

# ЗЕМЛЯ И

МАРТ-АПРЕЛЬ

2/91

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

# ВСЕЛЕННАЯ





Телевизионное изображение Ю. А. Гагарина, переданное из кабины корабля «Восток» на Землю во время исторического полета 12 апреля 1961 г. (кадр из кинофильма)

---



Выступление С. П. Королева на встрече Ю. А. Гагарина с коллективами, занимавшимися проектированием и изготовлением корабля «Восток» (кадр из кинофильма)

---

Научно-популярный журнал  
Академии наук СССР и  
Всесоюзного астрономо-  
геодезического общества  
Издается с января 1965 года  
Выходит 6 раз в год  
Издательство «Наука», Москва



## Редакционная

### коллегия:

Главный редактор  
член-корреспондент АН СССР  
В. К. АБАЛАКИН  
Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
В. М. КОТЛЯКОВ  
Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
Е. П. ЛЕВИТАН  
Доктор географических наук  
А. А. АКСЕНОВ  
Академик  
В. А. АМБАРЦУМЯН  
Академик  
А. А. БОЯРЧУК  
Кандидат технических наук  
Ю. Н. ГЛАЗКОВ  
Доктор физико-математических наук  
А. А. ГУРШТЕЙН  
Доктор физико-математических наук  
И. А. КЛИМИШИН  
Доктор физико-математических наук  
Л. И. МАТВЕЕНКО  
Доктор физико-математических наук  
И. Н. МИНИН  
Член-корреспондент АН СССР  
А. В. НИКОЛАЕВ  
Доктор физико-математических наук  
И. Д. НОВИКОВ  
Кандидат педагогических наук  
А. Б. ПАЛЕЙ  
Доктор физико-математических наук  
Г. Н. ПЕТРОВА  
Доктор геолого-минералогических наук  
Г. И. РЕЙСНЕР  
Доктор химических наук  
Ф. Я. РОВИНСКИЙ  
Доктор физико-математических наук  
Ю. А. РЯБОВ  
Академик  
В. В. СОБОЛЕВ  
Н. Н. СПАССКИЙ  
Кандидат физико-математических наук  
В. Г. СУРДИН  
Доктор физико-математических наук  
Ю. А. СУРКОВ  
Доктор технических наук  
Г. М. ТАМКОВИЧ  
Доктор физико-математических наук  
Г. М. ТОВМАСЯН  
Академик АН ССРМ  
А. Д. УРСУЛ  
Доктор физико-математических наук  
А. М. ЧЕРЕПАЩУК  
Доктор физико-математических наук  
В. В. ШЕВЧЕНКО  
Кандидат географических наук  
В. Р. ЯЦЕНКО

## В номере:

- 3 БОГДАНОВ Ю. А. Как рождаются руды в океане!  
9 ЕФРЕМОВ Ю. Н. Звездные комплексы и ассоциации  
21 ЕГОРОВ А. В. Технология в космосе  
26 КОЧУРОВ Б. И. Экологическая карта СССР

### К 30-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю. А. ГАГАРИНА

- 31 **КАСЬЯН И. И.** Почему Гагарин!  
39 БОРИСЕНКО И. Г. Первые мировые рекорды в космосе

### ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВТИКА

- 46 КСАНФОМАЛИТИ Л. В. Нептун, его кольца и спутники

### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 59 ШЕЛЕСТ В. А., САЛАХОВА Г. П. Юбилей старейшей научной академической организации  
63 **МАКСИМОВ А. А.** Результаты первого пуска на Байконуре

### ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 69 ЛУКЬЯНОВ А. В. Экран для предотвращения перегрева Земли и планет

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 74 ПАНКИН В. Ф. Юные астрономы Пятигорска

### ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 80 ВАСИЛЕНКО Н. П. Изготовление выпуклого гиперболического зеркала  
80 БЕЛУХИН А. Н. Самодельный телескоп «Сатурн»  
82 МОРМЫЛЬ В. Г. Самодельный биноклярь

### ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 84 ЛЕСНАЯ Н. Г. Сегодня — смотр, завтра — сотрудничество

### ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- 88 НЕЯЧЕНКО И. И. Кит

### КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 89 ИВАНОВ-ХОЛОДНЫЙ Г. С. Солнечная активность и полеты в космос  
90 ЛЕВИТАН Е. П. Популярно о космической медицине и биологии

### В КОНЦЕ НОМЕРА

- 92 РАДЗИЕВСКИЙ В. В. Как «приготовить» модель НЛО

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ: Новые книги [8]; Из новостей зарубежной астрономии [20, 43, 73]; Прикосновение Мидаса [30]; Обсерватория «Гранат» — первые результаты наблюдений в рентгеновском диапазоне [41]; Новая Музи 1991 [42]; Новое о Сатурне [44]; О вибрациях Солнца [55]; На орбите — комплекс «Мир» [56]; Из новостей зарубежной космонавтики [57]; Конференция, посвященная памяти К. А. Бархатовой [58]; Новые книги Издательства «Наука» [62]; Школьная астрономическая конференция [62]; IX съезд ВАГО [68]; Комета Такаидзавы и астероид Церера [76]; Солнце в октябре — ноябре 1990 года [77]; Справочник наблюдателя [78]; Ордена Большого Ястреба вручены юным космонавтам [79]

Заведующая редакцией  
**Г. В. Матросова**  
**Э. А. Стрельцова**  
зав. отделом астрономии  
**Э. К. Соломатина**  
зав. отделом наук о Земле  
Лит. сотрудник  
**В. Ф. Блинова**  
Художественный редактор  
**Е. А. Проценко**  
Младший редактор  
**И. В. Зотова**  
Корректоры:  
**В. А. Ермолаева**  
**Л. М. Федорова**  
Обложку журнала оформила  
**Е. А. Проценко**  
Номер оформили:  
**Е. К. Тенчурнина**  
**М. Р. Прохорова**  
**А. М. Поляк**  
**М. И. Россинская**

Адрес редакции:  
117810, ГСП-1, Москва,  
Мароновский пер., д. 26  
ж-л «Земля и Вселенная»  
Телефоны: 238-42-32  
238-29-66

## In this issue:

- 3 BOGDANOV Yu. A. How Do Ores Originate in the Ocean?
- 9 YEFREMOV Yu. N. Star Complexes and Associations.
- 21 YEGOROV A. V. Technology in Space.
- 26 KOCHUROV B. I. The Ecological Map of the USSR

## THE 30TH ANNIVERSARY OF GAGARIN'S FLIGHT

- 31 **KASJYAN L. I.** Why Gagarin?
- 39 BORISENKO I. G. The First World Records in Space.

## FOREIGN COSMONAUTICS

- 46 KSNFOMALITY L. V. Neptune, its Satelloids and Satellites.

## FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 59 SHELEST V. A., SALAKHOVA G. P. The Jubilee of the Oldest Scientific Academic Organization.
- 63 **MAKSIMOV A. A.** The Results of the First Launch at Bajkonur.

## HYPOTHESES, DISCUSSION, SUGGESTIONS

- 69 LUKJYANOV A. V. The Screen Protecting the Earth and Other Planets From Overheating.

## AMATEUR ASTRONOMY

- 74 PANKIN V. F. Young Astronomers of Pyatigorsk.

## AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 80 VASILENKO N. P. To Make a Convex Hyperbolic Mirror.
- 80 BELUKHIN A. N. Home-Made Telescope "Saturn".
- 82 MORMYL V. G. Home-Made Binoculars.

## AT EXHIBITIONS AND MUSEUMS

- 84 LESNAYA N. G. Today it is Observation, To-morrow it will be Co-operation.

## LEGENDS ABOUT STARRY SKY

- 88 NEYACHENKO I. I. Whale.

## BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 89 IVANOV-KHOLODNYJ G. S. Solar Activity and Space Flights.
- 90 LEVITAN Ye. P. Popularly About Space Medicine and Biology.

## AT THE END OF THE ISSUE

- 92 RADZIYEVSKI V. V. How to Make a NFO Model.

На 1-й странице обложки: Ю. А. Гагарин в автобусе по дороге на стартовую площадку. Байконур, 12 апреля 1961 г.

На 4-й странице обложки: Фотографии к статье В. Ф. Панкина «Юные астрономы Пятигорска». Вверху — башня 265-сантиметрового телескопа системы Ньютона на горной астрономической станции близ Кисловодска. Внизу — астрограф с объективом «Уран-12».

# Как рождаются руды в океане?

Ю. А. БОГДАНОВ,  
доктор геолого-минералогических наук  
Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР

Одно из крупнейших открытий, сделанных в последние годы морскими геологами, — обнаружение высокотемпературных источников на океанском дне. Вырывающиеся из кипящего котла глубинных земных недр рудоносные горячие флюиды, смешиваясь с холодной придонной водой, образуют мельчайшие твердые частицы минералов, содержащие такие ценные металлы, как цинк, медь, свинец. На дне океана найден не только новый тип минерального сырья (его в недалеком будущем, воз-



можно, использует «практическая геология»). Океанское дно предстало перед глазами исследователей как настоящая природная лаборатория, которая поможет создать модель образования рудной залежи и найти путеводную нить поиска новых месторождений...

О гидротермальных рудах океана рассказывает известный специалист по морской геологии, он сам неоднократно погружался на подводных обитаемых аппаратах к подножию термальных источников.

## В МИРЕ СКАЗОЧНОЙ КРАСОТЫ

Большинство открытых и изученных гидротермальных полей принадлежат **океанским рифтам**. Как известно, эти геологические структуры, образуя единую мировую рифтовую систему протяженностью около 80 тыс. км, проходят по дну всех океанов. В пределах рифтов блоки океанской литосферы — **литосферные плиты** расходятся в разные стороны, освобождая место для выхода базальтов из недр Земли и рождения новой океанской коры (Земля и Вселенная, 1989, № 6, с. 16.— Ред.).

Океанские рифты — зоны **активного вулканизма**. При погружении к этим зонам пе-

ред иллюминатором подводного обитаемого аппарата проходит нагромождение совсем еще недавно образовавшихся вулканических труб, «подушек», вулканических конусов, сложенных черными базальтами, часто с антрацитовым блеском. Местами в западинках между «подушками» и трубами видны небольшие присыпки светло-серого, белого рыхлого осадка. Животный мир в таких районах обычно весьма скуден: изредка встречаются одиночные, прикрепленные к базальтам донные организмы, на поверхности рыхлого осадка — немногочисленные следы ползающих животных. Такова типичная картина в осевых частях рифта, обычно находящихся на глубине 2500—3000 м. Не-

многочисленность донных организмов объясняется скудностью пищи, ведь основные питательные компоненты поступают на дно с поверхности океана. И чем глубже океан, тем меньше пищи доходит до дна. В окраске ландшафтов океанских рифтов преобладают черные, реже белые тона...

Но вот мы приближаемся к **гидротермальному источнику** и ландшафт резко меняется. Появляются ярко-оранжевые присыпки рыхлого материала, состоящего из гидроокислов, силикатов железа и частично аморфного кремнезема; на черном фоне вулканических пород рыхлый материал виден довольно отчетливо и его становится все больше. Мы приближаемся к центру гидро-



Типичная картина поверхности вулканической зоны океанского рифта. Сплошное нагромождение излившихся на поверхность базальтов. Видны редкие поселения донных организмов. Гора Осевая, хребет Хуан-де-Фука, Тихий океан

термального поля, где выходят на поверхность дна горячие рудоносные флюиды. Местами рыхлый материал заполняет все неровности вулканического дна — ярко-оранжевые цвета становятся преобладающими. Вдоль трещин, разбивающих вулканические «подушки» и трубы, появляются небольшие ярко-оранжевые холмики и «султанчики», возвышающиеся над поверхностью вулканических образований на 5—10 см. Ближе к центру поля эти образования увеличиваются в размерах, они принимают форму колонн высотой до 1 м. В пределах некоторых гидротермальных полей ярко-оранжевые «столбы» покрыты черной коркой в основном из окисных минералов марганца.

Рыхлое вещество периферии гидротермального поля сложено не отдельными частями минералов железа или их агрегатами, а особыми

ожелезненными структурами, которые морфологически сходны с железобактериями. Такие бактерии выполняют главную роль в концентрировании и переводе растворенного железа (а частично и кремния гидротермальных растворов) в твердую фазу. В окраинной зоне гидротермального поля, где обнаружены массовые поселения железобактерий, на поверхности разгружаются сравнительно низкотемпературные растворы.

В центре гидротермального поля поверхности дна, как правило, достигают горячие рудоносные флюиды с температурами, иногда превышающими 300 °С. В устьевых участках таких источников вырастают мощные конусообразные и столбообразные постройки, иногда высотой более 50 м. От этих очень плотных тел черного цвета с большим трудом удается с помощью механического робота подводного аппарата отломать образцы для исследований. На относительно пологих склонах построек — рыхлый черный материал с металлическим блеском. По трещинам на поверхность выходят теплые мерцающие воды, а у мест их разгрузки размещаются настоящие «оазисы жизни» — поселения живых организмов такой плотности, какую редко встретишь и в самых продуктивных районах океана. Их биомасса достигает десятков и даже сотен килограммов на квадратный метр (в десятки и сотни тысяч раз больше биомассы фоновых сообществ). Пищей этих сравнительно недавно открытых животных служит не органическое вещество с поверхности океана, а **хемосинтезирующие бактерии**, использующие метан и соединения серы, которые поступают из океанской коры вместе с высокотемпературными гидротермальными флюидами. Здесь обитают жи-

вые существа, приспособленные к среде с высокими концентрациями ядовитых веществ (сероводород, многие металлы) и высокой температурой. Бактериальные «маты» и донные организмы окрашены в яркие тона — белые, желтые, оранжевые, зеленые, синие, красные. Необыкновенное буйство красок! Впечатление, что ты попал на другую планету. К подводным горячим источникам ученые разных стран погружались на глубоководных аппаратах уже около сотни раз. И все же, вновь и вновь опускаясь на дно, исследователи поражаются неземной сказочной картиной удивительного мира подводных гидротерм...

В верхних частях активных гидротермальных построек через трубообразные сооружения вырываются горячие рудоносные флюиды. В зоне смешивания с придонной холодной водой из них переходят в твердую фазу многие химические элементы, в том числе и металлы. Они наращивают гидротермальную постройку, а частично формируют черную взвесь, воспринимающуюся как густой черный дым. Не случайно такие источники названы **«черными курильщиками»** (Земля и Вселенная, 1988, № 6, с. 16. — Ред.).

Основной материал, слагающий гидротермальные постройки и образующий взвесь, — сульфиды меди (до 35%), цинка (до 52%) с большим количеством сульфидов железа. Нередко он отличается и высоким содержанием свинца, серебра, золота, таллия, кадмия, других редких элементов. В пределах отдельных гидротермальных полей можно обнаружить до десятка «черных курильщиков». Настоящая фабрика сульфидных руд! Рядом с ними встречаются неактивные постройки, давным-давно закончившие свою деятельность. Слагающие их суль-

фиды окисляются в агрессивной придонной воде, они покрыты «рубашкой» из окислов металлов, окрашенных в яркие тона.

Запасы рудного вещества отдельных построек, по оценкам, колеблются в довольно широких пределах, иногда достигая многих миллионов тонн.

## ФОРМИРОВАНИЕ РУДОНОСНЫХ ФЛЮИДОВ

Одна из важнейших проблем изучения рудной залежи — выяснение источников рудного вещества. К большому сожалению, уже решенные вопросы о формировании высокотемпературных гидротермальных флюидов в океанских рифтах воспринимаются учеными, занимающимися исследованием генезиса руд, весьма неоднозначно. Связано это с тем, что многие представления, установившиеся в учении о полезных ископаемых, на поверку оказались мифами. Один из таких мифов относится к взаимосвязи вулканизма и гидротермальной деятельности. Большинство ученых, занимающихся исследованием древних аналогов океанских гидротермальных руд на суше, до сих пор полагают, что в океане источником как вулканического материала, так и гидротермальных флюидов служит глубинное вещество Земли. Скорее всего, это не так.

В гидротермальных флюидах — океанская вода. По системе открытых трещин рифтовой зоны, которые постоянно возникают при раздвижении литосферных плит, она устремляется в недра Земли и там нагревается до температуры 300—400 °С. При взаимодействии воды с породами океанской коры часть химических элементов, в том числе и металлы, переходит из пород в раствор, другая часть, наоборот, из-



влекается из океанской воды и участвует в формировании новых минералов. В результате всех этих взаимодействий океанская вода превращается в высокотемпературный рудоносный флюид.

О глубинном источнике «гидротермальных химических элементов» во флюиде можно говорить лишь в том смысле, что они извлечены из пород океанской коры, в которую попали с глубинным вулканическим материалом.

Сегодня уже достаточно надежно оценен объем воды, прошедший через стадию гидротермального флюида. Оказывается, вода всего Мирового океана проходит через океанскую кору и превращается в рудоносный флюид за 3 млн лет, т. е. с геологической точки зрения почти мгновенно. Как же изменяется при этом химический состав воды? Ученые построили специальный ряд элементов и соединений в порядке обогащения флюида относительно океанской воды.

В этом ряду Mg, V и  $SO_4^{2-}$  образуют группу элементов и соединений, которые при высокотемпературном взаимодействии океанской воды с породами океанского дна переходят в твердую фазу. Sr, Cl, Na и Ba практически не изменяют своей концентрации, остаются инертными

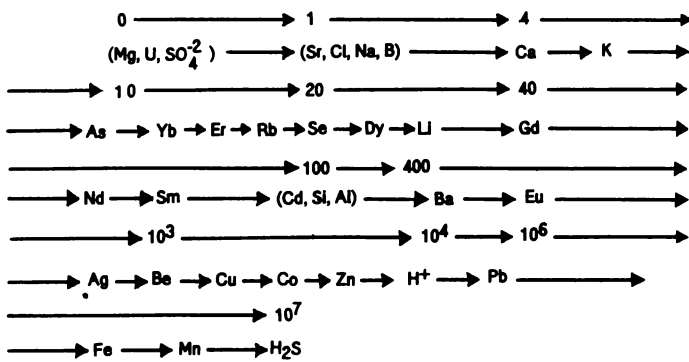
Образец сульфидной руды, поднятый на глубоководный обитаемый аппарат «Мир». Срединно - Атлантический хребет, гидротермальное поле ТАГ (Трансатлантический геотраверз)

при этих взаимодействиях. Все же остальные исследованные элементы обогащают гидротермальный флюид относительно океанской воды. Металлы, роль которых в формировании отложений гидротермальных полей наибольшая (Cu, Zn, Fe, Mn), присутствуют в высокотемпературных гидротермальных флюидах в количествах, в  $10^3$ — $10^7$  раз превышающих концентрации их в океанской воде.

Взаимодействие постоянных по составу вод с мало изменяющимися вулканическими породами океанских рифтов идет примерно при одинаковых температурах и давлениях. Поэтому состав формирующегося гидротермального флюида в океанских рифтах за редким исключением изменяется мало.

## ОБЫЧНЫЕ И АНОМАЛЬНЫЕ

Как мы уже видели, в каждом гидротермальном поле видна четкая пространственная неоднородность ми-



Химические элементы и соединения в порядке обогащения флюида относительно океанской воды. Над ними даны величины отношения содержания элементов в гидротермальном флюиде и океанской воде (от 0 до 10<sup>7</sup>)

**нерального и химического состава гидротермальных отложений.** В местах разгрузки горячих рудоносных растворов формируются массивные рудные тела, сложенные преимущественно сульфидами. Вместе с сульфидами железа здесь обнаруживаются, и часто в значительных количествах, сульфиды меди-железа. В более низкотемпературных разностях они сменяются сульфидами цинка. По периферии гидротермальных отложений появляются окисленные фации, в основном это окислы и гидроокислы железа и марганца. Они либо образуют массивные тела, либо рассеяны в окружающих источниках донных отложениях.

Такая зональность распределения различных типов гидротермальных образований, с нашей точки зрения, обусловлена эволюцией первичного высокотемпературного рудоносного флюида. После формирования флюид, обладающий значительно меньшей плотностью по сравнению с океанской водой, устремляется вверх. Практически неизменным по составу и свойствам он оста-

ется до тех пор, пока не вступает в контакт с придонной холодной океанской водой. Здесь из рудоносного флюида начинают переходить в твердую фазу и осаждаются многие химические элементы, в том числе и рудные. При этом формируются более высокотемпературные разности гидротермальных отложений. Чем интенсивнее смешивается первичный рудоносный флюид с океанской водой, тем ниже становится его температура и тем более низкотемпературные отложения он формирует. Все это и отражается в пространственной неоднородности состава отложений в пределах гидротермального поля.

Зона, где первичный рудоносный флюид начинает взаимодействовать с придонной океанской водой, может находиться на поверхности дна или в океанской коре, в подповерхностных горизонтах. В последнем случае самые высокотемпературные разности отлагаются непосредственно в океанской коре, а на поверхности встречаются более низкотемпературные гидротермальные образования.

Итак, зная «идеальный» температурный ряд последовательного выпадения гидротермальных минералов из рудоносного флюида и сравнивая его с наблюдаемыми в природе гидротермальными образованиями, мы мо-

жем достаточно уверенно судить о том, какие преобразования претерпел рудоносный раствор при миграции через океанскую кору. Задача будет несложной, если первичный рудоносный флюид при миграции не взаимодействует с окружающими породами и ряд последовательности выпадения из раствора гидротермальных минералов отражает процесс смешивания рудоносных гидротермальных флюидов с придонными водами.

Различия же в составе и свойствах сульфидных отложений, обнаруженных на поверхности дна в разных участках Мировой рифтовой системы, отражают не столько различия в составе первичных гидротермальных флюидов, сколько определяют тем, на каком этапе миграции рудоносного гидротермального раствора начинается разгрузка, какой именно части единообразного ряда последовательности гидротермального минералообразования соответствуют отложения приустьевых участков гидротермального источника.

Все это относится, конечно, к наиболее распространенным гидротермальным образованиям океанских рифтов. Однако нередко встречаются и такие отложения, которые по своим свойствам и составу не укладываются в уже описанную схему. Аномален, например, состав гидротермальных образований на рифте Калифорнийского залива Тихого океана, в частности гидротерм **впадины Гуаймас**. Среди породообразующих элементов и соединений значительную роль здесь играют те, которые формируют нерудные минералы. Соотношение металлов основных сульфидных минералов тоже необычно. Во всех пробах, взятых на дне впадины Гуаймас, резко преобладает железо, они отличаются так-



же низким содержанием цинка и суммы главных рудных металлов гидротермальных месторождений современных океанских рифтов ( $Cu+Zn+Pb+Ag+Cd$ ). Содержание свинца аномально низкое: только в единичных пробах оно достигает десятых долей процента (максимальная величина 0,49 %). Относительно велико здесь лишь содержание марганца (максимально 4,33 %), который присутствует в гидротермальных образованиях впадины Гуаймас в форме сульфида (алабандина).

Подобные отличия здешних гидротерм от гидротерм типичных океанских рифтов связаны с геологическим строением этого сравнительно молодого рифта. Дно большинства океанских рифтов лишено рыхлых осадков и гидротермальные рудоносные растворы легко формируют полиметаллические рудные залежи непосредственно на его поверхности. Дно рифтов Калифорнийского залива совершенно иное. Впадающая в залив река Колорадо приносит сюда огромное количество осадочного материала (скорость его отложения примерно в тысячу раз больше, чем в рифтах открытого океана). В результате дно полностью засыпано рыхлыми осадками, а раздвижение литосферных плит и вулканизм, которые формируют новую океаническую кору, происходят в глубине, под осадочным покровом. Вулканические породы не в состоянии пробить сотни метров осадков и потому нигде в рифте не обнаруживаются. Соответственно и гидротермальные рудоносные флюиды здесь с трудом достигают поверхности дна. Все это и объясняет особенности развития гидротермальных процессов во впадине Гуаймас, а также состав разгружающихся здесь на поверхности рудоносных флюидов.

## ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

Выносимые гидротермальными рудоносными флюидами химические элементы, в том числе и рудные, лишь частично осаждаются вблизи самого источника. Подавляющая масса гидротермального вещества, более 90 %, либо образуют взвесь (черные «дымы»), либо сохраняется в растворе и разносится придонными течениями на огромные расстояния. В конце концов это вещество совершенно теряет связь с источником, «обезличивается» и включается в океанский круговорот химических элементов — гидротермальный осадочный материал рассеивается.

В открытом океане, где разгрузка рудоносного гидротермального флюида происходит в обогащенной кислородом океанской воде, частицы рудной взвеси — преимущественно сульфидные минералы — быстро окисляются, а некоторые металлы переходят в раствор. Опускаясь на дно, остаточное рудное вещество к тому же «разбавляется» нерудными компонентами осадочного материала. Формирующиеся **металлоносные осадки** только в непосредственной близости к гидротермальному источнику (в пределах 1 км) можно считать рудоносными. Несмотря на то, что и в них сульфидные минералы окислены, содержание основных полезных компонентов ( $Cu$  и  $Zn$ ) сохраняется высоким — более 1 %.

Исключение, однако, составляют металлоносные осадки **Красного моря**, рифт которого — одно из звеньев мировой рифтовой системы. Ему также присущи процессы вулканизма и гидротермальной деятельности. Но красноморский рифт очень молод: он образовал-



«Черный курильщик» на дне океана. Температура воды 305 °С. Впадина Гуаймас, Калифорнийский залив

ся всего 3,5 млн лет назад, когда здесь произошел раскол континентальной коры и начала формироваться молодая океаническая кора. При расколе в рифте местами обнажились накопившиеся мощные (до 7 км) соленосные толщи. Растворяясь в воде, соли в некоторых впадинах рифта сформировали придонный слой высокоминерализованных рассолов, которые сыграли роль специфических «ловушек» тепла и химических элементов, выносимых гидротермальными растворами. Вещество гидротерм здесь не рассеивается, а в ограниченной по размерам впадине переходит в осадок. В результате в рассолоносных впадинах Красного моря накапливаются рудные осадки, обогащенные цинком, медью и другими ценными металлами. Не случайно эти осадки считаются первоочередным объектом «практической геологии».



Обнаруженные в Мировом океане гидротермальные образования (показаны зелеными кружками) и массивные сульфидные руды (показаны красными кружками).

Поиск и исследование гидротермальных рудопрояв-

лений океанского дна ведутся сейчас очень интенсивно. Практически все исследовательские глубоководные обитаемые аппараты мира заняты изучением гидротермальных полей. И тем не менее, в пределах Мировой рифтовой системы, где возможны находки подводных

гидротерм, эти работы подобны булавочному уколу, ведь пока исследовано менее 1 % площади океанского рифта. В познании этого уникального объекта океанского дна делаются лишь первые шаги.

Фото Ю. А. Володина

## НОВЫЕ КНИГИ

### Полярные одиссеи

Издательство «Недра» в серии «Научно-популярная библиотека школьника» выпустило в 1990 г. книгу «Геологи на Крайнем Севере». Тема ее — история геологического изучения полярных территорий нашей страны. В книге несколько очерков, посвященных жизни, научной деятельности и путешествиям выдающихся русских ученых, посвятивших себя полярным исследованиям.

Открывается книга очерком о Ф. Н. Чернышове, совершившем за свою короткую жизнь несколько экспедиций на северные окраины России — на Полярный Урал, Новую Землю, Шпицберген. Второй очерк рассказывает о жизни И. Д. Черского и его экс-



педиции на Колыму. Имя крупнейшего исследователя полярных областей Сибири и организатора

Русской полярной экспедиции в начале XX в. Э. В. Толля увековечено во многих географических названиях Севера. Ему посвящен третий очерк, в котором большое внимание уделено поискам в Арктике «призрачных» земель, в частности Земли Санникова.

Тема четвертого и пятого очерков — геологическое изучение Кольского полуострова, связанное с именем А. Е. Ферсмана, и экспедиции под руководством С. В. Обручева в северо-восточные районы Азии. Шестой очерк рассказывает о Ю. А. Билибине — выдающемся геологе, знатке рудных месторождений, одном из основоположников советской металлогенической школы. Особенную известность принесли ему экспедиции на Колыму для разведки золотых месторождений и организации старательских приисков. Заключительный седьмой очерк книги — дань памяти выдающемуся советскому полярному первопроходцу Н. Н. Урванцеву, исследователю Таймыра и островов Северной Земли.

## Звездные комплексы и ассоциации

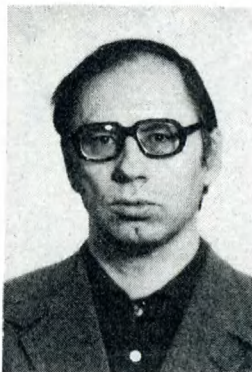
Ю. Н. ЕФРЕМОВ,  
доктор физико-математических наук, ГАИШ МГУ

### БОРЬБА ИДЕЙ

История открытия звездных ассоциаций весьма поучительна и может дать хорошую пищу для исследователей научного творчества. И авторство открытия, и определение ассоциаций, и их природа разными исследователями оценивались весьма различно<sup>1</sup>. Предмет дискуссий был не столь уж отвлеченный; делались далеко идущие космогонические и философские выводы и почти для всех специалистов с середины 50-х годов стало правилом хорошего тона избегать этой проблематики. Здесь мы коснемся истории лишь вкратце и, насколько возможно, беспристрастно.

Мы будем, если это не оговорено, под словом **ассоциация** подразумевать лишь **ОВ-ассоциации**. Дело в том, что сейчас нет сомнений: Т-ассоциации — достаточно плотные и гравитационно-связанные скопления, в которых еще продолжается звездообразование, но массивных звезд (пока еще?) нет. Именно поэтому нет и признаков динамической неустойчивости этих группировок.

Ассоциации в нашей Галактике (в отличие от скоплений) не заметны на фотографиях. Они выделяются из звезд фона лишь как сгущения звезд определенного ти-



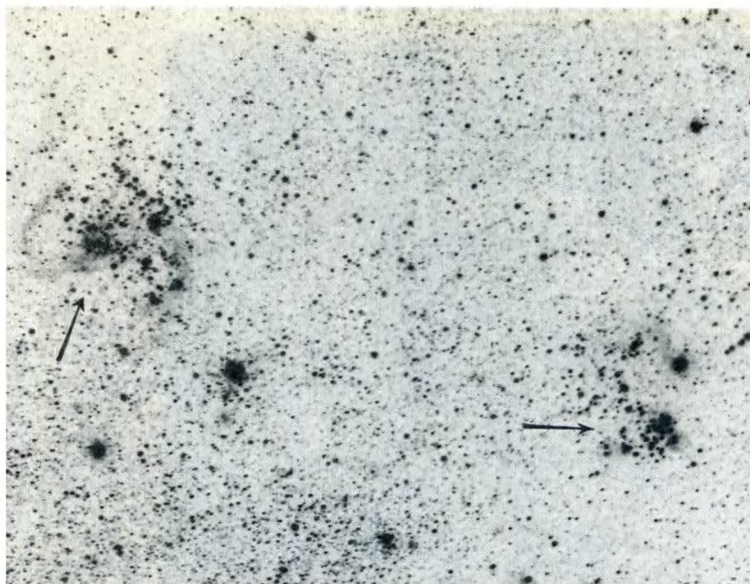
**Звездными ассоциациями В. А. Амбарцумян назвал в 1947 г. группировки молодых звезд, отличающиеся от скоплений большими размерами и малой плотностью. Исследование ассоциаций дало важнейшие аргументы в пользу спорных тогда предположений о продолжающемся и в наше время групповом образовании звезд. В последние годы все чаще встречается термин «звездные комплексы». Выясняется, что молодые звезды высокой светимости, ассоциации и скопления образуют обширные группировки — комплексы, а изолированные молодые скопления встречаются весьма редко. Исследование звездных комплексов проливает свет на первопричины образования звезд в газовых дисках галактик.**

циации). Еще в 1910—1914 гг., после появления первых каталогов спектров и лучевых скоростей, Я. Каптейн (Голландия), В. Босс (США) и А. Эддингтон (Англия) обнаружили большие группировки ОВ-звезд и в частности, известные ныне как ОВ-ассоциации в Орионе, Скорпионе и Кентавре. Ученые обратили внимание на близость пространственных движений звезд в этих группировках и большую их плотность, по сравнению с ОВ-звездами общего галактического поля. В 1929 г. А. Паннекук опубликовал список 37 конденсаций ОВ-звезд, среди которых наряду со скоплениями были и весьма большие группировки.

Давно известно, что вокруг некоторых скоплений наблюдается концентрация звезд высокой светимости. В 1927 г. Х. Шепли (США) отметил это для скоплений в Орионе, для  $\eta$  и  $\chi$  Персея, M11 в Шите; он пришел к выводу, что скопления в ряде случаев являются концентрированными частями больших систем. К такому же выводу пришел и В. Биделман (США), опубликовавший в 1943 г. результаты исследования сверхгигантов в области  $\eta$  и  $\chi$  Персея. Свыше полусотни их, с теми же скоростями и расстояниями, находились в пределах  $3^\circ$ — $4^\circ$  от двойного скопления. Физическая их связь несомненна, а размеры всей группировки составляли примерно 200 пк (у рассеянных скоплений они весьма редко превосходят 10 пк). В. Биделман заклю-

<sup>1</sup> Подробнее см. П. Н. Холопов. Молодые и возникающие звездные скопления. М.: Знание, 1982

па — О и ранних В (это ОВ-ассоциации) или быстрых неправильных переменных звезд типа Т Тельца (Т-ассо-



Ассоциации (слева сверху и справа внизу) и скопления в Большом Магеллановом Облаке

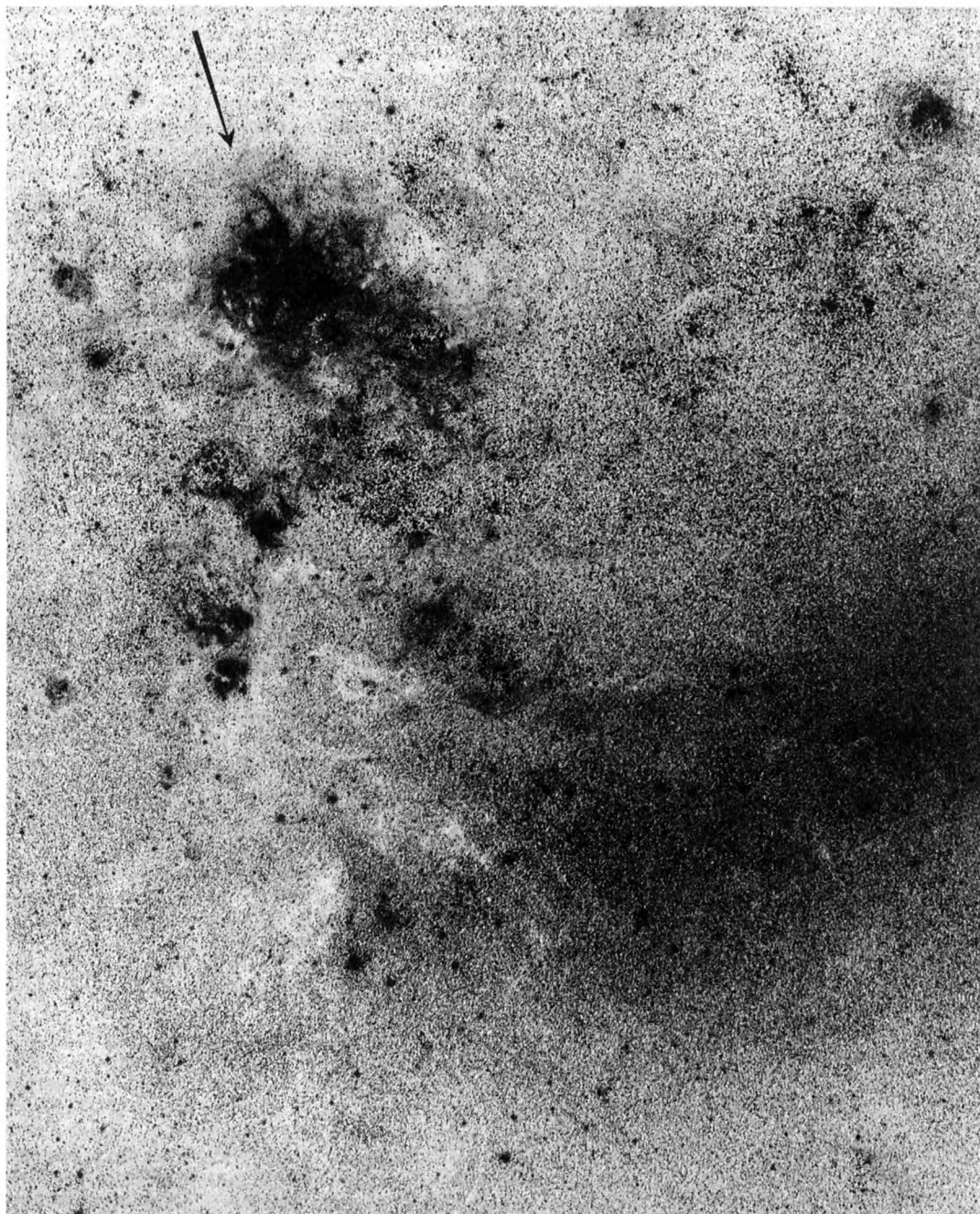
чил, что эти сверхгиганты не могли быть выходцами из двойного скопления, каждое из которых способно удерживать своих членов, и что проблема динамики звездных облаков еще далека от решения. Американский астроном О. Струве (1897—1963), внук В. Струве, исследовал в 1945 г. аналогичную группу сверхгигантов вокруг рассеянного скопления NGC 6231 (в Скорпионе) и отметил, что тенденция скоплений быть окруженными протяженными группами сверхгигантов — вероятно, одна из наиболее важных их структурных особенностей.

Именно эти две группы были приведены В. А. Амбарцумяном в 1947 г. как примеры разреженных группировок ОВ-звезд; он предложил для них и для группировок звезд типа Т Тельца название — **звездные ассоциации**. Но дело было, конечно, не в новом названии для известных уже группировок. В. А. Амбарцумян оценил их плотность и пришел к выводу, что она недоста-

точно для устойчивости группировки, подверженной действию приливных сил Галактики. За срок порядка  $10^7$  лет ассоциации должны заметно образом растянуться параллельно галактической плоскости, но имевшиеся тогда наблюдательные данные этого не показывали (этот важнейший вопрос должным образом не исследован и по сей день!). Отсюда В. А. Амбарцумян заключил, что звезды ассоциаций уже при рождении получили скорость не менее 1 км/с (иначе влияние дифференциальности галактического вращения (т. е. приливные силы Галактики) сказались бы на форме ассоциаций), но и не более 10 км/ч (такие большие скорости были бы уже заметны). Из динамической неустойчивости ассоциаций следовала молодость их звезд и это имело огромное значение. Сроки жизни звезд высокой светимости (порядка  $10^7$  лет) к этому времени уже были получены по оценкам запаса ядерного горючего (т. е. массы звезды) и темпов его расходования (т. е. светимости), но эти результаты отнюдь не были общепринятыми. Динамические оценки возраста

ассоциаций привлекли поэтому большое внимание. Они получили подтверждение в 1952 г., когда В. Блау (Голландия) обнаружил, что собственные движения звезд небольшой О-ассоциации вблизи  $\zeta$  Персея указывают на ее расширение со скоростью около 10 км/с. Этот случай и поныне рассматривается как подтверждение вывода В. А. Амбарцумяна о расширении ассоциаций, хотя проблема наблюдательного исследования кинематики звезд в ассоциациях остается актуальной. Можно только сказать, что расширения из единого центра явно не наблюдается, но дисперсия скоростей звезд в ассоциациях бесспорно больше, чем в скоплениях.

Обобщив наблюдательные данные о звездных ассоциациях, В. А. Амбарцумян заключил, что они указывают на продолжающееся в наше время групповое образование звезд. Огромный вклад его в утверждение этих предствлений общепризнан. Но дальнейшая экстраполяция — вывод о рождении звезд при взрывном распаде ненаблюдаемых плотных дозвездных тел, к которому он окончательно пришел к 1955 г. — не подтвердилась. Этот вывод следовал в основном из того, что ассоциации, будучи динамически неустойчивыми, сохраняют приблизительно сферическую форму и значит уже при рождении их звезды получили импульс к изотропному разбеганию. Отметим, что протозвезды и протоскопления (а мы знаем теперь, что это — молекулярные облака) действительно оставались ненаблюдаемыми вплоть до 70-х годов; они в самом деле являются телами намного более плотными, чем звездные скопления. Однако звезды рождаются в них при последовательном уплотнении и фрагментации под воздействием механизма гравитационной



Сверхассоциация 30 Золотой Рыбы в БМО, содержащая около двух десятков ОВ-ассоциаций и молодых скоплений (она занимает левый верхний квадрат снимка). Самые молодые из них погружены в облака HII, по-старше — окружены расширяющимися оболочками HII, у более старых признаков газа нет. Стрелка указывает на туманность Тарантул

неустойчивости достаточно плотного и холодного газа. Сейчас имеются бесчисленные наблюдательные подтверждения этого процесса<sup>2</sup>.

Представления о самом существовании звездных ассоциаций, их расширении и взрывном образовании звезд из ненаблюдаемых сверхплотных тел слились воедино, что и побуждало противников В. А. Амбарцумяна выступать против реальности звездных ассоциаций как систем нового типа, принципиально отличных от скоплений. Битва разгорелась на II совещании по вопросам космогонии в мае 1952 г. и закончилась победой В. А. Амбарцумяна. Необходимо сказать, что сама возможность критиковать учение о звездных ассоциациях (а оно было в 1950 г. удостоено Сталинской премии!) говорит о том, что моральный климат в отечественной астрономии существенно отличался от такового, скажем, в биологии...

## СКОПЛЕНИЕ ИЛИ АССОЦИАЦИЯ?

Одним из первых поддержал представления о звездных ассоциациях московский астроном П. Н. Холопов, составивший первый список Т-ассоциаций. Однако к 70-м годам он убедился, что больших разреженных Т-ассоциаций — «в том смысле, какой придавался им Амбарцумяном при введении этого понятия» — не существует. Оказалось, что две большие Т-ассоциации состоят на самом деле из нескольких десятков компактных и плотных группировок, не отличающихся от скоплений по размерам и дисперсии скоростей. П. Н. Холопов обнаружил, что наличие обширной

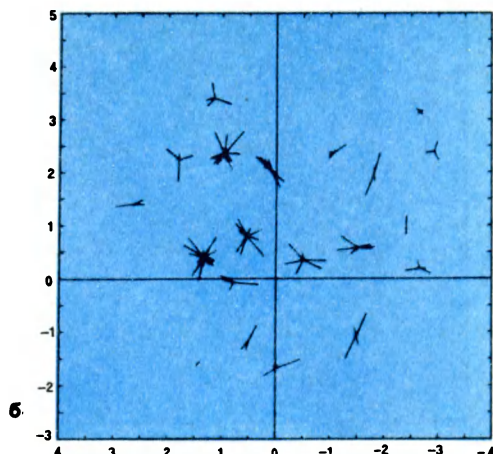
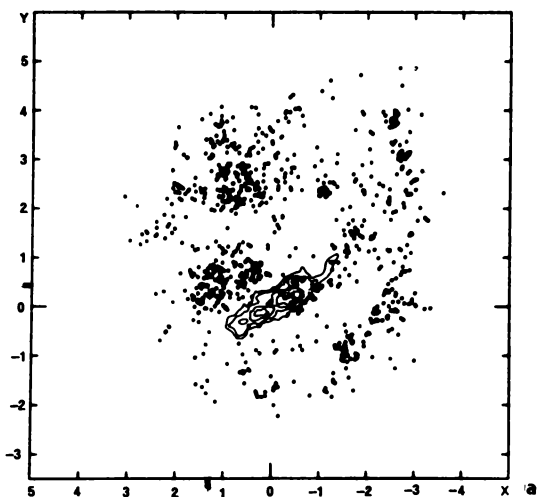
короны — это неотъемлемое свойство всех звездных скоплений и заключил, что группы сверхгигантов вокруг  $\eta$  и  $\chi$  Персея и NGC 6231 можно рассматривать просто как короны этих молодых скоплений. Доводы автора этой статьи, который говорил о многочисленных разреженных группировках голубых звезд высокой светимости, непосредственно видимых на фотодиаграммах Большого Магелланова Облака и отличающихся от скоплений также и большими размерами, П. Н. Холопов отметал, считая, что впечатление слабой концентрации к центру создается из-за наличия в этих группировках поглощающих свет пылевых облаков. О-ассоциации, по предположению П. Н. Холопова, — это просто короны молодых скоплений, содержащих горячие звезды высокой светимости. И поскольку короны изученных им скоплений устойчивы в гравитационном поле Галактики, устойчивы должны быть и О-ассоциации; свидетельство их расширения П. Н. Холопов считал недостаточными. Учитывая, что большинство ассоциаций фигурировало так или иначе и в более ранних работах (особенно А. Паннекука), он заключил, что неправильно приписывать В. А. Амбарцумяну открытие ассоциаций. Надо сказать, что эти выводы, к которым П. Н. Холопов пришел в середине 70-х годов, и которые противоречили не только «учению о звездных ассоциациях», но и его собственным, более ранним заключениям, встретили не научный, а административный отпор. Статью П. Н. Холопова отверг «Астрономический журнал», на III Европейской астрономической конференции в 1975 г. слово ему дали только после официального закрытия конференции (вероятно, чтобы не помещать его доклад в «Трудах» конференции), а на его фундаментальную моногра-

фию «Звездные скопления» (М.: Наука, 1981) последовал некорректный научно и недостойный по форме отзыв.

Однако сам В. А. Амбарцумян не претендовал на открытие; он писал в 1947 и 1949 гг. о том, что предлагает группировки определенного типа (открытые и изученные другими) называть **звездными ассоциациями**. Однако, несомненно, что именно В. А. Амбарцумяну принадлежит заслуга введения понятия «**звездные ассоциации**» в современном смысле этого слова. На наш взгляд, введение нового понятия — это действительно крупнейшее достижение для любого исследователя, увидевшего то, на что другие смотрели и раньше, но не поняли и не оценили. Об открытии нового типа звездных систем», о «победе советской материалистической космогонии» затрубили те, кто шел «в ногу со временем»... Отто Струве, наследник астрономической династии Струве и белоэмигрант, пристально следивший за нашей астрономией, в 1949 г. написал в «Sky and Telescope» сочувственную статью о звездных ассоциациях, должным образом оценив вывод В. А. Амбарцумяна об их динамической неустойчивости. Но в 1952 г., в разгар кампании «борьбы за приоритет русской науки», в статье, озаглавленной «Астрономия в духе 1984» он заговорил по-другому: «Амбарцумян не «открыл» существование «звездных ассоциаций», хотя ему принадлежит огромная заслуга выдвижения замечательно стимулирующих идей, касающихся их свойств и происхождения. «Испарились» ли в Советском Союзе память о Каптейне и не стал ли великий голландский астроном «нелицом?»<sup>3</sup>. Слова

<sup>2</sup> Ю. Н. Ефремов. Новый взгляд на Галактику. М.: Знание, 1989; С. А. Ламзин, В. Г. Сурдин. Что такое протозвезды. М.: Знание, 1988.

<sup>3</sup> O. Struve. Science, 1952, 116, 206.



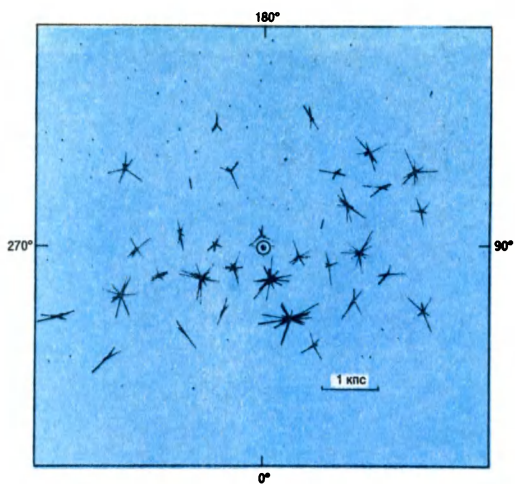
О. Струве переключаются с выводом П. Н. Холопова (сами группировки известны давно), который не мог их знать, поскольку в то время цензура вырезала страницы даже из научных журналов, считая эти страницы «не представляющими интереса» для советского читателя...

Однако же с тем выводом П. Н. Холопова, что О-ассоциации — не более чем корональные области скоплений, трудно было согласиться. Чуть ли не в половине ассоциаций скопления отсутствуют, а если они и есть, то чаще всего не находятся в центре ассоциаций (например, в NGC 6231). Малая плотность, большие размеры и явные признаки слабой гравитационной связанности, в согласии с духом — но не с буквой — ранних работ В. А. Амбарцумяна действительно отделяют ассоциации от скоплений. Конечно, дело здесь не в мистических «до-звездных сверхплотных телах», которые то выбрасывают из себя отдельные звезды, то рождают гравитационно связанные скопления и газовые облака (поскольку они неизменно связаны с молодыми звездными группировками). Не случайно достойны называться ассоциациями только группировки, содер-

Жащие О-звезды. Ведь в звездах превращается лишь доля исходной массы молекулярного облака, а после появления молодых горячих звезд, возникший звездный ветер от них (или от расширяющейся зоны ионизованного ими водорода), или взрывающая волна от сверхновых изгоняют оставшийся газ. Уход газа вызовет уменьшение плотности группировки и ее расширение. И если распадающуюся группировку называть ассоциацией, приходится заключить, что принципиальных отличий от молодых скоплений у ассоциаций нет; важно лишь рождение звезд, достаточно массивных для того, чтобы превратиться в О-звезды или в сверхновые.

Если быстро уходит много газа, группировка становится гравитационно несвязанной, т. е. ассоциацией.

Возможно, острые дискуссии, сотрясавшие нашу астрономию в начале 50-х и отчасти в 70-е гг., и не имели бы места, если бы этот простой механизм расширения и распада ассоциаций был тогда общепринят, как сейчас. Он был известен давно, но сведения о низкой эффективности звездообразования, о молекулярных облаках накопились лишь в 80-е годы. Проблема сейчас состоит в том, как вообще объяснить рождение гравитационно связанных скоплений с О-звездами. Правда, чтобы судить о судьбе новорожденной группировки, нужны данные и о скоростях звезд в ней, и независимые данные о ее полной массе. Но эта информация существует в очень редких случаях, и если «водораздел» между скоплениями и ассоциациями проводить по признаку наличия или отсутствия гравитационной связи между звездами группировки, то отнести группировку к скоплению или ассоциации обычно очень трудно. Поэтому лучше сохранить чисто «операционное» определение (годное и для применения к груп-



Положение комплексов цефеид нашей Галактики. В центре — Солнце (по работе Л. Н. Бердникова и Ю. Н. Ефремова)

пировкам в других галактиках) называют **ассоциацией** **большую разреженную группировку**.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ЗВЕЗДНЫХ ГРУППИРОВОК

Здесь мы подходим к вопросу о том, какие наиболее фундаментальные принципы надо положить в основу классификации звездных группировок. С нашей точки зрения, главный «водораздел» проходит между **унитарными** группировками, образовавшимися в едином акте из переставшего существовать молекулярного облака, и группировками **полицентрическими** (если угодно, федерацией группировок), появившимися из нескольких ядер исходного облака или из группы взаимосвязанных облаков. К первым мы отнесли **шаровые скопления** (они бывают и старые и молодые), **рассеянные скопления** и **звездные ассоциации**, ко вторым — **агрегаты** и **комплексы**<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Ю. Н. Ефремов. Очаги звездообразования в галактиках. М.: Наука, 1989

**Скопления бывают и старые и молодые** («водораздел» между рассеянными и шаровыми скоплениями проходит при массе в  $10^4 M_{\odot}$ ), **ассоциации только молодые** (с возрастом они рассеиваются в звездном фоне), но все эти группировки обладают единым центром и родились в едином (хотя иногда и довольно длительном) процессе.

Название «агрегат» предлагается закрепить за большими полицентрическими ассоциациями, примером которых могут служить ассоциации в Орионе (Or<sub>1</sub> OB1) с диаметром около 150 пк. Она включает в себя сверхплотное крайне молодое скопление вокруг Трәпедии Ориона, окруженное огромной короной из вспыхивающих звезд и звезд типа Т Тельца; по соседству с ним в недрах плотных ядер молекулярного облака скрываются еще два скопления со звездами, окруженными дисками газа и пыли; далее к северу группа молодых горячих звезд в Поясе Ориона, более разреженная группировка в голове Ориона и еще несколько очагов текущего звездообразования. В целом эта группировка неоднородна и кинематически; ассоциация в голове Ориона как будто расширяется, а более

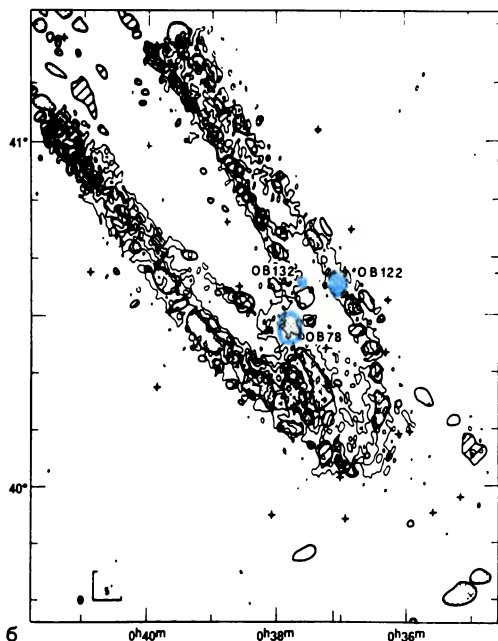
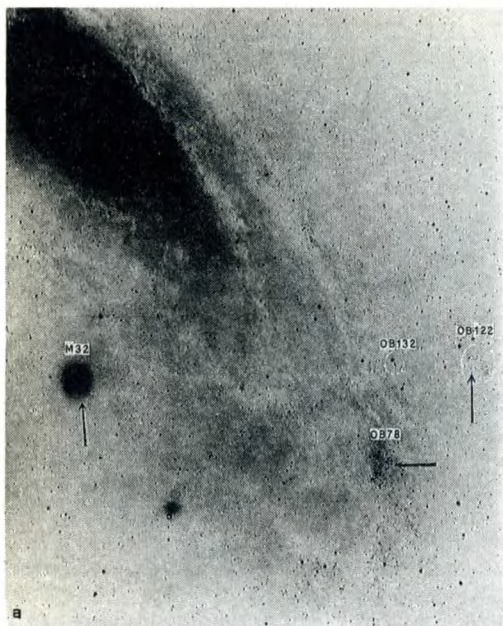
молодое скопление Трәпедии вместе с окружающими звездами и газом вращается и сжимается. Группу молодых скоплений с общей коронной также следует называть агрегатом, ведь отличие между скоплением и ассоциацией, как мы говорили, не всегда легко установить, а наличие единственного или нескольких ядер легко обнаруживается и при исследовании других (хотя, конечно, не слишком далеких) галактик.

Большой агрегат можно спутать с небольшим молодым звездным комплексом, но беды в этом нет, поскольку оба типа группировок — полицентрические и звездообразование идет в разное время в разных их центрах.

#### ЧТО ТАКОЕ ЗВЕЗДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Начнем снова с примера. Помимо известной нам группы сверхгигантов в своих окрестностях двойное скопление  $\eta$  и  $\chi$  Персея имеет по соседству еще три более бедных скопления и 4—5 цефеид. Возраст последних  $\sim 5 \cdot 10^7$  лет, чуть ли не на порядок больше, чем у двойного скопления, но измерения расстояний и лучевых скоростей свидетельствуют о том, что все эти объекты входят в единую группировку с дисперсией возрастов около 50 млн лет и диаметром около 300 пк. Непосредственно к северу находится ассоциация Cas OB6, включающая гигантское молекулярное облако и несколько очагов текущего звездообразования, которых нет в группе  $\eta$  и  $\chi$  Персея. Лучевые скорости и расстояния опять-таки близки. Возможно, что с этими двумя группировками связана лежащая несколько поодаль компактная группировка 8 скоплений (безуслов-





но связанных между собой) и находящаяся тут же ассоциация Cas OB8 — и тогда диаметр всего комплекса около 600 пк. Уже группировка вокруг  $\eta$  и  $\chi$  Персея (ассоциация Per OB1, один из двух прообразов O-ассоциаций) не заслуживает (ни по возрасту, ни по размерам, ни по отсутствию признаков звездообразования), названная ассоциацией. Однако ни по составу, ни по размерам ее нельзя считать и короной двойного скопления.

К типичным звездным комплексам можно отнести и Местную систему, ярчайшие звезды которой образуют Пояс Гулда, наклоненный на  $18^\circ$  к галактическому экватору. Большинство O и B звезд в радиусе до 400 пк от Солнца входит в Местную группу. К ней относятся и агрегат Ориона, и второй агрегат с размерами около 200 пк (ассоциация Скорпиона — Кентавра), а также несколько бедных, сравнительно молодых скоплений (в том числе Плеяды) и десяток сверхгигантов, включая несколько цефеид. Членов Местной си-

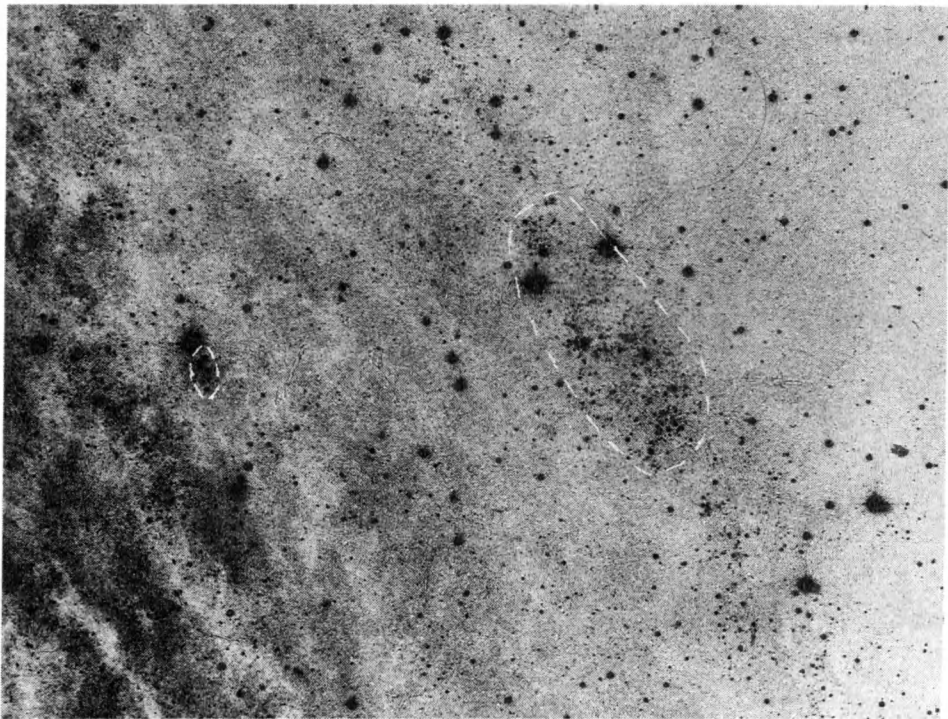
Южная часть галактики Андромеды. а) Снимок, полученный в синих лучах. Указаны некоторые «ассоциации», выделенные ван ден Бергом (OB132, OB78 и OB122). Под OB132 — «почти сверхассоциации» OB78, слева — M32, эллиптический спутник M31; б) Контуры областей, излучающих в линии 21 см (HII) и «ассоциации» ван ден Берга (жирные линии). Закрашены OB132 («истинная» ассоциация) и OB122 (звездный комплекс)

стемы можно выделять по их общности движения в пространстве, как это и делал английский астроном О. Эгген, которому принадлежат наиболее обширные исследования звездных групп с близкими пространственными скоростями. Имеются признаки вращения и расширения системы. Масса звезд в ней оценивается в  $5 \cdot 10^5 M_\odot$ , H1 — около  $10^6 M_\odot$  и H2 — около  $4 \cdot 10^5 M_\odot$ . Как и в комплексе  $\eta$  и  $\chi$  Персея, возраст старейших звезд около  $5 \cdot 10^7$  лет, но в Местной системе нет столь богатых скоплений.

Огромные группировки OB-звезд и облаков ионизо-

ванного водорода (HII-областей) давно известны были в других галактиках: В. Бааде и В. А. Амбарцумян независимо предложили называть их **сверхассоциациями**. В нашей Галактике И. М. Копылов в 1958 г. подметил тенденцию OB-ассоциаций образовывать группы из нескольких членов, которые можно теперь называть агрегатами. В. Бааде в том же году говорил, что звездообразование идет в двух масштабах, около 10 и около 600 пк, указывая на сверхассоциацию 30 Золотой Рыбы в качестве примера крупномасштабного очага образования массивных звезд.

Долгое время эти обширные группировки OB-звезд казались любопытной особенностью пространственного распределения только этих горячих молодых звезд. Но в середине 70-х годов автор нашел, что цефеиды нашей Галактики образуют группировки с размерами в 500—700 пк, причем часто с довольно близкими периодами (и значит возрастaми), и предположил, что мы име-



ем дело с проявлением всеобщей тенденции звезд (по крайней мере высокой светимости) вплоть до возраста  $10^8$  лет (на порядок больше, чем ОВ-звезд) образовывать обширные комплексы. В 1978 г. мы опубликовали список трех десятков комплексов, выделенных по цефеидам, и отметили, что для определения комплексов можно использовать и сверхгиганты и молодые скопления; цефеиды просто наиболее удобны ввиду существования у них зависимостей «период—светимость», «период—показатель цвета» и «период—возраст», и их расстояния и возрасты известны поэтому с большой точностью. Было высказано предположение, что молодые скопления вообще не встречаются поодиночке, а лишь в составе больших комплексов, существование которых обусловлено крупномасштабной неоднородностью в распределении газовых облаков, порождающих звезды.

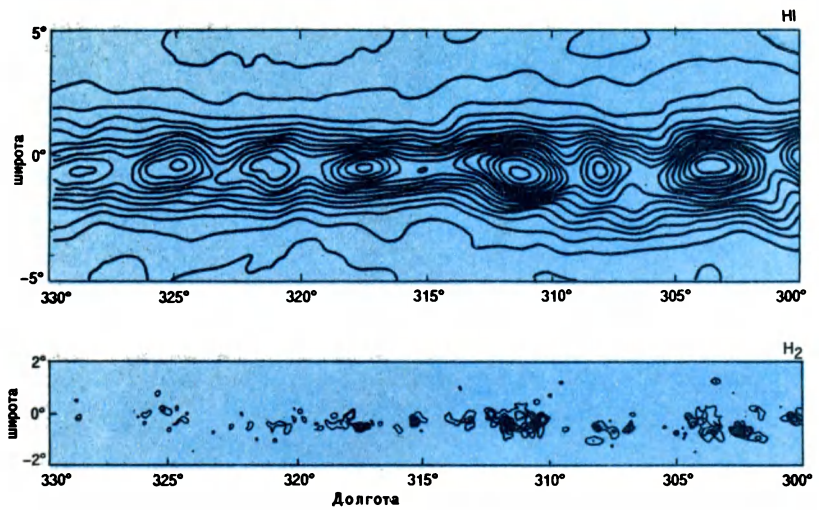
*Деталь галактики Андромеды. Ассоциация ОВ 132 и звездный комплекс ОВ 122, содержащий две ассоциации у северного и южного края*

#### ОВ-АССОЦИАЦИИ КАК ИНДИКАТОРЫ ЗВЕЗДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Это предположение полностью подтвердилось при изучении распределения голубых звезд высокой светимости в близких галактиках. Еще в 1964 г. С. ван ден Берг (Канада) выделил в галактике Андромеды (М31) около 200 группировок голубых звезд, которые назвал ОВ-ассоциациями, хотя их диаметры составляли в среднем 500 пк (почти на порядок больше, чем в Галактике). Он объяснил это тем, что в нашей звездной системе мы способны выделить из фона лишь наиболее плотные части ассоциаций. Однако 15 лет спустя мы подметили, что в тех же «ассоциациях» в М31 концентрируются и

цефеиды, так что ни по звездному составу, ни по размерам или дисперсии возрастов эти группировки не отличаются от звездных комплексов Галактики. В наиболее ярких частях комплексов в М31, соответствующих собственно О-ассоциациям, цефеид нет — ассоциации слишком молоды и будущие цефеиды находятся там еще на стадии В-звезд.

Взгляд на «ассоциации» ван ден Берга как на звездные комплексы подтвердился в 1986—1987 гг. в независимых исследованиях П. Ходжа (США), а также автора совместно с астрономами Софийского университета Г. Р. Ивановым и Н. С. Николовым. Эти исследования продемонстрировали также, что вопрос о систематике звездных группировок не пустая схоластика — решить его необходимо, чтобы понять различия, имеющиеся между галактиками и особенностями звездообразования в них. Ассоциации в М31 и



нескольких других более далеких галактиках получались существенно больше по диаметру, чем в нашей Галактике и ближайшем ее спутнике — Большом Магеллановом Облаке. Вопрос о том, насколько это отличие реально стал беспокоить многих. П. Ходж поставил такой эксперимент: он стал искать ассоциации в M31 на мелко-масштабных фотографиях примерно с таким же пространственным разрешением, какое имелось для нескольких далеких галактик (с большим телескопом), где диаметры «ассоциаций» получались в 300—400 пк. И теперь, для M31, у него тоже получился диаметр 210 пк, но «ассоциаций» уже было не 200, а всего 42. Были выявлены наиболее яркие участки комплексов, отдельные же ассоциации и комплексы без ярких звезд остались незамеченными.

Тогда же автор с болгарскими коллегами провел независимые поиски группировок голубых звезд в M31 на пластинках, полученных на болгарском 2-метровом телескопе с разрешением около 43 пк/мм, вчетверо большим, чем было у ван ден Берга. «Подлинными» ассоциациями считались моноцентрические группировки, хотя

бы края которых разрешались на пластинках. Их оказалось 210 со средним диаметром 80 пк (как в Галактике и Большом Магеллановом Облаке). И при этом лишь 13 из них оказались вне пределов звездных комплексов, границы которых определялись независимо, но которые оказались близки к ван ден берговским.

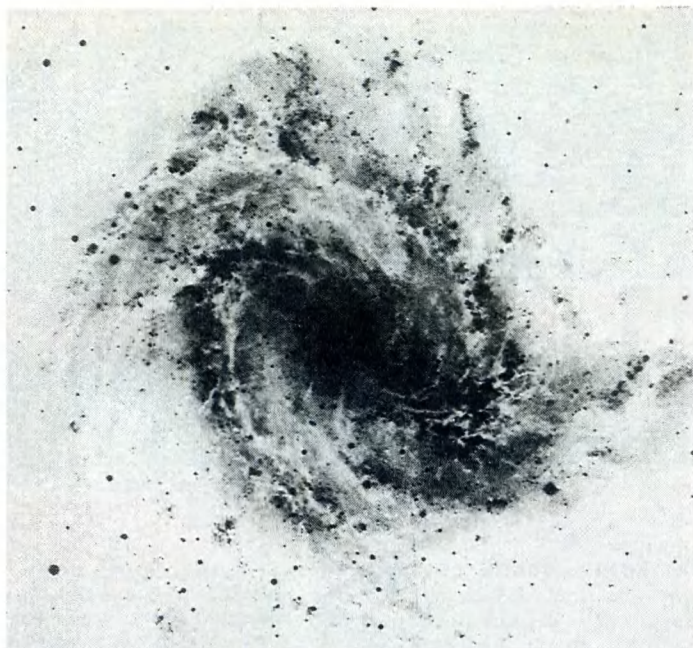
Таким образом, было доказано, что ассоциации действительно **концентрируются в звездных комплексах**. Разные размеры группировок, считавшихся ассоциациями, в разноудаленных галактиках объясняются различием пространственного разрешения, от которого зависит, что именно мы замечаем: сначала (у близких галактик) истинные ассоциации, скопления, агрегаты и комплексы; а затем с удалением одиночные ассоциации становятся неотличимыми от скоплений (а еще дальше встает проблема их разделения от голубых сверхгигантов), комплексы без O-звезд исчезают и остаются лишь более яркие их участки и группы ассоциаций. Во многих галактиках с активным звездообразованием спиральные рукава состоят из хорошо различных отдельных облаков, ярких звездных комплексов.

Изоденсы нейтрального водорода (вверху) и молекулярных облаков (внизу) в рукаве Киля, показывающие расположенные через почти одинаковые интервалы сверхоблака H I, внутри которых сидят гигантские молекулярные облака (по работе Грабелски и др.)

Пример M31, рукава которой разделяются на вереницы звездных комплексов только на снимках с высоким разрешением, показывает, что концентрация массивных звезд в огромных комплексах может быть всеобщим правилом, хотя и далеко не всегда их легко увидеть.

## ПРИРОДА ЗВЕЗДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В чем же причина повсеместной концентрации молодых звезд, скоплений, ассоциаций и газовых облаков в огромных комплексах? Наиболее вероятно предположение: столь же огромны и исходные звездообразующие облака, по крайней мере, в современных условиях в дисках галактик. На эту мысль нас натолкнуло в 1978 г. существование сверхгигантских газовых облаков с массами ( $\sim 10^7 M_{\odot}$ ) вполне достаточными, чтобы по-



Спиральная галактика М83, в рукавах которой сосредоточены яркие звездные комплексы



Большое Магелланово Облако. Слева — сверхассоциация 30 Золотой Рыбы с яркой туманностью (областью N11) Тарантул

родить звездный комплекс. В 1983 г. американские астрономы Б. и Д. Элмегрин заключили (ссылаясь на наши работы о звездных комплексах и на подмеченную этими авторами регулярность в расположении звездно-газовых комплексов в спиральных рукавах ряда галактик), что первичная шкала звездообразования соответствует масштабам в 1—4 кпк и массам порядка  $10^7 M_{\odot}$ . Они нашли, что такие сверхоблака возникают в результате действия гравитационной неустойчивости во вращающемся газовом диске галактик при участии магнитного поля. Эти облака, подвергаясь дальнейшей фрагментации, рождают плотные холодные молекулярные облака (теория этого процесса разработана И. Г. Колесником), в которых рождаются скопления и ассоциации, объединенные в звездный комплекс — наследник сверхоблака.

Конечно, анализ данных о плотностях и дисперсии скоростей газа в дисках галактик и раньше приводил к выводу о возможности образования в результате гравитационной неустойчивости именно сверхгигантских газовых облаков (например, Л. С. Марочник, 1966), но наблюдательных данных о таких облаках почти не было, а известные с 60-х годов сверхассоциации<sup>5</sup> — большая редкость (в М31 если есть, то одна — ОВ78). Ныне же, когда становится очевидным, что молодые скопления и 70—90 % массивных звезд сосредоточены в огромных комплексах, идея о том, что исходной стадией звездообразования является разбиение газового диска галактик на огромные облака, кажется вполне естественной. Сверх-

<sup>5</sup> Их можно теперь считать молодыми, богатыми газом и O-звездами, звездными комплексами

облака HI, в сердцевинах которых сидят гигантские молекулярные облака, располагаются на расстоянии в  $\sim 700$  пк друг от друга вдоль длинной ( $\sim 40$  кпк) спиральной ветви Киля—Стрельца в нашей Галактике. Аналогичную регулярность можно подметить в расположении звездных комплексов M31 к северо-западу от большой оси галактики. Эта регулярность расстояний между комплексами, как подметили Элмегрины, — указание на решающую роль гравитационной неустойчивости в формировании звездно-газовых комплексов; они образуются прежде всего в рукавах, где плотность газа больше, а дифференциальность галактического вращения (затрудняющая рост возмущений плотности) меньше.

Недавно были получены, на наш взгляд, решающие доказательства правильности этого сценария. Американский астроном Р. Кенникат обнаружил, что во всех 12 изученных им спиральных галактиках с активным звездообразованием оно обрывается именно на том расстоянии от центра, далее которого плотность газа при соответствующем учете дисперсии скоростей и дифференциальности вращения становится недостаточной для развития крупномасштабной гравитационной неустойчивости. И это пороговое значение плотности соответствует масштабу возникающих уплотнений в газе порядка 1 кпк и массам порядка  $10^7 M_{\odot}$  (и такие облака реально и наблюдаются). Именно их возникновением и последующим переходом их газа в звезды и объясняется то, что плотность газа нигде не становится много выше критической. О важной роли пороговой плотности еще в 1972 г. писал В. Квирк, затем у нас А. В. Засов, и вот теперь становится понятно, почему она существует. Для на-



чала звездообразования необходимо и достаточно разбиения газового диска на сверхоблака, параметры которых определяются пороговой плотностью и старым джинсовским критерием гравитационной неустойчивости.

Эти облака и являются исходной, начальной единицей звездообразования, порождающая звездные комплексы.

Деталь сверхассоциации 30 Золотой Рыбы — очень молодая ассоциация (в центре), погруженная в ионизованный водород, и более старая (слева внизу) O-звезды которой уже «выдули» газ, окружающий теперь ассоциацию в виде оболочки



Галактика Андромеды. В спиральном рукаве на юго-западе — звездный комплекс OB78, чуть более слабый, чем обычные сверхассоциации. Север — слева, запад — сверху

Вывод о концентрации звездообразования в огромных масштабах, об отсутствии изолированных молодых скоплений получает простое теоретическое объяснение. Начинать рассмотрение процесса звездообразования на-

до с целого галактического диска; чтобы понять рождение звезды, надо понять всю галактику...

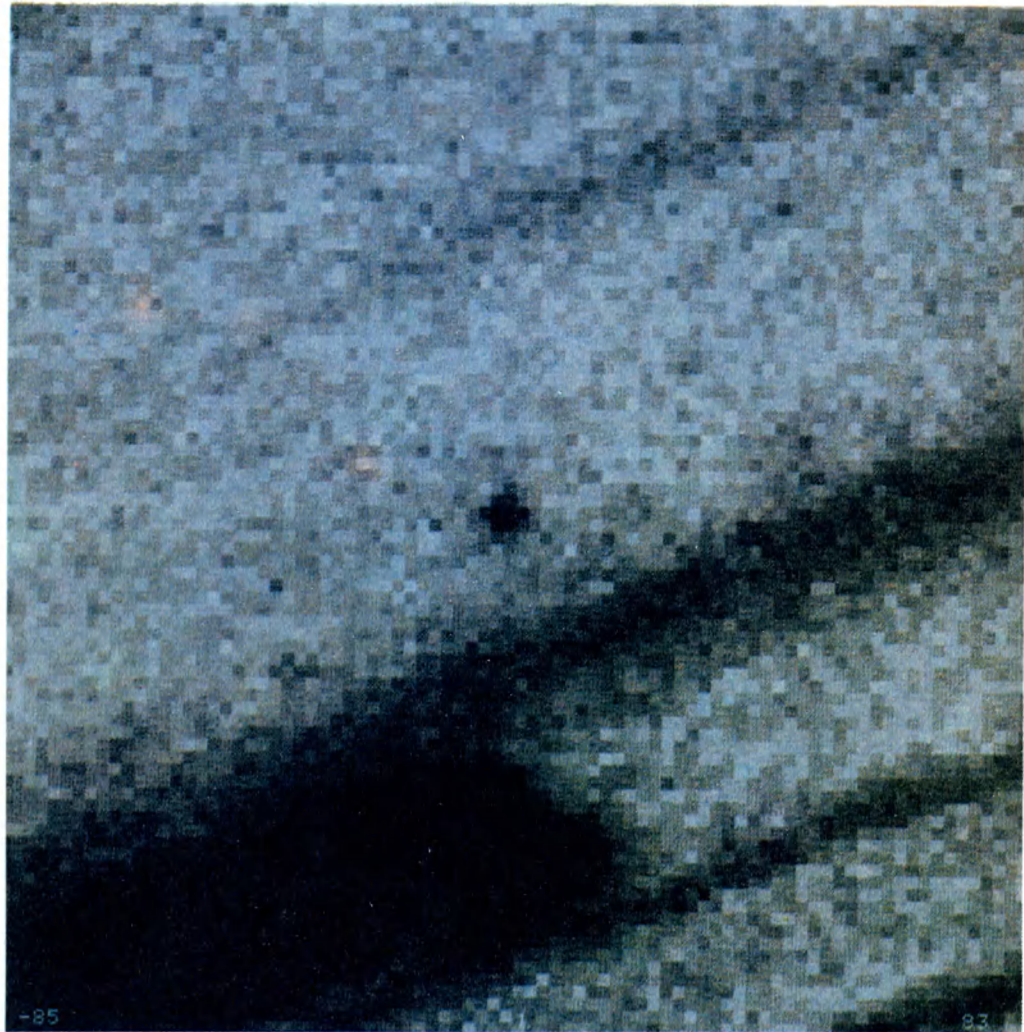
## Из новостей зарубежной астрономии

### Одно из последних изображений кометы Галлея

Знаменитая комета Галлея, удаляющаяся от Солнца, после того, как она в начале 1986 г. прошла перигелий, недавно «погрузилась в зимнюю спячку», из которой выйдет незадолго до следующего прохождения перигелия в 2062 г.

Этот вывод был получен год назад из обширного ряда наблюдений, проведенных на Европей-

Воспроизводимый здесь негатив составлен из 23 кадров, каждый из которых подвергался индивидуальной очистке от шумов. Поскольку инструмент отслеживал комету, ее изображение в центре снимка — точечное, а звезды и галактики оставляют следы в виде отрезков прямых. Средняя визуальная величина кометы во время наблюдений была 24,4<sup>m</sup>, от-



Изображение кометы Галлея (негатив). Кадр составлен из 23 отдельных кадров, полученных с 21 по 24 февраля 1990 г. Диаметр среднего кружка атмосферного размытия 1,3 с дуги. Размер кадра 39"×39". Изображения обработаны с помощью системы ИНАР в штаб-квартире Европейской южной обсерватории. Наблюдатель Р. М. Вест.

ской южной обсерватории в конце февраля 1990 г. Изображение кометы регистрировалось очень чувствительной ПЗС-камерой, установленной в Ла Силла (Чили) на датском 1,5-метровом телескопе. В это время комета Галлея находилась на расстоянии 11,6 а. е. (1735 млн км) от Земли, т. е. за орбитой Сатурна.

Чтобы обнаружить столь слабый объект, суммарная экспозиция была доведена до 16 ч 20 мин.

мечались изменения блеска в 1,3<sup>m</sup>. Наблюдаемый блеск примерно на 0,3<sup>m</sup> превышает то, что следовало бы ожидать от самого ядра кометы — грушевидного тела с наибольшим диаметром 15 км, состоящего из смеси различных льдов и пыли. Изменения блеска вызываются вращением ядра.

Особенно интересно, что протяженная кома, которая наблюдалась в 1989 г., теперь исчезла

## Технология в космосе

А. В. ЕГОРОВ,  
Технический центр «Сплав»  
Главкосмоса СССР

### ВОЗМОЖНОСТИ КОСМОСА

Помните, в США проводили конкурс среди детей. Надо было придумать космический эксперимент. Один мальчик предложил посмотреть, каким образом в невесомости будет плести свою паутину паук?

Предложенный школьником опыт может быть отнесен к экспериментам в области космической технологии, поскольку преследуемая цель — исследовать технологию плетения паутины в космосе. Интуитивно молодой исследователь предполагал, что в невесомости земная технология будет уже непригодна. Первые нити на Земле паук образует спускаясь с чего-нибудь, например, с ветки. А как это сделать в пространстве, где нет верха и низа? Надо «придумывать» новую технологию. И очень интересно, как паук справится с этой задачей...

Подобными вопросами задавались ученые-технологи, ставившие технологические эксперименты в космосе. В отличие от паука, который в невесомости растерялся и стал плести «неорга-



**Эксперименты на спутниках «Космос-1645», «Фотон» и специализированном модуле «Кристалл» — новый этап космической технологии.**

низованную» паутину, специалисты по космической технологии имели первоначальные представления, сформулированные еще К. Э. Циолковским. Но, конечно, вопросов было немало. Как будут расти кристаллы в космосе? Что получится, если смешать не смешивающиеся на Земле расплавы различных металлов?.. Другими словами, космиче-

ская технология как новая область человеческих знаний на первых порах изучала особенности протекания на борту космического аппарата производственных процессов, связанных с получением различных материалов.

В космосе многое не очень похоже на земные условия: иначе кипит вода, нет привычного бурления жидкости, а из носика чайника не вырывается струя пара. В космосе иначе горит свеча. На Земле нагретый пламенем воздух поднимается вверх, а ему на смену приходит свежий, богатый кислородом, необходимым для процесса горения. А в космосе, если искусственно не обеспечить приток свежего воздуха, свеча погаснет, израсходовав кислород вокруг фитиля.

В космосе при отсутствии силы тяжести начинают проявляться другие силы, например, молекулярные. Если жидкость смачивает стенки сосуда, то вылить ее оттуда в невесомости — проблема. И наоборот, если не смачивает — то она в сосуде как бы «парит», едва касаясь стенок, и при первой возможности стремится поки-

совсем. Поверхностная яркость комы не превышала  $29^m$  с квадратной дуговой секунды (в 1500 раз меньше фоновой яркости неба!).

Таким образом, можно утверждать: выброс пыли ядром должен прекратиться на гелиоцентрическом расстоянии между 10,1 и

12,5 а. е. Существовавшая прежде кома рассеялась в окружающем пространстве и больше не восстанавливается за счет выброса пыли с поверхности ядра. Иными словами, комета, скорее всего, входит в длительный период «зимней спячки», который, вероятно, будет длиться до середины 2061 г.

(тогда она приблизится к Солнцу, и на расстоянии около 5 а. е. солнечное излучение «разбудит» ее).

*По информационным материалам Европейской южной обсерватории*

нуть место своего заточения.

Примеры можно продолжить. Но то, о чем мы с вами говорили, относится все-таки к простым физическим явлениям. Их протекание в непривычных для нас условиях невесомости в какой-то мере логически предсказуемо. Другие же, более сложные процессы, например, рост кристаллов в невесомости, представить умозрительно в подробностях гораздо труднее. Здесь необходимы прямые эксперименты и накопление знаний.

На Земле невесомость можно создать лишь кратковременно. Многие из вас на мгновение испытывали ее: на автомобиле, когда дорога вдруг резко идет под уклон; на самолете, когда он попадает в «воздушную яму»... Космонавты в период тренировок обязательно летают на самолетах-лабораториях, где их приучают к невесомости в течение нескольких десятков секунд, пока самолет совершает специальный маневр — «горку», т. е. летит по баллистической кривой (близкой к параболе). В ходе этих полетов проводились и кратковременные технологические эксперименты. Они носили либо качественный, либо демонстрационный характер.

По-настоящему же исследовать процессы в невесомости можно только в космосе, на ракетах-зондах, спутниках, орбитальных станциях.

## НУЖНА ЛИ КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ?

Возникает естественный вопрос, для чего нужны технологические исследования в космосе? Для того, чтобы удовлетворить любопытство ученых. Но ведь провести эксперимент в космосе стоит очень дорого. Оправданы ли такие траты? Ответ однозначен — оправданы. Кос-

мос (и только космос!) предоставляет нам уникальные физические условия, недостижимые на Земле. В этих условиях открывается возможность производить новые, еще невиданные по своим свойствам материалы, либо такие, производство которых на Земле чрезвычайно сложно и дорого.

Конечно, речь идет не о тоннах и может быть даже не сотнях килограммов производимых материалов. По крайней мере в ближайшие десятилетия это вряд ли реально. Космическая техника еще не достигла такого уровня. Разговор может идти пока лишь об изготовлении уникальных образцов материалов, появление которых даст новый импульс развитию науки и техники, будет стимулировать технический прогресс. В этом случае будет оправдана высокая себестоимость такого материала.

Уже сейчас в условиях земной технологии некоторые «рекордные» образцы материалов, например, кристаллы полупроводников оцениваются по несколько миллионов долларов за килограмм. За такую цену вполне реально окупить затраты, связанные с запуском космического объекта, его эксплуатацией в космосе и возвращением готовой продукции на Землю. Следовательно, можно реализовать рентабельное космическое производство. Но, безусловно, решение этой задачи — дело будущего. Пока для этого не созрели условия. Во-первых, требуется более высокий уровень развития ракетно-космической техники. Необходимо создать специализированные длительно летающие космические платформы, относительно дешевые и энергетически хорошо оснащенные. На них будут работать небольшие автоматические технологические комплексы для

получения тех или иных материалов. Необходимо наладить регулярный грузопоток: туда — исходного сырья, обратно — готовой продукции. Во-вторых, необходимы знания, какие материалы целесообразно производить в космосе, по какой технологии? Для этого нужно выполнить предварительно обширный комплекс научно-исследовательских теоретических и экспериментальных работ.

## НАЧАЛО СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ОРБИТЕ

В 70-х годах такие работы были начаты в стране и за рубежом. В числе первых экспериментов были те, что выполнялись еще во время совместного космического полета «Союз» — «Аполлон» и продолжены на орбитальных станциях «Салют-4», «Салют-6» и «Салют-7». Эти эксперименты носили поисковый характер. Опробовались различные технологические процессы, эксперименты проводились с самыми различными материалами: сплавами металлов, композиционными материалами, полупроводниками, стеклами.

Но вот в апреле 1985 г. в Советском Союзе был запущен спутник «Космос-1645». После завершения 13-суточного полета спускаемый аппарат спутника доставил на Землю технологические установки и образцы материалов, полученные в космосе. Начиная с этого момента такие запуски стали ежегодными. С 1988 г. спутник получил название «Фотон». В апреле 1990 г. из космоса после 16-суточного полета вернулся очередной спутник «Фотон-6». На его борту, также как и на борту предыдущего «Фотона-5», в космос наряду с советской аппаратурой летала и аппаратура, созданная специали-

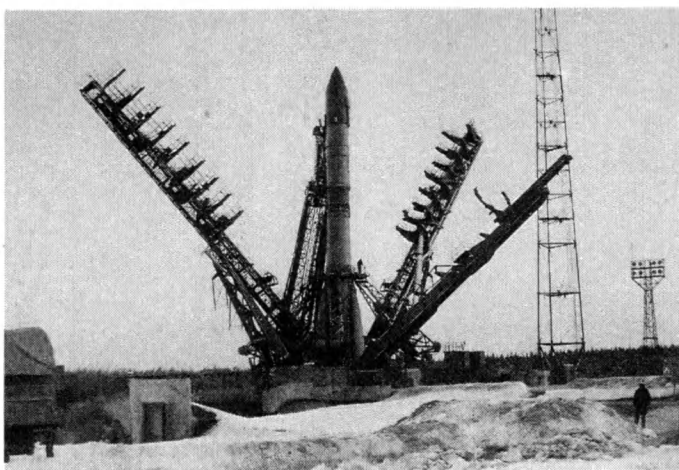


стами Франции. Расходы, и немалые, связанные с обеспечением запуска этой аппаратуры, оплачивались Французским национальным центром космических исследований (КНЕС).

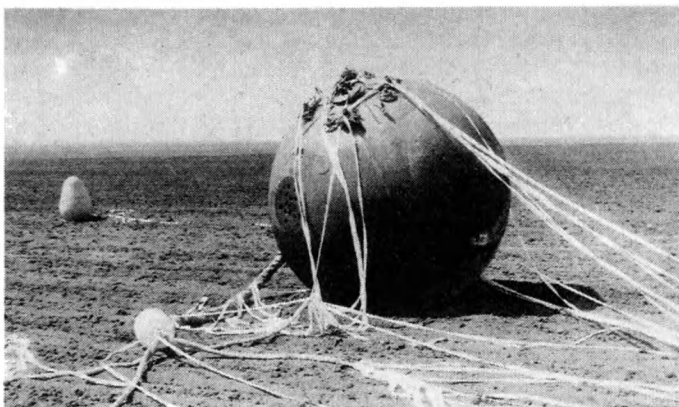
### ВАЖНЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Во-первых, выращивание высококачественных кристаллов полупроводников. Они требуются бурно развивающейся микроэлектронике, необходимы для создания уникальных лазеров, тепловизоров, чувствительных датчиков ядерных излучений и уникальных приборов для физических исследований. Как показали первые эксперименты, в невесомости полупроводниковые кристаллы выращиваются из расплава в более благоприятных условиях, чем на Земле. В расплаве отсутствует обязательная на Земле тепловая конвекция, из-за чего в растущем кристалле нет связанных с ней дефектов. Отсюда и иной характер взаимодействия растущего кристалла со стенкой тигля (осуществив свободный бестигельный рост кристалла).

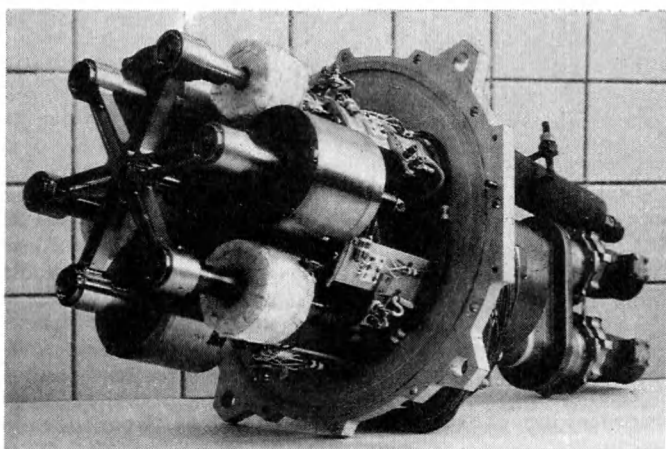
Во-вторых, в космосе перспективна варка стекол. Современные технические стекла представляют собой многокомпонентные смеси. Отдельные компоненты существенно отличаются по удельной плотности. На Земле в расплаве эти компоненты стремятся расслоиться: более плотные опускаются ко дну тигля, менее плотные поднимаются наверх, приходится постоянно перемешивать расплав. Когда же стекломасса застывает, перемешивание невозможно, и в стекле образуются локальные сгустки более плотных компонентов (свили). Такое стекло уже дефектно. В невесомости нет



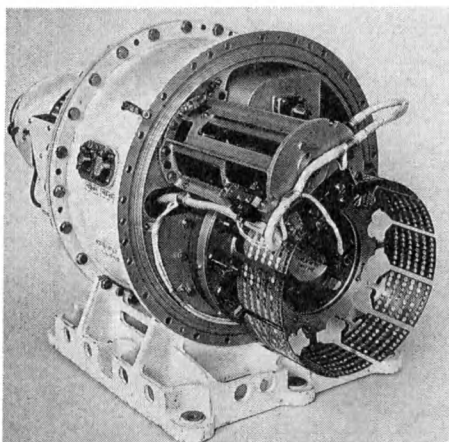
Ракета-носитель «Восток» со спутником «Фотон-6» на старте на космодроме Плесецк



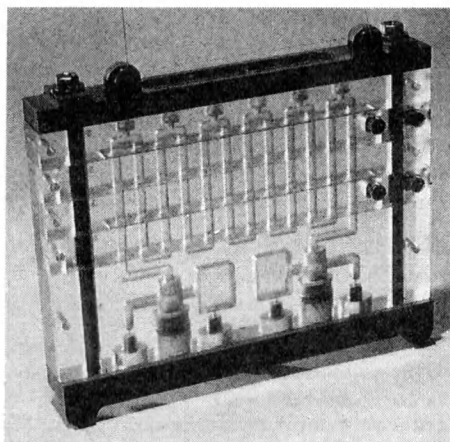
Спускаемый аппарат спутника «Фотон» после посадки



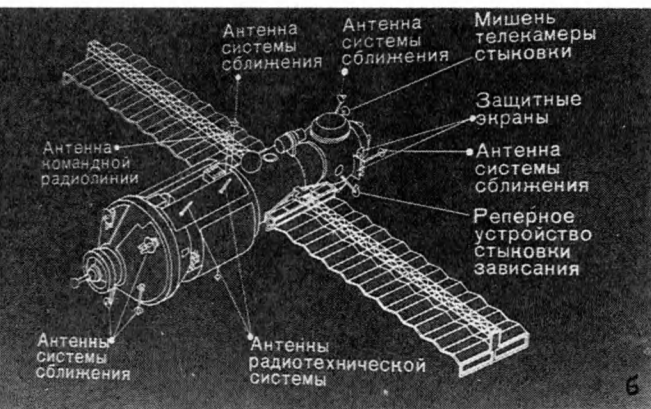
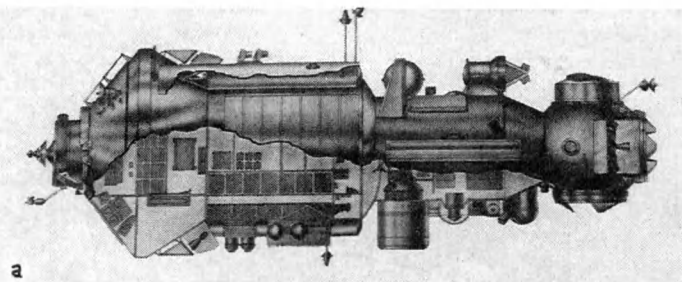
Установка «Зона-4»



Установка «Сплав-2»



Электрофоретическая колонка установки «Каштан»



Стыковочно - технологический модуль «Кристалл». а) Общий вид (длина 13,73 м, максимальный диаметр 4,35 м, масса 19,5 т, масса полезного груза 10,6 т); б) Раскрывающиеся элементы конструкции

расслоения компонентов расплава по удельной плотности.

В самостоятельное направление в последние годы

выделилась космическая биотехнология (Земля и Вселенная, 1989, № 4). Первоначально основные работы здесь были сосредоточены на получении особочистых биопрепаратов. Один из методов очистки биопрепаратов — электрофорез. Но пока на первый план вышла идея использовать космос для выращивания совершенных кристаллов белковых

веществ. Такие кристаллы остро необходимы для углубленного исследования белков методом рентгеноструктурного анализа. На Земле кристаллы белков растут некачественными. Только космос здесь может решить проблему. Первые эксперименты это подтвердили. Недаром по коммерческим контрактам зарубежными специалистами на советских космических станциях выращивались кристаллы белков. Для их роста требуется довольно продолжительное время (не менее двух недель), а за рубежом пока нет для этого подходящих космических объектов.

Развитие космической технологии потребовало создание специальной бортовой технологической аппаратуры. Это разнообразные электропечи, кристаллизаторы, установки для электрофореза. Во всех таких сложных технических устройствах, в которых реализуются, например, процессы плавки и кристаллизации полупроводниковых материалов, аппаратура должна быть максимально легкой, компактной, надежной, безопасной, малозатратной, прочной. Нередко требования противоречат друг

другу. Например, безопасность и высокая надежность требуют, как правило, увеличения массы, габаритов (за счет резервирования, увеличения запаса прочности и т. д.), а это, в свою очередь, приводит к увеличению энергопотребления.

## ЧТО УЖЕ СДЕЛАНО?

На борту всех уже запущенных спутников «Фотон» размещалась установка «Зона-1» (последующая ее модификация — «Зона-4») — электропечь для выращивания полупроводниковых кристаллов методом зонной плавки. В исходном образце материала диаметром 10—20 мм проплавляется узкая (около 20 мм) зона, которая при медленном перемешивании образца относительно нагревателя также постепенно перемещается от одного конца образца к другому. Происходит процесс очистки и роста кристалла. При этом в невосможности зона расплава может удерживаться силами поверхностного натяжения и не проливаться, даже если образец не касается стенок тигля. Преимущество такой бестигельной зонной плавки состоит в том, что растущий кристалл не загрязняется примесями из стенок тигля и растет свободно без механического воздействия со стороны тигля.

Напомню, что в земных условиях бестигельная зонная плавка ряда полупроводниковых материалов (например, германия) неосуществима. На установке впервые в космических условиях в автоматическом режиме были получены методом бестигельной зонной плавки монокристаллы германия (чистого и легированного) и антимонида галлия — типичные представители наиболее интересных классов полупроводников.

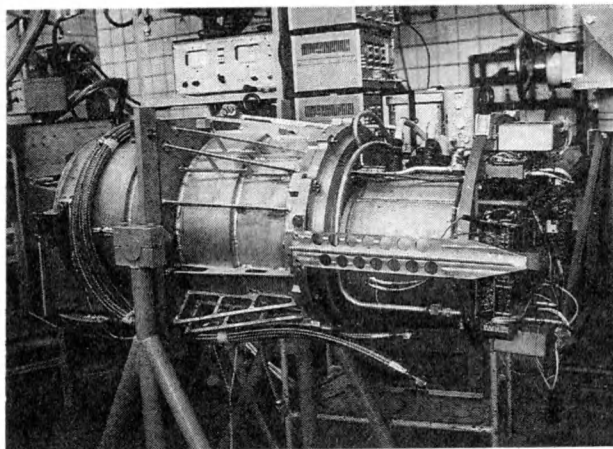
Установка «Сплав-2» также автоматическая электропечь,

созданная для спутника «Фотон», но реализующая методы кристаллизации из газовой фазы и объемного затвердевания. В «Сплаве-2» имеется магазин с двенадцатью металлическими капсулами, которые поочередно загружаются в печь. На конце каждой капсулы есть кодоноситель, содержащий зашифрованную программу эксперимента. Перед загрузкой в печь эта информация считается электронным устройством и передается в память управления. В установке «Сплав-2» проводились эксперименты с полупроводниками и стеклами. Особенно удачными были эксперименты по получению стекол с переменным показателем преломления.

Биотехнологические эксперименты на спутнике «Фотон» выполнялись в установке «Каштан», в которой производится разделение и очистка биологических веществ методами электрофореза в свободной среде жидкости, а также выращиваются кристаллы белков.

Основной узел установки — термостат, поддерживающий температуру  $+4^{\circ}\text{C}$  (наиболее благоприятную для биопрепаратов).

В зависимости от использования установки в термостате размещается электрофоретическая колонка, либо



Установка «Зона-3»

био кристаллизатор.

Качественные кристаллы белков необходимы современной биологии и медицине, но в земных условиях рост кристаллов из растворов белков в большинстве случаев крайне затруднен.

## МОДУЛЬ «КРИСТАЛЛ»

Особое место эксперименты в космической технологии занимают в программе работ экипажей советской долговременной орбитальной станции «Мир». Пристыкованный к станции 10 июня 1990 г. модуль «Кристалл» (Земля и Вселенная, 1990, № 4, с. 52.), оснащенный целым рядом бортовых технологических установок, стал настоящей производственной лабораторией в космосе для проведения разнообразных экспериментов и получения материалов методами космической технологии. Среди технологических установок модуля «Кристалл» — две печи «Зона-2» и «Зона-3» более совершенные установки по сравнению с аналогичными на спутниках «Фотон». Они открывают новые возможности для проведения систематических исследований и экспериментов в интересах народного хозяйства страны.

## Экологическая карта СССР

Б. И. КОЧУРОВ,  
кандидат географических наук  
Институт географии АН СССР

### УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ, НАПРЯЖЕННАЯ... КАТАСТРОФИЧЕСКАЯ

В последние годы в экологии возникло понятие «острота геоэкологической ситуации». Наши исследования показали, что степень этой остроты характеризуется глубиной изменения природных условий в том или ином регионе и вызванных ими последствий — изменений условий жизни и здоровья человека, природных ресурсов и ландшафтов. По степени остроты выделяются шесть геоэкологических ситуаций: катастрофическая, кризисная, критическая, напряженная, удовлетворительная, условно благоприятная.

**Катастрофическая ситуация** характеризуется глубокими и необратимыми изменениями природы, утратой природных ресурсов и резким ухудшением условий проживания населения, вызванными в основном многократным превышением антропогенных нагрузок на ландшафты региона. Признак катастрофической ситуации — осязаемое ухудшение здоровья людей в густонаселенных районах, утрата генофонда и уникальных природных объектов.

**Кризисная ситуация** приближается к катастрофической (если не принять срочных кардинальных мер, этот переход может произойти очень быстро!).

При критической ситуации



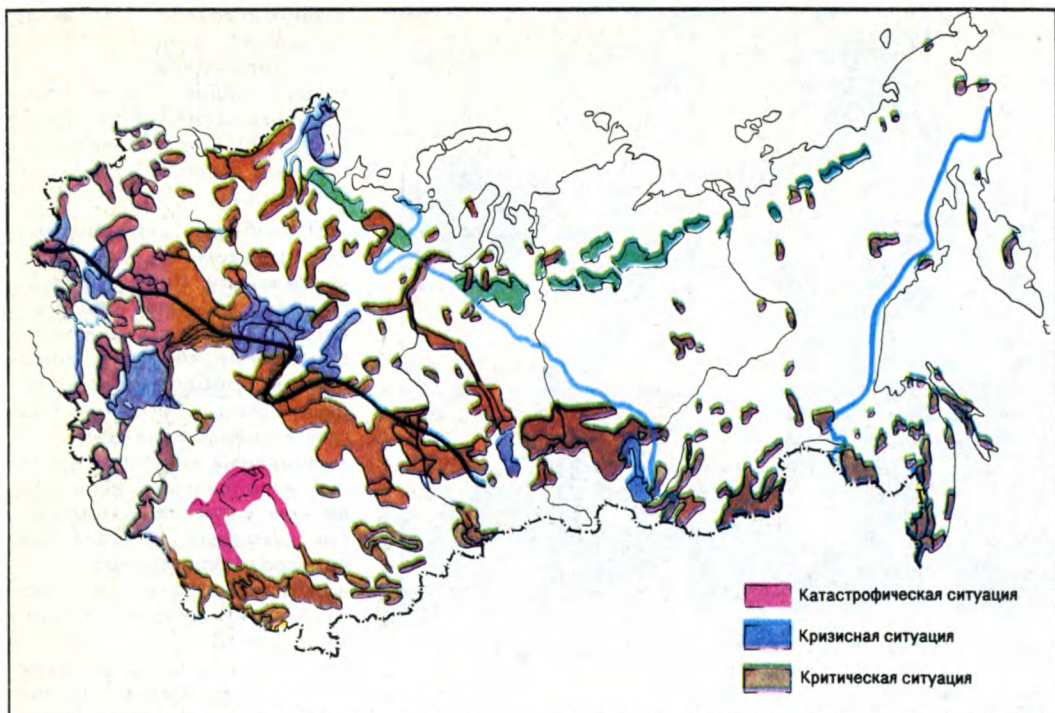
В лаборатории комплексных географических прогнозов Института географии АН СССР впервые в нашей стране создана карта наиболее острых экологических ситуаций — Экологическая карта СССР. Она дает целостную картину экологического состояния территории страны, на ней обозначены регионы, где сложился комплекс природоохранных проблем — идет загрязнение вод, деградация лесов, эрозия почв и другие негативные процессы. Автор статьи — руководитель группы ученых, работавших над созданием карты.

возникают значительные и слабокомпенсируемые изменения ландшафтов, быстро нарастает угроза истощения или полной утраты при-

родных ресурсов (в том числе генофонда), уникальных природных объектов, значительно ухудшаются условия проживания населения. Антропогенные нагрузки, как правило, превышают установленные нормативные величины и экологические требования. При уменьшении или прекращении антропогенных воздействий и проведении природоохранных мероприятий экологическую обстановку можно нормализовать, улучшить условия проживания населения, повысить качество отдельных природных ресурсов и частично восстановить ландшафты.

**Напряженная ситуация** отличается негативными изменениями в отдельных компонентах ландшафтов, что ведет к сравнительно небольшой перестройке их структуры, к нарушению отдельных природных ресурсов и в ряде случаев к ухудшению условий проживания населения. При соблюдении природоохранных мер напряженность экологической ситуации, как правило, спадает.

**Удовлетворительная экологическая ситуация** имеет место в том случае, если произошли незначительные изменения ландшафтов, влияющие на здоровье людей. Они исчезают в ходе процессов саморегуляции природного комплекса или проведения несложных природоохранных мер. Сюда же



следует отнести природо-хозяйственные системы, под-держиваемые в равновесии (культурные ландшафты).

Ландшафты, мало подвер-гающиеся антропогенным воздействиям или действию экстремальных природных процессов, относятся к **ус-ловно благоприятным** в эко-логическом отношении.

#### КАК СТРОИЛАСЬ КАРТА

Для составления обзорной карты острых экологических ситуаций в СССР (к ним относятся первые три вида) масштаба 1:8 000 000 была предварительно создана серия карт того же масштаба. Это и карта современного использования земель СССР, и изменения почвенного геохимического потенциа-ла ландшафтов СССР в результате антропогенного воздействия, и карта наруше-ния земель при геологиче-ской разведке и добыче полезных ископаемых, а так-же ряд тематических карт по отдельным регионам

Карта наиболее острых экологиче-ских ситуаций на территории СССР. Синяя линия — южная граница распространения много-летнемерзлых грунтов, чер-ная — северная граница распро-странения пыльных бурь. Зелe-ные пятна — защитная (охраняе-мая) полоса притундровых лесов

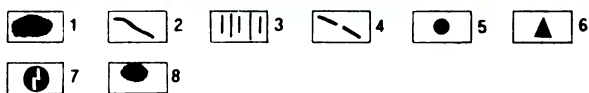
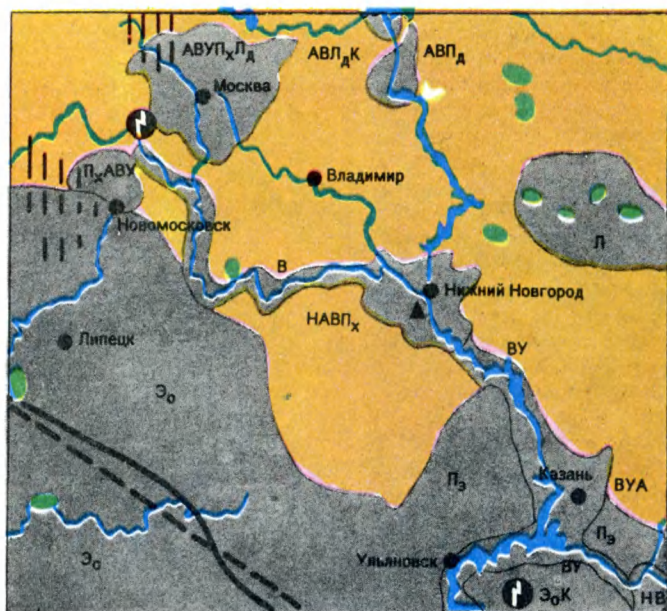
СССР. Кроме того, привле-кались различные картогра-фические, статистические и литературные материалы о природе, хозяйстве и насе-лении страны, использовалась также ландшафтная карта СССР (масштаб 1:4 000 000).

Однако на построенной экологической карте терри-тории нашей страны отсут-ствуют многие важные дан-ные об антропогенных на-грузках или негативных из-менениях ландшафтов. На-пример, Госкомгидромет и ряд других организаций от-казались дать нам информа-цию о радиоактивных захо-ронениях, загрязнении ряда водных бассейнов.

Для каждого регио-ча страны проводился сопряжен-ный анализ карт современ-ного использования земель, разведки и добычи полезных ископаемых, мелиорации почв и т. д., в совокуп-ности они отражают различ-ные виды и уровни антропо-генных нагрузок. При этом превышение антропогенных нагрузок над естественным потенциалом ландшафта от-мечалось по изменению свойств ландшафтов, условий проживания населения, истощению или потере при-родного ресурса, т. е. по возникновению природоох-ранной проблемы. Там, где геоэкологическая проблема достигает наибольшей остро-ты (превышены различные нормативные величины и экологические требования), были выделены ареалы острых экологических си-туаций.

#### ЧТО ПОКАЗЫВАЕТ КАРТА

На территории страны вы-деляется около 300 ареалов



Фрагмент Экологической карты СССР (М:1:8 000 000). Условные обозначения: 1 — ареалы наиболее острых экологических ситуаций, 2 — ареал наиболее сильного истощения вод суши, 3 — кислые атмосферные осадки, 4 — северная граница распространения пыльных бурь, 5 — города с наивысшим уровнем загрязнения атмосферы, 6 — крупные животноводческие комплексы, 7 — АЭС, 8 — заповедники и заказники. Буквами обозначены виды природоохранной проблемы (из легенды Экологической карты СССР). А — загрязнение атмосферы, В — истощение водных ресурсов и загрязнение вод, К — нарушение охранного режима заповедников, заказников, Л — обезлесивание, Л<sub>д</sub> — деградация леса, Н — нарушение и загрязнение земель при геологоразведке и разработке минерального сырья, П<sub>д</sub> — дефляция почв, П<sub>х</sub> — химическое загрязнение почв, П<sub>з</sub> — эрозия почв, У — потеря сельскохозяйственных и лесных земель, Э<sub>0</sub> — интенсивное оврагообразование

острой экологической ситуации, занимающих площадь 3,7 млн км<sup>2</sup>, или 16 % территории страны. С учетом деградированных оленьих и аридных пастбищ эта цифра возрастает до 20 %. Площадь отдельных ареалов изменяется от 0,6 до 420 тыс. км<sup>2</sup>. Больше всего ареалов отмечается на Дальнем Востоке (61), в Западной Сибири (33), Восточной Сибири (28) и на севере Европейской части СССР (22), что связано в первую очередь с развитием горнодобывающей промышленности и рубками леса. Самая значительная площадь, занятая ареалами с критическим экологическим состоянием, отмечается в Казахстане (637 тыс. км<sup>2</sup>), Средней Азии (400), Восточной Сибири (523) и на Урале (326). Наибольшую площадь от всей территории занимают ареалы в Молдове, Южном и Уральском

экономическом районах, Кузбассе, Среднем Поволжье; Калмыцкой АССР. Площадь ареалов с острой экологической ситуацией в СССР в 15—20 раз превосходит площадь особо охраняемых территорий.

По набору природоохранной проблем выделенные на карте ареалы подразделяются на наиболее сложные, сложные и простые. Ареалы с наиболее сложным комплексом проблем обусловлены главным образом загрязняющим влиянием промышленных центров, а также интенсивным использованием естественных ресурсов (горные разработки, сельскохозяйственное производство) и очень высокой плотностью населения. Среди них — Донбасс, Среднее Поволжье, Кузбасс, промышленная зона Урала (от Нижней Туры до Челябинска), Ферганская долина и т. д. К той же группе можно отнести ареалы крупнейших городских агломераций — Москву и Ленинград с их пригородными зонами. Сюда же включен ареал, охватывающий промышленную зону Кольского полуострова и Норильск. Здесь острая экологическая ситуация создается также за счет очень слабой устойчивости природных ландшафтов и малой степени самоочищения, рассеяния и т. д. Общее количество наиболее сложных ареалов составляет 45, их площадь достигает 676 тыс. км<sup>2</sup>, или 3 % всей территории страны.

**Сложные ареалы** с достаточно большим набором проблем (как правило, более трех), среди которых на первое место выходит истощение или утрата естественных ресурсов — земельных, водных, лесных, по своей остроте не отличаются от наиболее сложных ареалов и в отдельных случаях также характеризуются угрозой здоровью челове-

ка (например, Приаралье и Молдова). К этой же группе отнесены ареалы горных разработок, загрязнения вод, деградации лесов, а также ареалы, где наблюдается тенденция к развитию загрязнений (наличие индустриального центра с относительно высоким уровнем загрязнения). Общая площадь ареалов второй (переходной) группы составляет 646 тыс. км<sup>2</sup>, или 3 % территории страны.

**Простые ареалы** связаны с истощением и утратой определенных видов естественных ресурсов. Это территории с интенсивными лесоразработками, водные объекты, загрязненные и утратившие частично свое ресурсное значение (Онежское и Ладожское озера, сильно эродированные и подвергшиеся дефляции пахотные и пастбищные земли (центральные черноземные области и Северный Казахстан), деградированные пастбища Калмыцкой АССР. Острота ситуации определяется здесь значительной потерей биологической продуктивности и плодородия почв. К тем же ареалам отнесены территории, где имеет место угроза генофонду и потеря уникальных природных ландшафтов. Восстановить их трудно (например, Байкал).

Общая площадь простых ареалов достигает 2284 тыс. км<sup>2</sup>, или около 10 % всей территории страны. Среди них ареалы сильной эрозии почв составляют 373 тыс. км<sup>2</sup>, деградации и переруба лесов — 534 тыс. км<sup>2</sup>, интенсивной дефляции почв — 670 тыс. км<sup>2</sup>, нарушения земель горными разработками — 162 тыс. км<sup>2</sup>, истощения и загрязнения вод суши — 496 тыс. км<sup>2</sup>.

Экологическая карта СССР показывает, что 26 % населения страны, или 39 % городского населения проживает в условиях острой эко-

логической обстановки. Вместе с тем доля населения, постоянно проживающего в неблагоприятных экологических условиях, существенно различается по экономическим районам — от 7,7 до 56 %. Районы эти разделяются на две группы по экологической ситуации. В половине экономических районов страны в этих ареалах проживает от 40 до 50 % городского населения (каждый второй житель). Сюда входят районы старого освоения (Уральский, Южный, Донецко-Приднепровский, Поволжский, Центральный и др.) и нового (Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский). Во второй группе районов в условиях острой экологической ситуации проживает от 10 до 20 % городского населения (Северный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный районы, республики Прибалтики). Наибольшим числом городов, находящихся в ареалах с острой экологической обстановкой, отличаются Уральский (15), Среднеазиатский (12), Восточно-Сибирский (11).

Большинство ареалов с неблагоприятной экологической обстановкой приурочено к природным зонам. Так, наиболее крупные ареалы, связанные с перерубом леса, приурочены к районам наиболее ценных по качеству сосновых лесов таежной зоны с достаточно высокой продуктивностью (Карельский и Приангарский ареалы), а также к наиболее разнообразным и ценным по породному составу (дуб, кедр) лесам южных районов Дальнего Востока. Самый большой по площади ареал дефлируемых почв (Северо-Казахстанский) находится в полосе неустойчивого земледелия на границе сухостепной и полупустынной зон.

Распределение ареалов острых экологических ситуа-

ций по природным зонам подчиняется следующим закономерностям. Природоохранные проблемы в тундре и лесотундре в значительной мере связаны с перевыпасом оленьих пастбищ, горными разработками. Группа ареалов, имеющих хорошо выраженные тенденции расширения, складывается на севере Западной Сибири в районах разведки и добычи нефти и газа. Для него характерно прежде всего нефтяное загрязнение природной среды, особенно опасное из-за низких температур воды, воздуха и почвы и слабо протекающих процессов самоочищения. Из-за загрязнения ухудшаются условия воспроизводства рыбных ресурсов. Трубопроводы и другие коммуникации создают препятствия для миграции животных и резко снижают биологическую продуктивность оленьих пастбищ.

Основные причины возникающие природоохранные проблем в таежной зоне — рубки леса, намного превышающие расчетную лесосеку. В результате уменьшаются запасы биомассы, заболачиваются территории, загрязняются реки (север Европейской части СССР, Приангарье, Урал). Еще одна важная причина — добыча полезных ископаемых.

Для зоны широколиственных лесов характерны природоохранные проблемы, связанные с земледелием (эрозия почв), урбанизацией территории и рубками леса.

Лесостепные и степные ландшафты характеризуются интенсивной распаханностью (до 70—80 %) и потерей почвенного плодородия (снижение гумуса до 30—50 %) в результате смыва почв и образования оврагов. На нераспаханных участках, используемых, как правило, под пастбища, возникают природоохранные проблемы, связанные с пе-

ревыпасом скота (деградация и дигрессия пастбищ). Значительные площади плодородных земель отчуждаются для несельскохозяйственных нужд.

**В полупустынной и пустынной зонах** природоохранные проблемы возникают главным образом из-за орошения почв (засоление, истощение и загрязнение вод) и нерегулярного выпаса скота (деградация пастбищ), что ведет к дальнейшей эридизации (опустыниванию) (Земля и Вселенная, 1990, № 2, с. 33.— Ред.).

## **НУЖНА СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ПРИРОДЫ**

Подобный обзор Экологической карты СССР не может не вызывать беспокойство и тревогу. Научно-технический прогресс остановить невозможно, это объективный фактор. Но человек должен задуматься о более рациональном взаимоотношении с природой, иначе экологическая катастрофа неминуема. Вспомните Арал, где происходят такие необратимые негативные процессы, что в ближайшие десятилетия, а возможно, и столетия природа там едва ли способна восстановиться.

Человек, действительно, многое может сделать. Вот

некоторые примеры. На Таллинском целлюлозно-бумажном комбинате введена очистная станция, нейтрализующая агрессивные кислотные воды, выбрасываемые производством и раньше шедшие прямо в морской залив. Хороший эффект дала и безотвальная вспашка в некоторых районах Казахстана, Сибири и Украины. Почвы там частично восстановили свое плодородие, прекратились интенсивные процессы эрозии и загрязнения.

Необходимо в срочном порядке вводить систему контроля за состоянием природы и природных ресурсов. Экологическая карта передана в Верховный Совет, Совет Министров СССР, Государственную комиссию по чрезвычайным ситуациям, Госплан СССР и РСФСР, Госстрой СССР и РСФСР, Министерство обороны СССР. В прокуратуре СССР сформировано Управление, следящее за соблюдением природоохранного законодательства. Карта была также использована при проведении экологической экспертизы Концепции и основных направлений экономического и социального развития СССР на 13 пятилетку и на период до 2000 г. Анализ экологической карты составляет целый раздел Национального доклада о состоя-

нии природной среды в СССР, подготавливаемого ежегодно Госкомприродой СССР.

Неотложная задача на ближайшую перспективу — разработка и реализация общенациональных и региональных социально-экономических и экологических программ, ориентированных на выведение из катастрофического или близкого к нему состояния многих районов бедствия на территории нашей страны. Пора принять самые жесткие ограничения в развитии и размещении производства, чтобы постепенно достигнуть необходимого качества среды обитания. Речь идет об экологической сбалансированности народнохозяйственного развития республик, различных регионов страны, когда выход на нормативный уровень состояния среды возможен при максимальных затратах на экологические цели. В настоящее время необходима ускоренная социальная переориентация экономики, кардинальное изменение ее структуры, а также организация территории на основе ноосферного (разумного) принципа, предложенного еще академиком В. И. Вернадским. Уверен, что Экологическая карта СССР поможет выполнить эту задачу.

## **Информация**

### **Прикосновение Мидаса**

В апреле 1990 г. в Энскеде (Голландия) упал метеорит, пробивший крышу жилого дома и «приземлившийся» в спальне, где к счастью, в это время никого не было. Специальная комиссия, образованная из научных сотрудников Лейденской обсерватории и членов Голландского общества исследователей метеоров, с тех пор опросила 185 свидетелей этого редкого события, что позволило реконструировать траекторию небесного тела и другие его характеристики.

Установлено, что метеорит, со-

торому присвоено имя Гланербрюг (по названию пригорода Эншеде, где он упал), вошел в атмосферу Земли со скоростью 28 км/с, что согласно утверждению П. Еннинскенса из Лейденской обсерватории, довольно высокая величина даже по астрономическим меркам. Обычно метеориты, достигающие земной поверхности, имеют начальную скорость не более 22 км/с.

Метеорит состоял из каменных материалов и согласно расчетам, имел диаметр около 70 см и обладал первоначальной массой примерно 500 кг. Тот его осколок, что упал в спальню, по массе немного превышал 1 кг.

По описаниям свидетелей можно было восстановить орбиту Гланербрюга в космическом пространстве. Угол наклона плоскости орбиты метеорита к плоскости орбиты Земли составлял 40°. Это также встречается нечасто, из 3500 астероидов, известных науке, только у 25 наклонение превышает 30°.

Наиболее подходящим кандидатом в «прародители» необычного метеорита, является астероид Мидас. Это имя принадлежит легендарному царю Фригии, названному богами тем, что он превращал в золото все, до чего дотрагивался, потому Мидас умер голодной смертью...

New Scientist, 1990, 126, 1720





## К 30-летию полета Ю. А. Гагарина

### Почему Гагарин?

И. И. КАСЬЯН,

доктор медицинских наук  
Центр подготовки космонавтов

Юра — олицетворение вечной молодости русского народа, в нем счастливо сочетаются природное мужество, аналитический ум, исключительное трудолюбие.

С. П. Королев

24 октября 1959 г. по аллеям прекрасного старомосковского парка, радующего взор столетними дубами, стройными кленами и белоствольными березами, легкой уверенной походкой, чуть пружиня шаг, шел невысокий русоволосый лейтенант в летной форме — Юрий Алексеевич Гагарин. Во внешности его, право же, не было ничего примечательного, однако он радовал взгляд ладной выправкой и тем откровенным удовольствием, с которым шагал по осенней шумливой листве. Даже не очень наблюдательный встречный мог отметить обаятельную, сердечную улыбку, обладающую каким-то особым свойством.

В те дни из разных войсковых частей со всех концов Советского Союза прибывали в Центральный научно-исследовательский авиационный госпиталь летчики, прошедшие предварительный отбор. Вряд ли мог предположить кто-нибудь из них, что их будущая слава вскоре затмит былых кумиров...

В 1959 г. в научном институте авиационной меди-

**Двадцать два тренировочных и экспериментальных полета, выполненных вместе с Юрием Алексеевичем Гагариным для изучения проблем невесомости, сделали мою жизнь наполненной и яркой. Не раз в кругу друзей и коллег мне приходилось рассказывать о Гагарине, отвечать на два вопроса: каким он был в жизни и почему именно Гагарин стал первым в мире космонавтом! Пытаясь ответить на эти непростые вопросы, я стремился показать строгую закономерность выбора первого космонавта.**

цины был создан отдел по отбору и подготовке космонавтов. Возглавил его прекрасный авиационный врач и отличный спортсмен — Н. Н. Гуровский. Пройдет время, и Юрий Гагарин будет вспоминать о тех, кому суждено было войти в отряд космонавтов:

«Славные подобрались у нас ребята... Есть одно, что

роднит всех — это стремление стать настоящим летчиком, космонавтом. Космос зовет всех! И будет звать. Как вечный зов».

Именно этот «вечный зов» заставил их тогда оставить родные части, привычный круг друзей и командиров, хорошую реальную перспективу и начать с нуля незнакомое, немислимо трудное дело. Значение его будет оценено спустя немалое время, а пока...

Сестра-хозяйка Лиза Чибисова отвела Гагарина в палату «лордов», где его обступили «старожилы» — Титов, Попович, Николаев, Беляев и началась «разведка боем». С пристрастием «допросили» нового товарища, где служил, сколько налетал, есть ли семья. Удивительное обаяние Юрия и та просто непостижимая легкость, с которой умел он завоевывать сердца, и на этот раз сделали свое дело: сразу и безоговорочно был он признан у «лордов» своим.

Космонавтов отбирала медицинская комиссия из самых авторитетных специалистов, в распоряжении ко-



Ю. А. Гагарин и его дублер Г. С. Титов в автобусе по дороге на стартовую площадку. На заднем плане — члены первого отряда космонавтов: А. Г. Николаев, Г. Г. Нелюбов и сотрудники Центра подготовки космонавтов. Байконур, 12 апреля 1961 г. (кадр из кинофильма)

торых были самые современные клинические, физиологические, электрофизиологические и биохимические аппараты и методы. Это было невероятно сложное дело для врачей и пациентов, первый шаг к полету, помогающий выявить физиологические возможности и резервы организма, а также психофизиологические особенности человека.

У Гагарина оказались хорошие глаза, сердце и легкие. Начальник хирургического кабинета Н. С. Ивлев тщательно исследовал рентгеновские снимки позвоночника. Вскоре состоялась первая встреча с главным хирургом Советской Армии А. А. Вишневым, который разрешил Юрию Алексеевичу приступить к специальным тренировкам.

Молодцом показал себя Гагарин и во время вестибулярных проб на вращающемся кресле и специальных качелях у опытного авиационного врача И. И. Брянова.

Возможности организма Юрия были удивительными. На всех нагрузочных (функциональных) пробах у него были высокие результаты, свидетельствующие о пластичности приспособительных механизмов к самым разнообразным воздействиям (вибрация, перегрузки, гипоксия).

Важный этап подготовки — клиничко-психологическое обследование. Его предстояло пройти кандидатам в научно-исследовательском авиационном госпитале под руководством признанных опытных психологов Ф. Д. Горбова и К. К. Иосифлиани. На первой встрече с психологами Гагарин был собран и строг, внимателен и сосредоточен. Он уже знал, что предстоит работать с таблицами, аппаратурой, психологическими тестами, ответить на множество вопросов, подвергнуть проверке память, сообразительность, быстроту интеллектуальной и эмоциональной реакций, находчивость,

предприимчивость. Гагарин действовал и отвечал на вопросы точно и безупречно. Внешние помехи не влияли на качество его ответов. Проявилось особое умение Гагарина оценивать имеющееся в его распоряжении время и планировать свои действия, способность без лишних колебаний принимать решения при недостатке информации и времени. Было установлено, что в стрессовых ситуациях и необычных условиях он хладнокровен, находчив, быстро оценивает обстановку, умело реагирует на внезапные изменения условий эксперимента.

Гагарину предстояло пройти еще сложнейшую антигравитационную пробу. Его снова плотно пристегнули к столу ремнями. В течение 10 мин он спокойно пребывал в горизонтальном положении. Лаборантка записывала физиологические показатели. Затем стол вместе с Гагариным перевернули в вертикальное положение и 20 мин регистрировали электрокардиограмму, давление, биотоки мозга. Следующее положение — вниз головой (наклон 60°). Обследование следовало за обследованием. Искали не только скрытую патологию или пониженную устойчивость организма к условиям космического полета, но и выясняли, так сказать, совместимость земного человека с космосом. Испытывали Гагарина на вибростенде, поднимали в барокамере, вращали на центрифуге, проверяли память и способность сосредоточиться. На любом этапе испытаний любой летчик имел право отказаться от дальнейших исследований и покинуть госпиталь (случаи такие были). Но Гагарин не собирался отступать.

Юрия отличала удивительная наблюдательность и прекрасная память. Всех сотрудников он знал по имени



и отчеству, он был замечательным психологом. Умел всем помочь и поддержать каждого.

Пришло время, когда Гагарину и Быковскому предстояло пройти испытания в барокамере. Накануне испытания Юрий Алексеевич гулял по влажным темным аллеям. Любовался осенним, пряно пахнущим ковром бордово-красных листьев. Хотелось отрешиться, «откреститься» от предстоящего завтра... Наутро после зарядки и измерения артериального давления Гагарин и Быковский предстали перед начальником баролаборатории Г. П. Михайловским.

В этот день в барокамере оба летчика обследовались на переносимость гипоксии. На «высоте» 5 тыс. м, дыша атмосферным воздухом, они должны были просидеть 30 мин. Скорость подъема и спуска составляли около 15 м/с. Испытание закончено. Заключение врачей: «Переносимость гипоксии хорошая».

Следующий этап — пребывание на «высоте» 6 тыс.

Ю. А. Гагарин и А. А. Леонов при подготовке к парашютным прыжкам

м, затем на «высоте» 14 тыс. м, но уже с кислородом в течение 20 мин со скоростью подъема и спуска 20—45 м/с. Всякий раз в истории болезни Гагарина появлялась оптимистическая запись: «Годен».

Испытания шли по плану. Началась подготовка к обследованиям на центрифуге.

И вот уже встречает их лаборатория ускорений — небольшое одноэтажное деревянное здание, размещенное в парке. В центре круглого зала, площадью около 70 м<sup>2</sup>, находилась центрифуга. У нее два плеча радиусом 3,6 м. Рядом пульт управления, сложная медицинская аппаратура, стол врача. Гагарин внимательно рассматривает коварный аппарат, садится в кресло. Ему хорошо известно, что именно центрифуга разбила мечты многих его коллег. Рано утром он уже четко

рапортовал врачу А. Р. Котовской и П. М. Суворову: «Лейтенант Гагарин к испытанию готов!» Суворов просит еще раз внимательно изучить инструкцию. Лаборантка Валя Денисова прикрепила электроды для регистрации электрокардиограммы, датчики для определения артериального давления и регистрации гемодинамических показателей. Гагарина взвешивают, чтобы соответственно его весу (68 кг) установить на противоположном конце центрифуги баланс (мешки с песком). Юрий уже в кресле, зафиксирован, готов к вращению, тренируется на быстроту гашения световых сигналов. Для этого Суворов зажигает зеленые лампочки на табло, расположенном перед глазами испытуемого, а Гагарин, нажимая на кнопку тангетки, гасит их. И обнаруживает отличную реакцию. Потом проверяют зрение: все в порядке. Первый этап испытания — воздействие перегрузок в направлении от головы к тазу в три, пять, семь еди-



М. В. Келдыш, Н. П. Каманин, Ю. А. Гагарин и стартовая команда перед запуском космического корабля «Восток»

ниц (в течение 30 с каждая) — Гагарин выдержал успешно. А впереди еще более сложное испытание.

В последней серии обследований на центрифуге создавались поперечные перегрузки в направлении грудной клетки при угле наклона спинки от вертикали в 65°. Вращение центрифуги проводилось по следующей схеме: семь единиц в течение трех минут, девять и десять единиц — две минуты. Ежедневно проводилось только одно вращение.

В медицинском протоколе записано: «Поперечно-направленные перегрузки в семь, девять и десять единиц Ю. Гагарин перенес хорошо. Допущен к специальным тренировкам».

По решению главной комиссии, отбравшей кандидатов в космонавты, из 250 летчиков годными были признаны только 20. Среди них — Гагарин, Титов, Николаев, Попович, Леонов, Быковский...

В марте 1960 г. отряд будущих космонавтов разместили в здании метеослужбы Центрального аэродрома им. Фрунзе, напротив

метро Динамо. Руководителем и наставником первого отряда космонавтов был назначен известный летчик Герой Советского Союза, генерал-лейтенант авиации Н. П. Каманин, первым начальником Центра подготовки космонавтов — опытный авиационный врач Е. А. Карпов.

С 15 марта у первого отряда космонавтов начались плановые занятия, тренировки. Поначалу учебные кабинеты, тренировочные стенды и спортивные площадки размещались между станциями метро «Аэропорт» и «Динамо», а затем переехали в Подмосквье, в Звездный городок, имя которому дал Юрий Гагарин.

По основам ракетной техники, конструкции космического корабля и его систем, занятия вели К. П. Феокистов, М. К. Тихонравов и В. И. Севастьянов. Занятия по космической медицине проводил один из ее основоположников — В. И. Яздовский. Как и другим космонавтам, мне не раз доводилось слушать его выступления — доходчивые, интересные, живые. Яздовского очень ценил Королев за высокий профессионализм, ответственность и память. Несомненные организаторские способности и природный ум позволили В. И. Яздовскому создать

крепкий коллектив ученых, на протяжении многих лет осуществлявших медицинское обеспечение космических полетов. Очень доходчивые, интересные и увлекательные лекции читал О. Г. Газенко, ныне академик, советник Института медико-биологических проблем МЗ СССР.

Читались лекции и по космической связи. Было уже известно, что во время первого космического полета станет действовать система «Заря», а позывным первого космонавта будет «Кедр». Главным пунктом космической связи находился в Москве, радиопереговоры должны проходить по двум системам — на ультракоротких волнах и коротких волнах.

Большое внимание подготовке космонавтов уделял Сергей Павлович Королев. С каждым из космонавтов С. П. Королев встречался и беседовал, изучал, присматривался, выявлял психофизиологические особенности.

Будни отряда космонавтов были загружены до предела. Каждая свободная от занятий минута отдавалась спорту: волейбол, баскетбол, признанным лидером в котором, несмотря на небольшой рост, был Гагарин, игра с мячом, прыжки в воду с трамплина и вышки, упражнения на батуте, лопинге, качелях, рейнском колесе.

Наряду с занятиями легкой атлетикой и спортивными играми, применялась и комплексная методика: совершенствовалась координация движений, умение владеть телом в пространстве, тренировался вестибулярный аппарат. Заметно повышались выносливость и силовые качества Гагарина. Нарастала общая физическая подготовленность организма, а значит улучшалась и реакция сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки. Например, жизнен-

ная емкость легких возросла в среднем на 250—350 см<sup>3</sup>. Улучшилась координация движений, укрепились мышцы. Все это имело огромное значение для подготовки к прыжкам с парашютом.

В мае 1960 г. серебристый «ИЛ-12» с летчиками на борту (их было восемь) взял курс на Саратов. Здесь на аэродроме неподалеку от города Энгельса предстояло новое испытание — парашютные прыжки.

Несколько ошарашенный появлением высоких гостей дежурный по аэродрому смотрел во все глаза на будущих космонавтов. Ладные, подтянутые, веселые — все, как на подбор. В гостинице (длинном бараке) устроились по трое (Гагарин, Титов, Николаев — вместе).

Заслуженный мастер спорта, рекордсмен мира по затяжным прыжкам Н. К. Никитин считал, что в его деле теория не менее важна, чем практика. Уже на следующее утро он начал знакомить группу с конструкцией и историей парашюта. Был строг, придирчив, хотя и знал, что имеет дело почти со специалистами, ведь летчики истребительной авиации не раз прыгали с парашютом в своих войсковых частях. Никитин учил будущих космонавтов различным способам отделения от парашюта, определению расстояния до земли, приземлению в воду, прыжкам в обычной одежде и в скафандре, управлению телом в период свободного падения до раскрытия парашюта. Своих питомцев он хотел сделать мастерами высшего класса, учил их сложным прыжкам, умению выходить из штопорного положения.

Первый прыжок Гагарина прошел на редкость удачно. Казалось, все благоприятствовало ему. Погода летная, состояние отличное. Конеч-

но, сказались хладнокровие и собранность Юрия, его стабильная уверенность в успехе любого дела. Вот и на этот раз: правильно отделился от самолета и спокойно приземлился. Но инструктор все-таки отметил узкую постановку ног и малый прогиб туловища. На протяжении всего цикла тренировок Гагарин проявил редкостное самообладание и уверенность. Перед одним из прыжков с высоты 4 тыс. м с задержкой раскрытия парашюта до 50 с пульс у него был 80 ударов в минуту! Быстро выработались у него навыки свободного управления телом в пространстве при затяжных прыжках. А всего на своем счету Юрий Алексеевич имел уже 43 прыжка.

Вперёди новые испытания. На этот раз в камере тишины. Ответственными врачами за проведение обследований в сурдокамере, необходимыми для определения нервно-психической устойчивости человека к условиям космического полета, были врачи психологи Ф. Д. Горбов, Г. В. Изосимов, И. А. Колосов и ведущий инженер М. И. Клевцов.

26 июля 1960 г. подтянутый и стройный Гагарин прибыл в помещение сурдокамеры. Она находилась в Петровско-Разумовском парке, вблизи стадиона «Динамо». Ни свет, ни шум, ни шаги не проникают в камеру безмолвия. В полной изоляции от внешнего мира находится будущий космонавт. Десять суток предстоит ему пробыть одному. Работать, выполнять специальные задания, оставаться собранным и внимательным, полагаясь только на себя.

Он взял инструменты, чтобы мастерить. Прошел последние приготовления. Лаборантка укрепила датчики и электроды для регистрации частоты дыхания, биотоков мозга и электрокар-

диограммы. Тяжелая плотная дверь закрылась за ним, отделив от привычного дорожного мира. На каждый день было составлено расписание. С утра физзарядка, велоэргометр, ходьба и бег на месте, проведение анализов, а также наблюдения и отчеты о температуре, давлении в сурдокамере, ведение рабочего дневника и многое другое. Дежурные на связь не выходили, хотя и смеялись над шутками неистощимого на выдумки обследуемого. Чтобы не скучать, Гагарин загрузил себя дополнительной работой с астронавигационными приборами.

Меню Гагарина состояло из содержимого туб с супами, копченой колбасы, плавленого сыра, хлеба.

С каждым днем увеличивалось количество записей в журнале дежурных врачей — хронометрировалась вся деятельность и самочувствие космонавта в течение суток. В первых числах августа зашел я в помещение, где сидел Ф. Д. Горбов, ведущий наблюдения за находящимся в сурдокамере Гагариным. «Ну, как там обследуемый одиночеством?» — поинтересовался я. «Он-то, пожалуй, лучше всех», — улыбнулся Горбов.

Подойдя к сурдокамере, я заглянул в иллюминатор. Юрий с подтянутыми ногами и склоненной на грудь головой дремал в кресле. У него было лицо спокойного и счастливого человека. Эта его способность к естественному быстрому переключению от активной работы к полному расслаблению всегда поражала врачей. В вынужденном одиночестве он читал Пушкина, Маяковского, пользовался библиотекой, подаренной будущим космонавтам издательством «Молодая гвардия». Увлеченно мастерил, напевая свою любимую «Я люблю тебя, жизнь».



Академик В. В. Парин и Ю. А. Гагарин во время одной из телевизионных передач

Кончились десятые сутки. В помещении, где находилась сурдокамера, собрались медики В. И. Яздовский, О. Г. Газенко, Н. Н. Гуровский, кинооператоры, журналисты. Открылась массивная дверь, и появился Гагарин... такой же, как всегда, здоровый, веселый, но только страшно соскучившийся по людям и живой человеческой речи. Обследование подтвердило: реакция на изоляцию была адекватной, отмечалась быстрая ориентация в окружающем пространстве, умение владеть собой, эмоциональная устойчивость, чувство юмора, доброжелательное отношение к людям.

Предстояли испытания в невесомости. В мае 1960 г. начались ознакомительно-тренировочные полеты на самолете УТИ-МИГ-15 (воспроизводилась кратковременная невесомость). Возглавил эти исследования видный космический врач Е. М. Юганов, я ему помогал. Космонавтам нужно было выполнить три полета по параболическим траекториям. В первом полете они

знакомились с состоянием невесомости, отрабатывали ведение радиопереговоров. Во втором — изучалась координация движений, острота зрения, возможность приема пищи. В третьем — регистрировались физиологические параметры.

Результаты каждого полета тщательно анализировали медики. Для изучения заданных усилий в условиях невесомости использовался специальный дозиметр.евой рукой Гагарин держал его на уровне глаз, а большим пальцем правой руки нажимал на рычаг, создавая мышечное усилие в 750 г. Результаты фиксировала специальная кинокамера. Проводились и пробы письма. Гагарин писал имя, фамилию, дату полета, показывающие, что кратковременное пребывание в состоянии невесомости не влияет на почерк космонавта, закрепленного в кресле. За три параболических полета Гагарин получил оценку «отлично».

Результаты полетов убеждали в том, что невесомость отнюдь не является препятствием для полета человека в космос. Начиналось обживание корабля «Восток». Космонавты досконально изучали корабль, овладевали его сложными си-

стемами. Часть их предложений оперативно реализовывали инженеры и конструкторы. Гагарин первым испытывал новые скафандры в тренажере космического корабля. Ему первому пришлось сдавать экзамен Государственной комиссии по космической технике. И снова оценка «отлично».

Надо сказать, что они с Титовым вообще были самыми успевающими. Оба сдавали еще и дополнительный экзамен академиком С. П. Королеву и В. П. Глушко, крайне пристрастным и строгим. И получили «пятерки». Напомню, что у Гагарина было уже три диплома с отличием: ремесленного училища (г. Люберцы Московской области), Саратовского индустриального техникума и Чкаловского военно-авиационного училища.

Исключительная одаренность и прекрасная память помогли Гагарину стать лучшим из лучших, хотя все шесть космонавтов были одинаково подготовлены, каждый мог выполнить задание Родины. Но большинство ученых и методистов — Н. П. Каманин, С. П. Королев, да и сами космонавты пришли к мнению, что Гагарин лучше других подходит для первого полета. Главный конструктор перед окончательным решением четко сформулировал те качества, которыми должен обладать первый космонавт: патриотизм, отвага, скромность, трезвость мгновенного расчета, железная воля, знания, любовь к людям.

10 апреля 1961 г. Государственная комиссия решила, что первым полетит в космос Юрий Гагарин. Дублером его был назначен Герман Титов. В ответ Гагарин просто ответил: «Задание будет выполнено».

Вечером 11 апреля врачи А. Р. Котовская и И. Т. Акулиничев укрепили

на теле космонавта датчики для записи всех физиологических функций организма перед полетом. В 21 ч 50 мин, проведя медицинский осмотр, врач Е. А. Карпов записал: «Артериальное давление космонавта 115 на 75. Пульс 64 удара в минуту, температура — 36,7°».

Двенадцатого апреля 1961 г. мир еще не знал, что готовится сенсационное событие века. Старшие лейтенанты Гагарин и Титов встали в 5.30 утра, сделали зарядку, умылись, позавтракали. Медики провели предполетный осмотр, помогли космонавтам надеть скафандры. На специальном автобусе Гагарина и Титова доставили к стартовой площадке Байконура.

Перед тем как подняться на лифте в кабину корабля, Гагарин улыбнулся: «Ну, братцы, один за всех и все за одного!» А потом уже были сказаны слова, которые знает сейчас наизусть каждый космонавт: «Что можно сказать в эти минуты перед стартом? Вся моя жизнь кажется сейчас одним прекрасным мгновением. Все, что прожито прежде, было сделано ради этой минуты. Я знаю, что соберу всю свою волю для наилучшего выполнения задания, понимая ответственность задачи. Я сделаю все, что в моих силах... Я говорю вам, дорогие друзья, — До свидания! — как всегда говорят друг другу люди, отправляясь в далекий путь. Как бы мне хотелось вас обнять всех, знакомых и незнакомых, далеких и близких».

В 8 ч 55 мин медики еще раз провели запись физиологических показателей. Гагарин повторно доложил, что к старту готов. В 9 ч 07 мин «Восток» вышел на легендарную гагаринскую орбиту.

Уже первые десять минут полета специалисты смогли в полной мере оценить значение систематических, на-

сыщенных тренировок. У Гагарина не было ни резких затруднений дыхания, ни зрительных расстройств, ни болевых ощущений. Максимальная частота пульса в первые мгновения после старта достигала 152 удара, а частота дыхания — 23 цикла в минуту. Показатели эти в условиях невесомости стали снижаться и к концу полета достигли предстартовых величин. Оперативный врачебный контроль позволял вести непрерывное наблюдение за состоянием здоровья космонавта с помощью телеметрии, радио и телевидения. «Восток» был снабжен медицинской аппаратурой и датчиками, контролировавшими все физиологические изменения. Наземные радио и телеметрические станции записывали осциллограммы на фотоленте, регистрировалась электрокардиограмма и пневмограмма. Передатчик «Сигнал» непрерывно передавал частоту пульса, регистрировавшуюся на магнитной ленте. На Земле врачи анализировали эти записи, следили за малейшими изменениями в состоянии

космонавта. С каждого наземного пункта сообщали медики свои выводы в Центр управления полетом.

В 9 ч 21 мин наступило состояние невесомости. Во время перехода от перегрузок к невесомости у Гагарина наблюдались кратковременные пространственные иллюзии, которые вскоре прошли. Юрий почувствовал удивительную легкость. Он доложил оператору «Зари», что невесомость переносит нормально.

Полет Гагарина доказал, что человек способен переносить в космосе перегрузки, вибрацию, состояние невесомости, может работать, пить, принимать пищу, может думать и писать. Почерк у Юрия Алексеевича был разборчив, все необходимые задания и операции выполнялись четко, без сбоев. Работоспособность оставалась на высоком уровне. Все действия, требующие тонкой координации движений (работа с аппаратурой, ручное управление кораблем) выполнялись легко и свободно.

Особенно порадовало медиков то, что Гагарин сов-



С. П. Королев и Ю. А. Гагарин



Юрий Алексеевич Гагарин — заместитель начальника Центра подготовки космонавтов — в своем рабочем кабинете

сем не утратил свой отличный аппетит. В назначенное время он достал из контейнера питание — щавелевое пюре с мясом, мясной паштет и шоколадный соус. После обеда с помощью мундштука попил консервированной воды.

В 9 ч 48 мин Гагарин передал: «Самочувствие хорошее, настроение бодрое».

В эти минуты мир уже слышал голос Юрия Левитана: «12 апреля 1961 г. в Советском Союзе выведен на орбиту вокруг Земли первый в мире космиче-

ский корабль-спутник «Восток» с человеком на борту».

В 10 ч 45 мин Юрий Гагарин приземлился в районе деревни Смеловки Саратовской области. По любопытному стечению обстоятельств именно там, где впервые в жизни поднялся в небо на самолете. Его встретила жена лесника Анна Акимовна Тарханова с внучкой Ритой и колхозник И. Руденко. Он шагнул к ним навстречу: «Здравствуйте, я — летчик-космонавт Юрий Гагарин». И улыбнулся так, как умел улыбаться только он один...

Трудно подсчитать, сколько раз до и после космического полета встречались мы с Юрием Алексеевичем. Виделись на конференциях, в учебных классах, в летной

столовой. Особенно часто встречались мы во время тренировок на самолете ТУ-104 А. Каждая из этих встреч была интересна и памятна по-своему. Но тот день — 12 апреля — не забываем. Позднее сам Гагарин скажет: «Полет космического корабля «Восток», многим казавшийся чудом века, был на самом деле реальной действительностью, за которой скрывается поистине титанический труд конструкторов, инженеров, техников, рабочих. Труд всего советского народа. Космическая ракета — символ нашего века. И как в едином крепчайшем сплаве сливаются в ней и строгая наука, и могучая техника, и высокая культура советского народа».

Бесконечная скромность космонавта не позволила ему добавить к этому «перечню» талант, волю и упорство первого посланца Земли в космос, ведь огромное мужество потребовалось Гагарину, чтобы преодолеть тяжесть перегрузок. Не только космических, прижимавших во время полета к креслу, мешавших дышать, поворачивать голову, двигать руками и ногами, но и психологических. Ведь ответственность перед всем советским народом, а следовательно, и эмоциональное напряжение были просто гигантскими!



## К 30-летию полета Ю. А. Гагарина

### Первые мировые рекорды в космосе

Возвращаясь к началу космической эры, я вспоминаю, спустя тридцать лет, первую встречу с Юрием Гагариным. Произошло это в феврале 1961 г. Меня вызвал генерал Н. П. Каманин. У него в кабинете сидели молодые офицеры: лейтенанты и старшие лейтенанты, а я тогда был уже подполковник. Каманин представил меня и говорит: «Вот спортивный комиссар, он будет регистрировать полетные рекорды, а это — будущие космонавты». Среди шести летчиков был Ю. Гагарин.

Официальное решение регистрировать космические рекорды было принято на 53-й Генеральной конференции Международной комиссии ФАИ (Международная авиационная федерация) в октябре 1960 г. Тогда в Барселоне собрались представители 22 стран, в том числе СССР и США, были разработаны и утверждены необходимые нормативные документы. В частности, для регистрации и мирового признания требовалось представлять в русском и английском вариантах на утверждение ФАИ «Дело о рекордном полете». Оформлением таких дел и утверждением их в Париже, где находится штаб-квартира ФАИ, я и занимался долгие годы.

В начале марта 1961 г. меня представили Главному конструктору С. П. Королеву, и я рассказал ему о регистрации космических рекордов. Эта идея понравилась Сергею Павловичу: «Это хоро-

шо! Это отлично,— все выйдет и за рубеж!» Он сам был и планерист, и летчик, поэтому долго не пришлось объяснять ему специфику оформления всех бумаг.

Приближалось историческое событие. За три-четыре дня я прибыл в г. Куйбышев, где размещался штаб Приволжского военного округа. Затем перелетели в Саратов, там находилась оперативная группа поиска и спасения, рано утром 12 апреля уже были на аэродроме г. Энгельса. Там познакомились с врачом Виталием Георгиевичем Волóвичем, кинооператором М. М. Рафиковым и специалистом по средствам спасения и жизнеобеспечения А. М. Бахрамовым. Все было готово к встрече. В ожидании находилось несколько групп поиска в вертолетах.

За день до старта в месте приземления выпал снег, но к полудню растаял. Погода была неустойчивая, это нас, конечно, сильно волновало. Но 12 апреля с самого утра по-весеннему засияло солнце. Кажется, сама природа радостно готовилась к знаменательному событию.

...По радио мы слышали, как Гагарин сказал: «Поехали!». Было 9 ч 07 мин. На старте Юрия Алексеевича провожал спортивный комиссар полковник В. А. Плаксин, мне поручили этап приземления...

В 9 ч 51 мин на корабле «Восток» включилась автоматическая система ориентации объекта. Затем в 10 ч

15 мин на борт поступила команда о подготовке к спуску. Через 10 мин автоматически сработала тормозная двигательная установка. Корабль «Восток» уменьшил скорость полета, начал понемногу тормозить в атмосфере и сходить с орбиты. После отделения приборного отсека спускаемый аппарат, где на протяжении всего полета находился космонавт, вошел в плотные слои атмосферы. Пропала невесомость, из-за резкого торможения на космонавта навалилась восьмикратная перегрузка. На внешней стороне бушевало пламя, оборвали антенны. Связь с космонавтом прекратилась, поэтому мы не могли ничего знать о его состоянии и самочувствии. Если бы даже антенны уцелели, все равно радиоволны не могли пройти через плазменное облако, образовавшееся в результате разогрева окружающего воздуха. На высоте семи километров раскрылся тормозной парашют, а затем отстрелилась крышка люка и автоматически была введена парашютная система посадки — скорость снижения уменьшилась заметно. Пиропатроны выстрелили катапультируемое кресло вместе с находящимся в нем космонавтом. Он отделился от кресла и начал снижаться на собственном парашюте. Все эти операции осуществлялись автоматически (страховка на случай, если космонавт не сможет управлять спуском).

Наконец, в 10 ч 55 мин



12 апреля 1961 г. В кабине самолета «ИЛ-14». Перелет из г. Энгельса в г. Куйбышев. Слева направо: В. Г. Волóвич, Ю. А. Гагарин, И. Г. Борисенко  
 Фото из архива И. Г. Борисенко

гражданин СССР Ю. А. Гагарин, облетев с первой космической скоростью земной шар и полностью выполнив программу полета, приземлился в заданном районе, в 26 км юго-западнее г. Энгельса, вблизи деревни Смеловка Терновского района Саратовской области. Замечательное совпадение: именно в Саратове Юра проложил дорогу в небо, здесь в аэроклубе он начинал летать, когда еще учился в техникуме, отсюда пошел учиться в Оренбургское авиационное училище... А теперь саратовская земля принимала космический экзамен у своего упорного ученика.

Когда мы прилетели на вертолете к месту посадки,

там уже собралось много людей, все были радостно возбуждены. Мы бросились к спускаемому аппарату, у которого стоял улыбающийся Гагарин. Горячие объятия, поздравления... То были самые счастливые минуты и в моей жизни. Этот день можно было сравнить с праздником в Берлине 9 мая 1945 г.

Хотя я и знал, что передо мной, все же как этого требует Спортивный кодекс, попросил космонавта показать удостоверение, записал номер и дату выдачи, зарегистрировал в специальном бланке фамилию, имя, отчество, дату и время приземления, проверил опознавательные знаки аппарата, на котором была надпись «Восток — СССР». Здесь же на месте приземления были зарегистрированы три первых абсолютных мировых рекорда: продолжительность полета (108 мин), высота (327,7 км) и максимальный груз, поднятый на эту высоту (4725 кг). Кроме того, Ю. А. Гагарин

установил два Всесоюзных рекорда по радиосвязи: впервые в мире была осуществлена двухсторонняя связь по линии «Земля — Космос — Земля» в диапазонах коротких (9,019 и 20,006 МГц) и ультракоротких радиоволн (143,625 МГц).

Потом мы направились к космическому аппарату, забрали скафандр, бортовой журнал, вещи, некоторые приборы и возвратились к вертолету. Несколько минут полета — и мы на аэродроме. Цветы, крики «Ура!», «Первому космонавту мира — слава!...»

Наступает момент расставания, Гагарин приветливо улыбается, сердечно прощается с воинами и жителями гарнизона, заходит в самолет «ИЛ-14». И вдруг он спохватился: «А где часы, те, что были со мной в космосе, они пришиты к левому рукаву скафандра?» Когда принесли скафандр и отделили от него часы, Юрий бережно положил их в карман.

В самолете врач В. Г. Волóвич снова осмотрел космонавта, проверил пульс и давление. Здесь же в самолете мы с Юрой сфотографировались. Самолет взял курс на г. Куйбышев, где Гагарина ждали члены Государственной комиссии, друзья, корреспонденты и жители большого приволжского города. Оттуда 14 апреля Юрий Алексеевич Гагарин прилетел в Москву, где была устроена небывалая встреча первопроходцу космоса.

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

## Обсерватория «Гранат» — первые результаты рентгеновских наблюдений

Международная астрофизическая обсерватория «Гранат» была выведена на орбиту советской ракетой-носителем «Протон» 1 декабря 1989 г. (Земля и Вселенная, № 1, с. 36.— *Ред.*). Наблюдения в рентгеновском диапазоне проводились в 1990 г. с помощью двух телескопов: АРТ-П и «Сигма». Наблюдения велись в жестком рентгеновском диапазоне (35—1300 кэВ). Научное руководство работами осуществляет член-корреспондент АН СССР Р. А. Сюняев (ИКИ АН СССР). В подготовке и проведении исследований принимали участие ученые и специалисты из Франции (Научный центр космических исследований, Центр исследования космических излучений, Астрофизическая служба ядерных исследований). На телескопе АРТ-П провели более 100 сеансов наблюдений рентгеновских источников (за время от начала работы до августа 1990 г.), в их числе — более десятка пульсаров. В начале работы была, естественно, проведена проверка правильности привязки бортового времени к Всемирному и использования процедур временного анализа данных наблюдений. Проверка осуществлялась методом сравнения значений периода хорошо изученного пульсара в Крабовидной туманности (его период — 33 мс) с соответствующими данными радионаблюдений. Относительная точность измерений, как показали результаты сопоставления, не хуже  $10^{-7}$ . Первоначально производились наблюдения уже известных пульсаров. Для них характерно изменение периода — например, пульсар Геркулес X-1 — равномерно ускоряется (это согласуется с данными обсерватории «Рентген» модуля «Квант»

на орбитальной станции «Мир» и результатами, полученными японским спутником «Гинга»). Для двух известных пульсаров ОАО 1657—415 и GX1+4 наблюдается переход от ускорения к стадии замедления, причем темп замедления, как это следует из наблюдений 1990 г., близок к темпу ускорения, отмеченному в конце 70-х — начале 80-х гг. (Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 30.— *Ред.*).

Однако наиболее интересные результаты получены при наблюдениях Центра Галактики, который в оптические телескопы не виден из-за сильного межзвездного поглощения света зато довольно ярк в рентгеновском и радиодиапазонах. В гамма-диапазоне в Центре Галактики наблюдается сильная линия (0,5 МэВ), присущая аннигиляции электронно-позитронных пар. По одной из гипотез, в Центре Галактики находится сверхмассивная черная дыра, и исследования этой области в рентгеновском диапазоне могут дать дополнительные аргументы «за» или «против» этой гипотезы (Земля и Вселенная, 1984, № 5, с. 19.— *Ред.*).

Первые наблюдения Центра Галактики были проведены 24 марта и 8 апреля 1990 г. на телескопе АРТ-П. В результате наблюдений получена рентгеновская карта с угловым разрешением  $\sim 1'$ . На ней — 6 источников, один из которых — GRS1741,9—2853 открыт в ходе наблюдений (GRS означает «Grainat Source», цифры соответствуют координатам источника: прямое восхождение  $17^{\text{h}}41^{\text{m}}52^{\text{s}}$  и склонение —  $28^{\circ}53'$ ).

В самом центре Галактики находится источник Sgr A (Стрелец А). Его положение с точностью  $\sim 1'$  совпадает с положением радиоисточника Sgr A West т. е. с ядром Галактики. Сильная переменность этого источника свидетельствует о том, что основная часть рентгеновского излучения непосредственно из Галактического Центра связана с небольшим числом источников (возможно даже с одним). Первые наблюдения показали, что основ-

ная часть излучения из Центра Галактики вызвана источником 1E 1740,7—2942, расположенном на расстоянии  $\sim 40'$  от центра. Уже на энергиях выше 10 кэВ он — ярчайший, а в диапазоне 20—35 кэВ его излучение преобладает в области площадью в несколько квадратных градусов (гипотеза о доминирующем влиянии этого источника была высказана еще в 1987 г.). В середине апреля наблюдения продолжались, и на расстоянии в  $40'$  от известного источника GX 5—1 был открыт новый источник жесткого рентгеновского излучения GRS 1758—258. По данным прибора «Сигма», на участке неба ( $7,5 \times 7,5^\circ$ ) в жестком рентгене ( $E > 30$  кэВ) зарегистрировано всего два источника: известный 1E 1740,7—2942 и новый GRS 1758—258. Предварительный анализ позволяет сделать некоторые выводы о том, что собой представляют эти источники. В настоящее время известны три типа источников жесткого рентгеновского излучения (по крайней мере до 200—300 кэВ): а) кандидаты в черные дыры; б) пульсары типа Краба; в) источники гамма-всплесков, (яркие в течение коротких промежутков времени). По спектрам этих двух источников и по возможным моделям излучения их, по-видимому, можно причислить к кандидатам в черные дыры.

Гипотеза о наличии сверхмассивной черной дыры, похоже, не получила аргументов в свою пользу. Переменность источника в самом Центре Галактики наиболее естественно объясняется теорией аккреции на нейтронную звезду в маломассивной двойной системе.

В настоящее время в области рентгеновских исследований ведется «массированное наступление» на изучение рентгеновских источников, в котором участвуют обсерватория «Гранат», обсерватория «Рентген», японский спутник «Гинга».

«Письма в «Астрономический журнал», 1991, 2

Как известно из сообщений средств массовой информации, 9 января 1991 г. инструментальными, находящимися на борту советской космической обсерватории «Гранат», зафиксировано появление яркого рентгеновского источника в созвездии Мухи. Об этом срочно оповестили крупнейшие обсерватории мира.

История открытия Новой Мухи 1991 весьма необычна. В ней отражается и международный характер современных астрономических исследований, и успешное применение новых приборов, включая космическую технику. 10 января 1991 г. датский астроном Серен Брандт, обрабатывая в Центре дальней космической связи в Крыму данные, поступающие с рентгеновской камеры, установленной на обсерватории «Гранат», заметил появление нового сильного рентгеновского источника. По мощности этот источник, расположенный в южном созвездии Мухи, почти вдвое превосходит известную Сверхновую 1054 г., остаток вспышки которой известен теперь как Крабовидная туманность.

С. Брандт немедленно сообщил новость астроному Датского института космических исследований Нильсу Лунду, который передал информацию в Европейскую южную обсерваторию (Чили).

Положение рентгеновского источника было известно с точностью только до  $1^\circ$ . Ближе к утру 11 января была получена первая фотография с 10-минутной экспозицией, однако, на ней не удалось обнаружить новых объектов в «квадрате ошибок» положения рентгеновского источника. На следующую ночь получили новую

фотографию на телескопе системы Шмидта при 45-минутной экспозиции. И опять никаких объектов ярче  $16^m$  обнаружено не было. Между тем, японский спутник «Гинга» подтвердил присутствие мощного рентгеновского источника в созвездии Мухи и помог точнее определить его координаты. 13 января получили очередную фотографию этого участка неба с 90-минутной экспозицией. В «квадрате ошибок» были видны тысячи звезд, но ни одна из них ничем не выделялась среди других!

Решающий шаг в поисках, приведший к открытию новой звезды, сделали астрономы М. Д. Валле (Италия) и Б. Джарвис (Англия) 14 января. После тщательного сравнения фотографий, полученных на телескопе Шмидта, со старыми снимками, они обнаружили слабую звезду  $16-17^m$  у самого края «квадрата ошибок». В ту же ночь были получены изображения и спектры этой области неба на 3,5-метровом Телескопе Новой Технологии (Земля и Вселенная, 1990, № 5, с. 96.— *Ред.*). К удивлению астрономов звезда стала заметно ярче и достигла  $13^m$ . Голубоватый цвет указывал на ее высокую температуру и активность. Стало ясно, что это Новая звезда.

Утром 15 января одно из изображений звезды было передано в Дирекцию Европейской южной обсерватории (близ Мюнхена), где Р. Уэст измерил ее точное положение. На снимках 1976 и 1984 гг. на этом месте было обнаружено изображение звездочки  $21^m$  — предшественника вспыхнувшей звезды. Таким образом, новая звезда увеличила свой блеск примерно в 1000 раз. В тот же день сведения о вспышке Новой были сообщены в Международный астрономический союз и опубликованы в «Циркуляре МАС». Звезда получила наименование — **Новая Мухи 1991**.

16 и 17 января германский астроном М. Пакулл получил оптические спектры Новой. В них хорошо заметны широкие эмиссионные линии водорода, гелия и азота. Ширина линий указывает

на быстрое вращение звезды: скорость достигает нескольких сотен километров в секунду. Со спутника IUE предполагается получить ультрафиолетовые спектры Новой. Флуктуаций ее рентгеновского излучения пока не обнаружено.

Новая Мухи — весьма необычный объект хотя бы потому, что она начала излучать в рентгеновском диапазоне на несколько дней раньше, чем в оптическом, т. е. по-видимому, она принадлежит к редкому типу **рентгеновских новых**. Такие звезды отличаются от классических новых тем, что отношение энергий, испускаемых в рентгеновском и оптическом диапазонах, достигает у них 1000, тогда как у классических новых оно не превышает 0,0001.

Феномен рентгеновской новой объясняется быстрым перетеканием вещества в двойной системе с одного компонента на другой (обычно это белый карлик, нейтронная звезда, или даже черная дыра). Вокруг компактного компонента образуется диск, вещество которого по спирали приближается к поверхности звезды и падает на нее. В случае Новой Мухи компактный объект — скорее всего весьма плотная нейтронная звезда, равная по массе Солнцу и диаметром 10—15 км. Разогрев вещества диска, падающего с большой скоростью на нейтронную звезду, приводит к испусканию рентгеновского излучения.

Рентгеновские новые, подобные Новой Мухи, наблюдались в 1975 г. (Новая Единорога X—1), 1977 г. (Новая Змееносца H—1705—25), 1980 г. (Новая Центавра X—4) и в 1989 г. (Новая Лебеда V 404). Исследования Новой Мухи 1991 продолжаются.

(По материалам Европейской южной обсерватории)

## **Открыта самая далекая «нормальная» галактика**

Астрономы Европейской южной обсерватории (ЕЮО), расположенной на горе Ла Силла в Чили, недавно открыли наиболее удаленную от нас «нормальную» галактику, получившую обозначение G 0102—190. Ее расстояние от нас оценивается в 10 млрд. св. лет. По своей природе эта галактика близка к нашей или к большой галактике в Андромеде.

Напомним, что расстояние до удаленных небесных объектов

определяется по их красному смещению, т. е. по величине смещения спектральных линий к красному концу. Мерой красного смещения служит величина  $z = \Delta\lambda/\lambda$ , т. е. отношение смещения ( $\Delta\lambda$ ) к длине волны той же линии ( $\lambda$ ). В 1985 г. астроном Института астрофизики в Париже Жаклин Бержерон, наблюдая на 3,6-метровом рефлекторе Европейской южной обсерватории один из далеких квазаров, обратила внимание на присутствие в его спектре линий поглоще-

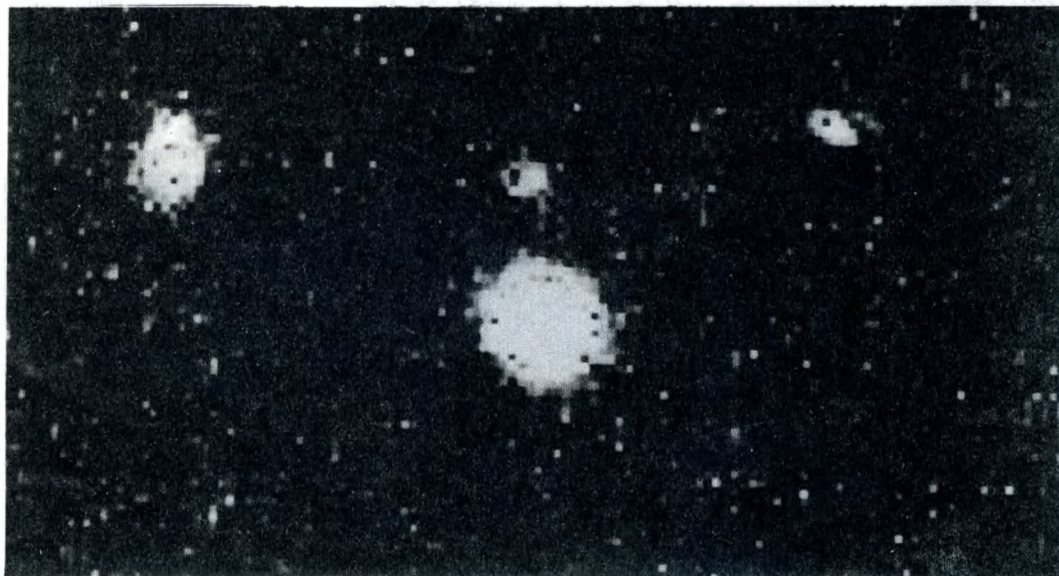
ния с другим значением  $z$ , чем у линий самого квазара. Возникло подозрение, что свет квазара на своем пути испытывает поглощение в газовом гало более близкой к нам галактики. Это предположение подтвердилось. Так астрономы получили новый метод обнаружения далеких галактик — по линиям поглощения в спектрах квазаров, случайно оказавшихся почти на том же луче зрения. Наблюдать спектры далеких слабых галактик крайне трудно, и с помощью квазаров, гораздо более ярких объектов, можно изучать далекие галактики. П. Буассе из Высшей нормальной школы в Париже совместно с Ж. Бержерон исследовали спектры квазаров и им удалось обнаружить около 10 далеких галактик с  $z \geq 0,4$ . Все эти галактики были «нормальными», одиночными (т. е. не принадлежали к скоплениям галактик) и обладали мощными гало.

Ободренная успешным выявлением галактик с  $z=0,4$ , Жаклин

Бержерон совместно с итальянским астрономом С. Кристиани (обсерватория Асиаго) и П. Шавером из ЕЮО приступила к поискам еще более удаленных галактик. В 1989 г. вступил в строй 3,5-метровый Телескоп Новой Технологии (NTT), оснащенный современными приемниками излучения и ЭВМ (Земля и Вселенная, 1990, № 6, с. 20.—*Ред.*). В марте и сентябре 1990 г. были проведены наблюдения, завершившиеся открытием галактики, имевшей  $z=1$  и получившей обозначение G 0102—190.

Эта галактика расположена на расстоянии в 160 тыс. св. лет от луча зрения квазара UM 669. Значит, ее гало имеет радиус, превышающий эту величину. Светимость галактики вдвое превышает светимость нашей (Млечного Пути), хотя и уступает в 30 раз типичным радиогалактикам и почти в тысячу раз типичным квазарам.

Исследование удаленных галактик может пролить свет на их



определяется по их красному смещению, т. е. по величине смещения спектральных линий к красному концу. Мерой красного смещения служит величина  $z = \Delta\lambda/\lambda$ , т. е. отношение смещения ( $\Delta\lambda$ ) к длине волны той же линии ( $\lambda$ ). В 1985 г. астроном Института астрофизики в Париже Жаклин Бержерон, наблюдая на 3,6-метровом рефлекторе Европейской южной обсерватории один из далеких квазаров, обратила внимание на присутствие в его спектре линий поглоще-

Изображение наиболее удаленной «нормальной» галактики G 0102—190, полученное с помощью Телескопа новой технологии Европейской южной обсерватории в Ла Силла (Чили) с применением ПЗС-приемника излучения. Наиболее яркий объект на снимке — квазар UM 669, в 5' к югу (вверх) от него — галактика G 0102—190, слева и справа — две галактики с небольшим красным смещением (сравнительно близкие)

длительную эволюцию, поскольку они отражают состояние галактик около 10 млрд лет назад. Это время сопоставимо с возрастом Вселенной. Для сравнения скажем, что наша Галактика и галактика в Андромеде не располагают таким мощным гало, как обнаруженные на ЕЮО удаленные галактики. Видимо, это не случайно.

*По информационным  
материалам Европейской  
южной обсерватории*

# Новое о Сатурне

## Светлые пятна на Сатурне

Астрономы, следившие за Сатурном в сентябре — октябре 1990 г., стали свидетелями мощных явлений в атмосфере планеты. 25 сентября С. Уилбер (США), наблюдая Сатурн в 25-сантиметровый рефлектор, обнаружил яркое белое пятно на его поверхности в южной части Северной Экваториальной Полосы (СЭП). Пятно было слегка сконцентрировано, и Р. Татум (США) сообщил, что он легко заметил его в 10-сантиметровый рефрактор. Многочисленные наблюдатели, отмечая моменты прохождения пятна через центральный меридиан планеты, вычислили размеры образования: 2 октября большая полуось его равнялась  $1700 \pm 1000$  км, период вращения относительно оси планеты  $T = 10 \text{ ч } 15 \text{ м } 45 \text{ с } \pm 49 \text{ с}$  (В. Гонсалес, Ф. Эрнандес). В планеточentricеской системе координаты

центра пятна были такими: долготы —  $335^\circ$  и широта  $+12^\circ$  (И. Миядзаки, Япония). Через сутки размер полуоси пятна увеличился на 20%. Появление пятна вызвало другие изменения в структуре облачного покрова планеты. 4 октября пятно увеличилось до  $24^\circ$  по долготе, а к 10 октября растянулось настолько, что занимало почти весь диск Сатурна. К этому времени стало невозможным вести его точные измерения.

На следующий день М. Киджер (Канарские о-ва) сообщил об открытии нового чрезвычайно яркого пятна небольшого размера, появившегося прямо на фоне сильно ослабевшего пятна Уилбера (оно прошло центральный меридиан 10 октября). Второе очень яркое и маленькое пятно было замечено О. и В. Гонсалесами (Канарские о-ва) почти в том же месте поверхности Сатурна, где было отмечено появле-

ние пятна Уилбера. Третье, несколько большего размера, и не столь яркое, заняло всю ширину СЭП.

Аналогичные явления в атмосфере планеты фиксировались в 1876, 1903, 1933 и 1960 гг., но лишь атмосферный ураган 1933 г. по своим масштабам приближается к наблюдаемому сейчас. За бурей прошлого года велись успешные наблюдения и с помощью космического телескопа «Хаббл». Было высказано предположение, что это необычное образование возникло в результате стремительного выброса большого количества горячих газов из глубинных слоев атмосферы Сатурна.

Интересно, удалось ли кому-нибудь из советских астрономов, профессионалов или любителей, наблюдать это явление? Редакция готова опубликовать интересные результаты.

*По материалам зарубежной печати*

## Большое белое пятно на Сатурне



Появление белых пятен на диске Сатурна — явление редкое. Автор этой заметки помнит, какую сенсацию произвело появление белого пятна на этой планете в начале августа 1933 г. Обнаруженное в числе других Вебером в Берлине, оно было сперва округлым и имело 15 тыс. км в диаметре, но вскоре расши-

рилось по долготе, достигнув длины около 40 тыс. км. В сентябре 1933 г. оно исчезло. До этого похожие пятна наблюдались на Сатурне, но они не были столь эффектны, как в 1933 г. То же можно сказать и о белом пятне, наблюдавшемся в северном полушарии планеты в марте 1960 г. 25 сентября 1990 г. астрономы

Фотография Сатурна 16 октября 1990 г., полученная О. Эно и С. Д'Одорино с помощью Телескопа Новой Технологии в лучах на длине волны 468 нм. Темное пятно на левом краю диска — дефект. Было проведено компьютерное улучшение качества снимка

рилось по долготе, достигнув длины около 40 тыс. км. В сентябре 1933 г. оно исчезло. До этого похожие пятна наблюдались на Сатурне, но они не были столь эффектны, как в 1933 г. То же можно сказать и о белом пятне, наблюдавшемся в северном полушарии планеты в марте 1960 г. 25 сентября 1990 г. астрономы

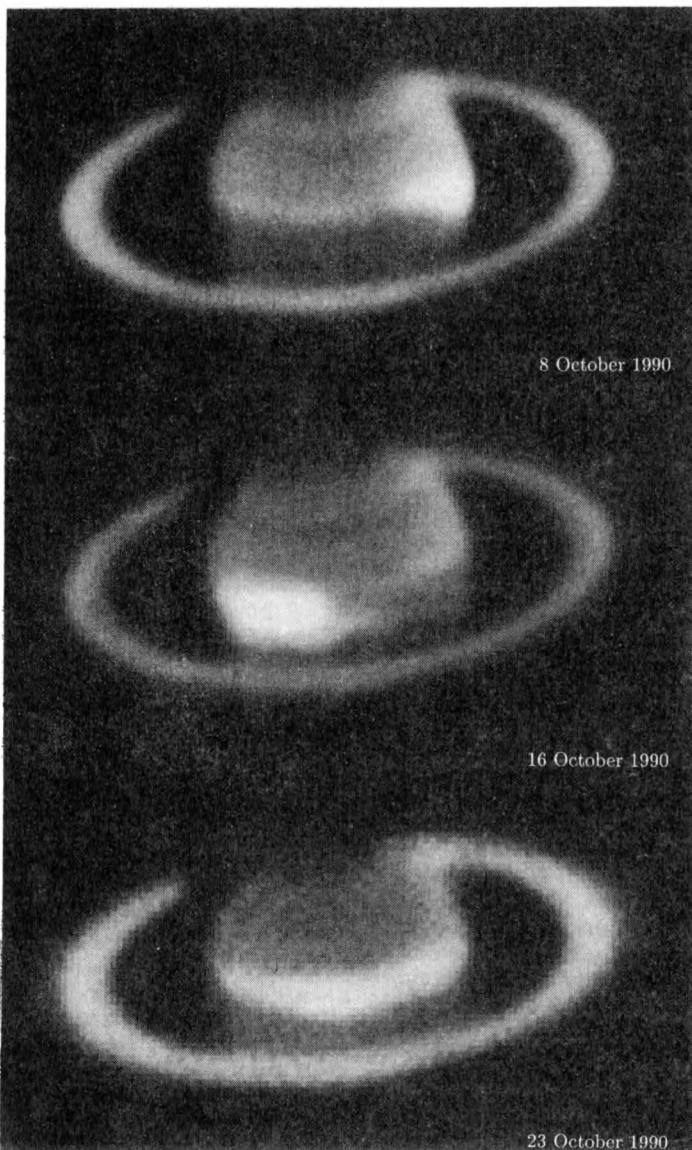
Фотографии Сатурна, полученные 8, 16 и 23 октября 1990 г., на различных инструментах О. Эно и С. Д'Одорики (Европейская южная обсерватория). Видно увеличение яркости пятна и его протяженности по долготе

обсерватории Лас Крусес (штат Нью-Мексико, США) заметили белое пятно на Сатурне на широте  $+12^\circ$ . Вскоре оно было замечено многими любителями астрономии в разных странах. На снимках, полученных в Европейской южной обсерватории 23 октября, пятно окружало сплошным белым поясом всю экваториальную область Сатурна. Такого на этой планете не наблюдали никогда.

В это же время появились новые, очень яркие пятна внутри основного пояса. Астрономы следили за ними с большим интересом.

Как же объясняют специалисты появление белых пятен на диске Сатурна? Видимая поверхность его облачного слоя гораздо беднее деталями, чем у Юпитера. Это связано с присутствием в верхних слоях атмосферы Сатурна слоя аэрозоля (твердых частиц) и тумана из мелких капелек воды и аммиака. Аэрозоль и туман скрывают детали облачного слоя, расположенного ниже. Но иногда в нижних слоях атмосферы Сатурна возникает образование, подобное нашим столообразным кучевым облакам. Причиной этого являются интенсивная конденсация воды и сублимация зерен аммиака, порождающие восходящие токи, которые и выносят вершину этого своеобразного «айсберга» вверх, и мы наблюдаем его в виде белого пятна.

Интересно, что эпохи видимости белых пятен на Сатурне повторяются примерно через 30 лет, что равно периоду обращения планеты вокруг Солнца. Эти эпохи совпадают с летним солнце-



8 October 1990

16 October 1990

23 October 1990

стоянием для северного полушария (напомним, что ось Сатурна наклонена к нормали к плоскости его орбиты на угол  $29^\circ$ , что близко к наклону земной оси  $23,5^\circ$ ). Таким образом, в эти периоды усиливается приток солнечного тепла в северном полу-

шарии планеты, что играет роль «пускового крючка» для механизма формирования белых облаков.

*В. А. БРОНШТЭН,*  
кандидат физико-математических наук

## Нептун, его кольца и спутники

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ,  
доктор физико-математических наук  
Институт космических исследований АН СССР

В августе 1989 г. принявшие с Вояджера-2 изображения Нептуна на телевизионных экранах стали быстро увеличиваться — до цели оставались последние десятки миллионов километров. Каждую секунду аппарат приближался к планете на 19 км. Все его системы работали хорошо, и среди ученых-планетчиков царил приподнятое ожидание. Сильнее всего оно ощущалось в расположенном в пригороде Лос-Анджелеса огромном космическом исследовательском центре США, известном под названием IPL (Лаборатория реактивного движения). Сюда собрались многочисленные гости из разных стран, журналисты, работники телевидения со своими ярко раскрашенными фургонами, параболическими антеннами и разбросанными под ногами толстыми кабелями. Все места на окрестных автостоянках были заняты. А неподалеку, в Пасадене, собралось Американское Планетное Общество, которое через внутренние телевизионные линии получало все новые и новые изображения Нептуна и его спутников. Ученые Калифорнийского технологического института, Лос-Анджелеского и других университетов, казалось, одновременно присутствовали всюду: на пресс-конференциях, вы-

В № 3, 1990 г. нашего журнала известный советский исследователь планет Леонид Васильевич Ксанфомалити опубликовал статью «Дальше — только звезды», посвященную истории проекта Вояджер, самим аппаратам и их полету. Автор статьи обещал читателям «Земли и Вселенной» познакомиться с научными результатами исследований Нептуна, сближением с которым завершилась планетная часть миссии Вояджер, и, как видим, выполнил свое обещание. Предлагаемая статья — это сокращенный вариант одной из глав книги «Парад планет», выходящей в издательстве «Наука» в этом году.

ступлениях, научных собраниях.

С Вояджера-2 поступали все новые данные. Его сближение с Нептуном отмечалось как национальное торжество, которое, надо сказать, Вояджер-2 заслужил. По существу, полное обновление сведений обо всем семействе планет-гигантов — результат всего одной планетной миссии. За время полета аппарат передал 115 тыс. телевизионных изображений, в том числе 9 тыс. — при сближении с Нептуном. Среди них есть снимки

буквально «захватывающие дух».

Задолго до сближения журналисты стали требовать от ученых исчерпывающие предсказания — что ждет Вояджер-2 у Нептуна. Но ученые предпочитали заниматься проверкой и уточнением программ намеченных экспериментов. Ошибиться в них сейчас было бы особенно досадно — следующая возможность задать вопрос природе появится нескоро. Как показало сближение, некоторые из небогатых сведений о физике Нептуна, добытые в трудных наземных исследованиях, оказались довольно близкими к истине. Пожалуй, это не удивительно — все они были получены с помощью самых новых технических средств. Впрочем, и у нас теперь есть возможность сопоставить новые данные с прежними представлениями о Нептуне.

### ВОДА ВМЕСТО АЛМАЗОВ

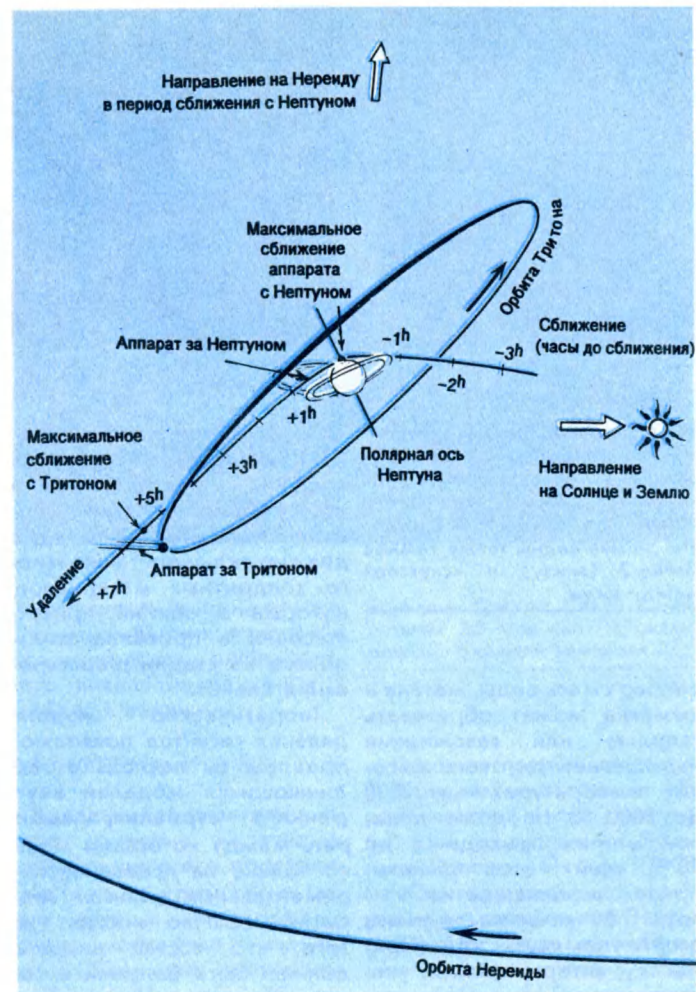
Увидеть облака на Нептуне обычными телескопическими методами практически невозможно. Поэтому еще совсем недавно определить период вращения далеких гигантов (Урана и Нептуна) можно было только по доплеровскому смещению полос. И хотя их в спектрах планет-гигантов сколько



удогно, найти период вращения трудно. Последние доваджеровские оценки продолжительности суток Нептуна составляли от 15 до 19,5 ч. Вояджер-2 позволил из наблюдений радиовсплесков найти более точный период вращения глубоких слоев планеты — 16,11 ч.

Масса Нептуна в 17 раз больше земной ( $1,0243 \cdot 10^{29}$  г). Велик и диаметр планеты: 49 528 км экваториальный и 48 680 км полярный — в 3,9 раз больше диаметра земного шара, но немного меньше Урана. Средняя плотность Нептуна  $1,64$  г/см<sup>3</sup>. Сравнительно высокая средняя плотность указывает на большую долю тяжелых соединений и элементов в глубоких слоях планеты. Ускорение свободного падения на уровне видимой поверхности облаков на Нептуне на 16 % больше земного (но в 2,3 раза меньше, чем на Юпитере). Особенности орбиты Нептуна — очень малый эксцентриситет, 0,009, — почти такой же, как у Венеры. Угол наклона экватора к плоскости орбиты составляет  $29^\circ$ , — в точности, как у Сатурна. Орбита наклонена к эклиптике на  $1,8^\circ$ . Год Нептуна длится 164,8 лет.

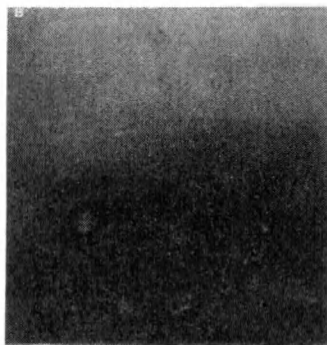
Характерная **аквамариновая окраска** Нептуна, еще более глубокого тона, чем у Урана, объясняется присутствием сильных метановых полос поглощения в красной части спектра. Метан в атмосфере Нептуна (как и у других планет-гигантов) составляет лишь небольшую примесь, около 1 %. Атмосфера состоит, главным образом, из водорода и гелия, причем доля гелия, согласно предварительным данным, 15 % или чуть больше (но заведомо меньше 25 %). Почти все остальное — водород. Гелия больше, чем в атмосфере Урана. Высота атмосферы может достигать 3—5 тыс. км, а давление



на ее дне 200 кбар. Для перехода водорода в жидкомолекулярное состояние (как у Юпитера) этого недостаточно.

По-видимому, на дне непунианской атмосферы находится океан из воды, насыщенной различными ионами. Интересно, что предложенная для Урана и, похоже, не подтвердившаяся для него гипотеза «о горячем перемешиваемом водяном океане» оказывается справедливой для Нептуна! Если предварительные выводы правильны, Нептун окажется планетой с самым большим океаном в Солнеч-

ной системе. Один из сильных аргументов в пользу океана — это поразительное **магнитное поле** Нептуна, о котором речь будет ниже. Метан в атмосфере — это, конечно, далеко не весь метан. Предполагается, что значительное его количество входит в **ледяную мантию планеты**. При давлении около



Вид Нептуна за два дня до сближения Вояджера-2. Основная деталь — Большое Темное Пятно (левее центра); период его обращения 18,3 ч. На правой части снимка видны также Темное Пятно-2 (внизу) и «скуттер» между ними

женное внутри мантии ядро. Оно состоит из окислов кремния, магния, железа и его сульфидов. Сейчас специалисты считают, что ядро должно включать также много хондритных материалов, которые в обилии присутствовали в протопланетном облаке на стадии формирования планет.

Теоретические модели далеких гигантов позволяют предложить несколько различающихся моделей внутреннего строения, выбирать между которыми можно только на основе экспериментальных данных. Теоретики обычно исходят из того, что состав планеты должен быть близким к составу протопланетного облака (в его периферийной части, где образовался Нептун). На этой основе и строится та или иная модель. Но особенности состава протопланетного облака тоже известны плохо. Типичная модель строения Нептуна сегодня имеет давление в центре планеты 6—8 Мбар и постоянную температуру в ядре около 7 тыс. К. Критический для моделей параметр — безразмерный момент инерции планеты — до Вояджера-2 принимался равным 0,29. Теперь его удалось уточнить в эксперименте, поэтому набор возможных моделей значительно сократился.

С особенностями строения недр Нептуна связана загад-

ка его теплового излучения. Поток солнечной радиации на его орбите в 2,46 раза меньше, чем на Уране, а отражательные свойства обеих планет близки. В видимой части спектра они отражают около 85 % падающего солнечного света. Так что энергетический «бюджет» Нептуна очень невелик (0,5 % земного). Уран, как показал Вояджер-2, имеет весьма «спокойную» метеорологию. Можно было ожидать, что на Нептуне атмосферные течения будут еще слабее. На самом деле, как это ни странно, нет. Уже наземные измерения показали, что Нептун выделяет и излучает значительный поток энергии. Вояджер-2 показал, что этот поток в 2,7 раза больше того, что планета получает от Солнца. Температура теплового излучения Нептуна составляет 59,3 К, т. е. выше, чем у Урана (56 К). Гипотезы, которые успешно объясняют большое тепловыделение у Юпитера и Сатурна, здесь не годятся.

На фотографиях, переданных с Вояджера-2, планета выглядит не слишком богатой деталями, — их мало, ровный голубой фон с довольно слабо выраженными поясами, несколько темных пятен и несколько групп очень светлых облаков. Похоже, что Вояджер-2 застал не самый эффектный наряд Нептуна. Планета бывает и покрушнее. Лучшие наземные снимки, полученные ПЗС-камерой в начале 80-х годов и сделанные в спектральной полосе поглощения метана 890 нм, позволяют различить большие, в четверть диска, светлые пятна. Это были расположенные высоко в атмосфере облака из твердых аэрозольных частиц неизвестного состава. Сделать такие снимки стоило большого труда, применялись новейшие приборы и сложная обработка изображений на компьютере.

1 Мбар смесь воды, метана и аммиака может образовать твердые или газожидкие льды даже при очень высоких температурах — от 2000 до 5000 К. На долю ледяной мантии приходится до 70 % всей массы планеты, причем основная ее часть — вода! В качестве курьеза стоит упомянуть недавнюю работу, авторы которой указывали, что в недрах планеты может существовать слой алмазов. Экспериментальное воздействие ударных волн на метан, находящийся под давлением 1 Мбар при температуре 2000—4000 К, вызывало диссоциацию метана с последующей кристаллизацией углерода в алмазы. Толщина слоя алмазов, по оценке авторов гипотезы, может достигать тысячи километров. Гипотеза, естественно, привлекла внимание людей, весьма от астрономии далеких. Но даже если это предположение окажется в чем-то справедливым, разработка недр планеты вряд ли станет когда-нибудь возможной...

Около 25 % массы Нептуна приходится на располо-

2,5'' — это наибольший угол, под которым с Земли бывает виден диск Нептуна. А в хороших астрономических условиях, с телескопом средних размеров астроном может получить изображение с разрешением около 1,5—2''. Иными словами, Нептун останется точкой. Но с использованием упоминавшихся новых методов в одной из работ удалось получить разрешение раз в десять лучше (0,2''). На снимках был отчетливо виден темный экваториальный пояс планеты и две широкие полосы облаков в интервалах широт 30—70° в северном и южном полушариях. Удалось даже проследить, как на последовательных снимках смещались крупные массивы облаков и найти по ним период вращения облачной атмосферы на этих широтах, в среднем 17 ч 50 мин. Это почти на 2 ч больше периода вращения глубоких слоев планеты.



то активность (например, быстрые изменения яркости в узких полосах инфракрасного диапазона на целых 3 звездных величины).

#### ДО НЕПТУНА 4900 КМ

Снимки Нептуна указывают на значительную метеорологическую активность планеты (в отличие от Урана!), причем характер атмосферной циркуляции несомненно доказывает, что энергия приходит «снизу», из недр планеты, как на Юпитере и Сатурне. Сколь ни мал приток солнечной радиации, для Урана это практически единственный источник энергии (напомним, что его собственное тепло в суммарном тепловом потоке — не более 13%). Согласно расчетам, этой энергии слишком мало, чтобы возникли такие мощные явления, как циклоны. И действительно, скорости ветра на Уране невелики. На Нептуне ветры несравнимо сильнее. Одно из возможных объяснений: Уран уже отдал все запасенное тепло, а Нептун — еще нет. Словом, эти «близнецы» не слишком похожи. Давно известно, что Нептун обнаруживает какую-

В задачи сближения входило изучение Нептуна и окружающего его пространства (кольца, спутники, пылевые частицы, магнитосфера, электромагнитные излучения). Сближение произошло в 3 ч 56 мин 25 августа 1989 г., когда Вояджер-2 отделило от центра планеты 29 240 км, а до поверхности облачного слоя оставалось лишь 4900 км. Аппарат приближался к Нептуну со стороны освещенного Солнцем южного полушария планеты. После отклонения его полем тяготения планеты, — это был последний гравитационный маневр Вояджера-2, — аппарат был направлен к Тритону. Сближение с Тритоном произошло в 9 ч 10 мин в тот же день, с минимальным расстоянием 39 800 км. Разумеется, большой объем исследований выполнен также до и после непосредственного сближения с планетой.

Большое Темное Пятно с расстояния 2,8 млн км. По размерам оно близко к земному шару

Одно из первых открытий Вояджера-2 — странное образование на диске Нептуна, которое по аналогии с Большим Красным Пятном (БКП) на Юпитере получило название «**Большое Темное Пятно**» (БТП). Несмотря на небольшие внешние отличия, сходство БТП и БКП несомненно. Пятно на Нептуне меньше юпитерианского, оно близко к размерам земного шара. Его форма и размеры не вполне постоянны. Угловая протяженность БТП практически та же, что и пятна на Юпитере — по долготе 38°, а по широте 15° (для сравнения: у БКП соответственно 30° и 20°). Более того, БТП и находится на том же месте: 20° южной широты, на широкой светлой полосе, охватывающей широты от 5° N до 40° S, несимметрично относительно экватора.

По своей природе БТП — это гигантский антициклон, вытянутый в долготном направлении. Расположенный в южном полушарии, он вра-

щается против часовой стрелки и завершает один оборот за 16 земных суток (значительно дольше, чем на Юпитере). БТП — зона повышенных давлений и температур. Интересно, что при наблюдении поля теплового излучения планеты БТП ничем не выделяется, в то время, как Красное Пятно Юпитера хорошо видно на тепловых картах.

Над центром Большого Темного Пятна порой появляются яркие белые облака, которые висят высоко в прозрачной надоблачной атмосфере. По положению теней аналогичных объектов на основном облачном слое удалось найти высоту белых облаков — от 50 до 100 км.

В отличие от Красного Пятна Юпитера, сопровождающегося как бы бурлящими потоками, пятно на Нептуне имеет спокойные, однородные очертания. Над южным краем БТП постоянно наблюдался массив белых облаков, подобный облакам над горными вершинами Земли. Плотность облаков меняется изо дня в день. По аналогии с горными облаками можно утверждать, что здесь должны быть мощные восходящие потоки газа. 21 августа 1989 г. над БТП появилась широкая облачная полоса. Она как бы разрежала Пятно пополам и кажется даже немного сместила нижнюю его половину относительно верхней. Почему? Во всем этом пока очень много непонятого. Физика планет-гигантов, по существу, подвергается ревизии.

Изучение метеорологических явлений на Нептуне оказалось непростым делом. И не только из-за того, что там в 900 раз более низкая освещенность, чем на Земле. Тяжело пришлось ученым, которые разрабатывали подробную программу наблюдений с поворотами телевизионной камеры. Эта программа предусматривала

повторные наблюдения некоторых метеорологических объектов на следующий нептунианский день и через несколько оборотов планеты. Программу разворотов надо было послать на борт Вояджера-2 заблаговременно. Но предсказанные положения изучаемых объектов сплошь и рядом не оправдывались. Зачастую через сутки Нептуна они оказывались на другой широте, а то и вовсе исчезали с голубого диска.

### **Скорости движения метеорологических объектов в атмосфере Нептуна огромны.**

По отношению к самой вращающейся планете некоторые из них смещаются на 2200 км за 1 ч. По скорости ветров Нептун обогнал даже Сатурн. Уникальная особенность Нептуна — движение атмосферы направлено к западу, разумеется, относительно вращающейся к востоку планеты. Но экваториальная скорость, вызванная вращением, настолько высока (2,7 км/с), что как быстро ни мчались бы облака, результирующая скорость всегда остается направленной к востоку. Иными словами, поскольку сверхуреганные ветры дуют в сторону, обратную направлению вращения планеты, период вращения, найденный по движению облаков, получается длительнее истинного периода планеты. Все наоборот по сравнению с суперротацией Венеры!

БТП движется к западу со скоростью 325 м/с, причем уже за одну неделю уплывает относительно предсказанных долгот и широт. По сравнению с ним Красное Пятно Юпитера может считаться эталоном стабильности: его дрейф составляет всего 3 м/с. Антициклоническое движение БТП примерно соответствует разности скоростей зональных течений с его северной и южной сторон, которые обтекают, вращают его.

Пятно находится на самой яркой полосе («зоне», по аналогии с Юпитером). Темные пояса, тоже расположенные несимметрично относительно экватора, выражены нечетко и охватывают широты от 6° до 25° и от 45° S до 70° S. Вокруг южного полюса Нептуна расположена облачная «полярная шапка», по яркости соответствующая полосе на широте 40° S. Структура вблизи северного полюса неизвестна — там сейчас полярная ночь.

### **ПРИЗРАКИ МЕТЕОРОЛОГИИ**

Структура полос, концентрированных относительно полярной оси планеты (а не подсолнечной точки), показывает, что динамика атмосферы в значительной мере определяется притоком тепла из недр. В самом деле, представим себе невращающуюся планету без внутренних источников тепла. «Особой точкой» в динамике ее атмосферы будет, конечно, пятно, обращенное к Солнцу. Сложнее выглядит вращающаяся планета. В игру вступают могучие силы Кориолиса, которые знакомы нам по погодным явлениям на Земле, где внутреннее тепло несопоставимо с притоком солнечной радиации. По существу, динамика атмосферы отражает баланс между двумя источниками энергии.

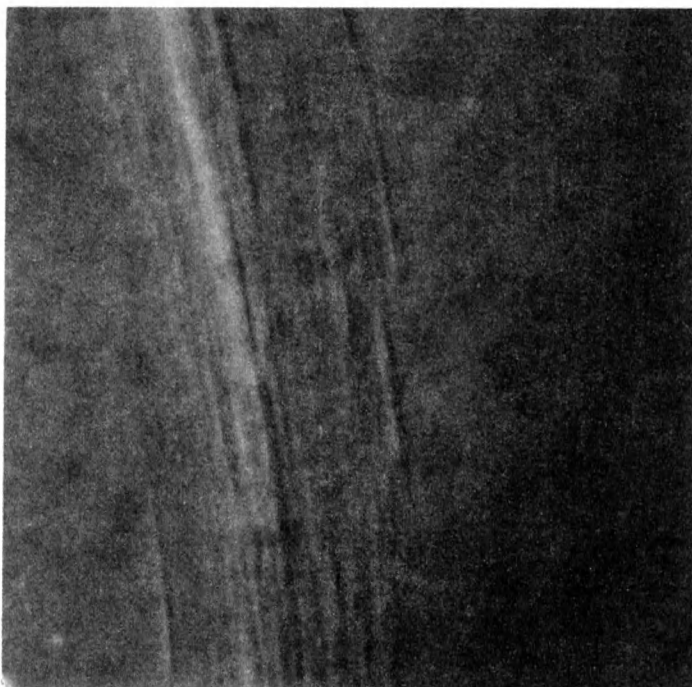
Самыми низкими температурами на диске Нептуна, всего 52 К, отличаются именно подсолнечные широты, а самыми «теплыми», до 61 К, оказались районы полюсов и экватор. Простейшее объяснение заключается в том, что слегка нагретый газ поднимается, охлаждаясь, в подсолнечных широтах и растекается к экватору и к полюсу. Там он снова опускается и нагревается, сжимаясь. Положение осложняется тем, что приборы аппарата измеряют не температуру газа, а,

главным образом, температуру аэрозольной среды, положение которой в этих районах не одинаково.

Роль солнечной радиации сказывается и в несимметричной относительно экватора диаграмме распределения скоростей зональных ветров. Диаграмму было нелегко построить — многие из деталей, по движению которых она строилась, оказались «метеорологическими миражами» — через несколько часов они бесследно исчезали. Но трудности возникали и в предсказании положения сравнительно крупных деталей, которые наблюдались постоянно. Второе по размерам пятно «ТП2» (широта  $55^{\circ}$  S) всего за одну неделю сместилось на  $4^{\circ}$  (2 тыс. км) к северу. При этом его период возрос на 30 мин. Светлое образование «скуттер» (по середине между БТП и ТП2 на том же рисунке) на широте  $42^{\circ}$  S отличалось особенно быстрым движением и за короткое время несколько раз изменяло свою форму. Один из специалистов по динамике атмосферы возмущенно заметил, что детали на диске Нептуна меняют полосу, нарушая все правила дорожного движения...

В некоторых районах скорость ветра достигала скорости звука. Распределение ветров по широтам в среднем такое: на  $60^{\circ}$  S и  $30^{\circ}$  N скорости минимальные ( $\pm 100$  м/с) и возрастают до 400—700 м/с в полосе широт от  $0$ — $20^{\circ}$  S.

О природе «метеорологических миражей» пока еще нет единого мнения. Многие считают, что они связаны с локальными восходящими потоками (аналогично явление апвеллинга в океанах) (Земля и Вселенная, 1971, № 1, с. 30). Малые составляющие подоблачной атмосферы выносятся вверх и



быстро кристаллизуются в холодном газе, образуя яркие белые облака. Кристаллы затем постепенно оседают и попадают снова в область высоких температур. Кругооборот вещества замыкается. Некоторые специалисты полагают, что природа миражей связана с волнами в атмосфере, на гребнях которых температура падает до температуры замерзания метана, образующего яркие облака.

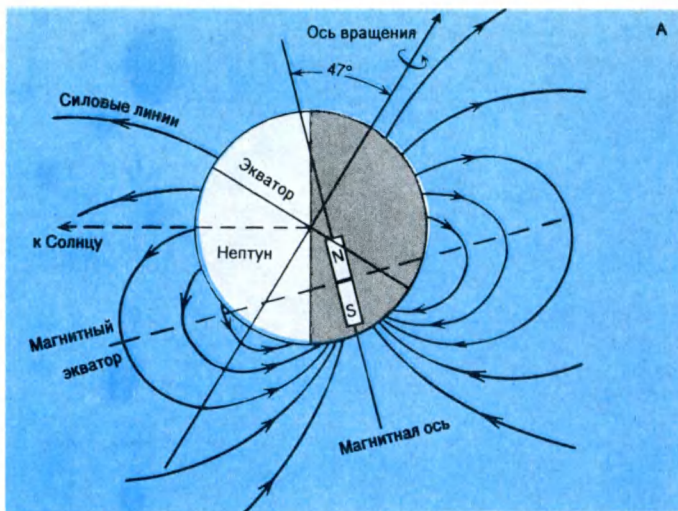
**Видимый облачный слой** соответствует давлению 1,2—1,3 бар и среднему диаметру 49 100 км. Заметим, что вывод о конденсированном метане больше опирается на теоретические, чем на экспериментальные данные. На 50—100 км выше видимого облачного слоя иногда наблюдались группы вытянутых облачных полос шириной по 50—200 км с четкими тенями от них на основном облачном слое. На снимках можно увидеть уходящую в ночь облачную гря-

Облака, похожие на земные циррусы, на высоте около 100 км над плотным слоем облаков Нептуна.  $29^{\circ}$  N, вблизи терминатора

ду (типа земных циррусов) вблизи терминатора, расположенную на широте  $27^{\circ}$  N примерно на широте БТП, но в северном полушарии. Такие облака появлялись ближе к заходу Солнца.

Природа надоблачной дымки другая. Расположенная выше основного облачного слоя, она наблюдалась над лимбом Нептуна в виде дуг над краем планеты. Согласно расчетам, дымка состоит из углеводородов, возникающих при фотолизе метана: этана  $C_2H_6$  и ацетилена  $C_2H_2$ , образующих слои на высоте 45—60 км, а также этилена  $C_2H_4$  на высоте около 120 км.

Во время длившегося 49 минут радиозахода аппарата за Нептун было проведено радиозондирование

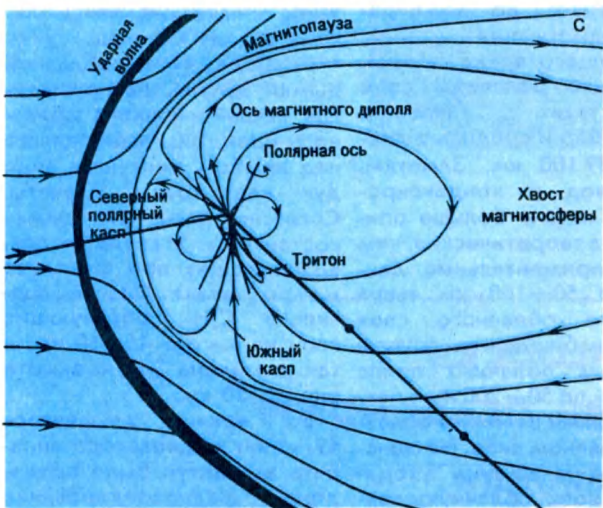
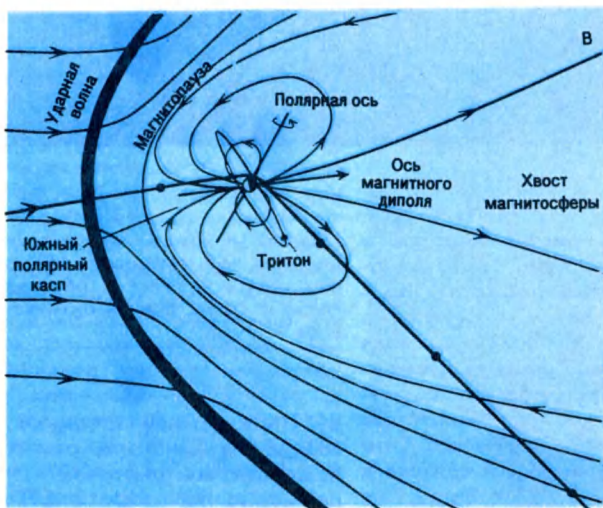


подоблачной атмосферы. Для этого ориентация аппарата изменялась так, чтобы радиолуч Вояджер-2 попал на Землю после преломления в атмосфере Нептуна. Луч неожиданно исчез, когда пересек уровень 3 бар. Это на 25 км ниже верхней границы облаков. По расчетам, здесь должен находиться слой облаков из льда сероводорода  $H_2S$ . Но сероводород не мог вызвать такое поглощение. Более вероятно, что радио-непрозрачный слой состоит из аммиака (для этого достаточно небольшого его количества).

В общем, чтобы любоваться игрой облаков, лучше всего оставаться на Земле или отправиться на Юпитер!

### НАКЛОННЫЙ РОТАТОР

Работы о магнитном поле Нептуна публиковались и до 1989 г. Удобно сравнить, например, работу 1988 г. с теми сведениями, которые ровно через год собрал Вояджер-2. Читатель, вероятно, помнит как искали синхротронное излучение радиационных поясов Юпитера. За прошедшее с тех пор время радиофизики и в прямом, и в переносном смысле шагнули настолько далеко, что была сделана попытка принять на Земле радишумы из магнитосферы Нептуна, вызываемые движением быстрых электронов в магнитном поле планеты. Авторы сочли попытку успешной и сделали вывод о том, что магнитное поле



Дипольная схема магнитного поля Нептуна (а) и конфигурация магнитосферы в момент входа в нее аппарата (в) и его выхода (с). Точки указывают положение аппарата, соответствующее указанной конфигурации

Нептуна в 2—3 раза сильнее, чем у Земли и Урана. Еще задолго до 1988 г. был предсказан необычный механизм возбуждения магнитного поля Нептуна — вне ядра (что отчасти справедливо и для других гигантов). Большая масса Нептуна и возможное выделение из его недр мощных тепловых потоков стали основой для предположения об интенсивной конвекции в водяной мантии планеты. Напряженность магнитного поля в разных работах оценивалась в пределах от 30 тыс. нТ до 1,7 млн нТ.

«Магнитный штопор» Урана, который так поразил ученых в 1986 г., привлекает именно своей экстравагантностью. Нептун с его «нормальным» положением полярной оси, казалось бы, должен и магнитное поле иметь «нормальное» (по образцу Земли или Сатурна). Но поле оказалось очень похожим на то, что мы уже видели у Урана, только примерно вдвое слабее. И не менее экстравагантным. Для такого поля предложено название «наклонный ротор». Если представить его, как обычно, дипольным эквивалентом, то угол между осью магнитного диполя и осью вращения Нептуна составит  $46,8^\circ$  (для Урана  $59^\circ$ ). В свою очередь, ось вращения на  $29^\circ$  отклонена от нормали к плоскости орбиты. В результате ось диполя описывает в пространстве конус. В настоящее время минимальный угол между образующей конуса и направлением на Солнце близок к  $20^\circ$ , причем к нему обращен южный магнитный полюс. Заметим, что «дипольное» приближение оказывается более или менее удовлетворительным на расстояниях более четырех радиусов планеты. Ближе — сильно сказываются недипольные составляющие.

Ось диполя сдвинута на

14 тыс. км в сторону от центра планеты, а центр диполя смещен на 6 тыс. км в южное полушарие. Поэтому напряженность магнитного поля у южного магнитного полюса в 10 раз выше, чем у северного, и близка к 10 тыс. нТ (в 3 раза меньше земной).

Вояджер-2 провел внутри магнитосферы Нептуна 38 часов. Как и при наблюдении Урана, во время сближения радиовсплески от заряженных частиц долго не удавалось обнаружить. Их нашли за 8 дней до сближения, на расстоянии 864 тыс. км, в тот же день, когда аппарат достиг ударной волны (у границы магнитосферы и невозмущенного сверхзвукового солнечного ветра). Прохождение ударной волны было настолько растянутым, что заняло больше часа (на Земле на это ушло бы 2 с). Причина — наклонный ротор: в этот момент южный полюс диполя был обращен к Солнцу. Поэтому аппарат двигался практически вдоль линий поля со стороны южного каспа (воронки у магнитного полюса). Такое везение впервые позволило получить сведения о структуре полярных каспов. За время пересечения магнитосферы магнитное поле пять раз изменяло свое направление.

Из периодичности радиовсплесков удалось, наконец, найти период вращения Нептуна (16,11 ч). Радиовсплески принимались еще за месяц до сближения (но их вначале не удавалось выделить из шума) и в течение 22 дней после него. Дюжину раз удалось принять какие-то другие сигналы («спокойного» характера), которые приходили от самой планеты, а не из магнитосферы. Эти сигналы имели направленный характер. Они напоминают известный радиолуч с Сатурна.

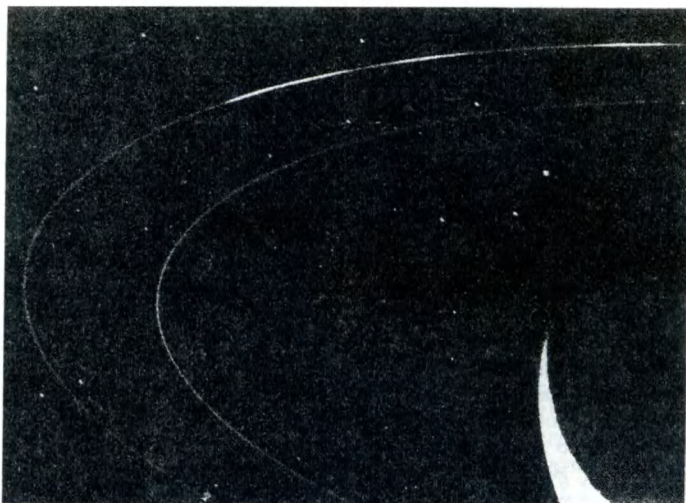
Особенности поля Непту-

на привели ученых к следующим выводам. Поле возбуждается в жидкой проводящей среде, в слое, который находится на расстоянии 0,55 радиуса планеты от центра, т. е. почти в том слое, что и на Уране. Авторы эксперимента считают, что внутри жидкого слоя находится заведомо твердое ядро, в котором магнитное поле возбуждаться не может. Этим и объясняется своеобразный «флюс» поля Нептуна. Радиальная протяженность проводящего слоя неизвестна, но все экспериментаторы сходятся в одном: над твердым ядром Нептуна расположен глобальный океан, токи в котором возбуждают сложное по структуре магнитное поле с множеством полюсов. Каждый из компонентов высших порядков дает все меньшую напряженность, что и позволяет представить поле издали дипольным приближением.

Представления об океане, надо заметить, противоречат выводам об устройстве Урана, потому что найденные для Нептуна коэффициенты  $J_2=0,003411$  и  $\alpha=0,0174$  еще ближе к двуслойной модели. Возможно, выводы, касающиеся Урана, требуют пересмотра.

«Наклонный ротор» Урана был в свое время воспринят учеными как причуда природы. Но Нептун представил практически такой же самый наклонный ротор! Что же касается старой идеи о возбуждении магнитного поля вне ядра, с которой мы начали этот раздел, то она подтвердилась!

Магнитосфера Нептуна с ее вытянутым хвостом обладает наименьшей плотностью заряженных частиц, — всего 1,4 протона или тяжелых иона в  $1 \text{ см}^3$ . Это в 3 раза меньше, чем у Урана и в 3 тыс. раз меньше по сравнению с Юпитером. Все тела системы —



Призрачные кольца Нептуна с тремя арками. Изображение Нептуна было сильно «передержано» и заменено взятым с другого снимка

кольца и спутники Нептуна — находятся внутри его знакопеременной магнитосферы. Исключение — Нереида; она посещает магнитосферу один раз в год.

## КОЛЬЦА БЫВАЮТ И НЕЗАМКНУТЫМИ

В до-вояджеровские годы появлялись сообщения, что кроме Тритона и Нереиды вблизи Нептуна есть еще какие-то тела. Поиски их с Земли трудны, так как свет от небесного тела на орбите Нептуна почти в миллион раз слабее, чем от такого же тела на расстоянии в 1 а. е. (Кстати, свет и радиоволны проходят среднее расстояние от Нептуна до Земли за 4 ч 10 мин 10 с). Более удобно искать с Земли неизвестные объекты, когда Нептун покрывает звезды. В 1968, 1981, 1983 и 1985 гг. при покрытиях отмечались подозрительные явления. Так, 22 июля 1985 г. Нептун прошел близко от звезды

SAO 186001. На расстоянии примерно двух радиусов планеты свет от звезды в течение двух секунд был ослаблен на 30 %. Что это, неизвестный спутник или кольца планеты?

Похожие явления наблюдались и раньше, например, в мае 1981 г., когда на протяжении 8 с отмечалось уменьшение блеска звезды. Его зарегистрировали только с одной стороны от планеты, из чего сделали вывод, что это спутник размерами около 180 км, а радиус его орбиты примерно 50 тыс. км. Для такого открытия нужно необычайное везение. Вероятность его была меньше 1 %. Но сближение Вояджера-2 подтвердило существование этого спутника. Им оказалась **Ларисса** — небесное тело с диаметром около 190 км.

В других случаях дело оказалось сложнее. Покрытие в 1985 г. наблюдалось из двух точек в Южной Америке, разнесенных на 100 км. Покрытие видели обе группы ученых, из чего следует, что небесное тело должно было обладать большими размерами. Но это противоречит кратковременности явления (2 с). Было выска-

зано смелое предположение: звезду покрыло особое, незамкнутое кольцо. Таких колец тогда еще никто не видел. На эту мысль ученых навело кольцо ε Урана, тоже имеющее значительный эксцентриситет, но замкнутое. Впрочем, многие оппоненты к этой идее отнеслись скептически. И совершенно напрасно, как показало сближение.

Чрезвычайно слабые кольца Нептуна человек не смог бы увидеть даже с Вояджера-2. Телевизионной камере аппарата понадобилась 10-минутная экспозиция, чтобы накопить достаточно света. Кольца наблюдались в прямом рассеянии света, когда аппарат находился за Нептуном. На некоторых снимках видно, что между кольцами и внутренними есть еще два очень слабых, едва различимых кольца. Незамкнутые образования назвали арками, но ими обладает только самое внешнее кольцо 1989 N1R, причем на снимке хорошо видно, что арки расположены на **сплошном кольце** малой плотности. Его диаметр 69,2 тыс. км, а ширина арок всего 50 км. Другие арки найдены не были. По основным признакам кольцо F 1989 N1R похоже на кольцо Сатурна или на кольца δ и η Урана. Наиболее крупные глыбы сосредоточены как раз в том кольце, которое едва заметно (1989 N4R).

Арки — это новый вызов небесной механике. Как они возникают и почему они не распадаются? Теория пока не может дать ответа на эти вопросы. Вот если бы в кольцо были «вмонтированы» небольшие спутники, по паре на каждую арку (если бы в непосредственной близости от кольца находились шесть «сторожевых собак»), то теория легко объяснила бы устойчивость системы. Но все поиски никаких результатов не дали.



Вероятно лишь, что крупного глыбового материала в одной из арок больше, чем в других. Интересно, что из шести вновь открытых спутников два расположены внутри колец. Но и они не решают задачу. Зато два новых спутника, Деспина и Галатейя могут определять резкие границы близкого к ним кольца, хотя, как тела внешние по отношению к кольцам, они скорее способны расталкивать кольца и спутники и удалять их друг от друга.

Что же касается разорванных плотных частей кольца, то предложена еще одна идея: арки могут стабилизироваться гравитационным воздействием неизвестного сравнительно большого спутника на сильно наклоненной к экватору орбите. Орбита Тритона наклонена на  $157^\circ$ , Нереиды на  $29^\circ$ . Поэтому ничего невероятного в таком спутнике нет. Но несмотря

## КОЛЬЦА НЕПТУНА

Кольцо	Расстояние от планеты, км	Ширина кольца, км	Содержание пыли, %	Оптическая толщина
1989 N3R	41 900	(1700)	40—70 %	0,0001
1989 N2R	53 200	15	40—70 %	0,01
1989 N4R	53 200—59 000	5800	небольшое	0,0001
1989 N1R	62 900	50	Три пылевых арки	0,01—0,1

на все усилия, его не обнаружили. Проблема арок пока остается открытой.

Все другие кольца замкнутые. Они находятся на расстоянии 41,9—62,9 тыс. км от планеты. В целом система колец Нептуна чрезвычайно похожа на систему Урана. Вместе с тем, специалисты обращают внимание на то, что суммарная площадь всего материала в кольцах и вновь открытых спутниках Нептуна составляет  $10^{15}$  см<sup>2</sup>, или всего 1 % от колец Урана. Возможно, что кольца

Нептуна гораздо старше. На это же указывают их очень низкие отражательные свойства (сферическое альbedo около 6 %). Вероятно, здесь также действует механизм потемнения поверхности за счет освобождения углерода под действием бомбардировки заряженными частицами.

Продолжение следует

## Информация

### О вибрациях Солнца

Более десятилетия назад было обнаружено, что солнечная материя подвержена акустическим вибрациям, позволяющим уподобить светило некому гигантскому колоколу. Тогда же была высказана гипотеза, согласно ко-

торой изменения, происходящие в недрах Солнца в ходе 11-летнего цикла его активности, должны влиять и на характерные частоты, с которыми осуществляется эта акустическая вибрация. Однако до сих пор реальных доказательств этого не было.

Научные сотрудники Калифорнийского технологического института (США) К. Дж. Либбрехт и М. Ф. Вудард сопоставили данные о колебаниях Солнца в течение четырех месяцев 1986 г., когда активность его упала до минимума, с материалами за такой же период 1988 г. (тогда близился ее максимум).

В результате они установили, что частота вибраций Солнца в акустическом диапазоне систематически повышалась. Наблюдения также показали, что структурные изменения, ответственные за этот сдвиг частот, сосредоточены в самых внешних слоях Солнца и, вероятно, связаны с изменениями его магнитной активности.

Nature, 1990. 21.06  
Science News, 1990, 138, 1

## На орбите — комплекс «Мир»

К середине февраля истекла десятая неделя пребывания на станции «Мир» восьмой (основной) экспедиции, в состав которой вошли **Виктор Михайлович Афанасьев** (командир корабля) и **Муса Хираманович Манаров** (бортинженер).

Продолжая выполнять программу своего полета, космонавты проводили астрофизические наблюдения и технологические эксперименты (безыгельная плавка на установке «Оптизон» и др.), занимались регламентно-профилактическим обслуживанием комплекса, проверяли радио- и телевизионную связь, оценивали влияние факторов открытого космоса на элементы радиоэлектронной аппаратуры, образцы которой установлены на внешней поверхности модуля «Квант-2». Выполнялись эксперименты с магнитным спектрометром «Мария» (изучение механизма генерации элементарных заряженных частиц высоких энергий и их распространения в околоземном пространстве), проводились и медицинские обследования.

Трижды космонавты выходили в открытый космос. В ночь с 7 на 8 января во время выхода в открытый кос-

мос был исправлен наружный люк модуля «Квант-2». Во время второго выхода (23 января), продолжавшегося более пяти часов, космонавты установили на внешней поверхности комплекса и испытали устройство для монтажных работ. Это устройство представляет собой телескопическую стрелу, способную перемещать в космическом пространстве большие конструкции. Космонавты раздвинули стрелу на 14 м, оценили ее динамические и эксплуатационные параметры, сориентировали стрелу в направлении «Кванта-2». Еще одно транспортное устройство было установлено на внешней поверхности комплекса «Мир» во время третьего выхода в открытый космос (26 января, продолжительность работы — 6 ч 20 мин). Установленные транспортные устройства позволяют, в частности, осуществить перестановку солнечных батарей с одного модуля комплекса на другой.

Во время работы в открытом космосе был установлен на внешней поверхности модуля «Квант-2» спектрометр «Спрут-5» (для измерения потоков элементарных частиц в околоземном прост-

ранстве). С приборного отсека модуля дооснащения космонавты сняли аппарат «Феррит» с образцами ферромагнитных материалов. Работа на станции «Мир» продолжается. Эта станция — базовый блок многоцелевого комплекса — находится на орбите уже **пять лет** и почти четыре года эксплуатируется в пилотируемом режиме. На борту станции трудились восемь основных экспедиций и пять международных экипажей. 19 февраля В. М. Афанасьев и М. Х. Манаров проводили наблюдения и съемки участков суши и моря, оценивали влияние факторов открытого космоса на свойства материалов и готовились к новым технологическим экспериментам.

По материалам ТАСС  
Продолжение следует



Продолжение. Начало см. в №№ 3—5, 1986; 2—6, 1987; 1—6, 1988; 1—3, 6, 1989; 1—6, 1990; 1, 1991

**Загрязнение  
космического  
пространства**

По мнению зарубежных специалистов, увеличение на околоземных орбитах разнообразных фрагментов — от мельчайших кусочков краски до прекративших свое активное существование спутников и ракет, — может привести в течение ближайших десятилетий к прекращению космических полетов. Многочисленные запуски на околоземные орбиты — американских и советских космических аппаратов (КА) привели к тому, что в околоземном космическом пространстве находится приблизительно 3,5 млн различных фрагментов. Многие из них могут представлять опасность для КА.

В феврале 1989 г. в докладе американских специалистов отмечалось, что к 2010 г. на низких околоземных орбитах высотой менее 5500 км будет находиться 12 млн кг «космического мусора». Согласно прогнозу НАСА к 2010 г. на орбитах будет около 6 млн кг фрагментов.

Космическое командование США, в состав которого входят 29 комплексов с радиолокационно-оптическими средствами наблюдения за космическим пространством, отслеживают около 7 тыс. объектов. Из них только 5 % составляют действующие спутники. Еще 683 отслеживаемых объекта находятся между низкими околоземными орбитами

**В ТАБЛИЦЕ ПРИВЕДЕНЫ ДАННЫЕ О ФРАГМЕНТАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ НА ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТАХ**

Размеры, см	Количество объектов	Процент по количеству	Процент по массе
>10	7 000	0,2	99,97
1—10	17 500	0,5	0,03
<0,1—1	3 500 000	99,3	—
<b>Всего</b>	<b>3 524 500</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

и геостационарной орбитой высотой 36 тыс. км. На геостационарной орбите, куда выводятся большинство из запускаемых в мире спутников связи, находятся только 453 из отслеживаемых фрагментов.

Согласно одной гипотезе, из-за накапливающегося в космосе огромного количества фрагментов беспорядочные столкновения приведут к лавинообразному процессу вторичных столкновений («Синдром Кesslerа»). Образующийся в результате пояс из небольших фрагментов может сделать невозможным проведение космических полетов в течение нескольких веков.

По мнению специалистов НАСА, подобная критическая масса будет достигнута к середине следующего века. Однако немецкие ученые считают, что она будет достигнута значительно раньше. Они отмечают, что критическая масса должна быть лишь в 2—3 раза больше существующего в настоящее время количества из 70 тыс. фрагментов размером в 1 см и больше и что космические полеты будут невозможны уже через 20—30 лет. Орбиты ниже 1 тыс. км станут небезопасны и, таким образом, полеты будут совершаться на больших высотах. Однако на таких высотах сопротивление атмосферы

практически отсутствует, а потому фрагменты вместо падения на Землю будут там накапливаться. Посылать космонавтов на более высокие орбиты по различным причинам — не простая задача.

Как показывают расчеты на ЭВМ, даже если бы в настоящее время прекратилась всякая космическая деятельность, более половины находящихся в настоящее время объектов на орбите все еще будут находиться там в течение 50 лет. За счет торможения в атмосфере космические фрагменты будут спускаться на относительно низкие орбиты, затем входить в земную атмосферу и сгорать, уменьшая величину максимального засорения высоты 800 км и вдвое (в течение ближайших 5 лет). Второй пояс максимального засорения на высоте 1500 км останется без изменения. Через 100 лет этот пояс на высоте 800 км исчезнет, а плотность пояса на высоте 1500 км уменьшится на 15 %.

Пытаясь сократить рост количества фрагментов на низкой околоземной орбите, НАСА приняло в 1981 г. решение сделать все возможное для сведения к минимуму числа взрывов ракет на орбите.

New Scientist, 1990, 128, 1738

**Изображения  
поверхности Венеры**

Изображения поверхности Венеры, переданные с борта американского космического аппарата «Магеллан» (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 68; № 6, с. 24), ставшего ее искусственным спутником, содержат свидетельства продолжающейся на этой планете активной вулканической деятельности.

По мнению американских ученых, на последних радиолока-

ционных изображениях поверхности Венеры видна расположенная севернее ее экватора область размером с Австралию, совершенно свободная от метеоритных кратеров. Это, возможно, означает, что она покрыта застывшей лавой, излившейся при мощном извержении, происшедшем в последние несколько десятков миллионов лет. «Венера отнюдь не мертва», — было подчеркнуто на заседании Американского геофизического союза.

Как заявил научный руководитель проекта «Магеллан» в Лабо-

ратории реактивного движения НАСА Стив Саундерс, «представляется весьма вероятным, что на Венере и сегодня сохраняется вулканическая активность», хотя «Магеллан» еще и не нашел этому прямых подтверждений. Ранее он отметил, что все обнаруженные на Венере кратеры метеоритного происхождения являются относительно молодыми, исходя из чего можно предположить, что более старые аналогичные образования были уничтожены гигантскими потоками лавы. Для получения окончатель-

ных доказательств того, что и сейчас на Венере происходят извержения вулканов, «Магеллану» необходимо дважды пролететь над одними и теми же районами и зарегистрировать различия, вызванные потоками лавы. Однако такие наблюдения станут возможными не ранее весны 1991 г.

По оценкам ученых, средний возраст тех участков поверхности

Венеры, снимки которых были сделаны с помощью бортовой радиолокационной станции (РЛС) «Магеллана», составляет 400 млн лет. Для сравнения, средний возраст поверхности суши Земли соответствует 1 млрд лет, а дна океана — около 100 млн лет. Возникновение Солнечной системы произошло, по мнению ученых, 4,6 млрд лет назад.

Картографическая съемка по-

верхности Венеры с борта «Магеллана» должна завершиться 28 февраля текущего года. Разрешающая способность бортовой РЛС в 10 раз выше, чем у ранее использовавшегося для этих целей радиолокационного оборудования.

Aviation Week and Space Technology, 1990, 133, 23

## Информация

### Конференция, посвященная памяти К. А. Бархатовой

В октябре 1990 г. в Свердловске на базе Уральского университета проходила научная конференция «Проблемы физики и динамики звездных систем», посвященная памяти крупного ученого, педагога и организатора науки, создателя и руководителя астрономической обсерватории на Урале, профессора Клавдии Александровны Бархатовой, безвременно ушедшей из жизни 19 января 1990 г.

К. А. Бархатова родилась 7 ноября 1917 г. в Нижнем Тагиле в семье рабочего-большевика. Трудным было детство, но именно тогда, в 10-летнем возрасте пробудился в К. А. Бархатовой интерес к звездному небу. Окончив школу в Свердловске, Клавдия Александровна поступила в Уральский университет, где в то время существовала кафедра астрономии, душой которой был большой энтузиаст науки С. В. Муратов. В 1943 г. К. А. Бархатову направили в аспирантуру Московского университета к профессору П. П. Паренаго (1906—1960), где она приступила к исследованиям рассеянных звездных скоплений.

Работая над диссертацией, К. А. Бархатова переопределила и уточнила расстояния до 334 скоплений, обнаружила зависимость видимых угловых диаметров скоплений от величины межзвездного поглощения света, изучила пространственное распределение скоплений в Галактике. Защита диссертации состоялась в 1948 г., и К. А. Бархатова, невзирая на уговоры остаться в Москве,

поехала на Урал «делать астрономию».

В Свердловске дела шли не лучшим образом: в 1949 г. скончался С. В. Муратов, была закрыта кафедра астрономии. И декану физмата Уральского университета К. А. Бархатовой пришлось все начинать с нуля. И вот результаты: в 1960 г. восстановлена кафедра астрономии (естественно, что именно Клавдия Александровна стала ее руководителем), в 1961 г. начато строительство загородной астрономической обсерватории, вступившей в строй в 1966 г.

В 1968 г. К. А. Бархатовой присвоено звание профессора, а через год она возглавила созданный при Министерстве высшего и среднего специального образования РСФСР Головной совет по астрономии. Ученики К. А. Бархатовой защитили 7 кандидатских диссертаций и 2 готовятся к защите.

В последние годы Клавдия Александровна изучала комплексы рассеянных звездных скоплений, продолжала работы по уточнению шкалы галактических расстояний, исследовала отдельные скопления. Всего ею опубликовано более ста научных работ, в том числе четыре тома «Атласа диаграмм «цвет-величина» звездных скоплений».

Большая научная, педагогическая и организационная работа К. А. Бархатовой отмечена орденом «Знак Почета» и медалями. Клавдия Александровна была членом МАС (с 1951 г.), членом Астросовета АН СССР, членом ЦС ВАГО, других общественных организаций, председателем рабочей группы «Звездные скопления».

На конференцию, посвященную памяти К. А. Бархатовой, собрались представители ГАИШ, ЛГУ и других организаций. Научные доклады были посвящены различным аспектам изучения Галакти-

ки, звездных скоплений, звездных систем. Профессор Т. А. Агекян (ЛГУ) сделал подробный обзор особенностей движения звезд в поле ротационно-симметричного потенциала. О моделировании звездных систем рассказали соавторы Клавдии Александровны, из ЛГУ Л. П. Осипков и С. А. Кутузов.

Проблеме строения и кинематики Галактики были посвящены доклады Е. Д. Павловской (ЛГУ), Р. Б. Шацовой (ГАИШ), Р. Г. П. Интересный доклад о применении «звездного спидометра», для оценки содержания металлов в звездных атмосферах сделал А. С. Расторгуев (ГАИШ). Глобальные проблемы эволюции звездных систем были освещены в докладе Ф. А. Цицина (ГАИШ).

Особое место в работе конференции заняли доклады и сообщения, сделанные непосредственными учениками К. А. Бархатовой. Три доклада на сходную тему сделали В. М. Данилов, Г. В. Бешенов и А. Ф. Селезнев. Особенность этих работ состоит в том, что если первая теоретически обосновывает уменьшение размеров скопления с расстоянием от центра комплекса и последующий их рост в поле Галактики, то вторая подтверждает это путем численного моделирования, а третья — дает, хотя и неуверенное, подтверждение на основе наблюдательных данных о скоплениях в окрестностях Солнца. Т. П. Герасименко рассказала о фотометрических исследованиях скоплений, а Н. В. Маткин — о возможных кратных скоплениях, выявленных им (совместно с А. В. Локтиным) на основе анализа фотометрических данных с помощью ЭВМ.

А. Е. ВАСИЛЕВСКИЙ  
зав. кафедрой астрономии  
и геодезии Уральского  
государственного университета,  
доцент



## Из истории науки

# Юбилей старейшей научной академической организации

В октябре 1990 г. исполнилось 75 лет Комиссии АН СССР по изучению производительных сил и природных ресурсов (КЕПС).

В мае 1915 г. группа русских академиков — В. И. Вернадский, А. П. Карпинский, Н. С. Курнаков, Б. Б. Голицын, Н. И. Андрусов — выступили с предложением создать в Российской Академии наук постоянно действующую Комиссию по изучению естественных производительных сил. В ее состав вошли 109 крупных ученых России, в том числе Д. Н. Анучин, Л. С. Берг, В. А. Обручев, Д. Н. Прянишников, П. Б. Струве, А. П. Семенов-Тянь-Шанский, В. Н. Сукачев, М. И. Туган - Барановский, Б. А. Федченко, А. Е. Ферман, О. Ю. Шмидт. Это была первая массовая научная организация, которая начала проводить активную творческую работу по оценке природных богатств России. Потребность в таких исследованиях особенно стала ощутимой в годы первой мировой войны, когда обнаружилась сырьевая зависимость России от других стран, в том числе и от Германии. Но самым тяжелым было положение с топливом и металлом.

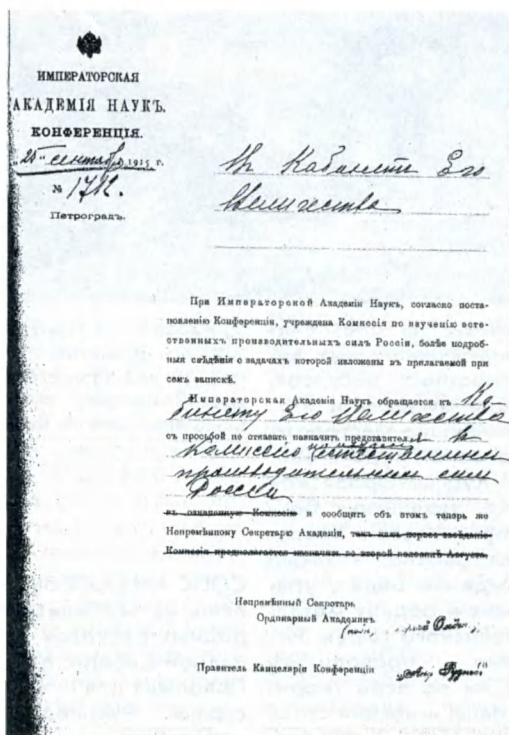
Первое заседание Комиссии состоялось 24 октября 1915 г., председателем КЕПС стал академик В. И. Вернадский. Уже в первые годы сво-

ей деятельности КЕПС активно стала заниматься разнообразными проблемами народного хозяйства. В составе Комиссии по изучению естественных производительных сил появились несколько отделов и на базе их позднее были образованы первые в Советской России научно-исследовательские институты: Радия, Платины, Географии, Физико-Химического анализа, Почвенный, Оптический,

Документ, которым Императорская Академия наук извещает Российское правительство (кабинет Его Величества) об учреждении Комиссии по изучению естественных производительных сил России

Опытной агрономии, Горнохимического сырья, Петрографического и др.

Огромную роль в деятельности Комиссии играли экспедиционные исследования,





направленные на обеспечение страны важнейшими видами природных ресурсов. Экспедиции открыли и изучили крупнейшие месторождения железной руды в Белгородско-Курско-Орловской провинции, тихвинских бокситов, нефти и газа в Урало-Волжском районе, а также месторождений радия, урана, цветных и редких металлов, химического сырья. Исследования проводились практически по всей территории страны и носили столь разносторонний характер, что на базе экспедиций впоследствии удалось организовать филиалы Академии наук — Кольский, Коми, Башкирский, Якутский.

В 1930 г. при реорганизации Академии наук СССР на базе КЕПС был образован Совет по изучению производительных сил (СОПС), который продолжил начатую Комиссией работу.

В годы Великой Отечественной войны деятельность

На одной из научных конференций по развитию производительных сил Казахстана (70-е годы). В центре — председатель КЕПС академик А. В. Сидоренко

СОПС АН СССР была направлена на мобилизацию природных ресурсов Урала, Западной Сибири, Казахстана и Поволжья для нужд обороны страны. Руководили этими работами академики В. Л. Комаров, И. П. Бардин, С. Г. Струмилин. В 1941—1944 гг. проводилась работа по использованию сырьевых и энергетических ресурсов Урала, способствовавшая созданию здесь новых промышленных центров. В 1942—1946 гг. Волго-Башкирская экспедиция продолжала комплексные геологические исследования района «Второе Баку», уточнила наиболее перспективные площади

промышленных запасов нефти.

В послевоенные годы СОПС АН СССР в своей деятельности переключился главным образом на проведение комплексных экспедиционных исследований, конференций и совещаний по проблемам развития и размещения производительных сил. В результате исследований, проведенных в 1945—1950 гг. под руководством академиков И. П. Бардина и Э. В. Брицке, удалось научно обосновать строительство Череповецкого металлургического завода на базе использования кольских железных руд, печорских коксующихся углей и металлолома Северо-Западного экономического района. Крупные экспедиции СОПС АН СССР — Красноярская, Якутская, Забайкальская и советско-китайская Амурская — впервые разработали предложения по эффективному использованию природных ресурсов



На юбилейной сессии 17 октября 1990 г. В президиуме сессии — президент и вице-президент АН СССР академики Г. И. Марчук и Н. П. Лаверов



Председатель КЕПС академик А. Г. Аганбегян

и развитию экономики регионов Сибири и Дальнего Востока.

В 1960 г. Совет по изучению производительных сил из Академии наук СССР был передан в Госэкономсовет, а позднее в Госплан СССР, где главной задачей Совета стала разработка основного предпланового научного документа — Генеральной схемы размещения производительных сил СССР. Вместе с тем в Академии наук сохранялась необходимость в работах — теоретических и прикладных — для решения крупнейших отраслевых и региональных проблем развития производительных сил на длительный период. Чтобы активизировать эту деятельность, в 1967 г. Комиссия по изучению производительных сил и природных ресурсов (КЕПС) была восстановлена при Президиуме АН СССР. Ее важнейшими функциями стали разработка научно-технических проблем обеспечения народного хозяйства природными ресурсами на длительную перспективу и подготовка научно-технических предложений по промыш-

ленному и сельскохозяйственному развитию крупных регионов с высокой концентрацией природных ресурсов.

Среди проведенных КЕПС с тех пор работ, связанных с прогнозированием развития производительных сил и комплексным использованием природных ресурсов, назовем лишь некоторые: Это «Прогноз использования топливно-энергетических ресурсов, развития топливной промышленности, энергетики и топливно-энергетического баланса СССР до 2000 года», «Состояние с потерями полезных ископаемых при их добыче и первичной переработке», «Проблемы комплексного использования месторождений полезных ископаемых», «Водные ресурсы СССР и прогноз их использования», «Прогноз использования лесных ресурсов», «Региональные проблемы развития производительных сил СССР».

Работа над этими проблемами продолжается в КЕПС и сегодня. Кроме того, Комиссия осуществляет научные исследования, научно-методическое руководство и координацию работ по таким, например, важнейшим прогнозным документам, как «Региональные проблемы социально-экономического и

научно-технического развития СССР», «Комплексный прогноз социально-экономического и научно-технического развития СССР на 1996—2015 годы», «Прогнозная экономическая оценка обеспеченности народного хозяйства СССР природными ресурсами». К этим работам привлечены более 100 научных организаций во всех союзных республиках.

Среди экспедиционных исследований последних лет самой крупной была Прикаспийская экспедиция, которую возглавлял председатель КЕПС академик А. Г. Аганбегян. Экспедиция исследовала природно-ресурсные и социально-экономические факторы развития Прикаспийского региона.

Итоги многолетней плодотворной научной деятельности Комиссии были подведены на совместной сессии КЕПС, Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук АН СССР, Отделения океанологии, физики атмосферы и географии АН СССР, Отделения физико-технических проблем энергетики АН СССР и От-

деления экономики АН СССР. Сессия состоялась 17 октября 1990 г. в Доме Союзов. После вступительных слов президента АН СССР академика Г. И. Марчука и председателя Государственного комитета по науке и технике академика Н. П. Лаверова на сессии обсуждался широкий круг проблем, которые раз-

рабатывает сегодня Комиссия по изучению производительных сил и природных ресурсов АН СССР. Это и минерально-сырьевые основы экономического развития и суверенитета, и прогноз развития и размещения топливно-энергетического комплекса, и проблемы комплексного освоения природных ресурсов Карелии, и рацио-

нальное природопользование в горных условиях и многие другие вопросы, связанные с развитием производительных сил и использованием природных ресурсов на территории нашей страны.

**В. А. ШЕЛЕСТ,**  
заведующий лабораторией КЕПС  
**Г. П. САЛАХОВА,**  
ученый секретарь КЕПС

**НОВЫЕ КНИГИ  
ИЗДАТЕЛЬСТВА  
«НАУКА»**

## Исследователи гор и пустынь

Научно-популярная книга Э. М. Мурзаева «В сердце Азии» (1990 г.) посвящена советским исследователям Средней и Центральной Азии. Автору посчастливилось работать с героями книги в течение десятилетий. Эти люди, принявшие научную эстафету от П. П. Семенова-Тянь-Шанского, Н. М. Пржевальского, Н. А. Северцова, побывавшие в труднодоступных пустынных и горных областях самого большого на планете материка, отдали много



сил и времени изучению его природы.

Книга содержит семнадцать очерков о советских географах и путешественниках. Это П. К. Козлов — большой знаток природы Монголии; С. Ю. Геллер — один из первых советских исследователей пустыни Каракум; палеонтолог и писатель-фантаст И. А. Ефремов; исходивший тысячи километров по Дальнему Востоку и среднеазиатским горам К. В. Станюкович; изучавший оледенение Северного Памира К. К. Марков. Этих людей роднит преданность науке, высокое чувство долга и огромное трудолюбие.

Очерки Э. М. Мурзаева, отдающие дань признательности пока мало известным исследователям, пополнят страницы великой, но еще не законченной летописи географических открытий.

## Информация

### Школьная астрономическая конференция

4—5 ноября 1990 г. в г. Одессе состоялась республиканская научно-практическая конференция школьников, организованная республиканской и Одесской областной станциями юных техников. На конференции были представлены наблюдательные и теоретические работы, по которым проходил раздельный конкурс.

Первое место по результатам конкурса практических работ занял Назар Сушко (X класс,

г. Львов), представивший доклад «О переменности периодов миррид». Он оценил блеск пульсирующей переменной звезды с мазерным излучением R Кассиопеи (Земля и Вселенная, 1988, № 2, с. 17; № 5, с. 83) по архивным фотонегативам Астрономической обсерватории Львовского университета, определил моменты максимумов и отметил переменность продолжительности периода. Второе место заняла Евгения Гаврилова (XI класс, г. Запорожье), представившая результаты наблюдений двух звезд типа RR Лирь по фотонегативам Одесской стеклотехники и программы их обработки на ПЭВМ. Третье место было присуждено Владимиру Кашишину (XI класс, г. Стаханов)

за коллективную работу кружка по исследованию изменений чисел Вольфа, характеризующих солнечную активность.

Среди теоретических работ первое место было присуждено Александру Базевичу (X класс, г. Львов) за доклад «Фундаментальные константы и антропный принцип», а второе место заняла Анна Козловская (IX класс, г. Симферополь) за обзор результатов работы Астрономической секции Крымской Малой Академии наук «Искатель» и свой вклад в исследование метеоров.

**И. Л. АНДРОНОВ,**  
доцент кафедры астрономии  
Одесского госуниверситета



# Результаты первого пуска на Байконуре

А. А. МАКСИМОВ

Итак, 15 мая 1957 г. в 19 ч 05 мин Московского времени с полигона Тюратам (будущий космодром Байконур) был произведен первый пуск межконтинентальной ракеты Р-7, проложившей дорогу в космос. Ракета пролетела 103,6 с, а затем сработала система аварийного выключения и ракета упала в районе 300—500 км от старта (Земля и Вселенная, 1991, № 1, с. 93.— Ред.).

Это была ракета новой «пакетной» схемы, в 5—8 раз по своим показателям мощности превышающая все, что было тогда достигнуто в ракетной технике. Ракета поднялась, пролетела сотни километров, устойчиво управлялась в полете, сработали все многочисленные сложнейшие системы стартового комплекса и т. д. В целом это был большой успех. Мы «ликовали» часов до трех ночи, так как следующий день объявили днем отдыха для боевого расчета. Но отдохнуть удалось далеко не всем. Был тотчас же составлен круглосуточный график работ. Началась напряженнейшая, требующая огромного внимания, адская, кропотливая, изнурительная работа по разметке, расшифровке записей на фотопленках, магнитных и бумажных лентах, нужно было строить графики и таблицы, показывающие «поведение» в полете всех многочисленных наземных и бортовых систем, механизмов и агрегатов. Требовалось «носить» около 20 км различных записей, а некоторые из них приходилось «растягивать», чтобы миллиметр за миллиметром тщательно изучить.

Сформировали группы поиска остатков ракеты. В состав каждой группы входили гражданские и военные специалисты. Они умели по конструкции ракеты, двигателям и двигательным установкам, системам управления и регулирования опознать соответствующие найденные детали, оценить их состояние и дать заключение. Первая группа (цепь из солдат и офицеров) проводила поиск вблизи стартового сооружения, и в степи в трех-четыре километрах от старта. Вторая группа на вездеходах

обследовала район на удалении до 50 км. Третья группа на самолете (АН-2) облетела на бреющем полете район от 50 до 100 км. Четвертая — от 100—150 км изучала всю остальную трассу полета (до 500 км). К исходу дня обнаружили места падения некоторых блоков. К этим местам направлялись самолеты. Вылетали к найденным блокам Митрофан Иванович Неделин и Дмитрий Федорович Устинов.

17 мая возвратившийся из полета Константин Николаевич Руднев и другие товарищи доложили Госкомиссии, что пока обнаружены все боковые блоки, кроме блока «Д» и «центрального». Найденные блоки были почти целы, многие агрегаты оказались неповрежденными.

18 мая заседала Госкомиссия, которая заслушала первые результаты и предварительные соображения экспертов. Было много споров и гипотез. Создали три подкомиссии. Одна из них должна была изучать и анализировать все материалы пуска и определять возможные причины ненормальностей в первом полете. Вторая — анализировала наземное оборудование. Третья — выясняла причины обрыва обнаруженной «холодной колодки», необходимой для подпитки ракеты жидким кислородом и азотом. Рассмотрен был вопрос о сроках подготовки очередной ракеты № 6Л — вывоз на старт до 25 мая 1957 г.

Мне довелось работать в третьей поисковой группе на самолете АН-2. Наш район поиска от 50 до 100 км оказался «пустым»: все, что оторвалось от ракеты в момент старта, упало ближе к старту и оказалось в районе первой поисковой группы, а что оторвалось в момент аварийного выключения ракеты, улетело дальше по трассе полета. Работа в этой группе чуть не сделала меня «врагом народа», по старым временам она могла бы стоить жизни или ссылки на Магадан «за умышленное отравление маршала М. И. Неделина»(!) А случилось вот что. 16 мая, на другой день после пуска, еще не очнув-



Памятник Сергею Павловичу Королеву на Байконуре

шись толком от ночного «ликования», мы примерно в 13 ч получили команду срочно собраться, выехать на аэродром и на самолете АН-2 обследовать назначенный район. Старшим был один из конструкторов-испытателей В. М. Пескарев. Из военных отправились двое: я и старший лейтенант Ю. А. Фатуев.

Жара стояла невыносимая. Гражданские в «бобочках» и легких брючках, а мы в гимнастерках со стоячими воротниками, галифе, сапогах и при портупях. Весело? Да, если бы не было так тяжело. Первая мысль — взять с собой воду для питья. Сырую воду употреблять нельзя. Бросились за минеральной или соком в магазин и столовую, но все закрыто до 14 ч. Ждать не было времени. Решили отправиться на десятую площадку — это жилой городок семей офицерского состава полигона на берегу Сырдарьи и по пути к аэродрому в городке купить воды или сока. Однако и тут неудача — из-за жары во всем Тюра-Таме был двухчасовой перерыв до 15 ч. Тогда товарищи насели на меня: «Ты секретарь Госкомиссии, а потому иди в их столовую для начальства!» Явился я к официантке Ирине (Ирина — она же за-

ведующая столовой), которая меня хорошо знала и дала 10 бутылок минеральной воды. Ирина потребовала вернуть все пустые или полные невыпитые бутылки, так как за каждую бутылку она отчитывалась перед КГБ. Я пообещал это сделать. На самолете бутылки завернули в брезент и мы полетели. Нас было человек семь-восемь. Шли на бреющем от 50 до 200 м от Земли. Жара ужасная! Гражданские летчики сидели в них плавочках или трусах, а мы — в форме. Восходящие и нисходящие потоки воздуха бросали самолет из стороны в сторону, вверх, вниз. Летчики с трудом держали управление. Люди и вещи летали по кабине из угла в угол. Некоторых начало «выворачивать наизнанку». Сидим на полу, вцепившись в лавочки по борту самолета, и, прильнув к иллюминатору, осматриваем однообразную пустыню. Летчики взмолились разрешить им лететь чуть выше, чтобы не разбиться. Пройдя два-три раза все маршруты, убедились, что в нашем районе обломков ракеты не оказалось. Полетели в Джусалы ужинать (пообедать так и не пришлось). Джусалы — это железнодорожная станция, небольшой городок примерно в ста километрах южнее Тюра-Там.

Полужинали в ресторане на аэродроме, жара спала — жизнь стала веселей! Перед самым заходом солнца сели на свой аэродром. Я собрал бутылки — часть пустых, часть полных, но одной не хватало. Кто-то полез в самолет и принес запечатанную бутылку нарзана. Я сказал, что нарзан я в столовой не брал. Всем хотелось поскорей домой, а не искать какую-то бутылку. Но все-таки все бутылки надо было занести в столовую и сдать Ирине. Принес Ирине бутылки и говорю, что одна с нарзаном — перепутали летчики. Она обрадовалась: «Вот и хорошо! Маршал любит нарзан, а у меня он кончился». С этими словами она спрятала бутылку в холодильник. На следующий день, под вечер, мне звонит порученец Неделина (полковник Губа) и спрашивает, что за бутылку с нарзаном я отдал Ирине. Я ему объяснил. «А что в ней было?» — «Не знаю». — «Наверное, нарзан. Ты ее придержи, а я найду летчиков, узнаю у них и доложу». Но летчиков уже не было — они улетели на поиск, а я звонку не придавал значения. С полковником Губой мы были давно в хороших отношениях. 19 мая, в первый настоящий выходной за месяц с лишним работы, я, пользуясь привилегией секретаря Госкомиссии, взял машину и мы отправились купаться в Сырдарье. По пути заглянули в магазин, где я увидел летчиков, с которыми мы летали. Спросил,



Так выглядит сегодня район первого пуска

конечно, о бутылке с нарзаном и сказал, что она попала к Неделину. Летчикам было не до нарзана, и я ничего не выяснил. Мы вышли из магазина и по дороге встретили майора Сало — адьютанта Неделина. Я с ним был хорошо знаком, но сразу же заметил, что он со мной разговаривает сухо, настороженно и отчужденно. Я и его спросил о бутылке с нарзаном, а он ответил, что ее... отправили в Ташкент. Я очень удивился: «Что за глупости? Кто приказал?» — «Приказал маршал Неделин исследовать, а ему доложил полковник Губа». Дело передали в военную контрразведку. Тут я понял, наконец, что все не так-то просто и что надо срочно действовать. Вернулся в магазин к летчикам, уговорил их и майора Сало поехать со мной на машине в особый отдел. Приехали, представляюсь дежурному. Оказывается, меня уже искали, да и на железнодорожную станцию патруль выслал меня отлавливать! Меня тут же поместили в отдельную комнату, а всех других — по разным комнатам. Минут через 20 приходит начальник особого отдела и начинает «дружескую» беседу. Одновременно «сняли допрос» с летчиков и майора Сало. Часа через два нас

отпустили. Я все время относился к этому легко, даже с юмором. Но, когда вышел, понял, что мог бы и не выйти. Иду опять к Ирине. Она говорит, что утром на следующий день после нашего полета майору захотелось пить. Он позвонил Ирине и сказал, что пить хочет маршал. Она принесла злосчастный нарзан. Сало хватанул «из горла» и... задохнулся: в бутылке была не вода, а необходимая летчикам спирто-водно-глицериновая смесь! Через некоторое время он доложил об этом Губе. Тот бутылку забрал, позвонил мне и как будто бы успокоился. Но... к вечеру Сало от выпитого глицерина «прохватило». Он вызвал личного врача Неделина — довольно туповатого майора. Утром в бутылке, которая стояла в холодильнике, появились звездочки от замерзшей воды, глицерин же со спиртом расслоился. ЧП! Доложили Неделину. Маршал позвонил в особый отдел... и началось! Выяснив все это, я понял, что мое освобождение может быть и не очень продолжительным... Как быть? Принимаю решение — все рассказать председателю Гос-

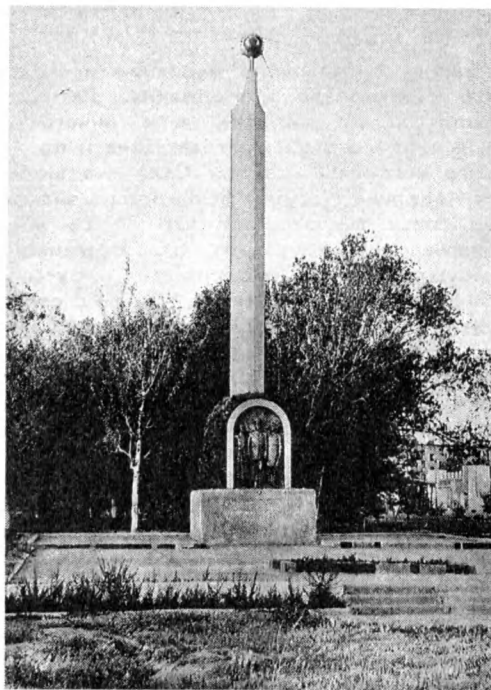


Площадь Королева в г. Ленинске — административно-жилом центре Байконура

комиссии В. М. Рябинову. Тот расхохотался, отпустил ряд нелестных и остроумных колкостей в адрес участников «дела» и поручил члену Госкомиссии Макарову приглушить всю эту мышиную возню. Только после этого я немного успокоился.

На другой день и все последующие дни работа шла по двум направлениям. Во-первых, анализировались результаты пуска по всем видам добытой информации. Крупица за крупицей собирались и сопоставлялись факты и материалы. Во-вторых, продолжалась подготовка в Монтажном корпусе (МИКе) к пуску следующей ракеты (№ 6Л).

Как всегда, восхищала воспитанная С. П. Королевым самоотверженность людей, их любовь и преданность своему делу, патриотизм и даже фанатизм. Люди не имели громких титулов и высоких званий, но обладали большим опытом, прекрасно ориентировались в своей области техники и смежных с ней областях. В трудных условиях тропической жары, пыльных бурь и вихрей, без воды, с «волосатой бараниной» на завтрак, обед и ужин, люди добросовестно работали,



Памятник первопроходцам Байконура

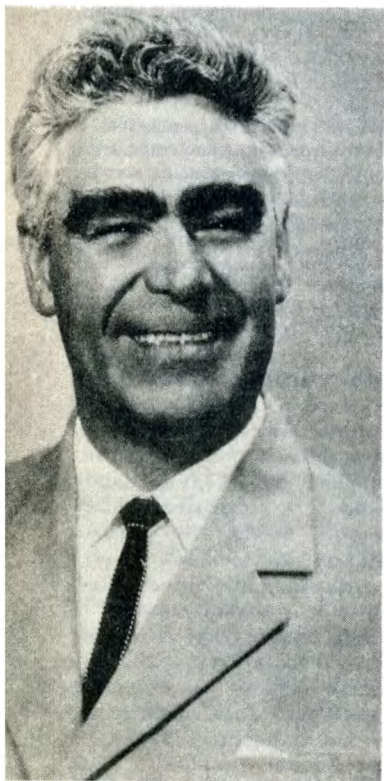
забывая о себе и семье. Никто не ныл, не стонал, никаких «анонимок» не писали. Величайшая скромность. Чем дальше уходит это время, тем больше я восхищаюсь подвигом этих людей, сравнивая с подвигом в годы Великой Отечественной войны. Я счастлив, что жил и работал вместе с ними.

К 25 мая подкомиссия генерала А. Г. Мрыкина, в которой и мне довелось напряженно работать, завершила свою работу и представила на утверждение Госкомиссии отчет о причинах аварии. Госкомиссия акт утвердила единогласно, хотя и были «схватки боевые». Даже перерыв объявляли для примирения сторон. В акте был дан анализ всего процесса подготовки и проведения пуска. В результате установлена достаточно точная и полная картина всего, что произошло, в строгой последовательности до долей секунд. По записям телеизмерений при старте ракеты отмечен ненормальный наддув азотом баков блока («Д»), тяга двигателей после выхода на режим номинального значения не достигала процентов на 20. Давление наддува в баках постепенно падало. Примерно на 96 секунде началось резкое падение тяги в двигателе, а на 103,6 секунде отмечено «неорганизованное» отделение блока от

«пакета». До разделения ступеней не хватило каких-то 10 секунд! Ракета потеряла устойчивость полета, дана команда на аварийное выключение двигателей всех блоков. Осмотр отсеков материальной части показал, что во время старта произошли прогары хвостового отсека блока «Д», которые привели к пожару внутри блока «Д» и разрушению ряда трубопроводов.

Вывод: наиболее вероятная причина аварии — пожар, возникший в хвостовом отсеке в момент старта, который постепенно развивался и привел к разрушению магистралей наддува баков и некоторых топливных трубопроводов. Пожар возник в результате прогара стенки хвостового отсека блока от теплового излучения при запуске соседних двигателей. Пожару способствовало нарушение продувки этого хвостового отсека азотом при старте и в полете. Негерметичность отдельных трубопроводов вызвала течь компонентов топлива и усиление пожара.

Проведенный анализ позволил двигаться дальше и провести необходимые технические доработки. На это потребовалось время и новые усилия людей. Девиз работы — «Качество, качество, еще раз качество и надежность!» — нужно было неуклонно выполнять.



Недавно скорпостижно скончавшийся автор этих очерков (Земля и Вселенная, 1990, № 5, 1991, № 1—2) — кандидат технических наук Александр Александрович Максимов (1923—1990), участник Великой Отечественной войны, после окончания в 1953 г. Военной академии имени Ф. Э. Дзержинского всю свою жизнь посвятил развитию ракетной техники и космонавтики. В 1957 г. в составе Государственной комиссии участвовал в подготовке и осуществлении первых в мире запусков межконтинентальных баллистических ракет и первого в мире советского искусственного спутника Земли. Вся его дальнейшая творческая и организаторская деятельность была непосредственно связана с разработкой, испытаниями и внедрением в производство и эксплуатацию новых образцов ракетно-космической техники. В качестве члена и председателя Государственных комиссий участвовал в подготовке и осуществлении запусков космических аппаратов научного, народнохозяйственного и оборонного назначения, включая систему «Энергия» — «Буран».

Генерал-полковник А. А. Максимов — Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий, награжден многими орденами и медалями Советского Союза и зарубежных стран.

Память об Александре Александровиче навсегда останется в сердцах его друзей, коллег и многочисленных читателей нашего журнала.

Б. А. ПОКРОВСКИЙ,  
член Бюро Президиума Федерации  
космонавтики СССР

## IX съезд ВАГО

С 24 по 29 сентября 1990 г. в г. Новосибирске состоялся IX съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества. В работе съезда участвовали представители из 52 отделений ВАГО (251 человек). Съезд проходил в Доме политпросвещения. Там были организованы пленарные заседания, научно-техническая конференция в четырех секциях, экспонировалась выставка приборов и технологий, показывающая автоматизацию инженерно-геодезических работ.

Съезд открыл президент ВАГО член-корреспондент АН СССР Ю. Д. Буланже, он обратился к съезду с кратким приветственным словом. В своем выступлении Ю. Д. Буланже подчеркнул, что в новых условиях деятельности Общества необходимо обратить особое внимание на повышение активности членов Общества, популяризацию астрономии и геодезии среди населения (в первую очередь среди молодежи), развитие научных и производственных хозяйственных работ.

Доклад о деятельности ВАГО за 1986—1990 гг. и задачах Общества на последующий период сделал первый вице-президент ВАГО Г. С. Хромов. В докладе отмечалось, что из Общества вышли Эстонское и Латвийское отделения, ряд отделений прекратил свою деятельность, но за истекшие пять лет организованы новые отделения (Гурьевское, Мордовское, Кировское, Ровенское, Мурманское).

Начатый в 1988 г. эксперимент по развитию хозяйственных работ в Обществе был хорошо воспринят во многих отделениях (выше 25).

Укрепление материальной базы Общества дало возможность

организовать и провести в 1990 г. ряд экспедиций по наблюдению солнечного затмения 22 июля 1990 г., а также экспедиции по наблюдению серебристых облаков и др. Развитие любительских астрономических наблюдений, изучение основ астрономии, геодезии и топографии, издательская деятельность нуждаются в материальной поддержке. Очевидно, взят правильный курс на развитие хозяйственной деятельности Общества. В деятельности Общества определились несколько важных для страны научно-организационных направлений: организация топографо-геодезических работ в стране, координатно-временное обеспечение нужд науки и производства, создание Единого государственного кадастра страны — многоцелевой системы учета недвижимости.

В работе научно-технической конференции приняли участие 194 человека (в программу было включено 72 доклада и дополнительно поступили заявки еще на 34 доклада). Во всех секциях заслушано и обсуждено 75 научных и научно-технических докладов. В них обсуждались основные проблемы геодезии, современная технология геодезических и топографических работ, новые высокоточные средства геодезических измерений, эффективные методы математической обработки результатов измерений, вопросы автоматизации инженерно-геодезических работ и концепции создания подсистем городского кадастра. Интерес вызвали доклады, посвященные научным и научно-методическим вопросам астрономии, новым проектам космических миссий к ядрам комет, открытиям с борта «Вояджер-2»,

проблемам перестройки в астрономическом образовании, службе планет, подготовке нового звездного атласа.

Съезд одобрил деятельность Центрального совета ВАГО и принял резолюцию, в которой отражены состояние и сформулированы новые задачи на последующий период (Циркуляр ВАГО № 50, Сообщения ЦС ВАГО № 18).

Съезд вновь избрал Юрия Дмитриевича Буланже президентом ВАГО. Избран новый состав Центрального совета (65 человек) и Центральная ревизионная комиссия (10 человек). Четырнадцать членам ВАГО было присвоено звание «Почетный член ВАГО».

На I Пленуме ЦС ВАГО (девятого созыва), который состоялся сразу же после съезда, был избран Президиум Центрального совета ВАГО (17 человек), председатели секций отделов и комиссий ЦС ВАГО. Председателем Центральной ревизионной комиссии избран Валентин Дмитриевич Власов.

Работа съезда освещалась в местных газетах и по телевидению. Специальный выпуск многотиражной газеты № 8 «Сигнал» ВПО «Инженерная геодезия» был посвящен деятельности ВАГО, в следующих номерах этой газеты помещены материалы о самом IX съезде ВАГО.

*Н. Н. СПАССКИЙ,  
ученый секретарь ВАГО*

## Гипотезы, дискуссии, предложения

# Экран для предотвращения перегрева Земли и планет

А. В. ЛУКЬЯНОВ,  
кандидат физико-математических наук,  
МГУ, Физический факультет

### ОПАСНОСТЬ ПЕРЕГРЕВА ЗЕМЛИ

Рост энергопотребления, особенно сжигание топлива, привел к некоторому повышению средней глобальной температуры. Загрязнение земной поверхности промышленными отходами уменьшает ее способность отражать солнечный свет (альбедо) и также ведет к росту температуры. Существуют разные мнения о последствиях потепления. Некоторые ученые считают его даже желательным. Однако большинство видит в нем серьезную угрозу. Поэтому обсудим худшее.

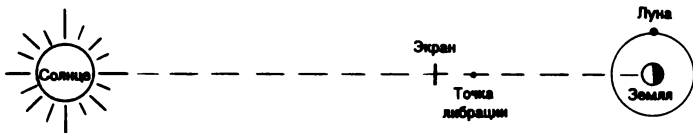
По мнению члена-корреспондента АН СССР М. И. Будыко, повышение средней глобальной температуры лишь на  $0,1^\circ$  (это близко к наблюдаемому!) может иметь негативные последствия. Увеличение средней глобальной температуры на  $1^\circ$  может привести к значительному изменению движения воздушных масс и влагообмена и иметь весьма серьезные хозяйственные и социальные последствия. Нельзя смешивать глобальные изменения температуры с

**В нашу эпоху технический прогресс, экология и освоение космоса переплелись в единую неразделимую систему. Автор предлагает одно из радикальных средств решения глобальной экологической проблемы.**

местными погодными температурными колебаниями. Выяснилось, что даже небольшое глобальное потепление может привести к явлениям, которые многократно усилят этот эффект. Так, например, некоторые ученые обращают внимание на увеличение количества метана в атмосфере над тундрой Канады и Сибири и сокращение зоны вечной мерзлоты. Они считают, что если тундра будет продолжать нагреваться, то по мере оттаивания замерзших болот из них будет выделяться огромное количество метана, скованного сейчас вечной мерзлотой. Это приведет к увеличению «парникового эффекта» и еще большему потеплению. В итоге может еще больше усилиться таяние снегов в Заполярье, что приведет к

дальнейшему увеличению выделения метана и к существенному уменьшению альбедо, а в конечном счете к катастрофическому потеплению всей биосферы, испепеляющему все живое. Это лишь один пример возможного механизма нарастания катастрофического потепления. Появление нефтяной пленки на поверхности океана уменьшит испарение. Уменьшение облачности может привести к уменьшению альбедо. Непредсказуемым образом могут повлиять также изменение количества микроводорослей в океане, вызванное примесями в сточных водах, лесные пожары и т. д. Возможно, что в природе существуют и «обратные» механизмы. Тогда все это окажется не так уж страшно, но риск нужно свести к минимуму.

Выход многие видят в применении энергосберегающих технологий и борьбе с загрязнением природной среды. Однако возможности экономии энергии ограничены, и человечество все же будет вынуждено наращивать потребление энергии. Оно рано или поздно подойдет к опасной черте, которую можно и не заметить.



Расположение экрана относительно Солнца и Земли. Маленькое, но массивное тело, находящееся в точке либрации на расстоянии  $l_0 = 1,49$  млн от Земли, под действием притяжения Земли и Солнца движется вокруг Солнца с угловой скоростью Земли. На движение тонкого экрана влияет световое давление, поэтому его нужно располагать дальше

исследовать влияние небольших изменений глобальной температуры на природу и управлять погодой.

Полный поток (N) солнечной энергии, падающей на Землю, равен  $1,73 \cdot 10^8$  ГВт. Поглощается около  $1,1 \cdot 10^8$  ГВт. Это в  $10^4$  раз больше современного среднего мирового энергопотребления и в  $10^3$  раз больше по-

ненность около 0,001—0,002, а для уменьшения на  $5^\circ$  около 0,05—0,08.

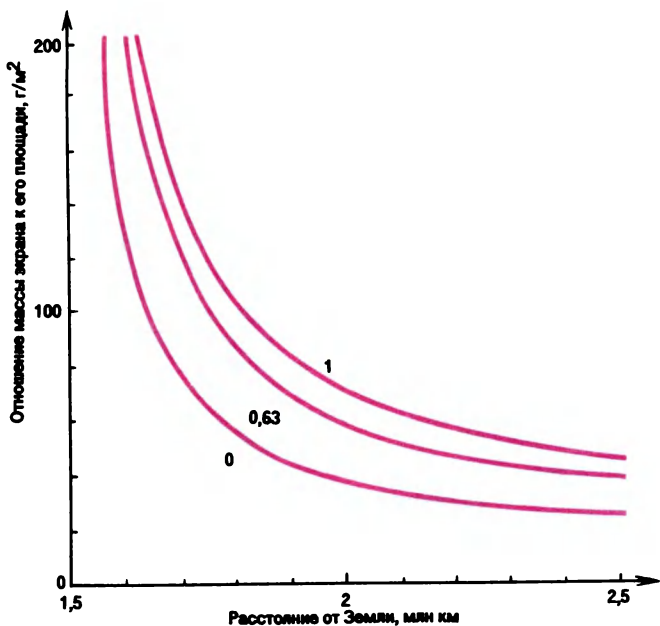
## РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭКРАНА

Возможны различные варианты размещения экрана. Можно, например, разместить серию небольших экранов на околоземных орбитах. Однако засорение околоземного космоса также нежелательно. Поэтому предлагается поместить экран на большом расстоянии от Земли в «точке светогравитационного равновесия». Она находится между Землей и Солнцем, где сумма центробежной силы, силы светового давления и сил притяжения Земли и Солнца равна нулю. Ее расстояние (l) от Земли зависит от свойств экрана.

При заданной затененности масса экрана будет минимальной, если экран расположить на расстоянии  $l_1 = 2,36$  млн км от Земли. С уменьшением расстояния при l близких к  $l_1$  и заданной затененности масса экрана меняется незначительно, а его поверхностная плотность растет быстро. Поскольку более толстая фольга долговечнее, оптимальным будет некоторое l между  $l_0$  и  $l_1$ , величину которого придется уточнять (ориентировочно  $l_2 = 1,2 l_0$ ).

Экран можно сделать, например, из никелистого железа, которого много на астероидах. Его плотность  $8 \text{ т/м}^3$ , коэффициент отражения 0,63. В этом случае поверхностная плотность  $36,8 \text{ т/км}^2$  при  $l = l_1$  и  $84,2 \text{ т/км}^2$  при  $l = l_2$ . Если фольга составляет половину массы экрана, то ее толщина 2,3 мкм при  $l = l_1$ , и 5,3 мкм при  $l = l_2$ .

Маленький экран в точке либрации создает на земной орбите полутень диаметром 1,1 земного диаметра. При больших расстояниях — диаметр тени больше. Большой экран создает тень того же



Зависимость поверхностной плотности экрана от расстояния до Земли (для зеркального экрана с различными коэффициентами отражения солнечного света)

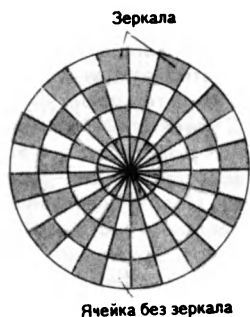
Чтобы уменьшить риск и избежать катастрофы, автор предлагает заблаговременно создать в космосе большой экран, слегка закрывающий Солнце. Затеняющий эффект можно быстро изменять от нуля до расчетного значения. Такой экран позволит также

требления, прогнозируемого на середину XXI века. Точный расчет необходимой затененности по заданной средней абсолютной температуре T невозможен, т. к. разные участки земной поверхности имеют разные коэффициенты отражения и излучения (нужно учитывать и перенос тепла ветром). Из упрощенной модели получается, что затененность

$$\chi = \Delta N / N \approx 4 \Delta T / T$$

Значит для уменьшения средней глобальной температуры на  $0,1^\circ$  нужна зате-



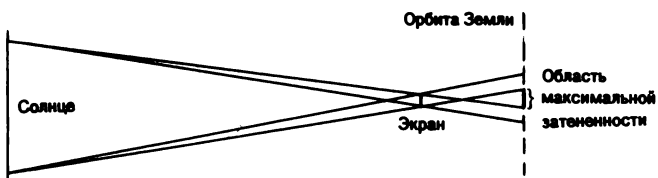


Круглый полупрозрачный экран. В ячейки сетки вставлены непрозрачные «зеркала», изготовленные из пленки, натянутой на каркас. Часть ячеек не содержит зеркал

диаметра, но с размытой границей.

Экран в точке светогравитационного равновесия может работать круглосуточно и круглогодично. Он может быть сделан полупрозрачным — шахматная «доска», на которой белые клетки не имеют фольги. В этом случае с Земли экран будет практически не виден. Если рассматривать Солнце через черное стекло, то на небольшом участке солнечного диска можно будет заметить «легкое облачко». **КОНСТРУКЦИЯ, ПРОИЗВОДСТВО И УПРАВЛЕНИЕ.**

Экран может быть сплошным или состоящим из несвязанных и отдельно управляемых фрагментов. Форма **сплошного экрана** круглая или прямоугольная. Она состоит из фрагментов. Каждый фрагмент (размером в сотни метров) состоит из каркаса, собранного из многоступенчатых стержневых ферм и тросов, в который вставлено зеркало. Зеркало из тонкой пленки, натянутой на каркас, способно поворачиваться относительно основного каркаса. При этом световое давление на зеркало будет создавать тягу и может быть использовано для управления ориентацией экрана и его положением в пространстве. Каркасы из многоступенчатых ферм раз-



работаны специалистами, исследовавшими возможность создания космических солнечных электростанций и отражателей для освещения. Их поверхностная плотность  $10\text{--}20 \text{ т/км}^2$ . Каждый фрагмент имеет небольшой электромоторчик и управляющую систему для поворота зеркала. Часть фрагментов содержит пленочные солнечные батареи, снабжающие весь экран электроэнергией. Специальные датчики и система управления позволяют исключить возникновение колебаний диска. Натянуть диск можно с помощью светового давления на отдельные зеркала.

Строить экранирующий диск придется из вземных материалов. Проще всего использовать материал ближайших астероидов или Луны. Состав многих астероидов близок к составу железокремнистых метеоритов, содержащих в среднем  $10\text{--}12\%$  никелистого железа. Размеры этих астероидов  $0,2\text{--}20 \text{ км}$ , плотность  $2\text{--}3 \text{ т/м}^3$ . Астероид диаметром  $2 \text{ км}$  может содержать около миллиарда тонн железа. Поэтому даже небольшого астероида достаточно для постройки диска. Плавка железа может осуществляться с помощью концентраторов солнечной энергии. Простая технология быстрого изготовления микронной фольги уже разработана. Заметим, что в СССР ежегодно производится свыше  $100 \text{ млн т}$  проката черных металлов. Для создания (в течение  $30\text{--}40 \text{ лет}$ ) диска, обеспечивающего затененность  $0,05$ , достаточно иметь на астероиде автоматизированный «завод» с производительностью в не-

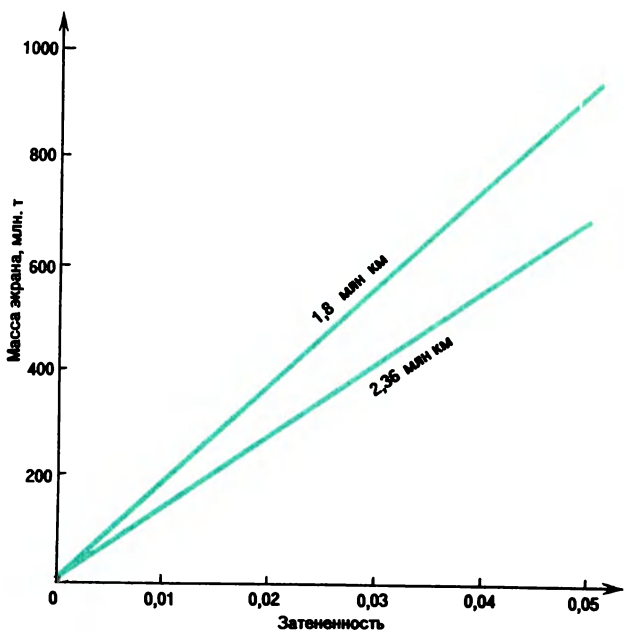
#### Ход лучей и размеры тени

сколько процентов от современной мировой. Малый диск, позволяющий понизить глобальную температуру на  $1^\circ$ , создать легче. Создавать экран можно постепенно по мере роста энергопотребления, как обычное природоохранное мероприятие.

Современные данные о разрушении пленок микрометеоритами и другими факторами космической среды позволяют надеяться, что железная фольга с начальной толщиной  $5 \text{ мкм}$  может просуществовать в космосе тысячи, а то и миллионы лет.

Доставлять фрагменты диска с астероида на рабочую орбиту поможет световое давление (придется использовать солнечные паруса, см., например, Земля и Вселенная, 1991, № 1). Сам фрагмент диска может использоваться как солнечный парус. Орбиты многих астероидов ближе орбиты Марса. Так, например, большая полуось орбиты астероида Атона лишь на  $3,4\%$  меньше земной, эксцентриситет орбиты  $0,183$ , период обращения вокруг Солнца  $0,95 \text{ года}$ . При отношении массы фрагмента к его площади  $84 \text{ т/км}^2$  и коэффициенте отражения  $0,63$  перелет с орбиты Марса в точку светогравитационного равновесия займет около  $10 \text{ лет}$ .

Управлять положением в пространстве собранного экрана можно также с помощью светового давления, поворачивая зеркала. Такое управление потребует при компенсации притяжения Луны (и Венеры), а также при необходимости вывести экран из рабочего положения.



Зависимость массы экрана из никелистого железа от требуемой затененности Земли (при двух расстояниях экрана от Земли)

в точке светогравитационного равновесия между Солнцем и Венерой. Минимальная масса экрана, полностью затеняющего Венеру, — 32,5 млрд т.

## ОСВОЕНИЕ ВЕНЕРЫ

В будущем человечество может захотеть начать осваивать Венеру. Потребуется понизить температуру ее поверхности, расположив экран

Если затенить Венеру плотностью, то температура ее поверхности будет определяться балансом излучения и тепла, поступающего из ее недр. Поскольку теплопроводность горных пород невелика, по истечении достаточно большого промежутка

времени температура поверхности планеты может стать почти сколь угодно низкой. При температуре — 56,6 °С углекислый газ начнет конденсироваться, атмосферное давление — резко падать. После конденсации CO<sub>2</sub> давление на поверхности Венеры будет около двух земных атмосфер, а основная компонента атмосферы — азот. Парниковый эффект перестанет ощущаться, альbedo резко возрастет: можно будет даже создать небольшой подсвет, пропускающий через экран около 15 % солнечного света.

Расчищая небольшие участки поверхности Венеры от конденсата CO<sub>2</sub> и накрывая их стеклянным куполом, удастся повысить температуру под куполом до 20—30 °С, чтобы, например, разводить там водоросли. Воду можно получить, сжигая водород, которого много в атмосфере Венеры. Растения обогатят атмосферу кислородом. После очистки атмосферы под куполом от небольших вредных примесей, можно получить там вполне приемлемую атмосферу, пригодную для жизни людей, разведения растений, рыб и животных...

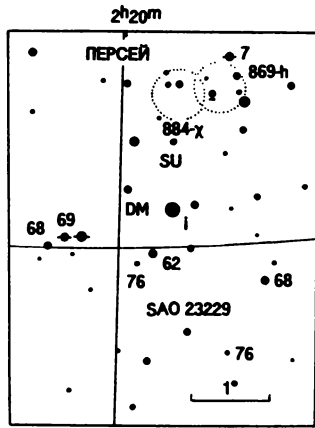
**Молодежный центр «Оптика» предлагает:**  
**Оптическую трубу «Ньютон — дизайн»**  
 Д-150 мм Г 25°—300° 220 руб.  
 Главное [F=1200 мм] и вторичное зеркала в оправе 120 руб.  
 Вторичное зеркало и полированное нефигуризированное главное зеркало (смола, полярит) 40 руб.  
 Просветленные ахроматические объективы  
 Д=50 мм, F=250 мм 22 руб.  
 Д=50 мм, F=500 мм 36 руб.  
 Генераторы, двигатели, окуляры, окулярные микроскопы. Качество гарантируется! Сегодня же напишите нам! Мы пришлем Вам описание товаров. 113546, Москва, Востряковский пр., д. 7, корп. 2, кв. 320. Тел. 383-77-75

## Новая переменная — SAO 23229

Принято считать, что яркие звезды уже досконально изучены, и любителю со скромным телескопом или фотокамерой остается лишь их наблюдать. Но и здесь, как это ни удивительно, остается еще много места для открытий. Это ежегодно подтверждают интересные сообщения наблюдателей, в частности, тех, кто занимается изучением переменных звезд.

Дэн Кэйзер (США) уже приобрел известность своими открытиями более десятка переменных. Одно из последних — обнаружение в сентябре 1989 г. переменности звезды SAO 23229 в созвездии Персея. (В каталоге BD она обозначена номером +53 507). Почти полтора года ушло у Дэна на тщательное исследование характера и периода изменений блеска этой звезды. Имеющая обычно блеск 6,85<sup>m</sup>, она быстро, примерно за два часа, ослабевает до 7,4<sup>m</sup>, а затем также быстро возвращается в первоначальное состояние, т. е. ведет себя как типичная затменная переменная. Период между минимумами ее блеска составляет 2,1111 сут.

Д. Кэйзер ищет переменные звезды ярче 10<sup>m</sup>, снимая небо обычным фотоаппаратом с объективом, имеющим фокусное расстояние 135 мм. Он участвует в программе звездного патруля, организованного любителем из Лос-Анджелеса Беном Мейером. Поскольку доступ любителям к сте-



На фрагменте карты из «Атласа звездного неба» А. А. Михайлова обозначена переменная SAO 23229 и жирным шрифтом отмечены величины звезд сравнения. Атлас содержит звезды до 8,25<sup>m</sup>. Координаты эпохи 1900.0 г. Запятые в числах, означающих звездные величины, опущены

1991 г. Апрель	1 03 ч 03 мин	Май	2 19 ч 03 мин	Июнь	1 08 ч 23 мин
	3 05 43		4 21 43		3 11 03
	5 08 23		7 00 23		5 13 43
	7 11 03		9 03 03		7 16 23
	9 13 43		11 05 43		9 19 03
	11 16 23		13 08 23		11 21 42
	13 19 03		15 11 03		14 00 22
	15 21 43		17 13 43		16 03 02
	18 00 23		19 16 23		18 05 42
	20 03 03		21 19 03		20 08 22
	22 05 43		23 21 43		22 11 02
	23 08 23		26 00 23		24 13 42
	24 11 03		28 03 03		26 16 22
	26 13 43		30 05 43		28 19 02
	28 16 23				30 21 42

рео- и блинк-компараторам, на которых производят сравнение снимков профессионалы, затруднителен, Мейер предложил срав-

нивать снимки одной и той же области неба, полученные любителями при одинаковых условиях съемки, с помощью двух диапроекторов. Изображения на экране совмещаются, а специальный вращающийся затвор, установленный перед объективами обоих проекторов, поочередно перекрывает то одно, то другое изображение. Общие для обоих снимков изображения остаются неизменными, в то время, как движущиеся или меняющие свой блеск объекты «скачут» или «мигают» на экране. Так легко обнаружить слабые переменные, новые звезды или движущиеся объекты — кометы и астероиды.

Любители, интересующиеся наблюдениями переменных звезд смогут без труда отыскать новую переменную и наблюдать ее в небольшие телескопы. Ниже приведены моменты минимумов блеска звезды SAO 23229 (время Всемирное). Следует иметь в виду, что поскольку звезда еще изучена недостаточно, истинные моменты

минимумов могут на 10—20 мин отличаться от предвычисленных. Sky and Telescope, 1990, 79, 2

## «Битлы» увековечены на небесах

В середине 80-х годов американские астрономы Б. Скифф и Э. Боуэлл из Лоуэлловской обсерватории (США), проводя фотографический патруль неба между Марсом и Юпитером, обна-

ружили четыре неизвестных до сих пор астероида.

Событие не столь уж редкое, и этим «новым» малым планетам были присвоены «скупные» порядковые номера — с 4147 по 4150-й. Однако, в соответствии с традицией, первооткрыватели имеют право дать своим «крестникам» и более «романтические» имена.

Воспользовавшись этим, астрономы назвали новые малые планеты в честь участников знаменитого ансамбля «Битлз»: Леннон

(№ 4147), Маккартни (№ 4148); Харрисон (№ 4149) и Старр (4150).

Между открытием и «крещением» прошло немало времени, так как согласно правилам Международного астрономического союза, имена можно утверждать лишь когда орбита нового небесного тела станет известной с достаточной уверенностью, а на это ушло несколько лет кропотливых наблюдений.

New Scientist, 1990, 126, 1713

## Любительская астрономия

### Юные астрономы Пятигорска

---



Сборка телескопа Ньютона  
( $D=265$  мм,  $F=1800$  мм) Слева  
направо: Миша Архипов и Жена  
Богатиков

Почти 10 лет работает при пятигорском Дворце пионеров первый и пока единственный на Кавказских Минеральных водах постоянно действующий астрономический кружок.

Кружок начал свою работу в 1981 г. в помещении радиокабинета, так как своей комнаты тогда еще не было. Из всего оснащения имелась одна-единственная большая карта звездного неба. Основное, чем занимаются ребята в кружке — это астрофотография и астроприборостроение. С помощью построенных своими силами телескопов и астрографов они фотографируют звездное небо, Луну, кометы. Однажды их «звездные» фотоаппараты сняли комету в созвездии Близнецов, но к сожалению, она была слишком поздно обнаружена на негативе и поэтому безвозвратно потеряна. Зато в период возвращения к Солнцу кометы Галлея (1985—1986 гг.) ребятам повезло с наблюдениями. Было получено около двух десятков фотопластинок с изображением хвостатой гостьи.

Надо сказать, что 1986 г. стал для юных астрономов особенно «урожайным». Они были участниками VI Всесоюзного слета юных астрономов в САО, получили Диплом слета и заняли второе место по астрофотографии. Наиболее успевающие кружковцы периодически выезжают помериться силами со

своими сверстниками — юными астрономами, на различные конференции и слеты школьников в разные города страны.

В прошлом году состоялся и первый зарубежный выезд кружковцев. Назаренко Алексей и Дячук Леонид были гостями американских школьников. Они посетили Бостон, Нью-Йорк, обсерваторию Гарвардского университета, жили в семьях у американцев. Поездка проходила в рамках организации «Дети творцы XXI века».

Но, самой захватывающей работой стало наблюдение и изучение переменной звезды в созвездии Жирафа. Об этой удивительной цефеиде упоминает Ф. Ю. Зигель в своей книге «Сокровища звездного неба»: «До 1964 г. считалось, что RU Жирафа — типичная цефеида с периодом 22 дня с ритмичностью незатухающего маятника из века в век повторяющая свои колебания. Каково же было удивление, когда в конце 1964 г. выяснилось, что блеск RU Жирафа стал постоянным». Ф. Ю. Зигель предложил всем любителям астрономии: «Попробуйте отыскать эту звезду и систематически следить за ее блеском — вдруг кому-либо посчастливится обнаружить, что RU Жирафа вновь стала нормальной цефеидой».

Юным астрономам из Пятигорска можно сказать посчастливилось: в апреле 1990 г. они переоткрыли переменную RU Жирафа. Период у звезды остался прежним, а вот переменность блеска составила  $0,7^m$  (от  $+9,15^m$  до  $+9,85^m$ ). Вся работа проводилась при поддержке и консультации со стороны Специальной Астрофизической обсерватории



АН СССР (пос. Н. Архыз), с которой у кружковцев имеются добрые деловые связи.

Большую поддержку ребятам оказывают и сотрудники Горной астрономической станции ГАО (под Кисловодском). На астроплощадке, расположенной на высоте 2100 м над уровнем моря неподалеку от Горной станции, установлены самодельные астрографы и 265-миллиметровый телескоп системы Ньютона. Высокогорье дает заметные преимущества в сравнении с равнинной обсерваторией.

Солнечное затмение 22 июля 1990 г. ребята поехали наблюдать в Беломорск. Правда, им не повезло: из-за плотной облачности никому

Члены астрономического кружка Пятигорского Дворца пионеров на Горной астрономической станции под Кисловодском

не удалось сделать ни одного снимка полной фазы. Но все же были получены кое-какие результаты: Шеховцова Наташа, Величко Оксана и Семендяев Миша произвели замеры и построили график изменения температуры воздуха во время полной фазы затмения.

В. Ф. ПАНКИН,  
Руководитель астрономического кружка Пятигорского Дворца пионеров



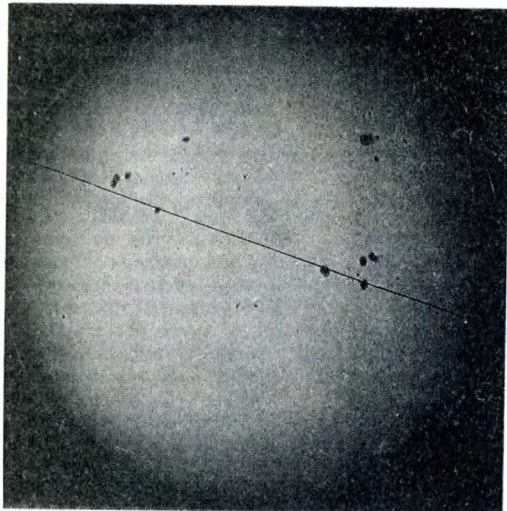
пам. Эфемериды на 1991 г. предсказывает, что блеск ее достигнет  $9,8^m$ , следовательно, ее можно будет наблюдать в любительские телескопы. Однако многие специалисты не верят этим прогнозам. С. Накано (Япония) считает, что блеск кометы будет на несколько звездных величин слабее (около  $13-14^m$ ). Выяснить истину помогут только наблюдения, а поэтому любителям, располагающим достаточно круп-

ными инструментами (диаметром  $15-25$  см), можно рекомендовать попытаться найти эту комету. Нужно помнить, что отрицательный результат — тоже результат, и он также имеет научную ценность, если, конечно, наблюдение выполнено с достаточной тщательностью. Редактор «International Comet Quarterly» Д. Грин всегда советует отмечать отрицательные результаты, указав в примечании звездную величину

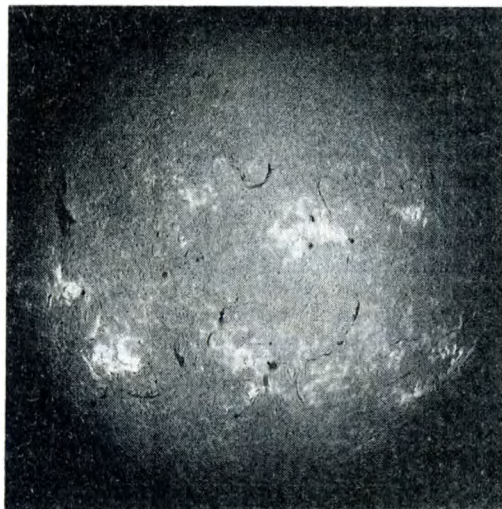
слабейших звезд или туманных объектов, видимых в ночь поиска кометы в данном районе неба. Оформленные надлежащим образом результаты наблюдений можно выслать для дальнейшей обработки и публикации в адрес автора этой заметки.

А. Ю. ОСТАПЕНКО  
(129224, Москва, И-224,  
ул. Широкая, д. 25/24, кв. 356)

## Солнце в октябре — ноябре 1990 года



Типичный вид фотосферы в  
октябре — ноябре 1990 г.



Хромосфера на активной полу-  
сфере Солнца 15 октября 1990 г.  
На юго-востоке (слева внизу)  
видна довольно крупная солнеч-  
ная двухленточная вспышка  
(Снимки получены В. В. Никити-  
ной в Байкальской астрофизиче-  
ской обсерватории СибИЗМИРА)

Похоже, что в октябре — ноябре произошла существенная перестройка режима солнечной активности. Вплоть до сентября ход индекса  $W$  имел квазипериодический характер: сравнительно низкие значения в первой половине месяца сменялись высокими пиками во второй. В сентябре этот характер изменений  $W$  сохранялся, хотя высота пика была сравнительно мала. В октябре ситуация, казалось бы, восстановилась. В начале месяца активность была довольно умеренной: 5—7 групп пятен на диске ( $W \approx 130$ ). К середине месяца число групп увеличилось (10—13), увеличилось вдвое и значение  $W$  (260). К концу октября индекс  $W$  стал меньше ( $\sim 100$ ).

В первой декаде ноября число пятен росло и достигло примерно тех же значений, что и в начале октября. 13 ноября из-за лимба вышла группа с крупными пятнами довольно сложной структуры. Были все основания ожидать, что вслед за ней в очередной раз появится мощное скопление пятен и  $W$  вновь станет  $\sim 200$ . Но этого не случилось. Пятна за время нахождения на обратной стороне Солнца практически исчезли. Так что во второй декаде ноября  $W \approx 100$ . Пока трудно предсказать, как будет дальше развиваться солнечная активность.

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

# Справочник наблюдателя

## Краткий астрономический календарь

Среди различных астрономических календарей, издающихся в разных странах, особое место занимает «Краткий астрономический календарь 1900—2000 гг.» («Astronomische Kurzkalender 1900 bis 2000»), составленный профессором Германном Мукке, директором планетария Вены (Австрия), Президентом Международного Конгресса директоров планетариев.

Он примечателен тем, что несмотря на свою «краткость» весьма информативен. На ста с небольшим страницах (по странице на каждый год) представлены все важнейшие астрономические явления с 1900 по 2000 гг. Примечательно, что значительная часть календаря посвящена календарно-хронологической системе. Это позволяет еще раз вспомнить (или узнать) принятые в разных странах системы летосчислений. Пояснительная, текстовая, часть календаря приведена на немецком и английском языках, а вся астрономическая информация — в цифровой или графической формах.

На примере данных о 1991 г. покажем, с любезного разрешения профессора Г. Мукке, как пользоваться этим Календарем.

(Условия видимости планет в 1991 г. содержится в таблице, опубликованной в «Земле и Вселенной» (1990, № 6, с. 69).

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Две самые верхние строки занимают календарные сведения. Все даты (кроме оговоренных) приводятся по новому стилю (григорианскому). Для обозначения даты используется следующая последовательность: год — месяц — день (или просто месяц — день). Например: 1991 8 20 означает 20 августа 1991 года, а 9 29 — 29 сентября того же года.

1. Grg значит «григорианский»: 365 — число дней в данном году, т. е. год простой.

2. † — Пасха; 3 31 — дата Пасхи, т. е. 31 марта по старому стилю.

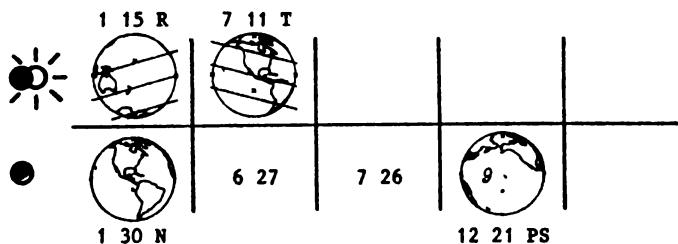
Grg 365 † 3 31  
5752 Tis 9 8 385

1991

Jan 1 13 365

ΔT 0<sup>h</sup>01 6704  
1412 Moh 7 12 355

☉	2448	MON	☽	●	♃	♄	♅	♆	♁	♂
279	257	1	7.19	15.24+	23.14	30.06-				
311	288	2	6.14	14.18	21.23	28.18				
339	316	3	8.11	16.08	23.06	30.07				
40	347	4	7.07	14.20	21.13	28.21				
39	377	5	7.01	14.05	20.20	28.12				
69	408	6	5.16	12.12	19.04	27.03+				
98	438	7	5.03	11.19-	18.15	26.18+				
127	469	8	3.11	10.02	17.05	25.09				
157	500	9	1.18	8.11	15.22	23.23				
186	530	10	1.00	7.22	15.18	23.11	30.07			
217	561	11		6.11	14.14	21.23	28.15			
247	591	12		6.04	14.10	21.10-	28.02			



### 3. 5752 Tis 9 8 385.

а) 5752 — год по еврейскому календарю. Принятая официально в государстве Израиль и некоторых других странах система летосчисления отсчитывается от одной из дат от «сотворения мира» — 7 октября 3761 г. до н. э.

б) Tis означает Тишири — месяц еврейского календаря, на первое число которого приходится еврейский Новый год.

в) 9 8 — 8 сентября: дата еврейского Нового года в 1991 г.

г) 385 — число дней в данном году еврейского календаря (в лунно-солнечном еврейском календаре число дней в году может быть 353, 354, 355, 383, 384 и 385).

4. Jan 1 13 365 — «нулевое» января 1991 г. старого стиля (соответствует 13 января 1991 г. григорианского календаря); в году 365 дней.

5. 6704. Означает число лет в юлианском периоде на 1991 г. Юлианский период (или эра Скалигера) — введен как условный для различных астрономических и хронологических расчетов в 1583 г. Ж. Скалигером. Означает число дней, прошедших с 1 января 4713 г. до н. э. (счет дней непрерывный).

### 6. 1412 Moh 7 12 355.

а) 1412 — год по мусульманскому летосчислению Хиджры (араб. букв. — «переселение»); отсчитывается с вечера, предшествовавшего 16 июля 622 г. н. э. — даты бегства Мухаммеда из Мекки в Медину.

б) Moh — Мухаррам («священный», «запретный») — первый месяц мусульманского календаря, на первое число которого приходится мусульманский Новый год (в этот месяц запрещались военные действия).

в) 7 12 — 12 июля, т. е. дата Нового года по мусульманскому календарю в 1991 г.

г) 355 — число дней в данном году в мусульманском календаре. В мусульманском лунном календаре может быть только 354 или 355 дней. Поэтому порядковый номер года, отсчитываемый от 622 г. н. э. — 1412-й.

### II ДАННЫЕ О СОЛНЦЕ, ЛУНЕ И ЮЛИАНСКИХ ДНЯХ

1. В столбце под знаком ☉ приведена эклиптическая геоцентрическая долгота Солнца. Дается она на 0<sup>h</sup> Всемирного времени (UT<sub>0</sub>) нулевого числа каждого месяца. Чтобы узнать эклиптическую долготу Солнца в другие



числа месяца, достаточно прибавлять по 1° на каждый день.

2. Столбец под цифрой **2448** служит для узнавания числа дней юлианского периода на любую дату. Для этого к цифре 2448 дописывается сначала трехзначное число, соответствующее порядковому номеру нужного месяца из среднего столбца (см. п. II. 3), а затем прибавляется само число месяца. Например, 11 июня 1991 г. соответствует (вспомним, что эту дату можно записать как 1991 7 11):

$$2\ 448\ 438 + 11 = 2\ 448\ 449$$

3. В столбце **Моп** приведены порядковые номера месяца в году (1 — январь, 2 — февраль и т. д.).

### III. ЛУННЫЕ ФАЗЫ

Приводятся даты и Всемирное время четырех основных лунных фаз. Например, новолуния будут 15 января или 11 июля (первая и седьмая строки) соответственно в 24 и 19 ч Всемирного времени. А полнолуния — 30 января, 27 июня, 26 июля или же 21 декабря соответственно в 0,6, 0,3, 18 и 10 ч Всемирного времени. Мы выбрали именно эти даты для примера, потому что в них произойдут затмения: в ново-

луния — солнечные и в полнолуния — лунные. На затмения указывают значки (+) и (-). При этом (+) указывает, что затмение произойдет в восходящем узле орбиты, а (-) — в нисходящем.

В 1991 г. произойдут шесть затмений: два солнечных (15 января и 11 июля) и четыре лунных (30 января, 27 июня, 26 июля и 21 декабря).

Напоминаем еще раз, что даты приводятся по Всемирному времени.

Подробнее с обстоятельствами предстоящих затмений знакомит следующий графический раздел (IV).

### IV. СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ В 1991 г.

1. Солнечные затмения (верхняя «строка»)

а) **1 15 R**. Означает кольцеобразное (R — «Ring» «кольцо») солнечное затмение 15 января 1991 г.

б) **7 11 T** — полное (T — «Total», «полный») солнечное затмение 11 июля 1991 г.

2. Лунные затмения (нижняя «строка»)

а) **1 30 N** — частное полутеневое затмение 30 января

1991 г. затмевается северная (N — «North», «север») часть Луны.

б) **12 21 PS** — частное лунное затмение, при котором затмится южная (S — «South», «юг») часть Луны.

в) **6 27 и 7 26**. Произойдут полутеневые затмения с очень маленькой фазой, поэтому схемы затмений не приводятся.

Графическая часть этого раздела оригинальна и достаточно информативна. Для каждого из затмений представлена та полусфера Земли, которая обращена к Солнцу в момент максимума солнечного (лунного) затмения. Область видимости солнечного затмения лежит между двумя пунктирными линиями и ограничена контуром Земли. Область видимости лунного затмения простирается за эти контуры тем дальше, чем больше продолжительность затмений. Утро (восход Солнца) представляет левый край Земли, вечер — правый. На центральном меридиане — полдень. И наоборот: восход Луны (вечер) — слева, на центральном меридиане — полночь, утро — справа.

*Н. В. МАМУНА,  
Московский планетарий*

## Аэрокосмическое образование

### Ордена Большого Ястреба вручены юным космонавтам

В свой третий летний сезон (1990 г.) собрался отряд «Юный космонавт» в «Ястребке» — пионерском лагере Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 73—75; 1990, № 2, с. 79—80). На этот раз отряд состоял из 22 мальчиков и четырех девочек (в основном это были победители Всесоюзного радиоконкурса «Вперед, на Марс!», первое место среди них занял Денис Каленов).

Как всегда, перед ребятами выступали специалисты промышленности: М. И. Осин (НПО «Молния») рассказывал о том, как велось проектирование корабля «Буран» с помощью САПР. О бортовых системах энергоснабжения интересную лекцию прочитал В. А.

Михайлов (НПО «Квант»). В. М. Цихоцкий (НПО «Энергия») познакомил ребят с системами терморегулирования и поделился воспоминаниями о С. П. Королеве.

Интересный видеofilm, рассказывающий о встрече на донских берегах, украсил лекцию члена Президиума ВАКО «Союз» В. В. Семенова, который накануне побывал в таком же отряде юных космонавтов под Новочеркасском (руководитель И. И. Шевченко). Аналогичные летние лагеря начинают создаваться и в других регионах. Например, второй год более сотни ребят собирает Международная космическая школа в Красноярском крае (Носков Н. Н.).

Председатель комиссии МАИ по профориентации В. С. Дубинин ответил на многочисленные вопросы будущих абитуриентов. Он рассказал о жизни известных конструкторов и убедительно доказал, что приобщаться к технике надо не только по книгам, но и изучать ее «своими руками». Ребята, собственно так и делают: они самозабвенно занимаются проектированием и изготовлением моделей ракет. Поли-

гон «Ястребок» проводил запуски ракет 4 августа и в день авиации — 18 августа. Из 18 участников соревнований победителями стали Валерий Присухин (п. Шопино, Белгородской обл.), Максим Балдин (г. Южно-Уральск, Челябинской обл.) и Наташа Кудрявцева (Березники, Пермской обл.).

Состоялись экскурсии в Звездный городок, на ВДНХ (павильон «Космос»), в МАИ, Музей ВВС в Мононо, Институт космических исследований АН СССР. В Центре управления полетами летчик-космонавт СССР В. А. Соловьев в течение трех часов занимался с юными коллегами. Ребята получили возможность побывать на рабочих местах в залах управления, которые раньше видели только в телевизионных репортажах. Они присутствовали на сеансе радиосвязи с космонавтами Г. М. Манаквым и Г. М. Стрекаловым. В Государственном доме радиозаписи ученики Всесоюзной радиошколы не только увидели, где и как готовится сдружившая их радиопере-

*См. продолж. на с. 83.*

## Любительское телескопостроение

### Изготовление выпуклого гиперболического зеркала

В клубе телескопостроителей «Сириус», о котором мы уже рассказывали (Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 71.— Ред.) освоен метод изготовления точного гиперболического зеркала для телескопов системы Кассегрена по предварительно изготавливаемой вогнутой гиперболической поверхности заданного эксцентриситета ( $e$ ).

Опыт членов клуба подтверждает оптимальность применения этого метода для любительских телескопов с диаметром главного зеркала до 400 мм, так как при этом отпадает необходимость изготовления крупной вспомогательной оптики (сферы Хиндла или автоколлимационного плоского зеркала), а также оптической скамьи.

Метод заключается в интерференционном испытании выпуклого гиперболического зеркала с помощью вогнутого гиперболического эталона. Испытания проводятся наложением выпуклого гиперболоида на вогнутый эталон. Как изготовить этот эталон?

Известно, квадрат эксцентриситета гиперболического зеркала зависит от параметра его положения в оптической схеме:

$$e^2 = \left( \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \right)^2, \quad (1)$$

здесь  $\beta = \frac{f_1}{f_{\text{экв}}}$ ; где  $f_1$  — фокусное расстояние главного зеркала,  $f_{\text{экв}}$  — эквивалентное фокусное расстояние системы.

Аберрация для различных зон вогнутого гиперболоида при исследовании из центра кривизны с помощью теневого прибора, в котором щель и нить (или нож) перемещаются вместе, можно определить по формуле:

$$\Delta R_n = \frac{Y_n^2}{2R_0} \cdot e^2, \quad (2)$$

где  $Y_n$  — радиус зоны,  $R_0$  — радиус кривизны при вершине зеркала.

Любителю, изготовившему главное параболическое зеркало телескопа, не составит большого труда изготовить вогнутое гиперболическое

зеркало, удовлетворяющее условию (2). Нет никакой необходимости добиваться высокой чистоты полировки, важнее достичь хорошего приближения к расчетной поверхности гиперболоида.

В качестве заготовки выпуклого гиперболического зеркала используется шлифовальный вогнутого зеркала. После полировки выпуклого зеркала производится его фигуризация. Контроль поверхности осуществляется по форме полос интерференции при наложении одного зеркала на другое. Прямые широкие полосы интерференционной картины свидетельствуют о точном совпадении поверхностей. Накладывание одного зеркала на другое необходимо производить строго соосно, без смещения, соблюдая чистоту для предотвращения царапин.

Н. П. ВАСИЛЕНКО  
руководитель клуба «Сириус»  
(357030, Ставропольский край,  
г. Невинномысск, ул. Павлова,  
16, кв. 20)

## Самодельный телескоп «Сатурн»

Этот телескоп изготовлен членами секции телескопостроения Горьковского отделения ВАГО А. Белухиным, Л. Ткаченко и А. Тананакиным под руководством В. А. Балакина и демонстрировался на ВДНХ СССР.

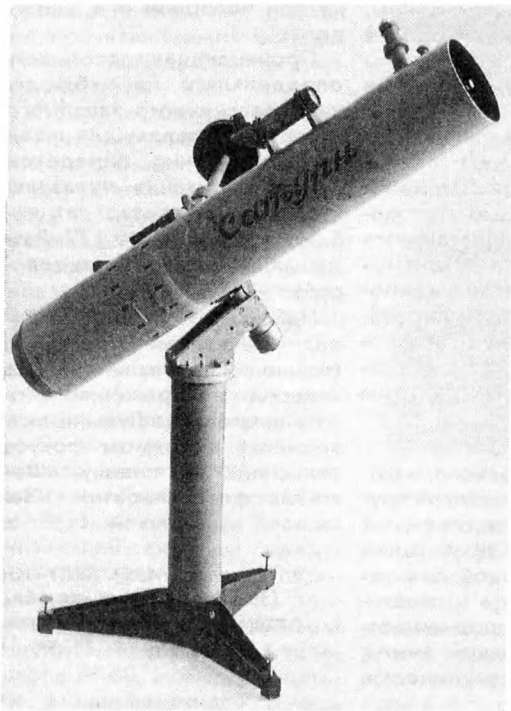
Телескоп построен по схе-

ме Ньютона, диаметр его главного зеркала составляет 135 мм, фокусное расстояние — 1080 мм. При транспортировке «Сатурн» легко разбирается на три части.

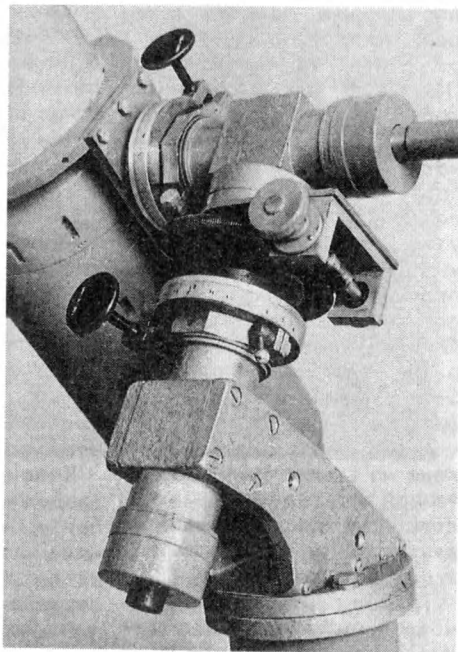
Главное зеркало изготовлено из стеклянного диска толщиной 20 мм. Покрытие

нанесено методом испарения алюминия в высоком вакууме. Для исключения деформации зеркала в оправе предусмотрены три точки опоры на тыльной стороне зеркала и три по его периметру.

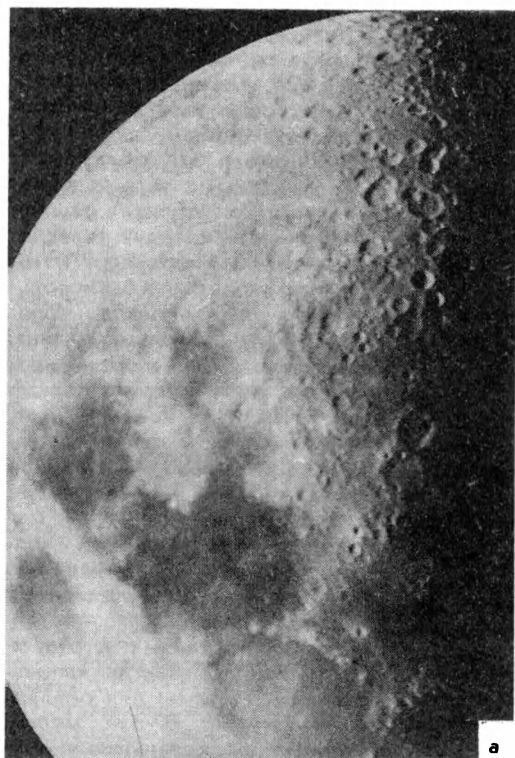
В телескопе использованы



Телескоп «Сатурн», изготовленный членами астрономического кружка А. Белухиным, А. Тананакиным и Л. Ткаченко (руководитель В. А. Балакин)



Механическая часть телескопа



6

Снимки, полученные с помощью телескопа «Сатурн» а) Луна, б) Туманность Андромеды

две призмы полного внутреннего отражения из набора некондиционной оптики. Первая призма, с помощью которой лучи выводятся за пределы трубы, установлена на стойке и регулируется высотой стойки и поворотом ее вокруг оси. Окулярный узел и узел призмы имеют юстировочные винты для правильной установки их на оптической оси телескопа. Окуляры также из набора различных оптических приборов (микроскоп, коллиматор).

Труба телескопа изготовлена из стеклоткани, пропитанной эпоксидным компаундом. Искатель установлен на двух стойках и снабжен регулировочными винтами.

Телескоп «Сатурн» установлен на параллактической монтировке немецкого типа. Конструкции полярной оси и

оси склонений идентичны. Оси установлены в корпусе на подшипниках и снабжены тормозами, совмещенными с механизмами тонких движений, представляющих собой винтовую пару с возвратной пружиной. Шаг винта 0,5 мм. С помощью этих механизмов осуществляется точная наводка на объект наблюдений, а также гидирование при фотографировании. Для наведения телескопа на объект предусмотрены разделенные круги. Цена делений круга склонений  $1^\circ$ , полярной оси —  $5'$ .

Колонна телескопа изготовлена из алюминиевой трубы и имеет три съемные ноги-опоры. Для правильной установки полярной оси телескопа по высоте и по азимуту на концах опор имеются регулировочные винты, позволяющие регулировать

наклон полярной оси в пределах  $\pm 3^\circ$ .

Проницающая способность определялась по наблюдениям рассеянного звездного скопления Плеяды, для звезд которого точно определен блеск. Испытания показали, что телескоп позволяет наблюдать звезды до  $12^m$ . Разрешающая способность телескопа —  $2''$ .

Наблюдения Луны, Юпитера, туманностей и звездных скоплений показали хорошее качество изображений. Фотографирование Луны производилось в прямом фокусе телескопа на пленку «Фото-32» фотоаппаратом «Зенит» с выдержкой  $1/30$  с.

А. Н. БЕЛУХИН  
(307200, Горьковская обл., г. Арзамас-16, ул. Шевченко, д. 38, кв. 1)

## Самодельный бинокляр

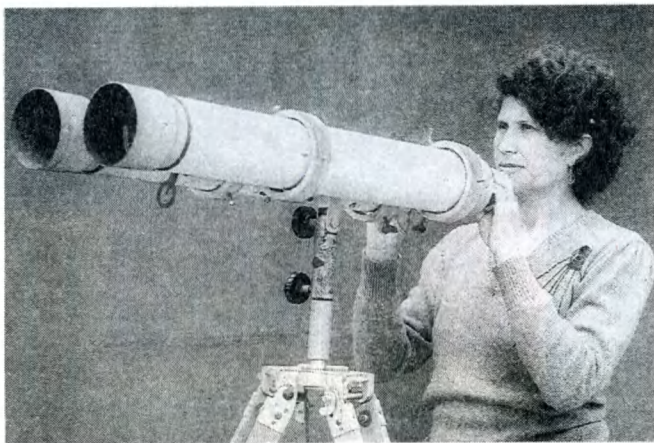
Чаще всего для наблюдений различных небесных объектов в средних школах используют телескопы-рефракторы РТ-80 и РТ-60. Как правило, качество оптики

школьных телескопов хорошее, а вот механическая часть не выдерживает никакой критики (например, у телескопа РТ-80). Монтировка позволяет проводить наблю-

дения в такие моменты невозможно. Не подходит такой телескоп и для поиска комет — слишком слаб.

Учитывая эти обстоятельства, члены нашего астрономического кружка решили изготовить из двух телескопов РТ-80 бинокляр, который можно было бы использовать не только для наблюдений Луны, Солнца, планет, двойных и переменных звезд, но и успешно применять его для поиска комет.

За основу мы взяли трубы с объективами, остальное сняли (и направляющую муфту окулярной части с механизмом выдвигания и фокусировки, и окулярную часть трубы с муфтой окуляров). Вместо этого из отлитых алюминиевых заготовок сделали две другие направляющие муфты для окулярной трубы. В эти муфты вставляются стальные втулки



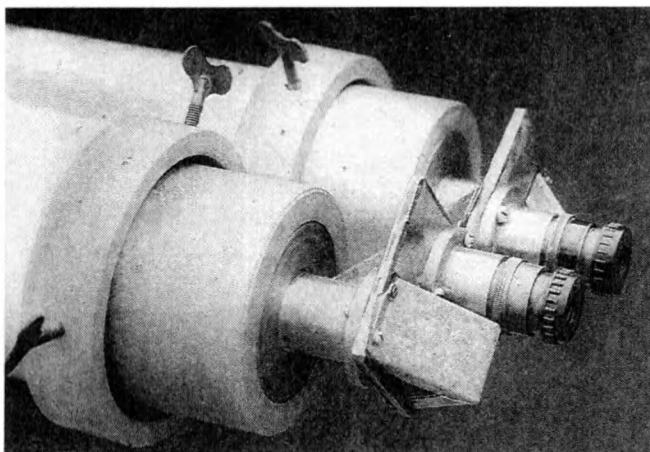
Самодельный бинокляр, построенный членами астрономического кружка поселка Черниговка

дения только в безветренную погоду: при малейшем дуновении ветра телескоп «пляшет», а поэтому прово-

с прикрепленными к ним переворачивающимися изображениями системами с окулярной муфтой.

Оборачивающая система аналогична системам призмённого бинокля БПЦ 7×50 и ему подобных и состоит из двух прямоугольных призм, размещённых на 6-миллиметровом металлическом основании под углом 90° одна к другой. Призмы помещены в металлические футляры так, чтобы между футляром и призмой можно проложить защитный слой из черной бумаги. Футляры с призмами прижимаются к основанию винтами. Для регулировки и юстировки точности поворачивающей системы предусмотрено поперечное перемещение футляров с призмами. Втулка с призмами и окулярами, взятыми из телескопа РТ-80, может вращаться в направляющей муфте вокруг главных оптических осей объективов. Это необходимо для изменения расстояния между окулярами, чтобы оно соответствовало базису глаз конкретного наблюдателя. Вращающаяся втулка с призмами и окулярами фиксируется в направляющих муфтах с помощью винтов и металлических пластин.

Монтировка двух моноку-



ляров в бинокляр производится кольцами, приваренными к общей металлической планке, укрепленной на стояке от малого школьного рефрактора РТ-60. Для юстировки параллельности главных оптических осей бинокля в четырех кольцах имеются по три винта М6, размещённых под углом 120° относительно друг друга. При наблюдениях фокусировка производится раздельно выдвижением каждого окуляра.

Параметры рабочих характеристик бинокля аналогичны параметрам телескопа РТ-80. В зависимости от применяемых окуляров увеличение изменяется от 28<sup>x</sup> до

Окулярная часть бинокля

80<sup>x</sup>, а угол зрения — в пределах от 0,5° до 1,5°. Разрешающая сила = 1,5". С помощью нашего бинокля в безлунную ночь можно увидеть объекты до 13<sup>m</sup> и наблюдать объекты имеющие высоту над горизонтом 60°. К недостаткам бинокля следует отнести отсутствие центрального механизма фокусировки и невозможность наблюдений околозенитной области.

**В. Г. МОРМЫЛЬ,**  
руководитель  
астрономического  
кружка пос. Черниговка

*См. начало на с. 79*

дача, но и сами участвовали в «круглом столе». Приехав домой, они услышали свои голоса, записанные на пленку. Участниками прямой передачи в эфире стали Олег Заикин (Ростов-на-Дону), Лена Волкова (г. Тихвин, Ленинградской обл.) и Денис Каленов (г. Орел).

На торжественной линейке, посвященной закрытию лагеря, все победители получили книги с автографами и почетные грамоты, подписанные от имени учредителей радиошколы (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 81—82) председателем Федерации космонавтики СССР — космонавтом Н. Н. Рукавишниковым, заместителем главного редактора журнала «Земля и Вселенная» Е. П.

Левитаном, редактором радиопередачи «На космических орбитах» В. П. Коняевым, заместителем председателя профкома МАИ Б. В. Грабиным и ведущим радиошколы профессором Г. А. Полтавцом. В пионерском лагере МАИ существует традиция: «ветеранам» пионерлагеря, закончившим школу и покидающим лагерь, вручается «орден Большого Ястреба» (специальный памятный значок и удостоверение) — символ напутствия в большую жизнь.

О теплом отношении в пионерлагере к нашему необычному отряду свидетельствовало вручение орденов Большого Ястреба двум нашим выпускникам. Три года подряд О. Заикин и Н. Кудрявцева были участниками летней сессии в «Ястребке». Теперь они

стали студентами МАИ, навсегда выбыв из числа школьников-космонавтов. Пожелаем удачи им и другим ребятам, поступившим в этом году в различные вузы. А победителей продолжающегося конкурса (Земля и Вселенная, 1990, № 5, с. 78—79, № 6, с. 68) ждут не менее интересные события в летнем лагере 1991 г. Чтобы вы успешно подготовились, публикуем задания очередного тура Всесоюзного радиоконкурса «Вперед на «Марс!» Тур XII

Задание 36. Кто из космонавтов и астронавтов и когда встречал свой день рождения в орбитальном полете?

Задание 37. Межпланетный КА выведен на орбиту искусственно-

*См. оконч. на с. 84*

## **По выставкам и музеям**

# Сегодня — смотр, завтра — сотрудничество

В октябре 1990 г. в Москве проходила IV международная выставка «Геологоразведка-90», в которой приняли участие более 60 фирм и предприятий из 12 стран мира. Цель выставки — сориентировать разведчиков недр страны на развитие торгово-экономического и научно-технического сотрудничества с зарубежными партнерами, расширить кооперацию и прямые производственные и научно-технические связи геологических организаций с иносфирмами, создать совместные предприятия, а также ознакомить советских специалистов с передовым зарубежным опытом, заключить коммерческие сделки.

В числе зарубежных участников ведущие фирмы Австрии, Великобритании, Нидерландов, США, Франции, ФРГ, Швеции, Канады, Гонконга, Китая, Венгрии, Польши — производители прибо-

ров и оборудования для геологии, геофизики, геодезии и картографии, аналитической лабораторной аппаратуры, станков и инструментов для обработки природного отделочного камня и самоцветного сырья, приборов для морской геофизической и геохимической разведки. Советский Союз, кроме организаций и предприятий Министерства геологии, представляли Академия наук СССР и Украины, Миннефтегазпром, Минметаллургии, Минтяжмаш, Минэлектротехпром, Минатомпром, Госкомобразование, Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР, Госстрой РСФСР.

Оборудование, буровой и породоразрушающий инструмент, лабораторную технику наиболее полно продемонстрировало НПО «Геотехника». Это гидроударные машины, эффективно раз-

рушающие породы; съемные гидроударные и вибрационные узлы, специальные буровые комплексы с гидротранспортом керна, где порода выносится на поверхность потоком промывочной жидкости по двойной колонне бурильных труб. В ряду новинок лабораторного оборудования — дробилки, смесители, измельчители, истиратель и делитель проб породы, но наибольший успех имел электрический сепаратор, разделяющий пробу на минералы по их электропроводности, что очень важно при изучении сырья на обогатимость.

Широкий спектр аппаратуры для исследования разведочных скважин геофизическими методами, в том числе уникальной — термобаростойкой, выдерживающей температуру до 275 °С и высокое давление, разработан в Киевском ОКБ и пред-

*Окончание. См. с. 79.*

го спутника Земли. Общая площадь солнечных батарей равна 10 м<sup>2</sup>, они могут ориентироваться на Солнце. Какова снимаемая электрическая мощность вблизи Земли? Какой она будет при полете аппарата к Марсу?

Задание 38. Требуется обеспечить постоянные условия освещенности орбиты ИСЗ Солнцем.

Каким должно быть наклонение круговой орбиты с высотой 1100 км?

Задание 39. Чему равны удельные импульсы и скорости истечения газов из сопла для ракетных двигателей различного типа и разных топлив?

Задание 40. Дайте свой прогноз развития космонавтики в XXI в.

Ответы присылайте (до 1 мая 1991 г.!) по адресу: 113326, Москва, Радиопередача «На космических орбитах», школа «Юный космонавт».

**Г. А. ПОЛТАВЕЦ,**  
ведущий Всесоюзной радиошколы  
«Юный космонавт»,  
профессор

ставлен в экспозиции «Укргеологии». Скважинный профилемер - каверномер СКПД-3 побывал на глубине 12 тыс. м — с его помощью проведены исследования на самой глубокой в мире Кольской скважине.

ЦНИГРИ — головной комплексный институт по геологии месторождений цветных, благородных металлов и алмазов показал на выставке прогнозно-поисковые комплексы (ППК) для главных геолого-промышленных типов месторождений алмазов, цветных и благородных металлов. Это система оптимального набора геологоразведочных работ, предназначенных для выбора наиболее эффективных вариантов прогноза и поисков месторождений.

Повышенный интерес вызывал стенд, отражающий необычное для рудного института направление: электромагнитное наведение скважин при ликвидации аварийного фонтанирования нефти и газа с использованием аппаратуры АСП-1. Пожары на нефтегазовых месторождениях — случаи довольно частые, а тушение их занимает много времени. Ученые ЦНИГРИ разработали наводное устройство, обеспечивающее абсолютную точность попадания противofонтанной наклонной скважины в горящую аварийную. Таким образом можно в короткие сроки ликвидировать аварию.

Новые прогрессивные технические средства и геотехнологии для исследования скважин на все виды полезных ископаемых продемонстрировало НПО «Союзпромгеофизика». Институт объединения — ВНИИГИС предложил самые последние модификации сейсмических скважинных приборов. Они дают возможность изучить строение околоскважинного пространства в радиусе нескольких сотен метров, что



позволяет безошибочно закладывать будущие скважины. Аппаратура пользуется большим спросом в Союзе и отправляется за рубеж.

В стороне от экспозиции объединения, в уютном вагончике представлен аппаратно-методический комплекс «Разрез», предназначенный для решения различных задач при бурении глубоких поисково-разведочных и эксплуатационных нефтегазовых скважин. Комплекс

В экспозиции НПО «Геотехника» внимание посетителей привлекли два макета: установка для принудительного спуска и подъема труб в фонтанирующую скважину, позволяющая успешно завершить бурение (слева), и станция автоматической оптимизации бурения САОБ-У, которая дает возможность контролировать и наиболее эффективно вести проходку скважин



может распознавать этапы, происходящие в процессе бурения, оптимизировать сам процесс — путем эксперимента находить наиболее

Одна из фирм ФРГ представила системы анализа и определения оптимальной методики при проведении сейсморазведочных работ



Полевое снаряжение для геологов (КНР)



На стенде отражены новейшие методы исследований, технические средства программы обработки на ЭВМ на различные системы связи, в том числе спутниковые, предназначенные для реализации межотраслевого научно-технического комплекса «Геос». Этот принципиально новый подход к изучению и освоению минеральных ресурсов основан на сборе и обработке данных с четырех уровней наблюдений: космос — воздух — Земля — скважина

эффективную нагрузку на бурильное долото, предупреждать аварийные ситуации. Словом, «Разрез» — это компьютеризированный инженерный центр возле буровой, позволяющий бурить быстрее, дешевле и без аварий, а также гарантировать, что ни один потенциально продуктивный пласт или пропласток не будет пропущен.

Некоторыми сходными с «Разрезом» функциями наделили свою систему автоматического управления процессом бурения в концерне «Геологоразведка». Узкий двухметровый шкаф с окошком-экраном заменяет труд бурильщика при проходке скважин алмазным породообразующим инструментом. Он оперативно контролирует ход бурения, и если, например, износилось долото или возникла аварийная ситуация — процесс прекращается. В зависимости от желания бурильщика, автомат может выбрать любую из технологий. Система дает увеличение производительности в 1,5 раза, экономию алмазов в 1,5—2 раза, безаварийность, психологический комфорт и высокую эффективность работ при любой квалификации бурового персонала. Первые три автомата-бурильщика успешно работают в Казахстане.

Ядром экспозиции старейшего в России производственного объединения «Центргеология» была на выставке геолого-экологическая технология поисков и разведки подземных вод с помощью установки «Гидроскоп», разработанной в Сибирском отделении АН СССР. Станция дает возможность сократить до разумного минимума объем разведочного бурения, опытных работ, получить эффективные результаты в 2—3 раза быстрее и с хорошими экономическими показателями. Установка проста в эксплуатации, мобильна и технологична, обработка данных ведется с использованием персональной ЭВМ. В течение часа на точке наблюдения «Гидроскоп» выдает информацию не только о содержании и распределении воды в подземных толщах, но и о коллекторских свойствах водовмещающих пород. Аппаратура и техноло-



гия уникальны и не имеют мировых аналогов. Создающееся совместное предприятие ПО «Центргеологии» и СО АН СССР будет заниматься расширением и развитием этой технологии в пределах страны и за рубежом. Установкой заинтересовались компании США, Франции, Китая, ФРГ.

НПО «Южморгеология» представило аппаратуру для детальных сейсмических, геоакустических и фототелевизионных исследований на шельфе и дне Мирового океана. Это автоматизированный комплекс сбора и обработки геолого-геофизической информации «Марс-Абиссаль», унифицированный ряд гидролокаторов бокового обзора «Океан», «Мак-1», «Катран-М», глубоководные исследовательские геологоразведочные комплексы «Абиссаль» и «Нептун».

На выставке широко представлены геологические карты. Это новая Геологическая карта СССР миллионного масштаба, карты ряда регионов страны (из комплекта «Металлогения») миллионного масштаба, отражающие основные закономерности размещения полезных ископаемых, связь оруденения с тектоническими режимами, этапами развития геоструктур и рудоносными формациями. Первой и пока единственной в мире по типу и масштабу (1:2 500 000) является Геодинамическая карта СССР, которая создавалась с учетом теоретических положений современного мобилизма.

По результатам дешифрирования материалов дистанционных съемок, выполнен-



ных отечественной космической техникой, составлена Космотектоническая карта Европейских стран — членов СЭВ и СФРЮ (миллионного масштаба).

Во время работы выставки «Геологоразведка-90» проходили встречи советских и зарубежных ученых и производителей техники. Установлено много полезных контактов, заключен ряд договоров о научно-техническом сотрудничестве, подписаны первые протоколы о прямом вступлении в торгово-экономические связи с советскими предприятиями. Выставка дала возможность сравнить технический уровень последних отечественных разработок с передовым зарубежным опытом. Как показал этот смотр, наши системы управления и оптимизации геолого-разведочного процесса, обработки информации и математического обеспечения не уступают иностранным образцам. Признание получили также наши идеи и методики. Используя

Аппаратурно - методический комплекс «Разрез», используемый для решения различных задач при бурении глубоких поисково-разведочных и эксплуатационных нефтегазовых скважин

наши идеи, зарубежные партнеры с помощью своего богатого технического потенциала, который сегодня нельзя получить в СССР, готовы создать аппаратуру, подобную нашей, но уже на новой элементной базе. Это откроет выход отечественным приборам на международный рынок, даст возможность советским специалистам работать с ней за рубежом.

Н. Г. ЛЕСНАЯ  
Пресс-центр Мингео СССР

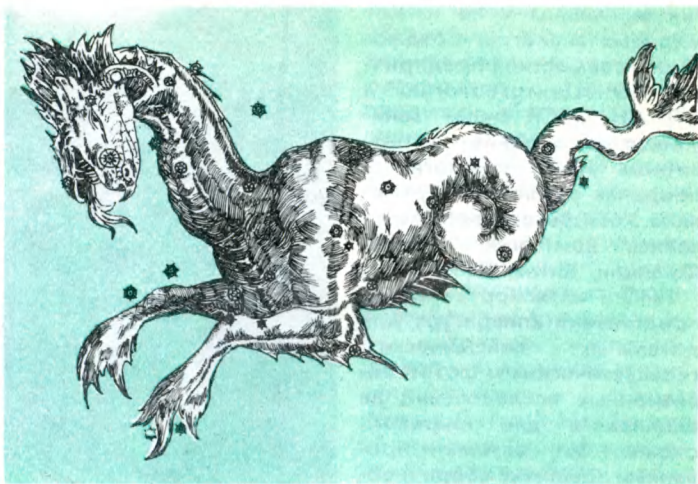
# Легенды о звездном небе

## Кит

Это одно из самых больших созвездий небесной сферы изображалось еще на древнейших звездных картах в виде морского чудовища. Чудовищем была, например, Тиамат (или Фиамат); в шумеро-аккадской, ассирийско-вавилонской, да и античной мифологии она персонифицировалась как первоизданная стихия — Мировой океан. Тиамат вместе с воплощавшим подземные воды своим супругом Апсу смешивала соленые и пресные воды и рождала богов. Между старшими богами, которых объединяла Тиамат, и младшими во главе с Мардуком возникла война за мировой порядок. Мардук оказался сильнее. Он рассек Тиамат на две части и из одной создал небо, а из другой — землю. Той, чья половина стала обиталищем звезд, в древности посвятили созвездие Кит.

В античные времена Тиамат представлялась кровавожадным змием хаоса. Это чудовище бездно, согласно поверью, поднималось со дна моря, чтобы охотиться за людьми. Иногда землянам виделось, что Кит плавает в небесной реке Эридан и его космическом притоке По, угрожая оттуда тяжелыми напастями.

Кит упоминается и в греческой легенде о созвездии Кассиопеи (Земля и Вселенная, 1976, № 4, с. 86. — Ред.). Созвездие Кита известно и под другими названиями. В атласе И. Байера Кит изображен ужасным чудовищем, а в «Альмагесте» Птолемея он вовсе не похож на свирепого кита: голова — собачья, хвост — рыбий. Ги-



гинус в своих «Фабулах» и «Астрономии» именуется его морской рыбой — Орфос. В некоторых манускриптах место Кита обозначено как Коршун или Перевернутая чаша, немного напоминающая «молочный ковшик» в созвездии Стрельца. Арабам звезды головы Кита почему-то представлялись Отрезанной рукой (Аль Кафф аль Джадэма), а хвост — Ожерельем (Аль Нитам). Существовало много латинских названий этого созвездия: Пила — рыба (Pristis), Зверь (Belua), Собака Тритона (Canis Tritonis), Морской монстр (Monstrum Marinum), Морской медведь (Ursus Marinus). За созвездием утвердилось название «Кит». Евдокс, Арат, Гиппарх называли его греческим словом «Китос». Это был символ злых бушующих волн, поднимающихся из глубины моря во время шторма, знак гроз, ливней, наводнений, пожирающих плодородные поля и обрекающих людей на голод. В сказках Кит — прототип дьявола, преследующего деву, это отголосок мифа об Андромеде. А в библейском Левиафане (что означает «извивающийся») прослеживается отдаленная связь с Тиамат. Великан Левиафан — тоже морское

Созвездие Кита из книги «Уранометрия» Иоанна Байера (1654 г.)

семиголовое чудовище, воплощающее разрушительные силы водной стихии.

Отметим звезды Кита, имеющие собственные имена. Звезда  $\alpha$  Менкар (от арабского Аль Минкар — нос, ноздри),  $\zeta$  Батен Кайтос (от арабского Аль Бат аль Кайтос — брюхо кита),  $\nu$  Денебкайтон (от арабского Аль Джанаб аль Кайтос аль Джанубия — хвост морского животного). Звезда  $\nu$  также именовалась Дифда, что означает лягушка или Вторая лягушка — Рана секунда (Rana Secunda), Первая лягушка — звезда Фомальгаут в Южной рыбе. Звезда  $\iota$  (иота) также именуется Денеб (хвост в его северной ветви).

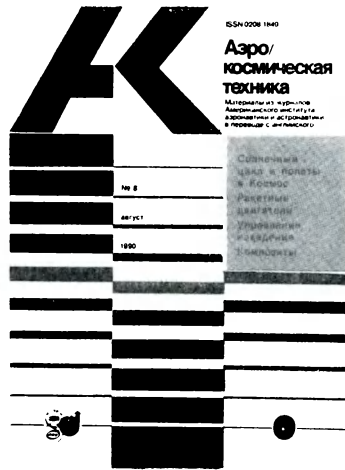
И. И. НЕЯЧЕНКО

## Солнечная активность и полеты в космос

Когда человек начал осваивать космос, появились сложные технические задачи по обеспечению и автоматической работе аппаратуры, не говоря уже о работе космонавтов. Решая такие задачи, нужно учитывать, что среда в околоземном космическом пространстве обладает порой непредсказуемой активностью. Ее важная особенность — зависимость от солнечной активности. Пренебрежение этим обстоятельством как якобы мало существенным порой оборачивается неожиданными, а иногда даже трагическими последствиями.

В периоды максимумов солнечных циклов в несколько раз уменьшается время жизни спутников вследствие роста их торможения в верхней атмосфере. Из-за неправильного предсказания этого эффекта в 21-м солнечном цикле преждевременно сошла с орбиты и взорвалась 11 июля 1979 г. в атмосфере над Австралией американская орбитальная станция «Скайлэб».

Возмущения ионосферы и магнитосферы, всплески радиационно опасных корпускулярных излучений и солнечных космических лучей — все это вызывают сильнейшие солнечные вспышки — приводят к образованию больших электростатических зарядов на поверхности спутников, неблагоприятно влияют на работу космических систем и средств связи и, конечно, на радиационную безопасность человека в кос-



мосе. Для предупреждения ожидаемых эффектов во всем мире интенсивно изучают различные виды солнечной активности, работают над их предсказанием, развивают методы прогнозирования.

Все эти вопросы подробно рассматривались на конференции ученых Американского института по аэронавтике и астронавтике в феврале 1989 г. Шесть статей по материалам конференции в переводе на русский язык недавно опубликованы в 8-м номере журнала «Аэрокосмическая техника» за 1990 г. (М.: издательство «Мир»). Сюда включены следующие статьи: А. Л. Вампола «Воздействие циклов солнечной активности на космические системы»; Дж. Л. Уидброу «Цикл солнечной активности.

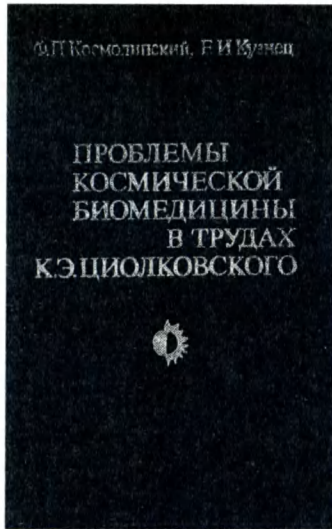
История наблюдений и прогнозы»; Д. Ф. Смарт, М. Э. Шей «Солнечные протонные события в трех предыдущих циклах солнечной активности»; А. Л. Вампола «Влияние солнечного цикла на захваченные энергичные частицы»; Д. Дж. Горни «Влияние солнечного цикла на околоземную плазму и космические системы»; Р. Л. Уотершайд «Влияние солнечного цикла на верхнюю атмосферу и торможение спутников». Собрание статей заключается послесловием редактора перевода Л. И. Мирошниченко «Солнечный цикл 22: гелио-геофизические события 1989—1990 гг.».

Основной лейтмотив статей — вариации среды околоземного космического пространства контролируются солнечной активностью. Ее вариациями обусловлены и плотность верхней атмосферы Земли, и возмущения ионосферы и магнитосферы, и потоки космических лучей и энергичных частиц в радиационных поясах и магнитосфере. А от них зависит работа космических систем и систем связи со спутниками, время существования объектов на орбите. Они влияют также на приборы, контролирующие положение и ориентацию спутников и на величину их электростатического заряда, на частоту срабатывания электронных логических схем, полную дозу радиационного облучения, на работу других приборов. Про-

# Популярно о космической медицине и биологии

Тридцатилетие, минувшее со времени полета Ю. А. Гагарина, заставляет каждого из нас с глубочайшим уважением относиться к истории и нынешнему дню космической биомедицины. Сегодня это комплексная наука, находящаяся на стыке биологии и медицины, физиологии и психологии, биохимии и биофизики, учитывающая достижения космонавтики и данные астрономии. А с уважением мы относимся к космической биомедицине по причине совершенно понятной: ведь благодаря новой научной дисциплине уже не единицы, а сотни землян благополучно перенесли неимоверные трудности космических полетов и получили возможность после завершения полетов продолжать жить и трудиться на Земле.

К настоящему времени по космической биомедицине написано много научных и научно-популярных книг. О двух из них хотелось бы рассказать читателям нашего журнала. Первая — «Проблемы космической биомедицины в трудах К. Э. Циолковского». Авторы книги — кандидат медицинских наук Ф. П. Космолинский и доктор медицинских наук Е. И. Кузнец. Книгу выпустило в 1990 г. Приокское



книжное издательство (г. Тула). Вторая — «Космические путешествия», написанная доктором медицинских наук Н. Н. Гуровским, кандидатом медицинских наук Ф. П. Космолинским и кандидатом искусствоведения Л. Н. Мельниковым (издательство «Знание», 1989). Обе книги популярные, они рассчитаны на широкий круг читателей, но, несомненно, что и специалисты найдут в них немало интересного.

Книга «Проблемы космической биомедицины в трудах К. Э. Циолковского» посвящена раскрытию одной

из граней прозорливости и таланта нашего великого соотечественника, ставшего не только провозвестником космической эры и отцом теоретической космонавтики, но и основоположником космической биомедицины. Чтобы доказать это, авторам книги пришлось тщательно проанализировать многие произведения Константина Эдуардовича — книги, статьи, выступления, письма, обширный перечень которых авторы приводят в конце книги. Книга содержит «Введение», девять небольших глав, «Заключение», «Примечания», «Литературу и источники».

«Некоторые биографические данные о К. Э. Циолковском» — название первой главы. Пусть задумаются молодые читатели над следующими словами из автобиографических записок К. Э. Циолковского: «Учителей у меня совсем не было, а потому мне приходилось больше создавать и творить, чем воспринимать и усваивать. Указаний, помощи ниоткуда не было, непонятного в книгах было много, а разъяснять приходилось все самому. Одним словом, творческий элемент, элемент саморазвития, самобытности преобладал. Я, так сказать,

блема к настоящему времени обострилась в связи с тем, что прогнозы предстоящего 22-го цикла солнечной активности, как правило, не оправдываются. Наблюдавшиеся к апрелю 1989 г. числа солнечных пятен оказались значительно большими, чем ожидалось, а к марту

1990 г. максимум 22-го цикла, по-видимому, уже был пройден, и он не был экстремально высоким.

Приведенные в статьях современные данные и обсуждение состояния исследований представляют большой интерес. Они важны, прежде всего, для специалистов в

области разработки и эксплуатации космических систем, а также для тех, кто изучает параметры среды околоземного космоса и их зависимость от солнечной активности.

Г. С. ИВАНОВ-ХОЛОДНЫЙ,  
доктор физико-математических наук

всю жизнь учился мыслить, преодолевать трудности, решать вопросы и задачи. Многие науки создавались мной за неимением книг и учителей, прямо самостоятельно». Вопросы космической медицины К. Э. Циолковский затрагивает уже в работах, относящихся к 80—90 годам прошлого века. В «Исследовании мировых пространств реактивными приборами» (1911—1912 гг.) есть специальные разделы «Средства существования во время полета», «Питание и дыхание», «Спасение от усиленной тяжести», «Борьба с отсутствием тяжести». Поставленные здесь проблемы ученый более подробно обсуждал в своих последующих работах.

«Роль К. Э. Циолковского в становлении и развитии космической биомедицины» — **вторая глава** книги, где сообщается не только о теоретических, но и экспериментальных работах К. Э. Циолковского в области космической биологии (речь идет, в частности, о первых экспериментах на роторной машине — центрифуге).

**В третьей главе** («Медико-биологические проблемы влияния ускорений в космическом полете») рассматриваются идеи К. Э. Циолковского, касающиеся «борьбы с вредным влиянием ускорений, обязательных при взлете и посадке летательных аппаратов» (с. 38).

Частичная и полная невесомость также подробно рассматривалась К. Э. Циолковским и этому посвящена **четвертая глава** книги («Проблема невесомости в космическом полете»).

**Пятая глава** — «Проблемы космической биомеханики в ориентировке в пространстве» — знакомит читателей с особенностями механизмов движения живого организма в условиях невесомости (в кабине космического корабля и в свободном космосе). Здесь, как и во всех дру-



гих главах, авторы на конкретных примерах показывают воплощение идей Циолковского в буднях современной космонавтики.

Системам обеспечения жизни в кабине космического корабля посвящена **шестая глава** книги («Круговорот веществ и проблема создания систем обеспечения жизни (СОЖ) в космическом полете»). Интересно, что «К. Э. Циолковский настолько опередил современников, что и до сего времени многие из его рекомендаций по круговороту веществ в космических летательных аппаратах еще не нашли разрешения» (с. 102).

Следующая (**седьмая глава**) как бы продолжает тему предыдущей — «Теплообмен в космическом полете». Система терморегулирования и оценка теплового состояния космонавтов.

«Проблемы космической психофизиологии» (**глава восьмая**) также рассматривались в трудах К. Э. Циолковского, который, как известно, применял системный подход к исследованию медико-биологических проблем космонавтики.

Название заключительной (**девятой**) главы — «Проблемы здоровья и долголетия».

Авторы подчеркивают, что Константин Эдуардович подходил к этим проблемам, «...как с точки зрения морально-этической, так и с чисто прагматической — с целью возможного повышения продуктивности труда, в том числе творческого, интеллектуального, необходимого для достижения максимальной эффективности деятельности отдельного человека и человечества в целом» (с. 136). Сформулированные ученым требования здорового образа жизни хорошо известны в наши дни: «...здоровье прямо пропорционально эмоциональной устойчивости, двигательной активности, закаливанию, умеренности в еде и обратно пропорционально лени, пристрастию к спиртному и курению» (с. 139). Заканчивают свою книгу авторы словами: «В наше время уже ведутся научные поиски, направленные к удлинению видовой продолжительности жизни человека. Успехи во всех областях науки и техники в век научно-технической революции делают реальными эти поиски. И у истоков этой поистине грандиозной демографической проблемы, направленной на создание счастливой жизни будущего человечества, также стоял Циолковский» (с. 143).

Вторая книга, о которой хотелось лишь напомнить читателям (кстати, она вышла в свет на год раньше первой), — «**Космические путешествия**». Это книга о том, как извечные мечты человека о полетах на «небо» стали реальностью (и более того — привычным делом!) в наши дни.

Книгу открывает краткий исторический экскурс, показывающий путь, пройденный человечеством, от древнейших легенд и преданий о вознесениях на небо до рождения теоретической и практической космонавтики. Да-

## Как «приготовить» модель НЛО

**(фантастические но, конечно, совершенно секретные советы техникам и любителям астрономии до 16 лет, которые желают смастерить экологически чистый аппарат для вылета за стратосферу)**

Согласитесь, ребята, что приготовить модель какого-либо аппарата не так уж сложно, если вы хорошо усвоили принцип его действия, знаете конструкцию и взаимосвязь всех отдельных деталей. Для этого достаточно лишь уменьшить размеры каждого блока в одинаковое число раз. А чтобы легче понять принцип устройства пускового аппарата (ПА) для запуска НЛО, даже полезно сперва увеличить размеры

его модели до воображаемых натуральных масштабов. Это соображение и определило методику изложения моих советов. Итак, приготовьтесь слушать меня внимательно, мобилизуйте все ваше воображение. Представьте себе, что вы находитесь в гористой местности. Подберите две соседние вершины А и Б, чем выше тем лучше. Ведь на них будут установлены ПА, а на большой высоте снижается

сопротивление воздуха любому движению. По дороге, напоминающей железную, у вас будет перекатываться от А к Б и обратно массивнейшая болванка. Ее масса, к примеру, может быть 20 тыс. т. Это у нас будет «рабочая болванка» (РБ). Пусть в начальный момент РБ находится на вершине А. Если глубина седловины 2 км, то потенциальная энергия РБ на любой из вершин составит 40 млрд кГм. Такую энергию можно было бы получить, сжигая 100 т жидкого топлива.

При отсутствии трения и расхода энергии на раскручивание ПА, в глубине седловины РБ развивала бы скорость 200 м/с, что соответствует мощности в 50 млн лошадиных сил. В этом случае она взлетела бы без посторонней помощи на вершину Б. В действительности же ее скорость окажется гораздо меньше, и она остановится, не достигнув вершины Б. Придется использо-

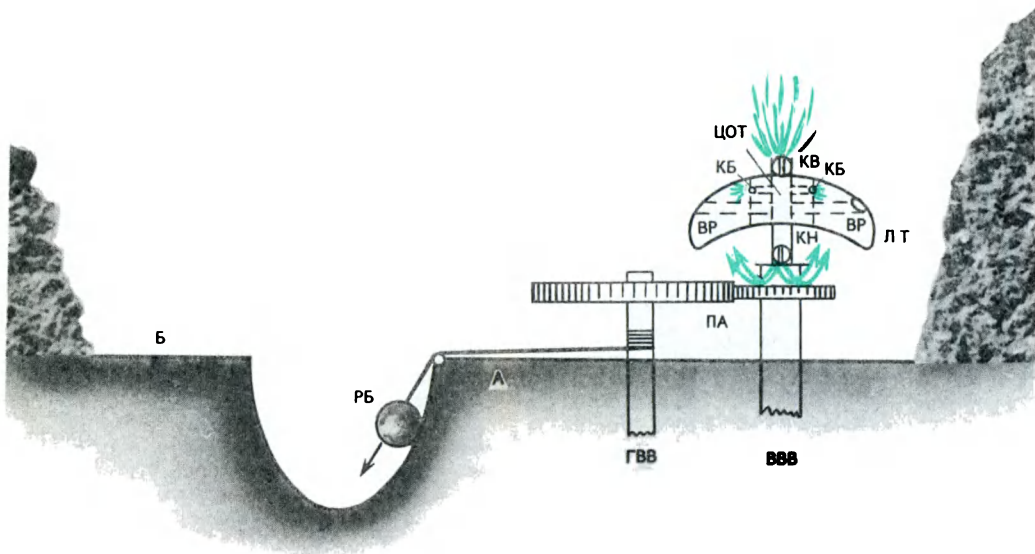
лее рассматриваются три взгляда на происхождение человека (пришелец из других миров; венец земной биологической эволюции; создание Бога) и основные положения учения о ноосфере. После этого авторы переходят к анализу влияния факторов космического полета на организм животных и людей. Читателям сообщается немало интересных подробностей о медико-биологических и психологических наблюдениях и экспериментах, выполненных во время полетов людей на орбитальных станциях «Салют» и «Мир». Рассказывая о профессии космонавта, авторы дают достаточно четкие ответы, на вопросы, обычно интересующие молодых читателей (Каждый ли может стать космонавтом? Почему отбирали в космонавты лет-

чиков-истребителей? Необходимы ли столь жестокие испытания, которым подвергаются кандидаты в космонавты? и др.).

Описывая жизнь космонавтов в кабине корабля или на борту станции, авторы обращают особое внимание на те мероприятия, направленные на восстановление работоспособности и творческих способностей, которые применимы и в земных условиях. Их вполне можно отнести к известной системе здорового образа жизни — двигательная активность, правильный режим труда и отдыха, режим питания (космонавты получают ежедневно примерно 3 тыс. ккал), использование природных факторов (солнце, воздух, вода), физиотерапевтические и фармакологические оздоровительные средства, а

также специальные способы реабилитации (аэрозольтерапия, магнитотерапия и др.). Особо авторы останавливаются на вопросах повышения эмоциональной устойчивости (важный фактор, способствующий адаптации человека к экстремальным условиям) и, в частности, на необходимости использования аутогенной тренировки, музыки и дизайна. В книге есть даже специальные главы — «Космический дизайн», «Краски, ритмы и звуки Земли в межпланетном полете», «Сеанс на юпитерианском корабле».

Авторы заканчивают книгу рассуждениями о будущих эфирных городах и высших разумных существах Космоса...



вать небольшой электродвигатель и блоки-полиспасты, чтобы подтянуть ее к вершине Б. Электрический ток для двигателя нам даст маленькая гидростанция на соседнем водопаде. Получается, что практически вся энергия РБ будет гравитационной. Вам не придется ни сжигать дорогостоящее топливо, ни выбрасывать в атмосферу продукты его сгорания.

Как же теперь передать часть энергии от РБ к ПА? РБ, падая вниз, должна тянуть за собой стальной тросс, намотанный на главный вертикальный вал (ГВВ) ПА. Если скорость РБ в нижнем положении будет, например 20 м/с, а диаметр ГВВ — 1 м, то вал начнет вращаться со скоростью 6 об/с. Зубчатые колеса помогут передать вращение ГВВ параллельному (ведомому) вертикальному валу (ВВВ) с насаженной на него летающей тарелкой (ЛТ). На рисунке изображена одна ЛТ, но подобных ВВВ можно установить несколько (по числу запускаемых ЛТ).

Желательно, однако, чтобы это число было четным для обеспечения симметричной нагрузки на ГВВ. Если

Схема пускового аппарата (ПА)

диаметр ЛТ будет 30 м, то число оборотов ВВВ достаточно увеличить до 20 об/с. В этом случае линейная скорость на краю тарелки составит 2 км/с. Дальнейшее ее увеличение привело бы к существенному перегреву.

В центральной части ЛТ следует разместить пассажирские и грузовые каюты (ПК). Весь этот блок должен иметь форму цилиндра с автономным вращением относительно главной оси ЛТ. Ему не следует вовлекаться во вращательное движение ЛТ с бешеной скоростью. Но небольшое вращение с перегрузкой в разумных пределах вполне допустимо. Эти разумные пределы надежнее всего определить эмпирически. Разделите грузопассажирский блок на каюты четырех классов, находящихся на разных расстояниях от оси вращения, и поместите в каждый «класс» по одной обезьянке. Макак, конечно, нужно снабдить приборами, по которым вы узнаете самочувствие и продолжитель-

ность жизни обезьян в разных условиях. Кювете, доставшейся самому неудачливому животному, припишите IV класс и в дальнейшем используйте эту кювету только для багажа. На всякий случай постарайтесь сделать обезьянок похожими на инопланетян, надев на них серебристые комбинезоны, причудливые шлемы, маски и т. д.

Какая же сила будет двигать ЛТ и управлять их полетом? Отвечаю. При всей простоте своей конструкции, отсутствии признаков какого-либо двигателя, отказе от сжигания термического топлива, ваша ЛТ будет представлять собою удивительное соединение вертолета, реактивного самолета и парашюта. Вертолетный принцип, по-видимому, можно будет использовать до высоты 30 км, а выше придется переходить на реактивную тягу. При посадке ЛТ будет выполнять функции парашюта.

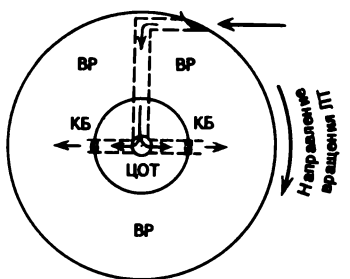
Все внутреннее пространство ЛТ (объемом около 2 тыс. м<sup>3</sup>) должно быть занято резервуарами для сжатого воздуха (ВР), разделенными на множество сообщающихся ячеек. Если давление в резервуарах до-

вести до 100 атм, то общая масса сжатого воздуха составит около 200 т.

Нагнетание воздуха в резервуары можно осуществить с помощью системы Г-образных воздухозаборных труб, расположенных вдоль периметра тарелки. Нужно одну ее секцию (воздухозаборное сопло) направить по касательной к ЛТ (в сторону вращения ЛТ), а другую — к центральной осевой трубе (ЦОТ), имеющей четыре выхода. Эти выходы должны перекрываться кранами — верхним (КВ), нижним (КН) и двумя боковыми (КБ). Влетая со скоростью 2 км/с в воздухозаборное сопло, сильно сжатый воздух попадает в центральную трубу, а оттуда в резервуары, если КБ открыты, а КВ и КН закрыты.

Если давление в резервуарах достигнет нужной отметки, а раскручивание ЛТ продолжается (РБ не опустилась еще до нижней точки седловины), то можно ненадолго открыть КВ. Вылетая вверх, воздух будет создавать реактивную силу, прижимающую тарелку к Земле. Когда бездымное «гравитационное топливо» будет полностью израсходовано, тогда закрывается КВ и постепенно открывается КН, причем, достаточно медленно, чтобы не вызвать опасной перегрузки (реактивная подъемная сила от устремившегося вниз воздуха может в несколько раз превышать вес ЛТ).

Продолжая по инерции осевое вращение, тарелка, подобно вертолету, начнет подниматься вверх. Я думаю, что при хорошем ее аэродинамическом профиле она сможет достигнуть высоты 30 км. Вращение там еще не потухнет, но разреженный воздух уже не сможет создавать подъемную силу для удержания начального веса ЛТ. Придется облегчить тарелку примерно на 10 т за счет выпуска сжатого воз-



Вид сверху на летающую тарелку (ЛТ)

духа. Одновременно, выпускаемая воздух через КН, вы создадите дополнительную реактивную тягу. Если КН имеет рулевое устройство, то оно позволит придать ЛТ горизонтальную скорость. Несколько раз повторяя операцию сброса балласта, вы сможете подняться на высоту до 100 км и полететь в выбранном направлении. Остаток балласта используйте, когда ЛТ начнет терять высоту. Так вы сможете продержаться в стратосфере, совершив несколько облетов вокруг Земли. Последнюю порцию балласта приберегите для мягкой посадки (если подведут парашютные свойства ЛТ).

Когда горячий сжатый воздух будет выпущен на высоте 100 км в почти полную пустоту, то он практически мгновенно расширится и резко переохладится. В нем могут образоваться частицы инея, его атомы начнут излучать избыток энергии. Возникшее облако будет светиться, напоминая полярные сияния, серебристые облака, радуго и т. п. Облако примет сферическую форму. Если на высоте 100 км оно будет иметь 10 км в поперечнике, то каждый из вас может подумывать, что его диаметр 30 м и находится оно на высоте 300 м. Оторвавшись от ЛТ, это облако еще долго будет плыть в стратосфере, сохраняя свои видимые раз-

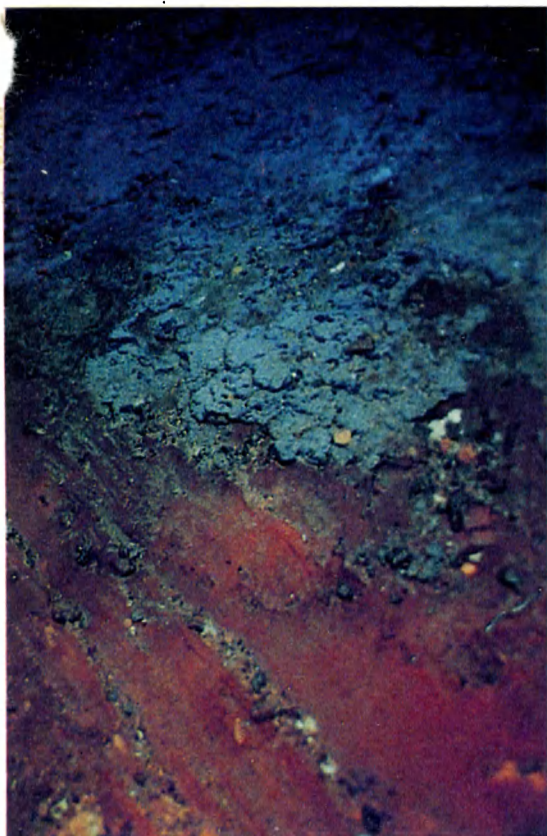
меры, потому что его расширяющиеся края постепенно будут исчезать для наблюдателя.

Держу пари, что пока вы знакомились с этим проектом стратосферных полетов, наиболее башковитых из вас осенила мысль: «А нельзя ли таким же путем махнуть и в космос на бесплатной гравитационной энергии?!». Что же, думайте! А у меня уже есть несколько проектов. Только я пока умолчу о них: надо сперва запатентовать. Довольно того, что об одном из них я уже проболтался в статье «Энергия гравитации на службу человеку» (Земля и Вселенная, 1965, № 3).

В заключение автор считает своим долгом объяснить, почему его советы названы фантастическими. Дело в том, что достаточно обоснованы лишь те идеи данного проекта, которые связаны с использованием гравитационной энергии и сжатого воздуха. Что же касается устройства воздухозаборной системы и направления течения воздуха в ней (ведь на воздух будут действовать и центробежные силы), то данный проект содержит лишь технические намеки и открывает необозримый простор для собственной творческой фантазии юных изобретателей. Так что думайте, ребята, и изобретайте НЛО!

В. В. РАДЗИЕВСКИЙ,  
профессор





Древняя гидротермальная сульфидная постройка. На поверхности сульфидов — ярко-красный покров из окислов железа — результат окисления руд. Срединно-Атлантический хребет, гидротермальное поле ТАГ



Гидротермальное поле ТАГ на Срединно-Атлантическом хребте. Видны выходы «черных дымов» на поверхности дна. У мест их разгрузки — плотное поселение креветок

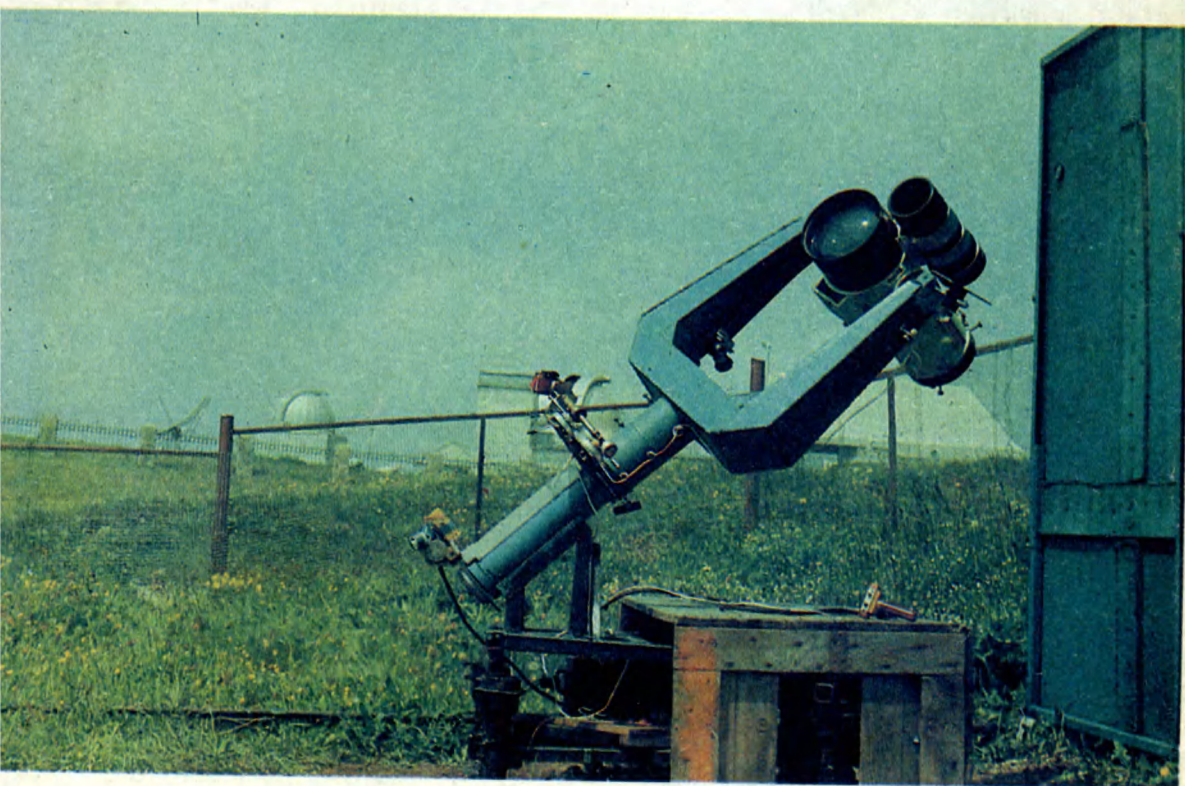
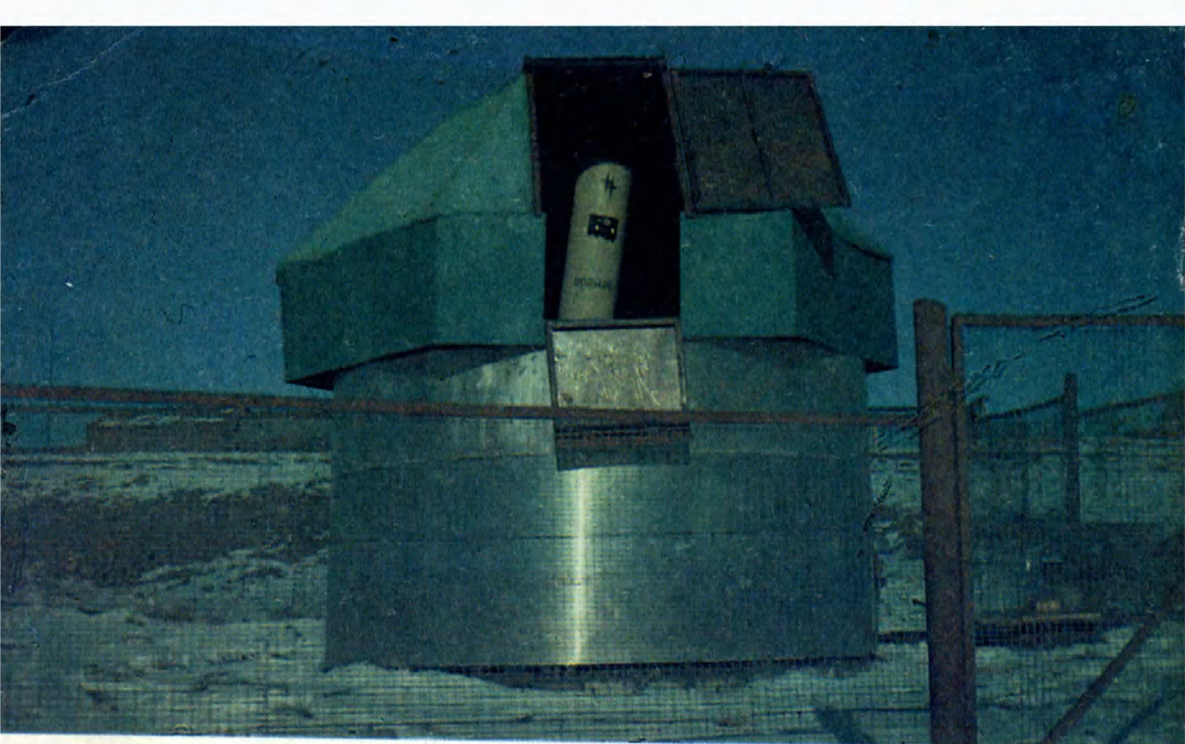


Териферия гидротермального поля на дне океана. Холмики и «султанчики», сложенные гидроокислами железа, на поверхности вулканических пород — базальтов. Гора Осевая, хребет Хуан-де-Фука, Тихий океан



У устья гидротермального высокотемпературного источника — плотные поселения червеобразных существ — вестиментифер. Впадина Гуаймас, Калифорнийский залив

Фото Ю. А. Володина



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 90 КОП.

ИНДЕКС 70336