или сотен дней. Но с увеличением наблюдательного интервала амплитуда периодической составляющей всегда уменьшается. При наличии периода должно быть наоборот, так как все большее число периодов сводится в одну, фазовую кривую, а неправильные флуктуации блеска усредняются.

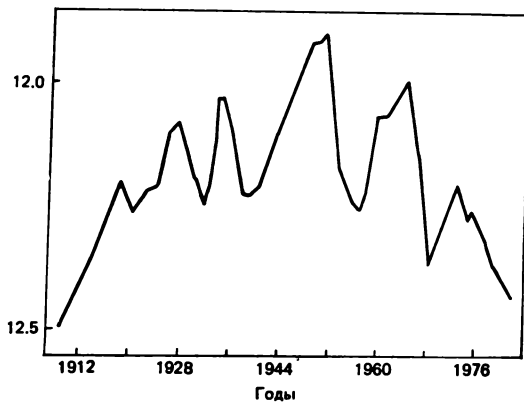
Наиболее подробно в этом отношении исследована сейфертовская галактика NGC 4151, являющаяся также сильным переменным рент-



Кривая блеска ядра сейфертовской галактики NGC 4151 по фотоэлектрическим наблюдениям за 17 лет. Кривая типична для переменности активных ядер галактик и квазаров

геновским источником. Фотоэлектрические наблюдения ядра галактики проводятся с 1967 года, фотографические — с 1905 года. Анализ фотоэлектрических и фотографических наблюдений выявил отсутствие периодичности в диапазоне от нескольких десятков дней до 20—30 лет.

Историческая кривая блеска ядра сейфертовской галактики NGC 4151



ПЕРЕМЕННОСТЬ В ИНФРАКРАСНОЙ И РЕНТГЕНОВСКОЙ ОБЛАСТЯХ

В конце 60-х годов выяснилась интересная особенность излучения ядер галактик и квазаров — резкое возрастание потока излучения в ИК-диапазоне (Земля и Вселенная, 1970, № 5, с. 10.—Ред.). Инфракрасные избытки считались полностью нетепловыми. Однако в последние годы получены данные, указывающие на возможную тепловую природу инфракрасного излучения ядер сейфертовских галактик и квазаров. По мере совершенствования инфракрасных приемников ИК-избытки стали... уменьшаться, особенно в далеком ИК-диапазоне (длина волны — от десятков до сотен микрометров).

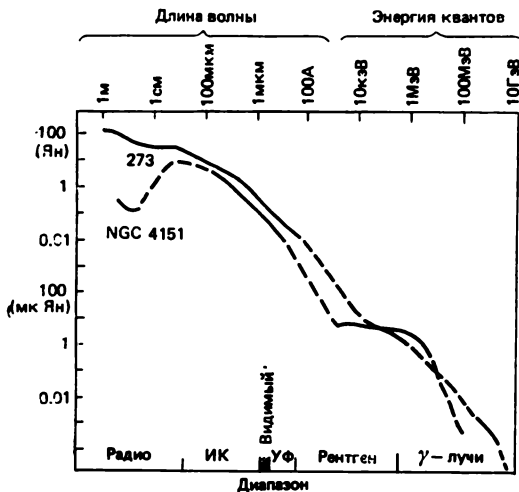
Понятно, что говорить в этом случае о переменности трудно. Тем не менее, тщательно проведенные наблюдения в ИК-диапазоне (2—4 мкм) показали, что инфракрасный поток меняется, хотя и с меньшей амплитудой, чем в оптическом диапазоне. Медленные изменения инфракрасного потока могут указывать на области больших размеров. Так, если характерное время оптической переменности ядра NGC 4151 составляет 15 дней, то инфракрасной — 2 месяца, и при этом изменения инфракрасного потока повторяют изменения оптического с возможным запаздыванием на несколько десятков дней.

Запаздывание (на один месяц) относительно континуума обнаружено и в изменениях потока в эмиссионной линии водорода H_{α} (NGC 4151). Вспышки излучения в H_{α} повторяют вспышки оптического континуума.

Рентгеновский поток NGC 4151, напротив, меняется быстрее оптического и с большей амплитудой. Трехлетние рентгеновские наблюдения на английском спутнике «Ариэль V» (1972—1974) показали, что, во-первых, характерное время переменности в диапазоне 2—40 кэВ составляет для NGC 4151 12 часов (то есть в 30 раз меньше, чем оптической), а во-вторых, амплитуда изменений рентгеновского потока в 5—10 раз больше.

Несколько лет назад впервые были надежно измерены потоки гамма-излучения от активных ядер. Вместе с рентгеновскими наблюдениями они дали еще один неожиданный и важный результат. Когда удалось получить распределение энергии в спектрах сейфертовской галактики NGC 4151 и квазара 3C 273 от радио- до гамма-диапазона, оказалось, что эти объекты излучают в диапазоне 2 кэВ—3 МэВ больше энергии, чем во всех остальных диапазонах вместе взятых! Плотность потока, то есть яркость ядра в ИК-диапазоне в миллион раз выше, чем в рентгеновском, но энергия рентгеновских квантов более чем в мил-

Распределение энергии в непрерывном спектре от радио- до гамма-диапазона для квазара 3C 273 и ядра сейфертовской галактики NGC 4151. Основное отличие — сильное радионизлучение квазара



лион раз превышает энергию ИК и оптических квантов. Поэтому мощность излучения (светимость) в рентгеновском диапазоне выше.

СТРОЕНИЕ АКТИВНОГО ЯДРА

Попробуем теперь представить себе структуру активного ядра, используя рассмотренные выше наблюдательные характеристики. При этом мы пока не будем конкретизировать теоретическую модель, а зададим только массу, которая могла бы обеспечить наблюдаемую светимость ядра.

Светимость не может превысить некую величину, называемую предельной (эддингтоновская светимость) и определяемую из равенства силы давления излучения и силы притяжения. Например, масса $10^8 M_{\odot}$ может обеспечить максимальную светимость 10^{46} эрг/с.

Пусть имеется некоторая масса (кern), равная 10^8 масс Солнца (для другой массы все масштабы изменятся пропорционально). Линейные размеры (R) будут определять характерное время переменности $\tau=R/C$ (C — скорость света). Тогда, в соответствии с наблюдаемым временем переменности, область, где возникает рентгеновское и гамма-излучение, должна располагаться на расстоянии от 1 до 15 световых часов (или 10^{14} — 10^{15} см) от керна. Отметим, что среднее время рентгеновской переменности составляет несколько часов, но зарегистрированы вспышки длительностью меньше часа.

Область, излучающая оптический континуум, находится на расстоянии 10^{15} — 10^{16} см (световые дни). Инфракрасное излучение генерируется еще большей областью — 10^{16} — 10^{17} см. Здесь же возникает излучение и в широких эмиссионных линиях водорода. Примечательно, что кинематическое время $T=R/V$, которое определяется по изменениям профилей широких эмиссионных линий, приводит к такому же расстоянию 10^{16} — 10^{17} см, если считать, что ширины линий соответствуют скорости движения газовых облаков (V км/с).

Наконец, узкие эмиссионные линии возникают в области радиусом 10^{18} — 10^{20} см. Это подтверждается как отсутствием быстрой (меньше нескольких лет) переменности узких линий, так и непосредственными измерениями размеров эмиссионной области.

Тело с массой $10^8 M_{\odot}$ имеет гравитационный радиус $R_g=3 \cdot 10^{13}$ см. Как было показано

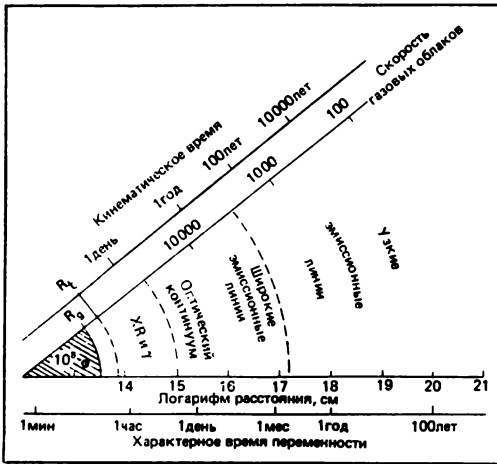


Схема расположения различных зон в активном ядре по наблюдательным данным. Отмечены гравитационный R_0 и приливной R_1 радиусы

выше, радиус области, в которой возникает рентгеновское излучение, составляет в среднем $(3 \div 5) \cdot 10^{14}$ см, то есть всего в 10 раз превышает гравитационный. Следовательно, ядро, скорее всего, должно быть сколлапсировавшим объектом.

Итак, из наблюдений следует, что, во-первых, большая часть энергии, излучаемой ак-

тивным ядром, выделяется в рентгеновском диапазоне, так как рентгеновская светимость в несколько раз (а возможно и на порядок) превышает светимость оптическую и ИК. Во-вторых, область выделения энергии имеет малые размеры — несколько световых часов или порядка 10 гравитационных радиусов для массы $10^8 M_\odot$. Но ведь к этому сводится и основной вывод модели дисковой аккреции на сверхмассивную черную дыру! Поэтому такая модель легко объясняет как максимальное энерговыделение, так и наибольшую активность в рентгеновском диапазоне — два основных наблюдательных факта, установленных в последние годы. К этому следует добавить безуспешные поиски периодов в излучении активных ядер. Отсутствие периодичности — также одно из основных положений модели аккреции на сверхмассивную черную дыру.

Конечно, модель аккреции на сверхмассивную черную дыру объясняет не все экспериментальные факты. Например, высокую степень поляризации и некоторые другие особенности трудно объяснить в рамках этой модели. Тем не менее, на наш взгляд, именно модель дисковой аккреции на сверхмассивную черную дыру лучше соответствует совокупности наблюдательных данных, чем любая другая.

НОВЫЕ КНИГИ

О мире звезд и галактик

Издательство «Наука» выпустило в 1984 году третьим изданием научно-популярную книгу доктора физико-математических наук Ю. Н. Ефремова «В глубины Вселенной». Первые два издания этой книги хорошо известны советским любителям астрономии, а также их коллегам в Болгарии, Венгрии и ГДР, поскольку книга была переведена на болгарский, венгерский и немецкий языки. Ю. Н. Ефремов — по-

стоянный автор журнала «Земля и Вселенная», неизменно вспоминающий во всех изданиях книги «В глубины Вселенной» о своем дебюте (в 1965 году) на страницах «Земли и Вселенной».

Структура книги в целом сохранена: в третьем издании, как и в предыдущих, изложены разнообразные сведения о мире звезд и галактик, причем особое место уделено методам определения расстояний во Вселенной. Однако третье издание основательно переработано и дополнено новым материалом, по большей части относящимся к природе нашей Галактики, галактики в Андромеде и квазарам. В предисло-

вии к своей книге автор отмечает, что он добавил главу об эволюции звезд, а «Эпилог» расчленил на две заключительные главы «Большие телескопы» и «Пределы знания». Все это позволило автору значительно обновить содержание книги и затронуть в ней ряд фундаментальных проблем космологии, связанных с прогрессом современной физики на пути построения единой теории поля.

В заключительной главе книги автор выражает свое отношение к антропному принципу, проблеме существования жизни вне Земли, перспективам развития науки.



К 40-летию
ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

Кандидат исторических наук
Б. В. ЛЕВШИН

Геологи в Великой Отечественной войне

Тысячи советских ученых, работников науки в первые же дни войны встали в ряды защитников Родины. Но огромная армия ученых работала в глубоком тылу. Главная задача научных учреждений во время войны состояла в том, чтобы дать Красной Армии новейшее и наиболее эффективное вооружение, которое превосходило бы вражеское. Деятельность научных коллективов была направлена на создание новых образцов вооружения и боеприпасов, поиск полезных ископаемых, новых источников сырья.

Летом и осенью 1941 года, когда в западных и южных районах европейской части СССР бушевал пожар войны, научные учреждения были эвакуированы в глубь страны. Они разместились в центрах больших, бурно раз-

вивавшихся в годы войны промышленных комплексов Урала, Поволжья и Средней Азии, располагавших большими запасами сырья.

В едином строю с рабочими и колхозным крестьянством советская научная интеллигенция в глубоком тылу участвовала в создании новых центров оборонной промышленности.

Президент Академии наук СССР академик В. Л. Комаров (справа) беседует с председателем СНК Казахской ССР Н. Ундасыновым, представителем Казахской ССР в Москве В. А. Белым и директором Геологического института Казахского филиала АН СССР К. И. Сатпаевым. Москва, 1941 год



Районы Поволжья, Урала, Средней Азии, Казахстана, Сибири превратились в могучий арсенал Красной Армии. Трудные и ответственные задачи, связанные с обеспечением страны необходимым стратегическим сырьем, решали ученые-геологи. Военная промышленность крайне нуждалась в марганцевых рудах, и в результате геологических работ — в них принимали участие сотрудники Казахского филиала АН СССР во главе с председателем этого филиала К. И. Сатпаевым — такие руды обнаружили в Казахстане. Итоги исследований были переданы в Наркомат черной металлургии, и в апреле 1942 года в Казахстане началось строительство рудников, которые стали давать Магнитогорскому металлургическому комбинату высокосортную руду, обеспечивая его остродефицитным марганцем. Геологические исследования ученых Казахского филиала показали, что Казахстан имеет все необходимое для производства собственного металла, потребность в котором вызывалась большим размахом промышленного строительства, развитием машиностроения. Уже в январе 1943 года вступил в строй первенец черной металлургии Казахстана — Актюбинский завод ферросплавов.

Ученые-геологи представили правительству технико-экономические обоснования для строительства в Карагандинском бассейне металлургического завода. В конце 1944 года в Карагандинской области был введен в строй Казахский металлургический завод. В наши дни рядом с ним выросло гигантское предприятие, которое народ назвал «Казахской Магниткой».

Казахстан располагал огромными запасами руд цветных металлов — необходимым стратегическим сырьем. Известный геолог, а ныне академик Ф. В. Чухров во время Великой Отечественной войны проводил работы по изучению молибденовых и вольфрамовых месторождений Центрального Казахстана. В качестве консультанта он принимал участие в исследованиях Казахского геологического управления и Института редких металлов. Работы Ф. В. Чухрова в области изучения минералогии зоны окисления рудных месторождений послужили теоретической основой для повышения эффективности поисков и оценки перспективности рудоносных районов по выходам окисленных руд. Практические рекомендации, сделанные Ф. В. Чухровым для место-

рождений Казахстана, широко использовались геологической службой этой республики, в частности рекомендации о характерных чертах кварцево-молибденовой формации Центрального Казахстана.

В мае 1942 года президент Академии наук СССР академик В. Л. Комаров во главе большой группы ученых выехал в Казахстан для решения вопроса «мобилизации» природных ресурсов республики на нужды обороны. Каждое исследование проводилось комплексно с учетом сырьевых, технических, транспортно-энергетических и экономических условий, что увеличивало его народнохозяйственное значение. В этой работе принимали участие многие ученые. Среди них — и будущий академик А. Л. Яншин. Он, как и многие советские люди, в первые же дни войны вступил в народное ополчение, но затем был отозван в тыл для проведения важных работ на Южном Урале и в Западном Казахстане. Здесь он возглавил поиски, занимался оценкой и организацией промышленного освоения минерального сырья, необходимого в военное время. Ему пришлось изучать месторождения марганцевых руд, бокситов, шамотных глин, глауконитовых песков, писчего мела, бурых углей и сульфатов натрия, а также решать вопросы артезианского водоснабжения железнодорожных станций. А. Л. Яншин активно участвовал в организации треста «Актюбуголь», в освоении новых производств на местном сырье на Актюбинском химическом комбинате, в переводе на местные ресурсы (известняки и кварциты) Актюбинского завода ферросплавов, в обеспечении его подземными водами, в разведке железных руд, месторождения бурых углей на реке Клека. Поисковые геологические исследования привели к открытию А. Л. Яншиным крупного месторождения горючих сланцев и нескольких крупных жил асфальтов на западном склоне Актюбинского Урала. За эти работы он был награжден двумя орденами — Трудового Красного Знамени и «Знак Почета».

В мобилизации ресурсов Востока страны важная роль отводилась ученым Казахского филиала АН СССР. В годы войны филиал организовал 260 специальных отрядов, которые выявляли запасы руд цветных металлов и редких элементов. Были изучены месторождения олова, цинка, сурьмы, ртути, молибдена, никеля, кобальта и других цветных и редких

металлов, без которых невозможна работа военной промышленности. В короткий срок удалось решить вопросы дальнейшего увеличения производства металлов, выплавки свинца и меди, организовать производство электролитического цинка на новом Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате.

Чтобы увеличить выход продукции горно-рудной промышленности, ученые предложили перейти на систему выборочной разработки наиболее богатых рудой участков, рекомендовали новые, более производительные способы добычи руды, внесли предложения по улучшению работы обогатительных фабрик. Внедрение этих рекомендаций дало возможность повысить на одном только Алтае в 1943 году уровень производства металлов на 20—25% по сравнению с уровнем 1942 года.

Геологическим изучением территории Казахстана и Средней Азии занимался известный ученый, ныне академик Б. С. Соколов. Основное внимание он уделял выяснению мезо-кайнозойской геологической истории межгорных впадин Тянь-Шаня (Илийской, Чуйской, Нарымской, Ферганской и других). Эти исследования отличались новизной и оригинальностью и сразу же обратили на себя большое внимание. В 1943—1945 годах Б. С. Соколов занимался также поисками нефти в Средней Азии и Восточном Казахстане.

Скорейшему вводу в эксплуатацию месторождений оборонного сырья способствовали работы В. В. Коржинского, который изучал медные Турьинские месторождения на Урале. За успешно проведенные исследования он был награжден в 1945 году орденом Трудового Красного Знамени.

Во время войны много сил и энергии отдал исследованиям месторождений редких металлов в Средней Азии известный геолог, ныне академик В. И. Смирнов. Важнейшими направлениями его работ стало изучение геологических условий сурьмяных и ртутных месторождений, а также выявление региональных факторов их размещения в этом районе. Проведенные под руководством В. И. Смирнова геологоразведочные работы на ртуть в Средней Азии позволили обеспечить новый Хайдарканский ртутный комбинат необходимым сырьем, а В. И. Смирнов был назначен главным геологом этого комбината.

Вопросами добычи минерального сырья для алюминиевой промышленности занимался

А. В. Пейве, ныне академик, который в начале Великой Отечественной войны был направлен на бокситовые рудники восточного склона Северного Урала, где проработал геологом до осени 1944 года. А. В. Пейве большое внимание уделил расшифровке тектоники рудных полей. Его работы по изучению тектоники восточного склона Северного Урала и знаменитых североуральских палеозойских месторождений бокситов были особенно плодотворными.

В своей монографии «Тектоника Северо-Уральского бокситового пояса», получившей премию Московского общества испытателей природы, А. В. Пейве по-новому осветил геологическое строение большой зоны зелено-каменной полосы восточного склона Урала и разработал новые вопросы теоретической геологии. Наиболее важным из этих вопросов — учение о глубинных разломах и глубинных структурах вообще. Совместно с Н. А. Штрэйсом он выдвинул оригинальную гипотезу вулканогенно-осадочного происхождения геосинклинальных бокситов типа месторождения «Красная Шапочка». Учение о глубинных разломах оказало огромное влияние на развитие теоретической тектоники в нашей стране и получило признание за рубежом. За работы по созданию минерально-сырьевой базы алюминиевой промышленности на Урале в годы войны А. В. Пейве был удостоен Государственной премии.

Важнейшей задачей во время войны было снабжение страны нефтью, добываемой в Башкирской АССР, Татарской АССР, Казахстане, Туркмении, Узбекистане. К развитию нефтедобычи и нефтепереработки, ставшему важной задачей партийных и хозяйственных органов, были привлечены научные силы. Основную работу вела специально организованная экспедиция под руководством профессора М. И. Варенцова. К середине июля 1942 года 36 отрядов экспедиции, состоявших из 270 специалистов, приступили к полевым изысканиям в Ишимбаевском Приуралье, Туйзинском, Белебеевском районах Башкирии, Бугурусланском и Абдулинском районах Чкаловской области. Уже в первые месяцы удалось получить практические результаты, а это помогло создать при всех нефетрестах и комбинатах «Второго Баку» бригады по геологоразведочным и поисковым работам, нефтедобыче, бурению и нефтепереработке. В экспедиции



Заседание Комиссии по мобилизации Урала, Западной Сибири и Казахстана на нужды обороны страны. Слева направо: академик В. А. Обручев, академик В. Л. Комаров, Н. В. Комарова, Б. А. Шпаро, академик В. П. Волгин, В. М. Гальперин, академик И. П. Бардин, А. Г. Чернов, И. С. Пустовалов, П. А. Соколов, Б. Г. Кузнецов, академик Э. В. Брицке. Свердловск, 1942 год

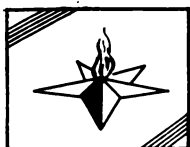
участвовали научные сотрудники ряда институтов: Геологического, Палеонтологического, Сейсмологического, Институтов теоретической геофизики и горючих ископаемых. Это давало возможность вести работы комплексно и использовать новейшие методы поиска нефти.

Применением гравитационных, сейсмических, магнитных и других методов разведки занимался специальный геофизический отряд во главе с членом-корреспондентом АН СССР, ныне академиком А. Н. Тихоновым. В Ишим-бавском Приуралье, отличающемся сложностью геологических структур, использовался метод вертикального электротондирования в сочетании с гравиметрической съемкой. Сейсмическую разведку вела группа профессора, а позднее академика Г. А. Гамбурцева.

Волго-Башкирская нефтяная экспедиция имела 10 полевых геологических партий, работой которых руководил член-корреспондент АН СССР С. Ф. Федоров. Она проводила комплексное исследование нефтеносности пермских отложений в Татарской АССР. В результате на территории Татарии были открыты промышленные запасы нефти.

В целом в Урало-Поволжье благодаря усилиям ученых добыча нефти за годы войны увеличилась в полтора раза. Открытие девонской нефти не только обеспечило фронт важнейшим стратегическим сырьем, но и дало возможность быстро увеличить добычу нефти в послевоенные годы.

Достигнутый до войны высокий уровень научных исследований и организации научной деятельности позволил советской науке с честью выйти из испытаний военного времени и внести весомый вклад в дело победы над врагом.



К 40-летию
ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

О. Н. КОРОТЦЕВ

Их именами названы астероиды

Жизнь и подвиги ушедших в бессмертие защитников Родины запечатлены в «звездных памятниках». Называя астероиды именами достойнейших сыновей и дочерей Отчизны, советские астрономы — первооткрыватели малых планет создали космический мемориал героев Великой Отечественной войны — самый необычный мемориал в мире.

Сейчас в нем насчитывается более сорока планет-памятников. О некоторых из них, названных в честь астрономов — воинов, и рассказывается в этой статье.

С первых же дней войны маленький коллектив Симеизской обсерватории стал готовиться к эвакуации, а те, кто был помоложе, взялись за оружие. В числе первых добровольцев был астрометрист Владимир Григорьевич Шапошников (1905—1942). Его зачислили в расчет зенитного орудия. Знания по астрономии и геодезии пригодились в военном деле (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 59.— Ред.).

В октябре в бою под Керчью В. Г. Шапошников был ранен. Его удалось переправить через Керченский пролив на «большую землю». Из госпиталя в Макопсе (около Туапсе) Владимир Григорьевич прислал в Ташкент директору Пулковской обсерватории С. И. Белявскому (Симеизская обсерватория была в те годы филиалом Пулковской) отчет о проделанных перед самой войной наблюдениях и план будущей научной работы. С. И. Белявский всегда

приводил этот отчет как пример исключительно добросовестного и ответственного отношения к порученному делу.

После госпиталя В. Г. Шапошников снова на фронте.

Владимир Григорьевич
Шапошников (1905—1942)



...Есть под Харьковом село Глазуновка. Здесь в январе сорок второго шли тяжелые кровопролитные бои с фашистскими захватчиками. Гитлеровцы несколько раз занимали Глазуновку, но советские бойцы снова и снова выбивали врагов из села. В одной из таких атак 7 февраля 1942 года погиб В. Г. Шапошников.

Похоронили Владимира Григорьевича в братской могиле на окраине Глазуновки. Сейчас над могилой на высоком постаменте возвышается фигура скорбящего воина. На мраморных досках имена тех, кто отдал свою жизнь за освобождение Родины от фашистских оккупантов. Среди них — имя В. Г. Шапошникова. В честь астронома — воина первооткрывателя малых планет Т. М. Смирнова назвала астероид № 1902 Шапошников.

Немеркнувшей славой овенно имя московской комсомолки Жени Рудневой (1920—1944). Со школьной скамьи она мечтала стать астрономом, работать в обсерватории...

Война помешала ее планам. Закончив третий курс Московского государственного университета, где она училась на астрономическом отделении, Женя пошла в летную школу. Став военным штурманом, Руднева в составе авиаполка ночных бомбардировщиков вылетела на Южный фронт, в район Северного Кавказа.



Евгения Максимовна Руднева
(1920—1944)

645 боевых вылетов на счету
Жени.

В ночном бою 9 апреля
1944 года Женя погибла.
Штурману 46-го гвардейского

Елена Константиновна
Убийвовк (1918—1942)



Таманского авиационного полка гвардии старшему лейтенанту Евгении Максимовне Рудневой за мужество и отвагу было посмертно присвоено высокое звание Героя Советского Союза.

В честь замечательной советской патриотки научный руководитель крымской группы наблюдателей малых планет Н. С. Черных назвал астероид № 1907 Руднева (Земля и Вселенная, 1981, № 4, с. 44.—Ред.).

Елена Константиновна Убийвовк, или как ее ласково называли друзья — Ляля, родилась в 1918 году. Как и Женя Руднева, она мечтала стать астрономом. Сейчас трудно сказать, когда у девушки впервые появилось это желание, только однажды возникнув, оно сделалось целью всей ее дальнейшей жизни. В 1937 году, окончив в Полтаве с отличием среднюю школу, Ляля поступила на астрономическое отделение Харьковского университета. Она уже была близка к заветной цели... Но началась война. И вот Ляля — руководитель подпольной комсомольско-молодежной организации «Непокоренная полтавчанка», действовавшей в Полтаве в годы войны.

26 мая 1942 года гитлеровцы после зверских пыток расстреляли Лялю и ее товарищю. Мужественной советской патриотке было присвоено высокое звание Героя Советского Союза. Н. С. Черных открытую им 11 сентября 1972 года малую планету № 2164 назвал Ляля.

Космический «памятник» посвящен и видному исследователю в области практической астрономии, лауреату Государственной премии научному со-



Дмитрий Кузьмич Куликов
(1912—1964)

труднику Института теоретической астрономии АН СССР Дмитрию Кузьмичу Куликову (1912—1964).

Родился Куликов в 1912 году в Ивановской области. Будучи студентом Ленинградского государственного университета, он проявил незаурядные способности, и после окончания ЛГУ был оставлен в аспирантуре. Но продолжить учебу ему не пришлось. Началась война, и Куликов надел солдатскую шинель. Он воевал под Ленинградом и на 2-м Дальневосточном фронте. За успешное выполнение боевых заданий Дмитрий Кузьмич был награжден орденами и медалями. Только в 1946 году он смог вернуться к научной деятельности — в Институте теоретической астрономии АН СССР (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 59.—Ред.). Очень рано, в расцвете своей деятельности, полный замыслов и идей, ушел из жизни Дмитрий Кузь-



Борис Васильевич Кукаркин
(1909—1977)

мич Куликов. Он похоронен на Пулковском кладбище астрономов — в священной ленинградской земле, которую защищал с оружием в руках. Отныне в память об ученом-воине малая планета № 1774 называется Куликов.

Профессор Московского университета, научный сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Борис Васильевич Кукаркин (1909—1977) известен как выдающийся исследователь переменных звезд (*Земля и Вселенная*, 1978, № 1, с. 59.— Ред.). В годы войны он занимался подготовкой военных штурманов авиации дальнего действия. В его честь малую планету № 1954 П. Ф. Шайн назвала Кукаркин.

Научный сотрудник Горьковского научно-исследовательского радиофизического института доктор физико-математических наук Самуил Аронович Каплан (1921—1978) был видным специалистом по физике

звезд и межзвездной среды, успешно занимался разработкой вопросов космической гелиодинамики, космического радиоизлучения (*Земля и Вселенная*, 1979, № 1, с. 46.— Ред.). Он читал курс лекций по астрофизике студентам Горьковского университета, руководил работой аспирантов. Его перу принадлежит много популярных книг по астрономии. В грозный час войны Самуил Аронович с честью выполнил свой патриотический долг. Он воевал на Ленинградском фронте, защищая от врага город, который очень любил. Большой вклад ученого в науку и его ратный солдатский подвиг отмечены космическим памятником. Астероид № 1987, открытый П. Ф. Шайн, назван Каплан.

Член-корреспондент АН СССР Павел Петрович Паренаго (1906—1960) был крупнейшим исследователем звезд, основателем московской школы звездной астрономии. По его

Самуил Аронович Каплан
(1921—1978)



Павел Петрович Паренаго
(1906—1960)

инициативе была создана Комиссия по звездной астрономии Астрономического совета АН СССР. Написанный им «Курс звездной астрономии» получил высокую оценку специалистов всего мира (*Земля и Вселенная*, 1976, № 5, с. 66.— Ред.). В 1941—1944 годах Павел Петрович — инженер-капитан авиационной службы Советской Армии. В тяжелое военное время он обеспечивал летные части метеорологическими данными — бесценной тогда информацией. Имя Паренаго присвоено малой планете № 2484, открытой Г. Н. Неуйминым.

Представитель славной горты советских астрономов — воинов — член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской премии, директор Института теоретической астрономии АН СССР Святослав Сергеевич Лавров. В составе войск 1-го Белорусского фронта он участвовал в Берлинской операции. Будучи старшим техником-лей-

тенантом одной из авиационных частей, он занимался техническим обеспечением боевых вылетов самолетов. Первооткрыватели малых планет Л. И. Черных и Н. С. Черных

астероиду № 2354 присвоили имя **Лавров**.

Космический мемориал — это священная дань героизму нашего народа в Великой Отечественной войне. Возникший

по инициативе ленинградских астрономов, он продолжает расширяться. И еще многие участники минувшей войны достойны того, чтобы их именами были названы «звезды».

НОВЫЕ КНИГИ

Переиздана книга В. П. Цесевича

Своей настольной книгой считают любители астрономии книгу В. П. Цесевича «Что и как наблюдать на небе». В 1984 году издательство «Наука» выпустило ее шестым, переработанным изданием. К сожалению, это произошло уже после смерти замечательного ученого, педагога и популяризатора астрономии Владимира Платоновича Цесевича (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 58. — *Ред.*).

«Что и как наблюдать на небе» — руководство к организации и проведению любительских астрономических наблюдений. В книге восемь глав. Первая знакомит читателей с основными созвездиями. Вторая глава содержит сведения по сферической и практической астрономии, а третья — о важнейших понятиях астрофизики, инструментах и методах исследования. В четвертой главе даны краткое описание небесных тел Солнечной системы, а также инструкции по наблюдению Луны, планет и комет. Пятая глава целиком посвящена методике наблюдений метеоров и болидов. О Солнце и его наблюдениях рассказывается в шестой главе, здесь же читателям сообщается о наблюдениях солнечных затмений. В шестой главе изложены важнейшие сведения о звездах и звездных системах различной сложности, а седьмая по-

священа методике наблюдений переменных звезд. Особое внимание в книге обращено на вопросы обработки наблюдений.

В период реализации реформы школы актуально звучат слова В. П. Цесевича, которыми он заканчивает предисловие к книге: «Нашей молодежи широко открыта дорога в науку, нужно лишь стремление и любовь к систематическому труду. Среди наших школьников всегда выделяются такие, которые интересуются проблемами Вселенной глубже, чем их товарищи. Эти молодые энтузиасты могут принести большую пользу науке о небе. Для них я и пишу эту книгу. Должен предупредить, что книга написана не с целью развлечения, в ней не все легко понять, если не проделать ряд выводов с карандашом в руке, на листе бумаги».

Тепло Земли

Научно-популярная книга И. М. Дворова и В. И. Дворова «Освоение внутриземного тепла» (М.: Наука, 1984) знакомит читателей с современным состоянием геотермальной энергетики в нашей стране и за рубежом. Книга состоит из введения и восьми глав. Первая глава посвящена истории геотермических исследований. В 1756 году в России появилась работа С. П. Крашенинникова «Описание земли Камчатки», в ней среди описаний действующих вулканов и гейзеров приведены результаты температурных измерений горячих источников.

Использование термальных вод — тема второй главы. Здесь рассказывается о применении их в сельском хозяйстве, о геотермальной теплофикации городов. Третья глава посвящена использованию термальных вод в бальнеологических целях. Авторы также рассказывают о добыче соли, брома, йода из термальных рассолов и знакомят с трудностями и проблемами геотермальной энергетики.

Не секрет, что самое большое изменение окружающей среды создает топливно-энергетическая индустрия с ее громадным циклом, включающим добычу сырья, его транспортировку, сжигание и утилизацию отходов от сжигания. Разработка же и эксплуатация геотермальных месторождений наносит минимальный ущерб природе. Эти проблемы обсуждаются в четвертой главе книги. О геотермальной энергетике за рубежом читатель узнает из пятой главы. Это рассказ и о геотермальных ресурсах Исландии, и о добыче и использовании глубинного тепла Земли в Италии, США, Японии, Новой Зеландии и других странах.

Шестая и седьмая главы посвящены геотермическим методам поиска полезных ископаемых. Особое внимание здесь уделено теплу «сухих» горных пород. О завтрашнем дне геотермики рассказывает заключительная восьмая глава книги.



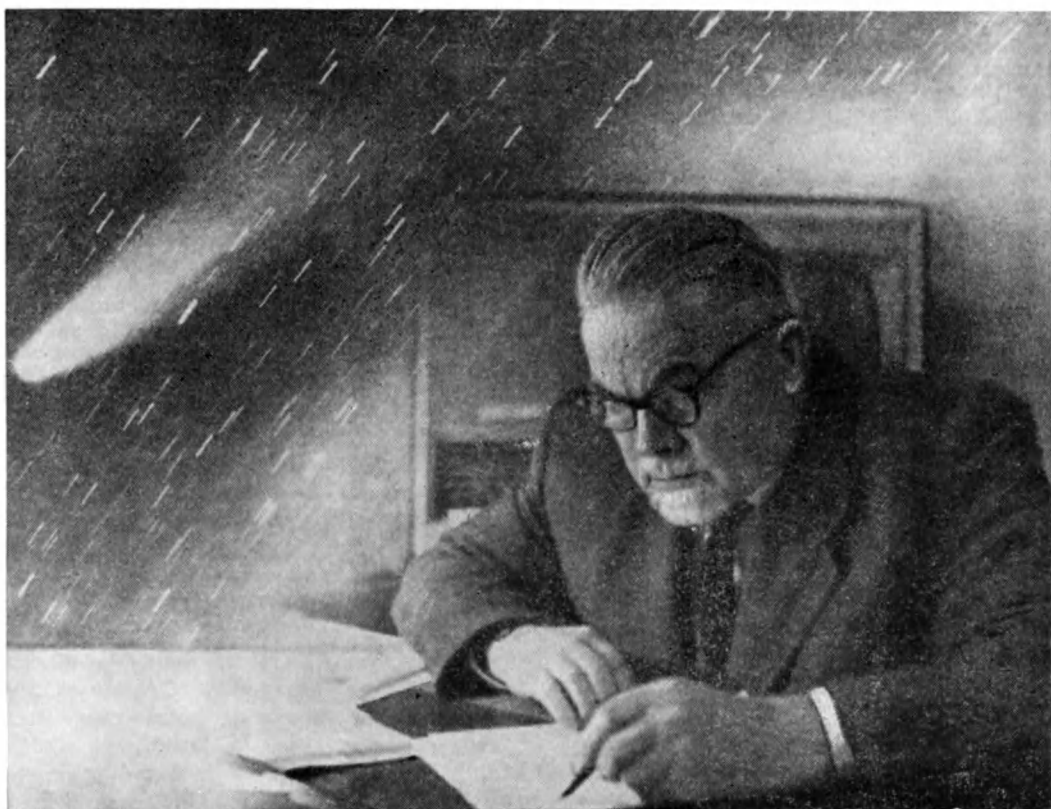
Памяти Сергея Константиновича Всехсвятского

6 октября 1984 года на 80-м году жизни скончался выдающийся советский астроном, неутомимый исследователь Солнечной системы, профессор Сергей Константинович Всехсвятский. Он был талантливым организатором астрономических исследований в СССР, страстным популяризатором новейших исследований и открытий в астрономии. Его широкие научные интересы в первую очередь относились к проблемам Солнечной системы: ее происхождения, строения, физики входящих в нее небесных тел. До последних дней он работал на посту председателя рабочей группы «Ко-

меты» секции «Солнечная система» Астрономического совета АН СССР, был заместителем председателя секции «Астрономия» Научно-технического совета Минвуза УССР и членом Специальной комиссии Советской программы по наземным исследованиям кометы Галлея в 1985—1986 годах.

Сергей Константинович Всехсвятский родился 20 июня 1905 года в Москве. Уже в

Сергей Константинович Всехсвятский
(1905—1984)



1918 году началась его трудовая биография. Он работал курьером, разносчиком газет, табельщиком, рабочим стройбригады. По вечерам регулярно посещал подготовительные курсы для поступления в университет, так как твердо решил стать астрономом. В 1922 году он поступил на физико-математический факультет Московского университета. Обучаясь в МГУ, Всехсвятский одновременно работал вычислителем Южного гравитационного отряда Особой комиссии по исследованию Курской магнитной аномалии. В 1924 году он уже научный сотрудник Астрофизического института, вошедшего впоследствии в состав Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга.

Первая научная работа С. К. Всехсвятского, по исследованию спектра кометы Энке, была опубликована в 1923 году. С 1927 года, будучи сотрудником Астрофизического института, Сергей Константинович ведет большую преподавательскую работу: читает курс высшей математики в московских вузах. В 1930 году он защитил кандидатскую диссертацию, посвященную вопросам эволюции и происхождения комет. С 1933 по 1935 год работает в Наркомпросе РСФСР. В 1935 году С. К. Всехсвятскому была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук, и в этом же году в числе восьми других советских астрономов он стал членом Международного астрономического союза. С 1935 по 1939 годы Сергей Константинович работает сначала научным сотрудником, а затем заместителем директора Пулковской астрономической обсерватории АН СССР.

В 1939 году С. К. Всехсвятский переезжает в Киев, где живет и работает до конца жизни. Здесь он становится заведующим кафедрой астрономии, а также директором астрономической обсерватории Киевского университета (КАО).

С. К. Всехсвятский сыграл выдающуюся роль в развитии астрономии в Киевском университете. При нем тематика научных исследований была существенно расширена в сторону актуальных современных проблем астрофизики и физики космоса. Значительно укрепилась материально-техническая база астрономии. В Киев были приглашены видные ученые-астрономы, значительно увеличен штат обсерватории и кафедры.

В годы войны Всехсвятский принимает ак-

тивное участие в работе Службы Солнца в Свердловске на базе трех эвакуированных туда астрономических учреждений (ГАИШ, КАО, ИЗМИРАН), обеспечивая военные нужды долгосрочными и краткосрочными прогнозами солнечной активности.

После войны Сергей Константинович возвращается в Киев, где вновь возглавляет Киевскую астрономическую обсерваторию и кафедру астрономии, а в 1946 году он утвержден в звании профессора кафедры астрономии КГУ.

Основные работы С. К. Всехсвятского относятся к физике комет, Солнца, к проблемам солнечной активности и космогонии. Много времени и энергии отдал Сергей Константинович наблюдениям комет, малых планет, Юпитера, полярных сияний, полных солнечных затмений. Был инициатором уникального эксперимента по изучению динамики короны с помощью базисных наблюдений во время затмения 1936 года.

На основе изучения солнечной короны по наблюдениям во время затмения С. К. Всехсвятским было открыто жесткое вращение короны, а также существование протяженных корональных потоков, вызывающих магнитные бури и возмущения в ионосфере Земли. Идеи С. К. Всехсвятского легли в основу разработанной в 1953—1957 годах на кафедре астрономии КГУ совместно с его учениками теории динамической короны, предвосхитившей открытие солнечного ветра.

На новой основе С. К. Всехсвятский разработал гипотезу Лагранжа о выбросах комет и других малых тел с поверхности спутников планет-гигантов. Широко известна монография С. К. Всехсвятского «Природа и происхождение комет и метеорного вещества» (1967 г.). В предисловии к книге академик В. А. Амбарцумян пишет: «Автор — прекрасный знаток фактических данных, относящихся к кометам, разработал смелую и играющую важную роль гипотезу о происхождении комет... Многие его результаты давно сделались общим достоянием астрономов... его книга читается с огромным интересом».

Следует отметить, что многие идеи и представления С. К. Всехсвятского, обладавшего большой творческой интуицией, зачастую опережали воззрения своего времени. Неудивительно, что они часто встречались «в стыки» научной общественностью, вызывая жесто-



Астрономы Пулковской обсерватории (40-е годы).

Слева направо:

К. Ф. Огородников, С. И. Белявский, К. Д. Покровский, С. К. Всехсвятский, Г. А. Тихов, Г. А. Шайн, М. С. Эйгенсон

ченную критику и непонимание многих коллег. Требовалось большое научное мужество, глубина мысли, непоколебимая стойкость и убежденность, чтобы отстаивать и развивать свои взгляды.

В 1960—1961 годах С. К. Всехсвятский, наблюдая редкое явление — экваториальную полосу на Юпитере, интерпретировал ее как тень от кольца Юпитера и высказал догадку о существовании колец у других планет-гигантов. Открытие кольца Урана (1978 год), слабого кольца у Юпитера (1979 год), мощного вулканизма на спутнике Юпитера Ио явилось подтверждением его предвидения.

В связи с подтвердившимся наличием колец у планет-гигантов С. К. Всехсвятский был награжден медалью Астросовета АН СССР «За обнаружение новых астрономических

объектов». Многие другие идеи и предсказания С. К. Всехсвятского, такие как звездное происхождение планетных тел, вулканическая модель их развития, рождение комет в планетных системах и другие еще ждут своего развития и подтверждения.

В 1958—1974 годах С. К. Всехсвятским были опубликованы несколько фундаментальных монографий по физическим характеристикам комет. Монографии содержали историю всех комет с древнейших времен до настоящего времени, их орбиты, абсолютные величины и другие данные. Первая часть книги «Физические характеристики комет» была переведена на английский язык издательством НАСА. В 1978 году за работы по исследованию физических характеристик комет С. К. Всехсвятскому присуждена премия АН СССР имени Ф. А. Бредихина.

Много сил и внимания профессор С. К. Всехсвятский уделял воспитанию и подготовке молодых астрономов. Организованная в 1939 году кафедра астрономии Киевского университета под руководством С. К. Всехсвятского подготовила около 350 специалистов,

многие из которых стали видными советскими астрономами и геофизиками. Он читал многочисленные курсы и спецкурсы по различным разделам астрономии, руководил курсовыми и дипломными работами, а также большим числом аспирантов. По общему мнению астрономов, им была создана киевская научная школа.

По инициативе Сергея Константиновича Всехсвятского в селе Лесниках под Киевом создана обсерватория кафедры астрономии КГУ, где были установлены радио- и два оптических телескопа АЗТ-8 и АЗТ-14 для наблюдений комет. Много энергии и времени С. К. Всехсвятский отдал организации кометных наблюдений по программе МГСС и другим проектам в СССР. Под его руководством и при непосредственном участии организовано около 20 конференций, совещаний и школ по различным проблемам малых тел Солнечной системы. Много усилий и времени Сергей Константинович уделял деятельности в обществе «Знание» — был бессменным председателем Научно-методического совета по астрономии и космонавтике, а также работе в ВАГО — долгое время был председателем астрономической секции Киевского отделения ВАГО и членом Центрального совета ВАГО.

Сергей Константинович опубликовал свыше

300 научных статей, 3 учебника (в соавторстве), 10 монографий и книг (некоторые из них переведены на иностранные языки), более 400 научно-популярных и публицистических статей, брошюр и книг. С. К. Всехсвятский был главным редактором «Кометного циркуляра», ответственным редактором межведомственного республиканского научного сборника «Проблемы космической физики» (вплоть до 1982 года).

Сергей Константинович Всехсвятский награжден орденом Ленина, тремя медалями и двумя Почетными грамотами Президиума Верховного Совета УССР. Был избран Почетным доктором Дебреценского университета имени Л. Кошута (Венгрия). Награжден двумя Почетными грамотами Совета «Интеркосмос» при АН СССР, медалью и дипломом им. Ю. А. Гагарина Федерации космонавтики СССР.

В честь Сергея Константиновича Всехсвятского названа одна из малых планет Солнечной системы — астероид № 2721, открытый Н. С. Черных.

Память о выдающемся исследователе Солнечной системы, о добром и чутком человеке Сергее Константиновиче Всехсвятском навсегда останется в наших сердцах.

Группа товарищей

НОВЫЕ КНИГИ

Книга об академике В. А. Обручеве

В 1984 году издательство «Знание» выпустило книгу известного популяризатора науки В. А. Друянова «Рыцарь факта», посвященную жизни и научной деятельности выдающегося ученого, знаменитого путешественника конца прошлого века В. А. Обручева. Книга состоит из предисловия, написанного членом-корреспондентом АН СССР Н. П. Лавровым, и девяти глав. В первой рассказывается об участии юного Обручева, студента Петербургского горного института, в полевых геологических исследованиях в Закаспийской области в 90-х годах прошлого века.

Вторая глава знакомит читателя с семьей Обручевых, детскими и юношескими годами будущего ученого, когда вспыхнула его не угасшая с годами (В. А. Обручев прожил почти 93 года) любовь к геологии. Автор здесь уделит большое внимание учителю Обручева — И. В. Мушкетову. Тема третьей главы — работа Обручева в Сибири в должности государственного геолога. Главным его занятием в те годы были вопросы геологии сибирского золота. В итоге он создал монументальную монографию о золотоносных районах Сибири. В начале 90-х годов В. А. Обручев в составе научной экспедиции Русского географического общества совершил путешествие в Китай и Южный Тибет, где главным образом занимается проблемой происхождения лесса. Об этом

путешествии рассказывает четвертая глава книги.

Пятая и шестая главы посвящены научной и педагогической деятельности В. А. Обручева в начале века. В Томском технологическом институте он одновременно декан горного, и химического отделения. После Великой Октябрьской социалистической революции В. А. Обручев все силы и знания отдал восстановлению хозяйства молодой республики. Занимаясь практическими проблемами рудных месторождений, он вел и активную педагогическую работу, подготавливая новую школу советских геологов, разрабатывая теоретические основы неотектоники, писал научно-популярные статьи и книги. Обо всем этом рассказывается в трех заключительных главах книги.

Питер М. МИЛЛМАН
(Канада)



Названия ландшафтов других миров

В апреле 1984 года в городах Тбилиси и Мцхета состоялись заседания Рабочей группы по номенклатуре планетной системы Международного астрономического союза (МАС), а также совещания проблемных групп, которые вырабатывают рекомендации по наименованию топографических деталей на поверхности тел Солнечной системы. В этих заседаниях приняли участие ученые из Канады, Франции, США, Норвегии и Советского Союза — всего около 30 ведущих специалистов в области планетных исследований, по поручению международной астрономической общности решающих проблемы разработки и развития космической топонимики.

Многие годы Рабочую группу МАС возглавлял видный ученый из Канады профессор Питер Миллман. Он известен своими исследованиями верхних слоев атмосферы Земли, работами в области метеорной и планетной астрономии. В октябре 1984 года МАС принял решение назвать малую планету № 2904 именем Миллмана. В публикуемой статье профессор П. Миллман делится своими впечатлениями о пребывании в нашей стране и рассказывает об основных проблемах современной космической топонимики.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ НАЗВАНИЯ?

Еще не прошло и тридцати лет с тех пор, как в СССР и США начались космические исследования, но они уже возвестили о наступлении новой эпохи в нашем познании других миров. Стало возможным детальное изучение физики и химии более чем 25 различных тел Солнечной системы. Диапазон размеров этих планетных тел огромен: от Юпитера, в 11 раз превышающего в диаметре нашу Землю, до крошечных спутников Марса с размерами всего лишь 10—20 км. Возможность изучать столь различные планетные тела имеет огромное значение для астрономов и геоло-

гов, поскольку вплотную приближает к решению таких проблем, как происхождение и развитие планетной системы. Родилось даже новое направление в науке, получившее название «сравнительная планетология».

Созданные руками человека межпланетные космические аппараты становились спутниками Венеры и Марса, опускались на их поверхности, пролетали вблизи Меркурия, Юпитера и Сатурна, фотографируя их. Быть может в скором времени ученые получат «портреты» Урана и Нептуна. Достижения в исследовании планет превзошли самые оптимистические прогнозы тридцатилетней давности. Они стали

возможны лишь благодаря сотрудничеству ученых и инженеров многих стран.

Как известно, все крупные планетные тела имеют примерно сферическую форму, хотя обычно экваториальный диаметр несколько больше полярного. Но если планетное тело имеет диаметр меньше 400 км, то чаще всего оно неправильной формы. Мы знаем, что на любой планете, имеющей примерно сферическую форму, положение деталей на твердой поверхности определяется в системе полярных координат соответствующими значениями широты и долготы. Эти координатные системы устанавливаются Объединенной рабочей группой Комиссий № 4 и № 16 Международного астрономического союза. Председателем этой рабочей группы является Мертон Э. Дэвис (США). Для планетных тел, имеющих неправильную форму, используются видоизмененные системы полярных координат, привязанные к оси вращения тела. Чтобы облегчить изучение планет и их спутников, обычно изготавливают карты, основанные на результатах высокоточных измерений и составленные с использованием принятых на международном уровне координатных систем. Положение любой детали рельефа на поверхности однозначно определяется двумя числами — широтой и долготой. Но во многих случаях возникает потребность называть тот или иной объект собственным именем, особенно если он часто фигурирует в научных публикациях. Очевидно, для того, чтобы избежать разночтений, должна использоваться стандартная система номенклатуры, согласо-



Советские и зарубежные участники совещания в г. Мцхета после заседания

ванная и принятая на международном уровне.

СПЕЦИАЛЬНАЯ КОМИССИЯ

Для создания такой системы в 1973 году МАС организовал Рабочую группу по номенклатуре планетной системы (РГНПС), которая заменила две существовавшие ранее комиссии — по Луне и по Марсу. В обязанности РГНПС были включены разработка всей новой топографической номенклатуры, потребность в которой возникает как результат быстрого роста информации о планетах и их спутниках, и рекомендация ее Исполнительному комитету МАС. В предварительном выборе имен Рабочей группе помогают пять проблемных групп — по Луне, Меркурию,

Венере, Марсу и внешним планетам Солнечной системы¹. С 1973 по 1982 годы РГНПС работала под председательством автора этой статьи. В настоящее время председателем избран Гарольд Мазурски из Геологической службы США (Флагстафф, Аризона).

Чтобы подчеркнуть международный характер всей деятельности Рабочей группы по номенклатуре планетной системы ежегодные встречи РГНПС проводились в разных странах. Предыдущие заседания состоялись: в Оттаве (Канада, 1974), Москве (СССР, 1975), Гренобле (Франция, 1976), Вашингтоне (США, 1977),

¹ В настоящее время председателями этих проблемных групп выбраны: по Луне — В. В. Шевченко (СССР), по Меркурию — Д. Моррисон (США), по Венере — М. Я. Маров (СССР), по Марсу — Б. А. Смит (США), по внешней части Солнечной системы — Т. С. Оуэн (США).

Инсбруке (Австрия, 1978), Монреале (Канада, 1979), Будапеште (Венгрия, 1980), Бате (Англия, 1981), Патрах (Греция, 1982). Десятое совещание членов РГНПС состоялось в апреле 1984 года в Грузии. Заседания проводились как в Мцхете, ее древней столице, так и в Тбилиси, современной столице Грузинской ССР.

КАК РОЖДАЮТСЯ НАЗВАНИЯ

Было принято решение использовать в работе над номенклатурой поверхностных образований планет и их спутников слова классического латинского языка. В качестве терминов, обозначающих типы топографических объектов, применяются в настоящее время 35 различных латинских слов. Часть образований, обнаруженных недавно на Венере, не похожа на детали рельефа других планет и спутников. Кстати, наиболее впечатляющим в работе совещания РГНПС был показ прекрасных четких изображений поверхности Венеры,

полученных сквозь плотные облачные слои советскими космическими аппаратами серии «Венера». На снимках обнаруживается много интересных, не наблюдавшихся ранее объектов рельефа. Программа советских ученых — получение детальных изображений всей поверхности Венеры — продолжает выполняться. Поэтому не исключено, что после завершения полного анализа изображений, полученных с помощью космических аппаратов серии «Венера», группа по номенклатуре будет вынуждена увеличить число латинских терминов. На одном из ее научных заседаний были представлены дополнительные доказательства существования на Венере вулканической деятельности. Это еще одна тема для тщательного обсуждения в дальнейшем.

Наиболее типичные формы рельефа, обнаруженные на поверхности больших и малых планетных тел, — кратеры. Следуя традиции, кратеры называются именами людей, способствовавших развитию нашей цивилизации, или именами героев мифов и легенд. На Венере стараются присваивать кратерам имена известных женщин, например балерины Павловой или авиатора Эрхарт. Для Луны и Марса берутся имена деятелей науки и техники, например таких, как Галилей, Менделеев, Годдард, Ньютон, Пастер и Нобель. На Меркурии названия даются в честь деятелей культуры — художников, писателей, музыкантов, архитекторов и т. д. Здесь есть кратеры Такаёси, Гюго, Чайковского и Рена. Члены группы избегают многих спорных вопросов благодаря следующему основному принципу выбора имен: не используются имена ныне живущих людей, не называются рельефные образования в честь религиозных и политических деятелей или полководцев. Разрешается брать имена, относящиеся к несуществующим сейчас религиям, таким, как религии Древней Греции и Рима. На Луне есть кратер, названный в честь Юлия Цезаря, но это сделано не за его воинские подвиги,

а за работу по реформе календаря (известно, что именно он ввел в календарь високосный год).

Космические аппараты серии «Вояджер» дали нам детальные фотографии поверхности естественных спутников Юпитера и Сатурна. РГНПС уже составила списки рекомендуемых топографических названий для пяти спутников Юпитера и девяти спутников Сатурна. На втором совещании РГНПС, состоявшемся в Москве в 1975 году, было решено использовать наиболее известные мифы и легенды в качестве источника имен для внешних планет Солнечной системы. Проблемная группа по внешней части Солнечной системы сразу же подготовила обширный «банк имен», чтобы, как только наблюдения поверхности спутников будут завершены, можно было быстро создать номенклатурную систему для этих тел. Такая предварительная подготовка позволила в 1979 году принять 230 названий для поверхностных образований на пяти спутниках Юпитера — всего лишь через несколько недель после того, как данные наблюдений были получены с борта космического аппарата серии «Вояджер». Важна максимально оперативная публикация принятой номенклатуры. Как правило, сроки издания карт планет и их спутников не могут задерживаться, поскольку наука сегодня развивается такими быстрыми темпами, что если принятые названия не появятся на первых же картах, то пользоваться выработанной номенклатурой в дальнейшем будет затруднительно.

Для внутренних планет Солнечной системы названия не ограничиваются только именами людей. Здесь можно встретить названия земных горных хребтов, данные лунным горам, используются наименования знаменитых исследовательских судов (для обозначения обрывов на Меркурии) и названия небольших земных городков и деревень для кратеров размерами менее 10 км на Марсе.

Для объектов внешней части Солнечной системы принципы выбора имен сводятся к тому,

чтобы названия на одном и том же спутнике относились к какому-либо одному мифу или легенде. В этих случаях используются не только имена людей и животных, но и обозначения мест действия, какие-то события и т. д.

Самые примечательные детали рельефа спутников внешних планет могут носить имена первооткрывателей этих спутников. Так, крупнейшая ледяная полоса на Ганиমেде — самом большом спутнике Юпитера — названа областью Галилея, а крупнейший кратер на Мимасе — спутнике Сатурна — носит имя Гершеля. Все другие названия на Мимасе взяты из легенд о Камелоте, короле Артуре и рыцарях Круглого Стола². На Энцеладе мы «встречаемся» с героями арабских сказок из «Тысячи и одной ночи», например с Синдбадом-мореходом, Аладдином и его лампой, Али Бабой и сорочка разбойниками. Образы, связанные с Троянской войной и дошедшие до нас благодаря великим литературным произведениям — «Одиссее» Гомера и «Энеиде» Вергилия, — используются соответственно для названий на Тетис и Дионе. Для Реи брались мифы о сотворении мира из мифологий многих стран. Кратер Бурхан, например, назван именем сибирского божества, сотворившего мир³. На Ио очаги извержений носят имена божеств огня (среди прочих здесь можно встретить имя грузинского бога огня — Амирани).

К настоящему времени МАС принял в общей сложности около 3500 топографических названий для 20 различных планетных тел Солнечной системы. РГНПС скоро подготовит «Справочник названий на планетах и спутниках», который, возможно, будет опубликован НАСА (США) в 1985 году. В нем будут содержаться

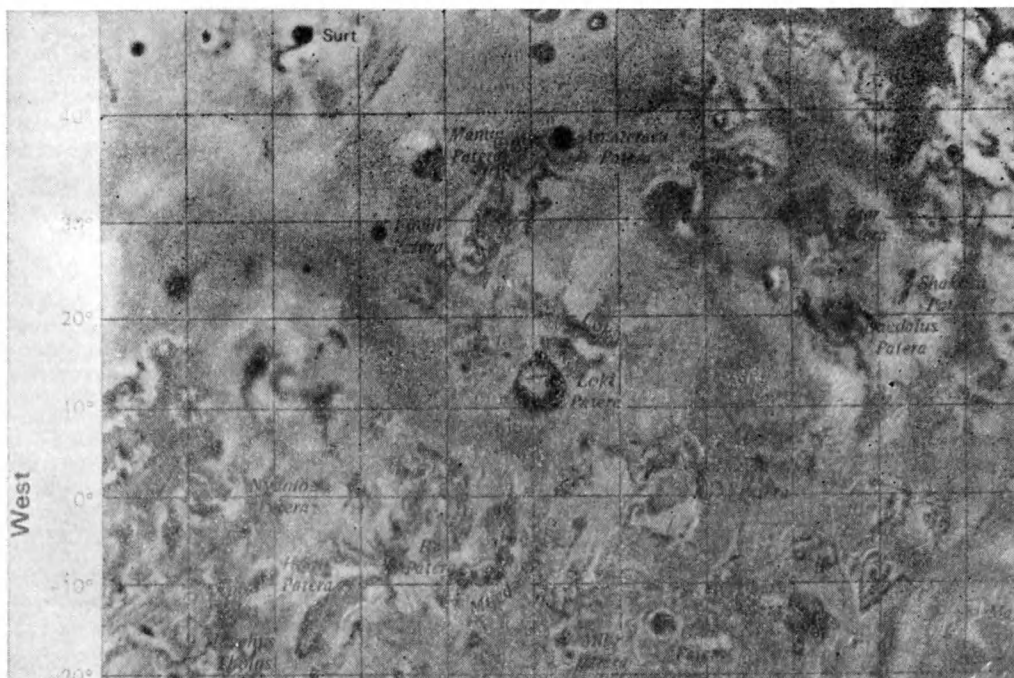
² Имеются в виду герои кельтских мифов и эпических сказаний.

³ Встречается в мифологии бурят, калмыков и других народов СССР (прим. ред.)

Фотография
спутника Юпитера Ио,
полученная 4 марта
1979 года.

Внизу: карта
выделенной области
с названиями основных
природных образований,
составленная
в Калифорнийском
технологическом институте
по снимкам,
полученным межпланетными
зондами «Вояджер-1, -2»

основные сведения обо всех
принятых МАС внеземных
топографических названиях.
В последнее десятилетие к ра-
боте по номенклатуре было
привлечено до 40 астрономов
и геологов. Очень важно в на-
стоящее время создать проч-
ную основу для расширения
поля деятельности сравнитель-
ной планетологии. В целях ус-
пешного ее развития необхо-
димо обеспечить космические
исследования стандартами, при-
нятыми на международном
уровне. Где была бы сейчас



наука без тех тысяч рабочих и значений элементов орбит часов, которые предыдущие поколения астрономов и математиков потратили на определение точных положений звезд

небесных тел? Сегодня мы живем в эпоху информационного взрыва в области планетной топографии. На нас лежит от-

ветственность за создание фундаментальных стандартов, которыми смогут пользоваться новые поколения ученых.

Номенклатура образований на поверхности планет и спутников

ВПЕЧАТЛЕНИЯ УЧАСТНИКА

Грузия — одно из прекраснейших мест Советского Союза, и я, выросший в Японии, почувствовал себя почти как дома, когда увидел эти живописные холмы, горы, быстрые реки. Мы, участники заседаний РГНПС, убедились, что грузины — очень гостеприимный и дружелюбный народ, а великолепное пение самодеятельного мужского хора сотрудников АН ГССР на приеме в Мцхете надолго сохранится в нашей памяти. Незабываемым был и наш визит в дом одного из самых известных грузинских художников И. А. Очиаури, который возродил почти забытую технику создания барельефов на тонких листах металла.

Помимо посещений древних замков и соборов в Грузии, нам представилась счастливая возможность побывать в Абастуманской астрофизической обсерватории. Расположенное на горе Канобили на высоте 1650 м над уровнем моря, это научно-исследовательское учреждение (основанное в 1932 году) было первой в Советском Союзе современной высокогорной астрономической обсерваторией. Директора обсерватории члена-корреспондента АН ГССР Е. К. Харадзе в это время в Абастумани не было, и нашим гостеприимным хозяином стал профессор Д. Г. Ломинадзе — заместитель ученого секретаря АН ГССР. Он рассказал нам, что на территории обсерватории проживает около 300 сотрудников вместе с семьями. К услугам приезжающих астрономов здесь всегда готовы комфортабельные жилые помещения. В заключение я хотел бы выразить искреннюю благодарность сотрудникам Академии наук Грузинской ССР и всем, кто приложил немало усилий для того, чтобы сделать наше пребывание в Грузии приятным и успешным.

Перевод В. В. ШЕВЧЕНКО

Catena	— цепочка кратеров
Cavus	— котловина
Chaos	— область разрушенных форм рельефа
Chasma	— глубокая, протяженная впадина с обрывистыми склонами
Collis	— небольшое возвышение, холм, горка
Crafer	— кратер, впадина округлой формы
Dorsum	— гребень, гряда
Facula	— светлое пятно
Flexus	— пологая извилистая гряда
Fluctus	— местность вулканических излияний, темные или светлые потоки
Fossa	— длинная, узкая неглубокая впадина
Labes	— обвал, оползень
Labyrinthus	— комплекс пересекающихся узких впадин
Lacus	— «озеро», небольшое равнинное темное образование
Linea	— линия, прямая или извилистая
Macula	— темное пятно
Mare	— «море», обширное темное равнинное образование
Mensa	— утес с плоской вершиной
Mons	— отдельная вершина, гора, пик
Oceanus	— «океан», очень большое темное равнинное образование
Palus	— «болото», темное образование со смешанным рельефом
Patena	— неправильной формы кратер или комплекс таких образований
Planitia	— равнина
Planum	— плато, плоскогорье
Promontorium	— мыс
Regio	— большая область, выделяющаяся оттенком или цветом
Rima	— трещина, борозда
Rupes	— обрыв, сброс
Scopulus	— ступень, сложный уступ неправильной формы
Sinus	— «залив»
Sulcus	— рывтины, сложный район параллельных борозд и гряд
Terra	— «земля», возвышенная область с пересеченным рельефом
Tholus	— «купол», холм, пологая возвышенность
Vallis	— долина
Vastitas	— весьма обширная по площади равнина



Интервью участников IX Международной конференции по физике облаков

В августе 1984 года в Таллине состоялась IX Международная конференция по физике облаков. Около 300 ученых из 22 стран мира обсуждали результаты исследований, относящихся к различным процессам в облаках. Открывая конференцию, ее председатель, первый заместитель председателя Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды доктор физико-математических наук **Ю. С. Седунов** подчеркнул, что облака и протекающие в них процессы не случайно привлекают внимание ученых многих стран мира. Во-первых, несмотря на длительную историю их изучения, они до сих пор хранят в себе тайны, не раскрытые пока даже с помощью современных методов исследований. В этом смысле облачные процессы представляют широкое поле деятельности для специалистов различных направлений науки.

Во-вторых, изучение облачных процессов имеет огромную практическую ценность, потому что эти процессы — важнейший механизм, регулирующий перенос тепла и влаги в атмосфере в широком масштабе, вплоть до глобального. В связи с этим проблема совершенствования методов прогноза погоды, предсказания эволюции и движения ураганов, гроз, шквалов, смерчей, града требует весьма деталь-



ного понимания облачных процессов.

В-третьих, отметил Ю. С. Седунов, познание человеком природных явлений преследует цель найти рычаги или каналы управления тем или иным процессом. Современные масштабы влияния человека на окружающую среду так велики, что уже десятки лет проблемы активного воздействия на облака являются предметом специальных прикладных программ во многих странах мира. Успешные работы в области подавления града, грозовой активности, вызывания осадков, рассеяния туманов вселяют на-

дежду, что по мере роста энергетических возможностей человечество в ближайшее время вплотную подойдет к решению проблемы управления облачными процессами.

Стало уже традицией для ученых, занимающихся физикой облаков, каждые четыре года собираться и обсуждать результаты проведенных исследований. За прошедший период ученые добились важных результатов, обогативших наши знания об облаках. Особенно нужно отметить развитие натурных экспериментов, которые дали ценнейший материал о строении и свойствах облаков, совершенствование методов зондирования из космоса и с земли с использованием радиолокационных и лазерных технических средств, а также гигантский прогресс в численном моделировании облачных процессов.

Наш корреспондент **Э. К. Соломатина** в ходе работы конференции взяла интервью у некоторых ведущих специалистов по физике облаков.

Доктор физико-математических наук И. П. Мазин (Центральная аэрологическая обсерватория Госкомгидромета).

Что можно сказать о международной кооперации в области изучения облаков?

В середине 70-х годов развивающиеся страны обратились



во Всемирную метеорологическую организацию (ВМО) с просьбой высказать компетентное мнение, стоит ли тратить средства на развитие способов воздействия на облака, чтобы вызывать осадки, «добывать дождь» у себя в стране (это актуально для многих стран). Через несколько лет под эгидой ВМО начал осуществляться международный научный проект, названный проектом по увеличению осадков (ПУО). Его результаты обсуждались на конференции. Одним из инициаторов проекта был Советский Союз, в работах принимали также участие ученые США, Франции, Канады и других стран. Для научных экспериментов выбрали территорию Испании, где они проводились два сезона. Суть эксперимента состояла в следующем. При подходящих погодных условиях в самих облаках с самолета измерялись их параметры, например устанавливалось, из каких частиц состоит облако, каковы размеры капель и ка-

Открытие Международной конференции по физике облаков. Выступает председатель конференции, первый заместитель председателя Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды Ю. С. Седунов

Вице-президент АН ЭССР председатель оргкомитета конференции И. П. Эпик приветствует ее участников



кое их количество содержится на разной высоте.

Вмешиваться в облачные процессы, воздействовать на них с целью вызвать осадки имеет смысл только тогда, когда в облаках много жидкой воды (среднее кучевое облако содержит десятки тысяч тонн воды!). Облака обладают такой особенностью: при температуре минус десять — пятнадцать градусов наряду с кристаллами льда в них часто сохраняются жидкие капли. Они очень мелкие и не содержат эффективных ядер замерзания, а без таких ядер капли не превращаются в кристаллы льда. Но если искусственным путем внести в них ядра замерзания — кристаллы иодистого серебра — или просто охладить еще больше с помощью сухого льда, капли замерзнут. Поглощая водяной пар из воздуха, они начнут быстро расти и, вырастая до размеров частиц осадков, падают вниз. Вблизи земли они тают, попадая в область положительных

температур, и превращаются в дождь.

Задачей научного эксперимента в Испании было определить, сколь часто в облаках существуют условия, благоприятные для искусственного воздействия, то есть когда в них много жидкой воды и мало ледяных кристаллов. Но решить эту проблему оказалось непросто. Раньше, когда решающая способность приборов была не так велика и они различали только крупные кристаллы, думали, что кристаллов мало и потому можно с успехом воздействовать чуть ли не на каждое облако. Сейчас же, когда современной аппаратурой удается фиксировать значительно более мелкие кристаллы, число их катастрофически «возросло» и стало ясно, что далеко не каждое облако пригодно для искусственного воздействия. Во многих же случаях это просто не рентабельно — в облаке мало воды. Проект увеличения осадков сначала был рассчитан на длительный срок, но после первых двух сезонов работы опыты были прекращены. Сейчас данные осмысливаются.

Существует еще один международный проект активного воздействия на облака (в данном случае — на градовые), называемый «Гроссферзух», в переводе с немецкого — «Большой поиск». В нем участвуют Италия, Франция, Швейцария, а опыты проводятся на территории последней. В ходе экспериментов ракеты впрыскивают в облака специальный реагент, своеобразные зародыши кристаллов, которые «перегоняют» на себя воду, содержащуюся в облаке. Чем больше попадет туда таких мелких кристаллов, тем быстрее они

«съедят» влагу, а затем выльются дождем. В проект «Гроссферзух» заметный вклад внес и Советский Союз, предоставив для работ ракеты и методику проведения экспериментов. Кроме того в них применялся реагент, разработанный в нашей стране.

В США проводятся свои национальные научные эксперименты по воздействию на облака. Американский ученый Б. Сильверман в своем докладе на конференции обобщил основные их результаты, но как видно было из его доклада — многие вопросы спорны.

Сейчас получило развитие весьма перспективное направление — численное моделирование облачных процессов. Ведь очень трудно (и дорого) проводить эксперименты в природе — каждое облако индивидуально и неповторимо. Когда же мы моделируем облака с помощью расчетов на вычислительных машинах, мы можем в любой момент вернуться к той или иной ситуации, «проиграть» ее снова и снова. Это уже похоже на проведение настоящих физических экспериментов. И в этой части физики облаков тоже осуществляется международная кооперация ученых.

Кандидат физико-математических наук И. И. Бурцев (начальник управления Госкомгидромета).

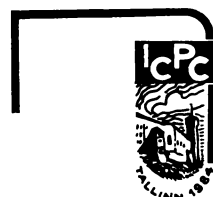
Известно, что в Советском Союзе проводятся искусственные воздействия на облака в интересах народного хозяйства. Что Вы могли бы рассказать об этом?

В проблеме искусственного

воздействия на облака много сложного, однако усилиями советских и зарубежных ученых выполнены исследования, подтверждающие возможность воздействия на атмосферные процессы. Еще в 50-х годах по инициативе академика Е. К. Федорова в СССР началась разработка методов борьбы с градом, в 1961—1966 годах удалось провести первые опытные работы, а сейчас в системе Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды работают специальные противогородовые службы. Они защищают плантации ценных культур на юге европейской части СССР и в республиках Средней Азии на площади около 9 млн. га.

Как работают эти службы? Территорию в 70—120 тыс. га обслуживает отряд, имеющий в своем распоряжении командный пункт с радиолокатором и несколько пунктов, откуда в градоопасные облака запускаются ракеты или снаряды, «начиненные» специальным реагентом. На вооружении отряда имеется разработанный в Советском Союзе специальный радиолокатор «Радиоград» (МРЛ-5), позволяющий буквально за несколько минут «прощупывать» облако локационным лучом и определять его градоопасность.

Главное в работе службы не в том, чтобы обнаружить град,



когда он уже «созрел», важно найти зону его зарождения, именно тот небольшой «пятачок», где капли в облаке начинают превращаться в кристаллики льда. И если радар обнаружит такую зону вовремя, а ракеты и снаряды немедленно внесут туда необходимую порцию иодистого серебра или другого реагента,— успех дела обеспечен. Реагент возьмет на себя скопившуюся влагу, и вместо крупного града выпадет мелкий. Таким образом, создается искусственный град, но он вызывается раньше, чем градины успевают вырасти до опасных размеров. И вместо, скажем, пятисантиметровых градин выпадет множество мелких частичек, которые почти не наносят вреда посевам.

Использование метеорологического радиолокатора для обнаружения градоопасных зон имеет несомненные преимущества перед самолетными методами. Самолет не в состоянии быстро маневрировать на такой небольшой территории, подойти к каждой зоне зарождения града, а таких зон в воздушном пространстве, «опекаемом» одним отрядом, бывает иногда до десятка. С земли же радары за короткое время способны «обработать» любую часть воздушного пространства в радиусе своего действия. Эффективность противорадовой службы на сегодня оценивается в 75%.

В нашей стране ведутся экспериментальные работы не только в целях борьбы с градом, но и искусственного вызывания осадков. В ближайшее время будут организованы работы по вызыванию осадков на Украине, в Грузии, Узбекистане, что нужно для полива

сельскохозяйственных культур и пополнения водохранилищ. Будет создан новый самолет, научное оборудование которого будет выполнять весь комплекс работ по искусственному воздействию на облака— от оценки облачной обстановки до «засевания» облаков реагентом.

**Академик К. Я. Кондратьев
(Институт озероведения АН СССР).**

Какое значение имеет физика облаков для изучения атмосферы и решения проблем метеорологии?

Облачность— один из главных факторов погоды и климата. Причем фактор этот «работает» не только локально, но и в масштабах всего земного шара. Дождь, идущий на континентах,— это влага, изливающаяся из облаков, но приходит-то она с океана, потому что именно океан служит главным источником воды для атмосферы.

Облака служат, пожалуй, и самым мощным преобразователем, модулятором энергетики атмосферы. Когда они затягивают небо сплошным покровом, к поверхности суши поступает меньше солнечной радиации и температура воздуха понижается, а это немедленно сказывается на погодных и климатических процессах.

Сравнительно недавно академик Г. И. Марчук предложил концепцию энергоактивных зон, то есть таких районов в океане, где его взаимодействие с атмосферой наиболее интенсивно. Эти зоны должны быть ответственны за долговременные изменения погоды и, что примерно то же самое,

за кратковременные изменения климата. Физика явления здесь связана прежде всего с аномалиями облачного покрова. Если в каких-то районах, особенно тропических, облачность сгущается, то из-за уменьшения приходящей солнечной радиации поверхность океана там охлаждается и отдает меньше тепла атмосфере. Обратное развитие процессы приобретают, когда облачность рассеивается, солнечная радиация больше прогревает океан, и он интенсивнее передает энергию атмосфере.

Как климатообразующий фактор облака играют важную роль. Не будь облаков, и климат Земли был бы иным, несомненно, не подходящим для человека и других организмов. Облачный покров тем самым стал фактором окружающей среды, обеспечивающим ее стабильность, устойчивость, столь необходимые для всего живого. Недаром в крупнейшей международной научной программе—Всемирной программе исследования климата—проблеме облачности уделено большое внимание. До недавнего времени учет облачности—этого важного модулятора энергетики атмосферы и климатической системы вообще—оставался, я бы сказал, на рудиментарном уровне. Обычно в теории климата принималась модель «замороженной» облачности (количество облаков считалось неизменным). Но ведь мы знаем, сколь динамична облачная система, с этим мы сталкиваемся чуть ли не ежедневно! Теперь предпринимаются попытки, как мы говорим, параметризовать влияние облачности в теории климата, то есть учесть ту «живую» облачность, которая фор-

мируется, развивается и умирает.

Проблема облаков сейчас выходит за рамки только земной проблемы. И в этой связи интересно узнать об изучении облаков на других планетах.

В самом деле, сравнительно-планетологические исследования облачности становятся все более продуктивными. Сейчас возник большой интерес к облачному покрову на Венере, он постоянно окутывает планету и сквозь него никогда не видна ее поверхность в оптическом диапазоне спектра. Но радиосредствами ее можно «увидеть». Исследования Венеры с помощью автоматических космических станций показали, что облака на Венере состоят преимущественно из капель концентрированного раствора серной кислоты. Казалось бы, экзотика — венерианская атмосфера своеобразная фабрика, генератор серной кислоты. Однако никакой экзотики тут нет. Ведь в земной атмосфере, не только в нижних слоях, но и на высоте около 20 км, есть такие же сернокислотные облака. В сущности, это не облака, а дымка — они гораздо разреженнее. На Венере облака тоже сильно разрежены — протяженные, с очень мелкими каплями. Сходство земных и венерианских сернокислотных облаков в том, что химические и физические процессы формирования стратосферной азрозольной сернокислотной дымки на Земле и сернокислотных облаков на Венере очень похожи.

Не менее интересно изучать облака на планетах-гигантах Юпитере, Сатурне, где существуют мощные системы

конвекции и проявляются такие стабильные особенности циркуляции атмосферы, как Красное пятно Юпитера. На этих планетах формируются облака иной природы, не похожие на земные, там большую роль играет аммиачная компонента. Не таким уж экзо-



Туманности вокруг квазаров

Американские астрофизики Т. Боросон и Дж. Оке исследовали спектры туманностей, окружающих некоторые далекие квазары. Для исследования были выбраны 8 квазаров высокой светимости, окруженных туманностями, среди них такие известные, как ЗС 273 и ЗС 48. Все отобранные квазары — мощные радиосточники, но у одних радиоизлучение выходит из ядра, а другие имеют по две протяженные «радиолопасти», расположенные симметрично относительно квазара. Оптические туманности вокруг квазаров очень малы, их размер — всего несколько угловых секунд. На самом деле туманности эти представляют собой гигантские галактики, а квазары — их активные ядра. Расстояния до этих объектов — миллиарды световых лет, поэтому они выглядят почти точечными объектами, и очень трудно отделить излучение туманности от излучения квазара.

Спектры туманностей были получены на 5-метровом рефлекторе Паломарской обсерватории (США) с помощью твердотельных детекторов излучения. Оказалось, что по типу

тическим теперь кажется изображение облаков на спутнике Сатурна Титане: он довольно близок по размерам к Земле и атмосфера его в основном азотная, в отличие от углекислой на Венере и Марсе.

спектра все туманности уверенно разделяются на две группы. У представителей первой группы усилен голубой конец непрерывного спектра и сильны линии излучения. Во второй группе непрерывный спектр красный, а линии излучения слабы или вообще отсутствуют. Но главное, что и свойства самих квазаров в туманностях разных групп существенно различаются: замечены отличия как в оптических спектрах, так и в свойствах радиоизлучения. Например, все квазары с компактным радиоядром связаны с туманностями второй группы, а квазары с двойными «радиолопастями» — с туманностями первой группы. В оптических спектрах квазаров систематически различается ширина и форма водородных линий, мощность линий ионизованного железа и кислорода.

Сомнений не остается. Свойства активного ядра — квазара — прямо связаны со свойствами окружающей его туманности — галактики. Необходимо лишь выяснить, какая из компонент оказывает большее влияние на другую: квазар на галактику, или же галактика на него? С одной стороны, масса квазара значительно меньше массы галактики, но с другой — мощность излучения квазара превосходит суммарную мощность всех объектов галактики. Так кто же «руководит игрой»? Т. Боросон и Дж. Оке считают, что квазар.

Astrophysical Journal, 1984, 281, 2.



Куда пойти учиться любителю астрономии

Правильный выбор профессии, соответствующей призванию и индивидуальным способностям,— залог счастья человека. Труд, выполняемый с интересом, с сознанием его соответствия природным склонностям, способен стать вдохновенным и высокопроизводительным, превратиться в источник радости. Ошибочный же выбор профессии ведет к утрате основного компонента счастья человека и одновременно наносит очевидный ущерб обществу. В посредственном враче порой умирает талантливый физик, а прирожденный астроном становится безынициативным инженером...

Вот почему правильный выбор профессии представляет собой задачу большой государственной важности, мощный рычаг повышения эффективности труда в нашем обществе. Безусловно, немалую роль в решении данной проблемы играет учитель. Чаще всего уже в VIII—IX классе ученику кажется, что он твердо знает, кем хочет стать, хотя еще даже не приступил к изучению ряда учебных дисциплин, включая астрономию. Как известно, астрономию преподают лишь в X классе, причем преподают ее обычно люди, не получившие специального астрономического образования, а иногда даже и не интересующиеся ею. Отсюда и низкое качество преподавания этой дисциплины. Между тем заинтересовать учащихся астрономией можно не только в выпускном классе. Мы поддерживаем идею о том, что изучение астрономии следует сделать поэтапным, вводя в младших классах курс (или курсы) элементарных сведений по астрономии (Земля и Вселенная, 1985, № 1).

Важную роль в своевременном выявлении призвания к астрономии должны играть юношеская и массовая секции Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО). В свою очередь печатные органы ВАГО должны уделять больше внимания публикации статей, убедительно доказывающих всю необходимость астрономического образования. Серьезно заинтересовавшись астрономией, школьник не обязательно должен стать профессиональным астрономом. А разве он не может посвятить себя преподаванию астрономии в школе или пропаганде астрономических знаний в планетариях нашей страны?

Бывает и так — школьник, увлеченный астрономией, не может получить астрономическо-

го образования просто из-за незнания того, где это можно сделать. Тем более, что число высших учебных заведений с астрономическими отделениями довольно ограничено. Астрономические отделения существуют примерно в десятке университетов, и общий прием на них составляет около 300 человек в год. Такое же число физико-астрономических отделений — в педагогических институтах. Но общий годичный прием здесь больше — около 800 человек. Список и адреса этих вузов можно найти в справочнике для поступающих в высшие учебные заведения.

В университетах учебным планом на астрономические дисциплины отводится около 1200 часов. На физико-астрономических отделениях пединститутах (пять лет обучения, как и в университетах) астрономическому циклу посвящается около 600 часов. Читаются такие предметы, как общая астрономия, космонавтика, астрофизика, методика преподавания астрономии и спецкурс по выбору (Земля и Вселенная, 1976, № 1, с. 81.— Ред.).

По замыслу инициаторов создания физико-астрономических отделений в педагогических институтах главное назначение выпускников этой специальности — способствовать улучшению преподавания астрономии в школе. Поэтому такие отделения следовало бы создать в педагогических институтах всех областей и республик страны, начиная с крупных городов. В объяснительной записке к программе по астрономии, утвержденной Министерством просвещения СССР, сказано: «Выпускники данной специальности должны работать в качестве учителей астрономии базовых школ, располагающих небольшими обсерваториями и хорошо оборудованными кабинетами, быть руководителями астрономических секций, лекторами-пропагандистами астрономических знаний и т. д. Их подготовка по астрономии должна быть не только глубокой, но и широкой».

Автору этих строк, много лет преподающему в Горьковском государственном педагогическом институте имени М. Горького, хотелось бы кратко рассказать о деятельности физико-астрономического отделения этого института, располагающего хорошей базой для астрономической подготовки студентов. Два года назад здесь была введена в строй двухбашенная обсерватория, имеются планетарий

и лаборатории. К сожалению, пока это единственный педагогический институт, располагающий специальной кафедрой астрономии. В ее составе два доктора физико-математических наук и много квалифицированных астрономов. Основные направления научной деятельности кафедры связаны с проблемами внегалактической и кометной астрономии, разрабатываются также некоторые аспекты проблемы внеземных цивилизаций. Студенты отделения принимают активное участие в научных исследованиях кафедры, конференциях и научных экспедициях, публикуют свои работы. Подавляющее большинство наших выпускников успешно преподают астрономию в школах и средних профтехучилищах, некоторые

стали научными работниками, защитили кандидатские диссертации.

Вероятно, не все абитуриенты знают, что поступать на астрономическое отделение любого университета или физико-астрономические отделения педагогических институтов может каждый желающий, независимо от того, где он проживает. Кроме обычных документов, при поступлении желательно представить рекомендацию городского или областного отделения ВАГО или педсовета школы, в которой отмечается склонность выпускника к занятиям астрономией.

Доцент
М. М. ДАГАЕВ
П. Я. ФИРЧУК

Знают ли астрономию выпускники средних школ?

Задачи повышения идеологического и культурного уровня советского народа постоянно находятся под неослабным вниманием со стороны Коммунистической партии Советского Союза. Основы для решения этих задач закладываются, как известно, в общеобразовательной средней школе, от которой требуется непрерывное улучшение обучения и воспитания подрастающего поколения в тесной связи с общим прогрессом советского общества.

Сейчас в нашей стране осуществляется реформа общеобразовательной и профессиональной школы, в рамках которой необходимо повысить астрономическую подготовку выпускников средних школ и профтехучилищ. В настоящее время уровень этой подготовки нельзя признать удовлетворительным, о чем свидетельствуют многочисленные проверки, проводимые учебно-методическими секциями отделений Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

Мы также на протяжении нескольких лет, в самом начале учебного года, проверяли анкетированием астрономические знания студентов-первокурсников, только что окончивших средние школы и поступивших в педагогические институты на факультеты, готовящие учителей физики и астрономии. В качестве примера приведем результаты проверки, проведенной в начале сентября 1982 года в Вологодском, Горьковском, Житомирском и Московском государственных педагогических институтах. Анкеты, распространенные среди студентов-первокурсников, были составлены в

двух вариантах и содержали по четыре элементарных вопроса, на которые окончившие среднюю школу обязаны дать четкие ответы.

Анкета 1 содержала следующие вопросы:

1. Как доказать, что Земля обращается вокруг Солнца?

2. Какова физическая природа звезд?

3. Почему солнце летом высоко поднимается над горизонтом, а зимой — низко?

4. Что представляют собой метеоры?

В анкете 2 были такие вопросы:

1. Почему и за какой период времени Луна меняет свой вид (фазы)?

2. Перечислите планеты Солнечной системы в порядке их удаления от Солнца. По каким законам движутся планеты?

3. Какова физическая природа Солнца, его линейные размеры и расстояние до него?

4. Что представляет собой Галактика? Ее размеры и положение в ней Солнечной системы.

Для полноты статистики в оба варианта анкеты были включены вопросы:

5. Местность, где расположена школа, которую окончил студент, и год ее окончания.

6. Учитель какой специальности (физик, математик, географ и т. д.) вел уроки по астрономии в школе?

На все вопросы требовались очень краткие ответы, которые оценивались нами весьма снисходительно по шкале: правильные, неполные и неверные. Анкеты, заполненные студентами, окончившими среднюю школу до

1982 года, в статистику не включались. Анкетирование проводилось анонимно, то есть мы не требовали, чтобы студенты называли себя.

Основные итоги проверки красноречиво представлены в трех таблицах. Первая из них содержит суммарные сведения по двум вариантам анкет. Во второй и третьей таблицах — данные о числе неверных ответов на вопросы анкеты 1 и 2 соответственно; ради краткости мы приводим суммарные сведения

только о неправильных ответах, так как они наиболее существенны для оценки знаний.

Анализ полученных данных показывает, что астрономические знания выпускников, обучающихся в школах разных городов, включая Москву и Горький, примерно одинаковы, но, к сожалению, явно недостаточны. Подавляющее большинство выпускников средних школ не знает ни одного доказательства обращения Земли вокруг Солнца, ничего не может ска-

ЧИСЛО НЕВЕРНЫХ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ АНКЕТЫ 1

Институт	Горький	Житомир	Москва	Итого
Число анкет	77 100%	105 100%	93 100%	275 100%
1. Движение Земли	77 100	105 100	91 97,8	273 99,3
2. Природа звезд	63 81,8	64 61,0	71 76,3	198 72,0
3. Высота солнца	73 94,8	87 82,9	73 78,5	233 84,7
4. Метеоры	70 90,9	72 68,6	78 83,9	220 80,0
Сумма	283 91,9	328 78,1	313 84,1	924 84,0
Общее число ответов	308 100	420 100	372 100	1100 100

ЧИСЛО НЕВЕРНЫХ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ АНКЕТЫ 2

Институт	Вологда	Горький	Житомир	Москва	Итого
Число анкет	55 100%	101 100%	68 100%	294 100%	518 100%
1. Луна	44 80,0	79 78,1	61 89,7	272 95,9	456 88,0
2. Планеты	32 58,2	34 33,7	32 47,0	78 26,5	176 34,0
3. Солнце	39 70,9	43 42,6	39 57,4	206 72,4	327 63,1
4. Галактика	33 60,0	59 58,4	39 57,4	209 71,1	340 65,6
Сумма	148 67,3	215 53,2	171 62,9	765 65,1	1299 62,7
Общее число ответов	220 100	404 100	272 100	1176 100	2072 100

СУММАРНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО АНКЕТАМ 1 И 2

Институт	Вологда	Горький	Житомир	Москва	Итого
Число анкет	55	178	173	387	793
Число ответов	220 100%	712 100%	692 100%	1548 100%	3172 100%
Из них:					
Правильных	21 9,6	63 8,8	59 8,5	137 8,9	280 8,8
Неполных	51 23,2	151 21,2	134 19,4	333 21,5	669 21,1
Неверных	148 67,2	498 70,0	499 72,1	1078 69,6	2223 70,1

зять о природе метеоров, причинах изменения высоты солнца по сезонам года и смены лунных фаз, то есть не может объяснить самые элементарные явления, многие из которых происходят повседневно. Почти все анкетированные (кроме двух) написали, что доказательством обращения Земли служит смена сезонов года, а большинство считает, что смена лунных фаз происходит из-за экранирования Луны Землей. Из 275 человек лишь 42 правильно представляют причину сезонного изменения высоты Солнца. По остальным вопросам анкет наблюдается значительная флуктуация знаний выпускников разных школ.

Поскольку и другие проверки давали сходные результаты, есть основания утверждать, что учителя астрономии не акцентируют внимания учащихся на повседневных астрономических явлениях, не раскрывают их физической сущности. Между тем хорошо известно, что формирование материалистического мировоззрения начинается с научного объяснения прежде всего тех явлений природы, которые наблюдаются повседневно или довольно часто. Если непосредственно и постоянно наблюдаемые астрономические явления не получают соответствующего объяснения с раскрытием их физической сущности, то остается лазейка для их превратного истолкования и даже для религиозно-мистических влияний. Разъяснение же физической сущности явлений активно содействует атеистическому воспитанию учащихся. Поэтому при подготовке учителей физики и астрономии в педагогических институтах на это обстоятельство следует обратить самое серьезное внимание.

Улучшение астрономической подготовки студентов может быть осуществлено по нескольким направлениям. **Первое** — пересмотр ныне действующей программы по астрономии, которой руководствуются преподаватели, читающие курс астрономии в педагогических институтах. Эта программа далека от совершенства и требует пересмотра. **Второе** направление — это объяснение физической природы астрономических явлений и прежде все-

го тех, которые происходят повседневно и регулярно, четкое разграничение их причин и следствий. **Третье** направление — сокращение второстепенного учебного материала, который не имеет существенного значения для формирования диалектико-материалистического мировоззрения. Студенты, желающие углубить свои знания, всегда найдут необходимую информацию в научной или научно-популярной литературе. Такое сокращение курса астрономии позволит выделить несколько учебных часов на изложение основ методологии преподавания астрономии в средней школе, что необходимо для профессиональной подготовки студентов.

Четвертое направление — это обязательное самостоятельное выполнение студентами лабораторных работ по астрономии. Такие работы побуждают студентов к более глубокому изучению содержания лекций и учебника, активизируют их мышление. Обработка материалов практикума содержит элементы научных исследований и по существу является учебной исследовательской работой студентов, так как именно здесь они впервые знакомятся с астрономическими методами познания природы и обучаются самостоятельной работе с литературой и приборами.

Пятое направление — это обязательное проведение простейших астрономических наблюдений, вполне доступных в условиях педагогических институтов. Наконец, **шестое** направление — это организация для ограниченного контингента студентов небольшого спецкурса и спецпрактикума по астрофизике, содержание которых зависит от возможностей имеющегося лабораторного оборудования.

Все это вполне осуществимо в педагогических институтах и послужит повышению профессиональной подготовки учителей астрономии для средней школы, а в конечном итоге приведет к повышению уровня астрономических знаний учащихся средних школ и профессионально-технических училищ.

НОВЫЕ КНИГИ

«Неисчерпаемость бесконечности»

Так назвал свою новую книгу известный популяризатор астрономии Ф. Ю. Зигель. Книга адресована старшим школьникам и выпущена в 1984 году издательством «Детская литература» в серии «Люди. Время. Идеи». Научным редактором был доктор физико-математических наук Г. С. Нариманов (1922—1983).

Автор предлагает читателям «познакомиться с ролью бесконечности в математике, астрономии, физике, философии, с неисчерпаемостью окружающего нас материального Мира». Бесконечность в математике рассматривается на примерах множества натуральных, рациональных и иррациональных чисел; анализируются парадоксы и апории бесконечности. О многомерности пространства автор рассказывает в связи с теорией относительности А. Эйнштейна.

Отдельные главы книги по-

священы проблеме бесконечности в космологии и внегалактической астрономии. В книге немало спорных сведений, целесообразность освещения которых могла бы стать предметом подробной рецензии.

В заключительной главе книги автор затрагивает ряд философских вопросов и проблеме информационно-коммуникационного взрыва, охватывающего все сферы человеческой деятельности.



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Звездное утро Байконура

Байконуру — 30 лет

ТАК НАЧИНАЛИ

12 лет, с 1955 по 1967 год, я провел на космодроме Байконур.

После шумной Москвы — заброшенная в степи маленькая железнодорожная станция. Рядом разбит парк: несколько голых деревьев и на каждом — табличка «Ответственный такой-то». Снега не было. А кругом не то степь, не то пустыня, уходящая далеко за горизонт. Первое время мы жили в единственном двухэтажном доме, который получил прозвище «Казанский вокзал». Весь второй этаж перегородками в человеческий рост делился на несколько «комнат», в каждой размещалось по 20—30 человек...

Успешному полету первого спутника предшествовало несколько пусков межконтинентальной баллистической ракеты. На ее базе и была создана ракета, позволившая вывести искусственный спутник на околоземную орбиту (Земля и Вселенная, 1983, № 3, с. 55.—Ред.).

Это сейчас многим может показаться, что все у нас было гладко. На самом деле трудностей хватало. Впрочем, трудности всегда сопровождают хоть мало-мальски серьезное дело. А у нас вообще все было впервые...

Первая летная ракета, испытанная еще ранее на стенде, прибыла в Байконур в марте 1957 года. Комплексные испытания повторялись несколько раз. Наконец пришли к заключению: все системы и агрегаты работают без замечаний! Ракету переложили на установщик. Подошел тепловоз. Ракета медленно, двигателями вперед, «выплыла» из ворот монтажно-испытательного корпуса (МИКа) и, подталкиваемая тепловозом, направилась к старту.

Установка ракеты в стартовое сооружение — впечатляющая картина: подъезжает установщик с ракетой, его стрела начинает подниматься, и ракета из горизонтального



Здесь начинался Байконур...

принимает вертикальное положение. Она поднимается очень медленно, и от этого величественность зрелища только усиливается. Одновременно сходятся фермы стартового сооружения и подхватывают ракету.

К ракете подключили необходимое оборудование и начали готовиться к генеральным испытаниям. Людей на старте много. Все, не занятые у самой ракеты, облюбовали «Банкобус» — деревянный барак неподалеку от старта. Почему этот барак так назывался, не могу сказать. Впоследствии выстроили специальное служебное помещение, и «Банкобус» оказался лишним. А в те дни «Банкобус» чем-то напоминал вокзал. Здесь же и спали, и жевали бутерброды, и рассматривали схемы систем, и разбирали технические вопросы... По громкой связи слышались команды о подготовке к испытаниям той или иной системы. Тот, кого это касалось, выходил из «Банкобуса» и от-

правлялся на свое рабочее место. Покончив с делами, возвращался. Так прошло несколько дней и ночей.

15 мая, когда завершились генеральные испытания, приступили к заправке ракеты топливом. Заправка шла медленно — ведь все делалось впервые. Около 10 вечера по громкой связи объявили: «Минутная готовность!». Все присутствующие затаили дыхание. С наблюдательного пункта отчетливо увидели вспышку. Затем еще одну, более сильно: значит, двигатели вышли на режим. Стало совсем светло, с каждой секундой нарастал гул. Ракета, обтая пламенем, медленно выходила из стартового сооружения. Зрелище незабываемое. Через некоторое время ракета начала отклоняться от вертикали, делаясь все меньше и меньше, и спустя минуту уже превратилась в светящееся пятно. Но тут яркость пятна внезапно увеличилась, и тотчас все исчезло.

Позднее выяснилось — на 90-й секунде полета на ракете вследствие пожара произошел взрыв. Просуммировав все плюсы и минусы, а также учтя тот факт, что главной сейчас была проверка стартового сооружения, которое пуск выдержало, пришли к единодушному мнению: первоначальная задача выполнена, то есть двигатели ракеты проработали в заданном режиме целых полторы минуты и стартовое сооружение продемонстрировало свою работоспособность.

В последних числах августа состоялся новый пуск. Около 7 вечера объявили 5-минутную готовность, а за нею — минутную. С командного пункта ракета была видна очень хорошо.

После запуска двигательных установок ракета устремилась ввысь. Факел работающих двигателей постепенно удалялся. Тогда мы впервые собственными глазами увидели разделение ступеней. Внешне это выглядело так: за несколько секунд до разделения пламя резко уменьшилось. В небе появился крест, концы которого стали расходиться в разные стороны. Светящаяся точка в центре креста на какое-то время сделалась ярче, а затем померкла и скрылась из глаз.

Но особенно впечатляющее, ни с чем не сравнимое зрелище — старт ракеты поздним вечером либо перед рассветом, когда ступени разделяются в лучах восходящего или заходящего солнца. Как только солнечные лучи

озаряют ракету, она начинает светиться голубым светом. При разделении на темном небе возникают расходящиеся голубые полосы. Потом образуется круг, разделенный на четыре сектора — они все время растут и меняют окраску, переливаясь всеми цветами радуги. Эта удивительная картина пропадает только минут через тридцать...

ПЕРВЫЕ СПУТНИКИ

Передо мною книга «Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева» (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 77. — Ред.). Здесь приводятся различные документы, некоторые — впервые. Из них видно, что группа М. К. Тихонравова изучала возможность создания искусственного спутника Земли еще в 1948 году.

В отчете о научной деятельности за 1955 год С. П. Королев писал: «В конце 1955 года были начаты исследовательские работы и подготовлены общие соображения в связи с созданием искусственного спутника Земли...». А в докладной записке, направленной руководителям партии и правительства в начале 1957 года, С. П. Королев уже вел разговор о первых запусках искусственных спутников Земли до начала Международного геофизического года. В записке, в частности, отмечалось: «Две ракеты, приспособленные в этом варианте, могут быть подготовлены в апреле — июне 1957 года и запущены сразу же после первых удачных пусков межконтинентальной ракеты...».

К началу сентября 1957 года пришла документация на подготовку ракеты-носителя с искусственным спутником. В документации стоял шифр «ПС», что означало «простейший спутник». Вскоре прибыла и ракета. Но теперь это уже была не просто ракета, а ракета-носитель. Ее значительно доработали.

В комплексных испытаниях проверялся и сам спутник, что усложняло работу. Сделан он был из алюминиевого сплава. Поверхность отполирована, чтобы меньше нагревалась аппаратура, находящаяся внутри. Он выглядел красиво и как-то не по-земному. На спутнике находились два радиопередатчика достаточно большой мощности. Снаружи он был прикрыт специальным защитным конусом, который впоследствии сбрасывался.

Первыми испытания начали двигателисты. За ними — мы, управленцы. Работали днем и

ночью. Единственно жалели, что в сутках только 24 часа. И вдруг мы споткнулись. Оказалось, один из приборов начал работать раньше положенного времени. Первая проба ничего не дала, но при последующих проверках этот сбой «сработал» с точностью часового механизма. В конце концов неисправность устранили.

Любопытный штрих: всякую неисправность мы называли «ббббом». На вопрос «Почему приостановились испытания?» часто можно было услышать: «Бобик на изделии» (ракеты мы никогда не называли ракетой, а только — изделием).

...Рано утром 2 октября 1957 года ракету-носитель со спутником вывезли на стартовую позицию. Принимается историческое решение: «Произвести пуск 1-го искусственного спутника Земли 4 октября». Началась заправка ракеты-носителя топливом. И вот, наконец, объявляется 30-минутная готовность.

По этой готовности я должен был эвакуироваться в район укрытия, так как все проверки, в которых я участвовал, прошли нормально. Но мы с коллегами отправились вовсе не туда, куда следовало, а в то место, где обычно сосредоточивались пожарные машины, поскольку оттуда хорошо виден старт ракеты. Маленькая человеческая слабость, что подпеешь...

Когда наступила 15-минутная готовность, горнист протрубил зóрю — космическая эра началась! Перед этим на старте в честь такого знаменательного события был поднят красный флаг. Слышны подаваемые команды. Видно, как от ракеты отошла кабель-мачта. Значит прошла команда на зажигание. Сразу — вспышка, потом еще одна... Ракета со спутником вышла из стартового сооружения. Разделились боковые блоки. Центральный блок, развивая скорость, уносил спутник все выше и выше и скоро скрылся из виду.

В тот день радиостанции всей планеты общались о запуске русскими первого в мире искусственного спутника Земли. На какую бы волну ни настроили приемник, только и слышно: «Спутник! Спутник! Спутник!».

Наконец получили сведения, когда спутник будет пролетать над нами. Надо оговориться: сам спутник заметить было невозможно, видна была только ракета-носитель, которая по сути, также являлась спутником.

Стали ждать. В назначенное время на не-

босводе появилась движущаяся светящаяся точка. Каким родным и близким казался в эти мгновения наш спутник!.. От радости стали аплодировать. Через некоторое время, пройдя небосвод, светящаяся точка исчезла. Но все еще долго не расходились: каждый, видимо, думал о завтрашнем дне освоения космоса.

Напомню: первый искусственный спутник просуществовал 3 месяца и совершил около 1400 оборотов вокруг Земли...

За первым спутником мы готовились вскоре запустить и второй. На этот раз спутником должна была стать вся вторая ступень. В ее носовой части размещалась научная и изме-

В сотне метров от стартовой площадки, с которой в октябре 1957 года был выведен на орбиту 1-й искусственный спутник Земли, установили этот обелиск. Его воздвигли своими руками те, кто принимал участие в испытаниях и запусках космической техники



рительная аппаратура. Помимо этой аппаратуры здесь же находился контейнер с подопытной собакой Лайкой. У нас многие ходили смотреть на нее. С людьми Лайка вела себя очень добродушно. Я видел ее только один раз — ночью в коридоре. Собака не крупная. Она не обращала никакого внимания на окружающих людей, но те на нее смотрели как на слона из крыловской басни.

3 ноября 1957 года, менее чем через месяц после первого успешного пуска, был выведен на орбиту второй искусственный спутник Земли. Он просуществовал 163 дня. Спутник позволил изучить влияние на живой организм длительной невесомости, космической радиации, некоторых видов солнечного излучения и других факторов.

ЧЕЛОВЕК НА ВСЕ ВРЕМЕНА...

«Первый»... Под этим номером числился в списке стартовой команды технический руководитель испытаний — академик Сергей Павлович Королев.

Впервые я увидел Сергея Павловича в 1955 году в его приемной, куда зашел отметить пропуск. Секретаря на месте не оказалось. Я сел на стул и начал ждать. В дверь входили и выходили незнакомые люди. Один из них, проходя мимо, заинтересовался: «Вы ко мне?». Я отрицательно покачал головой. Тогда он спросил: «Кого вы ждете? Зачем приехали сюда?». Я объяснил в общих чертах и даже рассказал, что заинтересовавший меня вопрос не выяснил. Он посоветовал, к кому обратиться. Позже я узнал — со мною разговаривал Главный конструктор.

Некоторые, знавшие Сергея Павловича, особенно подчеркивают его вспыльчивость и умение делать разносы — как справедливые, так и несправедливые. Если сказать: этого не было — значит, погрешить перед истиной. Если всю суть видеть только в этом — значит, иметь предвзятое мнение. Да! Бывали разносы, и не всегда за дело. Но справедливость требует отдать дань его душевности, его умению с особой заботой и доброжелательностью подойти к человеку.

Теперь, за давностью лет, здраво все взвесив, надо признать, что «СП», как мы его называли про себя, очень во многом был прав. В разгневанном состоянии он пребывал не более 20 минут и, хотя обещал принять



С. П. Королев и руководитель подготовки космонавтов — Н. П. Каманин

очень крутые меры к провинившемуся, на моей памяти никому ничего плохого не сделал. Зато виноватый долго об этом помнил и старался больше не допускать ошибок.

Однажды на старте Сергей Павлович объявил по громкой связи: «Товарищ Н., займите место по штатному расписанию!».

Мы сначала ничего не поняли. Как потом оказалось, товарищ Н. совершил промашку. Узнав об этом, С. П. Королев возмутился и тут же отстранил его от работы. Один из моих руководителей беседовал с Сергеем Павловичем, напомнил ему о важности работы, проделанной товарищем Н. Минут через 15 и последовало это «удивительное» объявление по громкой связи. Без преувеличения скажу — некоторые Королева побавались. Находились и такие, которые говорили, что, мол, у нас не очень «удобный» Главный. (А если бы был «удобный», добились бы мы таких успехов в столь короткое время?!). Но мало кто сомне-

вался в том, что Сергей Павлович Королев имел особый талант организатора и руководителя большого коллектива конструкторов, производственников и испытателей.

Вспоминается такой случай. Однажды не состоялся пуск. Дефект определили. Однако акт о несостоявшемся пуске, где прямо указывалась виновность одного из предприятий, согласовать не удалось. В акте появилось «особое» мнение. Часа через два после составления акта приехал Сергей Павлович. Узнав, в чем дело, выслушал наши аргументы, после чего собрал совещание технического руководства, на котором очень спокойно сказал:

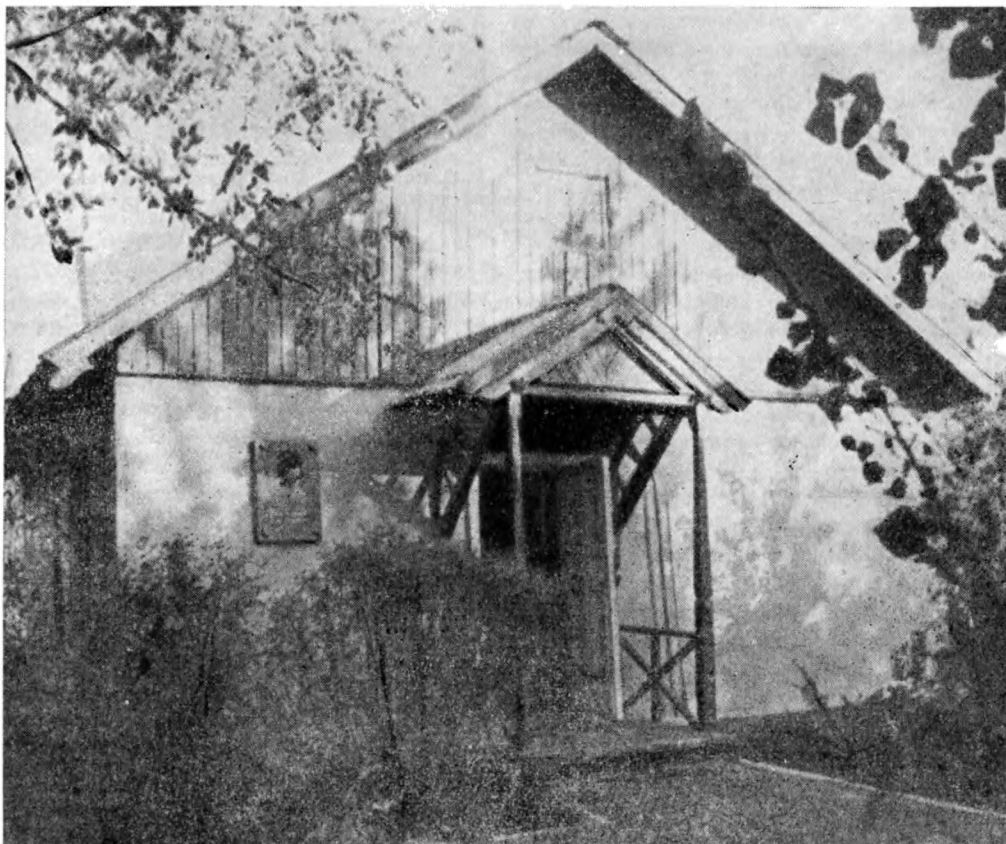
— Мне ясна причина! Вам она тоже ясна! — И, обратившись к представителю заинтересованного предприятия, добавил: — Не вижу причин, мешающих подписать акт!

В итоге акт подписали без «особого» мнения...

А вот еще пример. При подготовке дваж-

ды отказал один и тот же прибор. Нового прибора для замены не было. Решили отремонтировать испорченный. Я был против этого, о чем и высказался на совещании технического руководства. Мотивировал это тем, что в условиях космодрома нельзя провести качественный ремонт. Кроме того, с отказавшим прибором обращались далеко не так, как с ним обращаются, скажем, в лаборатории. Многим мое заявление не понравилось. Сергей Павлович предложил провести совещание только с заинтересованными лицами, причем на совещании просил быть Главного конструктора системы управления. Объявили перерыв. С. П. Королев понимал — мне придется парировать недоброжелательные высказывания многих. Он взял меня под руку, начал расспрашивать о семье, и вообще — задавал воп-

Мемориальный домик
С. П. Королева в Байконуре



росы, совершенно не относящиеся к делу. Разговор носил исключительно душевный характер. После перерыва стали доказывать, что ремонт прибора возможен. Некоторые нелестно отозвались в мой адрес. Сергей Павлович молчал. Потом принял решение:

— Немедленно снять прибор с ракеты, которую сейчас собирают на заводе, и в этот же день доставить самолетом на космодром!

И все согласились... Покидая совещание, все опять были в хороших отношениях, и никакой отчужденности не ощущалось.

Теперь — несколько штрихов к портрету Королева-человека.

При всех пусках, бывая на космодроме, Сергей Павлович входил в пульттовую чуть раньше минутной готовности и бодро приветствовал всех: «Здравствуйте, товарищи!». Обычно перед пуском в пульттовой наступала тишина. Каждый ждал удачного пуска. Но где-то, вероятно, понимал, что может быть и неудача... Услышав бодрый голос Сергея Павловича, все невольно настроивались только на успешный исход. С. П. Королев всегда садился на стул перед пультом системы управления. Никаких указаний Сергей Павлович в эти минуты не давал и не нервировал людей, что очень важно. А после пуска он обычно обращался к испытателям и в теплых выражениях, мягким и ласковым голосом, поздравлял с успехом.

Иногда и мы его поздравляли, на что он, приложив руку к шляпе, отвечал:

— Служу Советскому Союзу!

С какой теплотой и отеческой заботой Сергей Павлович за день до пуска представил нам старшего лейтенанта Юрия Алексеевича Гагарина! Назвав его командиром корабля, он как бы возвысил будущего космонавта и в то же время вселил уверенность во всех нас. А когда корабль уже поднимал Ю. А. Гагарина в космос, каким заботливым голосом Сергей Павлович передавал:

— Юрий Алексеевич! Если вам трудно от перегрузок, то не тратьте усилий на передачу.

...У моего товарища заболела дочь. Местные врачи не смогли оказать необходимую помощь. Болезнь прогрессировала. Кто-то посоветовал обратиться к Сергею Павловичу. С. П. Королев обещал что-либо предпринять. И в тот же день, невзирая на занятость, он несколько раз звонил в Москву и в конце

концов добился, чтобы девочке обеспечили необходимое лечение.

К Сергею Павловичу многие обращались по личным вопросам, и он всегда чем мог помогал. Некоторые из испытателей поступили работать в возглавляемую им организацию. На первых порах он лично занимался их трудоустройством, бытом. Да и не только на первых порах. С. П. Королев всегда прислушивался к мнению испытателей. Перед тем, как побеседовать с разработчиками, он непременно спрашивал того или иного испытателя: «А вы что думаете по этому вопросу? Что предлагаете?».

...Сергей Павлович любил мечтать. Мечтать о полете в космос. Один из нас как-то спросил его:

— Сергей Павлович! Полетели бы на космическом корабле?

На что С. П. Королев вполне серьезно ответил:

— Обязательно полетел бы самым первым! — И добавил с сожалением: — Был сокол, да растерял перья!

Вместе с нами он не спал ночами, появлялся на работе в любое время суток, знал обо всем, что происходит на испытаниях...

...О годах, проведенных на Байконуре, можно вспоминать до бесконечности. Каждый день, да что там — час! — был полон событий: иногда тревожных, но чаще всего — радостных, потому что всех нас объединяло ДЕЛО, которому стремились отдать себя без остатка. Дело, устремленное в будущее.

За кратчайший срок человек уверенно шагнул в космос. То, что вчера еще казалось фантастикой, обратилось в явь. И потому, оглядываясь почти на 30 лет назад, испытываешь несравненное чувство, словно рядом с тобой — удивительное окно в грядущее, которое дозволено было распахнуть, чтобы вдохнуть полной грудью свежий степной ветер звездного утра Байконура...



Обработка результатов наблюдений

Астрономы с давних времен используют для обработки наблюдений математические методы — интерполирование, приближенное представление функций по методу наименьших квадратов, исследование корреляционной связи между двумя совокупностями величин. Решение этих задач связано с более или менее громоздкими вычислениями, выполнение которых микрокалькулятор значительно ускорит.

ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ

Общеизвестно, что математические таблицы позволяют найти значения различных функций, прежде всего элементарных, а также облегчают вычисления. Особенно распространена табличная форма представления величин в физике, астрономии, геодезии и навигации. Если требуется определить значения некоторой функции y по значениям аргумента x , непосредственно представленным в таблице, никаких затруднений обычно не возникает. Однако часто нужно найти значения y в точках x , отличных от зафиксированных в таблице («узлах интерполяции»). Процесс вычисления y в таких точках представляет собой и интерполирование функции, если аргумент принадлежит заданному в таблице $[x_0, \dots, x_n]$, когда же аргумент находится вне этого отрезка, соответствующий процесс называется экстраполированием.

Если изменение функции пропорционально или почти пропорционально изменению аргумента (об этом свидетельствует медленное изменение разностей между двумя соседними значениями функции — «разностей первого порядка»), то за приближающую функцию может быть принята линейная, почему и интерполяция называется линейной. Линейная интерполяция допускается на тех участках таблицы значений $y=f(x)$, где разности между

соседними разностями первого порядка («разности второго порядка») не превышают четырех единиц последнего разряда значений табулируемой функции. Например, если последовательные значения функции суть 0,9534; 0,9539; 0,9546; то первые табличные разности будут 0,0005 и 0,0007, а вторая — 0,0002. Значит, линейная интерполяция здесь допустима. В этом случае значение функции y_i в точке x_i ($x_1 < x_i < x_2$) находится по величинам (x_1, y_1) и (x_2, y_2) , исходя из пропорции

$$\frac{y_2 - y_i}{x_2 - x_i} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

откуда

$$y_i = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x_i - x_1) + y_1$$

Определим расстояние от Марса до Земли 2 августа 1984 года в 18^ч 30^м московского времени. В таблице XI на с. 35—36 «Школьного астрономического календаря на 1983/84 учебный год» (М.: Просвещение, 1983) геоцентрические расстояния Марса приводятся на 0^ч 0^м московского времени каждые 10 суток. Между 27 июля и 6 августа вторая табличная разность равна нулю, значит, допустима линейная интерполяция. Считая 27 июля «нулевым» днем ($x_1=0$), 6 августа — десятым ($x_2=10$), а 2 августа — шестым, и, учитывая, что 18^ч 30^м составляют 0,77083333 суток, откуда $x_i = -6 + 0,77083333$, получаем:

$$y_i = \frac{0,852 - 0,796}{10 - 0} \cdot (6,77083 - 10) + 0,852 = 0,833917 \approx 0,834 \text{ а. е.}$$

Даже в этих простых вычислениях применение микрокалькулятора экономит время, особенно если требуется выполнить серию интерполяций. Вычислительная программа для программируемых микрокалькуляторов «Электроника» БЗ-34 и МК-54 может быть представлена в следующей компактной форме (значения x_1, y_1, x_2, y_2, x_i размещены в П1 — П5):

Продолжение. Начало в № 1 и 2, 1984 г.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	П 1	С/П	П 2	С/П	П 3	С/П	П 4	С/П	П 5	ИП 3
	41	50	42	50	43	50	44	50	45	63
10	—	П 6	ИП 3	ИП 1	—	П 7	ИП 4	ИП 2	—	ИП 7
	11	46	63	61	11	47	64	62	11	67
20	÷	ИП 6	×	ИП 4	+	С/П	БП	0 8		
	13	66	12	64	10	50	51	08		

После ввода программы следует ввести исходные данные: $/x_1/$ |В/О| |С/П|; $/y_1/$ |С/П|; $/x_2/$ |С/П|; $/y_2/$ |С/П|; $/x_i/$ |С/П|. Через 6—7 секунд на индикаторе высветится значение y_i . Для нахождения y_j в какой-либо другой точке того же промежутка следует ввести новое значение x_j и нажать клавишу |С/П|. Если нужно вычислить y_k в любом другом промежутке, допускающем линейную интерполяцию, то приходится заново вводить соответствующие значения x_1, y_1, x_2, y_2, x_k . Так же выполняется и экстраполяция функции.

Определим с помощью той же таблицы, когда в 1984 году расстояние между Землей и Марсом равно 1 а.е. Судя по таблице, один из таких моментов был между 26 февраля и 9 марта, так как расстояние между планетами изменилось от 1,030 до 0,0934 а.е. Учитывая, что в данной задаче аргументом служит расстояние, а функцией — время, вводим значения $x_1=1,030, y_1=0, x_2=0,0934, y_2=10, x_i=1$ и получаем $y_i=3,125$. Поскольку 0,125 суток составляют $0,125 \times 24^h = 3^h$, интересующее нас событие произошло 1 марта в 3^ч московского времени.

Для нахождения еще одного момента, когда расстояние между Землей и Марсом снова окажется равным 1 а.е., следует применить экстраполирование. Как видно из таблицы, в 0^ч 0^м московского времени 26 августа геоцентрическое расстояние Марса составит 0,967, а 31—0,996, и на этом таблица обрывается. Положив $x_1=0,967; y_1=0; x_2=0,996; y_2=5$, для $x_i=1$ по той же программе получаем $y_i=5,6896552$. Превратив 0,6896552 в часы и минуты:

$$\begin{aligned} /0,6896552/ \times |/24/| &= | \rightarrow 16,551725 | - | /16/ \\ | &= | \rightarrow 0,551725 | \times | /60/ | = | \rightarrow 33,1035, \end{aligned}$$

приходим к выводу, что Марс окажется на расстоянии 1 а.е. от Земли 31 августа в 16^ч 33,1^м московского времени.

Когда линейная интерполяция недопустима, прибегают к более сложным интерполяционным формулам с большим количеством узловых точек. Если табличные разности третьего

порядка не превышают четырех единиц последнего разряда табулируемой функции, можно ограничиться тремя узловыми точками. Одна из интерполяционных формул (Лагранжа) имеет для этого случая вид:

$$\begin{aligned} y_i &= \frac{(x_i - x_2)(x_i - x_3)}{(x_1 - x_2)(x_1 - x_3)} \cdot y_1 + \\ &+ \frac{(x_i - x_1)(x_i - x_3)}{(x_2 - x_1)(x_2 - x_3)} \cdot y_2 + \\ &+ \frac{(x_i - x_1)(x_i - x_2)}{(x_3 - x_1)(x_3 - x_2)} \cdot y_3 \end{aligned}$$

МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Для оценки неизвестных величин по результатам измерений, содержащих случайные ошибки, а также для приближенного представления функций более простыми используется метод наименьших квадратов. Не останавливаясь на теоретических основах этого метода¹, рассмотрим его применение для наиболее распространенного случая отыскания функции (сглаживающей функции), которая наилучшим образом описывала бы совокупность n пар значений переменных x_1, y_1 , полученных в результате наблюдений или измерений. Чаще всего за сглаживающую функцию принимается прямая, называемая регрессионной:

$$y_{\text{сгл.}} = a_0 + a_1 x_i,$$

причем a_0 и a_1 находятся при решении системы уравнений:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases}$$

Напомним, что символ Σ означает сумму всех n значений некоторой переменной, начиная с первого. Иногда, если нет оснований опасаться недоразумений, этот символ употребляется без индексов, что мы и будем делать в дальнейшем.

¹ См. например, «Астрономический календарь. Постоянная часть» М.: Наука, 1981, с. 521.

Решение данной системы приводит к следующим выражениям для a_1 и a_0 :

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i \right) / n}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 / n}$$

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a_1 \sum_{i=1}^n x_i}{n};$$

или в более простой записи:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$a_0 = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i - a_1 \sum_{i=1}^n x_i \right)$$

Вычисление сумм $\sum x_i$, $\sum y_i$, $\sum x_i \cdot y_i$, $\sum x_i^2$ удобно оформить в виде таблицы. Для подсчета $\sum x_i$ и $\sum y_i$ рекомендуем использовать имеющиеся во многих моделях микрокалькуляторов накапливающие ячейки памяти — клавиши $|P+x|$, а для $\sum x_i^2 = |P+x^2|$.

Лучше всего приспособлен для статистических вычислений микрокалькулятор «Электроника» БЗ-38. У него есть встроенные подпрограммы вычисления функций $\sum x_i$, $\sum x_i^2$, а также среднеквадратичного отклонения

$$\sigma_n = \sqrt{\left(\sum x_i^2 - \left(\sum x_i \right)^2 / n \right) / n}$$

из которого легко получается выражение

$$\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2$$

— знаменатель в формуле для a_1 .

Интересующие нас суммы на микрокалькуляторе БЗ-38 находятся так: после ввода всех значений x_i (а затем y_i):

$$|x_1| |F_2| [x], |x_2| |F_2| [x], \dots |x_n| |F_2| [x], \dots$$

$$\dots |x_n| |F_2| [x],$$

нажатием клавиш $|F_2|[\sum x]$ сразу же получаем $\sum x_i$ (аналогично $\sum y_i$), и $\sum x_i^2 (|F_2|[\sum x^2])$, значение же $\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n$ высвечивается на индикаторе после нажатия следующих клавиш:

$$|F_1|[\sigma_n] | \times | | \times | | = | | \times | / n | | = | \rightarrow \dots$$

Дальнейшие вычисления на БЗ-38 выполняются точно так же, как и на других микро-

калькуляторах. Программу для нахождения a_1 и a_0 на БЗ-34 рассмотрим ниже, объединив ее с программой вычисления коэффициента корреляции.

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ

Между двумя совокупностями величин, полученных при наблюдениях или измерениях, не всегда удается обнаружить непосредственную функциональную зависимость, когда каждому значению величины из одной совокупности соответствует вполне определенное значение другой. Тогда следует установить, нет ли между ними корреляционной связи, то есть вероятностной зависимости не имеющей функционального характера. В случае линейной корреляции ее мерой является коэффициент корреляции r :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i \right) / n}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

Коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до $+1$. Значения -1 и $+1$ соответствуют точной линейной зависимости между величинами, корреляционная связь тем выше, чем $|r|$ ближе к 1 .

Для вычисления коэффициента корреляции нужны те же суммы $\sum x_i$, $\sum y_i$ и т. д., что и при вычислении коэффициентов сглаживающей функции $y_{\text{сгл}} = a_0 + a_1 x$ в методе наименьших квадратов, и, кроме того, $\sum y_i^2$.

Составим программу для подсчета коэффициента корреляции r , коэффициентов a_0 и a_1 в уравнении сглаживающей функции, а также других статистических параметров: средних (арифметических) значений

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{и} \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

среднеквадратичного отклонения

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \left(\sum x_i \right)^2 / n}{n}},$$

характеризующего абсолютный разброс величин x_i вокруг среднего значения \bar{x} , и коэффициента вариации

$$v = \frac{\sigma_n}{\bar{x}}$$

— безразмерной величины, показывающей от-

носительное отклонение, или степень изменчивости протекающего процесса.

Программа в компактной форме имеет вид:

00	Cx	1	П 1	2	П 2	3	П 3	4	П 4	5	П 5	6	П 6	7	П 7	8	C/П	9	П A
10	П O	41	П 1	42	П 6	43	ИП 1	44	П 1	45	П 1	46	ИП 6	47	F x ²	50	П 3	51	П 3
20	П 3	43	ИП 7	44	C/П	46	П 7	47	ИП 2	48	П 2	49	П 2	50	ИП 7	52	F x ²	55	ИП 5
30	+	43	П 5	45	ИП 6	47	ИП 7	48	ИП 4	49	ИП 4	50	ИП 4	51	ИП 4	52	ИП 6	55	F L0
40	1 1	41	ИП 4	42	ИП 1	43	ИП 2	44	ИП 1	45	ИП 1	46	ИП 1	47	ИП 1	48	ИП 4	51	ИП 3
50	ИП 1	41	ИП A	42	ИП 1	43	ИП 8	44	ИП 1	45	ИП 1	46	ИП 1	47	ИП 1	48	ИП 5	51	ИП 2
60	ИП A	41	+ 1	42	П 9	43	ИП 2	44	ИП 1	45	ИП 1	46	ИП 1	47	ИП 1	48	ИП 5	51	ИП 2
70	ИП B	41	+ 1	42	П 9	43	ИП 2	44	ИП 1	45	ИП 1	46	ИП 1	47	ИП 1	48	ИП 5	51	ИП 2
80	ИП 2	41	П 7	42	П 7	43	ИП 7	44	ИП 1	45	ИП 1	46	ИП 1	47	ИП 1	48	ИП 5	51	ИП 2
90	П 5	41	П 7	42	П 7	43	ИП 7	44	ИП 1	45	ИП 1	46	ИП 1	47	ИП 1	48	ИП 5	51	ИП 2

Оперативная память в этой программе сначала распределена так:

$$\begin{aligned}
 \text{П0} & - n_i; \text{П1} - \sum x_i; \text{П2} - \sum y_i; \text{П3} - \sum x_i^2; \\
 & \text{П4} - \sum x_i y_i; \\
 \text{П5} & - \sum y_i^2; \text{П6} - x_i; \text{П7} - y_i; \text{П8} - \bar{x} = \sum x_i / n \\
 \text{П9} & - \bar{y} = \sum y_i / n; \text{ПA} - n; \text{ПB} - \sum x_i y_i - \\
 & - \frac{1}{n} \sum x_i \sum y_i; \\
 \text{ПC} & - \sum x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum x_i \right)^2; \\
 \text{ПD} & - \sum y_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum y_i \right)^2.
 \end{aligned}$$

Во второй части программы П5 отводится под σ_n , П4 — a_0 , П6 — a_1 . На индикаторе высвечивается $v_x = \sigma_n / \bar{x}$.

В этой программе, характерной для статистических вычислений, суммы $\sum x_i$, $\sum y_i$, $\sum x_i y_i$ и т. д. накапливаются постепенно по мере ввода каждой пары значений x_i , y_i , причем перед вводом очередного x_i или y_i высвечивается предыдущее значение x_{i-1} (y_{i-1}). Лишь после ввода всех пар x_i и y_i автоматически вычисляются r , a_0 , a_1 , \bar{x} , \bar{y} , σ_{nx} , v_x . Таким образом, количество исследуемых данных не зависит от емкости оперативной памяти микрокалькулятора.

В программе по командам 00—08 очищаются соответствующие регистры памяти от предыдущих результатов, по командам 09—10 после первой промежуточной остановки по команде |C/П| вводится n (в регистре П0 после ввода каждой пары x_i и y_i оператором [L0] оно уменьшается на 1), после второй остановки (команда 11) вводится x_i ; затем y_i ; по командам 12—15 формируются $\sum x_i$, по командам 16—20 — $\sum x_i^2$; по команде 21 вызывается предыдущее значение y_{i-1} на индикатор, а по команде 27 — x_{i-1} ; по командам 23—26 формируется $\sum y_i$; по командам 28—31 — $\sum y_i^2$, и т. д. Перед вводом n , x_i и y_i необходимо перейти в режим автоматических вычислений с самого начала программы: |F| |ABT| |B/O| |C/П|.

Чтобы проверить программу, введите $n=5$ и 5 пар значений x_i и y_i : (1; 2), (2; 1); (3; 3), (4; 5), (5; 6). После ввода каждого значения нажимается клавиша |C/П|. На ввод пяти пар данных с предварительными вычислениями понадобится примерно 50—55 секунд, на вычис-

ления после ввода последнего — меньше 30 секунд. На индикаторе получаем $4,714045-01$. Это $v_x=0,4714$; в П4 и П6 получаем $a_0=-0,2$ и $a_1=1,2$, в П7 — $r=0,91499\dots$ и т. д.

Эффективность программы можно оценить, воспользовавшись примером на с. 541—542 Постоянной части Астрономического календаря (7-е издание). Исследуем корреляцию

x	-10	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
M	-2,1	-2,3	-2,5	-2,2	-1,8	-1,5	-1,2	-0,9	-0,6
x	0	1	2	3	4	5	6	8	10
M	-0,4	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

Введя $n=18$ и 18 пар значений x и M , получим коэффициенты сглаживающей функции: в П4 — $a_0=-0,685219$, в П6 — $a_1=0,180685$ и коэффициент корреляции в П7 — $r=0,960501$ (значения округлены до шестого десятичного знака).

Полученный результат дает уравнение регрессионной прямой в виде $y_{\text{сгл}}=-0,69+0,18x$. Корреляция между x и M весьма

высокая («тесная»), так как $r=0,96$, что довольно близко к 1. Чтобы оценить эффективность применения программируемого калькулятора для решения этой задачи, представьте себе, сколько времени пришлось бы затратить на ручной счет — по крайней мере в 10—15 раз больше!

$$x = \frac{P - 350}{25} \text{ и } M:$$

высокая («тесная»), так как $r=0,96$, что довольно близко к 1. Чтобы оценить эффективность применения программируемого калькулятора для решения этой задачи, представьте себе, сколько времени пришлось бы затратить на ручной счет — по крайней мере в 10—15 раз больше!

Солнце в сентябре — октябре 1984 года

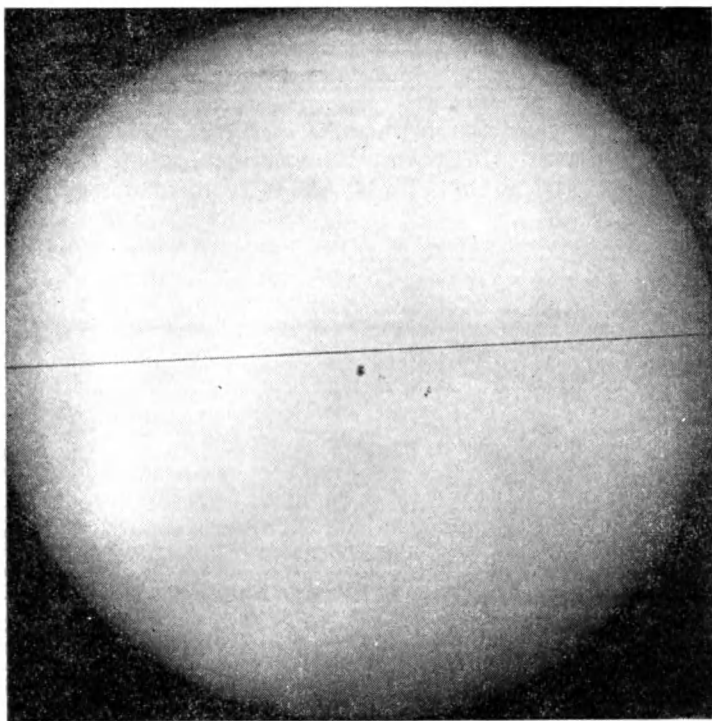
Приближение эпохи очередного минимума солнечной активности становится все более заметным. Во второй — третьей декадах сентября, а также в начале и конце октября пятен на солнечном диске практически не было. С 9 по 25 сентября наблюдались сравнительно небольшие флуктуации пятнообразования. Сначала на видимой стороне диска возникли 2 группы пятен. Развития они получили и исчезли через



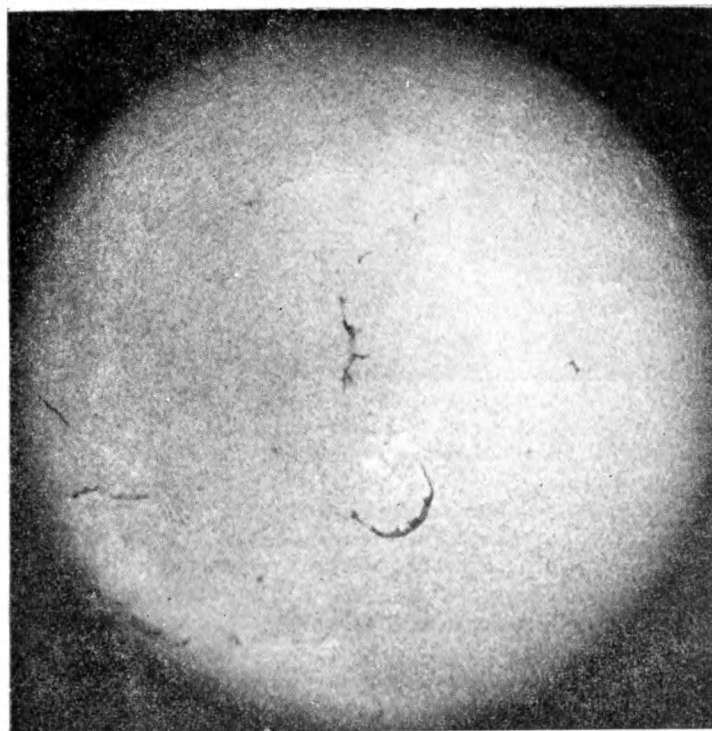
2—3 суток. Третья группа была также сравнительно небольшой, но довольно развитой и устойчивой. Эти группы обеспечили ежедневные числа Вольфа W от 11 до 32. В среднем по всем датам наблюдений

за этот период времени $W \approx 10$.

Циклы солнечной активности не имеют резкой границы раздела — новый цикл может развиваться на фоне старого. Поэтому вблизи эпохи минимума, чтобы определить к какому циклу, старому или новому, относится данная группа пятен, можно воспользоваться очень простым правилом. Согласно ему, пятна в начале цикла появляются преимущественно в полосе гелиографических широт $\pm(25-30^\circ)$, а в конце цикла — вблизи солнечного экватора, на расстоя-



Фотосфера 19 октября 1984 года. Расположение пятен в центре диска характерно для конца 11-летнего цикла солнечной активности. Снимок получен В. Ф. Кныш на фотосферном телескопе АФР-3 Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРА



Хромосфера 26 сентября 1984 года. Снимок получен С. А. Язевым на хромосферном телескопе Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИРА

нии в среднем $\pm(5-10^\circ)$ от него. Все группы пятен в октябре 1984 года были **низкоширотными**.

Фотографии в предыдущих номерах журнала показывали, как выглядит хромосфера, если на диске присутствуют группы пятен. Теперь мы видим хромосферу без пятен. Как всегда, деталей на H_α -фильтрограммах больше, чем на фотогелиограммах. Это не означает, конечно, что уровень хромосферной активности выше фотосферной. Просто слабая активность в фотосфере внешне проявляется менее отчетливо. Например, фотосферные факелы теряют свой контраст при переходе от края диска к центру, тогда как флоккулы остаются хорошо видимыми по всему диску. Диффузный характер распределения флоккул показывает, что на диске Солнца отсутствовали не только группы пятен, но и сколько-нибудь заметные отдельные проявления магнитного поля.

**В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ**



В. А. ОРЛОВ

Марки о выходе в открытый космос

18 марта 1965 года в нашей стране стартовал космический корабль «Восход-2» (командир корабля П. И. Беляев, второй пилот — А. А. Леонов) и впервые в мире космонавт осуществил выход из корабля в открытое космическое пространство. Таким человеком стал А. А. Леонов.

Естественно, что первые почтовые марки (март — апрель 1965 г.), посвященные этому полету, появились в нашей стране. Это была специальная серия из четырех марок и блока. На первых двух марках — портреты космонавтов П. И. Беляева и А. А. Леонова, одетых в скафандры, на третьей — А. А. Леонов в открытом космосе, соединенный фалом с кораблем, а у пульта управления — командир корабля П. И. Беляев. На марке текст: «Впервые осуществлен выход человека из корабля «Восход-2» в космическое пространство. 18 марта 1965 года». Она выпущена также и в беззубцовом варианте. Интересна красочная крупноформатная марка блока, она запечатлела космонавта вне корабля, на нижнем поле — планета Земля, опоясанная космическими орбитами, на боковых полях — портреты космонавтов и подробные сопроводительные тексты, вверху надпись «Триумф Страны Советов».

В последующие годы советская почта неоднократно воз-



вращалась к этому знаменательному событию. Так, например, на одной из марок серии, посвященной Дню космонавтики (1967 г.), видим А. А. Леонова в скафандре вне корабля, снаружи, возле люка, телекамера, которая передавала на Землю действия космонавта в открытом космосе. Примечательно, что автор этой марки — А. А. Леонов, нари-

совавший ее совместно с художником А. Соколовым. В следующем году ко Дню космонавтики вновь была выпущена марка, снабженная специальным купоном с текстом: «18.03.65 впервые в мире советский космонавт совершил выход из корабля в космическое пространство...» Ее сюжет был повторен и на маркированном авиаконверте (02.

10.68). Это эпохальное событие отмечено почти во всех космических юбилейных почтовых выпусках. На одной из марок блока (апрель 1971 г.) — А. А. Леонов в скафандре в открытом космосе, то же видим на марке из серии «20-летие космической эры» (октябрь 1977 г.). Особо следует отметить марку из серии «15 лет космической эры» (октябрь 1972 г.), оригинальную по художественному и полиграфическому исполнению (художники А. А. Леонов и А. С. Соколов). Она отпечатана в малых листах, по шесть одинаковых марок в листе, на меловой бумаге с лаксовым покрытием. Рисунок двухсюжетный: в левой части миниатюры воспроизведена картина Леонова «Над Черным морем» (космонавт в открытом космосе), в правой — изображен монтаж в космосе тороидальной орбитальной станции будущего. Поля листов орнаментированы декоративным рисунком с вплетением юбилейной даты — «15 лет». Здесь же надпись: «Марка исполнена по рисунку летчика-космонавта А. Леонова и художника А. Соколова», что чрезвычайно редко в практике издания советских марок. Эта интересная миниатюра повторно воспроизведена и на маркированном конверте (28.06.72).

«Круглые» юбилеи запуска космического корабля «Восход-2» Министерство связи СССР отмечало выпусками специальных марок. 10-летию полета (1975 г.) посвящена марка, на которой изображена известная картина А. А. Леонова «Над Черным морем», а 15-летию первого выхода человека в открытый космос (1980 г.) — многоцветный почтовый блок с лаковым покры-

тием. Он отличается безупречной документальностью в изобразительном плане и новизной в трактовке темы. На крупноформатной марке — космонавт вне корабля, воспроизведена фотография по кинокадру, снятому бортовой кинокамерой. Хорошо видны детали экипировки и устройства скафандра. Просматривается даже светофильтр гермошлема для защиты от солнечных лучей Солнца. Впрочем, автор этой почтовой миниатюры — сам А. А. Леонов, поэтому такая изобразительная точность вполне закономерна. На поле блока впервые показан корабль «Восход-2» со шлюзовой камерой.

Около 30 стран посвятили свои почтовые выпуски космическому кораблю «Восход-2» и выходу А. А. Леонова в открытый космос, причем в 20

из них марки поступили в почтовое обращение вскоре после полета — в первой половине 1965 и частично в начале следующего года.

На многих марках и блоках показаны портреты командира корабля «Восход-2» и второго пилота. Сопроводительные тексты достаточно информативны. С некоторых наиболее примечательных зарубежных выпусках мы и расскажем.

В 1965 году состоялся XVI конгресс Международной астронавтической федерации (МАНФ) в Афинах. В этой связи Греция выпустила специальную серию марок, две из них посвящены достижениям советской космонавтики. В частности, на одной мы видим А. А. Леонова в скафандре, вне космического корабля; здесь же — соответствующая памятная надпись. Греческое почтовое ве-



домство не случайно остановило свой выбор на таком сюжете. Дело в том, что экипаж корабля «Восход-2» был почетным гостем конгресса в Афинах и участвовал в его работе. После XVI конгресса МАФ Республика Мали также выпустила соответствующую специальную серию марок (10.01.66). На одной из них — портрет А. А. Леонова в гермошлеме и корабль «Восход-2».

Красочный блок был выпущен в Гвинейской Народной Революционной Республике (19.07.65). Он состоит из пяти марочных полосок-сцепок, четыре из них посвящены экипажу корабля «Восход-2». В сцепке три марки, на крайних — портреты П. И. Беляева и А. А. Леонова в скафандрах, в центре — крупноформатная марка, единственная в мире, на которой воспроизведен рисунок-эскиз Леонова для газеты «Комсомольская правда»: космонавт в открытом космосе рядом с кораблем и надпись — «Дар „Комсомолке“», его автограф и дата.

1969 год... Начался новый этап в изучении и освоении космического пространства. 16 января 1969 года на околоземной орбите создана первая в мире экспериментальная космическая станция «Союз-4» — «Союз-5» (космонавты В. А. Шаталов, Б. В. Воынов, А. С. Елисеев, Е. В. Хрунов). Во время полета был осуществлен переход из одного корабля в другой через открытый космос. Его совершили А. С. Елисеев и Е. В. Хрунов, перешедшие из космического корабля «Союз-5» в корабль «Союз-4». Их пребывание и работа вне корабля в открытом космосе продолжались 37 мин. Советская почта по-



святила этому событию специальный блок, на его марке — групповой портрет космонавтов, а на поле: состыкованные корабли — экспериментальная орбитальная станция. Повторно сюжет воспроизведен и на маркированном конверте (25.04.69). Этому космическому событию посвятили свои марки и некоторые зарубежные страны. Особо отметим марки Венгрии, отпечатанные в малых листах. На них показан переход двух космонавтов из одного корабля в другой через открытый космос. Марки попарно соединены безноминальным купоном с изображением космонавта. На всех купонах одинаковый рисунок, но разные тексты: названия кораблей, даты их запуска и посадки, имена и фамилии космонавтов, состав экипажей до стыковки и после расстыковки, называются участники перехода в другой корабль.

1979 год... Близился к завершению самый длительный для того времени (175 суток, 25 февраля — 19 августа 1979 года) космический полет на

орбитальном комплексе «Союз-32» — «Салют-6» — «Союз-34» (космонавты В. А. Ляхов, В. В. Рюмин). Случилось непредвиденное — антенна радиотелескопа КРТ-10 не отделилась от станции, как было положено по программе. Космонавты вышли из станции в открытый космос и провели уникальную работу по отделению антенны и демонтажу научной аппаратуры. Продолжительность работы вне корабля составила 1 ч 23 мин. Это космическое событие тщательно и точно отображено на двух оригинальных марках, соединенных общей перфорацией и выполненных графически как единое целое. Орбитальный комплекс с антенной КРТ-10 простирается по живописному полю обеих марок, космонавты работают вне станции, В. В. Рюмин подплывает к ее торцу, где укрепленна антенна. На верхней марке — портреты космонавтов, на нижней — подробный информационный текст (около 50 слов).

1982 год... Осуществлен один из самых длительных космиче-

ских полетов (космонавты А. Н. Березовой, В. В. Лебедев, 13 мая — 10 декабря 1982 года) на орбитальном комплексе «Союз Т-5» — «Салют-7» — «Союз Т-7» продолжительностью 211 суток. Космонавты вышли в открытый космос для проведения работ по демонтажу и частичной замене аппаратуры. Этому полету советская почта посвятила оригинальную серию (авторы — космонавт В. Джанибеков и художник Г. Комлев). На ее краях — пары одинаковых марок, между ними — безноминальный купон с перечислением программы полета, на его графике — старт космического корабля «Союз Т-5», приземление спускаемого аппарата «Союз Т-7», фрагмент Центра управления полетом. На левых марках — портреты космонавтов Березового и Лебедева в скафандрах с открытыми гермошлемами, на правых — орбитальный комплекс на фоне карты мира, показана работа космонавтов вне станции, отмечена ее продолжительность — 2 ч 33 мин.

В 1983 году состоялся еще один длительный космический полет на орбитальном комплексе «Салют-7» — «Союз Т-9» (космонавты В. А. Ляхов, А. П. Александров, 27 июня — 23 ноября 1983 года). Космонавты осуществили два выхода в открытый космос, их суммарная длительность 5 ч 45 мин. Они выполнили сложные монтажно-сборочные операции по установке дополнительных солнечных батарей. Этому полету посвящена советская марка, на ней — портреты космонавтов, показана также их работа в открытом космосе по установке секций солнечных батарей. В сопроводительном тексте — основные сведения о 150-суточном полете, его программе.

Доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР

Землетрясения: прошлое, современность, прогноз...

Отмечу сразу: автору книги «Землетрясения...» (М.: Знание, 1984) удалось решить трудную задачу популяризации одного из сложнейших разделов наук о Земле — сейсмологии. Чувство меры, столь необходимое при популяризации научных знаний, бесспорно свойственно автору. Второе без чего невозможен успех научной популяризации — хорошее знание предмета, профессионализм в той области, которой книга или статья посвящены. Сотрудник Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР доктор геолого-минералогических наук А. А. Никонов — известный специалист в области сейсмологии и тектоники, имеющий за плечами многолетний опыт экспедиционных исследований в различных регионах — от Заполярья до Памира и от Тянь-Шаня до Камчатки.

Есть еще одно условие, без которого невозможно положительно оценивать научно-популярную литературу: проблемы науки должны рассматриваться с правильных методологических позиций. И в этом смысле книга «Землетрясения...» не вызывает замечаний. У книги есть уточняющий подзаголовок: «Прошлое, современность, прогноз». С одной стороны он отражает авторский подход к решению научных проблем вообще, невозможному без соблю-



дения принципа исторической преемственности в познании, с другой — говорит о необходимости соблюдать принцип историзма в познании процессов современных и будущих, а следовательно, о необходимости привлекать для решения чисто сейсмологических проблем данные и сведения из других, исторических и естественно-исторических, наук, например истории, археологии, геологии.

Кроме того в книге А. А. Никонова последовательно проводится мысль, что необходим определенный баланс в развитии различных ветвей науки, рассматривающих землетрясе-

тично и академически сухова-
то. Это, видимо, ощущал и
сам автор.

Вряд ли все согласятся и с
тем, как оценивает автор роль
и значение некоторых литера-
турных произведений. Он при-
влекает в качестве источ-
ника информации о сильней-
ших землетрясениях прошлого
«Песнь о Гайавате», миф о
Прометее, легенду об Аюдаге.
Здесь уместно привести слова
А. И. Герцена, которые автор
взял эпиграфом к одной из
глав своей книги: «...равно
дерзко сомневаться в явлени-
ях необыкновенных, и смело
верить преданиям». Ведь исти-
на, как это часто бывает, ле-
жит в «золотой середине». Но
максимализм автора понятен,
он свидетельствует об увле-
ченности, даже одержимости,
без которой заниматься нау-
кой вообще не стоит.

Заслуживает упрека и офор-
мление книги, хотя это не
вина автора. Книга издана на
желто-серой бумаге, в ней нет
фотографий, за исключением
двух на обложке. К тому же
на одной изображен действующий
вулкан (почему бы не
«глаз» тайфуна?), а на дру-
гой — формы рельефа, связь
которых с землетрясениями
требует длинных пояснений.

В целом выпуск книги А. А.
Никонова «Землетрясения...»,
конечно, нужное и своевре-
менное дело. Не случайно вы-
ход ее в свет поддержали два
крупных специалиста по проб-
леме землетрясений — доктор
физико-математических наук
профессор Н. В. Шебалин и
доктор геолого-минералогиче-
ских наук профессор Г. П.
Горшков. Интерес к землетря-
сениям — одному из самых
грозных явлений природы —

растет сейчас подобно лавине.
Средства массовой информа-
ции чуть ли не ежедневно со-
общают о сейсмических собы-
тиях, происшедших в нашей
стране и за ее пределами.
Сообщения эти подчас проти-
воречивы, неквалифицирован-
ны, мало понятны слушателю,
читателю, зрителю, интересую-
щемуся вопросами землетря-
сений. Думаю, что книга А. А.
Никонова в какой-то мере смо-
жет утолить «голод», ликви-
дировать тот дефицит знаний о
землетрясениях, который в на-
стоящее время существует. Но
именно в какой-то мере, ведь
тираж книги до обидного
мал — всего 85 тыс. экземпля-
ров.



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

«Известно, что от разлетания
звезды в галактике удержи-
ваются взаимным притяжени-
ем. При вращении галактики
создаются центробежные си-
лы, которые уравнивают
силы гравитации. Я обратил
внимание на следующее не-
совпадение. Если гравитацион-
ные силы, действующие на
звезды, направлены со всех
сторон к центру галактики, то
центробежные силы направле-
ны от центра галактики к эк-

ватору, а в направлении по-
люсов галактики силы инерции
не действуют. Получается, что
звезды, находящиеся в поляр-
ных областях ядра галактики,
должны падать к центру под
действием сил гравитации. По-
чему же все звезды не упали
до сих пор на плоскость га-
лактики!»

А. Г. СЕРГУНИН.
г. Коломна, Московская об-
ласть.

По просьбе редакции на во-
прос читателя отвечает со-
трудник Государственного ас-
tronomического института име-
ни П. К. Штернберга кандидат
физико-математических наук
В. Г. СУРДИН.

Говоря о различных физиче-
ских явлениях, специалисты
часто для экономии слов со-
кращают длинные определения
и одним, привычным для них
словом обозначают целый
комплекс явлений. Это облег-
чает общение между специа-
листами, но иногда приводит
к недоразумениям. Вот и в
данном случае, прочитав о
вращении галактик вокруг
центральной оси, автор пись-
ма, естественно, представил
себе это вращение по анало-
гии с уже знакомыми приме-
рами: вращением маховика,
волчка, Земли. Однако движе-
ние вещества в галактиках во-
все не похоже на вращение
твердых тел. Любая галакти-
ка — это совокупность мно-

жества звезд, звездных скоплений, газовых облаков, и все они вращаются по своим собственным орбитам, плоскости которых не обязательно совпадают и даже не параллельны плоскости вращения галактики в целом.

Можно привести много примеров, когда направление движения отдельных частиц не совпадает с направлением среднего движения «коллектива» этих частиц. Так, мы часто говорим, что по проводнику движутся заряды в направлении электрического тока, забывая (а иногда и не подозревая) о том, что электроны в проводнике хаотически движутся в разных направлениях со скоростями в сотни метров в секунду, и лишь в среднем вся совокупность электронов медленно дрейфует в направлении электрического тока со скоростью всего лишь несколько сантиметров в секунду. Поэтому в проводнике всегда можно обнаружить электроны, движущиеся в направлении, обратном току. Но электронов, движущихся в прямом направлении, обязательно чуть больше, почему мы и говорим об общем (среднем) направлении тока.

Вернемся к галактикам — ситуация в них близка к только что рассмотренной. Наиболее ярко это проявляется в эллиптических галактиках. Они почти лишены газа, и часто у них вообще нельзя указать экваториальную плоскость и ось вращения. Такая галактика как целое может и не вращаться, но ее звезды движутся по орбитам со скоростями, близкими к круговой, $V = \sqrt{GM/R}$, так что центробежная сила уравновешивает притяжение к центру галактики. Плоскости звезд-

ных орбит ориентированы при этом совершенно хаотично. Относительно любой выбранной нами оси равное число звезд будет двигаться в прямом и обратном направлении, поэтому мы и говорим, что такая галактика как целое не вращается.

В спиральных галактиках, богатых газом, ситуация несколько сложнее. Ясно, что протяженные газовые облака не могут долго двигаться по хаотически ориентированным орбитам. В отличие от звезд, которые практически никогда не сталкиваются, газовые облака часто сталкиваются друг с другом, слипаются, теряют случайные скорости и начинают двигаться упорядоченно, то есть вращаться в одной плоскости, перпендикулярной направлению среднего для всех облаков момента вращения. Эта плоскость и называется галактической плоскостью. Толщина газового диска галактики определяется лишь собственным давлением газа, а также его взаимодействием с межзвездным магнитным полем и космическими частицами. Обычно чем ниже температура газа, тем плотнее он прижат к плоскости галактики. Газовые облака движутся по почти круговым орбитам, лежащим в галактической плоскости. Родившиеся в этих облаках звезды, понятно, будут некоторое время повторять движение облаков. Но постепенно орбиты звезд начинают все больше отличаться от круговых и выходят из плоскости галактики. Дело в том, что гравитационное поле вокруг звезды не остается неизменным: звезда постоянно испытывает возмущения со стороны других близко пролетающих звезд, их

скоплений и газовых облаков. Поэтому величина ее скорости и ориентация орбиты поне-много изменяются, и звезда начинает все выше и выше «подпрыгивать» над плоскостью галактики. Например наше Солнце в своем движении вокруг галактического центра совершает колебания в обе стороны относительно плоскости Галактики с амплитудой примерно 100 пк. А самые старые звезды вообще заполняют почти сферический объем — гало Галактики — и лишь изредка в своем движении «протыкают» галактическую плоскость. Средняя скорость вращения гало не велика, порядка 50—100 км/с, тогда как звезды в нем движутся со скоростями 200—300 км/с, что и удерживает их от падения в центр и на плоскость Галактики. Правда, среди звезд гало далеко не все «выпрыгнули» из галактического диска. Считается, что основная доля старых звезд, заполняющих гало, там же и родилась еще в ту далекую эпоху, когда газовые облака хаотически двигались во всем объеме Галактики, постепенно оседая к ее плоскости.

Земля и Вселенная

• МАРТ • АПРЕЛЬ • 2/85

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

Первую страницу обложки (к статье В. Д. Благова) оформил Б. М. Разин

На 4-й странице обложки:

Самодельный телескоп, построенный любителем астрономии А. И. Колесниковым (г. Жуковский, Московской обл.).

Диаметр объектива основной трубы — 75 мм, искателя — 30 мм. На телескопе установлена широкоформатная камера «Зенит» с объективом «Таир-3». Рисунок Е. К. Тенчуриной

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

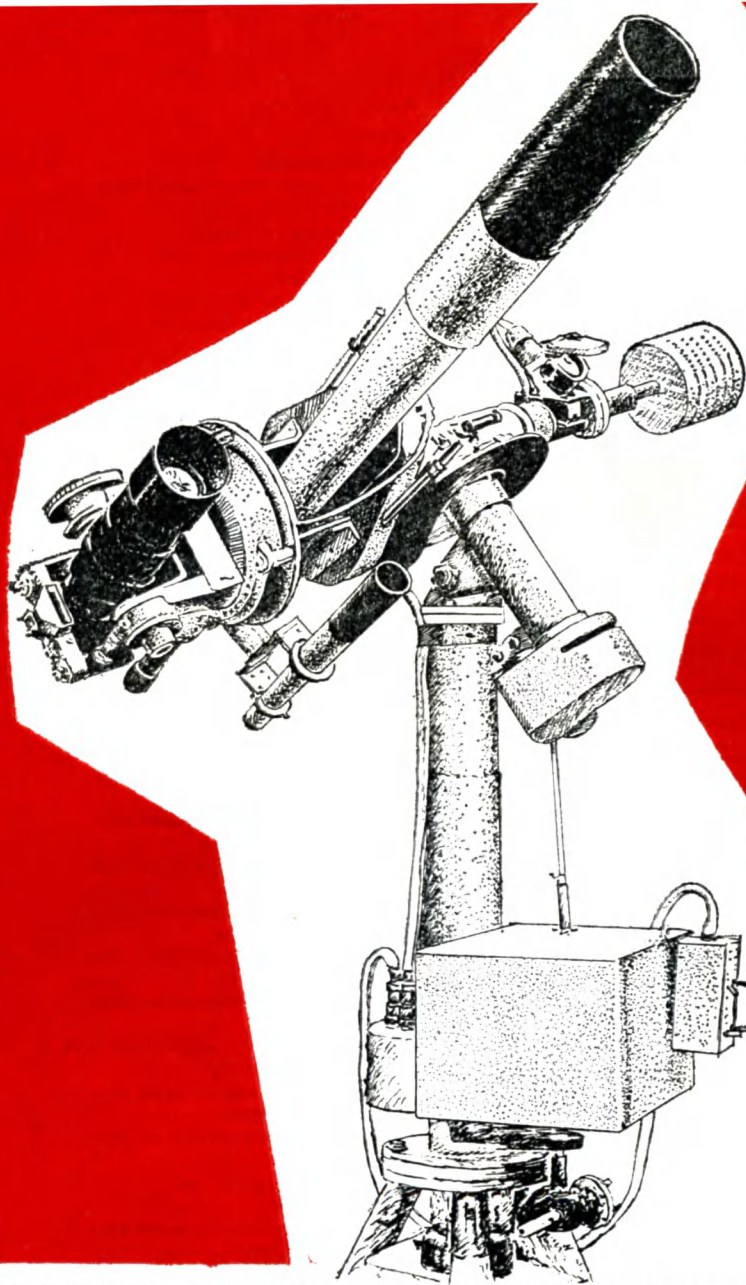
Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Академик
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН
Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор технических наук
А. А. ИЗOTOB
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

Сдано в набор 18.12.84 г. Подписано к печати 21.02.85 г. Т-00828 Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Высокая печать. Усл.-печ. л. 7,74 Уч.-изд. л. 12,0 Усл. кр.-отт. 407,1 тыс. Бум. л. 3,0 Тираж 41000 экз. Заказ 880 Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука», 103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., д. 21.

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., д. 6



Земля и Вселенная

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 65 КОП.

ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

2/85