

ISSN 0044-3948



ЛЕТ СО ДНЯ  
ПЕРВОГО ПОЛЕТА  
ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС

**2** 1981 **ЗЕМЛЯ  
И  
ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·





**Юрий Алексеевич Гагарин**

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

2 МАРТ  
АПРЕЛЬ  
1981

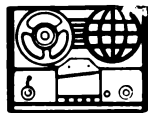
# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

Интервью Г. С. Титова . . . . .	2
Попов Л. И.— 185 суток на орбите . . . . .	6
Ветров Г. С.— Королев и Гагарин . . . . .	10
Гречко Г. М.— Космонавт-исследователь на орбитальной станции Верещетин В. С.— От полета Гагарина — к программе «Интеркос- мос» . . . . .	17
Шеффер Е. К.— Рентгеновская астроспектроскопия . . . . .	22
Авдулов М. В.— Физико-химические процессы в мантии Земли . . . . .	28
Рускол Е. Л.— Спутники Сатурна . . . . .	35
<b>ЭКСПЕДИЦИИ</b>	
Корякин В. С.— Гляциологическая экспедиция на Шпицбергене. . . . .	40
<b>ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ</b>	
Шор В. А.— В созвездии славных имен . . . . .	48
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Дагаев М. М.— Полное солнечное затмение 31 июля 1981 года . . . . .	54
<b>ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ</b>	
Неяченко И. И.— Рыбы . . . . .	59
<b>ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ</b>	
Россошанский В. И.— Музей в техникуме . . . . .	65
<b>КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ</b>	
Орлов В. А.— Марки, посвященные подвигу Ю. А. Гагарина . . . . .	68
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Левитан Е. П.— Энциклопедия юного астронома . . . . .	71
Ефремов Ю. Н.— Эффективность телескопа . . . . .	73
<b>ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ</b> . . . . .	76
<b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	78
Гравитационное поле и земные недра [9]; Газ в коронах галактик [34]; Рентгеновские источники в Большом Магеллановом Облаке [34]; Сатурн крупным планом [45]; Пульсары в остатках сверхновых звезд [47]; Источник гравитационных волн! [47]; Сверхтуманность в созвездии Лебедя [47]; Фотографии подводной горы Ампер [52]; Новые рейсы «Гломара Челленджера» [52]; Уникальное извержение [53]; Как Галилей наблюдал ... Нептун! [58]; Термальные рассолы красноморских впадин [64]; Памятник Ю. А. Гагарину [66]; Подводная регистрация землетрясений [72]; Новые книги [75, 77, 78]; Устный выпуск «Земли и Вселенной» [80].	

**«Дорогие товарищи!  
Друзья-соотечественники!  
Радостное, волнующее  
событие переживают народы  
нашей страны.  
12 апреля 1961 года впервые  
в истории человечества  
наша Родина — Союз Советских  
Социалистических Республик —  
успешно осуществила полет  
человека  
на корабле-спутнике «Восток»  
в космическое пространство».**  
Таковыми словами  
начиналось Обращение  
Центрального Комитета КПСС,  
Президиума  
Верховного Совета СССР  
и Совета Министров СССР  
ко всем ученым, инженерам,  
техникам, рабочим,  
всем коллективам  
и организациям,  
участвовавшим в успешном  
осуществлении  
первого в мире  
космического полета,  
первому советскому  
космонавту  
Юрию Алексеевичу Гагарину.

**12 апреля 1961 года — день,  
который навсегда остался  
в памяти миллионов людей  
нашей планеты.  
Поделиться  
своими воспоминаниями о нем  
редакция попросила  
космонавта-2,  
Героя Советского Союза,  
летчика-космонавта СССР,  
генерал-лейтенанта авиации  
Германа Степановича Титова.**



НАШИ  
ИНТЕРВЬЮ

**Корреспондент.** Герман Степанович! Двадцать лет прошло со дня полета Юрия Алексеевича Гагарина — срок немалый. Расскажите, пожалуйста, каким Вам сегодня представляется этот день?

**Г. С. Титов.** Два десятилетия — срок, действительно, большой. За это время выросло новое поколение людей, знающих о первых космических полетах лишь по книгам. Далеко продвинулись наука и техника. Словом, многое изменилось на Земле и в космосе. Но в жизни каждого человека есть такие дни, над которыми время не властно. Для меня — один из них, конечно же, 12 апреля 1961 года. К моим личным впечатлениям добавились свидетельства товарищей по отряду космонавтов, специалистов конструкторских и научно-исследовательских организаций и, в первую очередь, самих «виновников» дня рождения пилотируемой космонавтики Сергея Павловича Королева и Юрия Алексеевича Гагарина. Порой кажется, что общее представление об этом свершении советской науки и техники у меня сейчас шире, глубже и, пожалуй, даже ярче и острее, чем 20 лет тому назад. Откровенно говоря, осмыслить всю грандиозность первого в мире полета человека в космос тогда было просто некогда.

**Корреспондент.** С чего для Юрия Гагарина и для Вас, Герман Степанович, начался тот день, какие события особенно запомнились?

**Г. С. Титов.** Вечером 11 апреля к нам зашел Сергей Павлович, убедился, что все в порядке, не стал задерживаться и, пошутив на прощанье,

вышел. Мы с Юрой молча переглянулись: Главный в духе, значит, все нормально. В 21.00 легли спать. Потом нам говорили, что в третьем часу ночи Сергей Павлович приходил снова. Приложив палец к губам, заглянул в нашу комнату и, довольный, что мы спим крепким сном, тихо удалился. А тот день для нас с Юрием начался с самого раннего утра. Подъем нам устроили в 5.30.

После физзарядки, завтрак и медицинского осмотра Юре и мне прикрепили к телу датчики и помогли облачиться в космическую одежду. Пришел усталый после бессонной ночи С. П. Королев, спросил, как настроение.

— Отлично! — почти одновременно ответили мы с Юрой, который, весело улыбаясь, в свою очередь спросил у Главного конструктора:

— А как у Вас, Сергей Павлович?

Гагарин внимательно посмотрел в лицо Королеву и перестал улыбаться: вид у Главного, утомленного предстартовыми заботами, был действительно не из лучших.

— Сергей Павлович! Да Вы не беспокойтесь, — участливо, с подлинно сыновней заботой произнес Юрий, — все будет хорошо!

Самому час до полета, вспоминал потом об этом разговоре С. П. Королев, а он меня успокаивает...

— Какое жизнерадостное солнце! — воскликнул Гагарин, выйдя из специального автобуса, доставившего нас на стартовую площадку.

В этот час Юра был безмерно счастлив, как-то особенно приветлив и даже ласков. Казалось, что он хотел озарить во время своего полета неведомую Вселенную светом самых добрых качеств землян. К тому времени мне, да и всем стало ясно, что полетит Юрий Гагарин, а я «запасным» останусь на Земле (слово «дублер» тогда еще не было в ходу). Как сейчас вижу: неторопливым шагом подходит Юра к группе провожающих и, приложив руку к шлему, бодро рапортует:

— Товарищ председатель Государственной комиссии! Летчик-космонавт старший лейтенант Гагарин к полету на первом в мире космическом корабле-спутнике «Восток» готов.





*Г. С. Титов и Ю. А. Гагарин во время торжественной встречи с сотрудниками Звездного городка после космического полета Г. С. Титова в августе 1961 года*

Председатель комиссии пожал руку космонавту-1, пожелал ему успешного полета и благополучного возвращения на родную Землю. Подошел к Юре и я, мы крепко обнялись и, как у нас говорят, «чокнулись» гермошлемами. После прощания со своим другом я направился в тот же автобус, который привез нас на стартовую площадку.

В эти прощальные минуты было много объятий, рукопожатий, добрых пожеланий и самых теплых слов. Но чаще других слышались слова: «Все будет хорошо!» Гагарин обнял С. П. Королева, что-то шепнул ему, и оба загадочно улыбнулись. Затем спортивный комиссар В. А. Плаксин, как это предусмотрено кодексом ФАИ, проверил у космонавта удостоверение, чтобы после полета официально зафиксировать все мировые рекорды, которые будут установлены на «Востоке».

Вот и последние минуты перед посадкой в космический корабль. Юрий Гагарин выступает с заявлением, которое через несколько часов станет

известно всему миру. Были в нем и такие слова: «Первым проложить дорогу человечеству в космос — назовите мне большую по сложности задачу, чем та, что выпала мне. Это — ответственность не перед одним, не перед десятками людей, не перед коллективом. Это — ответственность перед всем советским народом, перед всем человечеством, перед его настоящим и будущим. И если, тем не менее, я решаюсь на этот полет, то только потому, что я — коммунист, что имею за спиной образцы беспримерного героизма моих соотечественников — советских людей...». Подняв руку, Юрий Гагарин идет к ракете. За ним — озабоченный С. П. Королев, провожавший космонавта до железной лестницы, ведущей к лифтовой площадке. С нее Юрий еще раз попрощался со всеми:

— До свидания, Земля, до свидания, друзья!

Вместе с одним из ведущих конструкторов он на лифте поднялся к «Востоку».

— Ну, как? — спросил Гагарин у своего спутника.

— Все в порядке.

— Раз так, садимся! — сказал командир корабля и расположился в катапультируемом кресле.

Устроившись поудобнее, Гагарин приступил к предстартовой провер-

ке систем и органов управления и контроля корабля. В 7.10 включил и стал проверять связь, переходя с канала на канал. Вскоре мне в автобус передали распоряжение С. П. Королева закончить дежурство. Я сменил космическую одежду на земную и отправился на пункт связи. Тем временем специалисты уже приступили к заключительной операции — установке и проверке герметичности крышки люка, через который Гагарин только что вошел в корабль. Завинтили тридцать гаек, вспоминал ведущий конструктор, облегченно вздохнули, но вдруг по радио раздался требовательный голос С. П. Королева:

— Почему не докладываете? Как у вас дела?

— Сергей Павлович, тридцать секунд назад закончили установку крышки люка, приступаем к проверке герметичности, — доложили ему.

— Правильно ли установлена крышка? Нет ли перекосов?

— Нет, Сергей Павлович, все нормально.

— Вот в том-то и дело, что не нормально! Нет КП-3 (КП — это контакт прижима, сигнализирующий о герметичном закрывании крышки).

— Что можно сделать для проверки контакта? — уже мягче спросил Главный, — успеете ли снять и снова установить крышку?

— Успеем, Сергей Павлович, только передайте Юрию Алексеичу, что мы открываем люк.

— Все передадим, спокойно делайте дело, не спешите, — сказал С. П. Королев и в 7.58 сообщил Гагарину:

— Юрий Алексеич, у нас так получилось: после закрытия люка вроде один контактик не показал, что он прижался. Поэтому мы, наверное, будем снимать крышку люка и потом ее поставим снова. Как поняли меня?

— Понял Вас правильно, — ответил Юрий, — люк открыт, проверяют сигнализаторы.

После полета Юра рассказывал, как он был озадачен этой операцией, не предусмотренной никакой программой. Подумал: уж не отменят ли пуск? Но спокойный тон Главного

конструктора после повторной установки крышки рассеял все сомнения. 8.25:

— Герметичность проверена. Все в норме, в полном порядке...

При каждом объявлении очередной «готовности» мы на космодроме по трансляции слышали четкий и лаконичный доклад: «Командно-измерительный комплекс к работе готов». Периодически в динамиках звучали уверенные и по-отечески заботливые слова С. П. Королева, обращенные к Юрию: «После минутной готовности шесть минуток будет, так сказать, всяких дел». Или: «Смотрели сейчас Вас по телевидению — все нормально, вид Ваш порадовал нас: бодрый». И за четыре минуты до старта: «Во время запуска можете мне не отвечать. Ответите, как только у Вас появится возможность, потому что я буду транслировать подробности». С. П. Королев, всегда заботливый и внимательный к космонавтам, к Юре относился даже с нежностью. Особенно это проявилось в тот день на космодроме. «Контакт», «минутки», «во время запуска можете мне не отвечать» — каждое из этих слов дышало заботой и лаской. Вообще Сергей Павлович очень любил и ценил Гагарина, предсказывал ему большое научное будущее: «В Юре сочетаются природное мужество, аналитический ум, исключительное трудолюбие. Я думаю, что если он получит надежное образование, то мы услышим его имя среди самых громких имен наших ученых».

...В 9.07 Главный конструктор сообщил Юрию Гагарину:

— Дается зажигание... Предварительная ступень... Промежуточная... Главная... Подъем!

Вот тут-то мы и услышали знаменитое гагаринское «Поехали!».

**Корреспондент.** Герман Степанович, как проходил полет Ю. А. Гагарина? Где Вы находились в это время?

**Г. С. Титов.** В это время я летел с космодрома в район приземления «Востока». В самолете не отходили от репродуктора. По сообщениям из космоса улавливали подробности и

детали, понятные только тем, кто непосредственно готовился к космическому полету. «Давление в отсеке 1,2,— слышится по радио,— в ручной системе 150, в первой автоматической 110, во второй автоматической 115, в баллоне тормозной двигательной установки 320 атмосфер.» В полете Юрий много работал «днем» и «ночью», пролетая над освещенной и теневой сторонами Земли, следил за функционированием аппаратуры, показаниями приборов, вел наблюдения суши и океанов, облачности и звездного неба. Свои впечатления он аккуратно записывал в бортовой журнал, но «невесомость, к которой я быстро привык,— рассказывал Юра после полета,— сыграла со мной злую шутку. После одной из записей... я отпустил карандаш, и он свободно поплыл по кабине, а потом нырнул куда-то под сиденье. С этого момента я его больше не видел. Дальнейшие свои наблюдения пришлось передавать по радио и записывать на магнитофон. За исключением этого небольшого происшествия, ничего непредвиденного не произошло. График полета соблюдался точно». Главный конструктор был удовлетворен результатами работы Юрия на орбите: «Гагарин порадовал нас тем, что за 108 минут сумел очень многое увидеть, обогатить науку ценной информацией и обобщениями».

...В 10.24 «Кедр» (позывной Ю. А. Гагарина) доложил:

— Самочувствие отличное. Все системы работают хорошо. Давление в кабине единица. Влажность 65. Температура 20 градусов... Продолжаю полет.

**Корреспондент.** Герман Степанович, а как происходили снижение и посадка?

**Г. С. Титов.** В расчетное время оптические датчики, настроенные на яркость Солнца, подали команду на включение микрореактивных двигателей.

— Включилась солнечная ориентация! — послышалось в динамике.

Мы, довольные, переглянулись: первая и очень важная операция по-

садочного цикла выполнена! Думаю, что читателям понятны мои переживания за своего друга: ведь в космосе он был первым. Но все происходило, как говорится, штатно: по плану включилась тормозная установка. Этот ответственный момент был зафиксирован телеметрией в 10.25 по московскому времени плавучим измерительным пунктом, несшим вахту в Южной Атлантике. Отработав свое время, выключилась тормозная установка, от приборного отсека отошла спускаемая герметическая кабина с космонавтом и устремилась к нашей планете. Когда аппарат с огромной скоростью врезался в плотные слои атмосферы, Юра испытал сильные перегрузки. Теперь в режиме управляемого спуска «Союзов» они — трех-четырёхкратные, а тогда были вдвое больше.

Внизу — родные просторы и разлившаяся от весеннего паводка Волга. К ней Юру стал сносить неожиданно поднявшийся ветер. Но опытный парашютист, он умело управлял снижением и благополучно опустился на сушу.

**Корреспондент.** Герман Степанович, а что могло произойти, если бы Гагарин угодил в реку?

**Г. С. Титов.** Ничего страшного. Нас готовили и к такому варианту посадки. На приводнение были рассчитаны скафандр и аварийный запас, средства поиска и эвакуации. Но самому Юрию вряд ли доставило бы удовольствие купание в ледяной воде...

**Корреспондент.** Как Вы встретились с Ю. А. Гагариным после его полета?

**Г. С. Титов.** Наш самолет приземлился, когда Гагарина уже приветствовали встречавшие. Мне хотелось поскорее его обнять, но Юра был в плотном кольце обступивших его людей, среди которых уже находились С. П. Королев, конструкторы и ученые, журналисты. Подойти к Гагарину не было почти никакой возможности, и все же я стал протискиваться сквозь толпу. На меня зашикали, стали бросать строгие взгляды, но я продвигался. Юра, заметив меня, бросился навстречу. Мы крепко обнялись...

— Доволен? — спросил я.



*Г. С. Титов и Ю. А. Гагарин  
на отдыхе  
в Крыму (август 1961 года)*

— Очень! — радостно ответил мой друг.

...Когда мы ехали сразу после встречи на аэродром, то увидели тысячи людей, буквально запрудивших улицы. Все стремились поближе рассмотреть первого космонавта планеты. Кортёж машин и улицы засыпали цветами.

Особенно радостен в эти часы был неизвестный тогда народу человек, которого называли «Главный конструктор».

— А знаете, товарищи,— говорил мечтательно в этот день Сергей Павлович, думая о будущем,— этот полет откроет новые невиданные перспективы в науке. Вот полетят еще наши «Востоки», а потом... потом надо думать о создании на орбите по-

стоянной обитаемой станции... Мне кажется, что в этом деле нельзя идти в одиночку. Нужно международное сотрудничество. Исследование, освоение космоса — это дело всех землян...

Блестящим подтверждением этих слов Сергея Павловича стала беспрецедентная эпопея «Салюта-6», в которой вместе с советскими космонавтами участвовали представители семи братских социалистических стран. Готовятся к полетам с нашими космонавтами их коллеги из Франции. Теперь среди отважных исследователей космоса можно встретить не только летчика, но и конструктора, ученого, инженера, врача. Все они прекрасные специалисты, отлично владеющие современной техникой, вдумчивые экспериментаторы, мужественные люди, хорошие товарищи. И все же после 12 апреля 1961 года на нашей планете не было другого человека, который пользовался бы такой любовью не только своего на-

рода, но и народов всего мира, как Юрий Алексеевич Гагарин.

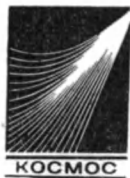
Он посетил тридцать зарубежных стран. Произносил речи на государственных приемах и многочисленных митингах, выступал перед рабочими, крестьянами, студентами, прославленными деятелями культуры, науки, беседовал с главами парламентов и правительствами, проводил пресс-конференции. Этому в отряде космонавтов нас не учили. Однако все знают, что Юрий Гагарин блистательно справился и с этими «земными перегрузками».

Однажды арабский журналист спросил его: «Был ли у Вас в кабине космического корабля «Восток» какой-нибудь талисман?» «Да,— ответил Гагарин,— в кармане моего скафандра находилось удостоверение, что я — гражданин Советского Союза. Это — самый надежный талисман!»

...Герман Степанович задумался, поднял погрузневший взгляд на портрет Ю. А. Гагарина в гермошле-



Герой Советского Союза  
летчик-космонавт СССР  
ПОПОВ Л. И.



## 185 суток на орбите

**Участник самой длительной в истории космонавтики экспедиции рассказывает о работе экипажа.**

Даже в день посадки на Луну «Аполлона-11» агентство ЮПИ писало: «Нельзя забывать о заслугах пионеров освоения космоса, давших сведения, которые сделали возможным это замечательное достижение. Первый искусственный спутник был советским. Первые люди в космосе были русскими...». И мне, прежде чем начать рассказ о работе нашей экспедиции, хочется с благодарностью вспомнить человека, который открыл дорогу в космос и для нашего экипажа,—Юрия Алексеевича Гагарина.

Стартовали мы с В. В. Рюминым на космическом корабле «Союз-35» 9 апреля 1980 года в 16 часов 38 минут московского времени. На следующий день состыковались с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Прогресс-8» и началась наша работа на станции. За время пребывания на станции «Салют-6» нас посетили В. Н. Кубасов и Берталан Фаркаш (ВНР), Ю. В. Малышев и В. В. Аksenov, которые испытывали усовершен-



*В. В. Рюмин (слева) и Л. И. Попов — в учебно-тренировочном макете корабля «Союз»*

ствованный транспортный корабль серии «Союз Т», В. В. Горбатко и Фам Туан (СРВ), Ю. В. Романенко и Ар-

нальдо Тамайо Мендес (Куба). Поэтому мы участвовали и в экспериментах, которые проводились по программе «Интеркосмос».

С появлением пилотируемых орбитальных станций, которые долго находятся на орбите (в то время, когда готовилась эта статья, шел чет-

ме, улыбающегося с высокой стены светлого рабочего кабинета своего дублера, и после небольшой паузы сказал:

— Для нас, космонавтов, он однополчанин, для многих — искренний и верный товарищ, а для меня, кроме того, очень близкий друг... Гагарин

весь был устремлен в будущее, мечтал в межпланетных полетах. Об этом он говорил и в тот незабываемый день, когда мы с ним, наконец, остались вдвоем после встреч, заседания Госкомиссии, его первых интервью и автографов. Мы долго бродили по берегу Волги, задушевно беседова-

ли, старались представить себе будущие космические полеты...

Так закончился для нас с Юрой тот день — 12 апреля 1961 года. Таким он вспоминается мне сегодня, двадцать лет спустя.

**Беседу вел и записал  
ПОКРОВСКИЙ Б. А.  
Фото И. Снегирева**

вертый год пребывания в космосе станции «Салют-6»), исследования Земли стали систематическими. От одной экспедиции к другой совершенствуются аппаратура и методика работ, увеличивается число задач и уточняются цели исследований, растет время пребывания на орбите. Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко работали на борту 96 суток, В. В. Коваленок и А. С. Иванченков — 140, В. А. Ляхов и В. В. Рюмин — 175, а мы с В. В. Рюминым — 185 суток.

**Изучение Земли и ее атмосферы.** В программе полета нашего экипажа эксперименты и исследования по космическому земледелию занимали, пожалуй, наибольший объем. Поэтому им уделено наибольшее внимание и в данной статье.

Для проведения этих исследований станция была оснащена целым комплексом аппаратуры: многозональной фотокамерой МКФ-6М, бортовым широкоформатным фотоаппаратом КАТЭ-140, спектрофотометром «Спектр-15» и электрофотометром «Дуга». И, конечно, мы, как и все космонавты, занимались визуальными наблюдениями, которые обеспечивают сегодня наибольшую оперативность получения, передачи и использования информации. Это очень важно, потому что, например, информация о состоянии сельскохозяйственных культур в период вегетации или созревания устаревает в течение 2—4 дней и ее нужно оперативно обновлять. Наш полет охватил по времени почти все стадии сельскохозяйственных работ: мы начали его ранней весной, а закончили осенью. Специалистов сельского хозяйства очень интересовали и данные наших визуальных наблюдений, и фотографии посевов, сделанные нами в разное время. Кстати, эти фотографии сопоставлялись с результатами аэрофотосъемок и с наблюдениями наземных региональных пунктов.

Программа полета предусматривала дистанционное изучение лесов для правильного использования их ресурсов. Результаты предыдущих полетов показали, что специалистам лесного хозяйства очень полезны космические снимки, сделанные многозональной камерой МКФ-6М. Мы

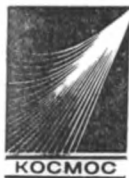


*В. В. Рюмин и Л. И. Попов знакомятся с методикой научных исследований*

*Л. И. Попов и В. В. Рюмин на борту орбитальной станции «Салют-6»  
Фотохроника ТАСС*

также сфотографировали большие площади лесов. Фотографии, полученные нами в различных диапазонах спектра, позволили выявить очаги заболеваний леса, классифицировать различные породы. Это необходимо для инвентаризации лесного фонда





(Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 42—47.— Ред.).

Важный объект наблюдений — океан. С ним связано решение многих вопросов продовольственной проблемы. Космические исследования (читатели это, конечно, знают) и здесь играют большую роль. Первым и наиболее ощутимым вкладом космонавтов в исследование ресурсов океана была разработка методики визуального определения по цветовым контрастам тех районов, в которых содержатся скопления планктона. А где планктон, там и рыба. Но достоверно определить, где находится планктон, не такая простая задача. Необходимо выбрать удачные сочетания условий освещенности водной поверхности, удобный ракурс, угол наклона линии визирования относительно вертикального направления. Все это требует большой сноровки, интуиции, опыта, накопленного в предыдущих полетах.

Но, несмотря на безусловные успехи, бывают и ошибки. Иногда в районе кажущегося скопления планктона оказывалось... большое нефтяное пятно. Чтобы избежать подобных ошибок, проводились **одновременные** наблюдения. Мы наблюдали с борта станции «Салют-6», а другие участники эксперимента — с самолетов и морских судов, расположенных в этих же районах. Затем информация сопоставлялась. Как нам сообщили ученые — авторы эксперимента, получены очень обнадеживающие результаты.

Изучали мы и динамику морских течений акватории Индийского океана, выявляли динамические образования в районах Саргассова и Кариб-

ского морей, Мексиканского залива...

Помогали мы и геологам. Наши визуальные наблюдения они использовали как дополнение к информации, получаемой с помощью инструментов. Конечно, непосредственно залежи полезных ископаемых мы открыть не могли. Это дело геологов. Но надеемся, что результаты геологического поиска, проведенного из космоса, в сочетании с аэрофотосъемками и геодезическими данными позволят выявить на территории нашей страны нефтеносные структуры, которые дадут нефть и газ.

Проблема водных ресурсов — одна из острейших для человечества. И надежды связываются с такими еще недостаточно изученными аккумуляторами пресной воды, как ледники. Одно из заданий, полученных нами, было связано с изучением водных ресурсов республик Средней Азии. Питают водой этот засушливый район ледники и снежники Памира и Тянь-Шаня.

Точно определить запасы снега в горах и объем ледников — важная задача научных исследований. Для прогнозирования величины речного стока необходимо постоянно следить за состоянием ледников. И здесь незаменимы методы дистанционного контроля из космоса. С орбиты вооруженным глазом мы видели моренные гряды на ледниках и русла ледниковых рек, легко обнаруживали пульсирующие ледники по характерным грядам изогнутых в виде петель морен. В общей сложности (вместе с предыдущими экспедициями) обнаружено и изучено около 30 пульсирующих ледников Памира. Составлен прогноз их поведения. Эти результаты послужат основой для дальнейшего изучения эволюции памирского оледенения и прогнозирования его изменчивости.

Наблюдая и фотографируя ледники, мы оказывали помощь ученым в создании Атласа снежно-ледовых ресурсов мира. В нем будет сосредоточена информация о результатах глобальных наблюдений снежного и ледового покрова планеты.

Продолжили мы интереснейший космический эксперимент, начатый еще Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко

во время их 96-суточной экспедиции, — изучение «второго эмиссионного слоя земной атмосферы» (Земля и Вселенная, 1980, № 6, с. 18.— Ред.). Все предыдущие экспедиции регистрировали это явление. Наш экипаж также проводил различные исследования: отмечал моменты появления этого свечения, измерял его яркость, искал тонкую структуру. Надеемся, что полученные нами данные позволят уточнить характеристики процессов, происходящих в ионосфере, а следовательно, лучше понять закономерности распространения радиоволн, отражающихся от нее, нагляднее представить явления, влияющие на климат и погоду на Земле.

Как всегда, велось наблюдение Солнца. В частности, по заданию ученых мы исследовали рефракцию солнечных лучей в атмосфере перед заходом Солнца. Наблюдения рефракционных явлений помогут ученым определить температуру воздуха на различных высотах. Это важно для изучения процессов, протекающих в атмосфере Земли и носящих не местный, а глобальный характер.

**Технологические эксперименты** в научной программе полета заняли (если обратиться к спортивной терминологии) второе место после космического земледения. Мы продолжали получение в невесомости полупроводниковых материалов арсенида и антимонида галлия, сплава кадмий — ртуть — теллур, выращивали монокристаллы сульфида кадмия, а также магнитного материала гадолиний — кобальт, который используется в электронно-вычислительной технике. Значительное число экспериментов было посвящено отработке методов нанесения покрытий на различные поверхности. Большой интерес к этому проявляют оптическая и электронная промышленность и те, кто создает космические аппараты. Установку для нанесения покрытий «Испаритель» разработали в Институте электросварки имени Е. О. Патона АН УССР. В различных режимах мы напыляли на металлические и стеклянные образцы покрытия из золота, серебра и сплавов, включающих алюминий, медь и серебро. Ученые считают (это, конечно, предва-



рительные результаты), что качество космических пленок значительно выше, чем аналогичных покрытий, изготовленных на Земле.

Отрабатывали мы и метод получения элементов конструкций из пенополиуретана в космосе на установке «Лотос». В ней — два контейнера. Один заполнен пенополиуретаном (жидкой пластмассой), другой — вспенивающим веществом. Эти компоненты смешиваются, смесь под давлением подается в пресс-форму и там затвердевает. Изделия удалось получить, но, к сожалению, они не полностью отвечают предъявляемым к ним требованиям. Так что решающие эксперименты впереди.

**Астрофизические исследования.** В программе работ нашей экспедиции были эксперименты с субмиллиметровым телескопом БСТ-1М — самым крупным телескопом такого класса, когда-либо выводившимся на орбиту, и гамма-телескопом «Елена» (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 30—33.— Ред.).

Космическое гамма-излучение недоступно наблюдению с поверхности Земли, так как сильно поглощается атмосферой. А оно все больше и больше привлекает внимание ученых. Не исключено, что космические гамма-лучи несут информацию об эволюции звезд и даже галактик. Свойства источников гамма-излучений, изученные с помощью космического гамма-телескопа, помогут уточнить имеющиеся или создать новые модели Вселенной. Определяя потоки гамма-излучения в околоземном пространстве, мы понимали, что чем больше измерений будет проведено, тем более точные выводы из полученных данных можно сделать.

**Медико-биологические эксперименты**, как всегда, занимали особое место в программе полета. Часть из них должна была ответить на вопрос, как реагирует организм человека на воздействие факторов космического полета (кроме того, врачи следили за нашим самочувствием). Исследовались реакция сердечно-сосудистой системы на имитацию гидростатического давления с использованием вакуумного костюма «Чибис», кислородный режим в тканях человека.

Проводилось обследование сердечно-сосудистой системы при выполнении нами физических упражнений с дозированной физической нагрузкой на велозергометре. Мы также провели эксперименты, связанные с изучением обмена веществ, состоянием эритроцитов и многие другие. В экспериментах «Оазис», «Вазон», «Малахит» изучали рост растений в невесомости.

Думаем, что наше длительное пребывание на борту орбитальной станции «Салют-6» приблизит медиков к выработке научно обоснованных рекомендаций о допустимой продолжительности полета космонавтов и об условиях, которые должны быть созданы для них на борту.

Много времени заняли у нас профилактические и ремонтно-восстановительные работы. Все-таки станция была на орбите с 29 сентября 1977 года и незадолго до нашего приземления прошла путь свыше 700 млн. км. Поэтому работу на станции мы начали с демонтажирования и замены отдельных агрегатов и аппаратуры, с установки новых аккумуляторов, перезарядки кассет фотоаппаратов МКФ-6М и КАТЭ-140. Мы заменили автономные источники электропитания некоторых приборов и аппаратуры. Продолжали эти работы мы в течение всего полета.

В начале мая мы провели операцию, которая выполнялась впервые в практике пилотируемых полетов. С помощью специальной системы «Родник» перекачали воду из баков грузового корабля в емкости станции.

Конечно, в небольшой статье мне удалось рассказать лишь о некоторых экспериментах, проведенных в течение многомесячного космического полета. Не упомянул и о разгрузке и погрузке кораблей «Прогресс», доставлявших нам оборудование, аппаратуру, материалы для обеспечения жизнедеятельности экипажа и проведения научных исследований, топливо для объединенной двигательной установки.

Результаты нашего труда обрабатываются и, думаю, послужат основой для многих статей — и научных, и популярных.



## ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ И ЗЕМНЫЕ НЕДРА

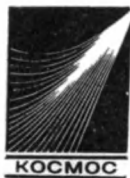
В последние годы все чаще обсуждается вопрос о возможных неприливных вариациях силы тяжести в областях тектонической активности. В частности, японские ученые отметили, что сила тяжести изменяется перед отдельными неглубокими землетрясениями и после них (на десятые доли миллигала в год). Другой причиной неприливных вариаций силы тяжести на поверхности Земли может быть изменение уровня грунтовых вод. Величина силы тяжести изменяется и в результате техногенных процессов. Наблюдения на территории Северо-Ставропольского газового месторождения показали, что в 1962—1970 годах в связи с изменением режима эксплуатации газа сила тяжести над центральной частью месторождения понизилась на 0,4 мГал.

Е. А. Воронцова, В. А. Кузиванов, Н. С. Медведева, И. И. Науменко-Бондаренко, М. Б. Степанова (Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР) рассмотрели около десятка теоретических моделей, на которых они проверили, могут ли процессы на поверхности Земли, в литосфере и мантии приводить к изменению гравитационного поля. К таким процессам были отнесены горизонтальные растяжения земной коры, перемещение хребта Петра Первого на Памире, поднятие Фенноскандии, вертикальные подвижки участков земной коры при землетрясениях.

Расчеты, сделанные авторами, показали, что все эти процессы действительно влияют на гравитационное поле Земли. Но вызванные ими изменения незначительны и представляют собой колебания очень высокой частоты, поэтому их трудно измерить. Точность гравиметрических и вариометрических измерений должна быть на 2—3 порядка выше, чем существующая теперь. Однако в будущем регистрация неприливных вариаций силы тяжести может дать совершенно новый и независимый метод изучения тектонических, динамических и термодинамических процессов в глубинных недрах Земли.

Известия Академии наук СССР.  
Физика Земли, 1980, 9.

Доктор технических наук  
ВЕТРОВ Г. С.



## Королев и Гагарин

**12 апреля 1961 года ракета-носитель «Восток» вывела на околоземную орбиту космический корабль с первым летчиком-космонавтом на борту—Юрием Алексеевичем Гагариным. Начался новый этап познания Вселенной.**

Человек, летящий в космос, стал необходимым и долгожданным, а потому дорогим и близким задолго до того, как обрел имя. Чтобы дать ему имя, необходимы были усилия многих тысяч ученых, инженеров и рабочих, уникальные конструкции, преобразования во многих сферах государственной деятельности.

Космос нужно было открывать, как открывали новые континенты, как открывали Южный и Северный полюсы. Это был путь к великой цели через великие трудности.

Чтобы совершить путешествие в космос, необходим огромный запас энергии. Но прежде всего нужно было найти эффективные и рациональные источники энергии и приспособиться к тому, что они имеют ограниченные мощности. Затем решить в связи с этим ряд сложных проблем, чтобы обеспечить бережное использование энергии: искать оптимальное распределение энергии по времени полета (в виде различных конструктивных схем ракеты), создавать легкие и прочные конструкционные материалы, обеспечивать высокую точность выведения ракеты, чтобы не тратить энергию на корректировку траектории.

Грандиозность задачи полета в космос вполне уживалась с мыслью



*Ю. А. Гагарин и С. П. Королев  
в Сочи (май 1961 года)*

об использовании атомной энергии, но такой путь не позволял добиться результата в обозримое время. Единственным выходом из положения казалось создание жидкостных ракетных двигателей, но на первых порах это была только еще одна смелая гипотеза.

Хотя принципиальные положения для разработки жидкостных ракетных двигателей были ясны, проблема оставалась чрезвычайно сложной из-за отсутствия каких-либо прототипов и разработанной теории. Может быть, именно поэтому все усилия немногих в тот период исследователей сосредоточились на жидкостных ракетных двигателях.

Работы над жидкостным ракетным двигателем сконцентрировались главным образом в Газодинамической лаборатории (ГДЛ), где в период только с 1930 по 1934 год под руководством инженера (ныне академика) В. П. Глушко было исследовано около 50 конструктивных вариантов двигателей, работающих на различных компонентах (Земля и Вселенная, 1971, № 4, с. 4—12.—Ред.).

Первые удачные эксперименты Ф. А. Цандера на лабораторной установке ОР-1 и его проект жидкостного ракетного двигателя ОР-2 послужили основанием Центральному совету Осоавиахима для организации Группы по изучению реактивного движения (ГИРД). В ГИРДе разрабатывались жидкостные ракеты различных типов. О трудностях в этой области можно судить по многочисленным безуспешным попыткам исследователей в различных странах. Только в СССР, США и Германии удалось в довоенные годы создать экспериментальные образцы жидкостных ракет.

Успехи ГДЛ и ГИРДа убедили в перспективности развития работ над жидкостными ракетными двигателями и жидкостными ракетами и в необходимости объединения усилий исследователей, занятых этими проблемами. Так, в 1933 году был создан Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). Без всего этого невозможно было бы создание в Советском Союзе, создание космиче-

ской ракеты-носителя «Восток» под руководством С. П. Королева и рождение Человека, летящего в космос.

...В Московском высшем техническом училище ярко проявилась активная жизненная позиция будущего Главного конструктора. С. П. Королев не ограничивался рамками учебного плана и стремился охватить все, что имело отношение к авиации. Он строил планеры, поступил в школу летчиков и окончил ее, работал на авиационном заводе, разработал самолет собственной конструкции и представил его в качестве дипломного проекта. Самолет был построен и испытывался в полете.

В этот период начала проявляться черта характера, которая впоследствии привела С. П. Королева в ракетную технику. Это — умение отойти от шаблона, утвердить свою оригинальную точку зрения, идти непроторенными дорогами. Он строил не просто еще один планер, а планер, способный совершать фигуры высшего пилотажа. Самолет, разработанный им, также имел оригинальную конструкцию. Активность жизненных позиций С. П. Королева переходила в новое качество — он учился не только действовать, не только доводить до конца задуманное, но вторгаться в сферу неизведанного, чувствовать, как становится доступным то, что казалось никому не по силам. Поэтому и пришел С. П. Королев в ракетную технику — туда, где больше всего были нужны такие активные и ищущие люди, как он.

Для Сергея Павловича космические исследования были не просто одной из возможных сфер деятельности, а мечтой, которую он пронес через всю свою жизнь. Представление о жидкостной ракете было связано у него — одного из пионеров ракетной техники — прежде всего с полетом в космическое пространство. С этого началась теоретическая космонавтика в трудах К. Э. Циолковского и это стало задачей первостепенной важности во всей практической деятельности С. П. Королева.

В своем докладе, прочитанном в 1947 году, Сергей Павлович отмечал: «Циолковский основной конечной задачей считал вылет человека за пре-

делы земного тяготения... Он подробным образом разрабатывает вопросы жизни будущих межпланетных путешественников, обдумывает проект создания искусственного спутника Земли в виде промежуточного межпланетного острова или станции, которые должны быть созданы на пути космических рейсов. Это фантастично и потрясающе грандиозно даже сейчас, в наш век чудес, но надо признать, что это — научная истина и научный прогноз не такого уж далекого будущего».<sup>1</sup> Эти слова отражали глубокую убежденность С. П. Королева и, как показали дальнейшие события, стали для него программой конкретных действий.

Впервые в истории первая космическая скорость была достигнута в 1957 году с помощью ракеты-носителя «Спутник», разработанной под руководством академика С. П. Королева. Главным конструктором двигателей этой ракеты был академик В. П. Глушко, систем управления — академик Н. А. Пилюгин. Именно эта ракета позволила в дальнейшем обеспечить планомерное исследование космического пространства. В ней синтезированы идеи пионеров космонавтики, все, что было сделано в ГДЛ, ГИРДе, РНИИ, она построена на базе элементов, систем и агрегатов, отработанных и испытанных на многочисленных отечественных ракетах.

Непрерывность и строгая преемственность развития космонавтики проявилась и в том, что двухступенчатая космическая ракета, с помощью которой был выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли, стала базой для разработки трехступенчатой ракеты-носителя космического корабля для полета человека в космос.

В отчете члена-корреспондента АН СССР С. П. Королева о научной деятельности за 1954 год читаем слова, указывающие на необходимость и своевременность работ, связанных с полетом человека в космос: «В настоящее время все более близким и реальным кажется создание искус-

<sup>1</sup> Королев С. П. Жизнь и деятельность К. Э. Циолковского.— В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 205.



венного спутника Земли и ракетного корабля для полетов человека на большие высоты и для исследования космического пространства».<sup>2</sup>

Рекомендуя в своем отчете созвать осенью 1955 года конференцию для подведения итогов работ по изучению верхних слоев атмосферы, С. П. Королев подчеркивал: «Одним из важнейших предложений, которое необходимо обсудить на конференции, явилось бы предложение о создании ракеты-лаборатории для подъема одного-двух экспериментаторов на высоты до 100 км с доработкой специальной системы для спуска лаборатории и ее экипажа на Землю»<sup>3</sup>.

Конференция состоялась в апреле 1956 года. С обстоятельным докладом выступил С. П. Королев. Он снова подчеркивал необходимость проведения работ, обеспечивающих полет человека в космос: «Говоря о перспективах, нельзя не остановиться на одном из самых злободневных вопросов — полете человека в ракете. В настоящее время эта задача становится все более реальной. Она издавна привлекала внимание всех, работавших в области ракетной техники, а полет человека на ракете является и сейчас одной из основных задач в области ракетной техники... Это перспективы, но перспективы реальные и не такие уж далекие. В связи с этим проводившиеся до сих пор нами вертикальные полеты ракет выглядят как непосредственно связанные с названными выше перспективными работами». (Подчеркнуто мною,— Г. В.)<sup>4</sup>

При всей романтической увлеченности проблемами изучения космического пространства С. П. Королев был трезвым и расчетливым органи-



*Ю. А. Гагарин 11 апреля 1961 года*

ский полет, он методично, упорно прокладывал путь этой идее.

Эффективность творческих методов и научных принципов С. П. Королева наиболее ярко проявилась в осуществлении программы космических исследований. Именно при разработке космических аппаратов и кораб-

затом, проявлял исключительную деловитость и твердость в осуществлении намеченных планов. Задавшись целью осуществить космиче-

<sup>2</sup> Королев С. П. Отчет о научной деятельности за 1954 год.— В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 344.

<sup>3</sup> Королев С. П. Отчет о научной деятельности за 1954 год.— В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 361.

<sup>4</sup> Королев С. П. Исследование верхних слоев атмосферы с помощью ракет. В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1990, с. 353.



*Председатель Президиума  
Верховного Совета СССР  
Л. И. Брежнев  
вручает в Кремле Ю. А. Гагарину  
орден Ленина  
и медаль «Золотая Звезда»  
(14 апреля 1961 года)*

лей более всего требовались твердость и мужество королёвского характера, энтузиазм и широта научного кругозора, способность видеть взаимосвязи проблем, потому что в этой области проходил рубеж человеческих знаний, за которым начина-



*Пресс-конференция  
в Доме ученых, посвященная  
первому в мире полету  
человека в космос.  
Слева направо:  
академик Е. К. Федоров,  
Ю. А. Гагарин,  
академик А. Н. Несмеянов  
(15 апреля 1961 года)*



*Ю. А. Гагарин со школьниками  
села Барвиха Московской области  
(июль 1961 года)*

лась неизвестность. Чтобы перейти этот рубеж, нужно было не только разрешить множество научных, инженерных и организационных проблем, но и преодолеть инерцию в представлении о космосе, как о сфере, далекой от наших повседневных забот и практических интересов.

С. П. Королев заставил поверить в необходимость осуществления широкой программы исследования космоса, что привело в конечном счете к образованию новой отрасли промышленности по разработке средств освоения космоса. Такая действенность научных и технических позиций во многом определялась его огромным авторитетом руководителя сложных проектов ракетных систем,

успехом, который ему сопутствовал, способностью создавать деловую и творческую обстановку в работе над комплексными проблемами, готовностью взять на себя ответственность за практическое разрешение сложных задач, связанных с исследованием космоса. Главными же факторами для становления космонавтики как самостоятельного научного направления, как отрасли промышленности были целеустремленность С. П. Королева в осуществлении космической программы, его способность оценить перспективы этой области и спроектировать их в сегодняшний день, глубокая гражданственность его позиции, забота о престиже отечественной науки.

Сергей Павлович стремился как можно быстрее приступить к осуществлению программы полета человека в космос. Когда появилась

практическая возможность использовать для этой цели ракету ограниченной мощности, допускающую кратковременный полет человека в космосе по баллистической траектории, этот вариант не остался без внимания. В предложениях 1954—1956 годов имелся в виду именно этот вариант — полет человека в ракете. Но в 1957 году сразу же после успешного полета первого искусственного спутника Земли С. П. Королев писал: «Особое место в исследованиях, несомненно, занимают вопросы о возможностях осуществления полета человека в космическом пространстве... Наилучшим техническим решением, которое позволило бы неограниченно широко развернуть научные исследования в космическом пространстве, было бы создание постоянной, обитаемой, то есть приспособленной для жизни людей, межпланетной



станции в виде искусственного спутника Земли.<sup>5</sup>

Достаточно было проверить исходные предпосылки для достижения космической скорости, осуществив пуски первых спутников, как С. П. Королев направляет в органы государственного планирования свои предложения, и разработка новых, не имеющих аналогов в мировой практике конструкций выполнялась затем в чрезвычайно сжатые сроки. В частности, он предлагал осуществить «создание первых спутников с человеком на основе использования баллистической схемы возвращения... Пуски с помощью трехступенчатых ракет-носителей и временем функционирования 10 суток. Выполнение работ 1958—1960 годы».<sup>6</sup>

В 1960 году все участники работ по космической программе получили документ, составленный под руководством С. П. Королева, — «Основные положения для разработки космического корабля «Восток». Первая фраза этого документа — лаконичная, потому особенно выразительная, а теперь уже историческая — гласила: «Объект «Восток-В» предназначен для осуществления первых полетов человека продолжительностью до одних суток».<sup>7</sup>

Это означало непосредственный переход к решающему этапу. Даже сухие, деловые строчки этого документа не могут скрыть особую заботу о всех этапах подготовки космического корабля, суровую требовательность к каждому участнику работ: «Устанавливается личная ответственность главных конструкторов, директоров заводов и руководителей служб за качество технической документации, правильность кон-



руктивных решений, отработанность и надежность элементов конструкции, за качество изготовления, сборки и испытаний.

...Разрабатываются ведомости контроля операций сборки и испытаний изделия с указанием конкретных исполнителей, отвечающих за качество сборки и испытания в соответствии с документацией на ракету-носитель или объект «Восток-В».<sup>8</sup>

*Ю. А. Гагарин перед тренировочным полетом (1968 год)*

Принцип личной ответственности пронизывал весь процесс создания и подготовки к пуску ракеты-носителя и космического корабля. Не было ни одной лазейки, допускающей произвол в толковании характеристик отдельных элементов или результатов предстартовых испытаний. Отступление от принятых документов мог допустить только один человек — Главный конструктор: «...вводятся ведомости отступлений от технической документации Главного конструктора

<sup>5</sup> Королев С. П. Исследование космического пространства.— В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 393.

<sup>6</sup> Королев С. П. О перспективных работах по освоению космического пространства.— В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева, М., 1980, с. 407.

<sup>7</sup> Королев С. П. Основные положения для разработки и подготовки космического корабля «Восток-В». — В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 417.

<sup>8</sup> Королев С. П. Основные положения для разработки и подготовки космического корабля «Восток-В». — В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 420.

ракеты-носителя и объекта «Восток-В», утверждаемые лично Главным конструктором...».<sup>9</sup>

И вместе с тем, окончательные решения при всей концентрации власти в руках Главного конструктора были актом коллективным, когда каждый ответственный участник мог сказать свое слово как доброволец, идущий на подвиг: «...заклучение о допуске ракеты-носителя и объекта «Восток-В» к испытаниям дается совместным решением главных конструкторов по результатам сборки и комплексных испытаний ракеты-носителя или объекта «Восток-В».<sup>10</sup>

На этом трудном этапе, после которого дорога в космос становилась и прямее и шире, встретились Главный конструктор С. П. Королев и Человек, летящий в космос, Ю. А. Гагарин. Они могли пройти этот этап только вместе — поодиночке им здесь путь был заказан. У Главного конструктора за плечами — богатейший инженерный опыт, слава создателя многих ракетно-космических конструкций, итоги труда многочисленных коллективов, создавших передовую технику. С ним был авторитет его ближайших соратников, который служил надежной опорой на самых крутых виражах трудного пути, была поддержка всего народа, партии и правительства. За плечами первого космонавта — молодость, летное мастерство, чувство ответственности, готовность пожертвовать собой во имя великой цели и еще характер — ищущий, мужественный и зрелый.

В детские годы Гагарин узнал, что такое тяжкая беда, настоящий подвиг и огромное счастье. Он пережил немецкую оккупацию, наблюдал, как подбитый краснозвездный самолет врывается в колонну вражеских машин, встречал освободителей. Такое испытание выпало на долю многих

советских детей, и Гагарин был среди тех, кого эта суровая правда жизни сделала взрослее, активнее и самостоятельнее в своих поступках и решениях. Ему хотелось учиться, но семье было трудно и, чтобы помочь ей, нужна была рабочая специальность. Для поступления в фабрично-заводское училище не хватало одного года учебы. Он добился приема, правда, на литейную специальность, куда другие шли неохотно, и позже всегда с радостью вспоминал горячий жар расплавленного металла. Затем — техникум и аэроклуб. Здесь рождалось призвание и вкус к новому делу. Он умел ощущать свою необходимость в жизни, когда работал, когда учился и когда потребовалось исполнять каждодневные воинские обязанности. В летном училище, куда Ю. А. Гагарин поступил после армии, он не мог допустить даже отдельных срывов в учебе, стал предельно требовательным к себе и оставался добрым и верным товарищем. Все это — требовательность к себе, доброта, сознание своего долга — от душевной щедрости, лишенной стремления к личному благополучию. Он не соглашается стать инструктором после окончания училища и уезжает в летную часть на Север, где труднее и интереснее. Едет с товарищами и женой Валей. И, наконец, зачисление в отряд космонавтов... комиссии, тренировки и домик на космодроме, где Гагарин провел ночь перед стартом.

Ракета-носитель «Восток» достигла космической скорости, и первый человек пережил то, что было недоступно ранее никому из живущих на Земле и что нужно было, чтобы космос стал отныне доступным для людей. Юрий Гагарин был поднят над живущими на Земле людьми всем ходом развития науки и техники, величием технических достижений своего народа и остался таким же недосягаемым, как неповторим его подвиг — первый полет в космическое пространство. Облачившись в скафандр, услышав звук работающих двигателей и сказав свое знаменитое «Поехали!», Юрий Гагарин перестал быть просто одним из людей, он стал человеком из мифа. Ему адресовали теплые чувства для всего народа вос-

питавшей его страны, в нем видели посланца мира и прогресса, он доносил до самых отдаленных уголков Земли правду о советском народе. С его именем теперь ассоциируется все лучшее, чем известен наш народ, наша страна. Он стал носителем ее истории, ее культуры. В этом была его великая гражданская миссия.

Его всюду ждали, его встречали Прага и София, Гавана и Будапешт, он был гостем Пагуошской конференции и австрийских рабочих, его принимала в Бекингемском дворце английская королева, две тысячи корреспондентов записали в Лондоне его интервью. Каждый его жест, его улыбка, каждое его слово обрели магическую силу, потому что за ними были реальные свидетельства силы, ума и человеческого духа, зримые черты истории. Этот почет, встречи, интервью, пристальное и требовательное внимание к каждому его слову и жесту были продолжением его космического подвига и неизбежной частью его славы, которую он с большим достоинством и тактом принес на службу Родине. До полета Гагарина возможность осмысленной деятельности в космосе была лишь научной гипотезой. Многочисленные эксперименты подтвердили надежность технических средств, обеспечивающих безопасный полет человека в космос и возвращение на Землю. Оставалось решить задачу, требующую непосредственного участия человека. От участника космического полета требовались особая психологическая устойчивость, выдержка, уверенность в себе. Это были важнейшие условия эксперимента для подтверждения научной гипотезы.

Полет Ю. А. Гагарина сделал гипотезу о возможности практической деятельности человека в космосе реальностью, открыл новое направление в развитии цивилизации, и в этом его непреходящее научное значение.

Королев и Гагарин. Они вместе прошли трудный этап, после которого дорога в космос стала и прямее и шире. Они встретились, чтобы навсегда остаться вместе в памяти народной, — Главный конструктор и Первый космонавт.

Фото И. Снегирева

<sup>9</sup> Королев С. П. Основные положения для разработки и подготовки космического корабля «Восток-В». — В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 420.

<sup>10</sup> Королев С. П. Основные положения для разработки и подготовки космического корабля «Восток-В». — В сб.: Творческое наследие академика С. П. Королева. М., 1980, с. 420.

Дважды Герой Советского Союза  
летчик-космонавт СССР  
кандидат технических наук  
ГРЕЧКО Г. М.

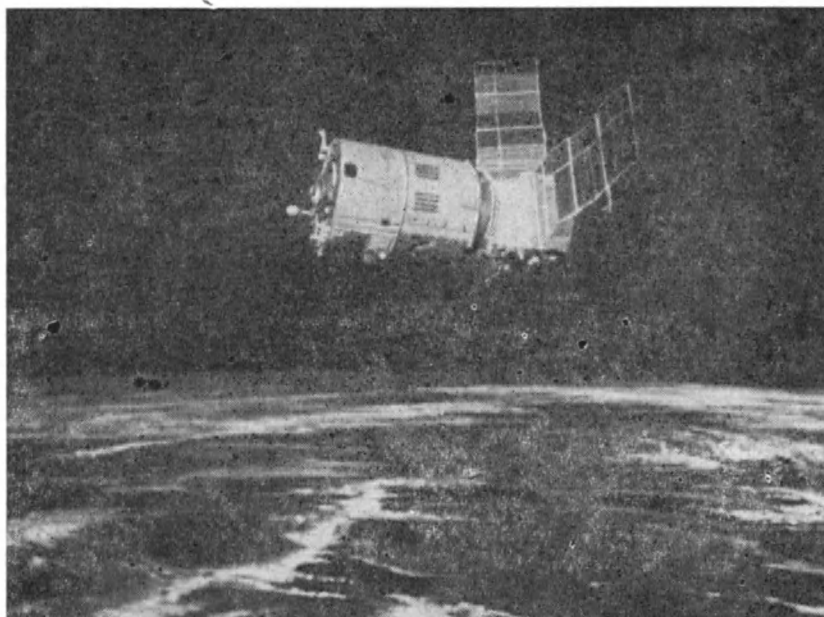


## Космонавт-исследователь на орбитальной станции

Сегодня космический полет уже немыслим без целенаправленных наблюдений и экспериментов, в которых заинтересованы и космические, и вполне земные науки. Космонавт на станции — это не только квалифицированный оператор, но и научный сотрудник.

Среди многочисленных обязанностей профессии космонавта все большее место занимают те, которые связаны с научными исследованиями. Для пилотов первых космических кораблей главной задачей было обеспечение самого полета. И все же в немногие свободные от жестко регламентированной программы полета минуты они вели наблюдения и кинофотосъемку окружающего пространства. По мере совершенствования космических систем и увеличения длительности полета, круг задач, решаемых космонавтами, непрерывно расширялся. В чем они заключаются?

**Обслуживание приборов и систем.** На пилотируемых космических кораблях и орбитальных станциях технически и экономически нецелесообразно полностью автоматизировать все процессы, связанные с обслуживанием аппаратуры. Например, для многозонального космического фотоаппарата МКФ-6, разработанного советскими учеными и учеными Германской Демократической Республики и изготовленного народным предприятием «Карл Цейс Йена» (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 10—15.—Ред.), предусмотрена ручная перезарядка фотопленки. Она требует чет-



*Орбитальная научная станция «Салют-6» над поверхностью океана. Снимок станции сделан В. В. Коваленком и В. В. Рюминым*

кой последовательности действий оператора. На зарядку всех шести каналов фотоаппарата экипажу требуется один час. Автоматическая перезарядка аппарата пленкой, доставленной грузовым кораблем, потребовала бы несколько десятков сложных устройств и приспособлений.

**Диагностика и ремонт аппаратуры.** Любой прибор не может быть абсолютно надежным. Возможные поломки, связанные с заранее известными «слабыми» местами, описаны в бор-

товых инструкциях. Однако, даже следуя инструкциям, во время полета не всегда удается установить, почему ухудшились характеристики того или иного прибора. Например, в режиме навигационных измерений для исследования атмосферы отказала бортовая цифровая вычислительная машина. Нам вместе со специалистами Центра управления полетом удалось ликвидировать неисправность и исследовать мерцания звезд и планет при их заходе за горизонт Земли. Анализируя характер мерцаний, мы пришли к выводу, что это явление может быть вызвано наличием в атмосфере Земли известных ученым дискообразных линз, состоящих из турбулизованного воздуха. При определенных условиях их можно уви-

деть, и тогда любители сенсаций не упустят случая сообщить о появлении НЛО.

**Уточнение методик наблюдений и измерений.** Специалисты (с участием экипажа), готовящие на Земле научные программы и методики исследований, пытаются учесть максимальное число факторов, которые могут повлиять на ход эксперимента. Однако изменения баллистической ситуации, не предусмотренные начальной программой полета, могут значительно снизить ценность наблюдений. Так, изменение даты проведения эксперимента может привести к тому, что в заданное время помехи от восходящего Солнца не позволят уверенно наблюдать объект исследования. В этом случае только поправки, внесенные космонавтом в методику проведения эксперимента, изменение им самим порядка включения приборов и другие меры могут обеспечить получение нужных результатов в неблагоприятно сложившихся условиях. Приведем пример. Уже в полете нами был предложен метод создания и использования гравитационной стабилизации орбитальной станции, не предусмотренный программой. Используя его, минимальным расходом топлива создавались (благодаря круговому обзору горизонта Земли через иллюминаторы) оптимальные условия для наблюдений и измерений, снижались микроускорения, а значит, повышалось качество космических сплавов.

**Наведение приборов.** Автоматические системы управления кораблями и станциями позволяют осуществлять заданную ориентацию в орбитальной или инерциальной системе координат. Но во многих случаях проще и дешевле (меньше затрачивается времени и топлива) уточнить наведение или перейти от одного объекта исследования к другому вручную. Такая работа требует от космонавта не только хорошего знания бортовых служебных систем, но и знаний баллистики и астрономии (например, нужно уметь опознавать звезды в ограниченных участках звездного неба и осуществлять по ним последовательные развороты станции).

Но в процессе работы может воз-

никнуть необходимость наводить приборы на объекты, время появления и координаты которых точно неизвестны. При работе с солнечным телескопом ОСТ-1 на орбитальной станции «Салют-4» ученые поставили перед космонавтами (А. А. Губаревым и Г. М. Гречко) задачу навести щель спектрографа на активные области солнечного диска. Длительность существования такой области измеряется минутами, место и время ее появления не всегда прогнозируются. В этой ситуации космонавты выступили в роли астрономов-наблюдателей, умеющих обнаружить и опознать объект наблюдения, выбрать из нескольких объектов тот, который несет наибольшую информацию, навести аппаратуру и умело управлять ею. Космонавт здесь не только и не столько оператор, сколько ученый-экспериментатор. А число таких задач на станциях «Салют» непрерывно растет.

**Проверка и уточнение спорных данных наблюдений.** При обработке материалов, полученных с автоматических научных комплексов, встает проблема отдельных измерений или серии измерений, которые нельзя объяснить известными закономерностями. В этих случаях, особенно при наличии однотипной аппаратуры на борту станции, можно поручить экипажу проверить данные, проанализировать условия работы аппаратуры на станции, найти неучтенные факторы или аппаратные ошибки. Если полученные ранее результаты подтвердятся, космонавты соберут необходимые статистические сведения, что позволит внести необходимые уточнения в принятую модель явления. В случае обнаружения ошибок, связанных с работой аппаратуры, космонавты примут меры к их устранению. Такие проверки, в частности, показали, что в ряде случаев за отражение Солнца в атмосфере принималось разделение солнечного диска слоем облачности, блики в аппаратуре и т. д.

**Поиск и обнаружение ранее неизвестных или редких явлений природы.** Хотя мы находимся на пороге третьего десятилетия пилотируемых космических полетов, каждый полет

вносит новое в космическое приращение. Приведем только один пример. Изучая рефракционную деформацию изображения солнечного диска, мы обнаружили локальные деформации, связанные с наличием тонкой температурной структуры в атмосфере Земли.

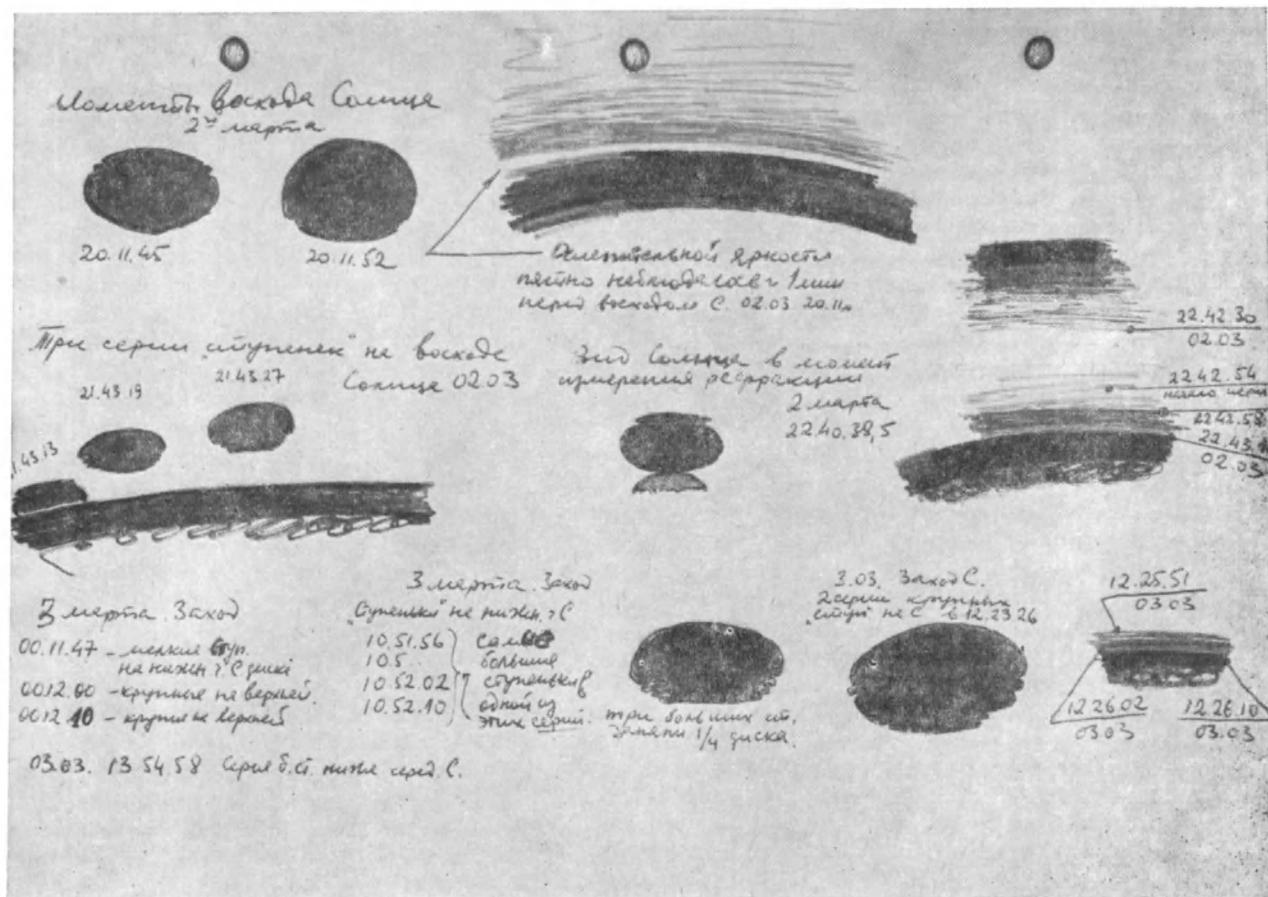
**Разработка новых методов исследования.** Космонавт может упростить и улучшить методику исследования тех или иных явлений природы, опрелелить, в каком спектральном диапазоне наиболее просто обнаружить искомый объект на морской поверхности, в каких условиях есть смысл использовать поляризацию для повышения контраста, как лучше всего определять уровень загрязненности воды. В. В. Коваленок, например, получил очень интересные данные об оптимальных условиях наблюдения океанов.

Разработанные методы ложатся в основу проектирования научной аппаратуры станций следующего поколения.

**Поиск новых закономерностей в природе.** Наличие на борту станции разнообразной аппаратуры от гамма- до радиодиапазона позволяет вести комплексные исследования, связать в единое целое разрозненные наблюдения, полученные с помощью отдельных приборов. Дополняя эти наблюдения визуальной информацией о тех или иных природных явлениях, космонавт, обладающий соответствующими теоретическими знаниями и подготовкой, может установить новую связь в наблюдаемых явлениях. Особенно успешной такая работа должна быть при длительных полетах, когда полученные закономерности выявляются на основе большого статистического материала. Интересные зависимости удалось установить, сопоставляя геомагнитную активность, яркость свечения эмиссионных слоев и светящейся области, расположенной на высоте более 350 км.

**Визуальные наблюдения и фотографирование.** Успех этих наблюдений особенно зависит от подготовленности космонавта и от... удачи. Наблюдения с орбиты позволяют практически одновременно осматривать поверхность Земли и атмосферы площадью





Фотокопия  
первых зарисовок ступенек  
в бортовом дневнике



Фотография ступенек,  
снятая «телеобъективом»,  
сделанной на станции «Салют-6»

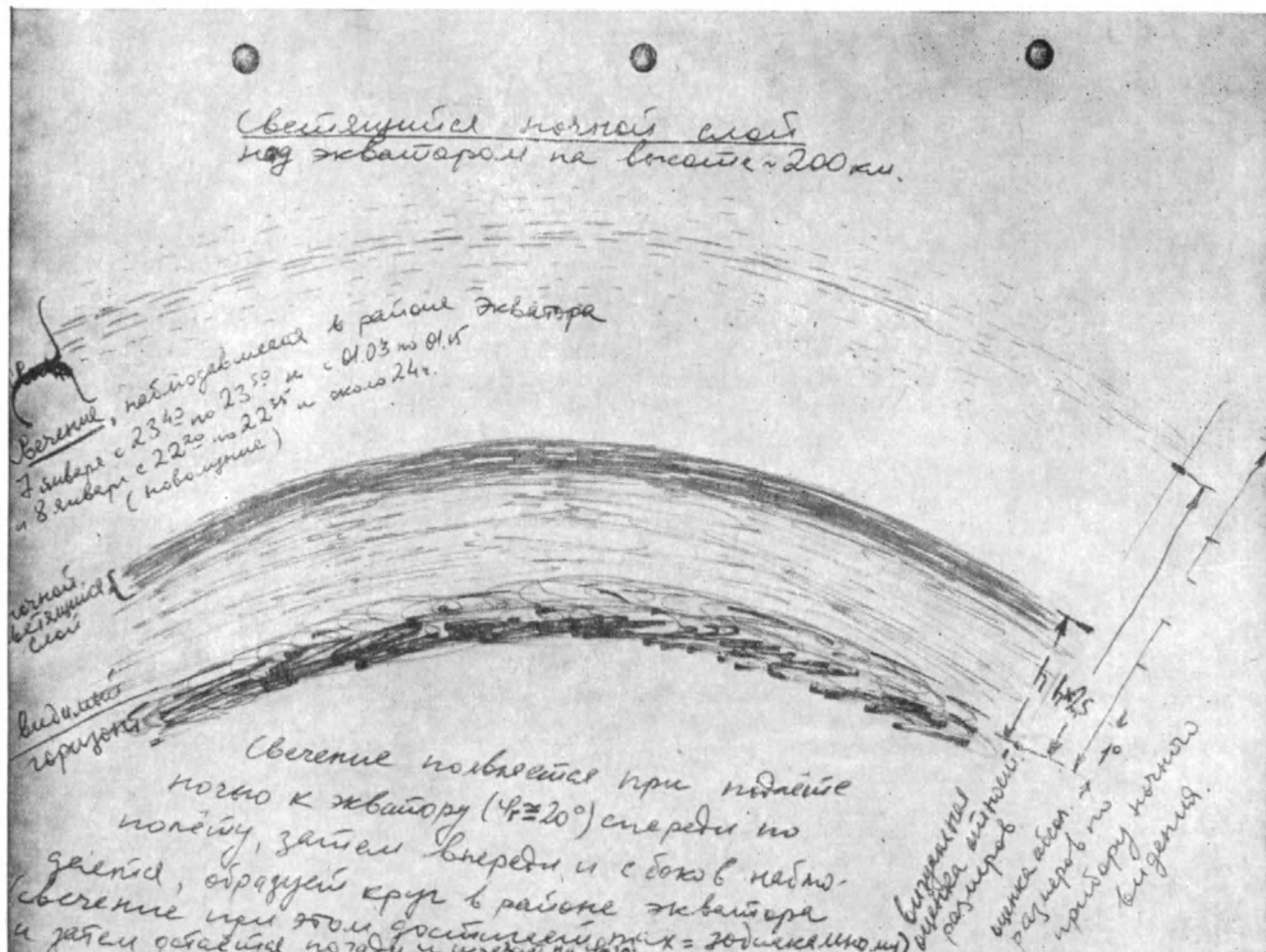
1,5·10<sup>6</sup> и 6·10<sup>6</sup> км<sup>2</sup>, соответственно. Находясь над Киевом, космонавт видит одновременно метеорологические условия над Ленинградом и Стамбулом, Краковом и Волгоградом. Такой широкий обзор создает благоприятнейшие условия для поиска общих закономерностей в атмосферных процессах, определения важных элементов геологического строения (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 7—11.—Ред.). Заметив интересующее ученых явление, космонавт может оперативно навести аппаратуру на объект исследования, осуществить наблюдения и измерения. Особенно важна оперативность, свойственная визуальным наблюдениям, при исследованиях непрогнозируемых редких явлений природы. В зависимости от того, что надо исследовать, космонавт может быстро подключить необходимую бортовую научную аппаратуру и начать комплексные исследова-

вания, дополняющие результаты визуальных наблюдений.

Иногда ценную информацию ученые получают из рисунков космонавтов, фотографий, сделанных малоформатными камерами.

Нередко космонавты привозят и загадки. С одной из таких загадок столкнулись Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко в совместном космическом полете. Однажды увидели над облаками нечто диковинное — льдину размером примерно 80×50 км<sup>2</sup>. Схватили фотоаппарат, сняли, тут же бросились к часам зафиксировать время и сразу же записали в бортовой журнал. Полтора месяца мы бились над этой загадкой. А потом оказалось, что природа устроила нам оптический обман: льдина, как и положено ей, лежала в море.

Человек обладает возможностями, позволяющими ему найти на пестром фоне Земли искомый природ-



Фотокопия зарисовки восходящего  
над горизонтом свечения  
слоя F ионосферы  
в бортовом дневнике

ный объект. Взамен огромного количества информации, которую вынуждены получать на Земле с помощью автоматической аппаратуры, опытный наблюдатель способен выделить, зафиксировать и передать на Землю только необходимую научную информацию об объекте исследования. Космонавт может вести наблюдения и при большом уровне световых помех. Уникальные способности человека видеть источники излучения мощностью несколько десятков квантов в секунду, чувствовать контраст в единицы процентов, различать мно-

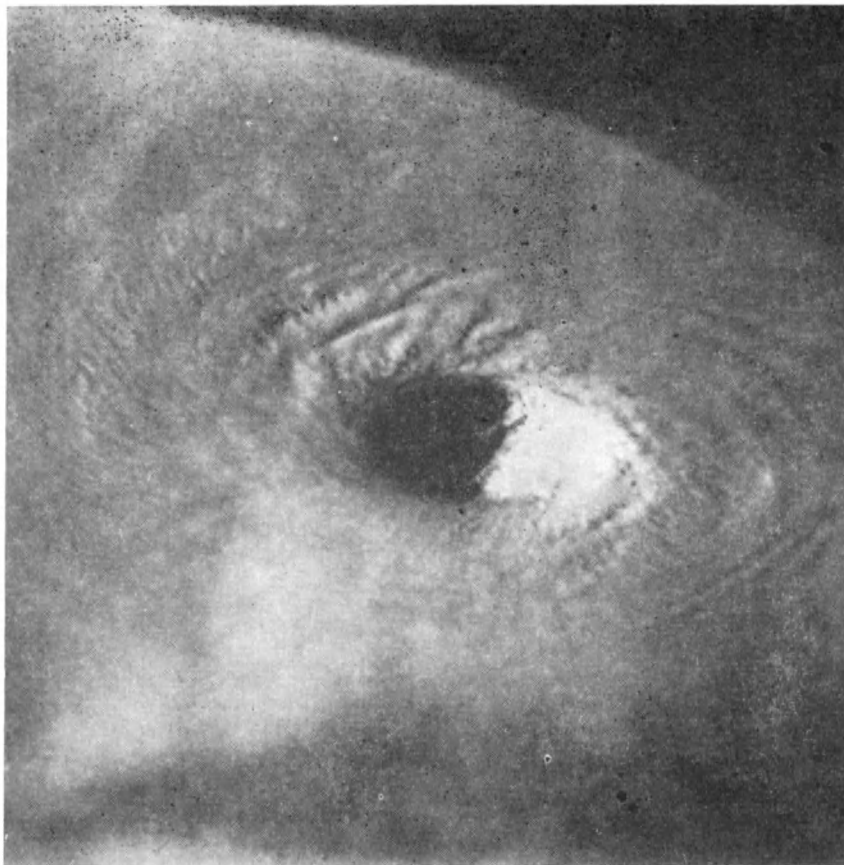
жество оттенков широко используются в космосе.

Эффективность визуальных наблюдений, их объективность возрастают при использовании биноклей, секстантов, приборов с усилителями света, поляриметров, фотометров и цветоизмерительных приборов. Если человек невооруженным глазом различает с высоты 350 км городские кварталы то уже в бинокль с увеличением в 10 раз он может заметить отдельные дома. Протяженный же объект, скажем речку, космонавт может различать даже при ее ширине всего 1—2 м. Что же изучают космонавты?

На станциях «Салют» ведутся наблюдения астрофизических объектов, исследуется атмосфера Земли и окружающее Землю пространство, поверхность Земли. Особое внимание

уделяется океану. Оно вызвано тем, что океан изменчив, а процессы, формирующие погоду и течения, мало изучены. Некоторые события, например, извержение подводного вулкана, происшедшее вдали от оживленных судоходных и самолетных трасс, вообще могут остаться незамеченными.

Ученые, которые поручают космонавтам самые разные работы в космосе, хорошо понимают роль космонавта-исследователя. Они знают, что творческий подход космонавта резко увеличивает ценность наблюдений. Есть много примеров, подтверждающих сказанное, но мы приведем лишь два, наиболее близкие автору. Они связаны с визуальными наблюдениями на станции «Салют-6». Измеряя сплюснутость изображения

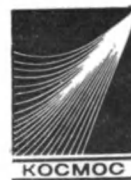


*Глаз тайфуна «Рита».  
Снимок сделан экипажем  
второй экспедиции на станции  
«Салют-6» (В. В. Коваленок,  
А. С. Иванченко)*

диска Солнца в атмосфере Земли, чтобы уточнить соответствие принятой модели атмосферы Земли фактической, мы обнаружили на лимбе Солнца нарушения плавности формы, разрывы (позже мы их назвали ступеньками). Первое сообщение об этих ступеньках не вызвало интереса, так как подобные явления наблюдаются и с поверхности Земли, например при заходе Солнца за водную поверхность. Было известно, что в этих разрывах повинны околосолнечные слои атмосферы, возмущенные тепловыми потоками от поверхности Земли. Даже когда мы измерили время прохождения ступенек через лимб Солн-

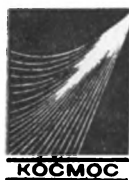
ца, позволяющее определить истинную высоту аномального слоя в атмосфере, энтузиазм ученых не увеличился. К сожалению, тогда на станции не было длиннофокусного объектива, а именно он необходим для получения информации о форме солнечного лимба с высоким разрешением. Пришлось собрать эквивалентную оптическую систему, используя бинокль и штатный объектив фотоаппарата. После этого нам удалось получить первые фотографии ступенек нашим «телеобъективом».

Обработка фотографий окончательно убедила ученых в том, что мы имеем дело с аномальными слоями в атмосфере, которые находятся на высоте более 10 км. А это уже представляло несомненный интерес, так как эти слои не обнаруживались с Земли. И уже следующие экипажи станции «Салют-6» изучали этот эффект систематически по программе,



заранее составленной учеными, и привезли много более совершенных и высококачественных материалов.

Другой случай, о котором мы хотим рассказать, связан с наблюдениями ночного свечения в ионосфере. Ученым были известны области эмиссионного излучения атмосферы на высотах 170—220 км. Мы же наблюдали в экваториальной зоне красноватое (как нам казалось) свечение на значительно большей высоте. Во время полета нам удалось провести ряд измерений и установить, что свечение действительно находится в экваториальной зоне. Обработывая данные, полученные нами (методом «затмения» опознанных звезд верхним краем, серединой и нижним краем зоны свечения), на Земле уточнили, что зона свечения лежит выше 250 км и совпадает со слоем F ионосферы. Пришлось ученым вводить поправки в значения высоты и яркости зоны свечения, а более поздние цветные фотографии, блестяще сделанные В. В. Рюминым, подтвердили и нашу оценку цвета свечения (Земля и Вселенная, 1980, № 6, вклейка.—Ред.). Болгарские ученые включили изучение зоны свечения в программу своих исследований на орбитальной станции «Салют-6». Так удалось получить еще одно уточнение модели ионосферы.



Заместитель председателя Совета  
«Интеркосмос» при АН СССР  
доктор юридических наук  
ВЕРЕЩЕТИН В. С.

## От полета Гагарина — к программе «Интеркосмос»

**Подвиг Юрия Гагарина нашел достойное продолжение не только в многомесячной работе на орбите советских космонавтов, но и в международных экспедициях по программе «Интеркосмос», участниками которых были граждане семи социалистических стран.**

### СОВМЕСТНОЕ ОСВОЕНИЕ КОСМОСА

В обращении нашей партии и правительства, опубликованном в связи с полетом Юрия Гагарина, подчеркивалось, что «победы в освоении космоса мы считаем достижениями не только нашего народа, но и всего человечества. Мы с радостью ставим их на службу всем народам, во имя прогресса, счастья и блага всех людей на Земле».<sup>1</sup> Эти слова получили убедительное подтверждение на практике.

Со времени принятия в 1967 году программы «Интеркосмос» научные и производственные коллективы Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Чехословакии, Советского Союза, а с 1979 года и Вьетнама сотрудничают в разработке и создании различных научных приборов и бортовых устройств (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 4—8.—Ред.). Ученые братских стран проводят совместные эксперименты на спутниках серии «Интеркосмос» и космических аппаратах, запускаемых в СССР по

национальной программе, на геофизических и метеорологических ракетах, осуществляют координированные наземные наблюдения, совместные теоретические и методические работы, обмениваются научно-технической информацией и документацией.

Научные данные, полученные со спутников «Интеркосмос» и с геофизических ракет «Вертикаль», обогатили мировую науку новыми сведениями об атмосфере и магнитосфере Земли, космических лучах, физических процессах на Солнце. Результаты исследований докладывались на самых представительных научных форумах и получили широкое признание.

Характерная особенность программы «Интеркосмос» — ее направленность не только на решение фундаментальных задач науки, но и на достижение практических, народнохозяйственных целей.

Все пять постоянно действующих смешанных рабочих групп, созданных по программе «Интеркосмос» (космической физики, космической связи, метеорологии, биологии и медицины, изучения природных ресурсов Земли из космоса), непосредственно связаны с прикладными аспектами космической деятельности.

Работы, выполненные группой космической связи, привели к созданию международной системы «Интерспутник», которая обеспечивает потребности сотрудничающих стран в каналах телевизионной и телефонно-телеграфной связи, а также в других видах передачи информации через искусственные спутники Земли.

Исследования в области космиче-

ской метеорологии направлены на улучшение методов прогнозирования погоды. Они включают создание новых приборов для спутников «Метеор», наземных станций приема метеорологической информации с орбиты, а также разработку новых метеорологических ракет.

Биологи и медики, работающие по программе «Интеркосмос», не только решают задачи, связанные с обеспечением радиационной безопасности космических полетов, но и создают новые лекарственные препараты, которые найдут применение и для охраны здоровья космонавтов, и в земной медицине.

Весьма перспективными прикладными космическими исследованиями занимается группа по изучению природных ресурсов Земли из космоса.

В группе космической физики в последние годы стало активно развиваться новое направление — космическое материаловедение. Специалисты считают, что со временем оно приведет к налаживанию производства в космосе новых материалов с недостижимыми в земных условиях свойствами.

### ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ ПО ПРОГРАММЕ «ИНТЕРКОСМОС»

Расширение масштабов сотрудничества, подготовка новых, более сложных проектов и экспериментов логически привели к участию космонавтов-исследователей социалистических стран в выполнении научных экспериментов на советских космических кораблях и станциях. Комплекс «Салют» — «Союз» — «Прогресс» обеспечил надежные технические

<sup>1</sup> Обращение ЦК КПСС, Президиума Верховного Совета СССР и Совета Министров СССР.— Правда, 1961, 13 апреля.





*Международный экипаж  
космического корабля «Союз-28».  
Командир корабля А. А. Губарев  
(слева)  
и космонавт-исследователь  
В. Ремек (ЧССР)*



*Международный экипаж  
космического корабля «Союз-30».  
Командир корабля П. И. Климук  
(слева)  
и космонавт-исследователь  
М. Гермашевский (ПНР)*

средства для работы на орбитах вокруг Земли и советских космонавтов, и представителей других социалистических стран.

Предложение Советского Союза об участии граждан стран, сотрудничающих по программе «Интеркосмос», в пилотируемых полетах на советских космических кораблях и станциях было встречено с большим удовлетворением и интересом. В июле и сентябре 1976 года в Москве представители НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, ЧССР обсудили и одобрили новое предложение Советского Союза о дальнейшем развитии этой программы и подготовке к международным пилотируемым космическим полетам. Была достигнута полная договоренность о порядке меди-

цинского отбора кандидатов в космонавты, о требованиях, предъявляемых к ним, согласованы вопросы их обучения в Советском Союзе и сразу же начался отбор кандидатов в космонавты и подготовка научных и технических экспериментов, которые должны были выполняться на борту космических кораблей и орбитальных станций.

В декабре 1976 года первая группа кандидатов в космонавты, состоящая из граждан Чехословакии, Польши и ГДР (по два человека от каждой страны), приступила к занятиям в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

Отличная тренажерная база Звездного городка (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 15—19.— Ред.), лабора-

тории, спортивные комплексы, большая работа советских методистов, богатый личный опыт, которым щедро делились со своими зарубежными товарищами советские космонавты, позволили в короткий срок хорошо подготовить международные экипажи к выполнению космических полетов.

В течение 1977 года все кандидаты в космонавты из трех стран успешно прошли теоретический и практический курс обучения, а в середине февраля 1978 года комиссия специалистов решила, что первые два международных экипажа (основной и дублирующий), в которые были включены советские и чехословацкие космонавты, полностью готовы к выполнению полетного задания.



*Международный экипаж  
космического корабля «Союз-31».  
Командир корабля  
В. Ф. Быковский (справа),  
космонавт-исследователь З. Йен  
(ГДР)*

*Международный экипаж  
космического корабля «Союз-33».  
Командир корабля  
Н. Н. Рукавишников (слева),  
космонавт-исследователь  
Г. Иванов (НРБ)*



Весной 1978 года тренировки в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина начали кандидаты в космонавты из Болгарии, Венгрии, Кубы, Монголии и Румынии. Позже к ним присоединились вьетнамские товарищи.

Полет первого международного экипажа по программе «Интеркосмос» состоялся 2—10 марта 1978 года. «Союз-28» доставил на борт станции «Салют-6» летчика-космонавта СССР А. А. Губарева и гражданина ЧССР В. Ремека (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 17—23.—Ред.). Они вместе с летчиками-космонавтами СССР Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко успешно выполнили запланированную программу исследований и экспериментов. Вслед за В. Ремеком вместе с советскими космонавтами полеты совершили космонавты-исследователи М. Гермашевский, З. Йен, Г. Иванов, Б. Фаркаш, Фам Туан, А. Тамайо Мендес.

Каждый из этих полетов неповторим. Он неповторим уже потому, что знаменует собой рождение первого космонавта еще одной социалистической страны, вписывает очередную страницу в историю мировой космонавтики.

Новый полет — это комплекс новых научных и технических экспериментов и исследований, подготовленных учеными братской страны в содружестве с учеными Советского Союза и других участников программы «Интеркосмос». Всем научно-техническим работам, выполняемым в ходе международных полетов, присущи две особенности — их преемственность и тесная связь с задачами, решаемыми народным хозяйством.

#### ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПРОГРАММЕ «ИНТЕРКОСМОС»

Важное место в научно-технической программе совместных полетов занимала отработка методов и средств изучения Земли и природной среды из космоса. Этому была посвящена группа экспериментов, в ходе которых проводились фотографические и визуально-инструментальные исследования поверхности Земли и Мирового океана. Одновременно



*Международный экипаж космического корабля «Союз-36». Командир корабля В. Н. Кубасов (справа) и космонавт-исследователь Б. Фаркаш (ВНР) показывают телезрителям свои скафандры*

менно с работой космонавтов на борту станции специальные самолеты-лаборатории осуществляли съемки над выбранными участками территории сотрудничающих стран. Были развернуты также наземные исследования. Для проведения экспериментов использовалась разработанная специалистами СССР и ГДР, изготовленная народным предприятием «Карл Цейс Йена» фотографическая камера, предназначенная для съемки Земли из космоса в шести различных зонах спектра (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 10—15.—Ред.). Эта камера блестяще выдержала ис-

питания во время полета в сентябре 1976 года советского космического корабля «Союз-22», а ее модифицированный вариант (МКФ-6М) успешно работал на станции «Салют-6». Для фотографирования и спектротрирования различных природных объектов при выполнении экспериментов по дистанционному зондированию Земли из космоса использовались также ручной спектрофотометр «Спектр-15», созданный в НРБ, и другие приборы, разработанные специалистами сотрудничающих стран. Результаты этих комплексных экспериментов используют почвоведы, геологи, специалисты сельского и водного хозяйства, океанографы.

Другая группа прикладных экспериментов связана с отработкой технологии получения в условиях невесомости материалов с новыми или улучшенными качествами. На советских электронагревательных установках «Сплав» и «Кристалл» космонавты

выращивали монокристаллы полупроводниковых и других материалов, а также исследовали возможность получения новых однородных по составу сплавов.

Совместные исследования в области космического материаловедения были начаты советско-чехословацкими экспериментами «Морава» и продолжены во время последующих полетов экспериментами, которые также носили «национальные» наименования: «Сирена», «Беролина», «Пирин», «Этвеш», «Беалуца», «Халонг», «Атуэй» и др. (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 25—28.—Ред.).

Чтобы свести к минимуму посторонние воздействия и сделать эксперименты более «чистыми», космонавтам иногда приходилось максимально сокращать передвижения по станции и выключать системы и агрегаты, вызывающие ее колебания. В ряде случаев эксперименты на станции сопровождалась параллель-



*Международный экипаж космического корабля «Союз-37». Командир корабля В. В. Горбатко (слева), космонавт-исследователь Фам Туан (СРВ)*

ными исследованиями на Земле. Например, с помощью центрифуги, установленной в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, изучался рост и направленное затвердевание кристаллических материалов при различных перегрузках.

Полученные результаты должны способствовать улучшению характеристик микроэлектронных приборов, лазерных устройств и детекторов, а также совершенствованию некоторых процессов в металлургии и оптической промышленности.

Ученые и специалисты социалистических стран активно занимаются микробиологическими исследованиями по программе «Интеркосмос». Поэтому медицинские и биологические эксперименты широко представлены в программе совместных полетов. Можно проследить их тесную связь с задачами, решаемыми не только космической, но и земной медициной. Так, советско-венгерский эксперимент «Интерферон» связан с проблемами предупреждения и ле-

чения вирусных заболеваний. Созданный венгерскими специалистами прибор «Балатон» дает возможность оценить скорость, точность реакций, работоспособность оператора как в космосе, так и на Земле. Оригинальный и компактный венгерский прибор «Пилле», предназначенный для измерения поглощенных доз космических излучений, также найдет «земное» применение. Миниатюрный «Кардиолитер», созданный на интегральных схемах польскими специалистами, уже сегодня используется не только в космической медицине, но и в клинической практике (в восстановительный период после перенесенных сердечно-сосудистых заболеваний), и в спорте.

В некоторых экспериментах, выполнявшихся во время международных полетов, изучались геофизические и астрофизические процессы и явления. Так, чтобы подтвердить, что на высоте 80—100 км существует пылевой слой, образованный микрометеоритами, проводился советско-чехословацкий эксперимент «Экстинкция»; поляризация солнечного света, переизлученного атмосферой и отраженного Землей, измерялась в экспериментах «Поляризация» во время полетов космонавтов из ГДР, ВНР. С помощью электрофотометра «Дуга», созданного в НРБ, изучались ло-

кальные оптические процессы в верхних слоях атмосферы и явления, связанные с воздействием магнитосферы на ионосферу.

С каждым полетом программа экспериментов расширялась, их подготовкой занимались исследователи все большего числа стран-участниц программы «Интеркосмос». Ученые и специалисты, создававшие приборы, обучали и подготавливали космонавтов, а после завершения полетов космонавты-исследователи вместе со специалистами интерпретировали и анализировали результаты.

#### КОСМИЧЕСКАЯ СИМВОЛИКА

По традиции, сложившейся в полетах международных экипажей по программе «Интеркосмос», космонавты берут на орбитальный космический комплекс, а затем возвращают на Землю предметы, символизирующие их Родину, ее историческое прошлое и настоящее, ее культуру и науку. Среди предметов, которые взял с собой советско-венгерский экипаж на борт «Союза-36», были схема перелета в 1919 году посланца венгерских коммунистов Т. Самуэли из Будапешта в Советскую Россию к В. И. Ленину, а также макет радиотелеграфной установки, с помощью которой в том же 1919 году было принято обращение В. И. Ленина к рабочим Венгерской советской республики.

Первый польский космонавт Мирослав Гермашевский взял с собой в полет Июльский манифест Польского комитета национального освобождения, который в 1944 году провозгласил рождение новой свободной Польши. Как символ выдающихся достижений польской науки в этом полете находился также фрагмент факсимильного издания книги Николая Коперника «Об обращениях небесных сфер» и репродукция рисунка Солнечной системы, сделанного великим польским астрономом. «Манифест Монте-Кристи», написанный в конце прошлого века национальным героем Кубы Х. Марти, и текст речи Ф. Кастро «История меня оправдает», произнесенной на суде после героического штурма казармы Монкада в 1953 году, сопровождали в полете



*Международный экипаж  
космического корабля «Союз-38».  
Командир корабля  
Ю. В. Романенко (слева),  
космонавт-исследователь  
А. Тамайо Мендес (Куба)*

первого космонавта Кубы Арнальдо Тамайо Мендеса.

Побывали на борту космического комплекса, чтобы затем как самые драгоценные реликвии навечно храниться в музеях, государственные флаги и гербы социалистических стран, портреты руководителей коммунистических партий, земля с исторических мест Родины космонавтов, памятные медали, вымпелы, значки,

символы истории, науки и культуры, различные национальные сувениры.

Проведенные международные экспедиции способствовали мобилизации лучших научных и технических сил для подготовки экспериментов и исследований, выполняемых во время полетов, стимулировали дальнейшее развитие космических исследований в странах-участницах сотрудничества. Успешно нес многомесячную вахту на орбите вокруг Земли первый чехословацкий спутник «Магион», выведенный в космос советской ракетой-носителем вместе со спутником «Интеркосмос-18» (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 44—47.— Ред.). Создан новый Центр космических исследований в Польше. Комплексы аппаратуры для изучения Земли из космоса и планетных исследований разрабатываются в ГДР. Бортовые и наземные средства обработки космической информации создаются в Венгрии. Уверенные шаги делает космическая наука на Кубе и во Вьетнаме.

Для сотрудничества по программе «Интеркосмос» сейчас характерен переход от отдельных экспериментов к разработке целенаправленных долгосрочных планов исследований. Советский Союз предоставил своим партнерам совершенный арсенал автоматических и пилотируемых космических средств, что позволяет осуществлять все более сложные эксперименты, направленные на комплексное изучение явлений и процессов в космическом пространстве. Постоянно возрастает удельный вес совместных работ прикладного народнохозяйственного назначения. Международная кооперация открывает пути в космос представителям все большего числа государств. В Звездном городке, превратившемся в международную академию космонавтики, проходят подготовку, наряду с гражданами социалистических стран, французские кандидаты в космонавты. Родина космического первопроходца дает зеленый свет продолжателям дела Гагарина из разных стран.

Фото ТАСС



Кандидат  
Физико-математических наук  
ШЕФФЕР Е. К.

## Рентгеновская астроспектроскопия



**Развитие техники рентгеновских исследований позволило астрономам начать поиск линий излучения и поглощения в спектрах рентгеновских источников.**

Еще и двадцати лет не прошло со времени открытия первого рентгеновского источника в далеком Космосе, а итоги этого периода поразительны. Обнаружено несколько сот источников, пятьдесят из них отождествлены с оптическими объектами. Получены убедительные доказательства, что большинство рентгеновских источников связано с нейтронными звездами. В рентгеновском диапазоне зарегистрировано излучение горячего межгалактического газа, от количества этого газа, как известно, зависит выбор космологической модели Вселенной. И, наконец, опубликованы первые сообщения о регистрации узких линий излучения и поглощения в спектрах рентгеновских источников.

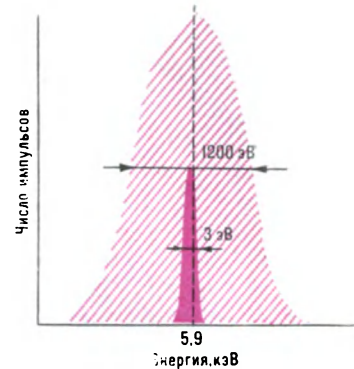
Рентгеновская астрономия начинала с поиска источников и определения их свойств. Несмотря на то, что аппаратура обладала низким спектральным разрешением, первые же полученные данные о зависимости потока излучения  $F$  от энергии  $E$  (или частоты) позволили судить о механизме генерации рентгеновского излучения в источнике. Например, для Крабовидной туманности  $F \sim E^{-1}$  и ее рентгеновский спектр — продолжение радио- и оптического спектра, что убедительно говорит в пользу единого механизма генерации излучения в огромном интервале длин волн. Таким механизмом может быть

взаимодействие релятивистских электронов с магнитным полем туманности. Напротив, в источнике Скорпион X-1 наблюдается резкое убывание потока с энергией  $F \sim e^{-\frac{E}{kT}}$ , характерное для теплового излучения горячей плазмы.

### СЧЕТЧИКИ ФОТОНОВ — СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Известные читателям журнала пропорциональные счетчики фотонов (Земля и Вселенная, 1970, № 6, с. 24—32) могут использоваться как спектральные анализаторы. Однако их возможности при детальном исследовании спектра ограничены. Если облучать счетчик радиоактивным изотопом железо-55 (он испускает монохроматическую линию с энергией 5,9 кэВ), то можно заметить, что спектральное распределение импульсов превосходит собственную ширину линии более чем в 100 раз. Счетчик как бы «размывает» узкую линию по широкому диапазону энергий. Это несовершенство счетчика обусловлено механизмом детектирования фотонов, главным образом процессом газового усиления.

Когда рентгеновские фотоны поглощаются газовой смесью, наполняющей счетчик, энергия фотонов тратится на ее ионизацию, то есть на образование электронов и ионов. Под действием электрического поля, приложенного между анодной нитью и корпусом счетчика, более подвижные электроны ускоряются и вблизи анода приобретают энергию, достаточную для повторной ионизации атомов газа. В результате первичный



*Спектральное распределение импульсов, снимаемых с пропорционального счетчика фотонов (заштриховано), при его облучении монохроматическим излучением изотопа железо-55 (залито краской). Собственная ширина монохроматической линии 3 эВ, а кривой распределения импульсов — 1200 эВ*

электрон порождает большое число вторичных электронов — происходит газовое усиление (увеличение числа электронно-ионных пар). Этот процесс подчиняется законам теории вероятности. Кривая распределения количества рожденных пар электронов и ионов (и амплитуды тока) имеет колоколообразный вид. Ширина этой кривой определяется разбросом вторичных электронов относительно наиболее вероятного их числа. В нашем случае величина разброса характеризует энергетическое разрешение счетчика. Кроме того, число первичных пар ионов, а в конечном счете и амплитуда тока зависят от энергии поглощенного фотона, так

как на образование одной ионной пары в газе расходуется примерно 30 эВ. Это приводит к тому, что разрешение счетчика в диапазоне низких энергий хуже, чем при больших энергиях. В пропорциональных счетчиках, которые применялись в советском рентгеновском телескопе «Филин» (Земля и Вселенная, 1976, № 1, с. 16—22.— Ред.), разрешающая сила вблизи 5,9 кэВ составляла 20%.

Почти в 3 раза лучше энергетическое разрешение газовых сцинтилляционных счетчиков или электролюминесцентных газовых детекторов. Они работают без газового усиления. В этих счетчиках электроны в процессе ускорения электрическим полем приобретают энергию, достаточную лишь для возбуждения атомов, но не для их ионизации. При столкновении с атомами они затрачивают свою энергию на перевод электронов с нижних атомных уровней на более высокие. Обратный переход электрона с верхнего на нижний уровень приводит к излучению фотона, который регистрируется фотоумножителем.

Несмотря на ограничения, пропорциональные счетчики — основные приборы рентгеновской астрономии. Главное их достоинство — широкий диапазон регистрируемой энергии фотонов. Этот диапазон можно разделить на большое число независимых энергетических каналов, соответствующих спектральному разрешению счетчика. Другое достоинство пропорциональных счетчиков — возможность неограниченно увеличивать приемную поверхность рентгеновского телескопа путем параллельного включения нескольких счетчиков.

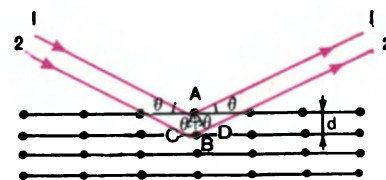
Надо упомянуть еще об одном детекторе излучения в мягкой рентгеновской области спектра. Детектор, содержащий полупроводниковый монокристалл кремния, обладает в несколько десятков раз лучшим спектральным разрешением, чем газоразрядные счетчики. Однако кристалл необходимо охлаждать, чтобы уменьшить его тепловые шумы и выделить на их фоне электрический сигнал, возникший от поглощенного в веществе кристалла рентгеновского фотона. Кроме того, кремниевые детек-

торы имеют небольшую приемную площадь, так как трудно вырастить однородный по свойствам кристалл больших размеров. Поэтому кремниевые детекторы с системой охлаждения применяются в фокусирующих зеркальных рентгеновских телескопах.

## КРИСТАЛЛЫ — СПЕКТРАЛЬНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ

Все-таки полученные к настоящему времени экспериментальные данные о спектрах излучения источников в большинстве случаев не позволяют однозначно судить о процессах, протекающих в них. Насущной необходимостью стал поиск узких спектральных линий излучения и поглощения в рентгеновских спектрах космических источников. Известно, что эмиссионные линии и полосы поглощения высокоионизованных элементов на фоне непрерывного спектра характерны для теплового механизма излучения горячей, оптически прозрачной плазмы. Подобную картину наблюдают в рентгеновском спектре Солнца. Непрерывный спектр без заметных особенностей, кроме некоторых линий, принадлежащих межзвездному газу, свойствен синхротронному механизму излучения релятивистских электронов в магнитном поле. Для исследования узких спектральных линий необходимо применять спектрометры с кристаллами, которые в рентгеновском диапазоне действуют так же, как дифракционная решетка в оптической области спектра.

Еще в 1912 году известный немецкий физик М. Лауэ сделал заключение, что правильное расположение в кристаллах атомов и молекул, расстояние между которыми порядка  $10^{-8}$  см, удовлетворяет условиям дифракции рентгеновских лучей. Интерпретировали дифракционную картину, полученную Лауэ, английские физики У. Г. Брэгг, У. Л. Брэгг и независимо от них русский физик Ю. В. Вульф. Они предположили, что дифракционное изображение возникает при рассеянии рентгеновских лучей плоскостями кристаллической решетки.



Отражение рентгеновских лучей от кристаллической решетки

Пусть имеется несколько параллельных плоскостей кристаллической решетки на расстоянии  $d$  друг от друга. Падающий под углом  $\theta$  пучок рентгеновских лучей рассеивается во всех направлениях атомами, расположенными в разных плоскостях. Рассмотрим два луча, которые рассеиваются под тем же углом  $\theta$  двумя центрами А и В, находящимися в смежных плоскостях (см. рисунок). Разность хода лучей равна  $CB+BD$ . Когда эта разность соответствует длине волны  $\lambda$  или целому числу длин волн  $n\lambda$ , волны усиливают друг друга. Запишем данное условие:  $CB+BD = n\lambda$ . Из рисунка видно, что  $CB = d \sin \theta$  и  $BD = d \sin \theta$ , то есть  $n\lambda = 2d \sin \theta$ . Это соотношение известно как уравнение Вульфа — Брэгга, и оно определяет условие, при котором рентгеновские лучи отражаются от серии плоскостей кристаллической решетки и дают дифракционную картину. Если падающее под данным углом на кристалл рентгеновское излучение обладает широким спектром длин волн, то под этим же углом отразится лишь очень узкая область длин волн. Эта область соответствует интервалу углов, в пределах которого кристалл эффективно отражает рентгеновское излучение. Обычно интервал равен нескольким угловым минутам (в зависимости от структуры кристалла или его совершенства) и определяет спектральное разрешение кристалла, которое в большинстве случаев не превосходит нескольких электронвольт.

Пучок лучей от космического источника строго параллелен, поэтому для исследования используется плоский кристалл. Изменяя угол падения излучения на кристалл или слегка «покачивая» кристалл, можно про-

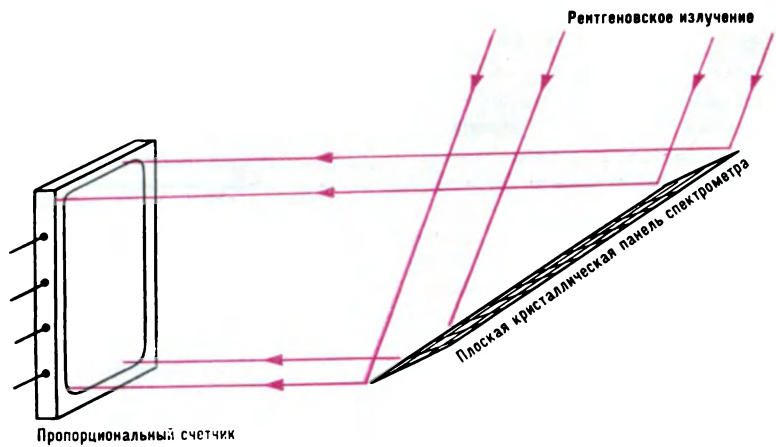


Схема спектрометра с плоской кристаллической панелью

Схема эксперимента с кристаллическим спектрометром на спутнике HEAO-B

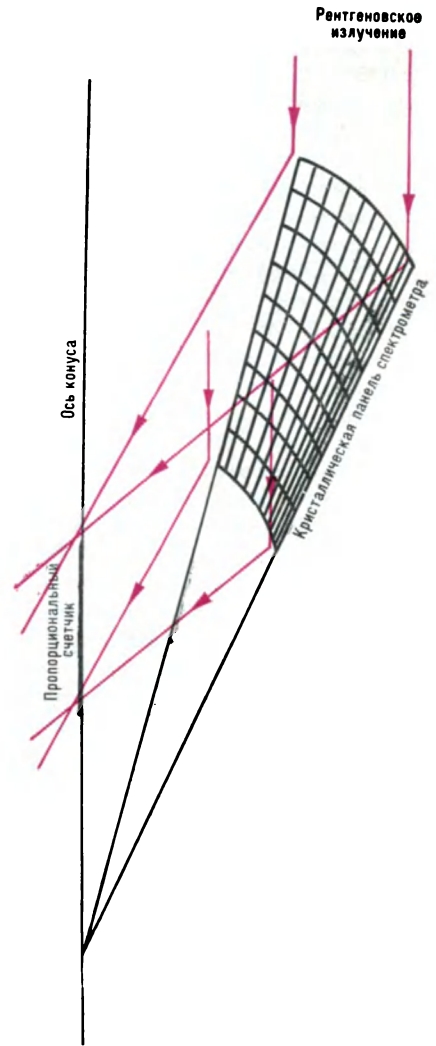
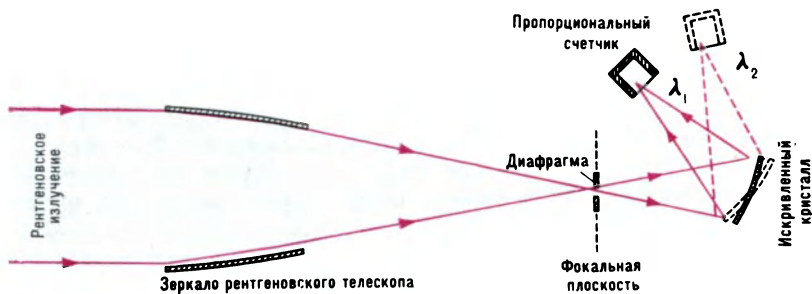


Схема спектрометра с фокусирующей кристаллической панелью

водить спектральные измерения отраженного рентгеновского излучения.

Состоялось несколько запусков ракет и искусственных спутников Земли с кристаллическими спектрометрами на борту. В ракетном эксперименте обнаружена линия излучения семикратно ионизованного кислорода от остатка сверхновой в созвездии Кормы. Спектрометр на спутнике OSO-8, в котором использовалась панель с кристаллами графита площадью 2170 см<sup>2</sup>, зарегистрировал в спектре рентгеновского источника Лебедь X-3 линию излучения высокоионизованного железа.

Спектрометр с плоской кристаллической панелью имеет один существ-

венный недостаток. У детектора спектрометра большая приемная поверхность, поэтому фон от заряженных частиц весьма велик и чувствительность спектрометра невысокая. Лучшее чувствительность у спектрометра, кристаллическая панель которого имеет коническую поверхность. Падающее рентгеновское излучение, параллельное оси конуса, отражается и фокусируется на его оси. Такая фокусировка лучей в одном направлении позволяет использовать детектор малых размеров. Расчеты показывают, что благодаря низкому фону от космических лучей чувствительность спектрометра с фокусирующей панелью в несколько десятков раз выше, чем спектрометра с плоской панелью той же площади.

Большие возможности сулит использование кристаллического спектрометра вместе с зеркальным рентгеновским телескопом. Такой спектрометр установлен на американском спутнике HEAO-B (орбитальная обсерватория имени Эйнштейна). Зеркало фокусирует излучение в конусе с углом около 5°. Пройдя диафрагму, рентгеновские лучи падают на искривленный кристалл, который отражает и фокусирует излучение на пропорциональный счетчик малых размеров (около 1 см<sup>2</sup>). Поворачи-

вая кристалл и одновременно смещая счетчик, можно исследовать выбранную область длин волн. В спектрометре используются шесть кристаллов, чтобы охватить диапазон энергий от 0,2 до 3 кэВ.

Таким образом, возможность обнаружения и исследования тех или иных узких линий излучения в спектрах рентгеновских источников зависит от величины приемной поверхности зеркала или панели с кристаллами, от свойств кристалла, от влияния мешающего фона в детекторе.

#### ДИАГНОСТИКА КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ

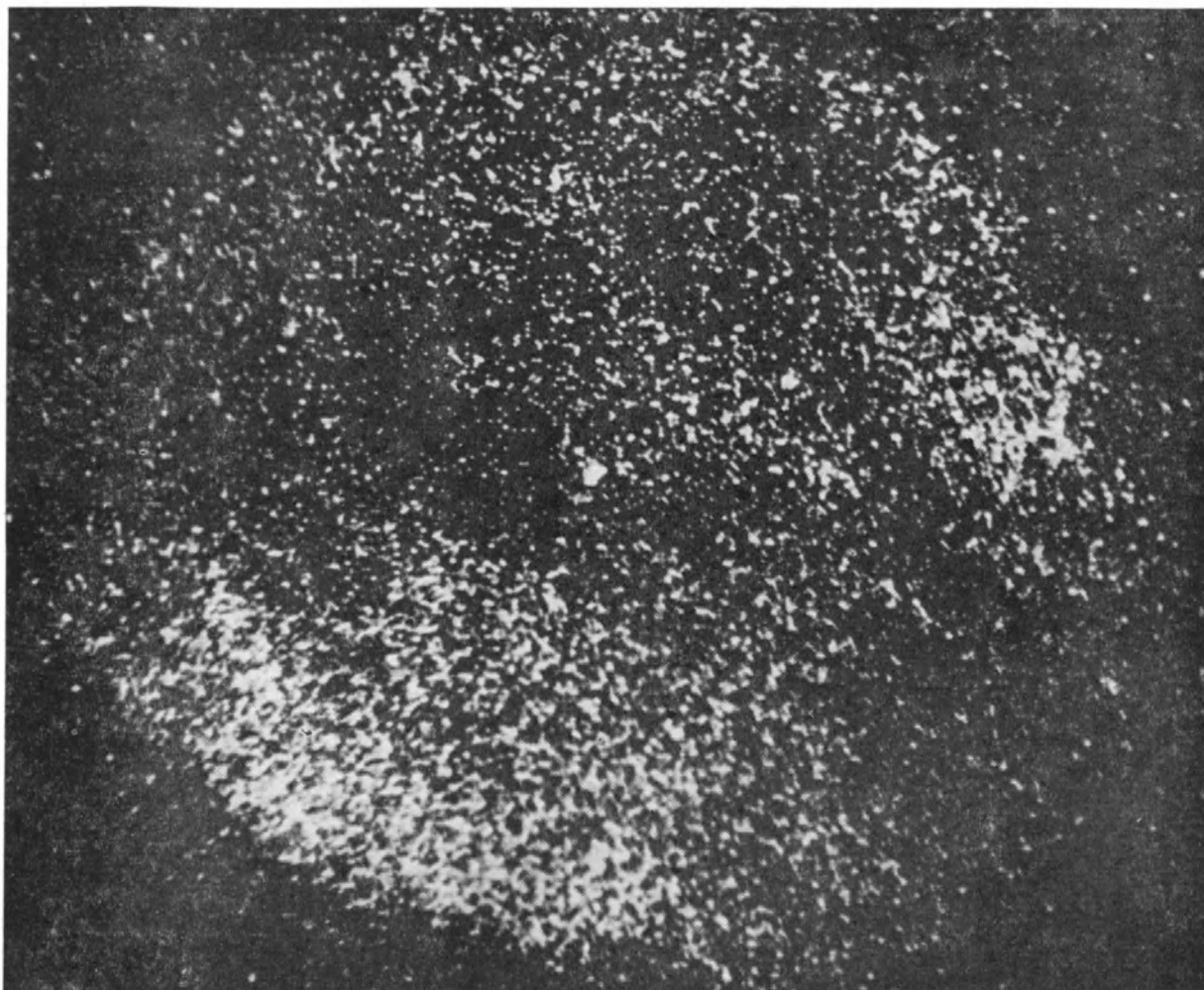
Галактические рентгеновские источники можно разделить на два клас-

са: протяженные остатки взрывов сверхновых звезд и компактные объекты, находящиеся в двойных звездных системах. Какие особенности можно ожидать в спектрах этих источников?

Теория предсказывает три фазы в эволюции остатков сверхновых. На ранней стадии скорость расширения велика — от 1000 до 10 000 км/с и масса выброшенной при взрыве оболочки значительно превышает массу уплотненного ударной волной межзвездного газа. Температура газа за фронтом волны  $10^7$ — $10^9$  К. Оболочка оптически прозрачна или, как говорят, оптически тонкая, излучение сосредоточено в диапазоне 1—100 кэВ. Во второй фазе, когда масса сгребенного ударной волной газа пре-

восходит массу первоначальной оболочки, ее движение заметно тормозится. Температура газа порядка нескольких миллионов градусов. Для оболочки, диаметр которой достигает 10—20 пк, характерна высокая плотность материи на периферии. В третьей фазе температура газа довольно низкая — около  $10^5$  К. Газ излучает в ультрафиолетовом диапазоне. Размеры оболочки велики. Возможно, большое число старых остатков сверхновых заполняет межзвездное пространство. Эти остатки сверх-

*Остаток вспышки сверхновой в созвездии Кормы. Изображение получено в рентгеновских лучах аппаратурой спутника HEAO-B*





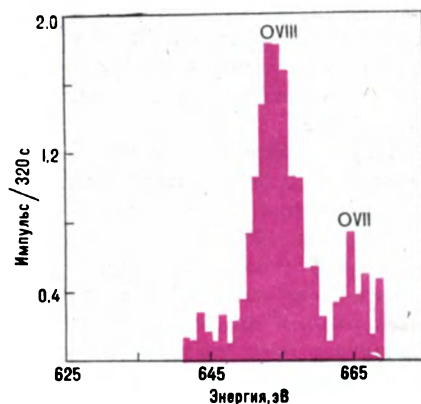
новых обнаруживаются по ультрафиолетовым линиям излучения.

В рентгеновском диапазоне наблюдаются свыше десятка остатков сверхновых звезд. В этом списке выделяется Крабовидная туманность. Ее рентгеновское излучение возникает благодаря активности пульсара. Он выбрасывает релятивистские электроны, которые тормозятся в магнитном поле туманности. Спектр синхротронного излучения туманности не имеет каких-либо заметных особенностей, кроме, возможно, полос поглощения межзвездного газа, главным образом кислорода, углерода и неона. Поэтому Крабовидная туманность — идеальный объект для определения химического состава межзвездной среды.

Молодые остатки сверхновых Кассиопея А (возраст около 280 лет) и сверхновая Тихо (возраст 409 лет) находятся в первой фазе эволюции. В рентгеновском спектре этих источников, полученном с помощью полупроводникового охлаждаемого детектора HEAO-B, видны линии излучения, характерные для спектров солнечных вспышек. Поэтому спектроскопический анализ, применимый в солнечных исследованиях, можно использовать для нахождения температуры, плотности, относительного обилия элементов в оболочке.

При спектроскопическом анализе сравниваются интенсивности двух линий ионов. Чтобы определить температуру плазмы, выбирают линии, излучение которых сильно зависит от изменения температуры. Линии ионов должны иметь большую разницу в длине волны. Наоборот, о распределении плотности газа судят по линиям, мало чувствительным к температурным вариациям. Для этого лучше всего подходят «запрещенные» линии, излучаемые атомами или ионами при их столкновении с электронами. Сравнивая интенсивности резонансных линий ионов двух различных элементов, можно найти отношение обилий этих элементов, а значит, и химический состав излучающей плазмы.

Температура в остатках сверхновых Тихо и Кассиопея А составляет примерно  $10^7$  К. При такой температуре



*Линии излучения ионов кислорода в спектре остатка сверхновой Корма А. Наблюдения со спутника HEAO-B*

легкие элементы (C, O, Ne) полностью ионизованы и линии излучения принадлежат ионам тяжелых элементов (Si, S, Fe) в высоких стадиях ионизации, когда остаются один или два электрона лишь на ближайшей к ядру электронной оболочке. Такие ионы носят название водородоподобных и гелиеподобных.

В спектрах остатков сверхновых Тихо и Кассиопея А видны линии ионов серы, кремния, аргона, алюминия, магния и железа. Анализ спектров привел ученых к заключению, что содержание кремния, серы и аргона в несколько раз превышает количество, которое можно было бы ожидать в плазме, имеющей солнечный состав химических элементов. Однако подобный избыток не обнаружен для магния и железа. Из этих данных можно сделать вывод, что при взрыве сверхновых Тихо и Кассиопея А образовалось больше элементов группы кремния, чем железа. Современные теории взрывов звезд не предсказывают подобного явления.

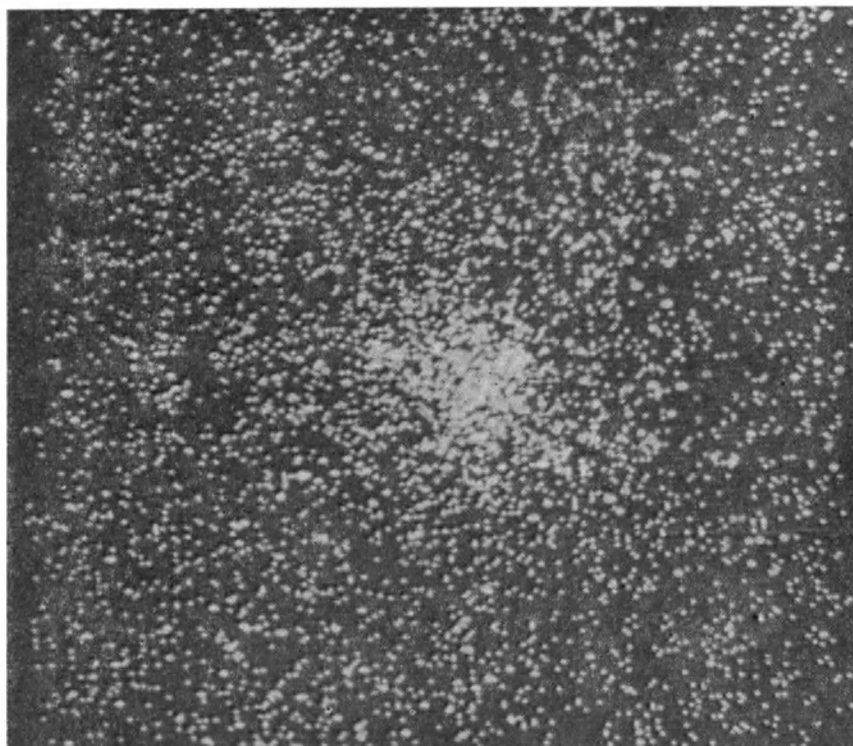
Большинство излучающих в рентгеновском диапазоне остатков сверхновых (например, Петля в созвездии Лебедя, Паруса X, Корма А) находится во второй фазе расширения оболочки. Температура плазмы в оболочках сравнительно невысокая,

$2 \cdot 10^6$ — $3 \cdot 10^6$  К. Наиболее интенсивными ожидаются линии водородоподобного иона кислорода (третьего по обилию элемента во Вселенной после водорода и гелия). И действительно, в 1979 году спектрометр спутника HEAO-B зарегистрировал в остатке сверхновой Корма А резонансную линию водородоподобного иона кислорода (O VIII) и линии, принадлежащие гелиеподобным ионам кислорода (O VII) и неона (Ne IX). Из отношения интенсивностей кислородных линий определена температура излучающей плазмы, около  $3,5 \cdot 10^6$  К.

Ряд компактных рентгеновских источников в Галактике, в Большом и Малом Магеллановых Облаках отождествлен с тесными двойными звездными системами. Рентгеновское излучение возникает вблизи поверхности сколлапсированного объекта — нейтронной звезды, белого карлика или черной дыры — благодаря выделению гравитационной энергии при аккреции вещества, стекающего с «нормального» компонента. Это вещество образует диск вокруг компактного объекта. Температура внутри диска сильно меняется от центра к периферии. Согласно оценкам, диск должен быть оптически плотным. Из экспериментальных данных видно, что рентгеновский спектр тесных двойных систем соответствует тепловому излучению горячей плазмы. Следовательно, в этом спектре на фоне непрерывного излучения можно ожидать эмиссионные линии и линии поглощения высокоионизованных элементов, широко распространенных в Космосе.

Советские астрофизики М. М. Баско, Р. А. Сюняев, Л. Г. Татарчук показали, что в тесной двойной звездной системе значительная доля рентгеновского потока от компактного источника перехватывается «нормальным» компонентом. В его атмосфере поглощенное излучение перерабатывается в тепло и возбуждает флуоресцентное свечение нейтрального или слабоионизованного железа с энергией 6,4 кэВ. Кроме того, вокруг диска должна существовать горячая корона, которая излучает эмиссионный спектр с резонансными линиями ионов.





*Рентгеновское изображение скопления галактик в созвездии Ориона. В рентгеновском диапазоне светится горячий межгалактический газ, который концентрируется к центру скопления. Наблюдения со спутника HEAO-B*

В настоящее время существуют убедительные доказательства того, что, по крайней мере, в спектрах двух компактных рентгеновских источников Геркулес X-1 (Земля и Вселенная, 1975, № 5, с. 34—38.—Ред.) и Лебедь X-3 есть линии излучения высокоионизованного железа (Fe XXVI). Для рентгеновского пульсара Геркулес X-1 результаты получены с помощью пропорциональных счетчиков, а для источника Лебедь X-3 — с кристаллическим спектрометром. Эти линии весьма интенсивны и претерпевают изменения, связанные с колебаниями потока от источника.

Эмиссионные линии высокоионизованного железа найдены также в спектрах рентгеновского излучения скоплений галактик в созвездиях Девы, Персея и Волос Вероники. Ра-

нее ученые склонны были считать это рентгеновское излучение проявлением активности радиогалактик, наблюдающихся, как правило, в центре скоплений. Однако форма спектра и присутствие линии железа однозначно подтверждают тепловой механизм излучения горячего разреженного газа. Существует мнение, что это — первичный газ, сохранившийся в скоплении после образования галактик. Газ мог обогатиться тяжелыми элементами благодаря выбросу материи из галактик при взрывах сверхновых. Масса газа составляет значительную долю от всей массы скопления.

Данные, полученные со спутника HEAO-B, подтверждают, что газ в межгалактическое пространство поступает из галактик. Это хорошо видно по их изображению в рентгеновских лучах. За отдельными массивными галактиками тянется шлейф горячего газа, подобно кометному хвосту (Земля и Вселенная, 1975, № 2, с. 29—32.—Ред.). Такая картина возникает под действием динамического давления межгалактической среды на межзвездный газ в галактике при ее



движении. Газ как бы «выметается» из галактики. В молодых галактических скоплениях газ распределен крайне неравномерно, в основном вблизи массивных галактик. В старых скоплениях он сосредоточен в центре.

Наблюдение скоплений галактик в созвездии Девы позволило обнаружить интенсивную, но узкую резонансную линию водородоподобного иона кислорода (O VIII) в области, окружающей известную радиогалактику Дева А (M 87). Эти результаты показывают, что межгалактический газ бывает «холодным» и «горячим». Холодный газ с температурой около  $2 \cdot 10^4$  К, в котором образуется линия кислорода, сосредоточен в центре скопления. Горячий газ с температурой  $2,5 \cdot 10^7$  К окружает холодный. Скорее всего, именно горячий газ светится в линии высокоионизованного железа (Fe XXVI).

Межгалактический газ пока найден лишь в богатых скоплениях галактик. Подавляющая же часть скоплений — бедная. Согласно оценкам, газ составляет лишь 1/10 от критической плотности материи во Вселенной ( $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>), что говорит в пользу «открытой» модели Вселенной (Вселенная будет неограниченно расширяться и никогда не наступит фаза сжатия).

В свое время развитие оптической астроспектроскопии позволило обнаружить расширение Вселенной. Сейчас именно с рентгеновской астрономией ученые связывают надежды на дальнейшее углубление наших знаний о Вселенной.

Еще в 1974 году Я. Э. Эйнасто с сотрудниками (Тартуская астрофизическая обсерватория АН ЭССР) и ряд американских астрономов высказали предположение, что галактики окружены протяженными слабо-светящимися и массивными коронами (Земля и Вселенная, 1975, № 3, с.32—36.—*Ред.*). Позднее, исследуя скорость вращения газа в галактиках, астрономы обнаружили, что по мере удаления от ядер галактик скорости вращения не уменьшаются, как должно быть, если основная масса галактики сосредоточена только в центральной области, а остаются примерно постоянными (около нескольких сот километров в секунду). Эти наблюдения как будто подтверждают вывод о том, что на периферии галактик существует невидимая, скрытая масса.

Короны галактик, по-видимому, состоят из огромного количества старых, бедных металлами звезд, масса которых меньше 0,2 солнечной, а светимость в сотни раз ниже солнечной. Такие звезды есть и в окрестности Солнца, но ожидаемое их число невелико — одна в 100 пк<sup>3</sup>. У массивных, близких к нам сферoidalных галактик звездные короны иногда удается сфотографировать на специальные фотопластины, позволяющие выявить области с очень слабой поверхностной яркостью (всего на 1% превышающей фон ночного неба).

Но не только звезды составляют короны галактик. Около 10% вещества корон, по всей вероятности, находится в газовой фазе. Об этом свидетельствуют, например, наблюдения квазаров. В их спектрах часто видны многочисленные линии поглощения с красным смещением, сильно отличающимся от красных смещений линий излучения. Эти линии поглощения могли бы формироваться в галактиках, расположенных между квазарами и наблюдателем. Но если размер оптической галактики не превышает 30 кпк, то вероятность ее попадания на луч зрения мала. Этого противоречия можно избежать, предположив, что галактики окружены протяженными газовыми коронами.

Косвенным аргументом в пользу существования газовой короны вокруг нашей Галактики служат высокоскоростные облака водорода. Эти облака на высоких галактических широтах обнаружил известный голландский астроном Я. Оорт еще в 1966 году. К сожалению, расстояния до облаков пока не известны, и потому нельзя утверждать, что они входят в корону или гало Галактики.

Сейчас астрофизики располагают



не только косвенными, но и прямыми наблюдательными подтверждениями существования газа в коронах галактик. Горячий газ зарегистрирован во время рентгеновских наблюдений (диапазон энергий меньше 1 кэВ) вокруг таких гигантских сферoidalных систем, как Дева А (M 87), M 66, NGC 5920. Мощность теплового излучения от этих галактик, находящихся в центральных областях скопления, достигает  $10^{43}$ — $10^{44}$  эрг/с. Масса излучающего газа оценивается в  $10^9$ — $10^{10}$  солнечных, температура — в  $10^8$ — $10^7$  К, размеры газовых корон — в сотни килопарсек. В этом горячем газе возникают и рентгеновские линии излучения высокоионизованных кислорода (O VIII) и железа (Fe XXIV), которые наблюдаются в коронах радиогалактик Дева А и Персей А.

Сведения о газовых облаках в короне нашей Галактики получены также с борта международного спутника IUE (International Ultraviolet Explorer). Приборы спутника обнаружили в ультрафиолетовых спектрах ярких звезд нашей Галактики и Магеллановых Облаков линии поглощения ионов углерода (C IV), кремния (Si IV), азота (NV) и др. Несмещенные линии поглощения этих же ионов видны в спектре близкого квазара 3C 273 (красное смещение 0,158). Все это говорит о том, что в короне нашей Галактики и в окрестности Магеллановых Облаков имеется разреженная (около  $10^{-3}$  частиц в 1 см<sup>3</sup>), относительно холодная (примерно  $10^5$  К) среда.

Итак, получено прямое доказательство существования горячего и собранного в отдельные облака относительно холодного газа в коронах Галактики и ряда близких к нам звездных систем. По-видимому, чем массивнее галактика, тем мощнее ее корона.

Обнаружение заметного количества газа в коронах галактик ставит перед астрофизиками новые проблемы, и главная среди них: какова природа этого газа? Поскольку в газе есть тяжелые элементы, нельзя считать, что он сохранился со стадии протогалактики, а газа, прошедшего через эволюцию в звездах, не должно быть слишком много в коронах галактик. Может быть, газ

попадает в короны из межгалактической среды, например, перетекая с близких и богатых газом соседних галактик (аналогичный процесс идет в двойных звездных системах). Огромный резервуар газа, обнаруженный в коронах галактик, может способствовать тому, что галактики очень долго будут вести «активный образ жизни» — в них будут образовываться звезды и ядра длительное время останутся активными. Действительно, в короне холодные газовые облака, сталкиваясь друг с другом, теряют свою кинетическую энергию и падают на центральные области галактики. Плотность газа при этом будет повышаться, что способствует активному звездообразованию в галактике.

Кандидат физико-математических наук  
КОМБЕРГ Б. В.

### РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ В БОЛЬШОМ МАГЕЛЛАНОВОМ ОБЛАКЕ

Несколько лет назад во время полета ракеты было обнаружено мягкое рентгеновское излучение, идущее от перемычки в Большом Магеллановом Облаке. Предполагалось, что открыт протяженный источник, но природа его оставалась непонятой.

Сейчас опубликованы результаты, полученные во время полета ракеты типа «Аэробы» 23 февраля 1977 года. Наблюдения проводились в мягком рентгеновском диапазоне 0,5—2 кэВ. Оказалось, что если в перемычке Большого Магелланова Облака и находится протяженный источник, его интенсивность в несколько раз меньше, чем поток, зарегистрированный прежде. Удалось наблюдать четыре источника, три из которых не были ранее известны. Все источники расположены примерно на одной прямой вдоль перемычки, причем какой-то из источников сильно переменный. Точность наблюдений не позволила ответить на вопрос: какой именно из четырех источников проявляет высокую активность? Один из них проецируется на остаток сверхновой N 132 D. Если отождествление правильно, то вспышка сверхновой, в результате которой возник газовый остаток, была одной из самых мощных. Энерговыведение при вспышке составляло  $10^{51}$ — $6 \cdot 10^{51}$  эрг. Сейчас рентгеновская светимость остатка, возраст которого от 1500 до 4700 лет, около  $10^{38}$  эрг/с (самый яркий остаток сверхновой в Галактике — Крабовидная туманность, ее возраст свыше 900 лет, излучает она около  $10^{38}$  эрг/с).

Astrophysical Journal, 1980, 238, 1.



Кандидат физико-математических наук  
АВДУЛОВ М. В.

## Физико-химические процессы в мантии Земли

### ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Сейчас почти нет сомнений в том, что основной энергетический источник, определяющий геологическую эволюцию Земли,— это внутреннее тепло планеты. Поток тепла через поверхность таков, что связанная с ним отдача энергии в единицу времени в 100—1000 раз больше энергии землетрясений и вулканических извержений. Формирование складчатости, подъем и опускание земной поверхности, разрывы земной коры, землетрясения — все это процессы механические. И если их энергетическим источником служит внутреннее тепло Земли, то оно должно каким-то образом превращаться в механическую работу.

В верхней мантии это превращение может осуществляться двумя путями: с помощью **тепловой конвекции** или в результате **фазовых переходов** вещества (переход из одного состояния в другое с изменением объема). Конвекция вещества в оболочке земного шара не может быть движущей силой геодинамического процесса. Дело в том, что эта форма движения вещества выражает стремление системы к гидростатическому, или изостатическому, равновесию («Земля и Вселенная», 1970, № 3, с. 26—31.— Ред.). Однако весь опыт исследований показывает, что геодинамические процессы развиваются в направлении, как раз нарушающем изостатическое равновесие. Следовательно, они идут не по законам конвективных движений, а вопреки им, если только конвективные движения в оболочке вообще происходят. В нижней мантии конвекция невозможна из-за вы-

**Как внутреннее тепло планеты преобразуется в механическую работу? Почему происходят землетрясения, вулканические извержения, подъем и опускание земной поверхности? Большую роль здесь играют фазовые превращения вещества в недрах Земли.**

сокой вязкости горных пород. Сложнее обстоит дело с верхней мантией. Вязкость в ней меньше, но важную роль здесь начинают играть фазовые превращения вещества.

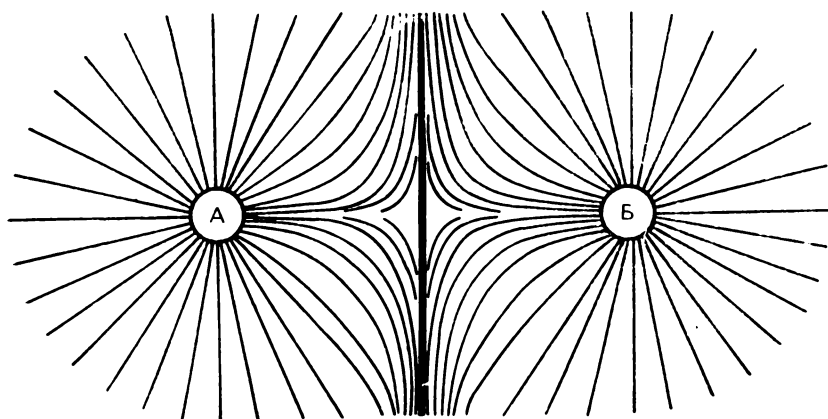
Влияние фазовых переходов на конвекцию в оболочке обсуждалось много раз, но до сих пор специалисты не пришли к однозначному решению. Между тем фазовые переходы обладают одним очень важным свойством: каждое фазовое превращение — процесс изотермический, то есть в системе с таким переходом запущены все формы превращения тепла в работу, кроме увеличения объема легкой фазы. Поэтому, если энергетическим источником движений земной коры служит внутреннее тепло Земли, то разрывы земной коры, землетрясения, вулканические извержения и другие геологические процессы должны вызываться не конвекцией, а фазовыми превращениями.

### ПУЛЬСИРУЮЩИЕ КРИСТАЛЛЫ

Любую горную породу в верхней мантии можно рассматривать как ассоциацию минералов с различными физическими свойствами. Это позво-

ляет разделить минералы на две группы. К первой относятся кристаллы, у которых при заданных значениях температуры и давления происходит **полиморфный фазовый переход** (меняется структура вещества), ко второй — кристаллы, не испытывающие фазового перехода (их можно рассматривать как сплошную среду, заполняющую пространство между кристаллами первой группы).

Допустим, что внутри рассматриваемого объема температура периодически меняется, а вместе с ней пульсируют и кристаллы первой группы, меняя свой объем. Возникает вопрос: приведет ли пульсация кристаллов к изменению их пространственного положения или при изменении объема горной породы ее структура сохранится? Представим себе объем, заполненный жидкостью, в которой находится **пульсирующая сфера**. Если поток жидкости симметричен относительно ее центра, центр сферы неподвижен. Допустим, что справа от нее появилось препятствие в виде твердой стенки. Тогда скорость движения жидкости в сторону стенки будет меньше, чем в противоположном направлении. Отсюда, по третьему закону Ньютона, давление жидкости на сферу со стороны стенки меньше, чем давление с противоположной стороны. Разность давлений на сферу слева и справа заставит ее двигаться в сторону препятствия. Если стенку заменить другой сферой, то распределение линий тока останется тем же самым. Таким образом, две сферы будут притягивать друг друга. Впервые на этот эффект обратил внимание шведский ученый А. Бьеркнес. Из этого эффек-



та следует вывод, что система сфер, пульсирующих синхронно в вязкой жидкости, сжимается, выталкивая в область низких давлений материал, заполняющий пространство между сферами. В приложении к проблемам сейсмологии последнее означает, что кристаллы, пульсирующие при фазовых превращениях, выталкивают в область низких давлений минералы, заполняющие пространство между ними.

Вопрос о том, куда движутся выталкиваемые горные породы, решается исходя из энергетических соображений. При движении вниз внутренняя энергия породы растет (с глубиной увеличиваются давление и температура), при движении вверх она уменьшается. Наиболее выгодно такое положение, когда горные породы смещаются вверх, поскольку течение их в этом направлении снижает энергетические затраты.

Известно, что вязкость верхней мантии велика, она близка к вязкости лучших сортов легированной стали. Следовательно, фазовые переходы в

оболочке не могут реализоваться до тех пор, пока термические напряжения в кристаллах не превысят предела упругости горной породы ( $10^8$  дин/см<sup>2</sup>). Затем материал переходит в пластичное состояние и напряжение быстро сбрасывается. Скорость пластического течения близка к скорости упругих поперечных колебаний.

Сила притяжения, действующая на пульсирующие кристаллы,— сила Бьеркнеса определяется скоростью пульсаций, количеством и размером кристаллов и расстоянием между их центрами. Так, при взаимодействии двух пульсирующих кристаллов радиусом 1 см (расстояние между центрами 4 см) эта сила достигает  $3,5 \cdot 10^{11}$  дин, а в системе с большим числом пульсирующих кристаллов она будет уже на несколько порядков больше. Иногда силы Бьеркнеса даже превосходят гидростатическое давление. Поэтому они и несут главную ответственность за процессы, определяющие геологическую эволюцию Земли.

#### МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Чтобы рассмотренная схема взаимодействия пульсирующих кристаллов «работала», необходимы изменения температуры. Другими словами, в недрах Земли должен быть механизм, периодически меняющий приток тепла. Это вытекает из второго закона термодинамики, согласно ко-

торому любая термодинамическая машина может быть только машиной периодического действия. Источником же периодических изменений температуры могут служить зоны пониженных значений термодинамической устойчивости («Земля и Вселенная», 1974, № 3, с. 43—49.— Ред.).

В 1959 году немецкий исследователь Б. Гутенберг предположил, что в верхней мантии Земли существует слой, где упругие колебания распространяются с пониженной скоростью. Свое предположение он аргументировал наблюдениями в активных сейсмических районах Тихоокеанского складчатого пояса и Западной Европы. Гутенберг считал, что «канал малой скорости» проходит по всей верхней мантии. И только позднее показали, что этот слой хорошо выражен лишь в областях высокой геологической активности («Земля и Вселенная», 1978, № 5, с. 36—42.— Ред.).

О природе слоя высказывалось много предположений. Наиболее известна гипотеза, согласно которой скорость упругих колебаний снижается из-за частичного расплавления мантии (количество жидкой фазы в слое не превосходит 6%). Однако есть факты, заставляющие в этом сомневаться. Во-первых, выяснилось, что температура внутри земного шара на несколько сот градусов ниже температуры плавления горных пород и, во-вторых, в слое Гутенберга плотность пород повышена, а это плохо согласуется с представлениями о частичном расплаве.

Экспериментальные и теоретические исследования, проведенные в последнее время, говорят о том, что слой Гутенберга, по-видимому, более разумно связать не с зоной частичного плавления, а с зоной непрерывного перехода одной кристаллической фазы в другую. Представим себе, что в недрах Земли существуют два кристаллические фазы одинакового химического состава, которые связаны зоной пониженных значений термодинамической устойчивости. В этой зоне кинетические коэффициенты минимальны, и поэтому она экранирует тепловой поток. Температура растет, и критическая область пере-

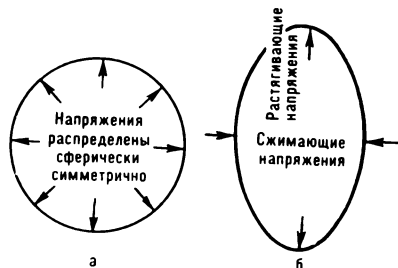
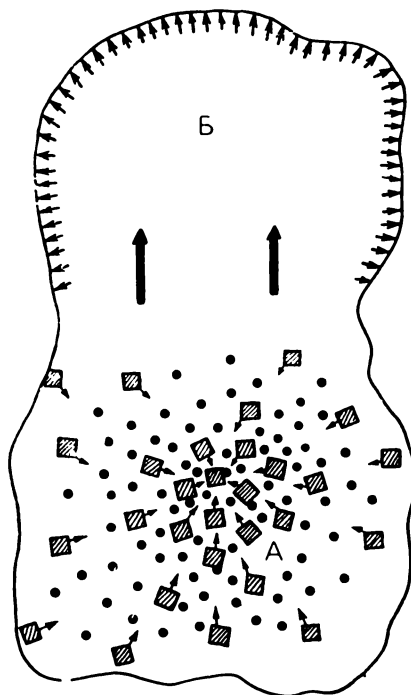
■ *Взаимодействие пульсирующих сфер А и Б и препятствия (жирная линия). Скорость движения жидкости в сторону стенки меньше, чем скорость в противоположном направлении. Препятствие искривляет линии тока жидкости, вследствие чего энергия пульсаций переходит в кинетическую энергию поступательного движения сферы*

ходит в состояние высокотемпературной фазы. Далее, по мере увеличения кинетических коэффициентов, тепло теряется все эффективнее, температура падает и система вновь возвращается в состояние пониженной устойчивости. Возникает **колебательный процесс**, который меняет во времени температуру земного шара. Амплитуда колебаний и их период зависят от ширины зоны, ее структуры и минералогического состава. Таким образом, зоны пониженной термодинамической устойчивости играют в геологическом развитии Земли большую роль — они изменяют температуру в ее недрах.

### ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ И СЕЙСМИЧЕСКИЕ ТОЛЧКИ

Как правило, в очагах землетрясений происходит сдвиговое перемещение масс. В активных тектонических районах оси сжимающих напряжений ориентированы полого и поперек основных геологических структур. Долгое время для объяснения разрывов и сдвигов при сейсмических толчках использовалась теория американского ученого А. Гриффитса. Основывалась она на том, что в твердом теле имеется множество мелких трещин, структурных дефектов, механически ослабленных мест. Когда тело подвергается деформации, в этих областях возрастает напряжение, а затем происходит разрыв. Но если механизмом Гриффитса можно объяснить процесс возникновения неглубоких землетрясений, то для средних и глубоких эта модель не годится.

В 30-х годах нашего столетия ученые ввели представление о **дислокации** — линейном дефекте в кристалле, с помощью которого удалось объяснить тысячекратное снижение фактической прочности кристалла по сравнению с теоретической. Экспериментальные исследования затем показали, что движение дислокаций изменяет форму кристалла и это изменение не связано с возникновением напряжения — пластической деформацией. Как сейчас известно, движение дислокаций как раз и есть механизм пластического течения.



■ *Условное изображение зоны подготовки сейсмического толчка. В зоне А меняется температура и кристаллы пульсируют. Пульсирующие кристаллы (квадратики) движутся навстречу друг другу и выжимают минералы, заключенные между ними, вверх, в зону Б. В зоне Б накапливаются напряжения (показаны стрелками) и, когда они достигают критического значения, материал из зоны Б прорывается вверх (происходит землетрясение)*

■ *Распределение напряжений в гипоцентральной зоне: а — перед толчком, б — в момент толчка. Напряжения направлены так, что сферически симметричная зона превращается в эллипсоид*

Некоторые исследователи полагают, что освобождение упругой энергии в очагах глубоких землетрясений вызвано резким изменением объема. Механизмом, производящим это изменение, считаются фазовые переходы. Рассмотрим с этой точки зрения процесс подготовки землетрясения. Пусть А — зона фазовых превращений, Б — гипоцентральной область (зона очага), в которую материал выжимается из зоны А в процессе пульсации кристаллов. Приток материала в область Б увеличит напряжение в этой зоне, и когда оно достигнет критической величины  $10^8$  дин/см<sup>2</sup>, горные породы прорвутся вверх — начнется землетрясение. Если течение горных масс из А в Б продолжается и после снятия напряжения, то через короткий промежуток времени напряжения могут вновь достигнуть критического значения и произойдет второй толчок или даже серия толчков. Допустим, что напряжения в гипоцентральной зоне обладают **сферической симметрией**. Тогда прорыв материала вверх мгновенно деформирует сферу в **эллипсоид**; в этом случае оси сжимающих напряжений займут горизонтальное положение и расположатся поперек простирания основных тектонических структур, а оси растягивающих напряжений примут вертикальное направление. Такая модель сейсмического толчка, в которой горные породы смещаются вверх под действием накопленных напряжений, хорошо согласуется с моделью, полученной по сейсмическим данным.

Область фазовых превращений ограничивается глубиной 900—1000 км (вне этой области землетрясения не возникают). Однако и в той зоне, где имеют место полиморфные переходы, нужны определенные условия для того, чтобы произошел сейсмический удар. Кристаллы здесь должны двигаться сплошным потоком в одну сторону. В зоне пульсаций только часть кристаллов движется вверх, другая же часть перемещается к центру зоны и вниз, поэтому толчки могут возникнуть, когда материал покинет зону. Поскольку протяженность зоны пульсаций, вероятно, измеряется сотнями километров, то глуп-



бина 700—800 км — тот предел, для которого возникновение сейсмических толчков еще возможно.

## ПРОЦЕССЫ МАГМАТИЗМА

Минералогический состав земной оболочки примерно таков: 40% оливинов, 30% пироксенов, 20% гранатов, остальные 10% приходится на соединения калия и натрия и группу минералов со значительным количеством окиси кремния. Оливины, пироксены и гранаты представляют собой твердые растворы замещения, то есть соединения, где атомы железа и магния могут свободно замещать друг друга. В условиях верхней мантии эти же минералы испытывают полиморфные превращения с 10-процентным изменением объема. Каждой комбинации химического состава соответствует своя глубина фазового перехода, и она тем больше, чем выше содержание магния в минерале. Поскольку состав оливинов как твердых растворов замещения меняется, область полиморфных превращений растянута почти по всей верхней мантии.

Посмотрим, к каким структурным изменениям приведут пульсации температуры, если они охватывают всю толщу верхней мантии. Начнем с максимальных глубин. Кристаллы, пульсирующие на глубине 600—1000 км, выталкивают вверх минералы, заполняющие пространство между ними, то есть породу, свободную от оливина с очень большим содержанием магния. На глубине 400—600 км материал освобождается от оливинов и пироксенов с высоким содержанием магния и на глубине 200—400 км — от пироксенов и оливинов с умеренным содержанием магния и железа. В интервале глубин 50—200 км вверх перемещаются горные породы, свободные от гранатов и лишенные оливинов и пироксенов с большим содержанием железа. Здесь в земную кору внедряется материал, содержащий много окиси кремния, калия и натрия.

Если колебания температуры не охватывают всю верхнюю мантию и затухают на глубине около 600 км, то вверх смещается порода, в которой кроме окиси кремния, соединений

натрия и калия присутствуют оливины и пироксены с малым содержанием железа.

Когда «температурные волны» не опускаются ниже 400 км, в земную кору внедряется порода, в которой к указанным выше минералам прибавятся оливины и пироксены с умеренным содержанием железа. Если колебания температуры не проникают ниже 200 км, вверх выталкивается горная порода, содержащая почти весь комплекс пироксенов и оливинов.

Таким образом, химический состав изверженной горной породы зависит от того, на какой глубине началась дифференциация. Породы с большим содержанием окиси кремния (более 66%) получили название кислых (гранитоиды), породы с умеренным содержанием окиси кремния (52—66%) называются средними (диориты), породы с невысоким содержанием окиси кремния (45—52%) — основными (габброиды), породы с малым содержанием окиси кремния (менее 45%) — ультраосновными (ультрабазиты). Кислые породы начинают формироваться на глубине 600—1000 км, средние — на глубине 400—600 км, основные — на глубине 200—400 км, ультраосновные — на глубине 200 км и выше.

Как уже отмечалось, периодические изменения температуры во времени связаны с мощной зоной пониженных значений термодинамической устойчивости. Допустим, что такая зона возникла. Что тогда произойдет? «Температурная волна» устремится вниз и сначала достигнет малых глубин. Поэтому первыми в земную кору внедряются **ультраосновные породы**. Они приходят с глубин 50—200 км, где температура и давление не очень велики. Запас внутренней энергии у этих пород мал, и они обладают низкой геологической активностью.

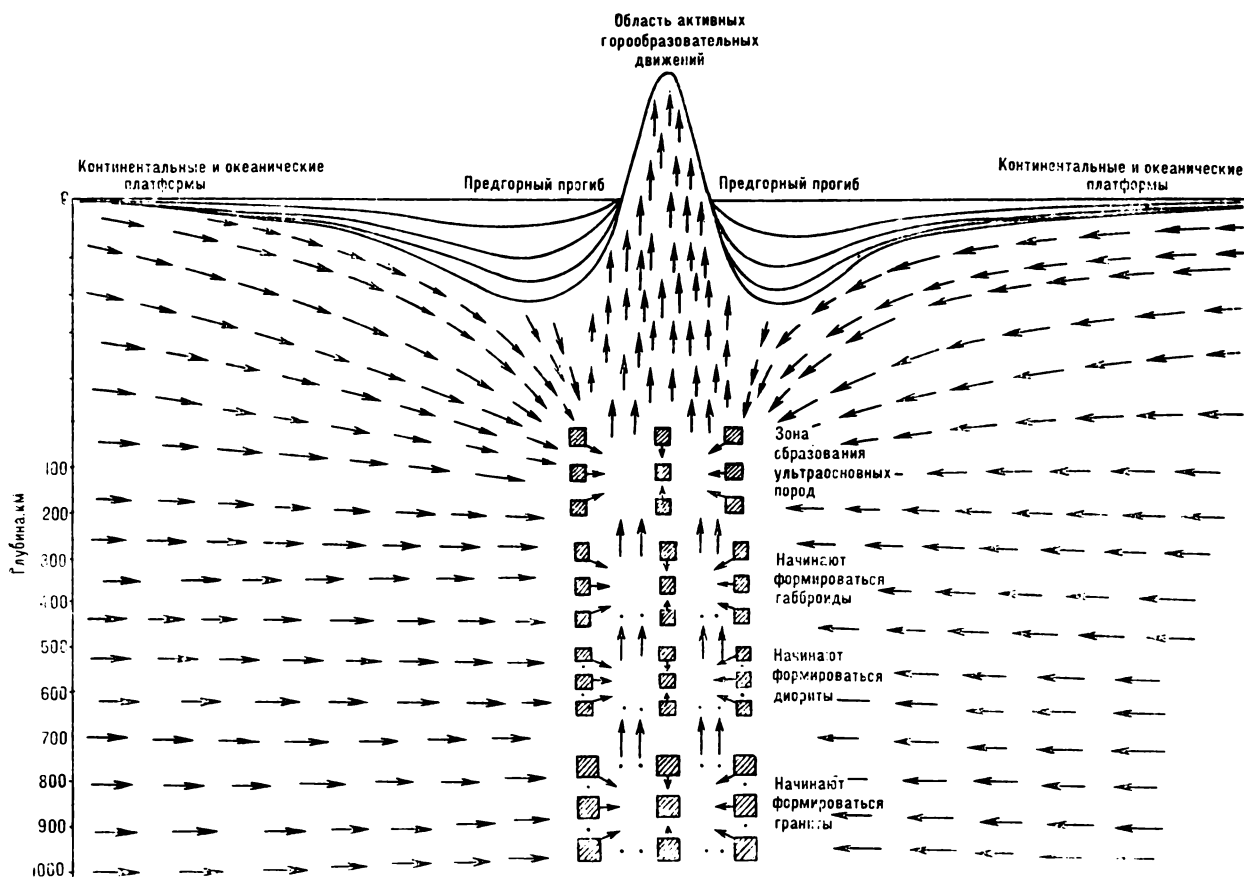
Если «температурные волны» проникают глубже, на смену ультраосновным горным породам приходит магматизм **базальтов и габбро**. Эти породы поднимаются с глубин 200—400 км. Запас внутренней энергии у них несколько больше, чем у ультраосновных пород, и габброиды оказывают заметное термическое и меха-

ническое воздействие на окружающую породу. Когда колебания температуры достигают глубины 400—800 км, вверх начинают перемещаться **породы среднего (диориты) и кислого (граниты) состава**. Температуры и давление на этих глубинах велики, и внутренняя энергия, выносимая породами, огромна. Если периодические изменения температуры опускаются до глубин 800—1000 км, вверх перемещаются **наиболее кислые породы**. Они приходят с максимальных глубин и несут самый большой запас энергии. Поэтому циклы горообразования и фазы складчатости во времени и пространстве совпадают с внедрением гранитных батолитов.

«Температурные волны» затухают тем быстрее, чем меньше длина волны, следовательно, на большие глубины могут проникнуть только волны с большими периодами. Это означает, что для создания температурных напряжений одной и той же амплитуды на больших глубинах нужно больше времени, чем на малых. Поэтому с глубиной быстро сокращается число сейсмических толчков.

Допустим, что изменение физических условий в оболочке вызвало сильное сужение зоны термодинамической неустойчивости. Такой процесс приводит к тому, что исчезают «температурные волны» низкой частоты. В этом случае пульсациями температуры охвачена только самая верхняя часть мантии и процессы магматизма развиваются в обратном порядке. Геологическая активность снижается и в пределе сходит на нет. Выражаясь языком геологов, земная кора из режима высокой тектонической активности переходит в фазу платформенного развития. Однако, если через определенный интервал времени зона термодинамической неустойчивости возникнет опять, активный режим может полностью восстановиться. И хотя развитие земной коры и верхней мантии носит направленный характер, оно в то же время циклично.

Таким образом, рассмотренная схема движения пульсирующих кристаллов позволяет объяснить основные этапы образования интрузивных и вулканических горных пород.



## КОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ ДРЕЙФ

С тех пор, как в начале нашего века немецкий геофизик А. Вегенер высказал гипотезу о дрейфе материков, не прекращается острая полемика вокруг этой проблемы. Сейчас накоплено много фактов, свидетельствующих и в пользу этой гипотезы, и против нее. Противники континентального дрейфа указывают на ряд обстоятельств, из которых мы назовем два важнейших.

■ *Схема течения горных пород в оболочке земного шара. Стрелками показано направление течения. Представлены четыре зоны образования магматических горных пород (интервал глубин от поверхности до 100 км не в масштабе). Горная порода, заполняющая пространство между пульсирующими кристаллами (квадратики), выталкивается вверх, пока не достигнет земной коры*

Во-первых, известно, что средний тепловой поток на материках и океанах одинаков. И если в процессе дрейфа материк сместится туда, где находился океан, на таком материке тепловой поток должен сильно возрасти, поскольку в океанах значительная доля теплового потока имеет глубинное происхождение. И наоборот, если океаническая кора сместится туда, где перед этим находился материк, тепловой поток должен сильно уменьшиться. Во-вторых, поскольку геологические режимы прочно связаны с процессами на больших глубинах, при движении материка должно наблюдаться обратное смещение тектонических зон, так как материк проходил бы при этом над зонами мантии с разными температурными режимами и разным характером глубинных процессов. Но такое смещение геологических зон не наблюдается.

Пользуясь моделью превращения внутреннего тепла планеты в механическую работу, рассмотренной в настоящей статье, можно снять эти возражения. Сжатие области пульсации и движение пульсирующих кристаллов к центру зоны вызывают приток мантийного материала со стороны океанических и континентальных платформ. Поскольку вязкость оболочки велика, материк как бы впаивается в субстрат и дрейфует вместе с ним. Однако масштабы движения остаются пока серьезной проблемой, которая требует длительных и всесторонних исследований.

Доктор  
физико-математических наук  
РУСКОЛ Е. Л.



## Спутники Сатурна

**Система Сатурна не повторяет ни систему спутников Юпитера, ни Солнечную систему в миниатюре.**



### СКОЛЬКО СПУТНИКОВ У САТУРНА?

Строго ответить на вопрос, поставленный в заголовке, невозможно, потому что замечательные кольца Сатурна состоят из множества спутников-частиц, каждая из которых обращается вокруг Сатурна по своей собственной круговой орбите и вместе с другими такими же частицами входит в упорядоченные плоские кольца. Их толщина мала по сравнению с шириной. Когда Земля проходит через плоскость колец, они почти невидимы с ребра.

Если считать спутниками только достаточно крупные тела, которые видны в телескоп по отдельности, а не в общей массе, как частицы колец, то у Сатурна к 1979 году было открыто десять спутников и для девяти надежно вычислены орбиты. Данные о 10-м спутнике Янус подвергаются сомнениям. Орбитальные и физические характеристики спутников приведены в таблице, в которую еще не внесен новый, открытый «Пионером-11» спутник радиусом 200 км (1979 S1), а также несколько новых спутников, обнаруженных в последнее время и еще не получивших названий (см. заметку Д. Ю. Гольдовского «Сатурн крупным планом», опубликованную в этом номере журнала).

Один из руководителей полета «Пионера-11» доктор Т. Герелс

*Сатурн со спутниками.  
Снимок сделан на 26-дюймовом  
рефракторе Морской обсерватории  
в Вашингтоне*

(США) сомневается в существовании спутника Янус на круговой орбите с радиусом 2,66 радиуса Сатурна потому, что на этой орбите отсутствует поглощение частиц высоких энергий.

Согласно подсчетам протонов и электронов с энергиями от нескольких десятых до нескольких десятков мегаэлектронвольт в окрестности Сатурна, в численности этих частиц имеется четкий провал на расстоянии 2,53 радиуса Сатурна, то есть там, где обращается спутник 1979 S1, на расстоянии же Януса (2,66 радиуса планеты) провала нет.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

№№	Название	Параметры орбит				
		большая полуось		период обращения, в сутках	эксцентриситет	наклонение к экватору планеты, в градусах
		в тыс. км	в радиусах Сатурна			
10	Янус	159,5	2,66	0,74896	0	0
1	Мимас	186	3,09	0,942	0,0201	1,5
2	Энцелад	238	3,97	1,370	0,0044	0
3	Тефия	295	4,91	1,888	0,0000	1,1
4	Диона	377	6,29	2,737	0,0022	0
5	Рея	527	8,78	4,518	0,0010	0,4
6	Титан	1222	20,4	15,95	0,0289	0,3
7	Гипернон	1481	24,7	21,28	0,1042	0,4
8	Япет	3560	59,3	79,33	0,0283	14,7
9	Феба	12930	216	550,4	0,1633	(переменное) 150

*Примечание.* Данные таблицы взяты из кн.: Planetary Satellites под редакцией

## КОЛЬЦА САТУРНА

Кольца Сатурна подразделяются на яркие внешние кольца А и В, которые дают до 99% света, отраженного всей системой колец, и внутреннее кольцо С (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 19—25.—Ред.). Промежуток между кольцами А и В назван делением Кассини, между В и С — французским делением в честь известного наблюдателя планет О. Дольфюса. Согласно наземным наблюдениям, существует еще самое внутреннее кольцо D и самое внешнее E. Снимки, переданные «Пионером-11» во время пролета вблизи Сатурна, этого не подтвердили. На снимках за кольцом А было обнаружено кольцо F, которое отделено от А промежутком шириной 3600 км, получившим название деление Пионера. Отсутствие частиц на орбитах, соответствующих промежуткам между кольцами, объясняется соизмеримостью периодов обращения на этих орбитах с периодами обращения ближайших спутников Сатурна.

Наземные наблюдения, выполненные на обсерваториях Пик-дю-Миди (Франция) и в Аризоне (США) в период прохождения Земли через плоскость колец Сатурна в 1979—1980 го-

дах, показали, что разреженное кольцо E все же существует. Оно удалено от основной системы колец и находится на расстоянии примерно 5—6 радиусов Сатурна (между орбитами Тефии и Дионы). Самое близкое к Сатурну кольцо D обнаружено на снимках, переданных «Вояджером-1».

Космический аппарат «Пионер-11» сделал снимки колец не в отраженном ими свете, как мы видим их с Земли, а в свете, прошедшем сквозь кольца. Кольцо В на снимках «Пионера-11» выглядит черным, то есть оно непрозрачно на просвет; кольцо А частично пропускает свет Солнца. Деление Кассини оказалось не пустым промежутком, в нем пространственная плотность частиц такая же, как во внутреннем кольце С. Зарегистрированы частицы и вблизи внешней и внутренней границ кольца А.

Частицы колец Сатурна очень светлые, они отражают более 60% падающего на них солнечного излучения. Инфракрасный спектр колец Сатурна напоминает спектр льда. В пользу ледяного состава частиц говорят также данные радиоастрономии и радиолокации. Весьма вероятно, что помимо водяного льда в частицы входят гидраты метана и

аммиака, которые замерзают при более высокой температуре, чем метан и аммиак. Плотность такого смешанного льда около 0,6 г/см<sup>3</sup>. По данным «Пионера-11», в кольцах А и С и в делении Кассини средний радиус частиц около 10 см, то есть частицы имеют размеры от крупных градин до снежных комьев. По данным «Вояджера-1», диапазон размеров частиц значительно шире: от 1 мкм до 1 км. Толщина колец А, В и С оценивается в 1,3 км. Она определяется двумя противодействующими факторами: неупругие столкновения между частицами стремятся расположить их строго в одной плоскости, так чтобы толщина слоя не превышала поперечника одной частицы, а возмущения со стороны спутников Сатурна «раскачивают» слой и нарушают его идеальный порядок.

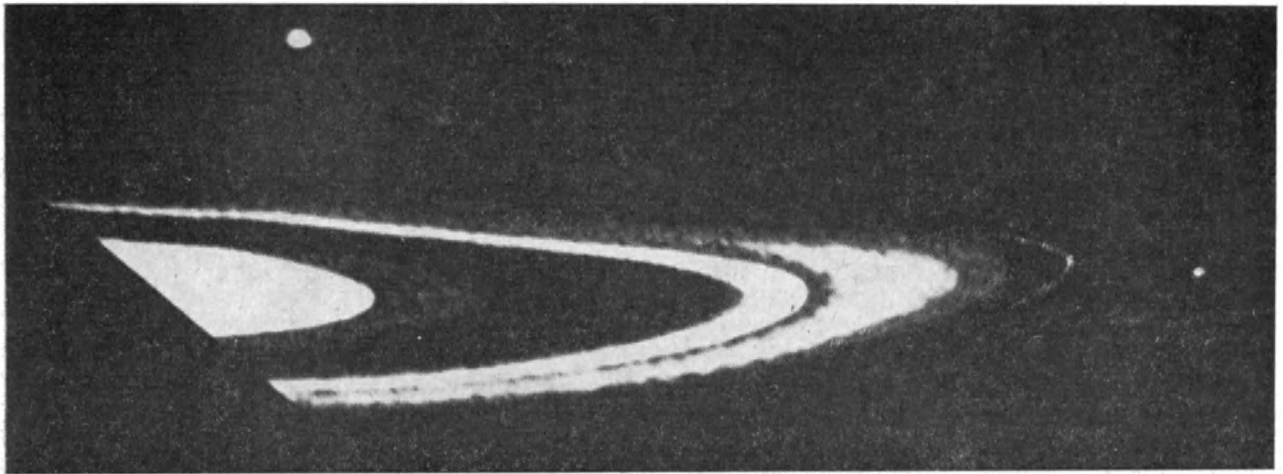
Иной состав кольца F. В него, видимо, входят крупные спутники размером 20—30 км, разделенные широкими промежутками. Над всеми кольцами и под ними наблюдается разреженное гало из водорода.

Происхождение столь сложной системы колец не получило еще объяснения. Ранее обсуждалось образование колец путем разрыва крупного спутника радиусом в сотни кило-

## СПУТНИКОВ САТУРНА

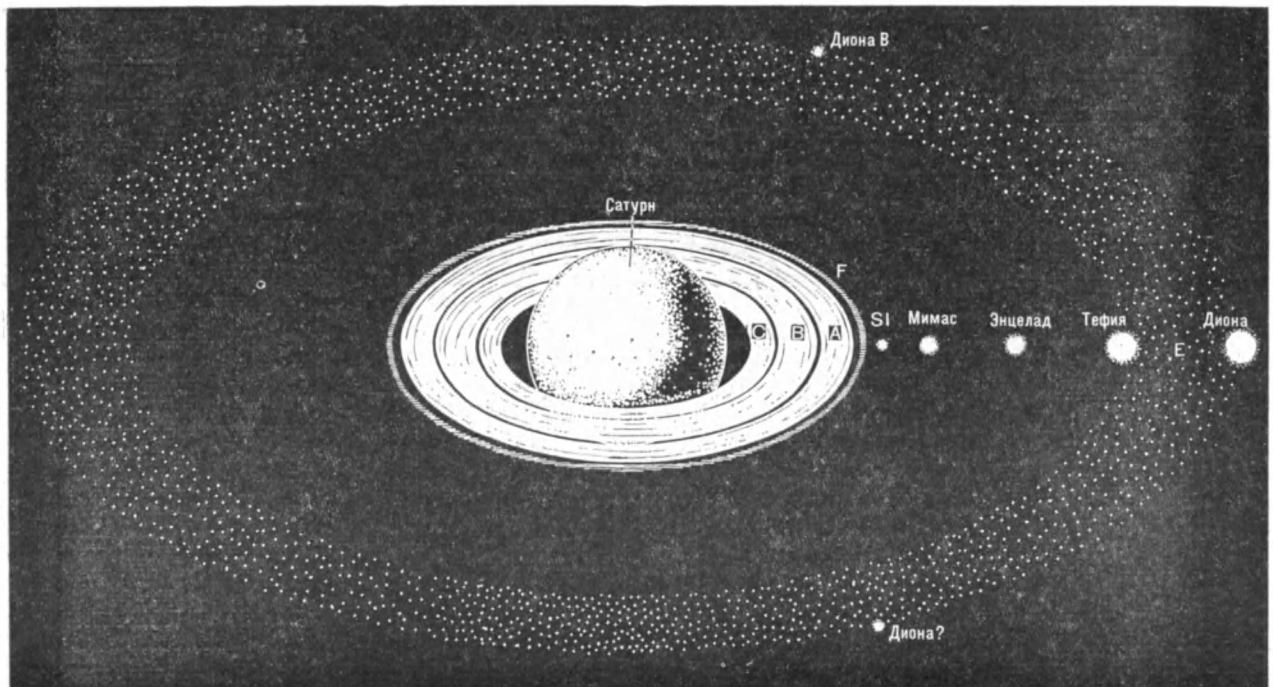
№№	Название	Физические данные				плотность, г/см <sup>3</sup>	Год открытия	Автор открытия
		альbedo	радиус, км	масса				
				в 10 <sup>-23</sup> г	в долях массы Сатурна			
10	Янус		≈ 110		1,5 · 10 <sup>-8</sup>		1966	Дольфюс (Фр.)
1	Мимас		≈ 170	0,37±0,01	6,59 · 10 <sup>-8</sup>	1,4	1789	Гершель (Англ.)
2	Энцелад		≈ 250	0,85±0,03	1,48 · 10 <sup>-7</sup>	1,3	1789	Гершель (Англ.)
3	Тефия		≈ 500	6,26±0,11	1,09 · 10 <sup>-6</sup>	1,2	1684	Кассини (Фр.)
4	Диона	0,60	575±100	11,6±0,3	2,04 · 10 <sup>-6</sup>	1,45±0,8	1684	Кассини
5	Рея	0,60	800±125	18,2±31,8	3,2 · 10 <sup>-6</sup>		1672	Кассини
6	Титан	0,21	2900±200	1401±2	2,46 · 10 <sup>-4</sup>	1,37±0,60	1655	Гюйгенс (Голл.)
7	Гипернион		≈ 110		1,5 · 10 <sup>-8</sup>		1848	Бонд/Лассель (США/Англ.)
8	Япет	0,12 (среднее)	800±100	22,4±10,9	≈ 3,94 · 10 <sup>-6</sup>		1671	Кассини
9	Феба				≈ 7,1 · 10 <sup>-10</sup>		1898	Пикеринг (США)
	Кольца		40	35±14	0,6 · 10 <sup>-5</sup>		1659	Гюйгенс

Дж. Бернса. Изд-во Аризонского университета (США), 1977.



▲  
**Кольца Сатурна.** Слева видно очень яркое кольцо С, затем очень темное кольцо В, яркая и тонкая щель Кассини, довольно светлое кольцо А и слабая дуга кольца F. Вблизи края колец располагается спутник 1979 S 1, слева вверху — спутник Тефия. Изображение получено «Пионером-11»

▼  
**Кольца Сатурна и расположение ближайших спутников (схема).** Размеры колец: кольцо С — от 1,22 до 1,50 радиуса Сатурна; французское деление — от 1,50 до 1,53; кольцо В — от 1,53 до 1,96; деление Кассини — от 1,96 до 2,03; деление Энке (узкое) — 2,21; кольцо А — от 2,03 до 2,27; деление Пионера от 2,27 до 2,33; кольцо F (узкое) — 2,33; кольцо E простирается от 5 или 6 радиусов Сатурна



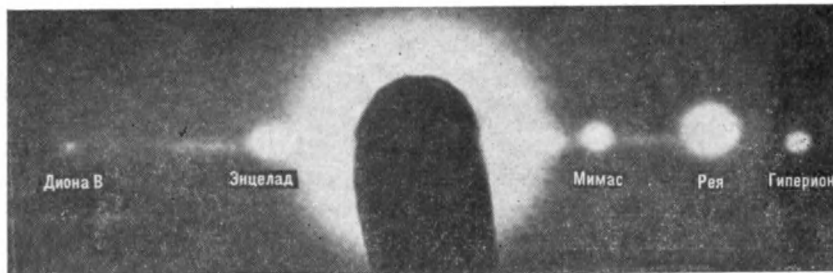


метров. Действительно, все кольца расположены внутри зоны Роша, где приливные силы планеты сильнее растягивают спутник, чем могут его сдерживать силы собственного тяготения и внутреннего сцепления. Критический предел Роша, на котором эти противоборствующие силы уравновешиваются, зависит от плотности спутника. За внешним краем кольца А расположен предел Роша для ледяных спутников с плотностью около  $1 \text{ г/см}^3$ , на внутренней границе кольца В — для каменных тел с плотностью  $3,5 \text{ г/см}^3$ , а в кольце С не смогли бы существовать и крупные спутники с плотностью  $5\text{--}7 \text{ г/см}^3$ . Правда, если спутники — монолитные каменные или ледяные глыбы, у которых внутреннее сцепление превосходит приливное растяжение, то они могут двигаться и внутри зоны Роша. Так как приливное растяжение пропорционально кубу линейного размера спутника, то, по расчетам, для прочных тел радиусом  $10\text{--}15 \text{ км}$  предел Роша оказывается меньше радиуса планеты. Когда после пролета «Пионера-11» были обнаружены крупные глыбы в кольцах Сатурна, появилась гипотеза о том, что кольца — это не разорвавшийся спутник, а первичные допланетные частицы и тела. Аргументом в пользу этого предположения служит еще одно слабое кольцо G между орбитами Реи и Титана, если, конечно, его существование подтвердится дальнейшими исследованиями.

#### ВНУТРЕННИЕ СПУТНИКИ

Ближайшие к Сатурну шесть спутников — Янус, Мимас, Энцелад, Тетфия, Диона, Рея — обращаются почти по круговым орбитам и почти точно в экваториальной плоскости Сатурна. Такие спутники принято называть **регулярными**.

Во время прохождения Земли через плоскость колец Сатурна в 1979—1980 годах французские астрономы открыли еще один спутник на орбите спутника Диона, или Диону В — слабый объект 17-й звездной величины. Он движется вокруг Сатурна по той же орбите, что и Диона, но



*Фотография системы Сатурна (изображение планеты закрыто экраном). Слабое свечение в экваториальной плоскости планеты — кольцо E. Фотография получена на обсерватории в Аризоне (США)*

опережает ее по долготе примерно на  $60^\circ$ . По-видимому, существует аналогичный объект, отстающий в своем движении от Дионы на  $60^\circ$  по долготе (он наблюдался лишь дважды и еще не имеет названия). Подобное движение свойственно астероидам Троянцам, обращающимся вокруг Солнца по орбите Юпитера.

Орбиты шести спутников занимают пространство между кольцами Сатурна и орбитой самого крупного спутника — Титана. Близость к Сатурну первых четырех из них затрудняет оценки яркости и отражательной способности (альбедо) спутников, а ведь именно по этим величинам определяются их размеры и плотность. Масса спутников может быть вычислена по взаимным возмущениям их движений. Но размеры спутников были известны с большой погрешностью. Дело в том, что до сих пор не удавалось определить отражательную способность близких спутников. Им **приписывалась** высокая отражательная способность в видимой части спектра (от 60 до 100%), и отсюда, по известной яркости, находили радиусы и затем плотность. Плотность близких спутников около  $1 \text{ г/см}^3$ . По-видимому, спутники должны состоять из воды или льда с примесями метана и аммиака и лишь в малой степени содержать более тяжелые вещества. На поверхности Дионы и Реи обнаружен вод-

но-аммиачный иней. Известный американский астрофизик Ф. Уиппл уподобляет эти спутники гигантским кометам.

Если отражательная способность близких спутников окажется **ниже**, чем приписанная, то их плотность также будет **ниже**, потому что тогда при той же яркости им следует приписывать большие размеры и делить те же массы на большие объемы. В этом случае состав спутников получился бы еще более легкоплавким и летучим. Значит, среди близких спутников Сатурна нет тел, похожих на Ио и Европу — галилеевых спутников Юпитера, обладающих высокой плотностью ( $3,5$  и  $3,0 \text{ г/см}^3$ ), которая указывает на их каменный состав с незначительным содержанием воды и летучих элементов (Земля и Вселенная, 1978, № 4, с. 10—14.— Ред.).

Мы пока еще ничего не знаем о свойствах самых близких спутников Сатурна — 1979 S1 и Януса. Поскольку они обращаются между «ледяными» кольцами и «ледяными» спутниками, то, возможно, и сами состоят из льдов. Альbedo вновь открытого спутника всего 0,2, что может соответствовать ледяному покрытию, потемневшему из-за радиационных эффектов. Отсутствие видимой градации в составе спутников от тугоплавкого к летучему отличает систему Сатурна от системы Юпитера, а также от системы планет в целом. Это закономерно, так как Сатурн при своем образовании проходил менее «горячую» стадию, чем Юпитер, и слабее прогревал окружающее его вещество спутников.

Все внутренние спутники, кроме, быть может, Реи, повернуты к Сатурну одной стороной, как Луна к

Земле. У всех наблюдается различие в отражательной способности переднего по ходу (ведущего) полушария и заднего (ведомого). У внутренних спутников, за исключением Энцелада, светлее ведущее полушарие. Возможно, что у этих спутников, как и у Ганимеда, различия в альbedo полушарий вызваны неравномерным покрытием поверхности кратерами и следами внутренней тектонической деятельности. Аналогия с Ганимедом не случайна, так как наземные фотометрические наблюдения свидетельствуют о сходстве поверхностей Тефии, Дионы, Реи с поверхностью Ганимеда.

## ТИТАН

Особое место среди спутников Сатурна и, вообще, среди всех спутников Солнечной системы занимает Титан. Это один из самых крупных спутников — по наземным наблюдениям его радиус 2900 км, по данным «Вояджера-1» радиус твердого тела Титана 2470 км. Масса Титана лишь на несколько процентов меньше массы Ганимеда — самого массивного спутника в Солнечной системе, принадлежащего к галилеевой четверке спутников Юпитера. Титан примерно в 2 раза массивнее Луны и в 2 раза уступает по массе Меркурию. Замечательная особенность Титана — плотная атмосфера, которая делает его, скорее, похожим на планету, чем на спутник. Атмосфера Титана во много раз мощнее атмосферы Марса и, возможно, даже плотнее атмосферы Земли.

Атмосфера Титана была обнаружена в 1944 году Дж. Койпером (США), который нашел в спектре спутника газообразный метан. Позднее в спектре Титана зарегистрировали следы молекулярного водорода и многочисленные линии углеводородных соединений. Отражательная способность Титана мала (около 20%), она понижается в ультрафиолетовой части спектра, что обусловлено влиянием слоя мелких частиц в верхней атмосфере. Ниже слоя этих частиц должен располагаться слой облаков.

Температура Титана в миллиметровом диапазоне радиоволн 160—

180 К, что выше равновесной температуры излучения абсолютно черного тела, которая равна 86 К. Повышенную температуру Титана объясняли действием парникового эффекта, вызванного какими-то молекулами в его атмосфере. (Как оказалось, основную массу атмосферы Титана составляет азот.) В этом случае атмосфера спутника должна быть плотной, с давлением у поверхности от нескольких десятых атмосферы до 3 атм. Толщина оптически плотной части атмосферы как минимум 200 км, и определяемый по наземным наблюдениям видимый радиус Титана 2900 км относится к верхней границе этой плотной части атмосферы.

Другое объяснение связывает повышенную температуру Титана с наличием в его верхней атмосфере слоя, где есть небольшие количества ацетилена, этилена и этана, образующихся из метана под действием солнечной радиации. Эти газы, переизлучая солнечную энергию, способны разогреть слой до 160 К, в то время как поверхность спутника останется холодной (около 80 К). Согласно этой модели, атмосфера Титана оптически прозрачная, разреженная, в ней невозможен парниковый эффект. Наземные наблюдения, выполненные в последние годы, свидетельствовали, скорее, в пользу более плотной атмосферы спутника, и приборы «Вояджера-1» показали, что атмосфера действительно плотная.

Расчеты тепловой истории ледяных тел, проделанные для галилеевых спутников Юпитера (Земля и Вселенная, 1978, № 4, с. 10—14.— Ред.), могут быть применены и к Титану. Хотя его плотность известна неточно, можно думать, что он состоит из смеси воды, аммиака, метана и какого-то количества силикатов. Вполне возможно, что у Титана жидкая мантия. Его поверхность может быть твердой, но на ней возможно образование бассейнов жидкого метана и растворов аммиака или вулканические излияния этих жидкостей.

Особого внимания заслуживает вопрос о наличии водорода в атмосфере Титана. Водород легко ускользает с поверхности спутника. На Титане он может образовываться из во-

дородных соединений, но требуемый его поток из недр должен быть очень высоким. Американские ученые Т. Мак-Донаф и Н. Брайс развили теорию «круговорота» водородной атмосферы Титана. Молекулы водорода, покидая спутник, распределяются в гигантском газовом торе вокруг Сатурна, расположенном от 3 до 60 радиусов планеты (сам Титан обращается на расстоянии 20,4 радиуса Сатурна). Когда Титан движется в этом газовом торе, он вновь захватывает в атмосферу молекулы водорода, затем их снова теряет. Идея «круговорота» водородной атмосферы была очень популярной, в особенности после того, как в системе Юпитера приборы «Пионера-11» обнаружили часть водородного тора на орбите Ио. Но три обстоятельства заставляют сомневаться в возможности «круговорота» в атмосфере Титана. Во-первых, до сих пор нет уверенности, что в атмосфере Титана есть водород. Во-вторых, плотность водорода в торе должна быть слишком высокой, чтобы водород снова возвращался в атмосферу Титана. Наконец, водородная эмиссия, обнаруженная в системе Сатурна с помощью баллонной техники, скорее, напоминает атмосферу у колец Сатурна. Происхождение водорода в гало вокруг Титана еще не нашло объяснения. В настоящее время на орбите Титана обнаружен азот.

Хотя содержание водорода в атмосфере Титана нам не известно, эта атмосфера представляет во всей Солнечной системе уникальную среду с весьма своеобразным распределением метана и водорода. В атмосфере Титана интересно провести поиск добиологических органических соединений.

## ВНЕШНИЕ СПУТНИКИ

За орбитой Титана движутся еще три спутника Сатурна: Гиперион, Япет и Феба. Эти спутники имеют настолько малые массы, что вызываемые ими возмущения в движениях других тел не обнаруживаются, поэтому точность определения масс спутников низкая. Япет и Феба относятся к нерегулярным спутникам: их орбиты

обладают заметными наклонами к экватору, причем Феба движется по довольно вытянутой орбите в направлении, противоположном вращению Сатурна.

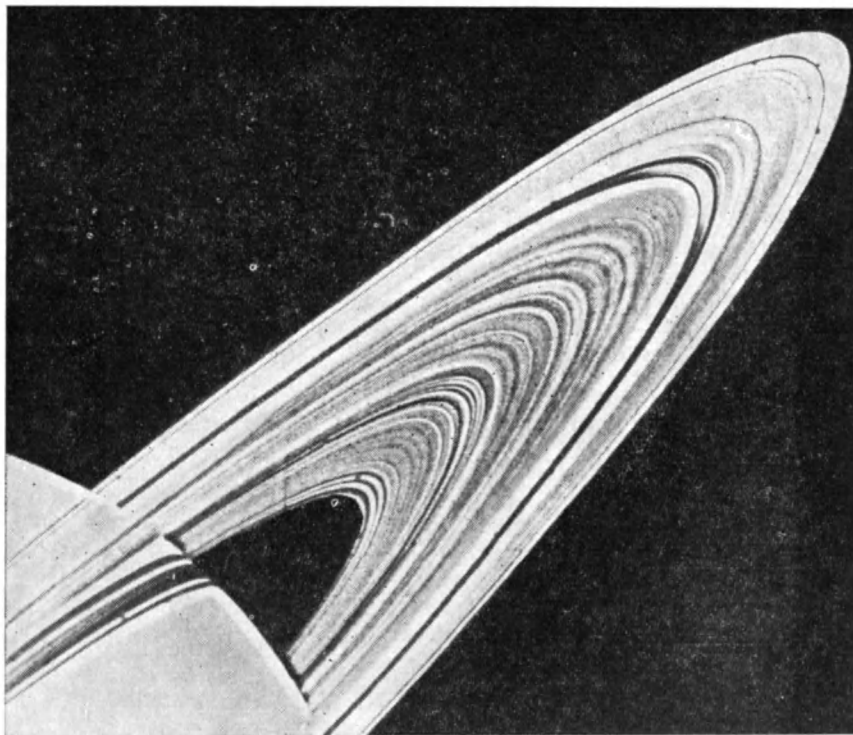
Плотность вещества спутников не известна, не известен и их состав. Низкое альbedo поверхности Фебы, ведущего полушария Япета и, возможно, Гипериона свидетельствует о том, что их поверхностное вещество аналогично по составу углистым хондритам. Очень странный объект Япет: его вводимое полушарие отражает в 6 раз больше света, чем ведущее; различие блеска Япета в западной и восточной элонгациях составляет почти две звездных величины! Таким образом, одно полушарие Япета должно быть черным (альbedo около 0,04), а другое — светло-серым (альbedo около 0,3). По наземным фотометрическим данным американские ученые Д. Моррисон и Д. Крукшенк установили, что светлое полушарие Япета должно быть частично покрыто инеем. Многие спутники и малые планеты меняют яркость при вращении вокруг осей, но ни у одного из этих тел блеск не изменяется более чем в 2 раза.

Каждый спутник Сатурна своеобразен. Исследования системы Сатурна космическими аппаратами показали, что действительность богаче всех мыслимых предсказаний.



## САТУРН: БРУШНЫМ ПЛАНОМ

После предварительного исследования Сатурна, проведенного американской автоматической межпланетной станцией «Пионер-11» в сентябре 1979 года (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 22—25.— *Ред.*), к более детальному изучению планеты и некоторых ее спутников приступил



Снимок колец Сатурна, переданный «Вояджером-1»

«Вояджер-1». В марте 1979 года он пролетел около Юпитера, открыл кольцо этой планеты, действующие вулканы на Ио, юпитерианские молнии... (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 15—19.— *Ред.*).

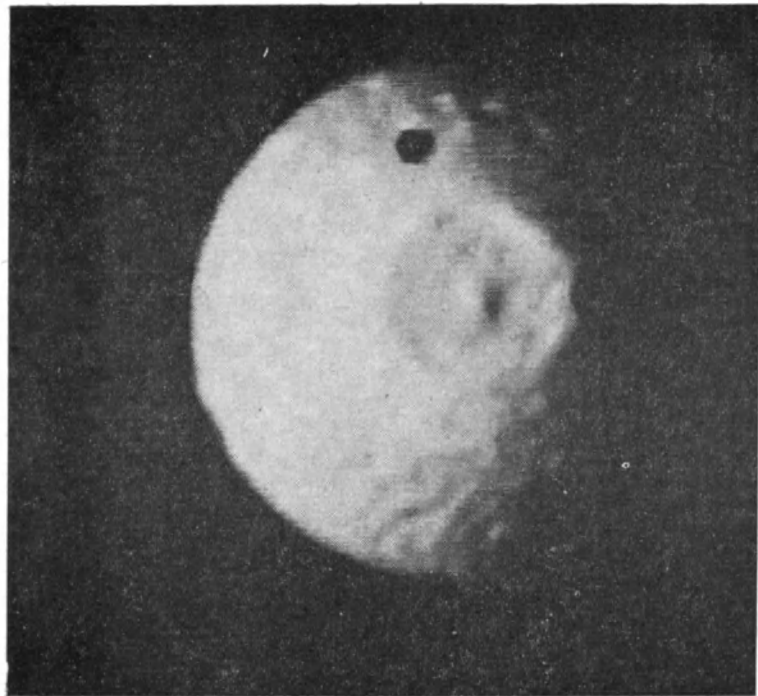
Менее двух лет потребовалось «Вояджеру-1» на перелет от Юпитера до Сатурна. «Пионер-11», который двигался по более сложной траектории, на такой перелет затратил почти пять лет. 12 ноября 1980 года «Вояджер-1» прошел на минимальном расстоянии от Сатурна (124 тыс. км) и всего в 4000 км от его самого большого спутника Титана. Когда станция пролетала около Сатурна, он находился на расстоянии свыше 1,5 млрд. км от Земли и сигнал с борта шел 85 минут.

После пролета станции «Пионер-11» считали, что Сатурн имеет шесть колец, которые получили буквенные обозначения от А до F. Хотя «Пионер-11» не подтвердил существования предполагавшихся некоторыми учеными колец D и E, но зато открыл шестое кольцо F. «Вояджеру-1» удалось зарегистрировать и кольцо D, лежащее ближе остальных к планете, и кольцо E — самое дальнее из известных. Появились «намекы» на седьмое кольцо. Но глав-

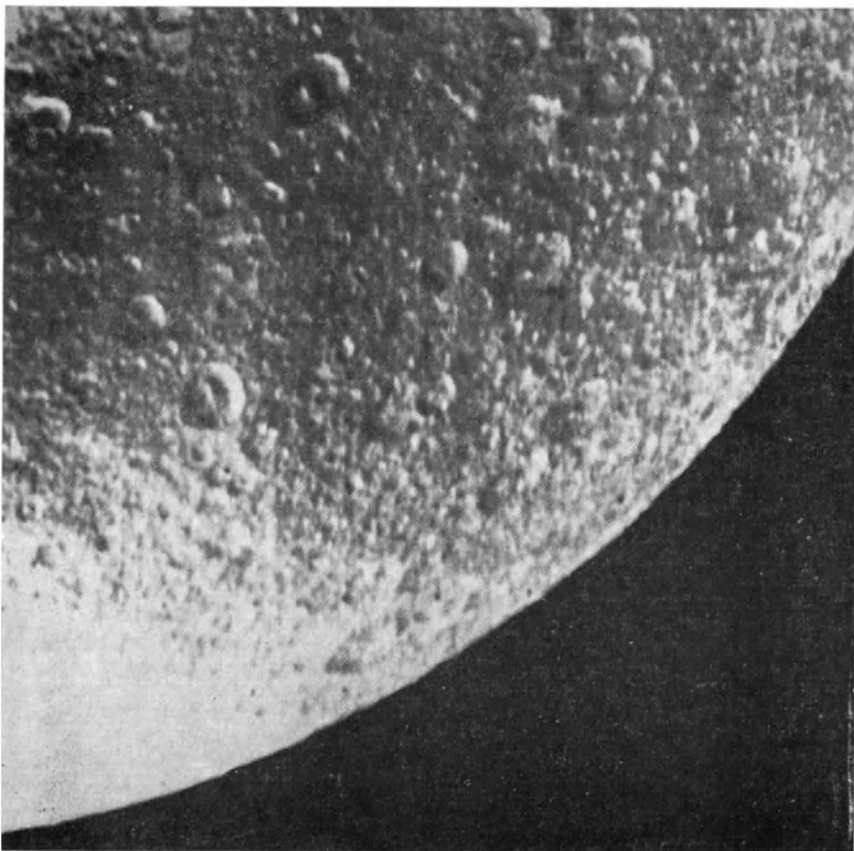
ное не это. Оказалось, что Сатурн окружен не шестью-семью широкими кольцами, а несколькими сотнями (от 500 до 1000) узких концентрических колец. Каждое широкое кольцо состоит из многочисленных узких колец, напоминающих «бороздки на грампластинке». С удивлением обнаружили, что не все узкие кольца имеют правильную форму, например, у одного из них ширина изменяется от 25 до 80 км. Три узких кольца в кольце F вообще сплетены в жгут... Это пока трудно объяснить!

Другое необычное явление — радиальные «спицы», которые простираются через кольца на несколько тысяч километров. При наблюдениях со стороны Солнца спицы кажутся темнее вещества колец, с противоположной стороны — светлее. По законам небесной механики спицы должны были бы быстро разрушаться, но некоторые из них наблюдались почти три часа. Считают, что спицы образованы очень маленькими частицами, расположенными над плоскостью колец и имеющими иную отражательную способность, чем частицы в кольцах, которые состоят из грязного льда.

В атмосфере Сатурна видны завихряющиеся полосы, вихри, ореолы и пятна. Они различаются по цвету (коричневые, желтовато-коричневые, желтые и оранжевые) и напоминают подобные образования на Юпи-



*Мимас, сфотографированный «Вояджером-1» с расстояния 660 тыс. км. На поверхности спутника хорошо виден гигантский кратер*



*Снимок поверхности Реи, сделанный «Вояджером-1»*

тере. На Сатурне обнаружено красное пятно поперечником примерно 1250 км — как бы уменьшенный вариант знаменитого Красного Пятна на Юпитере. Замечены также темные овальные образования, которые существуют в течение нескольких месяцев.

Получены очень интересные данные об атмосфере Титана. Ранее считали, что его атмосфера состоит из метана. Однако, как показали исследования с помощью ультрафиолетового спектрометра «Вояджера-1», 93% атмосферы Титана составляет азот, а содержание метана, не превышает 1%. Имеются также небольшие количества этана, этилена, ацетилена, водорода и, возможно, синильной кислоты. Метан концентрируется в основном в верхних слоях, именно поэтому в результате наблюдений с Земли астрономы пришли к выводу о метановой атмосфере Титана. Высказывались даже предположения о возможном существовании жизни на этом спутнике. Однако атмосфера, состоящая в основном из азота, и очень низкая температура для развития жизни непригодны. Ученые считают, что при низкой температуре из атмосферы могут выпадать «азотные дожди», правда, капли должны испаряться, не достигнув поверхности. Толща атмосферы Титана примерно в 10 раз превышает толщину атмосферы Земли. Давление у поверхности — от 0,3 до 3,0 земного давления. Дымка, состоящая из углеводородов в верхней части атмосферы Титана, не позволила наблюдать поверхность спутника. Уточнен диаметр Титана — 4940 км.

Ученые предполагают, что Титан сходен с планетами земной группы.

Получены интересные данные и о некоторых других спутниках Сатурна — Тефии, Мимасе, Дионе, Рее и Энцеладе. Кроме того, подлетая к планете, «Вояджер-1» открыл три не наблюдавшихся ранее спутника: 13-й, 14-й и 15-й. Последний — самый близкий к планете из всех известных спутников — обращается у внешнего края кольца А. Период его обращения 14 часов 20 минут, поперечник 80 км. Напомним, что 10-й спутник Сатурна открыл в 1966 году О. Дольфус (Земля и Вселенная, 1968, № 1, с. 34—37.— *Ред.*), а 11-й и 12-й были открыты по ре-

зультатам полета «Пионера-11» (1979 г.). (См. статью Е. Л. Рускол в этом номере журнала.)

На поверхности Тефии замечено круглое образование поперечником примерно 300 км. По-видимому, это гора, а не кратер, поскольку отсутствуют характерные для кратеров тени. Обнаружен также каньон длиной около 800 км. На Мимасе виден кратер поперечником 130—170 км (диаметр Мимаса 590 км) с центральной горкой. На Дионе зарегистрировали кратер, окруженный светлыми полосами. Предполагают, что при образовании кратера возникли трещины, по которым излилась вода и создала такой необычный узор. На Рее обнаружили ледяные покрытия и некоторые детали коры. Этот спутник Сатурна по внешнему виду сравнивают со спутником Юпитера Ганимед, хотя последний значительно больше. У Энцелада гладкая поверхность без кратеров, что отличает его от Тефии, Мимаса, Дионы и Реи.

Совершив пролет около Сатурна и его спутников, «Вояджер-1» выполнил свои основные задачи. Он продолжает удаляться от Солнца и проводить исследования межпланетного пространства. Больше никакой планеты на своем пути «Вояджер-1» не встретит. В 1989 году он пересечет орбиту Плутона и выйдет за пределы Солнечной системы. Связь с ним, по-видимому, прекратится раньше из-за уменьшения мощности бортовой радиоизотопной энергетической установки.

ГОЛЬДОВСКИЙ Д. Ю.

## ПУЛЬСАРЫ В ОСТАТКАХ СВЕРХНОВЫХ ЗВЕЗД

Среди газовых остатков вспышек сверхновых выделяются по морфологическим признакам плерионы — туманности, подобные Крабовидной, в которых излучает весь объем туманности, в отличие от остатков типа Петли в созвездии Лебедя, где излучает относительно тонкая оболочка. Вероятно, и взрывы сверхновых, породившие эти остатки, принадлежали к различным типам.

Член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский нашел, что плерионы «живут» значительно меньше, чем оболочечные остатки, поэтому и число известных плерионов невелико. Есть у них еще одна особенность: именно в плерионах обнаружены два пульсара, связанные с остатками сверхновых. Может быть, только в плерионах и существуют нейтронные звезды — пульсары? Нет,

отвечает И. С. Шкловский. Нейтронные звезды, вероятно, образуются при всех вспышках сверхновых. Но нейтронные звезды, возникшие в плерионах, обладают anomalно сильными магнитным полем — более  $10^{12}$  Гс. Из-за этого в первые столетия после взрыва излучение пульсара, потери им вращательной энергии anomalно велики, потому и остаток сверхновой — плерион — светит ярко. Но за тысячу лет пульсар растрчивает почти всю вращательную энергию, после чего потери энергии резко уменьшаются. Плерион, излучение которого поддерживается именно пульсаром, быстро гаснет. В оболочечных остатках тоже есть пульсары, но магнитное поле их меньше, они не так бурно теряют энергию, и ее запасов хватает на много тысяч лет.

Publications of the Astronomical Society of Pacific, 1980, 92, 546.

## ИСТОЧНИК ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН?

Гравитационные волны, предсказанные общей теорией относительности, пока не обнаружены (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 28—33. — *Ред.*). Известно (теоретически!) немало претендентов на роль возможных излучателей гравитационных волн. Один из них — очень тесные двойные системы, содержащие компактные звезды. Согласно теории, мощность гравитационного излучения в сильнейшей степени зависит от расстояния между компонентами в двойной системе: чем оно меньше, тем больше излучение.

Х. Риттер (ФРГ) исследовал двойную систему Z Хамелеона. Она принадлежит к классу взрывных переменных (к этому классу относятся, например, новые и новоподобные звезды). Система состоит из белого карлика массой 0,35 солнечной и обычного красного карлика массой 0,16 солнечной. Красный карлик еще не закончивший свою эволюцию, теряет вещество, часть которого собирается в диск около белого карлика. Излучение диска хорошо видно, и можно определить сколько вещества ежегодно достигает поверхности белого карлика. Эта величина составляет около  $4 \cdot 10^{-11}$  массы Солнца в год, что в 100 раз больше, чем способен потерять в обычных условиях красный карлик. Может быть, красный карлик в системе Z Хамелеона обладает какой-то вековой неустойчивостью? Х. Риттер исследовал эту возможность и нашел ее маловероятной. Ученый пришел к выводу, что система очень

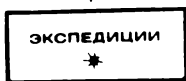
быстро теряет угловой момент. Иными словами, ее размеры уменьшаются, звезды сближаются. Это и объясняет, почему красный карлик так интенсивно теряет массу. Причиной уменьшения размеров орбиты вполне может быть излучение гравитационных волн. К сожалению, наблюдения не позволяют определить величину изменения периода системы, теория же предсказывает, что размеры системы должны уменьшаться примерно... на 1 м ежегодно. *Astronomy and Astrophysics*, 1980, 86, 1/2.

## СВЕРХТУМАННОСТЬ В СОЗВЕЗДИИ ЛЕБЕДЯ

Приборы спутника НЕАО-1 обнаружили в созвездии Лебедя рентгеновский источник кольцеобразной формы. Диаметр кольца около  $13^\circ$ . По величине поглощения рентгеновского излучения удалось определить, что источник находится примерно в 2 кпк от Солнца. Тогда размеры его достигают 450 пк! Конечно, кольцеобразная форма источника — это лишь эффект проекции на небесную сферу огромной (почти в половину килопарсека!) сферической газовой оболочки. Несколько мягких рентгеновских источников, открытых ранее в созвездии Лебедя, оказались всего лишь отдельными дугами этого гигантского кольца.

Формой оболочки и характером рентгеновского излучения источник в созвездии Лебедя напоминает остаток вспышки сверхновой звезды. Однако его размеры слишком велики, а тепловая энергия, заключенная в сверхоболочке, составляет  $6 \cdot 10^{51}$  эрг. Остаток сверхновой, известный под названием Петля в созвездии Лебедя, обладает в 1000 раз меньшей тепловой энергией и в 10 раз меньшими размерами. Если эта сверхоболочка — остаток вспышки сверхновой, то следует предположить, что во время взрыва выделилась энергия  $10^{54}$  эрг, то есть в тысячи раз больше, чем обычно выделяется при вспышках сверхновых! Огромная оболочка могла образоваться, если бы внутри нее находилось много горячих звезд, излучение которых «выдувало» бы газ, создавая своеобразную полость. Однако для формирования сверхоболочки нужно такое количество горячих звезд, какого в полости заведомо нет. Остается предположить, что оболочка возникла в результате вспышек 30—100 сверхновых, причем взрывы должны были происходить последовательно в течение нескольких миллионов лет. *Astrophysical Journal Letters*, 1980, 238, 2.



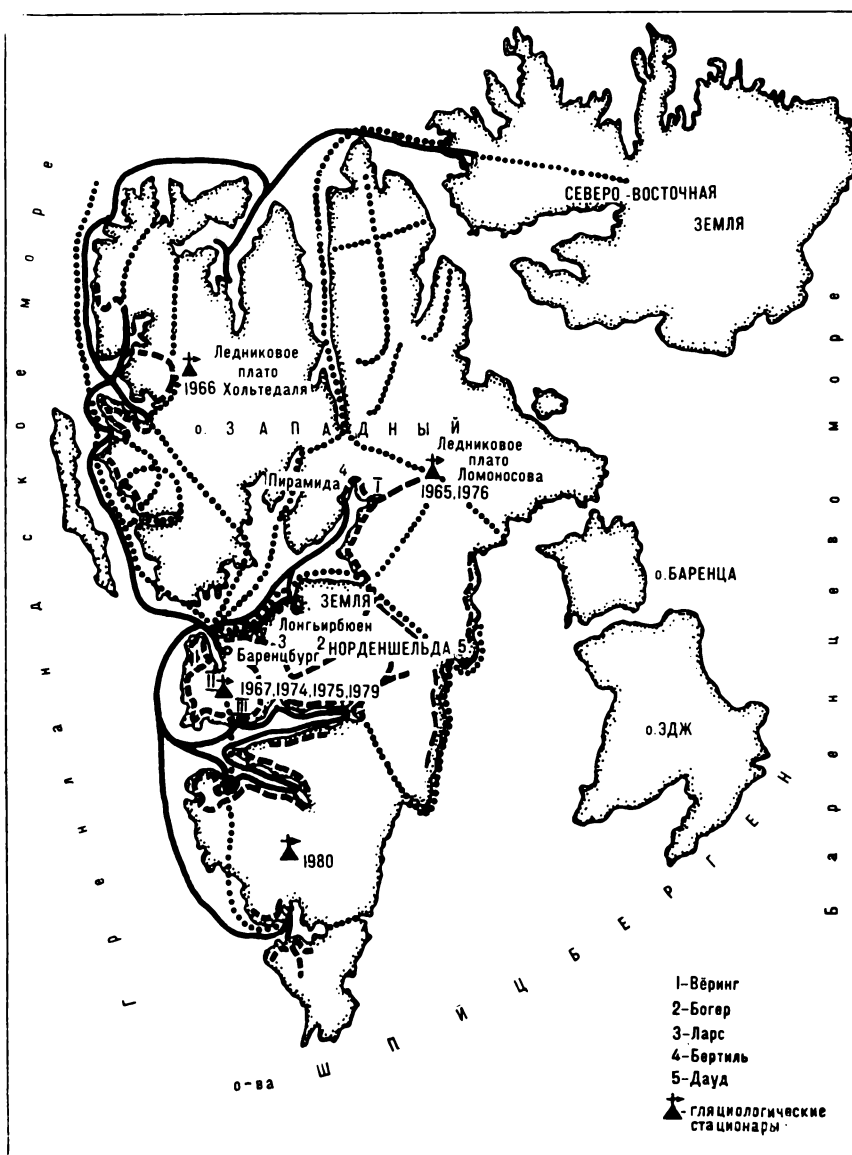


## Гляциологическая экспедиция на Шпицбергене

Оледенение Шпицбергена представляет большой интерес для гляциологов. На этом архипелаге можно встретить практически все существующие на Земле типы ледников, проследить их пространственные изменения. Такого разнообразия форм и динамики оледенения, по-видимому, не существует больше нигде. Поскольку ледники Шпицбергена, как и многих других областей Арктики, получают питание из северных районов Атлантики, то результаты исследований на Шпицбергене можно использовать при изучении многих полярных территорий. В ряде случаев они действительно помогли лучше уяснить характер природных процессов, например, на Новой Земле и Земле Франца-Иосифа.

Знакомство с ледниками Шпицбергена началось для сотрудников Института географии АН СССР с карт, на которых роза ориентировки горных ледников показывает, что ветры, несущие влагу на остров, поступают преимущественно с юго-западного и юго-восточного побережий. Так как северо-восток архипелага,

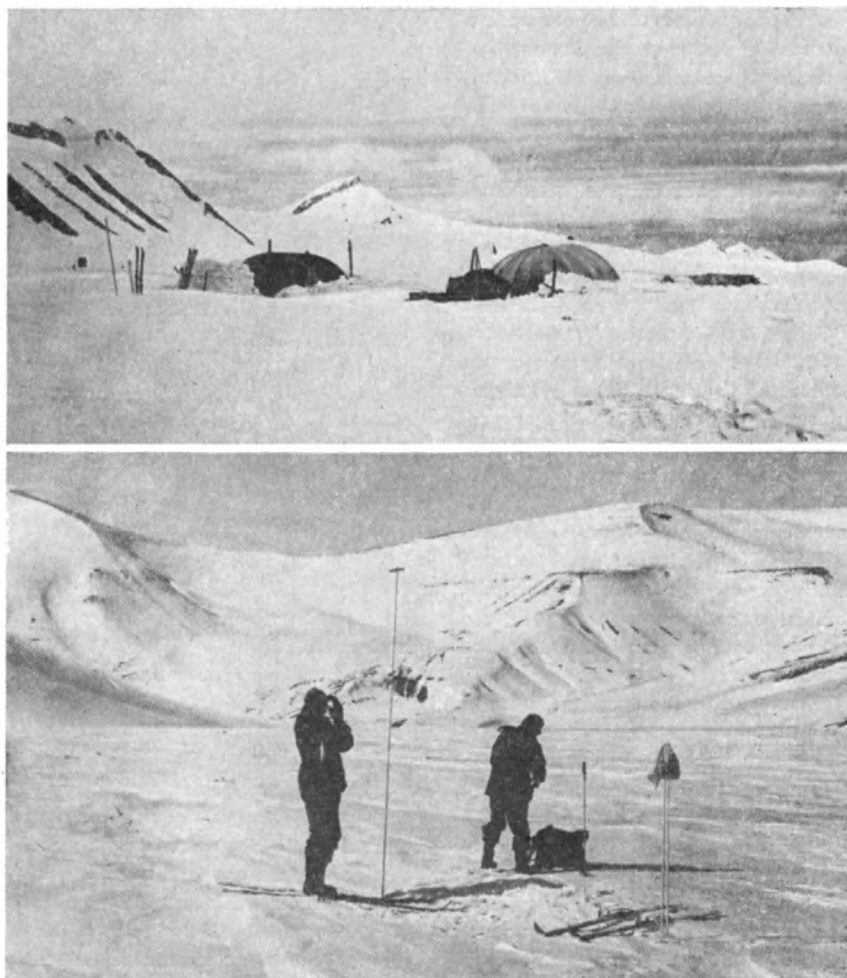
*Карта архипелага, на котором работали гляциологи Института географии АН СССР в 1965—1967 и 1974—1980 годах. Арабскими цифрами обозначены ледники, где велись наблюдения за вещественным балансом; римскими — обозначены ледники: I — Норденшельда, II — Гренфьорд, III — Фригьоф. Сплошные линии — морские маршруты; точки — воздушные; пунктирные линии — сухопутные. На карту нанесены даты наблюдений*



где располагается ледниковое плато Ломоносова, был наименее изучен, решено было в 1965 году организовать там временный гляциологический стационар. Работы начались в середине июня. На леднике Норденшельда (в верховьях его лежит плато Ломоносова) группа из пяти человек — сотрудников Института географии АН СССР — под руководством Л. С. Троицкого изучала условия таянья сложной ледниковой системы (включавшей, помимо ледникового плато Ломоносова, еще несколько выводных ледников), а начальник экспедиции Е. М. Зингер готовил с летчиками «вертолетный десант» для организации стационара на самом ледниковом плато. Осуществив первый успешный «набег» на ледники Шпицбергена, наша экспедиция собралась в советском шахтерском поселке Пирамида накануне решающих событий.

...И настал день, который даже много лет спустя вспоминается во всех подробностях... Ревет двигатель винтокрылой машины, которая доверху забита экспедиционным скарбом. С трудом уместившись на лесенке за пилотской кабиной, выдаю пилотам штурманскую информацию. Внизу проплывают очертания гор и ледников... Вот и хаос трещин в прифронтальной части ледника Норденшельда. С приближением к ледниковому плато полностью исчезают признаки таянья — в конце июня здесь еще настоящая зима. В расчетной точке сбрасываем дымовую шашку и летим, прижимаясь к леднику почти вплотную. Можно садиться... Продавливая колесами плотный снег, вертолет словно оседает, и через открытую дверь на снег валятся ящики, баллоны с газом, рюкзаки. Оставив груз, машина взлетает, за ней приземляется и улетает другая...

Когда в сторону Пирамиды ушел последний вертолет, мы приступили к устройству лагеря, где нашим товарищам предстояло провести почти два месяца. Самым большим соору-



*Снегомерные съемки  
на Земле Норденшельда*

жением в нем оказалась КАПШ — каркасная арктическая палатка Шапошникова, напоминающая восточную юрту. Неподалеку еще одна палатка, метеобудка на козлах, позднее рядом с ними появились отвалы шурфа, в котором изучались верхние горизонты ледника. Первая же снегосъемка поперек плато показала, что снег сюда поступает в основном с Баренцева моря. Дальше на восток снега больше, в противоположном направлении — к Пирамиде — меньше. Вот и подтвердилась наша предварительная «схема» природных взаимосвязей на ледяном архипелаге. Гляциологический стационар суще-

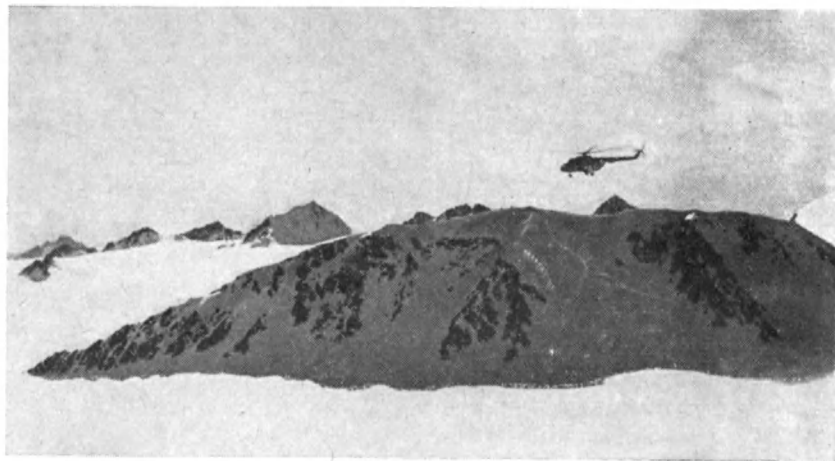
ствовал 51 день, и его обитатели Е. М. Зингер и В. А. Маркин изучали климат и характер оледенения, снегонакопление, стратиграфию снега и льда. Работы на стационаре, дополненные маршрутными наблюдениями на леднике Норденшельда, в окрестностях Баренцбурга и Пирамиды, а также на Земле Норденшельда, стали основными событиями полевого сезона 1965 года. Тогда были получены сведения о взаимосвязях современного и древнего оледенений, колебаниях ледников, особенностях их морфологии.

На следующий год наблюдения на Шпицбергене продолжались. Основная их масса была получена в полевых маршрутах, хотя на разделе ледников Фритъоф и Гренфьорд (в тридцати километрах от Баренцбурга) и

на ледниковом плато Хольтедала удалось провести кратковременные стационарные наблюдения. В результате снова та же, знакомая по прошлому году картина — количество осадков убывает от периферии острова к его центру. Кроме того, с каждым новым маршрутом стало все яснее вырисовываться положение границ питания ледников, где годовое накопление вещества в леднике равно его убыли. Маршрутники — обычно Л. С. Троицкий и автор статьи — старались получить как можно больше данных об этой важнейшей характеристике ледников, и вскоре «головоломка» оледенения Шпицбергена (так английский ученый Дж. У. Тиррелл назвал особенность расположения ледников на архипелаге, состоящую в том, что основная их масса приурочена к его периферии, а центр относительно свободен ото льда) постепенно стала получать свое объяснение.

Действительно, границы питания на западном побережье обычно располагались на высоте около 450 м, поднимаясь к центру острова до 800 м и вновь опускаясь к побережью Баренцева моря до 200 м. Эта закономерность, подтвержденная десятками и сотнями наблюдений, совпадала с положением ледников и с известными данными о распределении осадков. Тем не менее, мы не стремились опережать события. Дело в том, что концепция оледенения Шпицбергена, как она складывалась по данным нашей экспедиции, резко отличалась от взглядов наших предшественников — иностранных ученых, работавших здесь раньше. Большинство из них полагало, что современные ледники Шпицбергена — это остатки большего по размерам древнего оледенения. Но наши данные показывали другое. Известно, что когда ледники сокращаются, они обычно отступают своими краями. Здесь же древний ледниковый покров почему-то деградировал в своей центральной части. В этом и состоит гляциологическая «головоломка» Шпицбергена, о которой говорил Дж. У. Тиррелл.

По нашему мнению, формирование современного оледенения Шпиц-



*Радиолокационное зондирование ледника с вертолета*

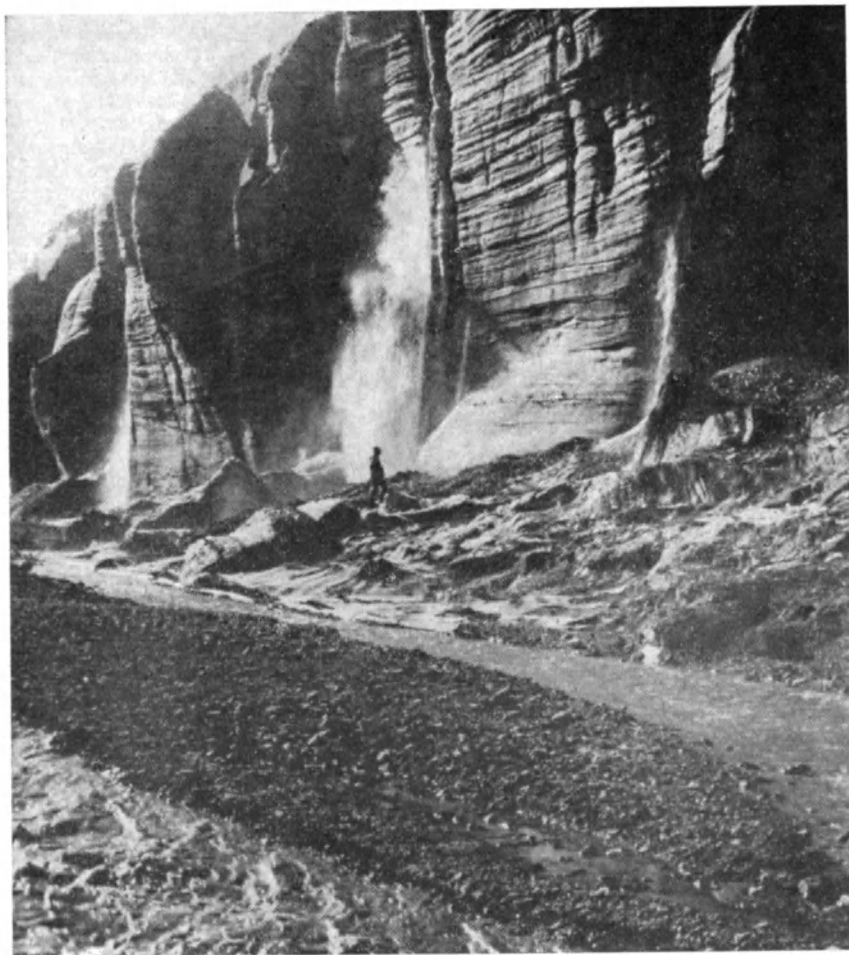
бергена можно объяснить гораздо проще. По-видимому, оно началось на архипелаге снова после деградации древнего оледенения, и поэтому его особенности определялись современными условиями — поступлением осадков с морских побережий, где и располагалась основная масса ледников. Но выступать с такой идеей можно было только во вооружении новых наблюдений и фактов.

В 1967 году на Шпицбергене была выполнена очередная программа гляциологических исследований. В отличие от предшествующих лет, маршруты пришлось выполнять пешком или со шлюпки. Были проведены снегосъемки поперек острова и, таким образом, удалось связать воедино все имеющиеся данные. Как мы и предполагали, количество осадков в центре острова оказалось в 2—3 раза меньше, чем на периферии. Значительными маршрутами, общая протяженность которых была 2000 км, завершился первый этап гляциологических исследований на Шпицбергене. В результате этой кропотливой работы был сделан вывод: современное оледенение Шпицбергена сформировалось сравнительно недавно и не является остаточным оледенением прошлых времен. Даже несмотря на преобладающее отступление большинства ледников в нашем столетии (при нынешних темпах оледенение на юге

острова полностью исчезло бы за 400 лет), современное оледенение Шпицбергена в целом сейчас близко к максимуму своего развития. Но нерешенными оставались еще некоторые важные вопросы. Например, не удалось измерить толщину ледников, изучить их глубинное строение, так как тогда у нас не было необходимой аппаратуры.

Выяснить это предстояло через несколько лет, когда на вооружение гляциологии стали поступать новые технические средства. В последние годы возникла также необходимость исследовать новые проблемы — изучить вещественный баланс ледников Шпицбергена и ледниковые подвижки (внезапное быстрое наступание ледников, не связанное, как полагают, с изменением климатических условий). Определился и ряд практических задач в связи с деятельностью советского треста «Арктиуголь» на Шпицбергене, в частности, водоснабжение советских шахтерских поселков на архипелаге.

Все это и обусловило начало нового этапа советских гляциологических исследований на Шпицбергене, который начался в 1974 году и продолжается в настоящее время (Земля и Вселенная, 1976, № 4, с. 72—76.— Ред.). В программу экспедиции Института географии АН СССР теперь входит измерение толщины ледников методом радиолокационного зондирования. С помощью специально разработанной аппаратуры зондирование проводится прямо с вертолета,



*Ледник на Земле Норденшельда  
в стадии подвижки*

и его данные непрерывно записываются на фотопленку. Этот метод ранее успешно применялся в Антарктиде для «холодных» ледников, где температура границы в верхней толще немного выше  $-60^{\circ}$ . Здесь же, на Шпицбергене, где мы имеем дело с «теплыми» ледниками (температура около  $0^{\circ}\text{C}$ ) из-за разницы физических характеристик слагающей толщи, метод «пошел» не сразу. Но теперь он дает хорошие результаты и позволяет не только определять толщину ледников, но и получать данные об их строении.

Другое важное направление сегодняшних исследований на Шпицберге-

не — глубокое бурение. Термобур, который перевозят на вертолете, этот специальный «снаряд» с кольцевой коронкой на конце, нагреваемой электрическим током, способен бурить (а точнее, протаивать) ледник на сотни метров, а также извлекать керн с больших глубин. Обработка керна в Институте географии АН СССР и Институте геологии АН ЭССР дала возможность оценить содержание изотопов различных элементов. В частности, соотношение изотопов  $\text{O}_{16}$  и  $\text{O}_{18}$  позволило судить об изменениях температуры в то время, когда формировались горизонты ледниковой толщи. По другим изотопам иногда удавалось выделять даже годовые слои, а это дает прямые сведения об изменениях осадконакопления на архипелаге, которые можно

использовать для прогноза климатических изменений в высоких широтах.

Разумеется, новая аппаратура потребовала много времени для наладки и испытаний ее в естественных условиях. Но с ее помощью мы получили результаты, которые в конце концов показали правильность наших оценок основных этапов оледенения на Шпицбергене за последнее тысячелетие. Другими словами, концепция оледенения, как она вырисовывалась по наблюдениям в 1965—1967 годах, полностью подтвердилась новыми данными.

Преемственность обоих этапов экспедиции на Шпицбергене заключалась также и в том, что местные особенности оледенения, выявленные в 1965—1967 годах, использовались в последнее время для выбора мест наблюдений по новой методике. Так, в своеобразный гляциологический полигон превратилась область раздела ледников Фритьоф и Гренфьорд. Здесь работы проводятся почти каждое лето. Восточнее, на ледниковом плато Ломоносова, в 1976 году удалось пройти бурением 200 м, а рекордом 1980 года была скважина на ледниковом плато Амундсенизен, достигшая 583 м. По-другому теперь организованы научные исследования на архипелаге. Например, значительно сократилась роль пеших маршрутов и возросла роль авиации. Вошли в практику «десантные» снегосъемки. И, наконец, исследователи теперь имеют возможность уделять больше времени предварительной обработке данных наблюдений и подготовке аппаратуры на экспедиционной базе.

В последнее время значительно расширился состав нашей экспедиции на Шпицбергене. Кроме гляциологов по собственной программе там работают геоморфологи, почвоведы, геоботаники и другие специалисты, общей численностью до двадцати и более участников. Работы Шпицбергской экспедиции Института географии АН СССР продолжают. Своей очереди ждет наиболее труднодоступный район архипелага — покровные ледники Северо-Восточной Земли, где гляциологические исследования планируются на лето 1981 года.

## ФОТОГРАФИИ ПОДВОДНОЙ ГОРЫ АМПЕР

Подводный архипелаг Ампер расположен на Азоро-Гибралтарском разломе в нескольких сотнях миль от пролива Гибралтар. В 1976 году сотрудник Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР В. И. Маракуев провел с борта научно-исследовательского судна «Московский университет» подводное фотографирование дна в районе банки Ампер. Среди полученных фотографий привлекли внимание снимки, на которых были видны фрагменты выступающих над дном прямоугольных структур, разделенных на блоки ровными швами. Археологи, изучившие снимки, высказали предположение об искусственном происхождении этих структур, напоминавших, по их мнению, остатки древней каменной кладки. Спустя три года появилась гипотеза: архипелаг Ампер может быть остатком легендарной Атлантиды. Проверить гипотезу решено было в 30-м рейсе судна «Академик Курчатов» (декабрь 1979 — март 1980). Работы в этом рейсе проводились с помощью обитаемого подводного аппарата «Пайсис-Х1» и буксируемого аппарата «Звук-4м» с акустическим локатором бокового обзора, стереофотосистемой и телевизионными видеокамерами.

10 декабря 1979 года «Пайсис» опустился на гору Ампер, в расщелину, где глубина дна 90 м. Был обследован небольшой район к северо-западу от вершины, но прямоугольных структур обнаружить не удалось. 4 и 5 марта 1980 года провели более детальную фототелевизионную съемку горы Ампер сначала на том же участке, а затем в северо-восточной части вершины. В общей сложности было получено 460 фотографий и записан видеofilm. На ряде фотоснимков снова обнаружены прямоугольные структуры. На одном видна прямоугольная, возвышающаяся над дном плита шириной 1 м, поверхность которой расчленена ровными швами. По диагонали другого снимка проходит каменная стенка шириной около 50 см, слегка выступающая над дном и тоже расчлененная на прямоугольные блоки. Слева от стенки из-под осадка выступают отдельные элементы нижнего яруса прямоугольной структуры, параллельной основной. Еще на одном снимке плита выступает из-под осадка не так отчетливо, но и здесь видна ее правильная форма. Для других фотографий также характерны структуры, составленные из смыкающихся прямоугольных блоков.



Анализ снимков, проведенный начальником экспедиции членом-корреспондентом АН СССР А. С. Моничным и В. С. Ястребовым (Институт океанологии АН СССР), позволил сделать некоторые общие выводы. Все прямоугольные плиты и стенки видны на снимках рельефоно и хорошо различимы. Ортогональное расположение плит и стенок, а также отдельных блоков и одинаковая ширина плит могут свидетельствовать об искусственном происхождении этих структур. Но однозначное заключение высказывать пока рано. Необходимо детально обследовать северо-восточную часть горы Ампер.

Доклады АН СССР, 1980, 254, 3.

## НОВЫЕ РЕЙСЫ «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

В феврале 1980 года научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» завершило свой 71-й рейс. В работах принимали участие ученые из США, Франции, Канады, СССР, Великобритании и ФРГ. Исследовалось Фолклендское плато, отделяющее Южную Америку от Антарктиды. В восточной части плато, в районе возвышенности Мориса Юинга, где глубина моря 1800—2600 м, было пробурено несколько скважин. Изучение колонок грунта выявило мощный слой карбонатных и кремнистых биогенных осадков. На этот слой в течение всей геологической истории района сильное эрозивное воздействие оказали придонные течения. Мощный слой черных сланцев, обнаруженный здесь на глубине около 50 м под дном океана, содержал до 4% углерода органического происхождения. Анализ показал, что эти сланцы достигли высокой степени «зрелости»: природные газы, возникшие в ходе образования нефти, уже в значительной мере выделились на поверхность сквозь перекрывающие породы.

Согласно данным бурения на юго-востоке Аргентинского бассейна,

вблизи Полярного фронта, холодные, богатые питательными веществами массы поверхностных вод движутся здесь от берегов Антарктиды на север и, встретив там теплые субтропические воды, погружаются под них. Поднятые на борт «Гломара Челленджера» колонки донного грунта содержат остатки древних кремнистых и известковых микроорганизмов. Они свидетельствуют о том, что положение полярного фронта со временем изменилось. Южнее всего он был 3 и 3,9 млн. лет назад.

В конце февраля 1980 года «Гломар Челленджер» начал свой 72-й рейс. В течение полутора месяцев ученые из Бразилии, СССР, Франции и ФРГ изучали морское дно в районе подводного поднятия Рио-Гранде на юго-западе Атлантики. Проведенные здесь ранее исследования, по-видимому, свидетельствуют о том, что около 130 млн. лет назад Южная Атлантика представляла собой узкий вытянутый бассейн, циркуляция вод в этом застойном бассейне была крайне ограниченной. По мере разрастания Южно-Атлантического бассейна характер циркуляции изменялся. Одновременно происходил процесс изоляции и охлаждения Антарктического материка. Этот процесс так или иначе должен был отразиться на осадочных породах, принесенных на юго-запад Атлантики холодными придонными водами с окраины Антарктиды.

Бурение на поднятии Рио-Гранде проводилось в четырех пунктах на глубине дна от 1300 до 4800 м. Изучение поднятых грунтовых колонок позволило проследить изменение условий (температуры, силы течений, содержания карбонатов и т. д.). В рейсе применялось новое гидравлическое бурильное устройство, благодаря которому значительно лучше сохранялись легко сминаемые мягкие верхние участки колонки осадочных пород.

21 апреля 1980 года «Гломар Челленджер» из порта Сантус (Бразилия) вышел в свой 73-й рейс. В задачу экспедиции, в которой принимали участие специалисты из США, Франции, ФРГ и Великобритании, входило изучение геологической истории района вдоль 30° ю. ш. (на протяжении 1000 миль). Было пробурено 6 скважин, из которых с помощью нового гидравлического устройства удалось поднять колонки донного грунта с неповрежденными образцами верхнего 200-метрового слоя осадков, «описывающих» историю последних 50 млн. лет. Благодаря этому возникла возможность точно датировать возраст пород методом магнитостратиграфии. Материал одной из колонок убедительно свидетельствует об изменениях направ-



ления магнитного поля Земли, которые произошли на границе мелового и третичного периодов (около 65 млн. лет назад).

В 73-м рейсе получена новая информация, касающаяся важнейшего кризиса в развитии жизни на Земле, наступившего более 60 млн. лет назад. При бурении вблизи Южной Африки между слоями вулканического пепла, покрывающего склоны подводного хребта (возраст около 70 млн. лет), обнаружен слой, представляющий почти полную «летопись» событий, происходивших на рубеже мелового и третичного периодов. Оказалось, что массовое вымирание живых организмов, населявших верхний слой океанических вод 65 млн. лет назад, почти совпало с периодом, когда на суше вымирали ящеры. По-видимому, массовая гибель обитателей океана заняла менее 100 000 лет.

Химический анализ образцов осадочных пород показал, что они необычно богаты такими элементами, как иридий, кобальт, никель, цинк, мышьяк и сурьма; не исключено, что они могут иметь внеземное происхождение.

Весь июнь и первую половину июля 1980 года продолжался 74-й рейс судна «Гломар Челленджер», посвященный изучению геологической истории Южной Атлантики. На борту судна работали ученые из США, Франции, ФРГ и Великобритании. Исследования велись на подводном Китовом хребте, простирающемся от района острова Тристан-да-Кунья до побережья Южной Африки. В скважинах, пробуренных на гребне Китового хребта и вдоль его северного склона, в Ангольском бассейне, взяты образцы осадочных и коренных пород. Они показали, что верхняя часть земной коры здесь образована потоками базальтовой лавы с прослоями, которые содержат остатки ископаемых организмов и вулканические пеплы. Согласно возрастным характеристикам пород, Китовый хребет возник около 110 млн. лет назад, в раннюю эпоху «раскрытия» Южной Атлантики, и, по-видимому, возвышался над океаном. После последнего излияния лав (70 млн. лет назад) хребет постепенно начал погружаться.

Deep Sea Drilling Project (Scripps Institution of Oceanography), 1980, 293, 294, 296, 297.

## УНИКАЛЬНОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ

27 марта 1980 года в Каскадных горах (штат Вашингтон, США) началось извержение вулкана Сент-Хеленс. В 12 часов 36 минут местного времени над его вершиной поднялся мощный столб пара и пепла. Группа специалистов, в тот же день обследовавшая с вертолета район извержения, обнаружила внутри старого кратера вулкана свежий кратер диаметром 60—75 м и глубиной около 50 м. На следующее утро произошел новый взрыв, выбросивший облако пепла на двухкилометровую высоту. По северо-западному склону вулкана спустилась лавина, а затем из кратера вырвался мощный столб пара. Аэронаблюдения показали, что две дугообразные трещины (одна 5 км, а другая 1,5 км длиной) пересекали вершину с востока на запад.

28 марта пульсирующие выбросы облаков пепла сопровождалась мелкими землетрясениями. 29 марта с самолета обнаружили еще один кратер диаметром 30—50 м. Из двух крупных расщелин вырывались языки голубого пламени. 30 марта вулканическая активность была особенно высокой: даже в 250 км к югу от вулкана наблюдался пеплопад.

В ночь с 31 марта на 1 апреля 1980 года произошли три мелкофокусных землетрясения с магнитудой 4,5—4,7. С этого дня в районе вулкана отмечались колебания почвы продолжительностью по 5—20 минут. Специалисты связывают их с движением магмы в недрах вулкана. В первых числах апреля по северному и восточному склонам горы спустились многочисленные грязевые потоки, которые несли с собой крупные обломки льда и горных пород. К 8 апреля обе трещины слились в один кратер, и глубина его через несколько дней достигла 300 м. С середины апреля интенсивность взрывов и выброса пепла начала снижаться; последний выброс был зарегистрирован 22 апреля.

Сотрудники Управления геологической съемки США установили, что в верхней части северного склона после извержения произошел значительный подъем земной коры. Участок поверхности площадью 4 км<sup>2</sup> с августа 1979 по апрель 1980 года поднялся по меньшей мере на 25 м. Только между 24 и 29 апреля это вздымание достигло 6 м.

18 мая 1980 года в 8 часов 32 минуты местного времени снова началось извержение вулкана Сент-Хеленс. На серии фотографий, сделанных с этого момента, зафиксировано, как крупный выступ на северном склоне горы начал отделяться от нее. Мощный взрыв был слышен на

расстоянии более 350 км. Громадная лавина обрушилась в водохранилище Спирит-Лейк и по руслу вытекающей из него реки Тутл спустилась примерно на 18 км вниз. Воды, выплеснутые лавиной из водохранилища и реки, образовали крупные грязевые потоки. Они разрушили 123 жилых дома и свесли большинство мостов на реке Тутл на протяжении десятков километров. Выброшенные пепел и лапилли уничтожили все живое в 10—30 км от вулкана.

Облака пепла быстро перемещались на восток и северо-восток. В городе Якима (штат Вашингтон) видимость из-за них так резко упала, что уличное освещение не отключалось почти круглые сутки. Местный аэропорт был закрыт целую неделю (с его площади около 40 га пришлось удалить 20 тыс. тонн пепла). Микробарографы, установленные в Боулдере и Вашингтоне, а также инфразвуковое оборудование отметили 18 мая акустическую волну, вызванную взрывом. Она сравнима с волнами, которые генерируют ядерные устройства мощностью в 10 Мт.

Выбросы вулкана Сент-Хеленс образовали новый кратер. Вся вершина горы полностью уничтожена. По предварительным оценкам, объем выброшенной породы составляет около 1—2 км<sup>3</sup>.

Анализ изверженных материалов, выполненный сотрудниками отдела петрологии и вулканологии Смитсоновского института (Вашингтон), показывает, что в верхнем слое изверженного материала вблизи вулкана содержится значительное количество пемзы, а в нижнем слое найдена тефра.

После 18 мая активность вулкана пошла на убыль и понемногу уменьшалась вплоть до 12 июня. Однако 12 июня в 20 часов 45 минут поступило сообщение о еще одном мощном взрыве. Над Сент-Хеленсом опять возникло плотное облако пепла, выпала очень крупная тефра. В 21 час 10 минут зарегистрировано землетрясение магнитудой около 4,0. Сотрудники Управления геологической съемки США 15 июня установили, что в центре кратера растет крупный лавовый купол.

Предыдущие «пароксизмы» активности вулкана Сент-Хеленс были отмечены между 1831 и 1857 годами, когда извержения происходили с интервалами около 7 лет. Но их интенсивности никогда не достигала нынешнего уровня. Взрывы такой мощности происходят на Земле в среднем не чаще, чем раз в десятилетие.

Smithsonian Institution SEAN Bulletin, 1980, 5, 4, 5.



ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Кандидат физико-математических наук  
ШОР В. А.

## В созвездии славных имен

В послевоенные годы свыше ста двадцати малых планет, открытых советскими астрономами, получили постоянные номера. Из этого числа 22 планеты обнаружили в Симеизе Г. Н. Неуймин, С. И. Белявский и П. Ф. Шайн еще до Великой Отечественной войны или вскоре после ее окончания (Земля и Вселенная, 1973, № 4, с. 59—64.— Ред.).

В середине 50-х годов наблюдения малых планет в Симеизе прекратились, но Институт теоретической астрономии АН СССР, который возглавляет в Советском Союзе работы по изучению движения малых планет, нуждался в постоянном притоке точных наблюдений. Дирекция Крымской астрофизической обсерватории АН СССР пришла на помощь институту, предоставив в его распоряжение 40-сантиметровый двойной астрограф.

С помощью этого телескопа Л. В. Журавлева, Л. Г. Карачкина, Т. М. Смирнова и Л. И. Черных под руководством Н. С. Черных регулярно фотографируют эклиптикальную область с целью определения точных положений возможно большего числа уже известных планет. Хотя поиск малых планет не главная задача крымской группы наблюдателей малых планет и комет, за прошедшие годы они открыли свыше 100 новых планет. О малых планетах, названных в честь советских ученых, и об ученых, имена которых навечно связаны с планетами Солнечной системы, рассказывает эта статья.

Уже в предвоенные годы ряду малых планет были присвоены имена

советских ученых. В их числе малые планеты № 857 Глазенапия, № 995 Штернберга, № 1004 Белопольская, № 1074 Белявская, № 1129 Неуймина, № 1206 Нумеровия, № 1255 Жилова, № 1403 Идельсония, получившие названия в честь известных астрономов Сергея Павловича Глазенапа (1848—1937), Павла Карловича Штернберга (1865—1920), Аристарха Аполлоновича Белопольского (1854—1934), Сергея Ивановича Белявского (1883—1953), Григория Николаевича Неуймина (1886—1946), Бориса Васильевича Нумерова (1891—1941), Марии Васильевны Жиловой (1870—1934), Наума Ильича Идельсона (1885—1951). Малая планета № 1007 носит имя выдающегося физиолога академика Ивана Петровича Павлова (1849—1936). Малая планета № 1590 — одна из первых планет, получивших постоянный номер в послевоенные годы, названа Циолковская в честь гениального основоположника теоретической космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского (1857—1935). Об этих фактах уже рассказывалось на страницах журнала Земля и Вселенная, поэтому мы сосредоточим внимание на новых событиях и новых именах.

Имя дважды Героя Социалистического Труда академика Сергея Павловича Королева (1906/07—1966) — одного из основоположников практической космонавтики, крупнейшего ученого и конструктора в области ракетной техники и космических исследований — присвоено малой планете № 1855.

С малыми планетами связана почти вся творческая биография Наталии Сергеевны Самойловой-Яхонтовой. Еще в 30—40-е годы она прове-

ла глубокие исследования аналитических методов учета возмущений малых планет. В послевоенные годы под ее руководством в Институте теоретической астрономии стал издаваться ежегодник «Эфемериды малых планет», содержащий элементы орбит всех нумерованных планет и необходимые данные для их наблюдений. Есть глубокий смысл в том, что имя профессора Н. С. Самойловой-Яхонтовой утвердилось на страницах созданного ею ежегодника в названии малой планеты № 1653 Яхонтовия.

Малая планета № 1692 Субботина получила имя в честь выдающегося специалиста в области небесной механики, члена-корреспондента АН СССР Михаила Федоровича Субботина (1893—1966). С 1922 по 1930 год М. Ф. Субботин возглавлял Ташкентскую астрономическую обсерваторию. По его инициативе была организована Китабская международная широтная станция для изучения движения земных полюсов (Земля и Вселенная, 1976, № 2, с. 83—87.— Ред.). Широкий кругозор, огромная культура и эрудиция позволили ему создать трехтомный «Курс небесной механики», в котором органически увязано изложение глубоких теоретических вопросов с доведенным до числа решением практических задач. С 1942 по 1964 год М. Ф. Субботин руководил Институтом теоретической астрономии. Несколько его работ посвящено использованию малых планет для уточнения положения небесного экватора и точки весеннего равноденствия относительно звезд.

Научная деятельность Ивана Даниловича Жонголовича чрезвычайно

широка и разнообразна. В Институте теоретической астрономии, где он работает уже свыше шестидесяти лет, Иван Данилович возглавляет подготовку морского и авиационного астрономических ежегодников. В годы Великой Отечественной войны И. Д. Жонголович руководил работой Ленинградского отделения института. В послевоенное время он показал, как можно на основе измерений силы тяжести и длин дуг на земной поверхности уточнить фундаментальные постоянные, определяющие размеры, форму Земли и ее внешнее гравитационное поле. И. Д. Жонголович — крупный специалист в области спутниковой геодезии. Он автор проекта «Геодезический векторный ход Арктика — Антарктика», который осуществляется сетью станций наблюдений искусственных спутников Земли, расположенных от Шпицбергена до Антарктиды (Земля и Вселенная, 1977, № 5, с. 34—41.— Ред.). В 1976 году имя Жонголович было закреплено за малой планетой № 1734.

По предложению Института теоретической астрономии малая планета № 1648 названа Шайна в честь крупнейшего советского астрофизика академика Григория Абрамовича Шайна (1892—1956) и Пелагеи Федоровны Шайн (1894—1956) — верного друга и помощницы Григория Абрамовича. Г. А. Шайн счастливо соединял в своем творчестве качества искусного наблюдателя и проницательного теоретика. Одновременно и частично совместно с американским астрономом О. Струве он разработал метод определения скорости вращения звезд по профилям линий поглощения в их спектрах. Из анализа выявленной им структуры диффузных туманностей Г. А. Шайн сделал ряд выводов, чрезвычайно важных для проблемы эволюции туманностей и свойств магнитного поля Галактики. Пелагея Федоровна Шайн была активным наблюдателем переменных звезд, занималась фотометрией и колориметрией звезд. Особенно велики ее заслуги как наблюдателя малых планет. Она открыла несколько десятков малых планет, из которых четырнадцать получили постоянные номера.

Планете № 1654 присвоено имя Боева в честь Нины Федоровны Боевой (1890—1956), отдавшей работе в Институте теоретической астрономии около тридцати лет жизни. С именем Н. Ф. Боевой связано переоткрытие VIII спутника Юпитера, который долго не наблюдался и был вновь найден по вычисленной ею эфемериде.

Александр Дмитриевич Дубяго (1903—1959) был видным специалистом в области небесной механики, основателем казанской школы кометной астрономии. В 20-е годы он открыл две новые кометы. Научные работы А. Д. Дубяго посвящены в основном исследованию движения периодических комет и их связи с метеорными потоками. Имя Дубяго носит малая планета № 1167.

В малая признания больших научных заслуг директора Крымской астрофизической обсерватории академика А. Б. Северного малой планете № 1737 дано имя Северный. Герой Социалистического Труда Андрей Борисович Северный — один из основателей современной теоретической астрофизики в СССР, признанный глава советской школы исследователей Солнца. С помощью сконструированного по его проекту башенного солнечного телескопа (Земля и Вселенная, 1974, № 3, с. 11—13.— Ред.) А. Б. Северный обнаружил тонкую структуру в эмиссионных спектрах активных образований на Солнце (вспышек, факелов, протуберанцев). Он впервые показал, что общее магнитное поле Солнца — это результат наложения хаотически распределенных на поверхности локальных полей, выявил сезонные и суточные колебания магнитного поля Солнца (Земля и Вселенная, 1968, № 6, с. 17—23.— Ред.). Недавно А. Б. Северный и его сотрудники обнаружили колебания фотосферы Солнца с периодом 2 часа 40 минут (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 36—39.— Ред.).

Малая планета № 1771 названа Маковер в память о Самуиле Гдальевиче Маковере (1908—1970) — известном специалисте в области изучения малых планет и комет. В 50-е годы он разработал численную теорию движения кометы Энке с точностью, не достигавшейся ранее никем, и по воз-

мущениям в ее движении определил массу Меркурия, которая прекрасно согласуется с современными данными. С 1963 года и до конца своей жизни С. Г. Маковер возглавлял в Институте теоретической астрономии отдел малых планет и комет.

Еще одним космическим памятником стала малая планета № 1774 Куликов. Она названа в честь безвременно скончавшегося Дмитрия Кузьмича Куликова (1912—1964), руководившего в Институте теоретической астрономии отделом «Астрономического ежегодника СССР» (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 59—60.— Ред.).

Название малой планеты № 1804 навсегда связано с именем Глеба Александровича Чеботарева (1913—1975), известного специалиста в области небесной механики, бывшего директора Института теоретической астрономии. Наиболее значительные научные достижения Г. А. Чеботарева относятся к изучению динамики малых тел Солнечной системы. Он разработал аналитические теории движения малых планет типа Гестии и Гильды, одним из первых показал исключительную ценность численных методов при изучении устойчивости движения спутников, малых планет и комет. В последние годы жизни Г. А. Чеботарев провел обширные исследования структуры пояса астероидов и наметил вероятную схему последовательных этапов его развития.

Большой вклад в подготовку ежегодника «Эфемериды малых планет» с момента его основания вносят латвийские астрономы. Ежегодно в Риге исправляются орбиты нескольких десятков планет и вычисляются эфемериды свыше ста планет. На протяжении многих лет руководит этой работой председатель Латвийского отделения ВАГО доцент Латвийского государственного университета Матис Августович Дирикис. Он известен также как исследователь движения комет и малых планет. Признавая научные заслуги Матиса Августовича, планете № 1805 присвоили в 1974 году имя Дирикис.

Мария Яковлевна Шмакова (1910—1971) не имела высоких ученых сте-

пней и званий, но ее труд воплощен в двух десятках томов «Эфемериды малых планет», в нескольких статьях по теории определения орбит, вычислению окончательных орбит комет и исследованию статистики элементов малых планет. Имя **Шамакова** дано планете № 1833.

Планеты № 1854 и № 1857 названы в честь **Е. Ф. Скворцова** (1882—1952) и **П. Г. Пархоменко** (1886—1970). Профессор Крымского педагогического института Евгений Федорович Скворцов в 20—30-е годы открыл в Симеизе три планеты. Прасковья Георгиевна Пархоменко в эти же годы участвовала в наблюдениях малых планет в Симеизской обсерватории, она обнаружила две новые планеты.

**Владимир Григорьевич Шапошников** (1905—1942) — талантливый астрометрист — погиб на фронте во время Великой Отечественной войны. В память о нем малая планета № 1902 получила название **Шапошников** (Земля и Вселенная, 1977, № 3, с. 59—60.— Ред.)

В октябре 1975 года наша страна отмечала 250-летие Академии наук СССР. В ознаменование этого события сотрудники Института теоретической астрономии решили назвать только что открытые ими малые планеты № 1905 и № 1910 именами выдающихся советских ученых, академиков **В. А. Амбарцумяна** и **А. А. Михайлова**, а малую планету № 1904 — именем заместителя председателя Астрономического совета АН СССР **А. Г. Масевича**.

Дважды Герой Социалистического Труда **Виктор Амазаспович Амбарцумян** — основатель школы теоретической астрофизики в СССР (Земля и Вселенная, 1968, № 5, с. 56—60.— Ред.). Его работы охватывают многие области астрономии. **В. А. Амбарцумян** создал теорию свечения газовых туманностей, установил, что межзвездное поглощение света вызывается не непрерывной средой, а отдельными темными туманностями. Он открыл и исследовал динамически неустойчивые группы звезд, имеющие общие физические характеристики — звездные ассоциации, возраст которых не превышает нескольких миллионов лет. На этой основе был сде-

лан фундаментальный для всей астрофизики и звездной астрономии вывод о том, что рождение звезд продолжается и в современную эпоху и что звезды образуются группами. **В. А. Амбарцумян** и его последователи обосновали активность ядер галактик, которая проявляется в грандиозных взрывах, выбросах и истечении больших масс вещества, мощном радиоизлучении (Земля и Вселенная, 1968, № 4, с. 2—10.— Ред.). Работы **В. А. Амбарцумяна** и его школы получили всемирное признание.

Научная и организационная деятельность Героя Социалистического Труда **Александра Александровича Михайлова** удивительно многогранна и плодотворна (Земля и Вселенная, 1968, № 3, с. 62—67.— Ред.). В круг его научных интересов входят практическая и теоретическая гравиметрия, теория затмений, звездная астрономия, астрометрия и история астрономии. В 30-е годы **А. А. Михайлов** был одним из инициаторов и руководителей общей гравиметрической съемки СССР. Широкое распространение получили составленные им атласы звездного неба. На посту директора Главной астрономической обсерватории АН СССР (1947—1964) он организовал восстановление обсерватории, разрушенной во время войны. Большое внимание **А. А. Михайлов** уделяет популяризаторской деятельности. Он был первым президентом ВАГО (1932—1950), состоит членом редакционной коллегии журнала «Земля и Вселенная». Имя **А. А. Михайлова** пользуется уважением среди астрономов всего мира. Многие зарубежные академии и научные общества избрали его своим членом.

Профессор **Алла Генриховна Масевич** — крупный советский ученый и организатор науки. Она много и плодотворно занимается проблемами внутреннего строения и эволюции звезд. **А. Г. Масевич** рассчитала большое число моделей звезд, изучила возможные пути эволюции звезд в различных предположениях. С момента запуска первого искусственного спутника Земли **А. Г. Масевич** руководит программой оптических наблюдений спутников, принимает деятельное участие в работе международных

научных организаций по исследованию космического пространства.

За свою недолгую, но удивительно яркую жизнь профессор **Соломон Борисович Пикельнер** (1921—1975) написал около 150 научных работ и монографий, охватывающих физику Солнца и межзвездной среды, звездообразование, взрывы сверхновых, галактическую структуру, космогонию и космологию (Земля и Вселенная, 1976, № 2, с. 71—72.— Ред.). Он одним из первых среди астрофизиков осознал принципиальное значение физики плазмы и магнитной гидродинамики для понимания природы космических объектов. Его замечательные работы содействовали революции в классической астрофизике и в значительной степени определили нынешнее состояние космической электродинамики, в частности, физики солнечной плазмы. Имя **Пикельнера** присвоено малой планете № 1975.

Малая планета № 1976 по предложению первооткрывателя **Л. И. Черных** названа в честь ее учителя **Алексея Александровича Каверина** (1904—1976) — преподавателя астрономии в Иркутском педагогическом институте, специалиста в области теории затмений.

**Полонская** — под таким названием включена в каталог планета № 2006. Ей дано имя **Елены Ивановны Казимирчак-Полонской** — видного советского исследователя комет. Проследив с учетом всех ощутимых возмущений движение десятков короткопериодических комет на протяжении нескольких сот лет, **Елена Ивановна** установила, что сближение комет с большими планетами — характерная закономерность, определяющая эволюцию их орбит. Она показала возможность образования типичных короткопериодических комет в результате захвата долгопериодических комет большими планетами.

Малая планета № 2076 была открыта 16 ноября 1974 года на станции **Агассиз** (обсерватория Гарвардского университета, США). В 1978 году американские астрономы присвоили ей имя **Левина** в честь **Бориса Юльевича Левина**, «московского астронома и геофизика, который внес много нового в представления об эволюции

Солнечной системы» и чья десорбционная модель выделения газов из кометного ядра «сыграла решающую роль в понимании физических процессов в кометах». С 1945 года Б. Ю. Левин активно занимается планетной космогонией. Он исследует эволюцию протопланетного облака и образовавшегося из него роя промежуточных тел, изучает процесс аккумуляции планет и их тепловую историю. Развита им физическая теория метеоров позволила описать общую картину явлений при движении метеорных частиц в земной атмосфере. Борис Юльевич — член редакционной коллегии журнала «Земля и Вселенная».

Имя Евгения Кирилловича Харадзе хорошо известно астрономам всего мира. Один из основателей и первый директор Абастуманской астрофизической обсерватории, ректор Тбилисского университета с 1959 по 1965 год, президент Академии наук Грузинской ССР Евгений Кириллович ведет большую научную и общественно-политическую работу. На Генеральной ассамблее Международного астрономического союза (МАС) в 1976 году в Гренобле Е. К. Харадзе был избран вице-президентом МАС. Отмечая выдающиеся научные достижения Евгения Кирилловича, в частности, его большой вклад в изучение межзвездной среды и структуры Галактики, датский астроном Р. М. Вест, работающий ныне в Женеве, дал открытой им малой планете № 2147 имя Харадзе.

Герой Социалистического Труда академик Лев Давидович Ландау (1908—1968) один из ярчайших физиков-теоретиков нашего времени, сыгравший огромную роль в развитии различных областей современной науки — от специальных вопросов физики твердого тела до проблем квантовой теории поля. Не менее важны заслуги Л. Д. Ландау в создании советской школы теоретической физики, в воспитании многих выдающихся учеников. Научные достижения Л. Д. Ландау получили всеобщее признание. Ему была присуждена Нобелевская премия по физике; он был избран членом многих иностранных академий и научных обществ, удосто-

ен звания лауреата Ленинской и Государственных премий. Имя Ландау в 1980 году присвоено малой планете № 2142.

В том же году космический мемориал еще пополнился именами советских астрономов. Малая планета № 1783 получила имя Альбицкий в память о Владимире Александровиче Альбицком (1891—1952), заведующем Симеизским отделением Пулковской обсерватории. Широко известны его работы по определению лучевых скоростей звезд, изучению спектрально-двойных и переменных звезд. Прекрасный наблюдатель В. А. Альбицкий открыл десять малых планет.

Профессор Московского университета Борис Васильевич Кукаркин (1909—1977) известен как выдающийся исследователь переменных звезд и строения звездных систем (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 59—60.— Ред.). Он инициатор и один из авторов «Общего каталога переменных звезд». Это уникальное издание содержит данные о 26 000 переменных звезд и других нестационарных объектах. Имя Кукаркина носит теперь малая планета № 1954.

Член-корреспондент АН СССР Всеволод Владимирович Федынский (1908—1978) был крупным специалистом в области физики Земли, разведочной геофизики и метеорной астрономии (Земля и Вселенная, 1978, № 6, с. 62—64.— Ред.). С середины 30-х годов на протяжении четверти века В. В. Федынский находился у руля советской разведочной геофизики, осуществлял научно-техническое руководство геофизическими работами по разведке полезных ископаемых в нашей стране. За создание и внедрение в практику отечественных гравиметров ему была присуждена в 1951 году Государственная премия СССР. С именем В. В. Федынского связано развитие метеорных исследований в Советском Союзе. В память о Всеволоде Васильевиче малая планета № 1984 названа Федынский.

11 июня 1978 года трагический случай оборвал жизнь выдающегося советского астрофизика Самуила Ароновича Каплана (1921—1978). За свою недолгую жизнь он написал свыше

150 научных статей и шесть монографий (три из них переведены на английский язык), а также ряд научно-популярных книг и брошюр. С. А. Каплан внес ценный вклад в исследования внутреннего строения белых карликов, физику плазмы, теорию переноса излучения, теорию генерации и распространения ударных волн в межзвездной и межпланетной средах и в солнечной короне, в изучение пульсаров и активных галактик (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 46—47.— Ред.). Именем Каплана названа малая планета № 1987.

«И академик, и герой, и мореплаватель, и плотник...» — эти пушкинские слова невольно приходят на ум, когда знакомимся с творческой биографией Героя Советского Союза академика Отто Юльевича Шмидта (1891—1956). Крупный математик-алгебраист, он с первых дней существования Советского государства отдавал массу сил и энергии перестройке системы высшего и профессионального образования, издательского дела, укреплению валютной системы страны. О. Ю. Шмидт возглавлял ряд полярных экспедиций, в том числе на ледоколе «Челюскин», руководил высадкой на Северном полюсе первой в мире дрейфующей научной станции «Северный полюс-1». В 40-х годах О. Ю. Шмидт разработывал новую космогоническую теорию происхождения Земли и планет (Земля и Вселенная, 1966, № 5, с. 48—58.— Ред.). Теория Шмидта оказала чрезвычайно большое влияние на дальнейшее развитие планетной космогонии. Имя Отто Шмидт присвоено малой планете № 2108.

Планета № 2126 включена в каталог под именем Герасимович. Борис Петрович Герасимович (1889—1937) был профессором астрономии Харьковского университета в 1922—1931 годах, с 1931 года — заведующим астрофизическим отделом, а затем — директором Пулковской обсерватории. Б. П. Герасимович сделал значительный вклад в разработку различных астрофизических проблем — природы планетарных туманностей, теории ионизации в звездных атмосферах и в межзвездном газе, в оценку межзвездного поглощения света, пробле-



му источников звездной энергии. Много внимания в его работах уделено изучению переменных звезд и Солнца.

С каждым годом все больше планет, названных в честь советских ученых, обращается вокруг Солнца по орбитам между Марсом и Юпитером. Это еще одно свидетельство того, что советские астрономы вносят достойный вклад в познание Вселенной.

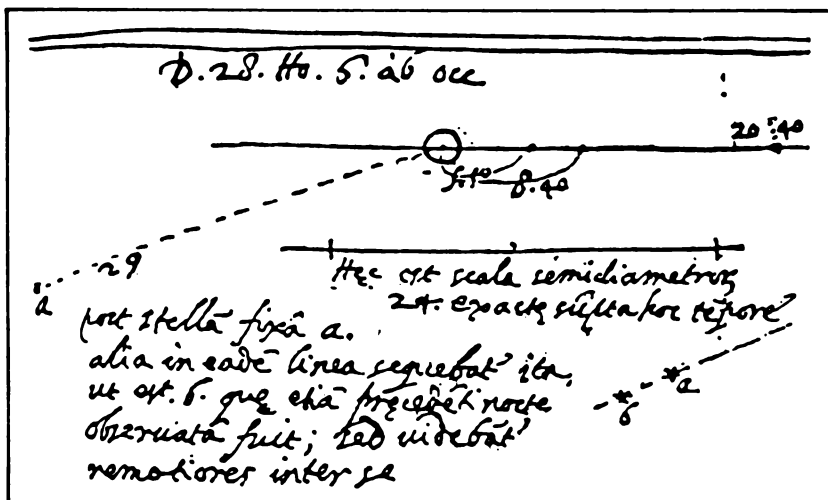


## Как Галилей наблюдал...

### Нептун!

После открытия Урана и Нептуна в результате усиленных наблюдений удалось построить теорию их движения. И тогда появилась возможность вычислить положение планет на небе в прошлом и, сверяя с записями старых наблюдений (в наши дни сверяют со старыми фотографиями), установить, не наблюдалась ли случайно эта планета раньше, чем ее открыли, но в свое время это наблюдение квалифицировалось как ошибочное? Например, Нептун, открытый «на кончике пера» в 1846 году, оказывается был предметом наблюдений Ж. Лаланда в 1795 году, так что спустя десятилетие после обнаружения планеты астрономы обладали наблюдениями Нептуна за 60 лет, что позволило значительно улучшить теорию его движения.

Сейчас сделан более крупный скачок: установлено, что планету Нептун наблюдал Галилей в зимний сезон 1612/13 года, то есть за 180 лет до открытия планеты по указанию У. Ловерье астрономом И. Галле в 1846 году. И хотя Нептун известен нам всего 134 года, мы знаем его положение на небе за 370 лет, то есть за два с лишком периода его обращения.

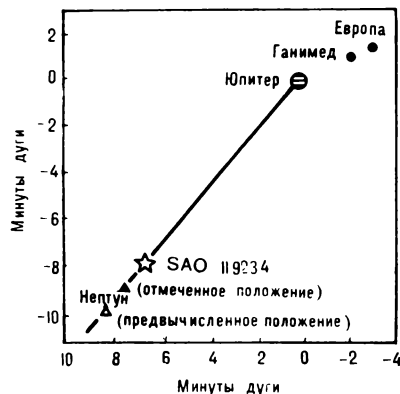


Фрагмент записи Галилея о наблюдении 28 декабря 1612 года Юпитера и его спутников: «За неподвижной звездой «а» следовала другая на той же прямой линии; это «b», которая наблюдалась также в предшествующую ночь, но они (тогда), казалось, отстояли дальше друг от друга». Когда Галилей сделал чертёж, масштаб не позволил поместить изображения обеих слабых «неподвижных» звезд а и b, поэтому Галилей продолжил чертёж на правом поле своего журнала наблюдений. На шкале в центре Галилей указал, что отметки разделяются точно 24 радиусами Юпитера

Как же это случилось?

Еще совсем свежо было открытие в 1610 году Галилеем четырех «медвежьих» «светил» — спутников Юпитера, и Галилей усердно их наблюдал, стремясь как можно более точно определить характеристики их орбитального движения вокруг Юпитера.<sup>1</sup>

Между тем, как показывает современная теория движения Нептуна, именно в 1612/13 году для земных наблюдателей Юпитер и Нептун располагались на небе настолько близко друг к другу, что их можно было видеть в поле зрения телескопа од-



Теория движения Нептуна позволяет вычислить положение планеты (светлый треугольник) на 23 часа Всемирного времени 28 января 1613 года, когда Галилей проводил наблюдения Юпитера и его спутников. Указано отмеченное Галилеем (темный треугольник) положение звездообразного объекта, предположительно Нептуна. Карта составлена Ковалом и Дрейком

новременно. Быть может, 4 января 1613 года Юпитер своим диском закрывал планету Нептун. Но даже если этого и не было, то Нептун в эти дни находился в непосредственной близости к Юпитеру и его спутникам. Галилей делал зарисовки в своем журнале, отмечая взаимное расположение наблюдаемых объектов и их взаимные расстояния, которые он выражал в единицах видимого диаметра Юпитера. Фиксировал

<sup>1</sup> Он имел к этому двойной интерес — чисто научный и чисто прикладной, так как при хорошо разработанной теории движения спутников из их наблюдений можно определить долготу корабля в море с точностью до 2—3°.

он и положение звезд, случайно оказавшихся в поле зрения. В конце концов какая-либо из них могла оказаться еще одним спутником! Так Галилей отметил одну звезду на довольно далеком расстоянии от Юпитера 27—28 декабря 1612 года. Мы не находим сейчас на лучших картах неба в этом месте звезды не только 8-й величины (предел, доступный телескопу Галилея), но и более слабых.

Это был Нептун, совершенно подобный звездам.

Увидеть диск Нептуна Галилей не мог. Диаметр диска составлял 2,4 угловые секунды, тогда как разрешающая сила маленького и несовершенного телескопа Галилея была раз в пять хуже. Да чего уж там! 180 лет спустя с несравненно лучшим телескопом Лаланд тоже не различил диска Нептуна.

Спустя месяц, 27 и 28 января 1613 года, в записях Галилея кроме спутников мы находим зарисовки двух звезд по соседству с Юпитером. Одна из них в современных каталогах обозначена SAO 119234, другой — в звездных каталогах нет. Это был тот же Нептун. Галилей отметил, что за сутки взаимное расположение двух звезд слегка изменилось. Но дальше этого замечания он не пошел.

Сейчас, зная нынешнее положение звезды SAO 119234 и ее вековое перемещение среди других звезд, можно установить ее координаты на 1613-й год, а с помощью зарисовки Галилея определить координаты Нептуна в момент наблюдения. В наши дни есть хорошие теории движения Нептуна. Одна из них указывает место Нептуна, отличающееся от галилеева лишь чуть больше чем на минуту дуги! Если неточность существует в зарисовке Галилея, то теория великолепна, если же Галилей был достаточно точным, теорию можно исправить (конечно, ничтожно мало!). Возможен еще один источник расхождений между теорией и наблюдением — неточно известное собственное движение звезды SAO 119234. Но его можно будет уточнить в течение немногих десятилетий, скажем, к 2013 году, и тогда астрономы будут располагать наблюдениями Нептуна за 400 лет — за 2,5 оборота его вокруг Солнца.

Открытие в записях великого флорентийца наблюдений Нептуна и их современная обработка сделаны американским астрономом Ч. Ковалом и канадским историком естествознания профессором С. Дрейком (Nature, 1980, 287, 5780).

Д. М.

Кандидат педагогических наук  
ДАГАЕВ М. М.



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ  
АСТРОНОМИЯ

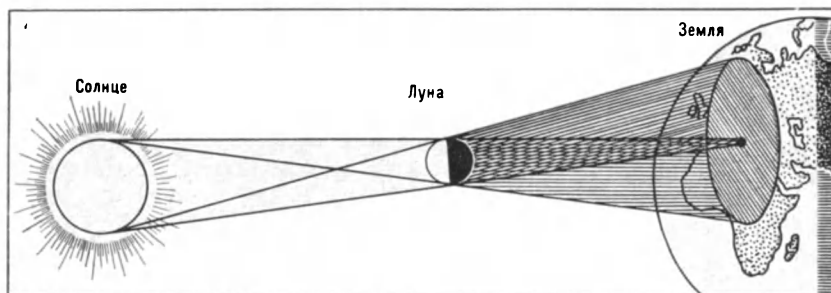
## Полное солнечное затмение 31 июля 1981 года

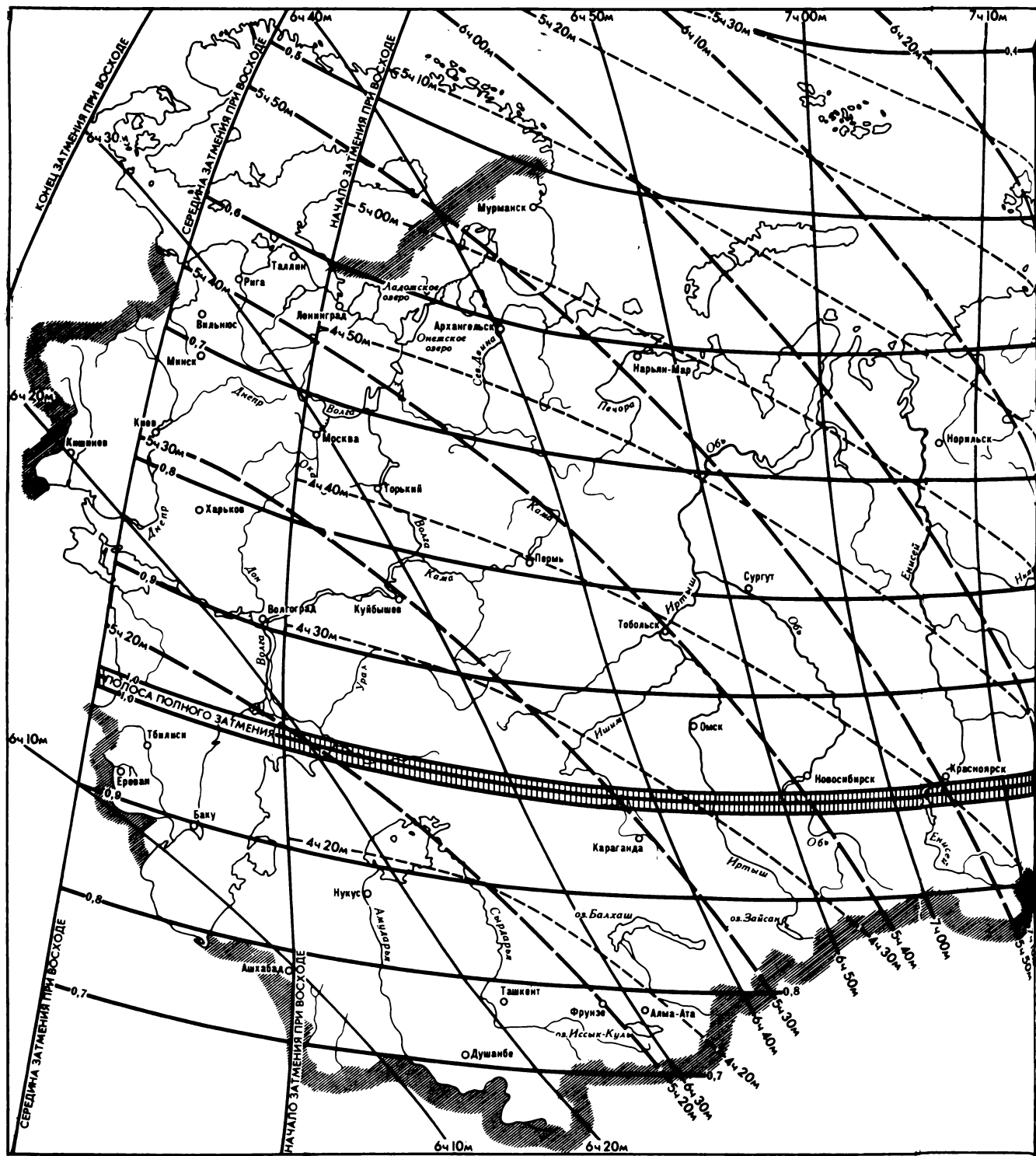
В день новолуния 31 июля 1981 года Луна пройдет между Солнцем и Землей так, что лунная тень, окруженная полутенью, упадет на земную поверхность. В местностях, оказавшихся в лунной тени и полутени, будет наблюдаться, соответственно, полное и частное солнечное затмение.

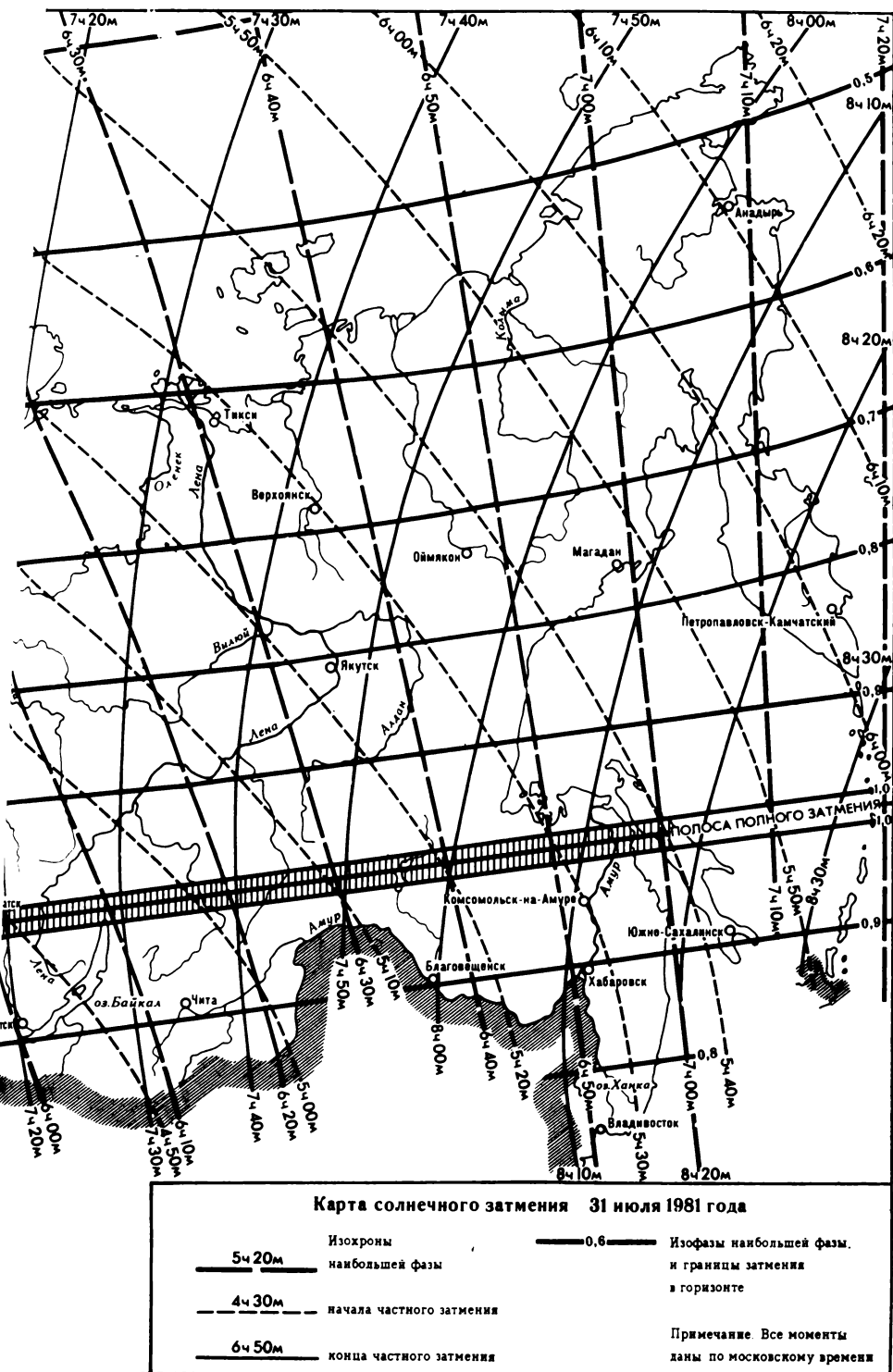
Лунная тень и полутень при наклонном падении имеют на земной поверхности форму овальных пятен. Их размеры зависят от взаимных расстояний Солнца, Земли и Луны в день затмения и от высоты Солнца над горизонтом в данной местности. Из-за движения Луны вокруг Земли лунная тень (вместе с полутенью) быстро перемещается по земной поверхности с запада на восток, образуя на ней полосу полного солнечного затмения. Посредине этой полосы, которую называют также **полосой полной фазы**, проходит центральная линия затмения. На центральной линии фаза полного затмения и ее продолжительность наибольшие. 31 июля 1981 года ширина полосы полной фазы не превысит 112 км, максимальная продолжительность затмения на центральной линии составит 129 секунд.

По вычислениям Л. И. Румянцевой (Институт теоретической астрономии АН СССР), полоса полного солнечного затмения 31 июля 1981 года пройдет по территории СССР от Черноморского побережья Кавказа до восточных границ страны за Курильскими островами. Другие полные солнечные затмения XX века не будут наблюдаться на столь обширных пространствах нашей страны. Лунная тень вступит на Землю при восходе Солнца в  $5^{\text{ч}}17,8^{\text{м}}$  (по московскому времени) в восточной акватории Черного моря, примерно в 220 км к западу от Поти (Грузинская ССР), в зоне с географическими координатами:  $39^{\circ}46'$  в. д. и  $42^{\circ}02'$  с. ш. Вступив на берег Грузии в районе Очамчиры, когда Солнце будет вблизи горизонта, лунная тень пойдет в северо-восточном направлении через Зугдиди, Гали и Ткварчели, пересечет Главный Кавказский хребет около Ме-

*Расположение Солнца, Земли и Луны во время полного солнечного затмения. Плотной штриховкой показана лунная тень, редкой — лунная полутень*







Карта солнечного затмения 31 июля 1981 года.

Изохроны соединяют места земной поверхности, где затмение начнется одновременно по московскому времени. Изофазы — места земной поверхности, в которых одинакова наибольшая фаза частного затмения. Изохроны и изофазы позволяют установить приближенные обстоятельства солнечного затмения в местностях, расположенных между этими линиями

ствия, пройдет через Моздок, Нальчик, Прохладный и направится к Кизлярскому заливу Каспийского моря. Ширина полосы полной фазы на Кавказе около 70 км, Солнце над Кизлярским заливом поднимется до высоты 8°.

По мере движения лунной тени к северо-востоку, ее ширина на земной поверхности постепенно увеличится, возрастут продолжительность полной фазы и высота Солнца над горизонтом. В западных районах Казахской ССР ширина полосы достигнет 72 км, а высота Солнца — 15°. Лунная тень пройдет по долине реки Эмбы, по Актюбинской области через Берчогур, Каратагай и Акбулак, затем по Тургайской области через Тургай, Амангельды и Амантогай, далее по Целиноградской области, несколько севернее Целинограда, через Тургай (Целиноградский), Ерментау и Марковку. Здесь ширина полосы полной фазы затмения увеличится до 96 км, а высота Солнца — до 26°.

Из Казахстана лунная тень перейдет на территорию РСФСР. Она пересечет Алтайский край через Слав-

город, Хабары и Камень-на-Оби, далее — Новосибирскую область через Сузун и Черепаново, Кемеровскую область через Ленинск-Кузнецкий и Пезас, Красноярский край через Ужур, Балахту и Ирбейское, в районе которого ширина лунной тени увеличится до 99 км, продолжительность полной фазы — до 107 секунд, а высота Солнца — до 35°.

Далее полоса полной фазы будет перемещаться по Иркутской области вдоль Байкало-Амурской магистрали через Тайшет, Братск, Видим и Магистральный, затем по Бурятской АССР через Нижнеангарск, Уоян и Бамбуйку. Пройдя по северным районам Читинской области, лунная тень пересечет Амурскую область, где полное солнечное затмение произойдет вблизи полудня по местному времени, высота Солнца будет близка к 54°. Последующий путь лунной тени пролегает через Тынду и Дамбуки, вблизи которых ее ширина достигнет наибольшего значения — 112 км, а длительность полной фазы на центральной линии затмения возрастет до максимума — 129 секунд. Затем, постепенно сужаясь, лунная тень прой-

дет по Хабаровскому краю через Болодек, Агние-Афанасьевский и Софийск (на Амуре), пересечет Татарский пролив и остров Сахалин через Александровск-Сахалинский и Тымовское, протянется примерно вдоль 50° параллели по Охотскому морю и за Курильскими островами уйдет в Тихий океан. По территории СССР свой путь длиной в 8250 км лунная тень преодолет за 2 часа 02 минуты при средней скорости 1,13 км/с.

Полное солнечное затмение окончится в 8<sup>ч</sup>13,9<sup>м</sup> в центральной части Тихого океана, севернее Гавайских островов, в зоне с координатами: 158°04' з. д. и 24°52' с. ш. Общая длительность полного солнечного затмения на Земле составит 2 часа 56,1 минуты.

В тексте статьи, в таблицах и на карте затмения все моменты указаны по московскому времени. Но так как с 1 апреля по 1 октября 1981 года в нашей стране действует «летнее» время, то ко всем моментам следует прибавить 1 час.

Обстоятельства солнечного затмения в некоторых пунктах полосы полной фазы на территории СССР приведены в таблице. (Населенные пункты расположены в направлении движения лунной тени.) Чтобы узнать соответствующие моменты по времени, принятому в данной местности, следует к табличным моментам прибавить разность в целых часах между местным и московским временем. Например, в таблице указано, что полное солнечное затмение в Братске начнется в 5<sup>ч</sup>59<sup>м</sup>46<sup>с</sup> по московскому времени, что соответствует 6<sup>ч</sup>59<sup>м</sup>46<sup>с</sup> «летнего» московского времени. Разница во времени между Москвой и Братском 5 часов, следовательно, по времени Братска затмение начнется в 11<sup>ч</sup>59<sup>м</sup>46<sup>с</sup>.

Вне полосы полной фазы будет происходить частное солнечное затмение. Оно начнется на Земле в 4<sup>ч</sup>11,3<sup>м</sup> в Демократической Республике Афганистан, в районе с координатами: 62°53' в. д. и 29°40' с. ш., окончится в 9<sup>ч</sup>20,4<sup>м</sup> в Тихом океане, вблизи островов Гилберта (179°26' з. д. и 12°12' с. ш.). К северу от полосы полной фазы Луна закроет южную часть солнечного диска, к югу

#### ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ПОЛНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СССР

Населенные пункты	Начало частного затмения	Начало полного затмения	Продолжительность полного затмения	Окончание полного затмения	Окончание частного затмения
Очамчира	п. г.	5 <sup>ч</sup> 17 <sup>м</sup> 33 <sup>с</sup>	43 <sup>с</sup>	5 <sup>ч</sup> 18 <sup>м</sup> 16 <sup>с</sup>	6 <sup>ч</sup> 14 <sup>м</sup>
Прохладный	п. г.	5 18 06	27	5 18 33	6 16
Берчогур	4 <sup>ч</sup> 25 <sup>м</sup>	5 22 24	53	5 23 17	6 26
Тургай (обл.)	4 26	5 24 38	70	5 25 48	6 30
Акколь (Павлодарский)	4 30	5 32 37	74	5 33 51	6 42
Славгород (Алтайский)	4 32	5 35 42	71	5 36 53	6 47
Камень-на-Оби	4 33	5 38 19	91	5 39 50	6 50
Черепаново	4 35	5 40 26	91	5 41 57	6 53
Ленинск-Кузнецкий	4 36	5 43 04	95	5 44 39	6 57
Балахта	4 40	5 48 41	97	5 50 18	7 04
Ирбейское	4 43	5 52 38	107	5 54 25	7 09
Тайшет	4 45	5 55 34	106	5 57 20	7 12
Братск	4 48	5 59 46	106	6 01 32	7 17
Видим	4 50	6 01 47	91	6 03 18	7 19
Нижнеангарск	4 55	6 09 14	98	6 10 52	7 28
Витим	5 02	6 17 35	90	6 19 05	7 37
Тында	5 12	6 30 01	117	6 31 58	7 50
Болодек	5 24	6 43 02	117	6 44 59	8 02
Софийск	5 35	6 54 52	115	6 56 47	8 13
Александровск-Сахалинский	5 39	6 59 01	114	7 00 55	8 17

Примечание. Буквы п. г. означают, что Солнце находится еще под горизонтом.



**ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЧАСТНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СССР**

Город	Начало затмения	Момент наибольшей фазы	Окончание затмения	Наибольшая фаза затмения	Город	Начало затмения	Момент наибольшей фазы	Окончание затмения	Наибольшая фаза затмения
Актюбинск	4 28 <sup>м</sup>	5 25 <sup>м</sup>	6 27 <sup>м</sup>	0,96	Минск	п. г.	5 36	6 27	0,70
Алма-Ата	4 19	5 22	6 31	0,77	Москва	4 43	5 35	6 29	0,73
Амдерма	5 01	5 56	6 53	0,60	Мурманск	5 06	5 54	6 45	0,51
Анжеро-Судженск	4 39	5 46	6 58	0,97	Нарьян-Мар	4 58	5 51	6 47	0,61
Архангельск	4 56	5 47	6 40	0,60	Новосибирск	4 36	5 42	6 53	0,99
Ашхабад	п. г.	5 10	6 10	0,77	Оймякон	5 38	6 48	7 56	0,74
Баку	п. г.	5 13	6 12	0,89	Оренбург	4 30	5 27	6 28	0,91
Баргузин	4 53	6 09	7 29	0,95	Петрозаводск	4 54	5 44	6 36	0,61
Барнаул	4 34	5 40	6 53	0,99	Петропавловск-Камчатский	6 02	7 16	8 25	0,84
Батуми	п. г.	5 17	6 13	0,98	Рига	п. г.	5 41	6 31	0,63
Благовещенск	5 15	6 37	7 59	0,90	Ростов-на-Дону	п. г.	5 24	6 20	0,90
Вильнюс	п. г.	5 37	6 28	0,67	Рязань	4 40	5 33	6 28	0,76
Владивосток	5 26	6 51	8 13	0,73	Самарканд	4 15	5 13	6 17	0,74
Владимир	4 42	5 35	6 30	0,74	Свердловск	4 37	5 35	6 38	0,84
Воркута	4 56	5 53	6 52	0,65	Сухуми	п. г.	5 18	6 15	0,995
Горький	4 41	5 34	6 31	0,75	Таллин	п. г.	5 43	6 33	0,60
Диксон	5 10	6 07	7 05	0,58	Ташкент	4 16	5 16	6 21	0,77
Душанбе	4 14	5 12	6 16	0,70	Тбилиси	п. г.	5 16	6 13	0,96
Ереван	п. г.	5 14	6 11	0,93	Тикси	5 29	6 31	7 34	0,62
Игарка	4 59	6 01	7 06	0,71	Томск	4 39	5 45	6 57	0,96
Иркутск	4 46	6 01	7 20	0,91	Улан-Удэ	4 49	6 05	7 25	0,90
Йошкар-Ола	4 40	5 34	6 32	0,77	Ульяновск	4 36	5 31	6 29	0,82
Казань	4 38	5 33	6 32	0,79	Уфа	4 34	5 32	6 33	0,86
Караганда	4 26	5 29	6 37	0,96	Уэлен	6 18	7 09	7 57	0,46
Киев	п. г.	5 31	6 24	0,77	Фрунзе	4 19	5 20	6 28	0,77
Киров	4 42	5 37	6 35	0,74	Хабаровск	5 28	6 52	8 12	0,90
Красноярск	4 42	5 51	7 06	0,996	Ханты-Мансийск	4 44	5 44	6 47	0,79
Кушка	4 13	5 07	6 07	0,67	Чита	4 56	6 14	7 35	0,91
Кызыл	4 37	5 48	7 05	0,91	Якутск	5 22	6 35	7 47	0,82
Кяхта	4 46	6 02	7 23	0,86	Ярославль	4 45	5 37	6 32	0,71
Ленинград	4 53	5 42	6 34	0,62					

от полосы — северную его часть. Наибольшая фаза частного затмения, которая характеризует степень покрытия Луной диаметра солнечного диска, уменьшается по мере удаления местности от полосы полной фазы.

Частное солнечное затмение будет видимо на всей территории СССР, причем в ее крайних западных и юго-западных районах Солнце взойдет уже во время затмения. Обстоятельства частного солнечного затмения в некоторых городах Советского Союза приведены в таблице.

Солнечное затмение можно наблюдать в небольшой телескоп школьного типа, в бинокль и даже невооруженным глазом. Необходимо твердо запомнить, что вне затмения и при его частных фазах смотреть на Солнце, не защитив глаза темными светофильтрами, категорически запрещено.

В местностях, где произойдет полное затмение, полезно наблюдать за

ослаблением дневного света. Такие наблюдения проводятся различными способами. Можно, например, в течение всего затмения определять по выверенным часам, когда на небе вблизи Солнца появляются (до полной фазы) и исчезают (после полной фазы) планеты и звезды. Для этого нужно снять копию карты окрестностей Солнца в день затмения и нанести на нее еще несколько звезд 2-й и 3-й величины, используя для этого звездную карту. Если наблюдения предполагается проводить в 6-кратный бинокль, то следует нанести положения нескольких звезд 4-й, 5-й и 6-й звездной величины. Во время затмения Солнце будет находиться в созвездии Рака. Примерно в 30° к востоку от Солнца, в созвездии Льва, располагается Венера, в 12° к западу, почти на самой границе созвездий Близнецов и Рака, — Меркурий. Весьма вероятно, что при полном затмении удастся наблюдать яр-

кие звезды:  $\alpha$  Льва,  $\alpha$  Малого Пса,  $\alpha$  и  $\beta$  Близнецов, западнее которых будет виден Марс.

Ослабление света во время затмения можно измерять фотоэкспонометром, снабженным фотоэлементом. Фотоэкспонометр нужно направить в зенит, но предварительно его входное окно защитить от постороннего света полой трубкой. Полезно в различные моменты затмения фотографировать обычной малогабаритной фотокамерой окружающей ландшафт. Экспозиции должны быть примерно одинаковыми, поэтому съемку придется проводить с разными диафрагмами объектива. По значениям диаметров примененных диафрагм оценивается изменение освещенности ландшафта на протяжении затмения.

Непосредственно перед наступлением полного затмения можно наблюдать движение лунной тени по земной поверхности. Для этого вы-



Окрестности Солнца  
в день солнечного затмения

бирают на открытой местности в направлении на юго-запад и северо-восток несколько хорошо заметных ориентиров и по секундомеру отмечают моменты начала и окончания их покрытия лунной тенью. Такие наблюдения требуют особого внимания, так как скорость движения лунной тени велика — в разных местах от двух до 0,8 км/с.

За несколько секунд до начала и конца полного затмения интересно отметить моменты появления и исчезновения на краю темного лунного диска цепочки ярких точек, называемых четками Бэйли. Это — участки солнечной поверхности, просвечивающие в тех местах, где на краю Луны есть впадины.

Но, пожалуй, особенно интересно зарисовать и сфотографировать солнечную корону, видимую во время полного затмения. Для зарисовки короны рекомендуем сделать шаблон: на листе белой плотной бумаги начертить черный диск диаметром 4—5 см и вокруг него три concentric окружности (последняя радиусом 8—10 см), а также провести шесть диаметров под углом 30° друг к другу. Во время полной фазы затмения на этот шаблон, подсвечиваемый слабым светом карманного фонарика, наблюдатель быстро наносит контур солнечной короны и хорошо заметные корональные лучи. Детальная

зарисовка и описание цвета короны делаются по памяти уже после затмения.

Сфотографировать солнечную корону можно обычной фотокамерой, если к ней приладить объектив с фокусным расстоянием не менее 20 см. Лучшее для этого использовать небольшое телескоп, прикрепив к его окулярному концу фотокамеру без объектива. Экспозиции должны быть небольшими, 1—2 секунды, и потому необходимы высокочувствительные фотоматериалы (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 68—72.—Ред.).

Более полные указания к любительским наблюдениям солнечного затмения опубликованы в книге «Солнечное затмение 31 июля 1981 года и его наблюдение», вышедшей под редакцией академика А. А. Михайлова в издательстве «Наука» в 1980 году. В этой книге приведены подробные обстоятельства солнечного затмения для 530 населенных пунктов Советского Союза.

## ТЕРМАЛЬНЫЕ РАССОЛЫ КРАСНОМОРСКИХ ВПАДИН

С 1966 года советские научно-исследовательские суда изучают на две Красного моря впадины с термальными рассолами. Начало эти исследования судно «Академик С. Вавилов», продолжил их «Академик Курчатов» в 1976 году и «Витязь» в 1977 году (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 69—74.—Ред.). Сейчас известно около двух десятков таких впадин (большинство из них было названо в честь судов, открывших эти бассейны). Все они расположены в центральной части Красного моря (между 18 и 26° с. ш.) и приурочены к молодой рифтовой зоне. Но из-за отсутствия систематических наблюдений их гидрофизические характеристики до сих пор были плохо изучены.

В 30-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» (декабрь 1979 — февраль 1980

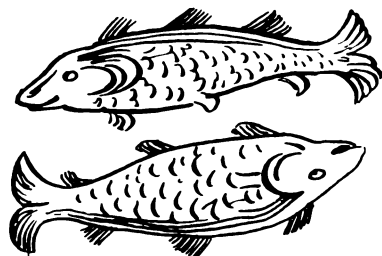


года) впервые по специальной программе удалось провести наблюдения в трех красноморских впадинах — Атлантис-II, Чейн и Дискавери. Для измерений использовался цифровой термосолезонд АИСТ. Анализ данных, проведенный членом-корреспондентом АН СССР А. С. Монинным, Е. А. Плахиным и В. И. Прохоровым (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР), указал на сложную структуру термальных рассолов. Они состоят из нескольких слоев и отличаются значительными

горизонтальными градиентами температуры в различных слоях. Во впадине Атлантис-II с севера на юг градиент температуры в верхнем рассоле изменяется от 0,168 до 0,308°С/миля, в нижнем — почти от нуля до 0,395°С/миля. Вероятно, источник термальных вод локализован в южном бассейне впадины Атлантис-II.

Как сформировались рассолы во впадинах Чейн и Дискавери? Раньше считали, что между ними и бассейном Атлантис-II существует прямой водообмен. Однако прямые гидрофизические данные, полученные в экспедиции при погружении обитаемого аппарата «Пайсис» между впадинами Дискавери и Чейн (глубина 2005 м), говорят о том, что такой водообмен отсутствует. По всей видимости, в каждом из бассейнов действует (или действовал) собственный источник термальных вод.

Доклады АН СССР, 1980, 254, 2.



## РЫБЫ

Та часть неба, в которую Солнце вступало в пору богатой рыбной ловли, называлась на Древнем Востоке созвездием Рыб. Это созвездие посвящено сирийской богине плодородия Атаргатис. В каждом храме, воздвигнутом в ее честь, непременно был пруд со священной рыбой. И сама Атаргатис (она же Иштар, Деркетто, Астарта) изображалась полуженщиной-полурыбой. Как гласит легенда, однажды, когда Атаргатис с сыном прогуливалась у реки, на нее напало чудовище. Чтобы спастись от преследования, Атаргатис бросилась в Евфрат и превратилась в рыбу.

Древнегреческая мифология связывала созвездие Рыб с богиней красоты Афродитой. Боги Олимпа, победив титанов, низвергли их в вековую тьму Тартара. Богиня Земли Гея была разгневана столь суровым обращением с титанами. Родив от Тартара страшилище Тифона, она поручила ему отомстить богам-олимпийцам. Тифон имел сотню огнедышащих змеиных голов на широких плечах и огромные крылья, закрывавшие Солнце. Где он ступал, загоралась земля, закипала вода, клубы дыма вздымались вокруг него. И когда такое чудовище явилось на Олимп, боги бежали в Египет. Спасаясь, они принимали образы различных животных. Так Афродита стала рыбой.

Но и после возвращения богов на Олимп Тифон, побежденный Зевсом и низвергнутый в Тартар, продолжал им угрожать. Как-то Афродита с сыном Эросом (по другой версии мифа, со своим возлюбленным Адонисом) шла берегом реки. Вдруг дорогу им преградил Тифон. Он извергал пла-

мя, сотрясал землю. Афродита в испуге кинулась в реку и снова превратилась в рыбу, рыбой стал и Эрос. Такими они и были запечатлены на небе. Северная рыба — Эрос (Адонис), южная — Афродита. На звездных картах появились две рыбы, соединенные цепочкой слабых звезд. Среди них выделяется звездочка Эльриша, что в переводе с арабского означает шнурок, веревка. По-латыни звезда именовалась Винкла — узел, где переплетаются нити, идущие от рыб.

Изображение на звездных картах двух рыб, возможно, связано с введением дополнительного месяца в вавилонский календарь. Отставание солнечно-лунного календаря от истинных явлений природы приходилось периодически исправлять. Через каждые шесть лет после месяца адару добавляли еще один дополнительный — адару шанум. В течение месяца адару Солнце находилось в созвездии Рыб и, когда вводили адару шанум, получалось, что Солнце как бы дважды проходило по созвездию Рыб.

У древних народов Месопотамии созвездие называлось Рыбы Эа. Эа считался владыкой океана, был отцом близнецов Нуни, что означает рыбы.

Созвездие изображали и в виде рыбы с головой ласточки — птицы весны, ведь именно в созвездии Рыб находится весеннее Солнце. У французов название созвездия Ласточка (l'Hirondelle) встречается наряду с Рыбами (Poissons).

Известны разнообразные латинские наименования созвездия Рыб. Например, Аквилонарис (Aquilona-



### Созвездие Рыб.

Рисунки заимствованы из книг (сверху — вниз): Альбумазара «*Dé Astru'Scièntia*» (1515 г.), Базарана «*Astronomia*» (1545 г.), Корбиньянуса «*Firmamentum Firmianum*» (1731 г.)

ris) — северо-восточный ветер, приносящий дождь, Потомок Деркетто (Proles Dercia), Рыбы-близнецы (Piscis Gemellus).

НЕЯЧЕНКО И. И.



## ПАМЯТНИК Ю. А. ГАГАРИНУ

На тридцатитрехметровой рифленой колонне — устремившаяся ввысь фигура первого космонавта планеты. Это — символ осуществившейся вековой мечты человечества.

О том, что в Москве на Ленинском проспекте (на площади бывшей Калужской заставы) будет воздвигнут монумент в честь Юрия Гагарина, мы знали давно. Но каким он будет?.. И вот — памятник перед нами. Ни бронзу, ни камень, а металл, из которого делают самолеты и ракеты, титан решил использовать скульптор. Кажется, никому в мире не воздвигали памятников из титана.

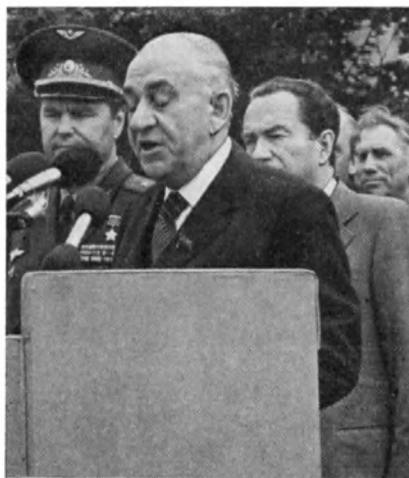
Сотни москвичей собрались 4 июля 1980 года на торжественное открытие памятника. У монумента — член Политбюро ЦК КПСС, первый секретарь МГК КПСС В. В. Гришин, заведующие отделами ЦК КПСС И. Д. Сербин, В. Ф. Шауро, секретарь Президиума Верховного Совета СССР М. П. Георгадзе, председа-

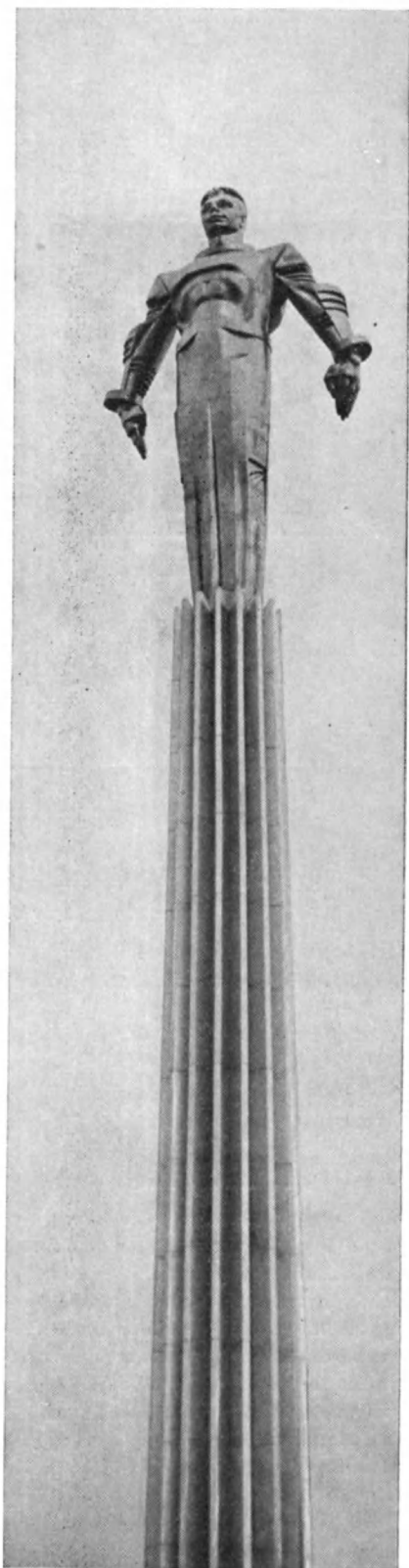
*Митинг открывает  
член Политбюро ЦК КПСС,  
первый секретарь МГК КПСС  
В. В. Гришин*

*Выступает  
президент Академии наук СССР  
академик А. П. Александров*

*В строгом молчании  
застыл почетный караул*

*Перед монументом проходят  
военные моряки*





тель ВЦСПС А. И. Шibaев, председатель исполкома Моссовета В. Ф. Промыслов, президент Академии наук СССР академик А. П. Александров, ученые, космонавты, представители общественности. Сюда пришли мать, жена, дети первого космонавта. В строгом молчании застыл почетный караул.

В. В. Гришин разрезает алую ленту и с макета легендарного «Востока» спадает покрывало. Читаем надпись: «12 апреля 1961 года советский космический корабль «Восток» с человеком на борту совершил полет вокруг земного шара. Первый человек, проникший в космос, гражданин Союза Советских Социалистических Республик Юрий Алексеевич Гагарин». Звучит Гимн Советского Союза.

«Юрий Алексеевич Гагарин принадлежит к числу людей, чьи имена навсегда останутся в истории развития мировой цивилизации,— сказал В. В. Гришин.— Глубоко знаменательно то, что первым космонавтом Земли стал советский человек, член великой партии коммунистов. Под руководством КПСС Советский Союз превратился в могущественную дер-

*Памятник  
Юрию Алексеевичу Гагарину*

*Московские школьники возлагают  
цветы к подножию памятника*

жаву, занимающую передовые позиции в развитии науки и техники. Замечательные успехи в освоении космоса — убедительное тому доказательство. СССР первым запустил искусственный спутник Земли, первым направил космический корабль на Луну, создал первый искусственный спутник Солнца, впервые осуществил полет космического корабля к другой планете. Юрий Гагарин — не только первооткрыватель космоса. Он был и навсегда останется замечательным примером человека нового, социалистического общества, настоящего коммуниста, славного сына великого русского народа. Подлинный любимец нашего народа, Ю. А. Гагарин пользовался огромной популярностью среди всех людей Земли».

В. В. Гришин выразил благодарность скульптору П. И. Бондаренко, архитекторам Я. Б. Белопольскому, Ф. М. Гажевскому и всем, кто принимал участие в создании памятника.

Президент АН СССР академик А. П. Александров в своем выступлении отметил, что памятник Ю. А. Гагарину символизирует успехи, достигнутые нашим народом под руководством партии Ленина. Советским ученым, конструкторам, рабочим удалось решить труднейшую задачу — создать новую важную область



Председатель  
совета музея Ю. А. Гагарина  
РОССОШАНСКИЙ В. И.



## Музей в техникуме

приложения творческих усилий — исследование космического пространства. Освоение космоса уже сегодня приносит весомые плоды, существенно помогает в решении важных народнохозяйственных задач.

От имени советских космонавтов на митинге выступил дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР, генерал-лейтенант авиации В. А. Шаталов. «Ю. А. Гагарин, — сказал он, — мечтал о новых полетах, стремился и готовился к ним. Ему хотелось побывать на Венере, увидеть Марс. Он будет на Венере, на Марсе — его дух героя всегда с теми, кто впереди. Юрий Гагарин и сейчас в нашем строю».

...Заканчивается митинг. В парадном строю проходят перед монументом воины Советской Армии, летчики, военные моряки. Звучит «Марш космонавтов». К подножию памятника ложатся букеты цветов...

Я пришел к памятнику через три месяца, поздно вечером 4 октября, и увидел много свежих цветов. Люди, возложившие их, уже ушли, а Гагарин, освещенный прожекторами, стоит на пьедестале, облаченный в скафандр, с руками, распростертыми как крылья, кажется вновь готовый лететь в неизведанное.

БАЛАНОВ Е. И.

Фото В. Кошеного и В. Мастюкова

В 1951—1955 годах Ю. А. Гагарин учился в Саратовском индустриальном техникуме по специальности «литейное производство». Теперь в техникуме создан музей, рассказывающий о саратовском периоде жизни первого космонавта Земли. Герой Советского Союза Н. П. Каманин (с 1960 по 1972 год руководил подготовкой космонавтов) писал: «Для становления личности Гагарина решающее значение имеют 1951—1955 годы. Техникум дал Гагарину не только специальное образование, но и резко поднял его физическое и духовное развитие».

Мысль о создании музея в Саратовском индустриальном техникуме возникла сразу же после полета в космос Ю. А. Гагарина. 15 апреля 1961 года была создана специальная комиссия по сбору гагаринских материалов и организации музея первого космонавта мира. Открытие музея приурочили к 20-летию со дня основания техникума и приезду Ю. А. Гагарина на юбилейные торжества. 5 января 1965 года музей посетил Ю. А. Гагарин. День, когда произошло это событие, запечатленное на одной из фотографий специального стенда, теперь считается днем рождения музея.

Недавно музей получил новое помещение. В нем три зала. В главном, экспозиционном зале демонстрируются подлинные вещи, приборы, которыми пользовался Юра Гагарин, книги и фотографии с автографами космонавтов. Особый интерес представляют книги с формулярами, которые читал Юрий Гагарин, чугунная решетка, которую отливал абитуриент Гагарин, поступаая учиться в Саратов-



Ю. А. Гагарин — учащийся Саратовского индустриального техникума

ский индустриальный техникум. Сегодня в музее более тысячи единиц гагаринских материалов. Широко используются технические средства, которые помогают экскурсоводам более эмоционально, доходчиво, зримо раскрыть замечательный образ первого космонавта Земли. Уникальные материалы музея позволяют шаг за шагом проследить путь Ю. А. Гагарина от литейщика до космонавта.

Среди экспонатов — заявление Гагарина на имя директора при поступлении в Саратовский индустри-





Во время одной из экскурсий  
Фото В. Старкова

альный техникум: «Прошу Вас зачислить меня учеником вверенного Вам техникума, так как я желаю повышать свои знания в области литейного производства и принести как можно больше пользы своей Родине. Все требования, предъявляемые ко мне, обязуюсь выполнять честно и беспрекословно». Юрий Гагарин учился отлично. Об этом свидетельствует сводная ведомость, приложенная к диплому об окончании техникума. За четыре года обучения он сдал 32 экзамена и по всем предметам получил «пять», за исключением психологии — «четыре». «К учению я относился серьезно,— писал Ю. А. Гагарин.— Не гнался за хорошими отметками в дневнике, а просто хотел

знать как можно больше, научиться всему как можно быстрее».

На первом курсе он записался во все кружки, какие были в техникуме. Классный руководитель Анна Павловна Акулова говорила Гагарину: «Юра, так же нельзя — сразу заниматься во всех кружках». Он упрямо отвечал: «Успею». И действительно везде успевал. В характеристике учащегося Ю. Гагарина отмечается, что он отличник учебы, спортсмен (капитан баскетбольной команды), выступал с докладами на литературных конференциях, на политзанятиях, был председателем физико-технического кружка, пел в мужском хоре, увлекался фотографией, работал физруком в пионерском лагере, был членом бюро комсомольской организации литейного отделения, сажал деревья, строил набережную, которая затем получила название Набережной Кос-

монавтов в честь полетов в космос Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова.

Особую роль в становлении космонавта Гагарина сыграл физико-технический кружок, которым руководил старейший педагог техникума Николай Иванович Москвин. На занятиях ребята выступали с докладами о достижениях русской и советской науки. Гагарин прочел доклад «К. Э. Циолковский и его учение о ракетных двигателях и межпланетных путешествиях». Впоследствии Юрий Алексеевич рассказывал: «Пожалуй, именно с доклада о работах Циолковского и началась моя «космическая» биография. В литейщике родился летчик...».

Будучи студентом четвертого курса, Юра Гагарин поступил учиться в саратовский аэроклуб на летное отделение. «Приходилось работать, как говорится, в две тяги: днем занима-

## Автобиография.

Я, Гагарин Юрий Алексеевич, родился 9 марта 1934 года в семье крестьянина — бедняка. Отец — Гагарин Алексей Иванович — родился в 1902 году, участник Отечественной войны. Мать — Гагарина Анна Тимофеевна — родилась в 1903 году. Брат — Гагарин Борис Алексеевич — родился в 1936 году, в настоящее время учится в Тухатской Н.С.Ш.

В 1943 году пошел в Клузгинскую начальную школу. В 1945 с семьей переехал в город Тухатск. Поступил учиться в Тухатскую среднюю школу и окончил там 8 классов. Ввиду плохого материального состояния родителей поступил учиться в Р.У. МО гор. Лоберецы. В 1950 году пошел учиться в седьмой класс Лоберецкой школы рабочей молодежи №1. В 1951 году окончил седьмой класс данной школы на отлично.

16 декабря 1949 года вступил в комсомол. Как со стороны комсомольской организации, так и со стороны администрации училища вызванный не имею

Гагарин

Автобиография, которую написал Ю. А. Гагарин при поступлении в Саратовский индустриальный техникум (1951 г.)

лись в техникуме, а вечером в аэроклубе... Уставали смертельно и, едва добравшись до коек, засыпали ментально, без сновидений...»

3 июля 1955 года в День Воздушного Флота СССР вышла областная газета «Заря молодежи» с фотографией курсанта саратовского аэроклуба Юрия Гагарина и небольшой заметкой. «Сегодня учащийся индустриального техникума комсомолец Юрий Гагарин совершает свой первый самостоятельный полет. Юноша волнуется. Но движения его четки и уверенны. Перед полетом он

тщательно осматривает кабину, проверяет приборы и только после этого выводит свой Як-18 на линию исполнительного старта. Гагарин поднимает правую руку, спрашивает разрешения на взлет.

— Взлет разрешаю, — передает по радио руководитель полета Н. Ф. Пучик...» Эту заметку сегодня можно прочитать в нашем музее.

12 апреля 1961 года, когда первый космонавт бороздил просторы Вселенной, в индустриальном техникуме, в котором он учился, проходила конференция на тему «Новые достижения в области химии». И вдруг, перебивая очередного докладчика, в зале зазвучал голос Юрия Левитана: «Пилотом-космонавтом космического корабля-спутника «Восток» является гражданин Советского Союза, летчик, майор Гагарин Юрий Алексеевич». Раздался взрыв аплодисментов, крики «Ура!». Полетели вверх конспекты, фуражки. Директор пытался угомонить учащихся, но тщетно — радости не было конца. Вдруг кто-то вспомнил, что в техникуме учился Гагарин Юрий.

— Может, это наш?!

— Да вы что? — рассердился директор. — Мы недавно выпустили летчика Гагарина, а этот — майор!

Через некоторое время директора срочно вызвали к телефону. Звонили из редакции газеты «Правда» и оттуда сообщили, что первый космонавт Юрий Алексеевич Гагарин — выпускник Саратовского индустриального техникума.

В техникуме началось необычайное оживление. В архиве нашли личное дело Гагарина Ю. А., все жадно вчитывались в строки, написанные рукой первого космонавта мира. Личное дело Ю. А. Гагарина — тоже экспонат музея.

Ю. А. Гагарин приземлился на саратовской земле. «Случилось, как в хорошем романе: мое возвращение из космоса произошло в тех самых местах, где я впервые в жизни летал на самолете», — писал Ю. А. Гагарин. Теперь место приземления первого космонавта называется Гагаринским полем. На нем установлен обелиск в честь успешного полета Ю. А. Гагарина в космос.



КОСМИЧЕСКАЯ  
ФИЛАТЕЛИЯ

ОРЛОВ В. А.

## Марки, посвященные подвигу Ю. А. Гагарина

Почтовые ведомства свыше тридцати стран посвятили Ю. А. Гагарину около 180 марок и памятных почтовых блоков. Немало выпущено и других филателистических материалов, проведено много специальных почтовых гашений. Больше всего марок и блоков, отражающих подвиг Ю. А. Гагарина, вышло в нашей стране — около 50.

Уже на следующий день после запуска космического корабля «Восток» поступила в почтовое обращение первая советская «гагаринская» марка с условным изображением ракеты-носителя, выводящей на орбиту космический корабль с космонавтом на борту. 14 апреля появилась вторая марка гагаринской серии (в серии — 6 марок), снабженная купоном с текстом: «Наш народ первым проложил путь к социализму. Он первым проник в космос, открыл новую эру в развитии науки...». А 17 апреля 1961 года увидела свет первая



марка с портретом космонавта-1, ставшая самой популярной. В последующие годы Министерство связи СССР неоднократно выпускало марки, рассказывающие о первом в мире орбитальном пилотируемом полете на корабле «Восток».

Большой интерес проявили коллекционеры к первому советскому космическому (гагаринскому) блоку (ноябрь, 1962). На нем — групповой портрет первых летчиков-космонавтов СССР: Ю. А. Гагарина, Г. С. Титова, А. Г. Николаева, П. Р. Поповича. На поле блока — известный монумент «В космос», установленный на территории Военно-воздушной академии имени Ю. А. Гагарина.

Другой почтовый блок был посвящен десятой годовщине космического полета Ю. А. Гагарина. Он состоит из четырех марок, которые рассказывают о выдающихся отечественных достижениях в области пилотируемых полетов — первом в мире полете человека в космос, первом выходе человека в открытый космос, первой в мире орбитальной пилотируемой станции. Примечательна марка блока та, на которой изображен космический корабль «Восток». Это — единственная марка, где «Восток» показан без третьей ступени ракеты-носителя.

Среди советских марок есть почтовая миниатюра из серии «10-летие первого в мире полета человека в космос», на которой изображена Золотая медаль имени Ю. А. Гагарина, учрежденная Международной авиационной федерацией (ФАИ).

Вскоре после полета Ю. А. Гагарина марки, посвященные ему, стали появляться и в зарубежных странах. Уже на следующий день после полета в Чехословакии поступили в продажу две марки. Любопытна история их выпуска. 6 марта 1961 года была издана серия из шести марок под общим названием «Советские искусственные спутники Земли и космические ракеты». Но если на первых пяти марках художник показал конкретные достижения советской космической программы, то на последней он изобразил будущего космонавта, плавающего в невесомости. Уже через месяц фантазия ху-

дожника воплотилась в действительность. Поэтому решили выпустить марки с таким же рисунком, но в измененных цветах и с другими номиналами. Кроме того, они были снабжены текстом: «Советский человек первый в космосе. 12.IV.1961» и «СССР — покоритель космоса. 12.IV.1961».

Во второй половине апреля 1961 года в Германской Демократической Республике, Румынии, Польше, Болгарии и Венгрии были выпущены марки, повествующие о полете космического корабля «Восток» с человеком на борту. Вскоре подобные марки поступили в почтовое обращение в Монголии (31.V.1961), Демократической Республике Вьетнам (15.VI.1961), Кореической Народно-Демократической Республике (11.VII.1961), Суринаме (3.VII.1961). Затем филателистическую эстафету подхватили Албания, Куба, Гвинея, Того, Иордания, Мавритания, Бутан и другие страны. В молодом африканском государстве Сан-Томе и Принсипи в ознаменование 60-летия Великого Октября выпущена серия марок и блоков, в том числе и почтовый блок с портретом Ю. А. Гагарина.

На зарубежных марках, посвященных Ю. А. Гагарину, так же, как и на многих советских, выпущенных в первые годы после полета, корабль «Восток» изображен условно, а иногда и просто символически, что не давало представления о его внешнем виде. Вот почему филателисты отнеслись с большим интересом к марке из югославской серии ЭКСПО-67, где корабль «Восток» с последней ступенью ракеты-носителя показан с фотографической точностью.

Свое отношение к космической филателии Юрий Гагарин выразил следующими словами: «Космос и марки... Соседство этих понятий еще недавно невозможно было себе представить. Тем не менее оно продолжается вот уже целое десятилетие, и даже не будучи филателистом каждый принимает «макромир в микрокартинках» как должное».



## ПОДВОДНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В сентябре — октябре 1975 года пять автономных донных сейсмических станций (АДСС), установленных на подводной Возвышенности Витязя (Тихий океан), почти 11 суток регистрировали волны от близких и удаленных землетрясений. Записывающая аппаратура опускалась на глубину 150—290 м с борта судна «Отважный», участвовавшего в экспедиции. Сейсмологические наблюдения с АДСС были организованы для изучения «асейсмичного фронта» на южном фланге Курило-Камчатской островной дуги.

В экспедиции впервые с помощью большого числа АДСС регистрировались землетрясения и определялись параметры очага группой из трех и более станций совместно со станциями на суше и самостоятельно. За время эксперимента удалось осуществить три расстановки из пяти станций по схеме «конверт»: два примыкающих друг к другу полигона с базой 25 км и один с базой 50 км, охватывающий оба первых. Всего было получено 580 сейсмограмм от 220 землетрясений.

Анализ данных АДСС, проведенный С. А. Болдыревым и А. С. Спириным (Институт физики Земли АН СССР и Сахалинский комплексный научно-исследовательский институт ДВНЦ АН СССР), показал, что большинство записей относится к микроземлетрясениям, очаги которых были удалены от полигона на 70—150 км. Они находились в зоне афтершоков сильного толчка с магнитудой  $M=7,1$ , происшедшего двумя месяцами раньше северо-восточнее острова Хоккайдо. Зарегистрировано также несколько сильных землетрясений в районе Камчатки и у острова Рюкю в 1000—1500 км от места эксперимента.

Поддавляющее число зарегистрированных землетрясений имело невысокий энергетический класс ( $K=3\div 7$ , что соответствует энергии толчка  $10^3\div 10^7$  Дж). Это говорит о том, что земная кора подводной Возвышенности Витязя (верхняя 40-километровая толща на площади 10 000 км<sup>2</sup>) во время эксперимента была практически асейсмична.

Вулканология и сейсмология, 1980, 5.

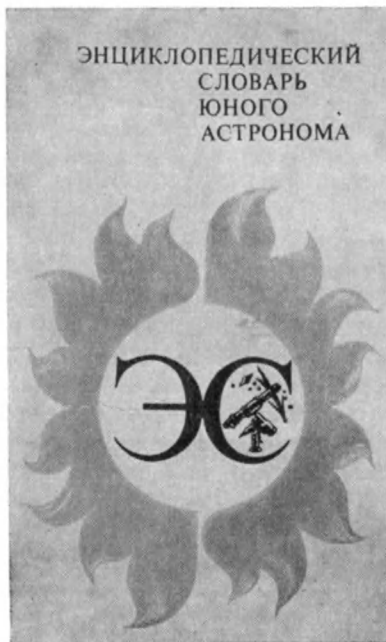


Кандидат педагогических наук  
ЛЕВИТАН Е. П.

## Энциклопедия юного астронома

Непрерывный и бурно растущий поток научной информации порождает острую потребность в справочной литературе. Эту потребность испытывают и взрослые, и дети. Для последних, и в частности для юных астрономов, справочная литература нередко служит не только вспомогательным ориентиром в океане знаний, но и важным источником информации, который позволяет школьникам получать квалифицированные ответы на многочисленные, постоянно возникающие у них вопросы. Однако и этим не исчерпывается значение, которое имеет для учащихся работа со справочной литературой. Дело в том, что подобного рода работа выполняет не только образовательную функцию — учащиеся узнают нечто новое для себя, но и воспитательную — они самостоятельно пополняют свои знания, то есть учатся учиться. Воспитательная функция, неразрывно связанная с формированием научного мировоззрения учащихся и их активной жизненной позиции, приобретает особое значение в условиях развития и распространения непрерывного образования. Речь идет о том, что в современных условиях образование носит характер непрерывного и постоянного процесса, неотделимого от трудовой и общественной жизни каждого взрослого человека. Поэтому одна из задач общеобразовательной школы заключается в том, чтобы научить школьников самостоятельно расширять и углублять запас своих знаний.

Из сказанного ясно, что выход в свет «Энциклопедического словаря юного астронома» (М.: Педагогика, 1980) представляет собой немалый,



причем весьма своевременный вклад в дело развития и совершенствования астрономического образования учащихся средних школ и профессионально-технических училищ.

Отрадно и то, что в создании словаря приняли участие многие известные советские астрономы. В обширном списке авторов статей: академик А. А. Михайлов, член-корреспондент АПН СССР Б. А. Воронцов-Вельяминов, доктора наук — Н. П. Грушинский, И. Д. Новиков, Ю. А. Рябов, Е. А. Гребенников, кандидаты наук — В. А. Бронштэн, Л. М. Гиндилис, А. А. Гурштейн, В. Д. Давыдов, М. М. Дагаев, Б. А. Дубинский, А. И. Еремеева, Н. П. Ерпылев, Ю. Н. Ефремов, А. В. Засов,

Б. В. Комберг, Э. В. Кононович, П. Г. Куликовский, Б. Н. Пановкин, В. С. Стрельницкий, А. А. Явнель, видные популяризаторы науки — Л. А. Гильберг, К. А. Порцевский, Б. Г. Пшеничнер, М. М. Шемякин и многие другие ученые и пропагандисты астрономических знаний. Авторитетную редакционную коллегию словаря возглавляет председатель Астрономического совета АН СССР, член-корреспондент АН СССР Э. Р. Мустель (главный редактор) и профессор В. Г. Горбачкий (заместитель главного редактора). Нелегкий труд выпал на долю составителя словаря — кандидата физико-математических наук Н. П. Ерпылева.

Словарь открывается обращением «К нашему читателю», которое написал профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов. Затем в алфавитном порядке следуют статьи (их около 300), завершают словарь предметно-именной указатель и небольшой список условных обозначений и сокращений. Такова структура словаря.

К чести издательства «Педагогика» следует, безусловно, отнести весьма приятный (и, мы бы сказали, внушающий уважение) вид словаря, представляющего собой довольно объемистую книгу (около 320 страниц большого формата; свыше 35 учетно-издательских листов), напечатанную на хорошей бумаге (печатать офсетная) и щедро иллюстрированную черно-белыми и цветными рисунками и фотографиями.

Словарь, действительно, энциклопедический, поскольку читатели найдут в нем самые разнообразие сведения по астрономии (и частично по космонавтике). Здесь — и разъясне-

ние (толкование) разнообразных терминов, и основные штрихи астрономической картины мира, и достижения в области астрономии и космонавтики, и фундаментальные сведения по астрономии, небесной механике, астрофизике, краткое изложение методов познания Вселенной, небольшие очерки о людях науки, советы любителям астрономии, информация о работе ВАГО.

В нашей стране такой словарь для школьников выпускается впервые, и, несомненно, этот первый опыт заслуживает высокой оценки. Очевидно, словарю предстоит долгая жизнь. И хотя тираж первого издания — 300 000 экземпляров, уже в самое ближайшее время потребуются второе издание, а за ним, вероятно, и последующие... Подобный «взгляд на будущее» и уверенность в том, что словарь наверняка окажется полезным не только учащимся школ и ПТУ, но и студентам педагогических институтов, преподавателям астрономии, лекторам, пропагандистам, делают нелишними некоторые критические замечания.

Структура словаря в известной мере оригинальна и, во всяком случае, отличается от структуры хорошо известного «Справочника любителя астрономии» П. Г. Куликовского, маленькой энциклопедии «Физика космоса» (Земля и Вселенная, 1977, № 2, с. 96.— Ред.) или, например, «Толкового словаря английских терминов по астрономии и астрофизике» (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 51.— Ред.). Каждый, у кого есть возможность сравнить эти справочники, убедится в том, что словарь имеет четкий читательский адрес — он издан для детей и большинство его статей — самостоятельный рассказ на определенную тему. Это может быть рассказ о временах года или радиогалактиках, о планете Уран или Шеманхинской астрофизической обсерватории АН АзССР и т. д. В словаре нет вводных, довольно больших обзорных статей о Солнечной системе, Галактике, Метагалактике, какими открывается «Физика космоса» и после которых следуют небольшие справочные статьи по частным вопросам. Очевидно, предполагается, что общие

сведения об астрономии читатели должны почерпнуть из учебной и научно-популярной литературы. В словаре нет табличного материала (конечно, очень нужного любителям астрономии), который занимает большое место в книге П. Г. Куликовского. В известной степени это, вероятно, обусловлено тем, что необходимые учащимся таблицы содержатся в выпускаемом на каждый учебный год «Школьном астрономическом календаре» (составитель Дагаев М. М.; М.: Просвещение). Наконец, именно в расчете на школьную аудиторию составители словаря избегали коротеньких статей, содержащих лишь толкования какого-либо термина. Насколько понравится учащимся такое методическое и дидактическое решение вопроса о структуре словаря, вероятно, скажут сами ребята. Думаю, что все-таки понравится!

В изданиях подобного рода особую роль играет предметно-именной указатель (словник), ведь он, по существу, программирует содержание словаря, решает важную методическую задачу, связанную с отбором материала, проблемой выделения необходимых понятий и терминов. Составители предпочли указатель, который в издательском деле принято называть глухим (или простым). Это значит, что за названием термина или имени ученого просто следует перечень страниц, где встречается в тексте тот или иной термин (или имя). Такой указатель, в отличие от развернутого (или аналитического), не содержит подуказателей, а следовательно, лишает читателя возможности, во-первых, получить сразу общее, системное представление о заинтересовавшем его вопросе и, во-вторых, получить дифференцированные отсылки по частностям данного вопроса. Читатель, заглянувший в развернутый указатель, которым снабжена книга П. Г. Куликовского, сразу же обнаружит, например, что время бывает гражданским, звездным, солнечным и т. д., и тут же найдет ссылки на соответствующие страницы справочника. В ином положении окажется читатель рецензируемого словаря — он будет вынужден звездное время искать в разделе на букву

«З», солнечное время — в разделе на букву «С» и т. д. Удобно ли это? Не станем спешить с отрицательным ответом, ибо то, что непривычно (а потому и неудобно) взрослому читателю, может оказаться удобным школьнику, для которого естественней искать «звездное время», чем «время звездное».

А вот пример уже другой «взрослой» привычки. В словаре термины «радиоастрономия», «радиолокационная астрономия» и т. д. определены как соответствующие разделы астрономии. Но сколько же в таком случае разделов астрономии и как соотносятся названные разделы с истинными разделами, к которым принадлежат астрометрия, небесная механика, астрофизика и другие классические разделы астрономической науки? Для читателей-школьников не помешали бы некоторые уточнения и разъяснения. Они были бы полезными и при разъяснении того, в каком смысле синонимами считаются термины «Вселенная» и «Космос» (в отличие от термина «космос»). Между прочим, термин «Вселенная» поясняется в словаре как макромир, изучаемый астрономией. Но ведь учащиеся, вообще говоря, знакомы с таким понятием, как мегамир, а потому вполне можно было определить Вселенную как мегамир, особо выделив таким образом мир небесных тел и их систем. Перечень подобных частных замечаний нетрудно продолжить. Например, в статье о внеземных цивилизациях излагается только «оптимистическая» точка зрения на проблему существования разумной жизни вне Земли. Это, возможно, удивит читателей словаря, которым известна альтернативная позиция.

Вместе с тем, ряд вопросов изложен весьма сжато и сухо. Это, например, относится к разъяснению либраций Луны, где сложность изложения усугубляется приводимыми для пояснения иллюстрациями. Особое значение имеют рисунки и подрисовочные подписи в книге, предназначенной школьникам. Большинство иллюстраций не вызывает возражений. Но встречаются рисунки, которые перегружены излишними подробностями. Таков, например, рисунок, изо-



бражающий распределение яркости в солнечной короне. Не все подрисовочные подписи достаточно информативны. Например, приводится фотография солнечной короны, полученная с помощью специального фильтра, но в подписи об этом не упоминается, а потому создается впечатление, что именно так выглядит корона во время полного солнечного затмения. Легко устранимы при переизданиях словаря также и некоторые неточности в подрисовочных подписях. Например, вряд ли нужно подчеркивать, что радиотелескоп в Пуэрто-Рико установлен в кратере потухшего вулкана. Наконец, учитывая, что энциклопедический словарь — это не развлекательная книжка (хотя и написанная для детей), следовало бы строже отобрать иллюстративный материал. Данное замечание связано с тем, что в рецензируемой книге встречается немало красивых, но не очень содержательных заставок. Кроме того, стремясь использовать цветные иллюстрации, полиграфисты не уделили должного внимания совмещению цветов, а авторы — смысловой нагрузке, которую цвет мог бы нести во многих рисунках.

Перечень критических замечаний можно было бы, вообще говоря, продолжить, но в данной рецензии достаточно ограничиться лишь еще двумя. Не очень хорошо, что описанные галактики в созвездии Андромеды примкнуло к описанию туманностей (ибо разъясняется, что такое «туманность Андромеды»). В словаре следовало бы строже придерживаться новых условных обозначений и сокращений, согласно которым, например, парсек теперь сокращенно обозначают пк, а не пс.

Если составитель и авторы статей согласятся со сделанными замечаниями, то большинство из них, очевидно, можно будет учесть в процессе дальнейшей работы над этой нужной и долгожданной книгой.

## НОВЫЕ КНИГИ

### «ЭТЮДЫ О СЕЛЕВЫХ ПОТОКАХ»

Так называется научно-популярная книга крупнейшего специалиста в области гляциальных селей Ю. Б. Виноградова (Л.: Гидрометеоиздат, 1980). Книга посвящена редкому, но грозному стихийному явлению. Спускающиеся с гор потоки из смеси воды и рыхлообломочной породы — печально известные сели — за короткое время могут уничтожить населенные пункты, разрушить дороги и мосты, засыпать наносами поля и сады. В двадцать одной короткой главе автор в увлекательной и оригинальной форме излагает свое «особое мнение» о селевиках и селеведении. Здесь рассказ и о сущности самого явления, и о природных процессах, вызывающих его, и о географии селей, приуроченных к горным областям.

Автор дает описание самых «знаменитых» селей, вошедших в исторические хроники Европы, Азии и Америки. Особенно много селевых катастроф произошло в Альпах (в 1823 году грязекаменными потоками была опустошена вся долина реки Дравы в Восточном Тироле).

Из последних глав книги читатель узнает о методах борьбы с разрушительными потоками. Это и активное воздействие на сели (посадка лесных заграждений на горных склонах, спуск кратерных озер и т. д.), и защита от них плотинами. Книга содержит более двух десятков фотографий и будет интересна многим любителям природы.

### АКУСТИЧЕСКИЕ «ПРОЖЕКТОРЫ» МОРСКИХ ГЛУБИН

Известно, что некоторые морские млекопитающие с помощью своего сонарного устройства хорошо ориентируются в воде. Они с легкостью фиксируют положение подводных объектов, определяют их размер, форму, структуру. О повадках этих животных и об опытах, которые в последнее время стали проводить над ними ученые разных стран, рассказывает научно-популярная книга Б. Ф. Сергеева «Живые локаторы океана» (Л.: Гидрометеоиздат, 1980).

В семи небольших главах этой книги автор знакомит читателя с ис-

торией открытия и исследования биолокации обитателей морских пучин. Особенно много успешных опытов в искусственных бассейнах и в естественных условиях проведено с дельфинами. С помощью комплекса сложной аппаратуры, включающего многоканальные магнитофоны и кинокамеры, ученые установили, что звуковой «прожектор» дельфина, «освещающий» ему дорогу, находится в лобной части головы животного.

На необозримых океанских просторах обитает немало и других существ, которые тоже, вероятно, обладают свойством гидроэхолокации. «На подозрении» сейчас находятся морские львы, тюлени, каланы, морские котики и даже пингвины.

Биоакустика — молодая наука, но в будущем она даст возможность глубже понять биологические процессы в гидросфере и поможет управлять ими.

### ДОСТУПНО О КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТАХ

Вышло в свет третье, дополненное и переработанное издание книги В. И. Левантовского «Механика космического полета в элементарном изложении» (М.: Наука, 1980). В этой книге, хорошо известной многим нашим читателям, появились новые главы и параграфы, подробнее, чем прежде, рассказано о достижениях космонавтики в исследовании планет и их спутников, появились новые данные в таблицах, которыми снабжена книга. По мнению автора, книга может служить дополнительным пособием и первоначальным введением для тех, кто намерен серьезно изучать механику космического полета.

Основу книги составляют пять ее частей.

Первая — излагает важнейшие сведения из области ракет- и космодинамики (двигательные системы, свободный полет в полях тяготения, активное движение).

Вторая часть посвящена околоземным полетам.

Третья — полетам к Луне (включая главу об экспедициях на Луну).

Четвертая часть — «Межпланетные полеты» — содержит общие сведения о полетах с большой и малой тягой, в ней анализируются полеты к планетам, астероидам, кометам.

Заключительная глава книги знакомит читателя с полетами за пределы Солнечной системы, особо в ней рассматривается вопрос о возможности межзвездных полетов.

В основном тексте и приложениях читатели найдут полезный для себя справочный материал.



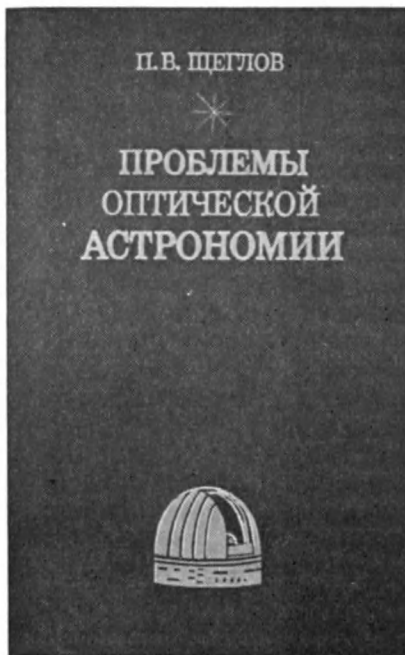
КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

Кандидат  
физико-математических наук  
ЕФРЕМОВ Ю. Н.

## Эффективность телескопа

Книга П. В. Щеглова «Проблемы оптической астрономии» (М., «Наука», 1980) предназначена в первую очередь для астронома-практика, озабоченного тем, чтобы извлечь как можно больше информации из космических квантов звездного света, которые, преодолев безмерные пространства, не погибнув в толще земной атмосферы и в недрах телескопа и светоприемника, в конце концов регистрируются фотоэмульсией или фотоумножителем. Книга, написанная крупным специалистом, поднимает проблемы, жизненно важные для дальнейшего развития астрономии в нашей стране. С не всегда беспристрастным автором можно не во всем соглашаться, однако оставлять эти проблемы без внимания нельзя. Книгу П. В. Щеглова должны прочесть все, кто хотел бы видеть отечественную астрономию более эффективной. Надо отметить, что автор удачно систематизировал в кратком списке наиболее важные работы из обширной литературы по теме книги.

Развитие радиоастрономии и внеатмосферных наблюдений в ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-диапазонах спектра не приостановило прогресс наземной астрономии в видимых лучах спектра. (Ее и называют обычно оптической астрономией.) Напротив, за последние годы мы были свидетелями беспрецедентного роста интереса к ней, приведшего к созданию крупнейших телескопов, появлению почти предельно эффективных светоприемников, расцвета изощренной техники интерферометрических методов, которые способствовали росту разрешающей способности наземных телескопов. Стано-



вится очевидным, что оптической астрономии и впредь суждено оставаться коренником в дружной упряжке всеволновой астрономии.

Прогресс астрономии, пишет П. В. Щеглов, определяется наблюдениями, которые находятся на пределе возможностей приборов. «Хороший астрономический пирог требует для своего изготовления... четырех ингредиентов: спокойной атмосферы, первоклассной оптики, высококачественной механики и эффективных светоприемников. Готовить его, разумеется, должен квалифицированный астроном, любящий свою науку, увлекающийся ею...» (с. 6). Первым двум ингредиентам и посвящена эта книга, хотя описываются и современные

светоприемники, и требования к механике инструментов.

Книга начинается с разбора методов повышения эффективности телескопа. П. В. Щеглов показывает, что для ярких звезд эффективность телескопа (то есть число квантов на  $1 \text{ см}^2$  в секунду, которое телескоп с заданной точностью может принять от звезды) пропорциональна квадрату диаметра его зеркала, а для звезд предельно слабых она пропорциональна диаметру зеркала и обратно пропорциональна угловому диаметру даваемого им изображения. Этот вывод и определяет огромное значение качества оптики и величины турбулентности атмосферы в месте установки телескопа при наблюдении предельно слабых небесных объектов.

По мнению автора книги, не существует принципиальных ограничений проникающей способности наземных оптических телескопов. При установке телескопа в достаточно хорошем месте можно увеличивать неограниченно время экспозиции, суммировать изображения, полученные несколькими телескопами, и увеличивать диаметр телескопа. Действительно, проектирующему ныне телескопу с эквивалентным диаметром зеркала 25 м будут доступны звезды  $28^m$  («Земля и Вселенная», 1980, № 5, с. 35—36.—Ред.). (Столь же слабые объекты удастся зарегистрировать и космическому телескопу с зеркалом 2,4 м благодаря отсутствию размывающей изображения атмосферной турбулентности.) Правильность защищаемых П. В. Щегловым положений подтвердила и практика работы современных 4-метровых телескопов.

Имеющие высокое качество оптики и установленные в местах с хорошим астроклиматом, эти телескопы оказались более эффективными, чем 5- и 6-метровые гиганты. П. В. Щеглов справедливо подчеркивает, что необходимо указывать величину превышения сигнала над фоном, когда речь идет о предельной величине, достигаемой телескопом.

Далее в книге рассказывается о весьма важных в практической работе вещах, не всегда известных начинающему наблюдателю. Так, для достижения предельной звездной величины нужно, чтобы фон неба на фотопластинке выглядел явно «передержанным»; при посредственных изображениях камера спектрографа должна обладать огромной светосилой, иначе будет потеряна большая часть собранного телескопом света.

Много внимания в книге уделено описанию оптических систем современных телескопов. Как известно, почти все большие телескопы, вступившие в строй в последние годы, имеют оптическую схему Ричи — Кретьена («Земля и Вселенная», 1974, № 5, с. 47—54.— Ред.). Гиперболические зеркала этих телескопов позволяют в кассегреневском фокусе получать большое поле зрения (до  $1,5^\circ$ ) и в главном фокусе трехлинзовые корректоры также дают большее поле ( $50'$ ), чем классические схемы ( $16'$ ). Эта способность оптической схемы Ричи — Кретьена, неоценимая при прямом фотографировании, облегчает и спектральные наблюдения слабых объектов.

Здесь следует сказать, что фотографирование остается важнейшим средством исследования нашей и других галактик. Нельзя отождествлять астрономию с астрофизикой, а последнюю — со спектроскопией. Обнаружение других галактик, двух типов звездного населения, расширения Вселенной — собственно, любое крупное достижение астрономии опиралось и на прямые фотографии. Они будут широко использоваться и впредь уже потому, что все больше внимания уделяется сейчас детальному изучению близких галактик.

С интересом прочтет читатель описание строительства крупнейших те-

лескопов современности, в частности 6-метрового телескопа. О начале работы над ним сообщил Председатель Совета Министров СССР А. Н. Косыгин на X съезде Международного астрономического союза в Москве (1958 г.). Главная особенность телескопа — азимутальная монтировка, которую, как отмечается в книге, разрабатывал для большого телескопа еще до войны Н. Г. Пономарев. Помимо других преимуществ, такая монтировка вдвое удешевляет телескоп. Пять лет эксплуатации телескопа показали, что принятое его конструктором Б. К. Иоаннисиани смелое решение оправдало себя («Земля и Вселенная», 1977, № 6, с. 48—54.— Ред.). А сейчас на Канарских островах планируется установить на азимутальной монтировке 4-метровый английский телескоп. В книге наглядно иллюстрируются трудности изготовления 6-метрового зеркала — на рисунках 35 и 42 показан рельеф поверхности 6- и 4-метрового зеркал.

Половина книги П. В. Щеглова посвящена проблеме астроклимата. Приводится множество сведений о непрерывно совершенствующихся методах изучения качества изображения и зависимости его от местных условий. Практическое применение этих методов позволило астрономам Москвы и Ташкента выявить в Средней Азии ряд пунктов с великолепным астроклиматом, не уступающим ни по качеству изображений, ни по количеству ясных ночей лучшим наблюдательным пунктам мира. Эта деятельность, важную роль в которой сыграл автор книги, как известно, привела к строительству в Юго-Западном Узбекистане нескольких новых обсерваторий («Земля и Вселенная», 1980, № 4, с. 52—58.— Ред.).

П. В. Щеглов, без сомнения, прав, подчеркивая исключительную важность астроклиматических исследований, поскольку эффективность телескопа зависит от астроклимата не в меньшей степени, чем от качества инструмента. Прав он и в том, что непрерывное развитие методов исследования астроклимата может приводить к тому, что старые выводы не всегда подтверждаются. Однако и

новые выводы нуждаются в проверке. Так, вопреки своим прежним убеждениям, теперь П. В. Щеглов считает, что слой воздуха в 2—20 м над уровнем земли мало сказывается на качестве изображения — а это нельзя считать доказанным. Продолжать астроклиматические исследования нужно еще и потому, что они представляют самостоятельную ценность для физики атмосферы. Надо искать места со все лучшим и лучшим астроклиматом, но в найденном хорошем месте телескоп необходимо ставить уже сейчас! Ибо поиски наилучшего места — это только движение к цели...

## НОВЫЕ КНИГИ

### **«РЕЛЯТИВИСТСКАЯ АСТРОНОМИЯ»**

Редакция научно-популярной литературы киевского издательства «Наукова думка» выпустила в свет в 1980 году книгу доктора физико-математических наук профессора И. А. Климишина «Релятивистская астрономия» (на украинском языке). Автор хорошо известен многим нашим читателям по таким вышедшим в издательстве «Наука» книгам, как «Астрономия наших дней» (1976 г.) и «Астрономия вчера и сегодня» (1977 г.).

Новая книга И. А. Климишина посвящена актуальным вопросам космологии. Раскрыв сущность «драмы классической космологии», автор в доступной и в то же время достаточно строгой форме излагает те сведения из специальной и общей теории относительности, которые необходимы для понимания основ релятивистской космологии. Читатели познакомятся с поиском гравитационных волн, черными дырами, релятивистскими моделями Вселенной, теорией «горячей Вселенной», космогонией галактик, проблемой «скрытой» массы. Особое внимание в книге уделено взаимосвязи микромира и мегамира, а также философскому осмыслению важнейших проблем релятивистской космологии.

Книга адресована учителям физики и астрономии, студентам и школьникам, а также всем, кто интересуется астрономией и космологией.

## ГЛАВНОЕ О МИКРОМИРЕ

В 1980 году издательство «Советская энциклопедия» выпустило книгу «Физика микромира». Главный редактор этой маленькой энциклопедии — член-корреспондент АН СССР Д. В. Ширков. Книга посвящена основам квантовой физики и открывается обзорными статьями — «Квантовая механика», «Квантовая статистика», «Квантовая теория поля». Далее в алфавитном порядке следует около 300 статей об отдельных понятиях, явлениях, физических объектах и фундаментальных взаимодействиях. Большинство статей снабжено библиографией.

В предисловии к книге подчеркивается, что книга поможет читателям понять идеи, приведшие к созданию квантовой физики, а также представлениями о строении материи и законах ее движения.

Книга адресована широкому кругу читателей, интересующихся проблемами физики. Поскольку многие из этих проблем тесно связаны с геофизикой, астрофизикой и космологией, книга окажется полезным справочным пособием для читателей нашего журнала.

## КАК НАБЛЮДАТЬ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Издательство «Наука» выпускает серию книг, составляющих «Библиотеку любителя астрономии» (председатель редакционной коллегии профессор Д. Я. Мартынов). В 1980 году вышла книга известного советского астронома профессора В. П. Цесевича «Переменные звезды и их наблюдение», входящая в эту серию.

По замыслу автора, книга поможет организовать систематические наблюдения переменных звезд. Как известно, такими наблюдениями издавна занимаются многие любители астрономии. Книга адресована не только им, но и преподавателям астрономии школ и вузов, а также руководителям астрономических кружков и коллективов наблюдателей.

Книга содержит шесть глав. Первая глава («Введение») содержит обзор основных сведений о звездах.

Следующие четыре главы («Затменные переменные звезды», «Пульсирующие переменные звезды», «Переменность молодых звезд», «Взрывающиеся звезды») знакомят читателей с различными типами переменных звезд.

Шестая глава («Определение блеска переменных звезд и способы их

обработки») представляет собой обстоятельную инструкцию наблюдателям переменных звезд. Необходимые справочные сведения включены в «Дополнения» и «Приложения» к книге. Завершают книгу карты окрестностей переменных звезд.

Кроме книги В. П. Цесевича в серии «Библиотека любителя астрономии» вышли книги В. А. Бронштэна «Планеты и их наблюдение» и К. И. Чурюмова «Кометы и их наблюдение»; готовятся к выпуску книги В. В. Шевченко «Луна и ее наблюдение» и И. Т. Зоткина «Метеоры и их наблюдения».

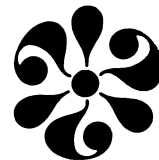
## ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ПОЛЯРНОГО ОСТРОВА

Более двух столетий ученые и путешественники обсуждают вопрос о времени открытия Новой Земли. Одни предполагают, что это произошло в XI веке, другие называют XIII век, а третьи утверждают, что Новую Землю открыли русские не позднее конца XV столетия. Людям, которые в разные эпохи участвовали в освоении этого арктического архипелага, посвящена книга В. М. Пасецкого «Первооткрыватели Новой Земли» (Москва, 1980). В основу ее положены новые документальные материалы.

Пять небольших глав книги повествуют об истории открытия острова от первого похода русского помора Саввы Лопкина (который отправился к Новой Земле за морским зверем) до плаваний знаменитого полярного путешественника В. А. Русанова. Автор рассказывает об экспедициях, предпринятых в начале прошлого века Г. В. Поспеловым, Ф. П. Литке, П. К. Пахтусовым, А. К. Циволькой. По материалам этих экспедиций удалось построить достоверные карты западных и восточных берегов Новой Земли, тогда же на берегах архипелага и в его водах провели первые инструментальные геофизические наблюдения.

Интересно описана история самой первой экспедиции, посланной Петербургской академией наук на Новую Землю. В результате этой экспедиции, работавшей под руководством К. М. Бэра, было создано научное представление о растительном мире острова (Бэр собрал и изучил 135 видов растений) и о его материковой и морской фауне.

Путешествия, которые в начале нашего века совершил на Новую Землю В. А. Русанов, занимают особое место в летописи познания Севера России. В. А. Русанов составил более точные карты берегов и выпустил цикл работ по геологии и географии острова.



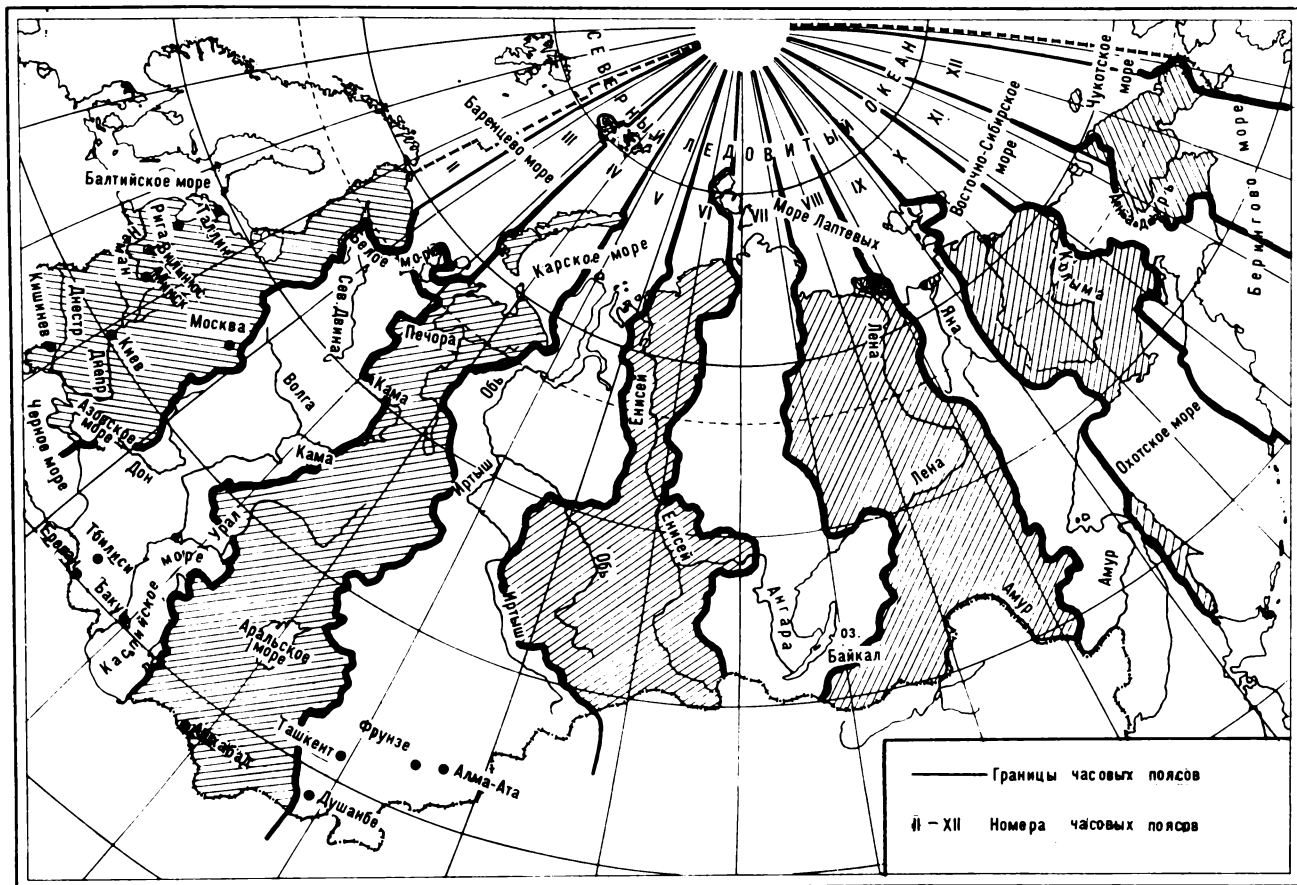
ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

Узнал из газет о новом порядке исчисления времени на территории нашей страны. Верно ли, что границы часовых поясов уже уточнились раньше? Прошу также объяснить, остается ли в употреблении декретное время!

Е. В. БАБИЧЕВ (Москва)

По просьбе редакции на эти вопросы отвечает член Государственной комиссии единого времени и эталонных частот СССР, кандидат технических наук Ю. А. КРАСНОВ.

Действительно, границы часовых поясов на территории СССР уточняются не в первый раз. Поясное время в нашей стране было введено декретом Совета Народных Комиссаров от 8 февраля 1919 года «в целях установления однообразного со всем цивилизованным миром счета времени в течение суток, обуславливающего на всем земном шаре одни и те же показания часов в минутах и секундах и значительно упрощающего регистрацию взаимоотношений народов, общественных событий и большинства явлений природы во времени». Вся территория страны была разделена на одиннадцать часовых поясов (со второго по двенадцатый), границы между ними проходили на суше по железным дорогам или крупным рекам, а в малообжитых местностях и на море — вдоль меридианов. В том же 1919 году вышло постановление Совета Народных Комиссаров, согласно которому железные дороги и телеграф должны работать по времени Москвы, расположенной во втором часовом поясе. Следующее важное постановление правительства, касающееся исчисления времени, было принято 16 июня 1930 года. На всей территории стра-



Карта часовых поясов на территории Советского Союза

ны 20 июня 1930 года стрелки часов перевели на один час вперед. Так в нашей стране было введено декретное время, которым мы сейчас пользуемся круглый год в повседневной жизни.

К началу 50-х годов стало ясно, что установленные в 1919 году границы часовых поясов не соответствуют экономическим потребностям страны. Вокруг железных дорог и крупных рек, по которым проходили границы часовых поясов, возникли экономически связанные районы, и деление этих районов на различные часовые пояса вызывало неудобство в исчислении времени. 28 мая 1956 года Межведомственная комиссия единой службы времени приняла решение об изменении границ часовых поясов на территории СССР. На большей части страны границы часовых

поясов были совмещены с административными, и лишь в малонаселенных районах Сибири и Дальнего Востока эти границы по-прежнему проходили вдоль меридианов. По мере дальнейшего развития экономики Сибири и Дальнего Востока потребовалось и здесь совместить границы часовых поясов с административными.

В октябре 1980 года Совет Министров СССР принял постановление «О порядке исчисления времени на территории СССР». Постановление предусматривает уточнение границ часовых поясов, устранение нарушений в пояском счете времени, а также введение «летнего» времени. Эти мероприятия очень важны для Единой энергосистемы СССР. Введение летнего времени позволит эффективнее использовать для работы светлое время суток и меньше тратить электроэнергии на освещение домов и улиц. Ожидаемая экономия составит около 7 млрд. кВт·ч, или около 30% всей электроэнергии, расходуемой в

стране на освещение.

Начиная с 1981 года с 1 апреля по 1 октября страна будет жить по «летнему» времени. Часы на всей территории Советского Союза 1 апреля 1981 года переводятся на час вперед, 1 октября 1981 года часы будут переведены на час назад лишь в тех областях, где не было нарушения поясного времени. Дело в том, что многие районы, области, края и даже автономные республики, расположенные в третьем часовом поясе, пользовались московским временем. В областях-«нарушителях» часы будут переведены на час назад только 1 октября 1982 года. Таким образом, «летнее» время в нашей стране больше декретного на час, зимой мы будем жить по декретному времени. Эти правила не распространяются на исчисление времени на судах в открытом море.

Транспорт, междугородная телефонная и телеграфная связь работают по московскому времени.

## УСТНЫЙ ВЫПУСК «ЗЕМЛИ И ВСЕЛЕННОЙ»

18 декабря 1980 года в Московском планетарии состоялся очередной устный выпуск журнала «Земля и Вселенная». Вечер открыл заместитель главного редактора журнала Е. П. Левитан. Он познакомил присутствующих с содержанием ближайших номеров «Земли и Вселенной» и представил авторов журнала — участников устного выпуска.

О работе командно-измерительного комплекса на стационарных и подвижных (например, суда АН СССР в океане) пунктах увлекательно рассказал научный сотрудник комплекса Б. А. Покровский. Работа эта включает измерение, прогнозирование и коррекцию орбит искусственных небесных тел, наблюдение за ходом исследований и экспериментов, за состоянием бортовых приборов. В налаживании двусторонней радио- и телевизионной связи с пилотируемыми кораблями и станциями важную роль играет система единого времени.

О возможностях рентгеновской астрономии рассказал сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга кандидат физико-математических наук Е. К. Шеффер. Еще не прошло и двадцати лет как был открыт первый рентгеновский источник в далеком космосе, а уже обнаружено несколько сот таких источников. Их регистрируют на советских и американских спутниках специальными детекторами. Е. К. Шеффер расска-

зал об устройстве детекторов и продемонстрировал изображение некоторых астрономических объектов в рентгеновских лучах. В рентгеновском диапазоне (0,1 — 60А) удалось зарегистрировать излучение горячего межгалактического газа, а от его количества, как известно, зависит выбор космологической модели Вселенной. В свое время оптическая астрономия позволила обнаружить расширение Вселенной, сегодня же ученые возлагают надежды на рентгеновскую астрономию, которая поможет глубже познать ее.

Присутствующие на вечере с большим интересом прослушали выступление сотрудника Института океанологии АН СССР, известного гидропавта, кандидата технических наук А. М. Сагалевица. Непосредственный участник морских экспедиций и многократных погружений в обитаемых подводных аппаратах на рифт озера Байкал и Красноморский рифт А. М. Сагалевица рассказал, как с этих аппаратов изучаются донные осадки, магнитное и гравитационное поле Земли, как проводится фото- и телевизионная съемка морского дна и отбор пород специальными механическими манипуляторами. Его выступление завершилось кинофильмом о глубоководных погружениях на Байкале в августе 1977 года.

В заключение вечера собравшихся познакомили с демонстрационными возможностями аппарата «Планетарий».

СОЛОМАТИНА Э. К.

# 2 МАРТ АПРЕЛЬ 1981 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

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

### Редакционная коллегия:

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

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

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

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

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

Издательство «Наука»: 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

Сдано в набор 27.XI.80. Подписано к печати 11.II.81. Т-03029. Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 11,2. Бум. л. 2,5. Тираж 50 000 экз. Заказ 3710. Цена 50 коп.

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



## **На орбите «Салют-6» – «Прогресс-12»**

24 января 1981 года в 17 часов 18 минут московского времени в Советском Союзе в соответствии с программой обеспечения дальнейшей работы орбитальной научной станции «Салют-6» был запущен автоматический грузовой транспортный корабль «Прогресс-12».

26 января в 18 часов 56 минут московского времени «Прогресс-12» состыковали со станцией «Салют-6». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка космических аппаратов выполнялись по командам из Центра управления полетом и с помощью бортовой автоматики. Грузовой корабль пристыковали к станции со стороны агрегатного отсека. Он доставил на орбиту топливо для объединенной двигательной установки и другие необходимые материалы.

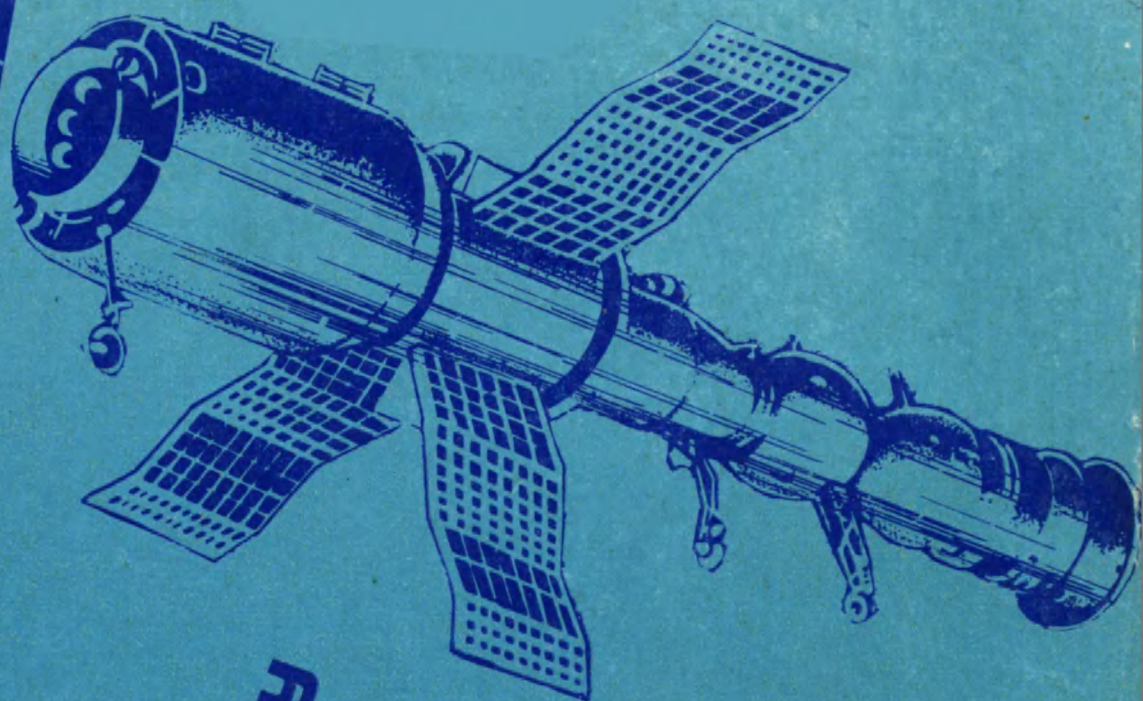
28 января в 20 часов московского времени с помощью двигательной установки транспортного корабля «Прогресс-12» была произведена коррекция орбиты комплекса.

29 января исполнилось 40 месяцев успешного функционирования на орбите станции «Салют-6». К 12 часам она совершила 19 212 витков вокруг Земли. В соответствии с намеченной программой продолжались испытания бортовых систем, аппаратуры и оборудования станции.

**По материалам сообщений ТАСС**

ЦЕНА 50 КОП  
ИНДЕКС 70336

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА



ОТ «ВОСТОКА»  
К ОРБИТАЛЬНОМУ  
КОМПЛЕКСУ  
«САЛЮТ-6» - «СОЮЗ»

