



# ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ



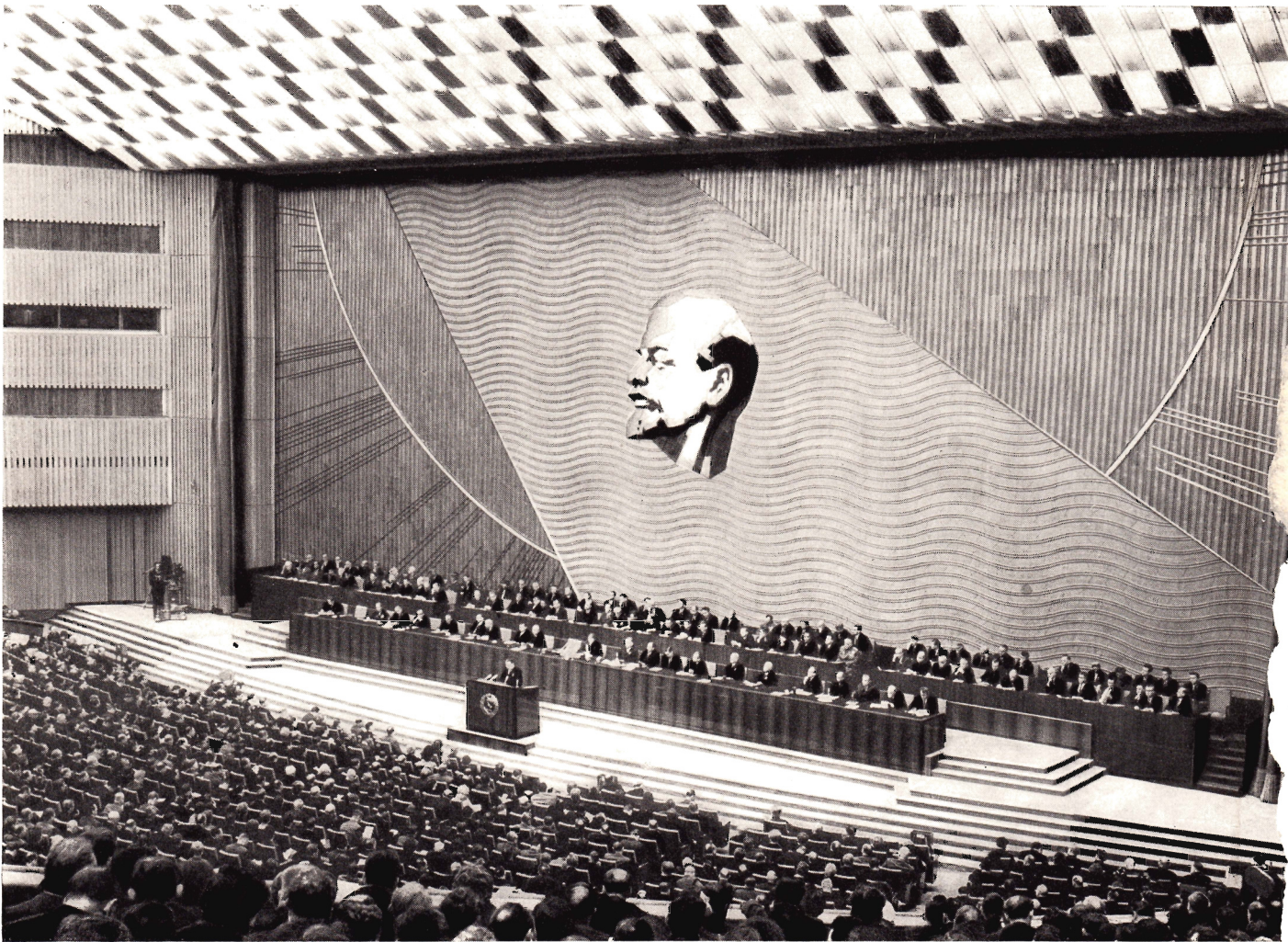
**АСТРОНОМИЯ**

**ГЕОФИЗИКА**

**ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**

**1966**

8 апреля 1966 года закончил работу XXIII съезд Коммунистической партии Советского Союза, явившийся событием всемирного значения. Съезд привлек к себе внимание стран социалистического содружества, всего международного коммунистического и рабочего движения. Это был съезд партии, под руководством которой почти полвека назад осуществлена Октябрьская социалистическая революция, впервые в мире претворен в жизнь разработанный Лениным план строительства социализма, и начато созидание коммунистического общества.



Москва. Кремлевский Дворец Съездов. 29 марта 1966 года. В зале заседаний XXIII съезда КПСС  
Фото В. Егорова и В. Севостьянова

Съезд проходил в волнующей атмосфере огромного политического и трудового подъема, горячей поддержки его решений партией и народом.

Как вестник наших побед и символ торжества советской науки, все больше и больше выступающей в роли непосредственной производительной силы общества, прозвучал в дни съезда партийный гимн «Интернационал», переданный с борта первого в мире искусственного спутника Луны.

XXIII съезд раскрыл перед партией и народом широкие перспективы дальнейшего движения вперед по пути коммунистического строительства.

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный журнал  
Академии наук СССР



МАЙ—ИЮНЬ

3

1966

ВТОРОЙ ГОД ИЗДАНИЯ

## В НОМЕРЕ

### ЗВЕЗДЫ И ВСЕЛЕННАЯ

В. А. Амбарцумян — Новые открытия — новые проблемы	3
Б. А. Воронцов-Вельяминов — Загадочные явления в мире галактик	6
В. Л. Гинзбург — Необычный период в развитии астрономии	8
И. Д. Новиков — Открытие первичного радионизлучения Метагалактики	11
Я. А. Смородинский — Геометрия мира и эксперимент	14
Г. И. Наан — Революция в астрономии	15

\* \* \*

Дж. Хербиг — FU Ориона — звезда в процессе образования	19
В. Г. Тейфель — Две новые загадки Юпитера	28
М. А. Лившиц — Активные области на Солнце	36
С. П. Бурлацкая, Т. Б. Нецаева, Г. Н. Петрова — Что такое археомагнетизм	42
В. В. Радзиевский — Световое давление в солнечной системе	51
Л. Н. Стрижевский — Наука о прогнозе погоды	58

### СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

С. В. Немчинов — Международный учебный семинар в Москве [Подготовка кадров и обмен опытом в области численных методов краткосрочного прогноза погоды]	68
---	----

### ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

Ю. И. Зайцев — На советской космической выставке в Токио	71
--	----

### ФАНТАСТИКА

Ф. Хойл, Дж. Эллиот — А-Андромеда	78
Б. Петрушевский — В первый час нового года	86

### КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Н. М. Левин — Марки Венгрии и Румынии	91
---------------------------------------	----

### КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

П. Г. Куликовский — «Жив курилка!»	95
И. Т. Зоткин — «Охотник за метеоритами»	96

На 1-ой стр. обложки. — Спиральная галактика NGC 2841 со множеством отрезков спиральных ветвей. Фотография сделана на 5-метровом телескопе обсерватории Маунт Паломар.

# ЗВЕЗДЫ И

*Выступления известных ученых в Центральном лектории всегда проходят в переполненной аудитории. Особый интерес вызывает обсуждение проблем мироздания. Ниже мы знакомим читателей с содержанием выступлений участников беседы, которая называлась «Звезды и Вселенная».*



# ВСЕЛЕННАЯ

## НОВЫЕ ОТКРЫТИЯ — НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ

В. А. АМБАРЦУМЯН,  
академик

Многие науки переживали в своем развитии период бури и натиска. Мы свидетели чрезвычайно больших изменений, происходящих в древнейшей науке — астрономии, науке о Вселенной.

Где, в какой части этой науки происходят наибольшие, революционные изменения? Чтобы ответить на этот вопрос, условно выделим в астрономии следующие три части.

Первая — это та, которая занимается нашей солнечной системой, т. е. планетами и Солнцем. Выяснение основных закономерностей устройства солнечной системы связано с именами Коперника, Галилея, Кеплера и Ньютона. В начале нынешнего века планетная астрономия развивалась довольно медленно. Она вызывала небольшой интерес потому, что старыми методами было сделано почти все, что возможно, хотя всегда, несмотря на то, что методы медленно развиваются, имеется возможность еще что-то сделать.

В наше время эта часть науки получила особенно большое развитие благодаря тому, что, с одной стороны, чрезвычайно расширилось исследование Солнца, с другой — современные средства ракетной техники, ракеты и спутники позволяют приблизиться к телам солнечной системы и даже



достичь некоторых из них. Сейчас изучение планет продвигается семимильными шагами.

Вторая часть исследований — звездная астрономия, включающая в себя исследования многочисленных звезд нашей Галактики. Особенно бурно звездная астрономия начала развиваться во второй половине XIX и первой половине XX столетия благодаря постройке больших телескопов и применению физических и спектрографических методов.

Сейчас звездная астрономия находится в состоянии прогресса и новых открытий благодаря применению новых инструментов, не только оптических телескопов, но и радиотелескопов. Темпы развития этой части науки настолько велики, что с каждым годом становится все труднее следить за ее развитием.

Уже давно обсуждались факты, относящиеся к третьей части астрономии — внегалактической астрономии, которая занимается

изучением наиболее отдаленной системы небесных тел, отдаленных галактик. Она изучает грандиозную систему галактик, в которую входит и наша Галактика.

Этот раздел переживает необычайно бурный период развития. Он интересен тем, что здесь исследования охватывают огромные пространства и массы материи. Обратимся к примеру.

Попробуем все пространство, в котором распределены наблюдаемые галактики, изобразить на карте. Для того чтобы эта карта была достаточно подробной, выберем размеры ее равными территории Советского Союза. На такой карте наша солнечная

система окажется настолько малой, что утонет в  $1 \text{ мк}^2$ .

Замечательно, что в необъятных просторах Вселенной астрономам удалось найти общие особенности строения мира, открыть удивительное многообразие мира галактик.

Известно, что Вселенная состоит из галактик. Большинство вещества Вселенной входит в звезды. В нашей Галактике имеются звезды и межзвездное вещество. По имеющейся оценке, которую нельзя считать очень точной, межзвездная материя составляет 2% массы Галактики. По-видимому, все остальное составляют звезды. Таким образом,

звезды — как бы излюбленное состояние галактик. В других галактиках диффузное вещество обнаруживается в большем или меньшем количестве, но все же в общем можно сказать, что, как правило, подавляющая часть вещества галактик сосредоточена в звездах.

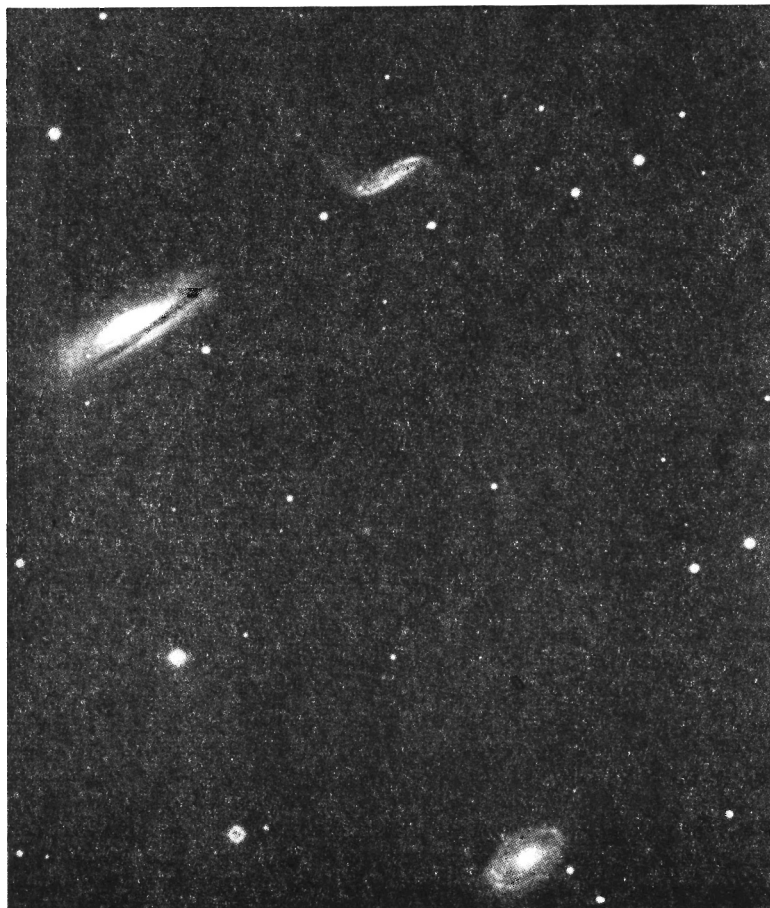
Возникает вопрос: нет ли в галактиках других объектов, которые не относятся ни к звездам, ни к диффузной материи?

Ответ на этот вопрос связан с рядом новых открытий и, в частности, с открытием радиогалактик.

В отличие от обычных галактик радиогалактики являются источниками мощного радиоизлучения. Сначала радиогалактики ошибочно рассматривались как столкновение двух галактик. В действительности радиогалактики — это период в жизни галактик, связанный с большими внезапными, бурными изменениями. В течение жизни галактики, протекающей миллиарды лет, у некоторых галактик на определенных этапах развития происходят радиовспышки. Этот сравнительно небольшой период охватывает всего лишь несколько миллионов лет, примерно соответствуя в жизни человека одной неделе.

Какова причина радиовспышки галактики? Скорее всего, радиогалактика — это результат взрыва в ядре галактики. Взрыв сопровождается выбросом облака частиц очень высокой энергии. Эти частицы, двигаясь в магнитном поле, испускают интенсивное радиоизлучение.

Почему происходит взрыв? В настоящее время совершенно ясно, что какие-то массы, находящиеся в ядре галактики, образуют взрыв остальной галактики.



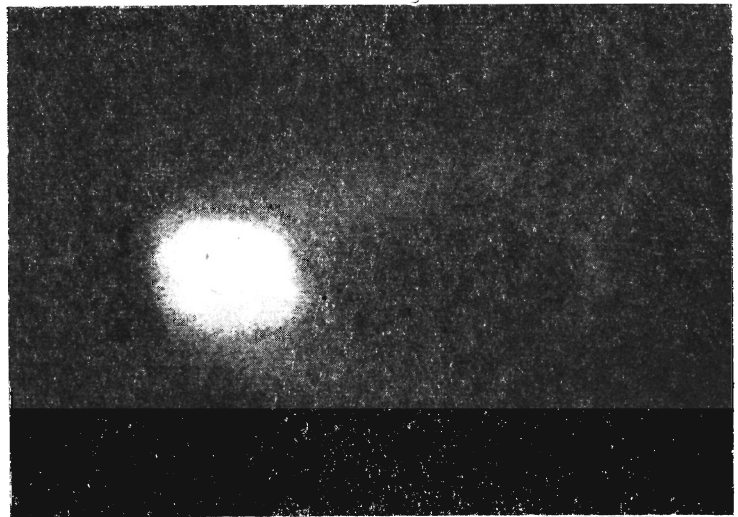
Удивителен мир галактик...

Тут имеются расхождения во взглядах. Моя личная точка зрения такова, что в ядре галактики находится какое-то тело очень большой массы, с которым происходит это явление, имеющее взрывной характер.

Привычно, что небесные тела сообщают о себе своим световым или радиоизлучением. В ядрах галактик мы встречаемся с качественно новым явлением: находящиеся там тела дают о себе знать взрывом, который может продолжаться сравнительно короткое время, а его последствия могут наблюдаться в течение миллионов лет.

В Бюраканской обсерватории, в коллективе которой я работаю, постепенно сложилось представление о том, что ядро галактики — чрезвычайно активное образование, которое не только приводит к тому, что из него выделяются частицы высокой энергии, но оно способно выбрасывать и огромные массы вещества. Наблюдения показывают, что иногда с большими скоростями выбрасывается вещество, масса которого достигает нескольких миллионов масс Солнца. Выброс такого огромного количества вещества приводит к сильному изменению в окружающей галактике. Мы считаем, что, по-видимому, эволюция галактик связана в основном с деятельностью ядра: из вещества, выброшенного во время взрыва, образуются не только облака частиц высокой энергии, но на том или ином этапе возникают и спиральные ветви галактик и звездные скопления.

Показателен масштаб взрывных процессов в ядрах галактик. Я приведу две-три цифры, которые очень интересны. Энергия тайфуна, производящего на Земле большие разрушения на площади нескольких тысяч квадратных километров, достигает  $10^{24}$  эрг. Катастрофы, происходящие в



Галактика с необычными хвостами

ядрах галактик, связаны с выделением энергии  $10^{50}$ — $10^{60}$  эрг.

Это грандиозные катастрофы, которые просто трудно представить. Вначале только на основании косвенных данных приходилось соглашаться, что такие взрывы существуют. Ранее невозможно было (просто не хватало духа!) поверить в эти косвенные данные. Но потом пришлось поверить. Оказалось, что грандиозные процессы выделения энергии все же происходят. Для астрофизиков и физиков это представляет огромный интерес: важно выяснить, каковы источники этой чудовищной энергии.

Рассказывая об успехах и проблемах современной внегалактической астрономии, нельзя не остановиться на открытии квазаров. Эти объекты имеют довольно небольшие размеры, но обладают способностью длительное время испускать такое количество энергии, которое превосходит излучение света сверхгигантских галактик в десятки и сотни раз. Открытие нового типа небесных тел неожиданно и изу-

чительно. Здесь мы встречаемся, по-видимому, с совершенно новыми источниками энергии, которые надо изучить и понять.

Я лично считаю, что мы только начинаем понимать, в чем дело. Думаю, что мы окончательно, с полной достоверностью не можем объяснить, что такое эти квазары. Поэтому я немного скептически отношусь к таким выступлениям, как доклад американского физика Теллера «Происхождение квазаров». Как можно заниматься происхождением какого-нибудь небесного тела, когда не знаешь, что оно такое, когда не знаешь его признаков, как оно выглядело бы, если бы наблюдалось вблизи. Поэтому я принадлежу к числу сторонников осторожного подхода. В этом отношении должен сказать, что роли переменялись. Когда никто не соглашался с тем, что существуют такие необычные вещи, я говорил, что такие вещи существуют, но сейчас я стою на точке зрения, что мы очень мало знаем о них и должны воздерживаться от преждевременных выводов. Но человеческая мысль

«очень беспокойная вещь», и не все соглашаются со мной. У нас и за рубежом создаются теории вновь открытых явлений. Но, по-моему, мы должны сначала понять, что происходит, а потом дать объяснение.

У меня такое впечатление (я думаю, что всякий, серьезно занимающийся внегалактической астрономией, со мной согласится), что новые явления чрезвычайно сложны и многое нужно сделать для их объяснения. Природе нельзя навязывать законы и картины. В ней далеко не все просто и понятно. Особенно труд-

но понять и объяснить те явления и в тех случаях, когда мы еще по-настоящему не знаем, с чем имеем дело. Квазары — хороший пример подобной ситуации.

Приведу классический пример, связанный с изучением распространенного класса переменных звезд — цефеид. Академик А. А. Белопольский, учеником которого я считаю для себя честь, был, открыл, что лучевая скорость у этих звезд меняется периодически. На этом основании Белопольский считал, что цефеиды — двойные звезды. Этот

большой ученый весьма наивно, с точки зрения сегодняшнего дня, вычислял орбиты движения звездной пары...

Но в дальнейшем оказалось, что цефеида — это не двойная звезда, что наблюдаемое изменение лучевой скорости связано с периодической пульсацией звезды. По существу, только тогда стало ясно, что мы наблюдаем, в чем причина изменения блеска цефеид. Естественно, что после этого возникла необходимость объяснить пульсацию. Лишь сравнительно недавно удалось найти ответ на этот вопрос.



## ЗАГАДОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В МИРЕ ГАЛАКТИК

**В. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ,**  
*профессор*



Наряду с представлением о медленном, спокойном развитии космических объектов — об эволюции, существует представление и о революционных изменениях, катастрофах. Даже в мире таких гигантских образований, как

звезды, с давних пор наблюдаются явления, в которых продолжительное накопление каких-то внутренних противоречий заканчивается качественным изменением в виде взрывов, например вспышек новых или сверхновых

звезд. Наконец, сравнительно недавно В. А. Амбарцумяном была развита идея о том, что бурные изменения могут происходить во внутренних областях галактических систем, состоящих из миллиардов звезд. Развитие науки за последнее время во многом подтвердило правильность этих новых воззрений.

Мы привыкли, переходя от непосредственно окружающих нас предметов к миру молекул, встречаться с новыми явлениями и закономерностями. Не исключено, что с новыми явлениями и закономерностями мы встречаемся и в мире галактик. Одним лишь законом всемирного тяготения не удастся объяснить происхождение многих форм, наблюдаемых в галактических системах. По-видимому, мы сейчас представляем себе далеко еще не все основные закономерности, которые существуют в грандиозном мире галактик и их скоплений.



Если это так, то в недалеком будущем можно будет открыть новые свойства и закономерности, присущие галактическим системам с изменяющимися со временем массами и тяготением. Какие же явления позволяют сделать подобные выводы?

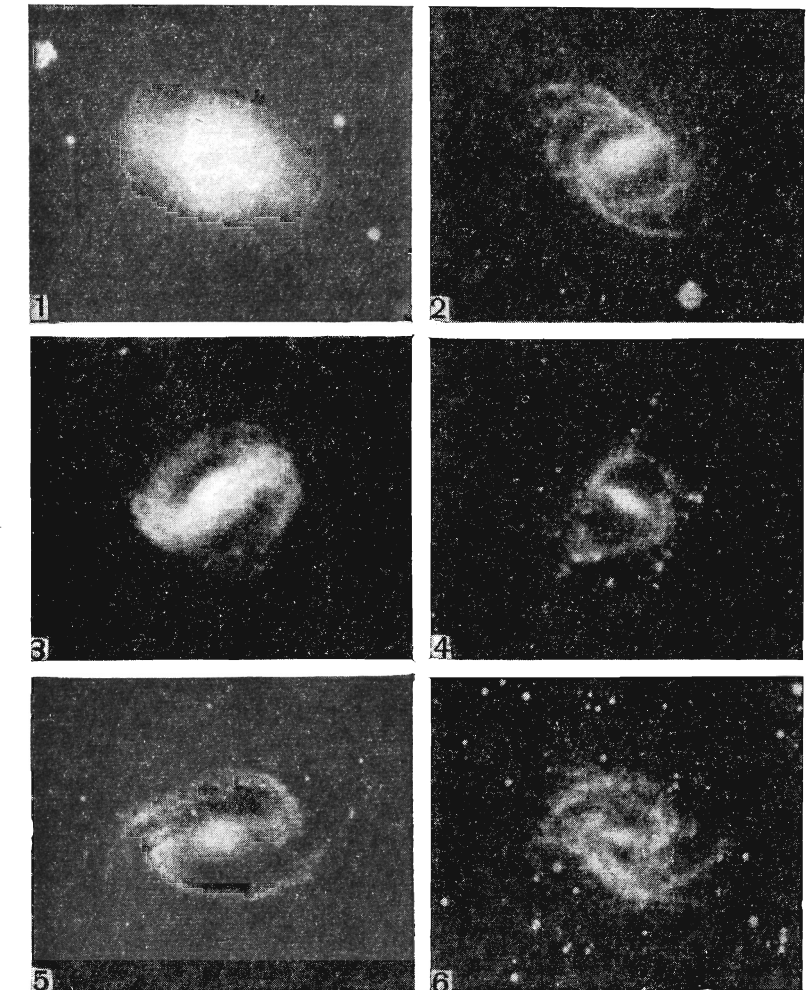
Например, из ядер галактик Сейферта происходит истечение газа со скоростью, доходящей до нескольких тысяч километров в секунду. Это мощное истечение газов не может продолжаться неограниченно. Но как долго оно будет еще происходить и почему оно происходит сейчас, пока остается загадкой.

Подтвердилось предсказание В. А. Амбарцумяна, что в группах галактик, где несколько звездных систем находятся близко друг возле друга, наблюдается разбегание — их взаимное удаление. (Это не надо смешивать с общим расширением Метагалактики.) Откуда берутся необычайные запасы энергии, необходимые для того, чтобы галактики с массами порядка  $10^{10}$ — $10^{11}$  масс Солнца могли приобрести скорости взаимного удаления в сотни километров в секунду?

Интересные явления обнаружены в радиогалактиках. Я имею в виду предполагаемые выбросы какого-то вещества из их ядра, как, например, в М 87. Здесь особенно наглядно создается впечатление, что некогда имел место взрыв в ядре. Спектр выброса как будто бы говорит о том, что выброс состоит не из звезд, а из электронного газа, свечение которого обусловлено торможением релятивистских электронов в магнитном поле галактики М 87 (синхротронный механизм свечения).

В последнее время обнаружено несколько галактик, у которых можно подозревать существование таких выбросов.

Удивительно, что в большин-



**Примеры различных галактик:**

- 1 — NGC 2859. SBO; 2 — NGC 2523. SBb[r];  
 3 — NGC 175. SBab[s]; 4 — NGC 1073. SBc[sr];  
 5 — NGC 1300. SBb[s]; 6 — NGC 2525. SBc[s];

Галактики правого ряда далеко не так просты, как принято считать

стве случаев радиогалактики называются двойными радиоисточниками, в которых радиоизлучающие области находятся по разные стороны от галактики, видимой непосредственно, оптически. Предполагают, что некогда в ядре такой галактики был взрыв, при котором с чудовищной ско-

ростью были выброшены газы и релятивистские электроны. Они вылетели в двух направлениях и образовали позднее два радиоизлучающие облака, удаляющиеся от породившей их галактики. Однако еще не доказано, что должно получиться именно два облака.

Можно привести примеры еще некоторых явлений, обнаруженных сотрудниками Московского университета и показавших, что нельзя существующие формы звездных систем объяснить единственно на базе известных законов механики. Таковы, например, удивительные спиральные ветви, которые образуют сложный круговой пространственный узор. Обнаружены галактики, у которых ветви направлены навстречу друг другу. Эти явления нельзя

объяснить лишь осевым вращением галактик. Существуют близкие друг к другу галактики, обладающие перемычками, «хвостами» и другими придатками, которые невозможно объяснить обычными приливными явлениями.

Сейчас развилась область науки, которая называется магнитной гидродинамикой и трактует движение ионизованного газа в магнитном поле. То, что магнитное поле действительно существует в нашей Галактике,

доказано недавно прямыми наблюдениями. Некоторые явления, наблюдающиеся в других галактиках, по-видимому, можно рассматривать как проявления магнитных сил. Но все-таки галактики состоят в основном из звезд. В некоторых галактиках газ почти полностью отсутствует. Магнитное же поле не может управлять звездами, оно влияет лишь на движение газов и потому не может определять собою формы галактик.



## НЕОБЫЧНЫЙ ПЕРИОД В РАЗВИТИИ АСТРОНОМИИ

*В. Л. ГИНЗБУРГ,  
член-корреспондент АН СССР  
лауреат Ленинской премии*



Что происходит сейчас в астрономии? Обычный ли это период или необычный, и если необычный, то почему? Не было ли чего-нибудь подобного в прошлом? Чем объяснить появление

именно сейчас новых методов в астрономии? И, наконец, каковы последние астрономические новости?

Начну с первого вопроса. Я лично думаю, что мы сейчас

переживаем очень необычный период в развитии астрономии, период второй астрономической революции.

Бросим ретроспективный взгляд на историю астрономии. Она зародилась вместе с цивилизацией, и до начала XVII в. все наблюдения велись глазом. Это, в частности, приводило к тому, что развитие астрономии происходило медленно. Галилей 7 января 1610 г. начал первую революцию в астрономии. Он впервые посмотрел на небо вооруженным глазом в свой телескоп. В последующий период развитие пошло быстрее, чем до Галилея, но это была, так сказать, астрономическая эволюция.

С 1945 г. (эта дата, конечно, несколько условна) мы вступили в новый замечательный период: произошла вторая революция, которая характеризуется тем, что астрономия из оптической стала универсальной. Я физик по образованию, а не астроном, и не бе-

речь представлять «астрономическое общественное мнение»; но я во всяком случае считаю, что произошло совершенно радикальное изменение: вместо узенького оптического окна прозрачности в атмосфере астрономы и примкнувшие к ним физики и инженеры используют теперь все диапазоны электромагнитных волн и получают, кроме того, информацию путем приема космических лучей. Это уже изменило и еще глубже изменит в ближайшем будущем лицо астрономии.

Несколько замечаний о содержании этих двух астрономических революций.

Что же сделал Галилей? Галилей обнаружил четыре ярких спутника Юпитера. Важность этого открытия исключительна и очевидна, потому что тогда еще окончательно не утвердилось система Коперника. Галилей обнаружил пятна на Солнце, горы на Луне, установил, что Млечный Путь состоит из звезд. Между тем даже Коперник считал, что все звезды находятся на какой-то «небесной сфере». Другими словами, тогда не понимали, что звезды, которые мы видим, образуют Галактику, и Галилей, разрешив Млечный Путь на звезды, положил начало пониманию этой картины. Существенными были также усовершенствования, внесенные Галилеем в телескоп.

В судопроизводстве многих стран есть такие слова присяги: «Говорить правду, только правду и всю правду». Так вот, если мы скажем, что Галилей внес усовершенствования в телескопы и сделал выдающиеся астрономические открытия — это правда, только правда, но не вся правда.

Очень существенным было также другое, и, чтобы понять этот момент, нужно задуматься над таким вопросом.

Телескопы Галилея состояли из трубки и двух очковых линз;

у лучших его телескопов диаметр линз составлял около 5 см, длина 120 см. Галилей действовал методом отбора: построил около 100 телескопов, а использовал только 7 лучших. Первый телескоп, который он направил на небо, давал 30-кратное увеличение. Но вообще-то телескоп был построен лет за 25 до Галилея, а очки применялись за 200—300 лет до него. Так почему же за 300 лет не нашлось изобретателя, который создал бы телескоп и посмотрел в него на небо? Видимо, дело в том, что люди боялись «впасть в заблуждение», пользуясь линзами. Это мнение подтверждается историческими материалами и, например, известным письмом Галилея Кеплеру. Таким образом, величие Галилея состоит не только в том, что он усовершенствовал телескоп, но и в том, что он был передовым человеком, понимающим значение телескопа и верящим в него.

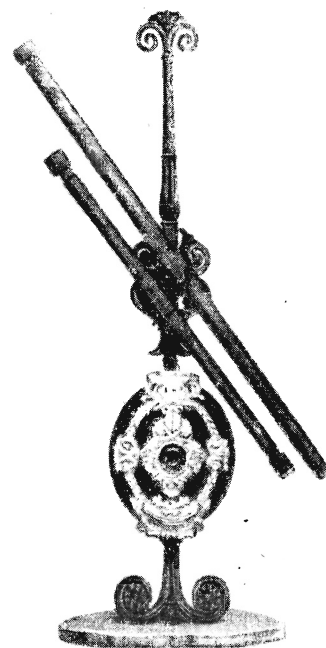
После Галилея началась быстрая эволюция астрономии. Неверно думать, что в прошедшие два-три столетия астрономия развивалась медленно. Она развивалась все время быстро, и сейчас вместо труб диаметром в 5 см, с которых начинал Галилей, имеются телескопы диаметром 5 м.

Но одно остается неизменным с древних времен до середины нашего века — все астрономические наблюдения проводились в оптическом диапазоне или даже только в видимом свете.

Ликвидация «оптической монополии» — в этом и можно видеть смысл второй астрономической революции. Сейчас, через двадцать лет после ее начала, мы имеем ряд новых ветвей астрономии, среди которых исключительное развитие получила радиоастрономия.

Речь при этом, конечно, идет о дополнении, а не о замене оптики.

Почему же раньше не про-



Телескопы Галилея

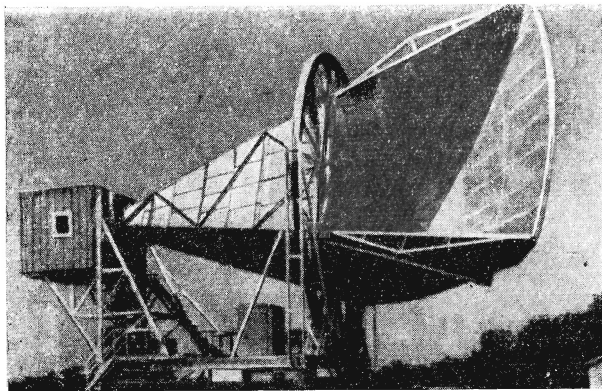
изошло этой второй астрономической революции? В конце XIX в. существовали только еще самые примитивные радиоприборы, невозможен был прием космического радиоизлучения, потому что техника не достигла нужного уровня.

Это прекрасная иллюстрация известного факта, что развитие науки и техники тесно переплетается. Иногда техника питает науку, иногда наука питает технику.

Во время второй мировой войны развилась радиолокация, что дало возможность развиваться радиоастрономии.

Я приведу один пример, свидетелем или, если хотите, жертвой которого я был.

Летом прошлого года я очень не надолго смог поехать на радиоастрономическую обсерваторию Кембриджского университета. Там был пущен новый телескоп и была небольшая, если



Рупорная антенна лаборатории Белл [Холмдел, штат Нью-Джерси, США], с помощью которой на волне 7,5 см было открыто первичное космическое излучение с температурой  $3^\circ\text{K}$  [подробнее об этом рассказывается в публикуемой ниже статье И. Д. Новикова]

выражаться нашим языком, передвижная выставка.

И вот на этой выставке лежала груда бумажек на столе, и посетителям предлагалось взять бумажку. На одной из них я прочел следующее: «Взяв эту бумажку, Вы затратили больше энергии, чем радиотелескопы всего мира приняли за всю историю радиоастрономии». И это правильно!

Чувствительность радиоаппаратуры удивительна, но поток космического радиоизлучения так слаб, что приходится строить гигантские телескопы с площадью в тысячи квадратных метров. Такие телескопы улавливают ничтожные по мощности сигналы, а современные усилители позволяют эти сигналы принимать. Раньше это было невозможно.

Важнейшая характеристика телескопа — разрешающая сила. Для пятиметрового оптического телескопа угловое разрешение составляет примерно одну сотую

секунды. Чему равна угловая секунда? Это примерно тот угол, под которым спичечная коробка видна на расстоянии в 3 км.

Фактически пятиметровый телескоп дает в 100 раз худшее разрешение (примерно в одну угловую секунду). Это связано с тем, что атмосфера оказывает влияние на оптическое изображение. Изображение не идеально, оно мерцает. Поэтому преимуществ будут иметь установленные на спутниках телескопы диаметром около одного метра.

Перейдем к радиодиапазону. Радиоволны длиннее оптических волн в сотни тысяч раз. Поскольку угловое разрешение определяется отношением длины волны к диаметру объектива телескопа, то, казалось бы, в радиотелескопе трудно получить разрешающую силу, которая достигнута в оптических телескопах.

Действительно, вначале угловое разрешение было буквально ахиллесовой пятой радиоастрономии. Разрешение в градус

(3600 секунд!) считалось хорошим.

Развитие техники привело, однако, к тому, что сегодня в радиоастрономии достигнуто большее угловое разрешение, чем в оптике. Это достигнуто благодаря применению трех методов.

Во-первых, это радиоинтерферометр — система из двух или нескольких радиотелескопов, находящихся на большом расстоянии. Радиотехника позволяет сделать сегодня очень большие радиоинтерферометры. Английские радиоастрономы даже страдают от того, что Британские острова малы (радиотелескопы, входящие в состав радиоинтерферометров, расположены на двух концах Британских островов).

Второй метод, приведший к успехам радиоастрономии, это использование покрытия радиисточников Луной; когда источник покрывается Луной, на краю лунного диска происходит дифракция (один из важнейших квазаров 3C-273-13 был изучен именно таким образом).

Наконец, очень интересный метод повышения угловой разрешающей силы связан с использованием солнечного ветра. Неоднородности солнечного ветра вызывают мерцание радиисточников. Когда принимается источник, на выходе прибора меняется интенсивность. В данном случае геометрия такова, что только очень маленькие источники мерцают. Если размер источника больше примерно угловой секунды, он не будет мерцать на облаках солнечного ветра. Таким образом, оказывается, можно выявить, имеется ли маленький источник или нет.

В 1965 г. было сделано замечательное открытие в Англии и подтверждено в СССР: в Крабовидной туманности открыт маленький источник ( $0'',1$ ), особенно мощный на длинных волнах. На волне 10—12 м этот

источник дает около трети всего излучения Крабовидной туманности. Естественно возникает вопрос: не может ли этот маленький источник быть как раз остатком той сверхновой звезды, которой порождена сама Крабовидная туманность. Это объяснило бы многие загадки Крабовидной туманности.

Другое важное открытие — обнаружение изменений радиояркости, т. е. переменность радиоизлучения квазаров (квазизвездных источников) в диапазоне сантиметровых и дециметровых волн. Следующее открытие — это обнаружение квазара ЗС 9, который удаляется от нас со скоростью, равной примерно 80% скорости света и находится на расстоянии примерно в 8 млрд.

световых лет. В спектре квазара ЗС 9 найдена линия  $L_{\alpha}$ . Эта линия в случае покоящегося атома водорода лежит в далеком ультрафиолете, обычно ее принять на Земле нельзя. Чтобы изучать ее, нужно подняться над атмосферой, т. е. использовать искусственные спутники или ракеты.

Что же получилось с квазаром ЗС 9? Поскольку этот квазар движется со скоростью, равной 80% скорости света, его линии очень сильно смещены в красную сторону, и линия  $L_{\alpha}$  попала уже в видимую область спектра, ее длина увеличилась в 3 раза и стала равной почти 3700 Å. Это и позволило принять линию на самом большом телескопе.

В 1965 г. были, кроме того, от-

крыты, а частично детальнее изучены обнаруженные ранее квазизвездные галактики — яркие голубые источники, которые отличаются от квазаров, быть может, только слабостью их радиоизлучения.

Наконец, последнее открытие в моем списке, пожалуй, самое замечательное — это открытие сантиметрового радиоизлучения, которое было испущено примерно 10 млрд. лет назад.

Может быть, в будущем 1965 год будет называть годом великих астрономических открытий.

Впрочем, все последние годы приносят много интересного. Вообще, астрономия переживает замечательный период и в этой области очень интересно работать.

## ОТКРЫТИЕ ПЕРВИЧНОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ МЕТАГАЛАКТИКИ

*И. Д. НОВИКОВ,  
кандидат физико-математических наук*

Я остановлюсь на одном из интереснейших открытий 1965 года, открытии общего радиоизлучения космоса на волне 7,5 см.

Чтобы понять, почему такое большое значение имеет это открытие, я должен сказать несколько слов, касающихся вообще вопроса об излучении в Метагалактике.

Многочисленные физические процессы, которые протекают в межгалактическом пространстве, зависят от того, сколько имеется там световых квантов и какой частоты. Это излучение создается совокупностью звезд всех галактик. Можно рассчитать теоретически, какова средняя плот-

ность этого излучения. Для этого надо учесть, сколько звезд с определенной поверхностной температурой есть в нашей и в других галактиках, сколько испускается ими квантов, как кванты распространяются на большие расстояния от звезд.

В результате можно получить кривую количества световых квантов (интенсивности излучения) в зависимости от длины волны (рис. 1).

В галактиках особенно много звезд типа нашего Солнца с температурой поверхности около 6000°, много и более горячих звезд с поверхностной температурой около 10 000°. Следова-



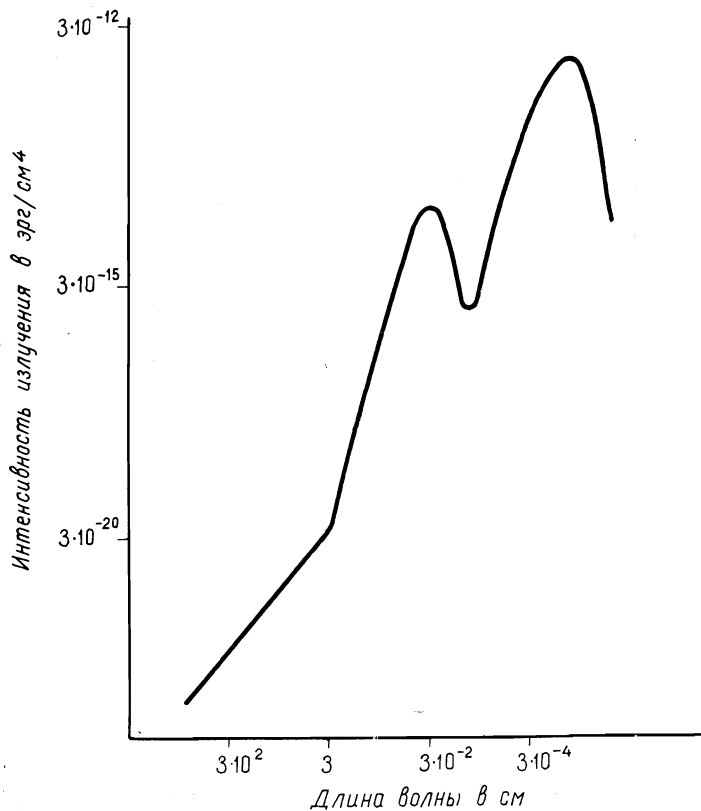


Рис. 1. Спектр излучения Метагалактики

Если бы галактики не удалялись от нас, то общее излучение определялось бы самыми далекими звездными системами, какие только существуют. Но, как известно, галактики удаляются друг от друга и чем они дальше, тем больше скорость удаления. При удалении галактик, благодаря эффекту Доплера, уменьшается частота световых квантов, их энергия и поток. Это все необходимо учесть при подсчетах. Кроме того надо учесть, что в далеком прошлом галактики светили иначе, чем сейчас. Расчеты, выполненные в лаборатории теоретической астрофизики АН СССР А. Г. Дорошкевичем и автором два года назад, позволили получить спектр, изображенный на рис. 1.

В области низких частот (радиоволны с длиной волны больше 3 см) основное излучение создается не звездами и пылью, а нетепловыми процессами и в нашей Галактике, и в других галактиках, особенно радиогалактиках. Оказывается, что радиогалактики, имеющие нетепловое излучение, дают гораздо большую интенсивность радиоволн на малых частотах, чем звезды и пыль.

Таков спектр плотности излучения в межгалактическом пространстве. Это то, что создается звездами и современными радиогалактиками. Но оказывается возможно, что в межгалактическом пространстве имеются кванты, возникшие не в галактиках, а 10 миллиардов лет назад, когда галактик еще не было. В то время плотность материи была не менее ядерной плотности и уменьшалась в ходе расширения Метагалактики. Согласно «горячей» космологической модели 10 миллиардов лет назад температура была очень велика, и плотность излучения превышала плотность вещества. Спустя много времени, когда вещество расширилось до современного состояния и образо-

но, больше всего в пространстве будет квантов, которые рождаются на звездах типа нашего Солнца и горячих звездах. Эти звезды излучают главным образом свет с длиной волны квантов около  $10^{-5}$  см. Соответствующий максимум излучения виден на рис. 1.

Кроме того в галактиках много пыли. Свет звезд нагревает пыль примерно до  $10^3$  К. Эта пыль излучает инфракрасный свет и дает второй максимум излучения на рис. 1 на длине волны  $3 \cdot 10^{-2}$  см.

В любое место пространства приходит свет не только от близлежащих, но и от очень далеких галактик. Причем, от далеких га-

лактик света приходит в среднем больше, чем от близких\*. На первый взгляд это кажется парадоксальным, ведь свет далеких галактик ослабляется из-за огромного расстояния. Однако надо учесть, что число далеких галактик много больше близких, и увеличение их общего числа с расстоянием с избытком превосходит ослабление света от этих далеких систем.

\* Здесь надо оговориться, что если точка наблюдения расположена внутри какой-нибудь галактики (например, на Земле), а не между галактиками, то больше всего света дают все же звезды этой галактики.

вались галактики и звезды, первичное излучение осталось. Правда, с расширением температура падает, плотность излучения убывает, причем быстрее, чем плотность вещества. Сейчас плотность первичного излучения, согласно «горячей» модели, гораздо меньше плотности вещества, а температура излучения всего  $1^\circ - 10^\circ \text{ K}$ .

Спектр первичного излучения для температуры  $3,5 \text{ K}$  изображен пунктиром на рис. 2. Это излучение на средних частотах гораздо больше, чем излучение, создаваемое и радиогалактиками, и звездами всех современных источников.

Итак, на средних частотах мы должны сейчас наблюдать сравнительно большое излучение. Правда, такой вывод получается не при всех предположениях о начальном состоянии вещества Метагалактики. Это следует только из «горячей» модели, согласно которой первоначальная температура вещества была весьма большой.

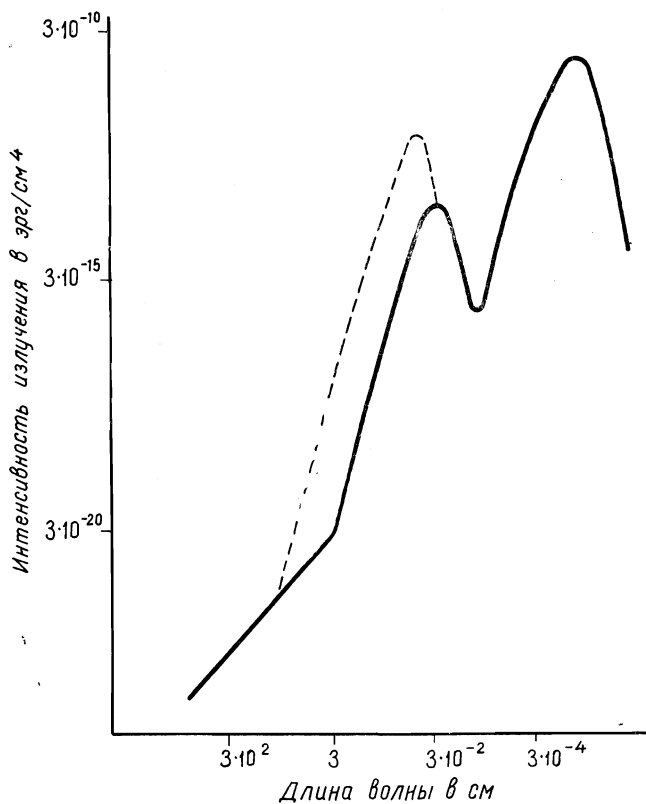
Однако возможны и другие предположения. Согласно гипотезе академика Я. Б. Зельдовича, вначале Метагалактика была холодной, температура вещества составляла  $0^\circ \text{ K}$  и излучения совсем не было. В этом случае сейчас не должно быть остатков первичного излучения. В зависимости от того, будет наблюдаться сейчас такое излучение или нет (на радиоволнах сантиметрового диапазона), можно сделать вывод о состоянии вещества в начале расширения. На важность таких наблюдений обращено внимание в упомянутой работе советских астрофизиков, а также в работе американского астрофизика Дике. Этот вывод чрезвычайно важен и интересен. Выяснить, какая ги-

потеза верна, очень важно, так как от начального состояния зависит множество процессов, протекавших в те времена и определяющих во многом распространенность легких химических элементов во Вселенной. От «горячего» или «холодного» варианта начальных условий во многом зависят также процессы образования галактик, звезд, планет...

Летом 1965 г. было сообщено, что американские радиоастрономы наблюдали на длине волны  $7,5 \text{ см}$  излучение, которое было предсказано. Оно соответствует современной температуре первич-

ного излучения  $3,5^\circ \text{ K}$ . Напомним, что по «горячей» модели предсказывалась современная температура первичного излучения в пределах  $1 - 10^\circ \text{ K}$ . Таким образом, подтверждается вывод о том, что вещество в далеком прошлом (10 миллиардов лет назад) находилось в плотном состоянии и, кроме того, обладало высокой температурой. Если дальнейшие радионаблюдения подтвердят сделанное открытие, то ученые получат интереснейшие сведения о далекой эпохе, определившей современное состояние Метагалактики.

Рис. 2. Спектр излучения Метагалактики и первичное космическое излучение



# ГЕОМЕТРИЯ МИРА И ЭКСПЕРИМЕНТ

Я. А. СМОРОДИНСКИЙ,  
доктор физико-математических наук

Линии в спектрах большинства галактик сдвинуты в красную сторону. Оказалось, что величина красного смещения пропорциональна расстоянию от этих светящихся объектов до земного наблюдателя. Этот факт, полученный из наблюдений, свидетельствует о расширении Метагалактики, возможность которого теоретически была предсказана А. А. Фридманом за несколько лет до открытия Хаббла.

А. А. Фридман, внесший значительный вклад в развитие теории Эйнштейна, заметил, что если геометрия нашего мира не-евклидова, то нет никаких оснований считать ее неизменной во времени. Как показал Фридман, из уравнений Эйнштейна следует, что геометрические свойства пространства должны, вообще говоря, изменяться со временем.

Это открытие еще раз подчеркнуло, что вопрос о геометрических свойствах нашего мира, например вопрос о сумме углов треугольника, не есть только вопрос теории, и ответ на него не может быть выведен чисто умозрительно, а должен быть дан с помощью эксперимента. Об этом говорил еще Н. И. Лобачевский. Экспериментальная проверка геометрии может дать не только ответ на вопрос о величине суммы углов треугольника, но и выяснить возможность изменения со временем этой величины.

Когда мы наблюдаем очень далекие объекты, то видим не их нынешнее состояние, а то, которое имело место много-много лет тому назад. Чтобы узнать, насколько именно лет, мы таким

образом заглядываем в прошлое, достаточно расстояние до наблюдаемого объекта разделить на скорость света\*. Таким образом, исследуя далекие миры, мы видим не ту геометрию, которая есть сейчас на нашей Земле, а ту, которая была много лет назад.

Закон Хаббла не есть точный закон, он верен лишь до тех пор, пока мы можем ограничиваться линейным приближением. Как и всякий линейный закон, он, подобно закону Ома, справедлив лишь для малых величин. Поэтому, конечно, важно знать, что происходит на очень больших расстояниях, в какую сторону отклоняется закон Хаббла, ускоряется ли постепенно движение далеких галактик или, наоборот, оно замедляется с расстоянием. Это пока не совсем ясно. Не исключено, что периоды расширения сменяются периодами сжатия.

По-видимому, открытие радиоизлучения на волне 7,5 см дает важный аргумент в пользу того, что медленно расширяющаяся Метагалактика нечто большее, чем просто математическая формула, которая раньше была подтверждена законом Хаббла. Сейчас обнаруживаются более тонкие детали этого процесса, и мы должны к этому относиться более серьезно, чем до сих пор.

\* Если только это расстояние существенно меньше  $10^9$  световых лет. Для расстояний в миллиарды световых лет связь между возрастом и расстоянием более сложная.



Обсуждаются разные возможности исследования этого вопроса, но пока не очень ясно, будут ли получены в ближайшие годы данные, которые позволят выяснить знак кривизны нашего мира, т. е. определить, подобен ли наш мир шару, или это плоский или слегка «вогнутый» мир, подобный непрерывно расширяющемуся гиперболоиду. Пока лишь можно сказать, что наш мир обладает не очень большой кривизной, но знак ее мы не знаем.

В связи с судьбой расширяющегося мира, возникает вопрос, который сейчас, вероятно, следует отнести к ряду спекулятивных — слишком уж мало можно о нем сказать. Речь идет о судьбе нейтрино. В нашем мире, кроме квантов света, который мы видим и который приносит из необъятного галактического пространства львиную долю всей информации, существуют еще и частицы с массой, равной нулю.



Это нейтрино, которое обладает особенностью непрерывного потока и проявляет новые удивительные свойства. С нейтрино связано несколько проблем которые заставляют нас с нетерпением ожидать, когда появятся телескопы, их регистрирующие.

Прежде всего, само по себе интересно, сколько нейтрино есть во Вселенной. Нейтрино, подобно свету, также имеет красное смещение. И поэтому даже если в самом начале расширения наблюдаемой части Вселенной было очень много энергичных нейтрино, то в процессе эволюции их стало меньше, их энергия уменьшилась и они, по-видимому, на очень долгое время исчезли из той области, которую могут регистрировать наши приборы.

Однако объекты, которые ускользают от прямого наблюдения, тем не менее как-то должны проявляться. В частности, нейтрино, обладающие в сумме большой энергией, должны создавать поля тяготения.

Красивый факт: нейтрино чудовищно слабо взаимодействует, оно пронизывает всю Метагалактику насквозь, практически не столкнувшись ни с одним атомом, но, несмотря на это, создает гравитационное поле, взаимодействует с гравитационными силами Вселенной и, может быть,

играет существенную или даже решающую роль в организации геометрии нашего мира.

Так, если бы нам удалось узнать величину кривизны нашей Вселенной и оказалось бы, что она большая и положительная, а видимого излучения галактического и межгалактического вещества слишком мало для того, чтобы объяснить такую величину, может быть, это надо было бы отнести за счет нейтрино.

Известно, что нейтрино встречается в лаборатории в процессах двух сортов. Во-первых, при электронном бета-распаде вылетает частица, которую по историческим причинам называли антинейтрино и которая летает в пространстве, подобно правому нормальному ввинчивающемуся винту. Во-вторых, в позитронных распадах возникают нейтрино, которые летят в пространстве, ввинчиваясь подобно довольно редко встречаемому в лаборатории винту с левой нарезкой.

Кроме того, нейтрино встречается в распадах, связанных с излучением мю-мезона. Нам известен пи-мезон, который примерно через 0,02 микросекунды распадается на более легкие мю-мезон и нейтрино. Так что нейтрино появляется и в таком процессе.

Нейтрино, вылетающие в бета-

распаде и в распаде пионов, оказались различными. Это было выяснено многими способами, и в этом факте сейчас никто не сомневается. Нейтрино характеризуется направлением вращения и энергии. Можно написать: «направление вращения». Но это не винт, который можно покрасить краской, чтобы, скажем, выяснить, какое это нейтрино. Вращение и энергия... Что еще может быть у частицы, чтобы она «запомнила», когда она родилась? Каким образом эта информация записана на частице? А, может быть, нейтрино «не помнит», когда оно родилось? Может быть нейтрино, родившееся в недрах Солнца в позитронном распаде, превращается в другие на пути к Земле?

Трудно поверить, но нейтрино, которое непрерывно загадывало загадки с момента открытия его в 30-х годах, сейчас зарегистрировано в подземных лабораториях, где приборы были надежно защищены от малых радиоактивных источников. Это были нейтрино, пришедшие из космоса. Если удастся их подробно и надежно начать далеко идущему эксперименту. И тогда нейтрино, наверно, преподнесет нам не только ответы на старые вопросы, но загадает и новую загадку.

## РЕВОЛЮЦИЯ В АСТРОНОМИИ

Г. И. НААН,  
академик АН Эстонской ССР

В астрономии началась революция, которая по своим последствиям может оказаться равнозначной революции в физике, начавшейся на рубеже столетий. Мы должны быть готовы к новой

радикальной ломке наших основных физических представлений.

До совсем недавнего времени были общеприняты взгляды, согласно которым космические объекты — планеты, звезды,

звездные системы — формируются путем концентрации рассеянного вещества (газа, пыли). На наших глазах эти взгляды сменяются почти противоположными: наблюдаемые космические



объекты могут возникать в результате дифференциации, дробления, взрыва концентрированного вещества, проявляющего себя в виде различных суперисточников типа ядер галактик, квазаров, квазизвездных галактик.

Наиболее поражающей чертой суперисточников является, конечно, чудовищный выход энергии — в десятки или даже сотни раз больше, чем могли бы обеспечить термоядерные реакции. Если исключить столкновение вещества и антивещества, то единственным известным современной физике механизмом, который может (правда, тоже не без труда) обеспечить такой выход энергии, является механизм гравитационных взрывов (коллапс, антиколлапс).

В этих катастрофических процессах скорости вещества близки к скорости света, а гравитационные поля фантастически велики. Поэтому здесь становятся не просто существенными, а определяющими эффекты, предсказываемые общей теорией относительности Эйнштейна, прежде

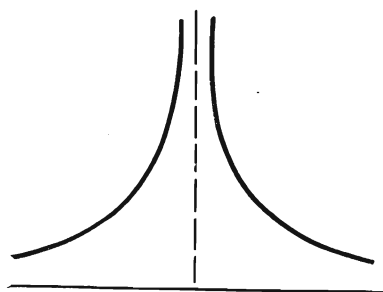
всего — искривление пространства-времени. Но это еще полбеда, вся беда в том, что кривизна не просто велика, она здесь может быть сколь угодно велика (бесконечна). А что такое бесконечная кривизна, этого мы не знаем.

Или, несколькими словами, общая теория относительности в современной форме есть теория метрических свойств пространства-времени. Она исходит из того, что гравитационное поле изменяет эти свойства, но не в такой мере, чтобы изменить и более глубокие — топологические — свойства пространственно-временного каркаса. Но когда кривизна пространства стремится к бесконечности, за это, очевидно, поручиться нельзя. Действительно, топологические свойства сохраняются там, где сохраняется непрерывность, обращение же чего-либо в бесконечность есть, как правило, разрушение непрерывности (рис. 1). Нельзя поэтому априори утверждать, что такие топологические инварианты, как размерность пространства-времени (число его

измерений, которое во всех некатастрофических ситуациях, встречающихся до сих пор, считается бесспорно равным  $3 + 1$ ), связность (свойство пространства состоять, грубо говоря, из одного или большего числа кусков), ориентированность (возможность, очень грубо говоря, проводить повсюду одинаковое различие между «вперед» и «назад») действительно являются инвариантами, т. е. действительно сохраняются в ходе гравитационной катастрофы.

Обычно в общей теории относительности предполагается даже большее (и это предположение во всех ситуациях, с которыми мы имели дело до самого последнего времени, было вполне оправданным): сохраняются не только топологические свойства, но и свойства, которые являются, если угодно, промежуточными между топологическими и метрическими и связаны с тем, что физическое пространство-время есть не просто четырехмерное, а  $(3 + 1)$ -мерное математическое пространство. Известный специалист по общей теории относительности Дж. Синг формулирует этот символ веры так: «Разница между прошедшим и будущим, а также между временноподобным, изотропным и пространственноподобным всегда остается». Так вот, за это можно поручиться еще меньше, чем за сохранение топологических инвариантов.

Рис. 1



Ценой сильного огрубления действительного положения вещей многое из сказанного можно сделать довольно наглядным. Отбросим два пространственных направления пространства-времени и сохраним вертикальное направление в качестве временного, а горизонтальное — в качестве пространственного. Тогда двумерной моделью куса дорелятивистского (ньютоновского) мира явится просто кусок плоскости (рис. 2). Стрелками указано направление от прошлого к буду-

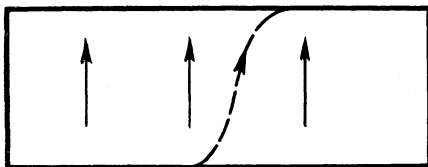
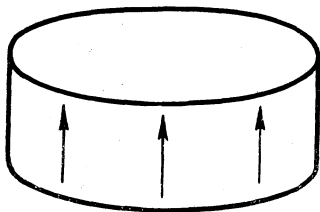


Рис. 2

щему, которое наблюдатель устанавливает, например, по возрастанию энтропии в его лаборатории. История любой частицы представляется некой кривой — пространственно-временной траекторией (мировой линией) частицы. Но мир не обязан быть столь простым. Общая теория относительности допускает и такую возможность, что в каких-то направлениях (например, пространственных) мир искривлен и замкнут. В частности, модель куса «цилиндрического мира Эйнштейна» мы получим, просто свернув

Рис. 3



нашу полоску (кусок плоскости) в кольцо (рис. 3). Оказывается, однако, что и это представление является чрезмерно упрощенным: как минимум, нужно допустить изменение всех расстояний с временем, т. е. расширение мира (модели Фридмана). Не исключено, что и время тоже искривлено. Для экономии места обе возможности формально совмещены на рис. 4. Дальше этого мы пока не шли. Но гравитационные взрывы рождают подозрение, что природа может быть еще изобретательнее, еще изощреннее. Условно такую возможность можно передать, например, с помощью следующей модели. Возьмем полоску (рис. 2), но склеим ее не в обычное кольцо (рис. 3), а до склеивания повернем один конец на пол-оборота (рис. 5). Полученная поверхность называется листом Мёбиуса. Закрученность («твист») изменяет топологические свойства поверхности. В результате многое оказывается необычным. В частности, наблюдатель, совершивший кругосветное путешествие, при возвращении обнаружил бы, что время потекло вспять (или энтропия начала уменьшаться), а причинно-следственные связи явлений вывернуты наизнанку!

Пока мы очень далеки от понимания того, какие здесь действуют общие закономерности. Одно из возможных толкований сокровенного смысла вещей таково: если гравитационное поле достаточно сильно, то обязательно возникает пространственно-временной твист; если же имеется твист, то обязательно имеются также временные и причинные аномалии. Но это не обязательно приводит к какой-нибудь «чертовщине». Похоже, что твист устанавливает также некое «правило одностороннего уличного движения». Например, при гравитационных взрывах действует правило, согласно которому воз-

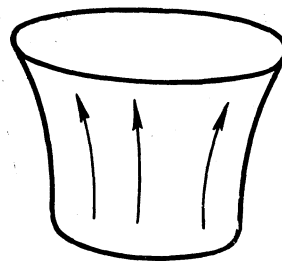
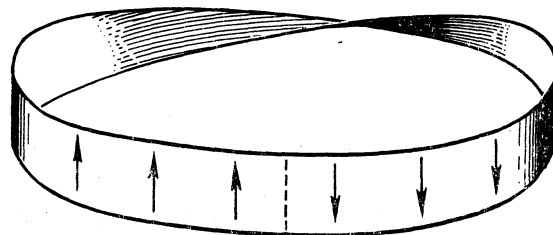


Рис. 4

можно движение только к центру или только от центра. В катастрофическую область пространства-времени можно только войти, из отсюда нельзя выйти. Все, что туда попало, за конечное время сжимается в точку. Можно и наоборот — только выйти из этой области (если взрыв начался с точки или, во всяком случае, с некоего сверхплотного состояния). Такие катастрофы предотвращают возможность кругосветного путешествия и, следовательно, возможность обнаружения попятного течения времени и причинных аномалий (локально все обстоит, как обычно!).

Благопристойность покупается ценой катастрофы. Мировые линии обрываются, ни они, ни само пространство-время не могут быть продолжены за определенный предел. Начиная с этой границы, естественно, нельзя говорить и о соблюдении законов сохранения.

Рис. 5



С крушением «абсолютных» законов сохранения мы уже сталкивались. В истории физики для их спасения приходилось вводить предположение о существовании неуловимых для экспериментальной техники того времени форм материи (нейтрино) или рассматривать соответствующий закон (сохранения четности) как аспект более общего закона. Сейчас мы психологически подготовлены к тому, что, возможно, абсолютных законов сохранения вообще не существует, что любой «абсолютный» закон в известной

нам форме абсолютен только для определенного круга явлений.

Но если, например, закон сохранения барионов в катастрофических процессах нарушается, то возникает вопрос: что происходит с барионами после их «исчезновения»? Должны ли мы вновь допустить возможность существования форм вещества или пространства-времени, которые пока столь же трудно уловимы, как нейтрино, снежный человек или секретный агент 007? Ситуация столь сложна и необычна,

что мы можем допустить многое, но более важный вопрос состоит в том, что мы должны допустить. Этот-то вопрос и не имеет пока ответа, ибо революция только началась.

Может, конечно, случиться и так, что в конце концов все удастся объяснить существующими теориями. Но более правдоподобно, что суперисточники, например, являются не только объектом приложения старых знаний, но и стимулом и источником принципиально новых знаний, представлений, понятий.



## ИНФРАКРАСНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В результате многолетней работы Г. Инграо создал на Гарвардской обсерватории аппарат для точных измерений инфракрасного излучения лунной поверхности с целью определения ее температуры. Вблизи середины лунного диска размеры измеряемой площадки составляют  $12 \times 12$  км, причем ее положение на Луне определяется с точностью до 2 км. Относительные температуры в подсолнечной области измеряются с точностью  $\pm 1^\circ \text{K}$ , а абсолютные температуры — с точностью  $\pm 9^\circ \text{K}$ . Ведутся наблюдения изменений температуры в течение лунации и во время лунных затмений.

В 1964 г. с помощью этой аппаратуры были проведены наблюдения во время лунных затмений 24—25 июня и 18—19 декабря. Для наблюдений первого затмения аппаратура была установлена в ньютоновском фокусе 74-дюймового рефлектора Радклифской обсерватории, а для наблюдений второго — на 61-дюймовом рефлекторе станции Агасиз Гарвардской обсерватории.

Результаты наблюдений сравнивались с расчетами для разных моделей наружного слоя Луны: однородной и двухслойной, с теплоемкостью и теплопроводностью, не зависящими от температуры, либо зависящими линейно, а также с моделью, в которой учитывалась радиативная теплопроводность. Оказалось, что затменные наблюдения в пределах их точности согласуются с весьма различными моделями поверхностного слоя. Для выявления истинной, или, вернее, наилучшей, модели необходимо сочетать наблюдения инфракрасного излучения, характеризующего температуру самой поверхности, с радионаблюдениями в миллиметровом диапазоне, характеризующими температуру на глубине нескольких сантиметров.

Б. Ю. ЛЕВИН,

*доктор физико-математических наук*

## ПЕРЕМЕННОСТЬ БЛЕСКА КВАЗАРА ЗС 273

Оптическая переменность излучения квазаров — одно из важнейших свойств, тесно связанное с процессами, протекающими в ядрах квазизвездных радиоисточников.

При рассмотрении кривой блеска наиболее изученного источника ЗС 273 уверенно обнаруживаются три составляющие изменения блеска: хаотические колебания (примерно на 60%) длительностью от недели до

месяца, регулярные (циклические) вариации блеска с изменением на 30% по амплитуде и характерным временем 10 лет, медленное вековое уменьшение светового потока, примерно на 30% за столетие. Л. М. Озерной и В. Е. Чертопруд выполнили статистический анализ десятилетних вариаций блеска. Результаты анализа приведены в статье этих авторов, опубликованной в «Астрономическом журнале» (43, вып. 1, 1966 г.).

Центральная область квазара, его ядро, дающее существенную часть (если не 100%) меняющегося со временем непрерывного спектра, представляет наиболее загадочную и выделяет квазар как особый космический объект. Поэтому вопрос о природе квазаров в значительной мере есть вопрос о природе их ядер. Что же происходит в недрах квазаров? Может быть, квазары состоят из множества близко расположенных объектов, при столкновении которых выделяется большая энергия? Может быть, длиннопериодические вариации блеска квазаров вызваны вращением ядра? Может быть, переменность блеска объясняется пульсациями или иными колебаниями ядер квазаров? Пока трудно ответить на эти вопросы, хотя, по-видимому, осцилляционная модель, в которой ядро поддерживается в равновесии с помощью магнитного поля, как будто наиболее естественно объясняет переменность квазизвездного объекта.

В ноябре 1965 г. Советский Союз посетил видный американский ученый доктор Джордж Хербиг — президент Комиссии по переменным звездам Международного астрономического союза, много лет занимающийся проблемой рождения звезд. К этой проблеме Хербиг подходит с позиций наблюдательной астрономии, беря от теории лишь руководящую идею — в данном случае идею чрезвычайно быстрого развития только что сформировавшейся из диффузной материи звезды, находящейся в состоянии сильного перемешивания (конвекции).

Здесь с любезного разрешения автора печатается один из его докладов, прочитанных в ГАИШе. При переводе были опущены некоторые подробности, доступные только специалистам. Полный текст доклада будет опубликован в «*Vistas in Astronomy* vol. 8, посвященном симпозиуму Международного астрономического союза по диаграмме Герцшпрунга — Рассела.

## FU ОРИОНА—ЗВЕЗДА В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Д.Ж. ХЕРБИГ

В основу современной теории гравитационного сжатия звезды средней массы положены следующие предположения: звезда начинает развитие с относительно короткой стадии высокой светимости, затем, очень быстро сжимаясь (коллапсируя), она почти скачкообразно проходит через последовательность динамически неустойчивых состояний. Дальнейшая эволюция идет почти вертикально на диаграмме ( $M_{\text{bol}}$ ,  $\log T_{\text{e}}$ )\*.

В этой статье я рассматриваю возможность прямого обнаружения звезды в начале вертикальной ветви ее конвективного трека и, в частности, возможность идентифицировать с этим вспышку в 1936 г. замечательного объекта FU Ориона.

Еще ранее В. А. Амбарцумян (1954 г.), П. Н. Холопов (1954 г.) и Дж. Хербиг (1962 г.) высказывали мнение, что этот объект — пример реальной связи звезды и межзвездного вещества.

### ВСПЫШКА FU ОРИОНА В 1936 г.

Звезда  $\lambda$  Ориона (спектральный класс O7) находится почти в центре большой области ионизованного водорода (H II), имеющей радиус около  $3^\circ$  (примерно 25 пс) (рис. 1). Эмиссионная туманность окружена дугой, охватывающей больше  $180^\circ$  и простирающейся с северо-запада через север к юго-

востоку. Это полоса сильного межзвездного поглощения, которая, возможно, представляет собой остаток первоначального облака, куда ионизирующее излучение  $\lambda$  Ориона еще не проникло. В северо-западном углу области H II (верхнем правом на рис. 1) поглощение особенно сильно, и в этом секторе имеется много звезд типа Т Тельца и сходных объектов, причем наиболее яркими из них являются хорошо известные переменные CO, GW и НК Ориона. Около восточного края области H II расположена вытянутая темная туманность В 35, западный край которой ограничивается тонким эмиссионным ободком, обращенным к  $\lambda$  Ориона. При большой экспозиции затемненная область оказывается покрытой слабой светлой туманностью. Некоторое количество слабых звезд с эмиссией в линии водорода  $H_{\alpha}$  было найдено Аро, Мановой и другими в северо-западном квадранте области H II и, по крайней мере, некоторые из этих звезд относятся к типу Т Тельца и являются членами ассоциации  $\lambda$  Ориона. Около 15 звезд с эмиссией в  $H_{\alpha}$  с переменным блеском открыл Г. А. Мановой (1954, 1960 гг.) в непосредственной близости к В 35. Большинство из них находятся вне области сильного поглощения В 35, преимущественно в направлении центра области H II. Пять звезд с эмиссией в  $H_{\alpha}$ , открытых Мановой, наблюдались спектроскопически на Ликской обсерватории и три из них, несомненно, являются звездами типа Т Тельца. Именно в этой об-

\* См. П. Ф. ЧУГАЙНОВ. Самые молодые звезды. «Земля и Вселенная», № 6, 1965, стр. 14.

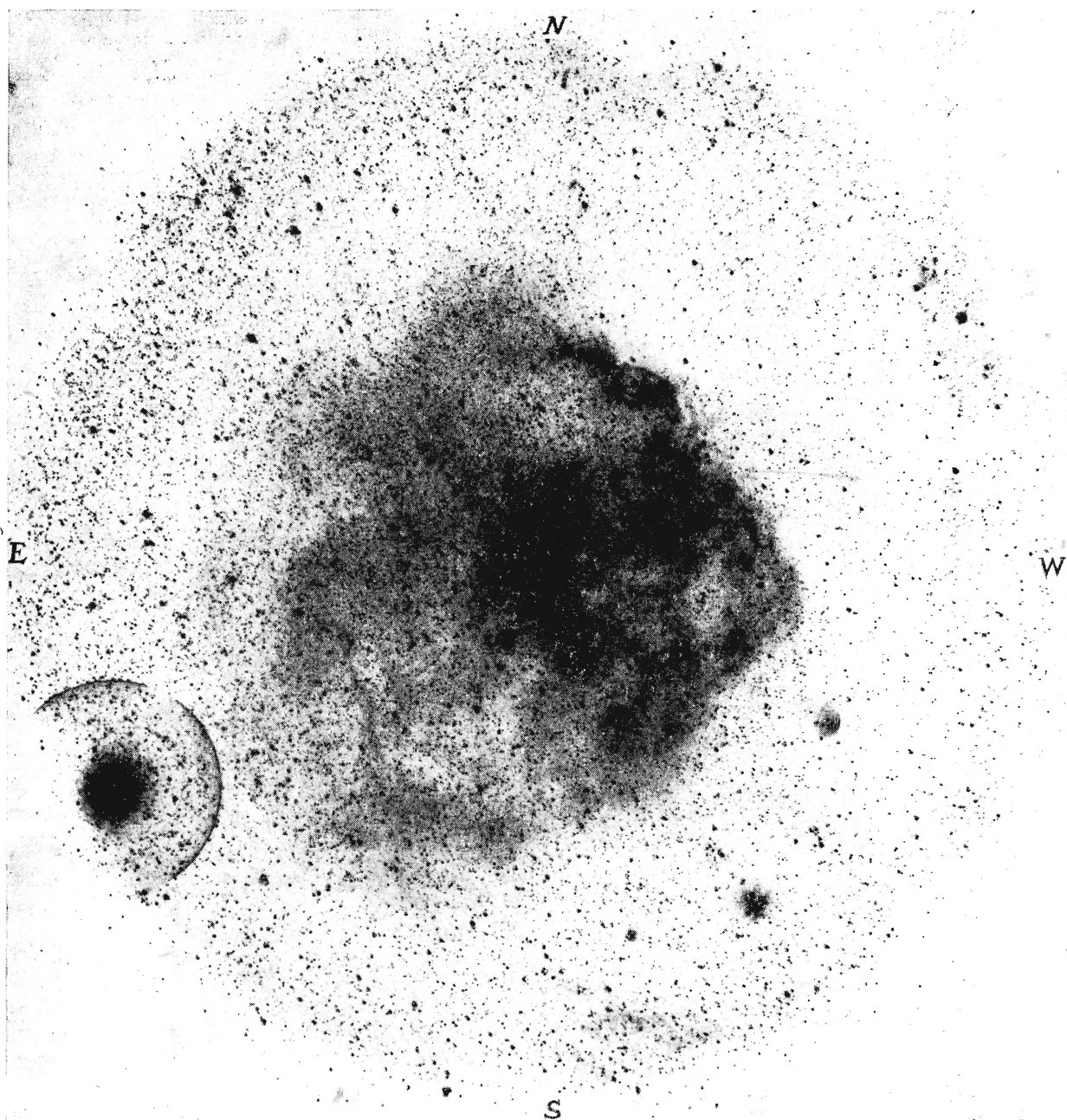


Рис. 1. Область Н II около  $\lambda$  Ориона, сфотографированная в линии  $H_{\alpha}$  на обсерватории Мак Дональд с 8-дюймовой камерой Шмидта 1:1.  $\lambda$  Ориона в центре эмиссионной туманности. Негатив. Яркая дуга туманности на западном краю В 35 расположена на 38 мм левее и 13 мм ниже  $\lambda$  Ориона. Размеры показанной области около  $8^{\circ} \times 10^{\circ}$ ; север — вверху, восток — слева

ласти в районе сильного поглощения В 35 появилась FU Ориона.

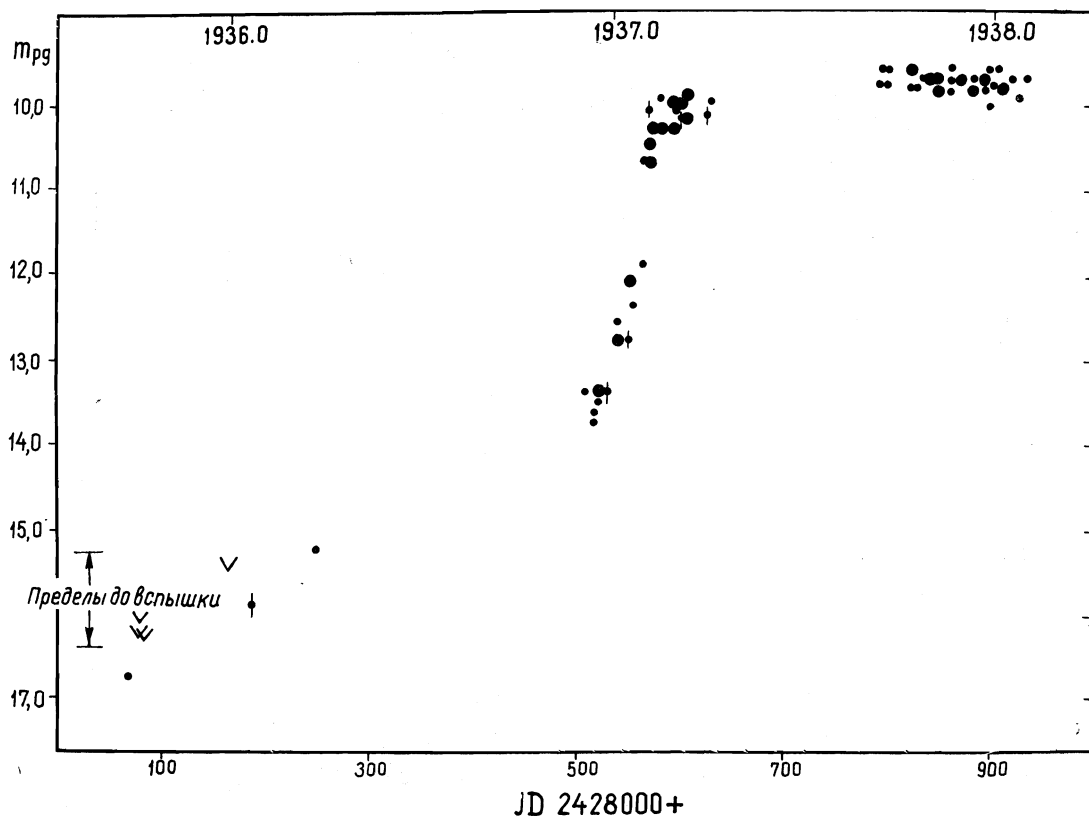
До 1936 г., согласно данным Хофлейт, изучавшей гарвардские пластинки, FU Ориона была, по-видимому, переменной звездой с фотографической звездной величиной

15<sup>m</sup>,3 — 16<sup>m</sup>,4. Позднее, в 1936 г., ее блеск внезапно возрос до 10<sup>m</sup>,1, а в 1937 г. достиг 9<sup>m</sup>,7. Кривая блеска, содержащая все опубликованные наблюдения между серединой 1935 г. и серединой 1938 г., показана на рис. 2. Полное время возрастания блеска не известно, так как звезда не наблюдалась в конце 1936 г. Гарвардские наблюдения ясно показывают, что увеличение блеска от 13<sup>m</sup>,7 до 10<sup>m</sup>,1 произошло за 60 дней, и тогда полное увеличение блеска от 16-ой звездной величины занимает 120 дней (если допустить постоянную скорость возрастания блеска). Последующие наблюдения Вахмана (1954 г.) и Вебера (1956 г.) показывают медленное уменьшение блеска до 10<sup>m</sup>,5 в 1956 г., но фотоэлектрические наблюдения 1961 г. (любезно проведенные

для меня доктором Смаком) дают среднюю звездную величину 10<sup>m</sup>,3, приблизительно редуцированную на шкалу Вахмана. Следовательно, хотя звезда сейчас определенно слабее, чем она была в 1937—1947 гг., нельзя утверждать, что наблюдается прогрессивное уменьшение блеска.

В сообщении об открытии FU Ориона Вахман отметил, что в то время около звезды наблюдался маленький веерообразный участок эмиссионной туманности, которая не существовала в минимуме блеска. Отсутствие этой маленькой отражательной туманности до вспышки было подтверждено другими наблюдателями, но из опубликованных данных нельзя установить, как быстро после вспышки звезды появилась туманность. Туманность (на вклейке) в виде короткого яркого сгустка простирается на 0',5 к юго-востоку от FU Ориона, слабые крылья ее тянутся на 3' к юго-западу и примерно на 5' к юго-востоку. Без сомнения FU Ориона и В 35 находятся от нас на расстоянии ассоциации  $\lambda$  Ориона (около 500 пс). Поэтому свет от

Рис. 2. Фотографическая кривая блеска FU Ориона во время вспышки; наблюдения почти исключительно мисс Хофлейт [1939 г.]. Более надежные наблюдения — точки большего размера



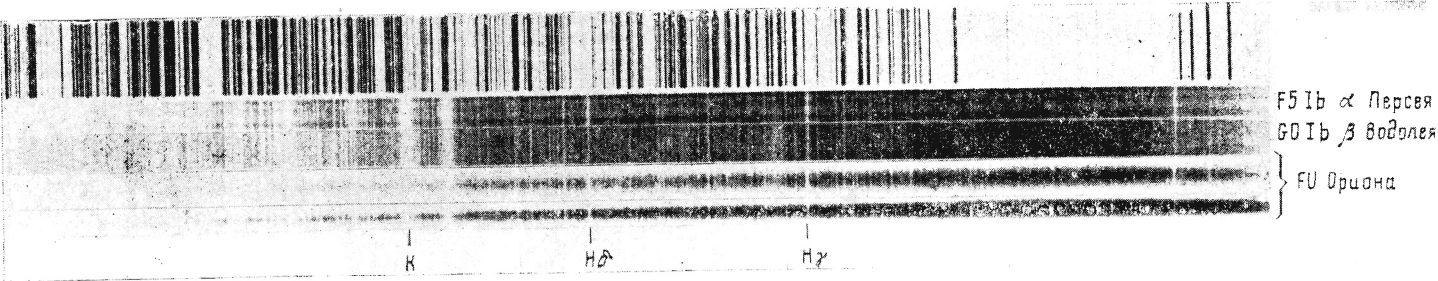


Рис. 3. Спектр FU Ориона при средней дисперсии и спектры сравнения двух нормальных сверхгигантов. Такой вид спектра объясняется наложением спектра оболочки на так называемый «F-спектр». Видна резкая, расположенная у длинноволнового края эмиссионная компонента K-линии ионизованного кальция. Верхний спектр FU Ориона получен 20 декабря 1948 г., нижний — 22 декабря 1948 г., оба с помощью 82-дюймового рефлектора обсерватории Мак Дональд. Дисперсия — 40 Å/мм.

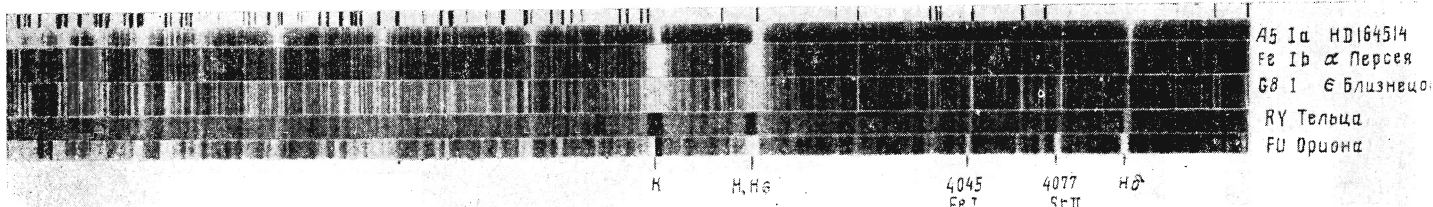
FU Ориона распространяется в тангенциальной плоскости со скоростью 2',1 в год. Наиболее раняя из опубликованных — крупномасштабная фотография туманности (Дикфос, 1939 г.), полученная спустя 2,1 года после начального возрастания блеска FU Ориона, показывает туманность точно такой, как она видна на современных фотографиях, сделанных в том же масштабе и с той же экспозицией. В частности, на репродукции Дикфоса видно, что в это время яркая туманность простиралась по меньшей мере до 2',5 от звезды. Эта величина находится в пределах ожидаемого радиуса туманности за прошедшее время. Интересно бы знать, не может ли детальное изучение более ранних фотографий подтвердить развитие яркой туманности и, в особенности, нельзя ли показать, что освещение пылевой материи «включилось» в тот же момент, когда вспыхнула FU Ориона.

### СПЕКТР FU ОРИОНА

Спектр FU Ориона при средней дисперсии 40—80 Å/мм (рис. 3) напоминает спектр сверхгиганта класса G, но с необычно сильными линиями поглощения водорода. Это впервые было отмечено Велльманом (1951 г.). Однако детальное исследование показывает, что, если даже отвлечься от линий водорода, спектр не соответствует спектру нормальной звезды. Сложность его заметна лишь при высокой дисперсии на пластинках, получаемых в фокусе куде. Спектры, приведенные на рис. 4 и 5, получены на 120-дюймовом телескопе, в фокусе куде с дисперсией 16 Å/мм в 1962 и 1963 гг. (Ликская обсерватория). Спектрограмма в фокусе куде с дисперсией 10 Å/мм, сделанная мной в 1951 г. на 100-дюймовом рефлекторе обсерватории Маунт Вилсон, очень похожа на спектрограммы 1962—1963 гг.

Особенности спектра FU Ориона, заметные при низкой дисперсии, обусловлены тем, что в действительности имеется два

Рис. 4. Спектр FU Ориона (внизу), звезды типа T Тельца (RY Тельца), когда эмиссионный спектр совсем ослаб, и трех нормальных сверхгигантов в области 3670—4140 Å. В спектре FU Ориона указаны длины волн линий, которые ясно разделяются на компоненты, принадлежащие оболочке и «F-звезде». Дисперсия 16 Å/мм, спектрограф в фокусе куде 120-дюймового телескопа Ликской обсерватории





отчетливых спектра: серия из несколько размытых линий, которая может соответствовать (за исключением некоторых деталей) звезде раннего подкласса F высокой светимости; другая серия линий смещена в коротковолновую область спектра на величину, соответствующую скорости приближения примерно 80 км/сек. Эти смещенные компоненты, принадлежащие оболочке, очень сильны у водородных линий и линий нейтральных и ионизованных металлов, имеющих низкий потенциал возбуждения, очень интенсивны у нейтрального и ионизованного кальция (Ca I; Ca II), нейтральных натрия (Na I) и хрома (Cr I), ионизованных стронция (Sr II), титана (Ti II) и скандия

по-видимому, слишком слабы для этого класса. Средняя лучевая скорость этого спектра, измеренная в фотографической области (по 17 довольно хорошо разделенным линиям) составляет + 33 км/сек. В красно-желтой области, где все линии, за исключением линии водорода  $H_{\alpha}$ , нейтрального натрия (Na I), и, возможно, ионизованного бария (Ba II), принадлежат преимущественно F-спектру, средняя лучевая скорость по двум спектрограммам, полученным в фокусе куде, равна + 28 и + 30 км/сек. Скорость оболочки, измеренная по тем же трем пластинкам, составляет соответственно —46, —55 и —50 км/сек.

Интересно, насколько постоянны спек-

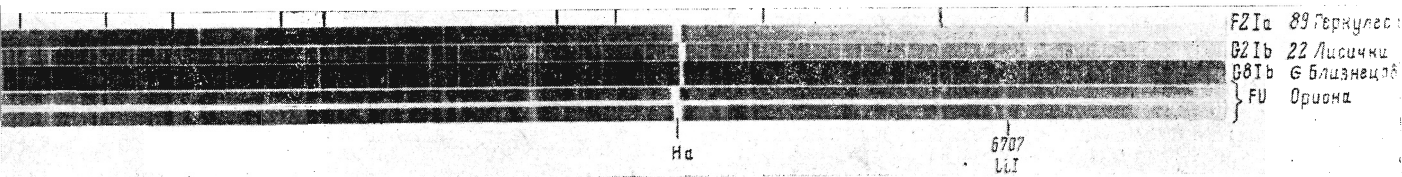


Рис. 5. Спектр FU Ориона в области 6215—6800 Å. Отметим изменение структуры линии водорода  $H_{\alpha}$  у FU Ориона между двумя снимками

(Sc II). Компоненты оболочки заметны у линий нейтрального железа (Fe I) низкого возбуждения, но не видны у линий высокого возбуждения. Необычно сильные бальмеровские линии — результат наложения линий обоих спектров. Линии некоторых нейтральных металлов (алюминия  $\lambda$  3944, 3961, хрома  $\lambda$  4254, 4274, натрия  $\lambda$  5889, 5895) очень сильны в оболочке и слабы в звездном спектре. Таким образом возникает необычный вид составного спектра. Так как невозможно измерить отдельно линии обеих компонент, лучевые скорости сильно изменяются от линии к линии, в зависимости от относительной доли каждой компоненты.

Спектр с наименьшим смещением, насколько его можно разглядеть за особенностями спектра оболочки, напоминает звезду F0—F5 высокой светимости. Ему можно условно приписать класс F2p I—II, причем особенность (p) обусловлена тем, что линии нейтральных хрома и алюминия,

трагические особенности FU Ориона. С интервалом через год были сняты в фокусе куде две пластинки в красно-желтой области спектра. Единственное изменение, которое было отмечено, — это почти полное исчезновение слабой эмиссионной каймы с длинноволновой стороны ядра линии поглощения водорода  $H_{\alpha}$ , которая имела на более ранней спектрограмме. Что касается более длительного интервала времени, то по имеющимся данным, по-видимому, нет скольких-нибудь отчетливых изменений в характере спектра поглощения FU Ориона после 1945 г., а возможно, даже и после 1939 г.

Однако за это время произошло заметное изменение интенсивности длинноволновой эмиссионной компоненты K-линии ионизованного кальция. Было ли это изменение непрерывным или нет — не установлено. Эта эмиссионная линия впервые наблюдалась на спектрограмме 1948 г., полученной на обсерватории Мак Дональд с дисперсией 40 Å/мм, и затем на пластинке, сделанной в фокусе куде в 1951 г. на Маунт Вилсон. На ликских спектрограммах (36-дюймовый рефрактор) она впервые была ясно видна в октябре 1955 г. и затем все спектрограм-

мы получались на этом инструменте с одинаковой экспозицией. Эмиссия в линии К очень сильна на спектрограмме, полученной в фокусе куде в 1963 г. (рис. 4); значительно слабее это явление выражено у линии Н ионизованного кальция. Частичное заполнение линии К эмиссией, вероятно, является причиной того, что в 1958—1960 гг. Р. А. Бартая (Абастуманская обсерватория) наблюдала у FU Ориона линию поглощения К более слабую, чем линию Н.

Некоторые особенности спектра показывают, что область оболочки расположена выше слоя, излучающего линию К, и что источник F-спектра располагается ниже.

Интересной особенностью спектра FU Ориона является присутствие довольно интенсивной линии лития с длиной волны  $6707 \text{ \AA}$  (рис. 5). Эта линия у FU Ориона впервые наблюдалась в 1959 г. на спектрограмме, полученной с дифракционным спектрографом 36-дюймового рефрактора при дисперсии  $88 \text{ \AA/мм}$ .

Прямые измерения двух пластинок с дисперсией  $16 \text{ \AA/мм}$ , полученных со спектрографом, установленным в фокусе куде 120-дюймового телескопа, показывают, что линия  $6707 \text{ \AA}$  смещена и это смещение соответствует F-спектру. Нет никаких следов линии  $6707 \text{ \AA}$  в оболочке. Подобное явление наблюдалось также у звезды Т Тельца, что отмечали Бонзак и Гринштейн (1960 г.). Чтобы определить содержание лития в FU Ориона, провели анализ химического состава звезды по отношению к Солнцу в красно-желтой области спектра, где взаимное наложение линий значительно меньше, чем в сине-фиолетовой области.

Отношение  $\text{Li}/\text{Ca}$  в FU Ориона оказалось примерно в 80 раз больше, чем на Солнце. Лишь звезды типа Т Тельца имеют избыток лития такой величины. Согласно Бонзаку и Гринштейну отношение  $\text{Li}/\text{Ca}$  для них составляет от 50 до 400 солнечного значения. Следствия этого результата кратко обсуждаются в последнем разделе. Большая часть расширения линий в спектре обусловлена макротурбуленцией — хаотическими движениями больших масс газа в атмосфере или осевым вращением, как и у звезд типа Т Тельца. Если ширину линий F-спектра в красно-желтой области интерпретировать как следствие осевого вращения, то проекция вращательной скорости на экваторе звезд равна  $50 \text{ км/сек}$ .

## СВЕТИМОСТЬ, РАДИУС, ЛУЧЕВАЯ СКОРОСТЬ FU ОРИОНА

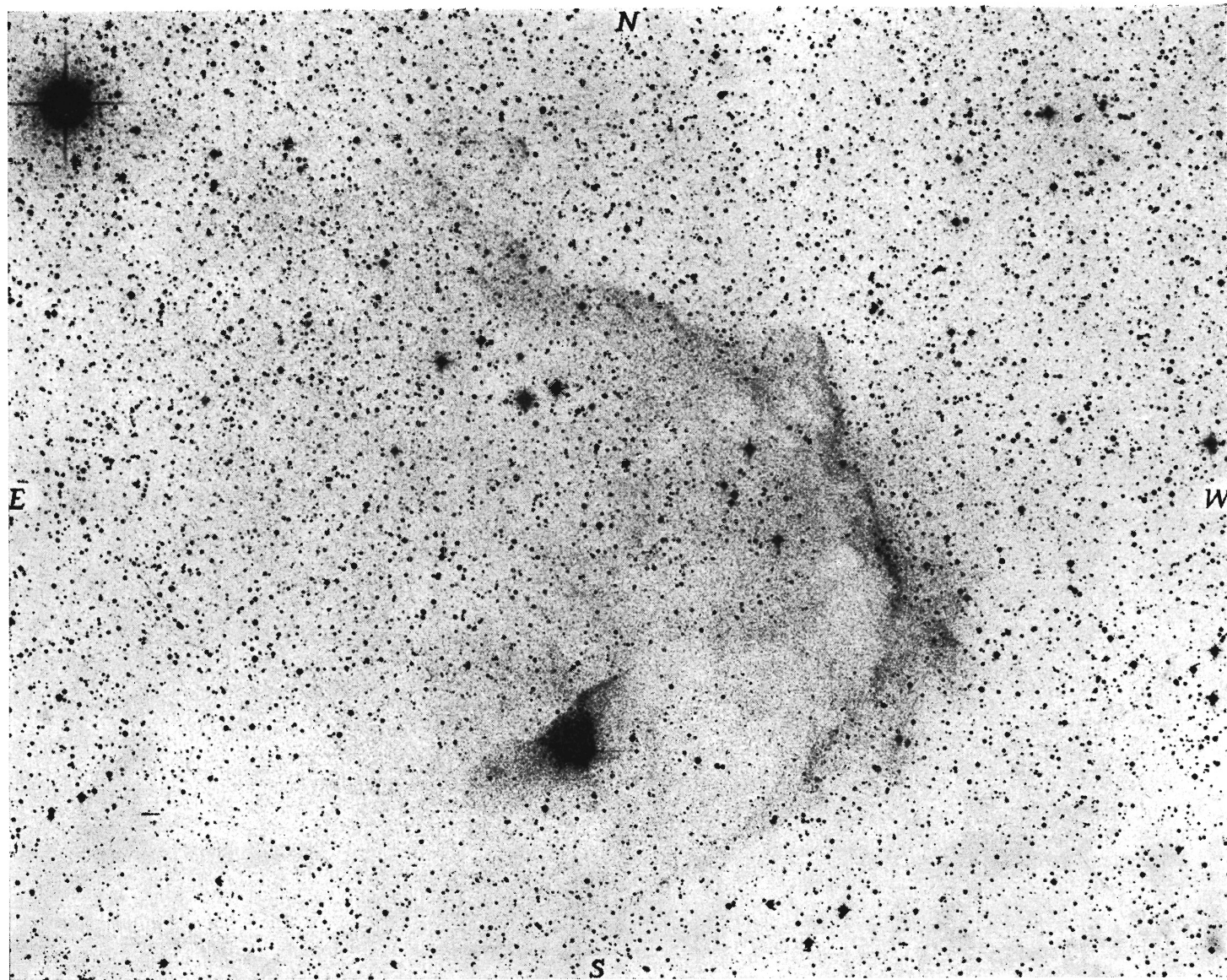
Если бы FU Ориона была звездой высокой светимости спектрального класса F2, то наблюдаемые цвета в системе UBV\* можно было бы формально представить как результат межзвездного покраснения. Фотоэлектрические наблюдения Смака, проведенные в течение пяти ночей в ноябре — декабре 1961 г. на Ликской обсерватории, дают средние значения:

$$V = 8,89, \quad B - V = +1,38, \quad U - B = +0,96$$

Соответствующая точка на диаграмме (U — B, B — V) лежит очень близко от линии покраснения со стандартным наклоном, проходящей через точку  $(B - V)_0 = 0,35$ ,  $(U - B)_0 = +0,32$ , что как раз и соответствует, согласно Арпу, звезде F2 I, не отягощенной поглощением света. Итак, для FU Ориона получается избыток цвета  $E_{B-V} = +1,03$ ,  $V_0 = 5,8$  и абсолютная звездная величина (визуальная)  $-2^m,7$ , что непосредственно ведет к  $R/R_\odot = 23$  и  $L/L_\odot = 10^3$ . Радиус, вычисленный таким образом, почти не зависит от принятого спектрального класса, если допустить его в пределах F — G, но светимость со спектральным классом уменьшается, так что  $L/L_\odot = 2 \cdot 10^2$ , если звезде приписать класс G 4. Однако имеются причины до некоторой степени сомневаться в этих результатах. В частности, для FU Ориона следует, вероятно, принять более поздний спектральный класс, чем F2 и меньшую величину избытка цвета  $E_{B-V}$ . Абсолютная звездная величина (визуальная) в максимуме блеска от  $-1^m$  до  $-2^m$  и  $R/R_\odot$  от 20 до 25 являются сейчас наиболее приемлемыми.

Как уже упоминалось, F-спектр FU Ориона показывает среднюю лучевую скорость около  $+30 \text{ км/сек}$ , причем нет указаний на изменение ее в течение года наблюдений. Звезда определенно связана с В 35, однако лучевая скорость темной туманности неизвестна. Но В 35, по-видимому, является частью комплекса  $\lambda$  Ориона. Курте по линии водорода  $H_\alpha$  измерил лучевую скорость в 60 точках области Н II  $\lambda$  Ориона; он дает

\* UBV — международная фотометрическая система звездных величин, дающая измерения блеска звезд в трех областях спектра: в желтой (V), синей (B) и ультрафиолетовой (U). [Ред.]



Отражательная туманность вокруг FU Ориона. Негатив получен на 120-дюймовом рефлекторе Ликской обсерватории 23 ноября 1960 г. Масштаб снимка 12"/мм [север — вверху, восток — слева]

$6,4 \cdot 10^{10}$

$3 \cdot 10^6$

$10^5$

$10^4$

$\frac{\text{ЭРГ}}{\text{СМ}^2 \text{СЕК}}$



$6,6 \cdot 10^{10}$

$10^7$

$10^6$

$10^5$

$\frac{\text{ЭРГ}}{\text{СМ}^2 \text{СЕК}}$

Рисунок активной области на Солнце (к статье М. А. Лившица, стр. 40)

среднюю скорость + 31,2 км/сек. По-видимому, В 35 и любые звезды, в ней образующиеся (поскольку внутренние движения в этом облаке малы), должны иметь лучевую скорость около + 31 км/сек. Это значение лишь на 1 км/сек отличается от действительно наблюдаемой скорости FU Ориона. Такое слишком хорошее согласие должно быть случайным, так как ошибка в определении средней скорости FU Ориона может достигать 2—3 км/сек. Тем не менее это согласие подкрепляет предположение о существовании органической связи между звездой и окружающим ее межзвездным веществом. Желательно измерить лучевую скорость В 35 по эмиссионным линиям ионизированной области на ее западном краю.

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ FU ОРИОНА

Интерпретация FU Ориона, развитая Вахманом, состоит в том, что вспышка в 1936 г. представляла собой появление звезды из очень резко очерченной глобулы\* внутри В 35. Это объяснение требует некоторых особенных геометрических обстоятельств.

Рассмотрим сначала возможность выхода FU Ориона в направлении наблюдателя с ближайшей стороны глобулы. Факт, что звезда была видна за много лет до вспышки, означает, что в 1936 г. она должна была пройти через очень плотную и очень тонкую пылевую завесу, но не облако. Толщина завесы (порядка  $10^7$  км) получается из требования, чтобы звезда радиусом  $R = 20 R_{\odot}$  с относительной скоростью несколько километров в секунду прошла всю завесу за время порядка сотни дней. При такой толщине завеса должна иметь совершенно исключительную плотность — около  $5 \cdot 10^9$  атомов водорода в  $1 \text{ см}^3$ . Мы не имеем прямых данных о существовании таких сверхплотных «завес» внутри темных туманностей, но не доказано, что они не существуют вовсе (если бы они были везде, то темные туманности были бы полностью непрозрачны, а этого нет на самом деле).

Однако гипотетическое движение FU Ориона наружу с ближайшей стороны этой

завесы не могло бы происходить исключительно по лучу зрения, потому что тогда звезда после выхода сохраняла бы свой блеск постоянным или становилась бы ярче, а фактически она уменьшилась в блеске на 0,5 звездных величины после максимума в 1937—1938 г. Единственный выход из этого положения — допустить значительное движение перпендикулярно лучу зрения, во время которого звезда последовательно скрывалась бы за более тонкий передний фон поглощающего вещества.

Хотя вся эта картина в сильной степени умозрительна, в ней нет ничего явно невозможного. Главное возражение следующее: почему звезда, изменение блеска которой объясняется с помощью чистой геометрии, оказалась звездой с необычным спектром и почему движение звезды относительно непрозрачной завесы сопровождается прогрессивным увеличением интенсивности эмиссионных линий ионизованного кальция в ее спектре? Захват межзвездного вещества нельзя признать удовлетворительным объяснением, так как время пребывания в сверхплотной завесе слишком мало и, кроме того, направление смещения линий оболочки показывает, что вещество удаляется от звезды, а не падает на нее.

Модификация этой идеи состоит в том, что FU Ориона в 1936 г. могла появиться в результате поперечного движения от края или из-за очень плотной глобулы в В 35. Если верно последнее, то распределение локальных пылевых облаков должно было быть весьма специфическим, так как иначе яркая туманность была бы видна задолго до того, как звезда стала ярче для земного наблюдателя.

Эта частная идея заслуживала бы более серьезного изучения, если бы направление собственного движения FU Ориона (сейчас неизвестное) было бы в направлении яркой половины отражательной туманности. Но в этом случае возникает дополнительное требование, чтобы освещение туманности распространялось внутрь от внешней границы еще до того, как сама FU Ориона вспыхнула, после чего последовало бы появление звезды из-за препятствия. Я не знаю, существуют ли старые фотографические наблюдения, которые могли бы подтвердить эту точку зрения. Если же звезда появилась из-за края глобулы, этого особого требования можно избежать. Но опять же обе гипотезы

\* Глобула — темная очень плотная маленькая туманность размером около 0,1 пс (20 000 а. е.), представляющая собой конденсацию диффузного вещества, в которой может происходить образование звезды. [Ред.]

не в состоянии объяснить тот бесспорный факт, что спектроскопически FU Ориона является уникальным объектом и, вероятно, с тех пор, как начались наблюдения, звезда испытывала некоторые внутренние изменения. По этим причинам я не склонен считать, что вспышка FU Ориона в 1936 г. имела внешнюю причину.

Интерпретация FU Ориона как медленной новой также встречает возражения.

Во-первых, уже в течение 28 лет FU Ориона находится в максимуме блеска. Единственный сходный объект, который следует упомянуть в этой связи,— это RT Змеи, которая была в максимуме (в пределах  $1^m$ ), в течение 15 лет, а затем у нее появился нормальный для новой звезды спектр с эмиссионными линиями. Конечно, только на этом основании можно было бы объявить FU Ориона просто самой медленной среди всех новых. Но весьма невероятно, что столь необычный представитель класса новых был бы также единственной звездой из 150 известных новых, имеющей тесную связь с темной туманностью.

Во-вторых, Пейн-Гапошкина нашла, что фотографическая абсолютная величина очень медленных новых в максимуме блеска достигает  $-6^m$ . Абсолютная же величина FU Ориона только  $-1^m$  или  $-2^m$ .

В-третьих, единственные заметные сейчас эмиссионные линии в спектре FU Ориона — линии ионизованного кальция, что совершенно нетипично для спектра новой.

И, наконец, хорошее согласие между лучевой скоростью FU Ориона и лучевой скоростью области III  $\lambda$  Ориона едва ли можно было бы ожидать, если бы звезда была просто новой, проходящей через эту область.

Поскольку серьезные возражения можно также высказать и в отношении других объяснений, рассмотрим в сумме наблюдательные данные, подтверждающие, что вспышка в 1936 г. FU Ориона представляла собой некоторое явление на ранней стадии звездной эволюции.

Для этого были все условия: FU Ориона тесно связана с темным облаком B 35 и ассоциацией  $\lambda$  Ориона, причем в последней имеются как молодые звезды высокой светимости, так и звезды типа Т Тельца. Далее, поскольку B 35 имеет собственную «свиту» из звезд типа Т Тельца, в недавнем прошлом в этом участке ассоциации, по-види-

мому, происходило образование звезд средней массы.

Спектроскопическое сходство FU Ориона со звездами типа Т Тельца, хотя и не позволяющее все же относить ее к переменным этого типа, весьма убедительно: широкие линии поглощения, расширяющаяся оболочка, эмиссия в линиях ионизованного кальция, возникающая ниже уровня оболочки, наличие флуоресценции в линиях нейтрального железа с длинами волн 4063, 4132 Å и необычно высокое содержание лития.

Помимо этих главных имеются и другие факты, подтверждающие связь FU Ориона с явлением вспышки протозвезды на самых ранних стадиях эволюции, рассмотренной Камероном, Хаяши и др.

Так, статистическое исследование звезд типа Т Тельца показывает, что вероятность наблюдать коллапс хоть и мала, но ею нельзя пренебрегать.

Светимость и эффективная температура FU Ориона ставят ее в то место диаграммы Герцшпрунга — Рассела, где располагаются наиболее ранние устойчивые чисто конвективные модели. Соответствие не вполне точное, однако, наблюдения дают для FU Ориона значения  $R/R_{\odot} = 20-25$ ,  $T_e$  около  $6800^{\circ}$ , причем обе оценки относятся к настоящему времени. Это следует сравнить с теоретическими расчетами Эзера и Камерона, которые дают для начальной стадии  $R/R_{\odot} = 57$ ,  $T_e = 3500^{\circ}$ . Однако «наблюдаемая» эффективная температура для FU Ориона, вероятно, слишком высока, хотя и трудно поверить, что F-спектр в действительности соответствует эффективной температуре около  $3500$  или  $4000^{\circ}$ .

Интервал времени, предполагаемый для возрастания блеска FU Ориона в 1936 г., указывает, что это все же более плавный процесс, чем взрыв новой. Хотя сделать прямое сравнение с теоретическими данными нельзя, можно все-таки допустить, что вспышка FU Ориона была результатом гравитационного коллапса звезды с массой около одной массы Солнца. Результаты, по-видимому, не являются неприемлемыми, но сейчас их следует рассматривать как личное мнение автора.

Обсуждение природы начальной конфигурации звезд перед сжатием выходит за рамки этой статьи. Мы не рассматриваем процесс коллапса до той стадии, пока объ-

ект не достигнет 16-й звездной величины, что наблюдалось в В 35 перед вспышкой FU Ориона. Следует иметь в виду, что слабо переменная звезда, наблюдавшаяся на этом месте до 1936 г., может прямо не соответствовать сжимающейся модели, например, если она была объектом Хербига — Аро\*. При полном отсутствии информации о спектре FU Ориона перед вспышкой, этот вопрос остается открытым.

Если в качестве рабочей гипотезы принять вывод о том, что вспышка FU Ориона связана с коллапсом звезды до ее вступления на главную последовательность, то можно сделать некоторые заключения, касающиеся процессов ранней стадии звездной эволюции.

Здесь мы обратим внимание на два следующие обстоятельства.

В 1962 г. Фаулер, Гринштейн и Хойл дали картину ранней истории Солнца и планет, которая среди других факторов пытается объяснить высокое содержание лития в несконденсированном веществе солнечной системы и у молодых звезд результатом ядерных процессов, происходящих в недрах звезд. Эти процессы были активны в течение приблизительно  $10^7$  лет, когда радиус Солнца примерно в 40 раз превосходил нынешний. В случае FU Ориона звезда очень быстро проходит через это значение радиу-

са, но, что более важно, лишь спустя 23 года после того, как радиус звезды достигает  $20 - 30 R_{\odot}$ , содержание лития сравнивается с содержанием его у более старых звезд типа Т Тельца. Ясно, что литий должен или присутствовать в первоначальном веществе В 35 или возникать, когда звезда имеет очень низкую температуру поверхности.

Второе замечание касается вращения формирующихся звезд.

При сжатии FU Ориона будет изменяться угловой момент. За время сжатия порядка  $10^7$  лет радиус звезды уменьшится в 20 раз. Возникнет необходимость избавиться от значительной доли углового момента. Если ширина линий в F-спектре FU Ориона действительно обусловлена осевым вращением (обстоятельство, которое пока окончательно не доказано у звезд типа Т Тельца) и звезда, сжимаясь, вращается как твердое тело, то, очевидно, современное значение проекции вращательной скорости на экваторе, равное 50 км/сек, приводит к неприемлемой скорости вращения 1000 км/сек. Однако возможно, что в расширяющейся оболочке мы наблюдаем сейчас расходование этого избыточного углового момента.

Перевод В. П. Архиповой

\* Объекты Хербига — Аро — маленькие туманные объекты, имеющие ядро, похожее на звезду. Возможно, они представляют собой очень раннюю стадию эволюции звезды. [Ред.]

#### ЧТО ЧИТАТЬ ПО ТЕМЕ СТАТЬИ:

1. Д. Я. МАРТЫНОВ. Курс общей астрофизики. М — Л., 1965, стр. 241—243.
2. С. А. КАПЛАН. Физика звезд. Физматгиз, 1961.



#### КАК БЫСТРО УЗНАТЬ ЗВЕЗДНОЕ ВРЕМЯ?

Профессор Д. В. Пясковский в 1963 г. предложил весьма простой способ приближенного вычисления звездного времени в полночь  $S_0$  и местного звездного времени  $S$ , не требующий ни астрономического ежегодника, ни астрономического календаря данного года и дающий погрешность не более 2—3 минут.

Этот способ будет весьма полезен для топографов, геодезистов, моряков, офицеров, производящих приближенные астрономические определения. Он основан на формуле

$$S_0 = 4^{\text{ч}} 30^{\text{м}} + 2N^{\text{ч}},$$

где  $N$  — дата, выраженная в месяцах.

Например, для 27 июня 1965 г.  $N^{\text{ч}} = 6^{\text{ч}} 90 = 6^{\text{ч}} 54^{\text{м}}$  и  $S_0 = 4^{\text{ч}} 30^{\text{м}} + 13^{\text{ч}} 48^{\text{м}} = 18^{\text{ч}} 18^{\text{м}}$ . (По Ежегоднику 1965 г.:  $S_0 = 18^{\text{ч}} 19^{\text{м}}$ )

Для перехода к местному звездному времени служит формула

$$S = S_0 + T_0 + \lambda,$$

где  $T_0 = D_n - (n + 1)$  — всемирное время,  $D_n$  — декретное время  $n$ -го пояса и  $\lambda$  — долгота, считаемая положительной к востоку.

Как обосновать способ Д. В. Пясковского?

(Ответ на стр. 67).

# ДВЕ НОВЫЕ ЗАГАДКИ ЮПИТЕРА

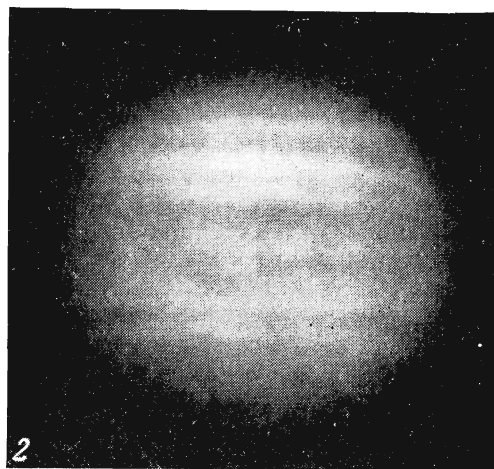
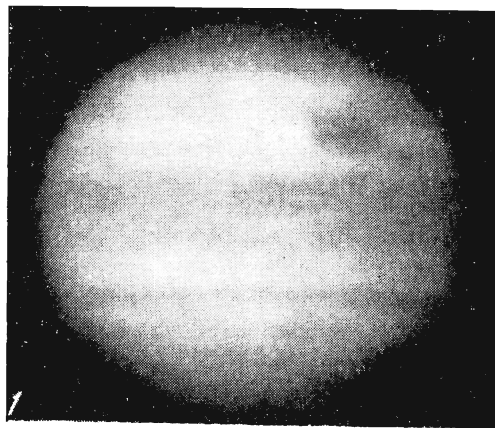
В. Т. ТЕЙФЕЛЬ,

кандидат физико-математических наук,

Самая большая планета солнечной системы — Юпитер ставит перед исследователями немало трудных вопросов. Современные астрофизические и радиоастрономические методы исследования позволили не только значительно расширить наши сведения о физических характеристиках Юпитера, но и обнаружить совершенно новые явления в верхних слоях его атмосферы, которые еще не получили сколько-нибудь удовлетворительного объяснения и пока остаются загадочными.

## НЕОЖИДАННОЕ ОТКРЫТИЕ

Из многочисленных визуальных и фотографических наблюдений давно известно, что период вращения экваториальной зоны Юпитера равен в среднем 9 часам 50 минутам 30 секундам. Зоны планеты, лежащие на широтах выше  $10-12^\circ$  в обоих полушариях, вращаются медленнее — с периодом около 9 часов 55 минут 41 секунды. Это объясняется тем, что мы наблюдаем не твердую поверхность планеты, а поверхность облачного слоя, который в своем движении подчиняется зональному характеру вращения атмосферы Юпитера. Еще в 1907 г. известный пулковский астрофизик А. А. Белопольский определял скорости вращения различных зон Юпитера спектральным путем, используя принцип Доплера—Физо, согласно которому в спектре приближающегося к наблюдателю источника света все линии должны быть смещены в сторону коротких длин волн и, наоборот, если источник удаляется, линии смещаются в длинноволновую область спектра. Если планета вращается не слишком медленно, то в спектрах ее восточного и западного краев диска линии должны быть смещены в противоположных направлениях. Если ориентировать щель спектрографа вдоль экватора планеты, то на спектрограмме все линии будут наклонены, при этом чем больше скорость вращения планеты, тем больше наклон линий. До



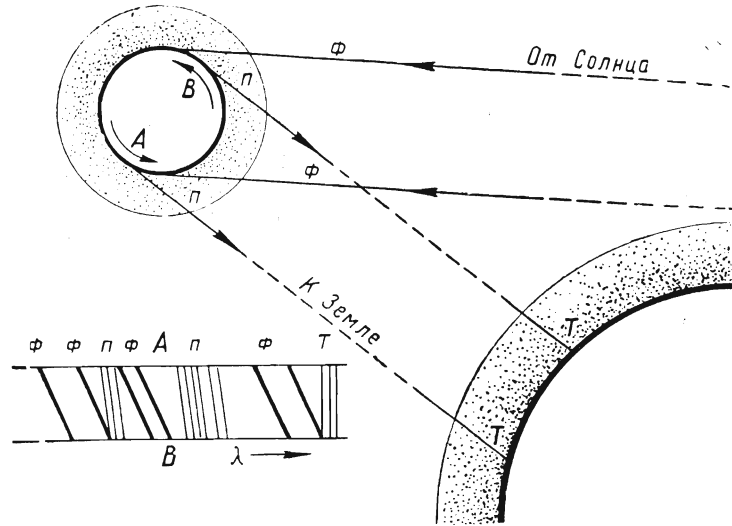
Фотография Юпитера в ультрафиолетовых лучах [1], сделанная в ночь с 16 на 17 ноября 1964 г. На диске планеты видно Красное пятно, справа от него — тень спутника Ио. Фотография Юпитера в зеленых лучах [2], полученная в ночь с 13 на 14 ноября 1964 г. Фотографии сделаны на 70-сантиметровом планетном телескопе Астрофизического института АН КазССР



недавнего времени все спектральные определения скорости вращения Юпитера проводились по измерениям наклона фраунгоферовых линий, принадлежащих солнечному спектру. Их наклон в спектре планеты соответствует удвоенной скорости ее вращения, так как все точки ее поверхности движутся не только по отношению к наблюдателю, но и по отношению к Солнцу.

В спектре Юпитера кроме солнечных линий есть молекулярные полосы поглощения, которые дают газы, находящиеся в атмосфере планеты. Это — полосы метана, аммиака и молекулярного водорода. При высокой разрешающей способности спектрографа различимы отдельные линии в полосах поглощения. Их наклон, связанный с вращением планеты, должен быть вдвое меньше, чем наклон фраунгоферовых линий, так как он обусловлен только вращением Юпитера относительно наблюдателя на Земле. Наконец, в спектре Юпитера, подобно спектрам других небесных тел, видны теллурические линии поглощения, возникающие в земной атмосфере. Наклон этих линий, естественно, равен нулю.

В 1961 г. американский астроном Х. Спинрад впервые измерил наклон линий поглощения аммиака на четырех спектрограммах Юпитера, полученных в 1934 и в 1961 гг. на обсерваториях Маунт Вилсон и Маунт Паломар. Впоследствии была измерена также спектрограмма, полученная на обсерватории Виктория в 1954 г. И вот неожиданно оказалось, что наклон линий в полосе аммиака с длиной волны 6450 Å существенно меньше, чем следовало ожидать: вместо 50% для 1934 г. получилось  $34 \pm 6$ , для 1954 г.  $42 \pm 5$ , а для 1961 г.  $23 \pm 6$  % от наклона фраунгоферовых линий. Ошибки измерений, как считает Спинрад, слишком малы, чтобы только им можно было приписать обнаруженную аномалию наклона аммиачных линий. Значит, нужно искать физическое объяснение этому явлению, связывая его с про-

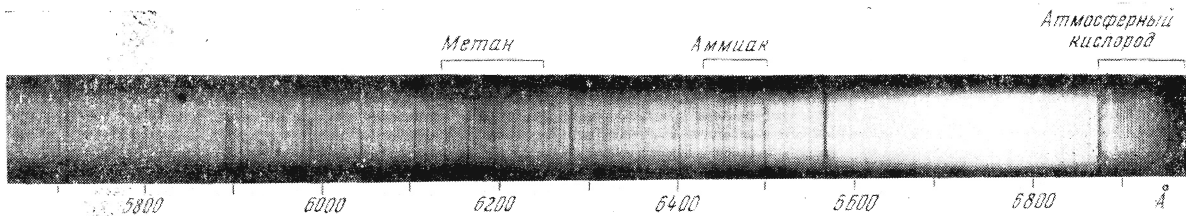


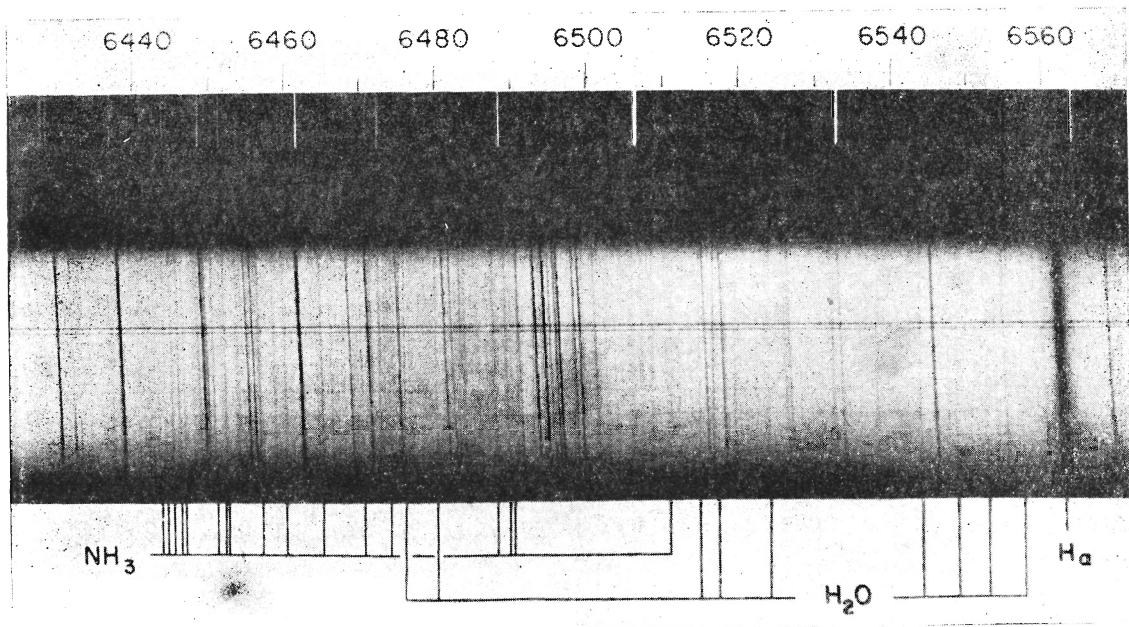
**Возникновение наклона линий в спектре экваториальной зоны планеты. Ф — фраунгоферовы линии солнечного спектра, отраженного от планеты (наклон — 100%), П — линии, возникающие за счет молекулярного поглощения в атмосфере планеты (наклон — 50%), Т — теллурические линии, создаваемые в атмосфере Земли (наклон отсутствует)**

цессам, происходящими в атмосфере Юпитера.

Предположим, что наблюдаемая аномалия наклона линий аммиака вызвана эффектом Доплера и что линии поглощения этого газа образуются только во внешней, надоблачной атмосфере Юпитера, которую условно будем называть стратосферой. Скорость вра-

**Спектрограмма Юпитера с полосами метана и аммиака. Получена с помощью щелевого дифракционного спектрографа с дисперсией 30 Å/мм, установленного на 70-сантиметровом телескопе. Щель была ориентирована вдоль центрального меридиана планеты**





**Спектрограмма Юпитера с полосой аммиака  $\lambda$  6450 Å. Получена на 120-дюймовом рефлекторе Ликской обсерватории в 1963 г., дисперсия 2 Å/мм. Щель была ориентирована вдоль экватора планеты**

нения облачного слоя в экваториальной зоне Юпитера равна у поверхности облаков примерно 12,6 км/сек. (Стратосфера может, вообще говоря, иметь и меньшую скорость вращения, чем облачный покров.) Фраунгоферовы линии в спектре планеты появляются в результате отражения солнечных лучей от облачного слоя Юпитера. Поэтому их наклон должен соответствовать удвоенной скорости вращения облачного покрова. Наклон линий аммиака будет определяться скоростью вращения стратосферы, а по отклонению величины наклона от нормальных 50% можно найти скорость перемещения газовых масс в стратосфере относительно поверхности облачного слоя. Спинрад и Трэфтон нашли, что аномальный наклон линий соответствует относительной скорости 4—6 км/сек. Другими словами, в экваториальной зоне Юпитера должны дуть стратосферные ветры со скоростью несколько километров в секунду.

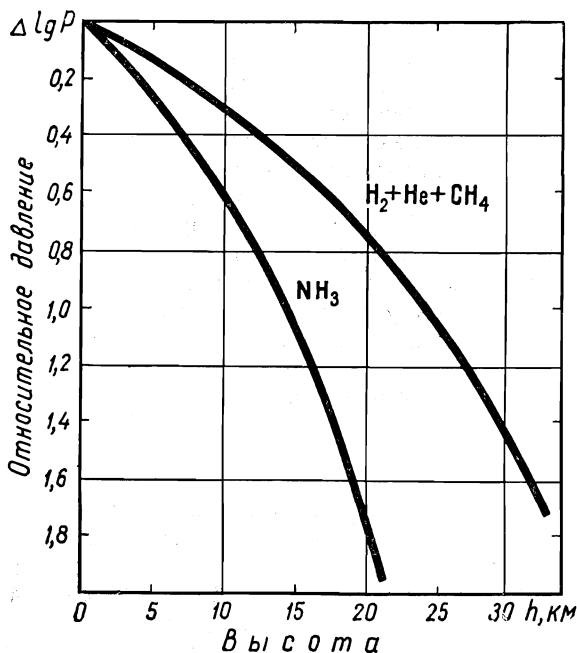
Открытие Спинрада вызвало большой интерес. Некоторые исследователи (У. Серджент и Р. Кэчпоул в Англии, Л. Гивер в США, К. Ференбах и П. Герен во Франции) в 1962 и 1963 гг. взялись за изучение «эффекта Спинрада» с помощью спектрографов

высокой дисперсии. Однако, несмотря на очень тщательные измерения спектрограмм, никакой аномалии в наклоне линий аммиака обнаружить они не смогли. Наклон линий получался почти в точности равным 50%. Конечно, это еще не означало, что «эффекта Спинрада» в действительности не существует. Ведь и по измерениям Спинрада величина наклона линий аммиака была неодинаковой в разные годы. Спинрад и Трэфтон высказали предположение, что этот эффект имеет переменный характер.

В 1963 г. Т. Оуэн и Д. Стэйли (США) обратили внимание на открытие в экваториальной зоне земной стратосферы воздушных течений, направление которых меняется от западного к восточному, причем максимальные величины скоростей чередуются с периодом в 26 месяцев. Было высказано предположение, что аналогичное явление — причина переменности наблюдаемой величины аномального наклона линий аммиака в спектре Юпитера. Если период изменения скорости и направления стратосферного ветра на Юпитере такой же, как и в земной атмосфере, то, по мнению Оуэна и Стэйли, аномалии наклона линий в спектре планеты должны вновь появиться осенью 1963 г., когда направление стратосферного ветра в экваториальной зоне изменится с восточного на западное (атмосферные массы будут перемещаться по отношению к облачному слою на восток).

Японские астрономы М. Нишида и Ю. Югаку, наблюдавшие Юпитер в ноябре 1963 г., обнаружили, что наклон линий аммиака в его спектре действительно уменьшился до  $41,2 \pm 2,4\%$ , что соответствовало скорости стратосферного зонального ветра  $2,2 \pm 0,6$  км/сек. Таким образом, предположение о переменности скорости и направления стратосферных ветров на Юпитере как будто оказывается в хорошем согласии с наблюдениями. Но было бы преждевременно рассматривать одно такое совпадение как бесспорное доказательство реальности «эффекта Спинрада».

Пока мы имеем дело лишь с разрозненными единичными наблюдениями, проведенными на разных обсерваториях и с разными инструментами. Почти одновременные наблюдения на двух обсерваториях летом 1963 г. дали одинаковые, но отрицательные результаты. Поэтому крайне необходимы систематические наблюдения наклона линий аммиака, выполняемые в течение достаточно дли-



Изменение с высотой в адиабатической атмосфере Юпитера полного атмосферного давления (смесь неконденсирующихся газов водорода  $H_2$ , гелия  $He$  и метана  $CH_4$ ) и давления насыщенных паров аммиака  $NH_3$ . По оси ординат отложены логарифмы относительного давления  $\Delta \lg P = \lg P_h - \lg P_0$

тельного периода (3—4 года) на одной обсерватории с одним и тем же спектрографом. Но даже если не сомневаться в реальности «эффекта Спинрада», объяснение его доплеровским смещением пока не может быть принято безоговорочно.

Действительно, допустим, что в надоблачной атмосфере Юпитера газовые массы перемещаются со скоростью до 6 км/сек по отношению к поверхности облачного слоя. Линии аммиака на спектрограммах экваториальной зоны Юпитера остаются резкими до самого края диска планеты. Это значит, что все слои атмосферы, в которых происходит поглощение аммиаком, должны перемещаться с одной и той же линейной скоростью. Если бы в разных слоях, т. е. на разной высоте над уровнем облаков, скорость атмосферных течений была неодинакова, линии аммиака вблизи краев диска были бы размыты. В условиях атмосферы Юпитера аммиак должен находиться в состоянии, близком к насыщению. Поэтому уменьшение его концентрации с высотой происходит не пропорционально полному атмосферному давлению, а быстрее, так как определяется зависимостью давления насыщенных паров аммиака от температуры. Это значит, что основная масса аммиака во внешней атмосфере должна быть сосредоточена вблизи границы облачного слоя, т. е. наиболее эффективное участие в образовании его линий поглощения в спектре Юпитера принимают нижние слои стратосферы, примыкающие к поверхности облаков.

Двигаясь с огромной скоростью относительно облаков, эти слои должны были бы увлекать за собой и часть облачного покрова. Но тогда аномальный наклон наблюдался бы и у фраунгоферовых линий в отраженном от облачной поверхности спектре Солнца, т. е. спектроскопически мы не заметили бы различия в скорости вращения облачного слоя и стратосферы, а определяемая из наблюдений скорость вращения облачного слоя испытывала бы значительно большие вариации со временем, увеличиваясь и уменьшаясь в зависимости от направления стратосферного ветра. Так как этого не наблюдается, остается предположить существование вблизи поверхности облачного слоя зоны разрыва скоростей. Наличие такой зоны (а плавного перехода не может быть, поскольку при этом линии аммиака казались бы расширяющимися к краям диска) само по себе представляет большой интерес. Теоретические расчеты по-

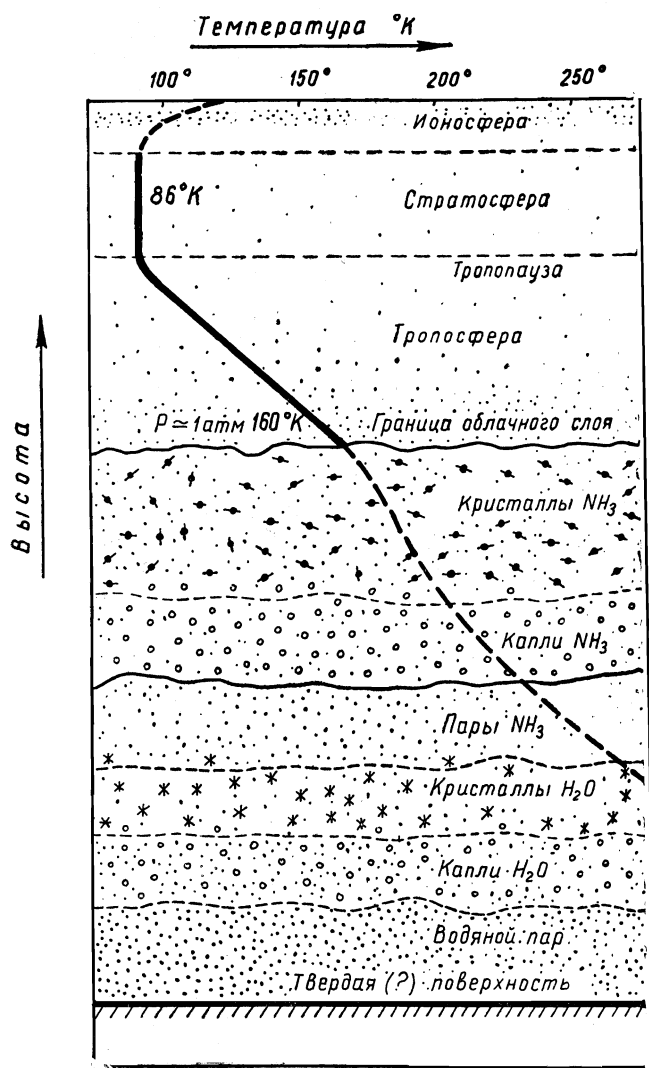
казывают, что у поверхности облачного слоя Юпитера атмосферное давление должно быть около 1—2 атм, а плотность — приблизительно в 5 раз меньше плотности воздуха у поверхности Земли, т. е. примерно такая, как в земной атмосфере на высоте около 10 км. Скорость же стратосферного ветра на Юпитере по меньшей мере в 40 раз превосходит скорость ветра в земной тропосфере. Возни-

кающие при такой скорости силы трения в зоне разрыва привели бы к возникновению мощных вихревых движений и к уменьшению скорости потока вблизи облачной поверхности, что опять-таки обнаружилось бы в размывании линий аммиака у краев диска Юпитера.

И, наконец, поглощение света молекулами аммиака происходит не только во внешней атмосфере Юпитера, но отчасти и внутри облачного слоя. Ведь облачный покров Юпитера — не сплошной. Он состоит из кристаллов (в основном аммиачных, но с примесями каких-то других химических соединений), взвешенных в газовой среде. Отраженный от облачного покрова свет — это кванты солнечного излучения, совершившие «путешествие» внутрь облачного слоя и вышедшие наружу. Часть квантов была поглощена твердыми частицами облаков, а часть — молекулами газов, входящих в состав атмосферы Юпитера как внутри облачного слоя, так и во внешней атмосфере. Если бы над поверхностью облачного слоя совершенно отсутствовала атмосфера, мы все равно наблюдали бы в спектре Юпитера молекулярные полосы поглощения, возникающие в облачном слое. Но так как аммиак в этом слое не может перемещаться со скоростью, отличающейся от скорости движения самих облаков, то наклон его линий, возникающих при поглощении внутри облачного слоя, должен иметь нормальную величину — 50% от наклона фраунгоферовых линий, независимо от скорости стратосферных слоев. При отсутствии промежуточных значений скоростей между стратосферой и облаками линии поглощения аммиака должны раздваиваться вблизи краев диска Юпитера, но такое раздвоение не обнаруживалось даже когда наклон «стратосферных» линий составлял 25—30%.

Итак, объяснение аномального наклона линий доплеровским смещением встречается с некоторыми, хотя и не непреодолимыми, затруднениями.

Могут ли вызвать «эффект Спинрада» другие причины? Э. Элик высказал предположение, что этот эффект связан со смещением линий под действием давления. Из теории атомных и молекулярных спектров известно, что с увеличением давления линии немного смещаются в сторону больших длин волн. Вблизи центра диска, где падающие и отраженные лучи пересекают атмосферу Юпитера почти вертикально, эффективное поглощение



Вероятная схема вертикального строения атмосферы Юпитера. Масштаб по вертикали — произвольный, так как толщины атмосферы и облачного слоя пока неизвестны. Черной линией изображено примерное распределение температуры в атмосфере Юпитера

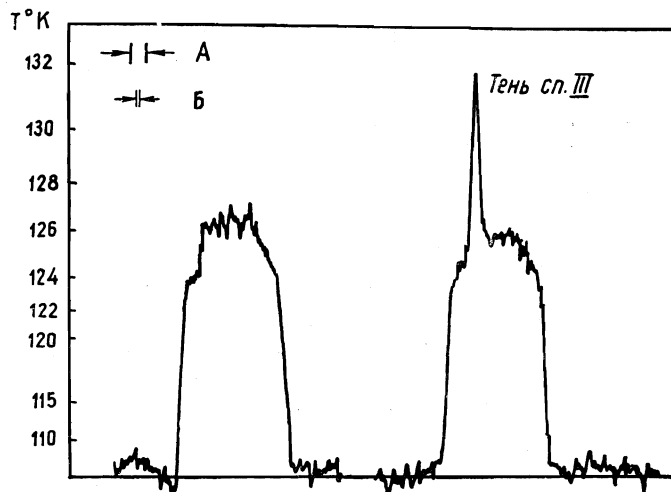
в линии будет происходить в наиболее глубоких слоях атмосферы, вблизи верхней границы облаков. На краях диска планеты световые лучи проходят сквозь атмосферу наклонно. Они, следовательно, пронизывают, значительно большую, чем в центре диска, массу поглощающего газа. При этом эффективную роль в образовании линий поглощения могут играть сравнительно высокие слои атмосферы, где давление ниже, а следовательно, смещение линий поглощения вблизи краев диска будет меньше, чем в его центре, где сдвиг линий будет соответствовать давлению у границы облачного слоя. В результате форма линий поглощения изменится — они окажутся слегка выгнутыми к красному концу спектра.

Однако это не вызовет изменения наклона линии. Наклон может измениться, если у западного лимба эффективное давление, которому соответствует наблюдаемая длина волны линии поглощения, было бы меньше, а у восточного лимба — больше, чем в центре диска. Подобное же явление искривления линий должно было бы наблюдаться и в спектрах, снятых при ориентировке щели вдоль центрального меридиана Юпитера, соединяющего полюса планеты. Несмотря на очень тщательное исследование спектрограмм, ни Гивер, ни Югаку и Нишида не смогли обнаружить сколько-нибудь заметного искривления линий. К этому еще надо добавить, что для смещения линии под действием давления всего на ширину самой линии, давление должно измениться по крайней мере в четыре раза. Трудно объяснить эффектом давления и переменность наклона линий аммиака.

Итак пока открытие Спинрада остается нерешенной загадкой Юпитера. По-видимому, без систематических наблюдений, которые хотя бы снимут все сомнения в реальности обнаруженных аномалий, не имеет особого смысла искать еще какие-нибудь объяснения этому явлению.

#### ТАМ, ГДЕ ТЕНЬ СПУТНИКА ПАДАЕТ НА ПЛАНЕТУ...

Особо чувствительные приемники инфракрасного излучения — квантовые детекторы, позволяют сейчас измерять очень слабые потоки теплового излучения, приходящие к нам не только от всей видимой поверхности планеты, но даже и от отдельных ее участков. На 5-метровом телескопе обсерватории Маунт Паломар проведены наблюдения Венеры и Юпитера, позволившие построить карты рас-



Фотоэлектрические записи распределения температуры по диску Юпитера. Стрелками указаны: А — ширина входной щели приемника инфракрасной радиации, Б — диаметр тени спутника

пределения температуры по дискам этих планет. Распределение температуры по диску Юпитера, как показали Б. Мюррей, Р. Уилди и Д. Вестфол, в общем довольно равномерно с небольшим понижением к краям на 3—4°. В центре диска температура равна  $128,5 \pm 2,0^\circ \text{K}$ . Не обнаружено заметного различия в температуре светлых и темных зон.

С удивительным явлением при температурных измерениях на диске Юпитера ученые столкнулись во время более тонких исследований. Когда на входное отверстие инфракрасного фотометра проектировался участок планеты, занятый тенью спутника, на записи возникал резкий выброс, что указывает на сильное повышение теплового излучения. Это отмечалось сначала для тени III спутника, а затем подтвердилось повторными наблюдениями теней III и II спутников. Так как размер входного отверстия превышал размеры тени спутника на изображении Юпитера в фокусе телескопа, наблюдаемая интенсивность излучения пересчитывалась на размеры тени. Температура внутри нее оказалась около  $190^\circ \text{K}$ , если считать, что все излучение исходит только из области тени, или  $160^\circ \text{K}$ , если излучение равномерно идет из областей тени и полутени. Значит, температура атмосферы Юпитера в зоне тени

спутника получается по меньшей мере на  $30^\circ$  выше, чем соседних участков. Этот совершенно неожиданный результат радиометрических наблюдений Юпитера, если только он не вызван какими-то инструментальными причинами, не только просто интересен, но и открывает новые возможности изучения атмосферы Юпитера. Спутник играет здесь лишь роль экрана, загораживающего некоторую часть атмосферы планеты от прямого солнечного излучения. Увеличение температуры в затененной части атмосферы должно быть связано с какими-то пока неизвестными процессами в ней, чувствительными к быстрой перемене условий освещения.

Сами исследователи, открывшие это явление, предлагают два возможных варианта его физического объяснения. Во-первых, может измениться прозрачность атмосферы для теплового излучения. Когда солнечные лучи перестают освещать участок атмосферы, то там происходит конденсация газов, поглощавших тепловое излучение, так что в затененной

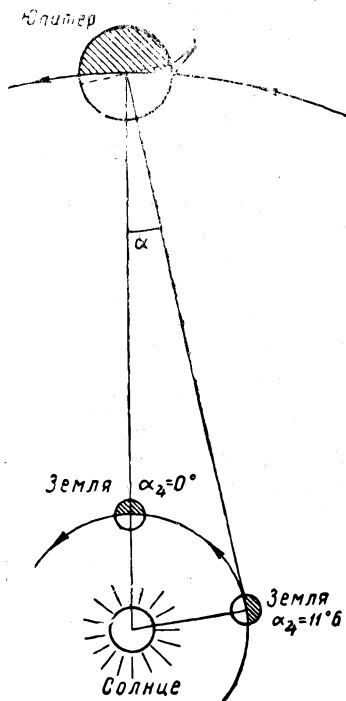
части атмосферы можно наблюдать излучение более глубоких и более нагретых слоев.

Во-вторых, после прекращения облучения солнечной радиацией в атмосфере может происходить увеличение концентрации веществ с относительно высокой непрозрачностью для теплового излучения. Тогда градиент температуры (изменение температуры на единицу глубины) в атмосфере возрастает и зона атмосферы внутри тени становится конвективно неустойчивой. В результате конвекции из глубоких слоев выносятся наверх массы нагретого газа.

И то и другое объяснение носит чисто качественный характер. Расчеты же показывают, что в действительности все это не так просто. Допустим, например, что в затененной части прозрачность атмосферы в длинах волн  $8-14 \text{ мк}$  увеличивается благодаря конденсации поглощающих газов. По-видимому, основной поглотитель тепловой радиации в этой области спектра на Юпитере — аммиак. Излучение с температурой  $160^\circ \text{ К}$  (эта температура соответствует поверхности облачного слоя) может наблюдаться, когда в зоне тени сконденсировался практически весь газообразный аммиак. Над одним квадратным сантиметром поверхности содержится масса аммиака около  $0,53 \text{ г}$ . Если даже произойдет мгновенная конденсация всей массы, то сразу же после того, как тень спутника сойдет с данного участка атмосферы, аммиак должен испариться за очень короткое время (не более  $15-20$  минут), чтобы восстановилась обычно регистрируемая на диске Юпитера температура  $128^\circ \text{ К}$ . Нетрудно подсчитать, какое количество солнечной энергии потребуется на испарение аммиака. Оказывается, что поступающей от Солнца на Юпитер энергии достаточно для испарения всего лишь  $0,006 \text{ г/см}^2$  аммиака за 1 час, т. е. быстрое испарение всего сконденсированного аммиака под действием только солнечного излучения невозможно. Конечно, можно предположить, что сильные атмосферные течения быстрее вносят в зону тени массы газообразного аммиака. Но в таком случае и конденсация аммиака в зоне тени не могла бы произойти столь быстро и интенсивно.

Второе объяснение также встречает возражения, связанные со слишком малым временем, требующимся для резкого изменения атмосферного температурного и конвективного режима и столь же быстрого восстановления нормального состояния атмосферы.

Участок ночной стороны Юпитера вблизи терминатора, видимый с Земли



Максимальный угол фазы Юпитера  $\alpha$  (угол между направлениями от планеты на Солнце и на Землю) не превышает  $11,6^\circ$ . Поэтому с Земли мы можем наблюдать лишь очень узкую полоску ночной стороны Юпитера на самом краю его диска

Любопытно, что наблюдения теней спутников, проведенные в декабре 1964 г. и в феврале 1965 г. Робертом Уилди (одним из авторов предыдущего исследования) с усовершенствованным приемником инфракрасного теплового излучения, не обнаружили практически никакого увеличения температуры внутри теней Ио и Европы, хотя разрешающая способность приемника была вдвое выше, чем в 1962 г. Однако, несмотря на отрицательный результат, Уилди утверждает, что наблюдавшиеся в 1962 г. аномалии температуры в зоне тени спутников были реальными. Следовательно, температурные изменения в тени спутников, как и аномалии в наклоне линий аммиака, представляют собой явление нерегулярное, возникающее только при каком-то определенном состоянии атмосферы Юпитера.

Систематическое исследование этого эффекта, особенно если будет еще повышена чувствительность и разрешающая способ-

ность приемников теплового излучения, позволит производить глубинное зондирование атмосферы Юпитера, конечно, если увеличение температуры связано с изменением инфракрасной прозрачности атмосферы, а не с какими-то иными процессами в ее верхних слоях.

Если при кратковременном затенении режим атмосферы Юпитера действительно меняется так сильно, как это следует из наблюдавшихся температурных аномалий, то можно ожидать еще более поразительных эффектов на ночной стороне планеты. К сожалению, мы можем с Земли наблюдать лишь очень узкий ее участок вблизи терминатора, когда угол фазы Юпитера достигает наибольшего значения ( $11^\circ$ , 6). Тем не менее тщательные радиометрические наблюдения этой краевой зоны диска планеты, вероятно, дадут возможность в дальнейшем обнаружить температурные аномалии, подобные наблюдавшимся в тени спутников.

### В КОМИТЕТЕ ПО ЛЕНИНСКИМ ПРЕМИЯМ

22 апреля 1966 года в день памяти В. И. Ленина Комитет по Ленинским премиям в области науки и техники присудил Ленинские премии 1966 года за наиболее выдающиеся работы в области освоения космического пространства:

— коллективу ученых, конструкторов и производственников, принимавшему участие в создании и изготовлении многоместных пилотируемых кораблей-спутников «Восход-1» и «Восход-2», проведении их запусков и осуществлении первого в мире выхода человека в космическое пространство;

— коллективу ученых, конструкторов и производственников, принимавшему участие в создании и изготовлении автоматических станций «Луна-9» и «Луна-10», их запуске и осуществлении мягкой посадки станции «Луна-9» на поверхность Луны, передаче на Землю фотографий лунной панорамы и выводе на окололунную орбиту первого в мире искусственного спутника Луны.



### АТМОСФЕРЫ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Кандидат физ.-мат. наук А. А. Калиняк, работающий в Главной астрономической обсерватории АН СССР, сообщил на заседании Рабочей группы по изучению планет-гигантов (октябрь 1965 г., Алма-Ата) об открытии нестабильных атмосфер у трех галилеевых спутников Юпитера. С помощью дифракционного спектрографа и электронно-оптического преобразователя удалось получить спектрограммы спутников, на которых в области от 5750 Å до 6100 Å отчетливо видны линии поглощения, отсутствующие в спектре Солнца. Эти линии наблюдались не во все ночи наблюдений, что, возможно, свидетельствует о временном характере существования атмосфер у спутников Юпитера. Дальнейшие исследования позволят окончательно выяснить вопрос о наличии атмосфер у этих спутников и степени их стабильности.

### ЛЕД НА КОЛЬЦАХ САТУРНА

Как уже сообщалось в № 2 «Земли и Вселенной» за 1965 г. (стр. 38), советский ученый В. И. Мороз, изучая далекий инфракрасный спектр колец Сатурна, пришел к выводу, что некоторые особенности этого участка спектра сходны со спектром льда.

К тому же выводу пришел американский астроном Т. Оуэн, изучавший с помощью 36-дюймового рефлектора обсерватории Китт-Пик участок инфракрасного спектра колец около 10400—10900 Å. В этом интервале длин волн отражательная способность колец Сатурна оказалась пониженной.

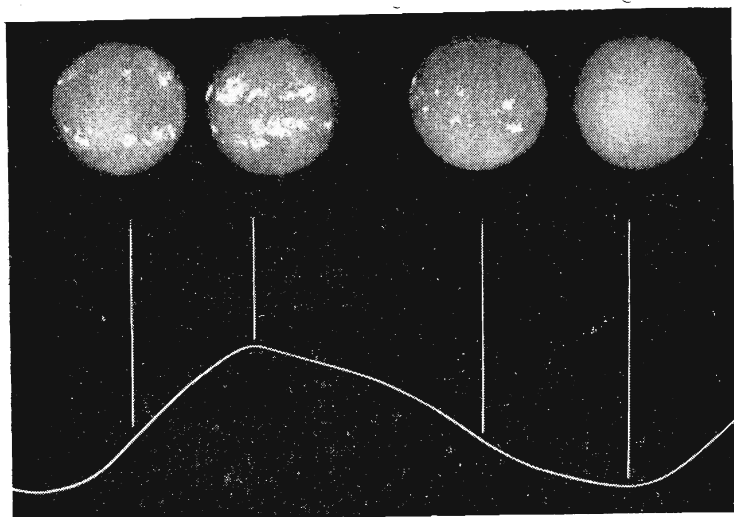
Лабораторные опыты показали, что спектр колец Сатурна весьма походит на спектр льда и в гораздо меньшей степени — на спектр сухого льда (заморзшей  $\text{CO}_2$ ). Это подтверждает предположение (высказанное еще в 1947 г. известным американским астрономом Дж. Койпером), что частицы колец Сатурна состоят из льда или же покрыты слоем льда.

«Science», 27, 1965

# АКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ НА СОЛНЦЕ

М. А. ДИВШИЦ,

кандидат физико-математических наук



*Солнце только что пережило самый спокойный период развития, когда оно было покрыто лишь рябью мелких движений. Сейчас на Солнце уже появляются отдельные бурлящие области — группы пятен, яркие волокна факелов и даже, правда еще редкие, вспышки. Солнечная активность снова возрастает. О физике активных областей и пойдет речь в статье.*

Жизнь на Земле своим существованием и развитием обязана Солнцу. Поэтому человек всегда интересовался Солнцем и достиг громадных успехов в его изучении, пройдя путь от обожествления светила до первых научных гипотез, от наблюдений с примитивными инструментами до исследований с помощью гигантских солнечных телескопов.

Современная физика Солнца занимает особое место в астрофизике. Использование астрофизических методов — изучение спектров и магнитной гидродинамики — позволяют добиваться относительно большой точности и определенности при исследовании солнечных явлений. Кроме того, физика Солнца оказывается тесно связанной с геофизикой. Высокоэнергичные кванты света и частицы различных энергий, приходящие от Солнца, воздействуют на внешнюю атмосферу Земли. Резкое изменение корпускулярного и рентгеновского излучений, обусловленное появлением и развитием активных областей на Солнце, вызывает ряд геофизических явлений, результат которых — магнитные бури и полярные сияния, нарушения радиосвязи и повы-

шенная радиационная опасность для космонавтов. Чтобы понимать, а затем и предсказывать эти явления, требуется внимательное изучение активных областей на Солнце.

## КРАТКО О СТРОЕНИИ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

Солнечная атмосфера распадается на ряд слоев. Самый нижний, толщиной менее 0,001 радиуса Солнца ( $R_{\odot}$ ), излучает очень сильный непрерывный спектр. Это и есть видимая поверхность Солнца — фотосфера, которая служит границей плотного газового шара. Над тонкой границей простирается огромное гало, внизу которого располагается хромосфера — отдельные выступы, по-видимому, струи газа, достигающие высот несколько больших  $0,01 R_{\odot}$ . Выше гало переходит в корону — диффузную оболочку разреженного, сильно нагретого газа. Плотность частиц при переходе от фотосферы к короне падает в 100 млн. раз. Температура в фотосфере медленно убывает с высотой от  $8000^{\circ}$  в очень глубоких слоях до  $4500^{\circ}$  у поверхности, а затем растет до  $1,5$  млн. градусов в короне.



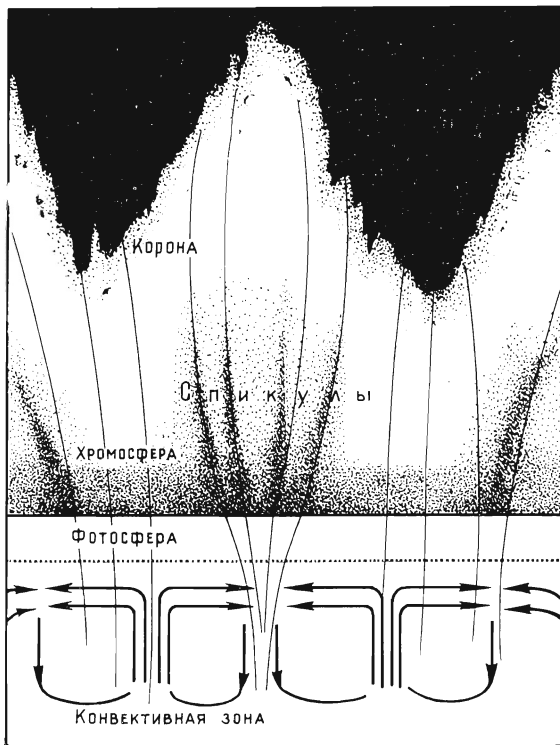


Схема движений на различных уровнях солнечной атмосферы. Тонкие линии — силовые линии магнитного поля

Каков же характер движений газа на Солнце? Вся фотосфера покрыта грануляцией — сетью мелких ячеек, которые отражают более глубокие, конвективные движения. По солнечным масштабам эти движения довольно медленные, в глубине их скорости достигают  $2-3 \text{ км/сек}$ , а на поверхности (в фотосфере) — менее  $1 \text{ км/сек}$ . Для хромосферы характерны выбросы отдельных образований — спикул со скоростями  $20 \text{ км/сек}$ . Брызги от этих движений доходят до короны и пополняют ее веществом.

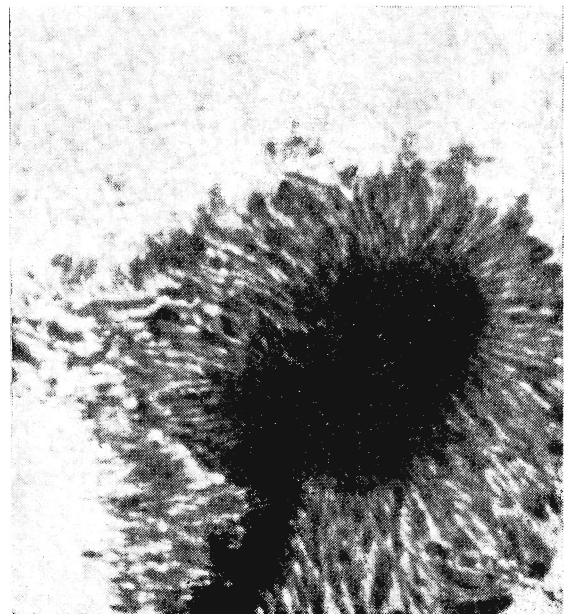
Но в некоторых, так называемых активных областях солнечной атмосферы, наблюдается усиление движений и даже изменение их характера.

В активной фотосфере появляются круглые темные площадки, окруженные менее темными областями с радиальной волокнистой структурой. Это — солнечные пятна. В той же области заметны факелы — яркие волокна, распадающиеся на ряд гранул. Фа-

келы обычно появляются несколько ранее пятен и живут в несколько раз дольше. Плотность вещества над факелом заметно повышается. В фотосфере и хромосфере возмущенных областей отдельные массы газа движутся примерно вдвое быстрее, на периферии пятен возникают гигантские циклоны, громадные корональные круги перемещаются как целое со скоростями около  $6 \text{ км/сек}$ . Иногда в активной области происходят чрезвычайно бурные процессы — вспышки (часто не совсем правильно связываемые со взрывом, разрядом и т. п.), которые приводят к скоростям  $100-1000 \text{ км/сек}$ .

Изменение строения солнечной атмосферы безусловно связано с воздействием на движения газа магнитного поля активной области. В центре каждого пятна на поверхность выходит столб силовых линий в  $1000-3000 \text{ э}$ . Силовые линии в ионизированном газе играют роль упругих нитей, они запрещают перпендикулярные им смещения. Энергия из глубин Солнца к периферии передается движениями газа, которые в каждом из глубоких слоев представляют собой замкнутые конвективные ячейки. Сильное магнитное поле подавляет горизонтальные движения и затрудняет передачу энергии вверх. Этим, по-ви-

Солнечное пятно



димому, объясняется наблюдаемая «чернота» пятен. На периферии пятна поле уже близко к горизонтальному, и поднимающиеся газовые элементы растекаются вдоль силовых линий, обуславливая появление волокнистой структуры. В факелах поле более слабое ( $< 200 \text{ э}$ ). Его энергия недостаточна для замедления мощных конвективных движений и, возможно, даже (как мы увидим ниже) несколько ускоряет эти движения.

Наблюдения последних двух лет показали, что сильное поле пятен оказывается очень тесно прижатым к солнечной поверхности. В хромосфере поле около  $100 \text{ э}$ , а в короне — примерно  $1 \text{ э}$ . Плотность газа в этих слоях мала. Поэтому энергия слабого магнитного поля оказывается достаточной для ориентации газовых волокон вдоль силовых линий. Часто строение активной хромосферы сравнивают с картиной расположения железных опилок над полюсами магнита (см. рисунок внизу), причем одна и та же картина повторяется на значительном интервале высот. В короне появляются кусты светящихся нитей, замысловатые системы плоских арок, корональные лучи. По ним можно также проследить ход линий поля на больших высотах.

Одно новое интересное открытие еще раз подтвердило связь строения солнечной атмосферы с магнитным полем. Уже давно дела-

лись попытки измерения общего поля Солнца — высокоширотного поля всего солнечного шара. Лишь около 1950 г. это поле было измерено. Его напряженность довольно мала, примерно  $1 \text{ э}$  у полюсов. В период максимума активности, в 1957 г., в южном полушарии неожиданно исчезло общее поле. Затем на южном полюсе появилось магнитное поле другой полярности, и один-два года Солнце имело два северных полюса. Затем обращение поля в нуль и последующее изменение знака произошло и в северном полушарии.

Активные области на Солнце встречаются лишь в некоторой зоне по широте, не поднимаясь выше  $30\text{--}40^\circ$  от экватора. Высокие же широты активность почти не затрагивает. Здесь встречаются лишь слабые короткоживущие полярные факелы и корональные «щечочки» — узкие корональные лучи, повторяющие по форме линии намагниченного шара. В момент обращения поля в нуль полярные факелы и «щечочки» исчезли, причем на северном полюсе это событие произошло также с опозданием. Совсем недавно на Крымской обсерватории изучили тонкую структуру высокоширотного поля, усиление и ослабление его в отдельных местах. Поэтому сейчас можно достаточно уверенно считать, что магнитное поле ответственно и за слабую высокоширотную активность.

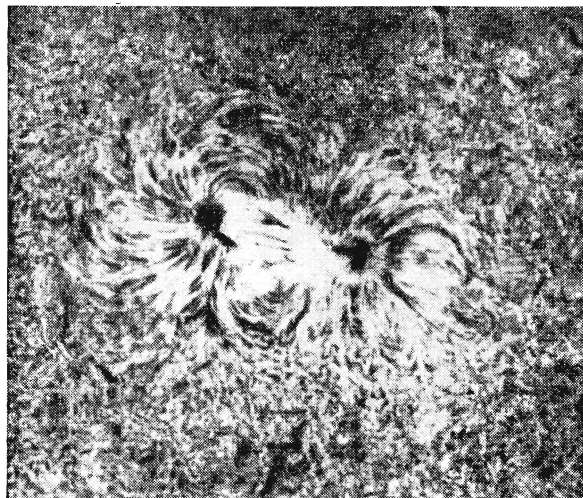
Заметим, что переменность общего поля показывает невозможность глубинного происхождения его (для шара таких размеров, как Солнце, время исчезновения внутреннего поля около  $10$  млрд. лет). Запутывание общего поля вследствие неодинакового вращения Солнца на разных широтах должно приводить к его усилению и выносу на поверхность отдельных магнитных трубок. Как полагает американский ученый Г. Бэбкок, такой процесс может объяснить происхождение солнечного цикла.

#### ИЗУЧЕНИЕ СПОКОЙНОГО И АКТИВНОГО СОЛНЦА

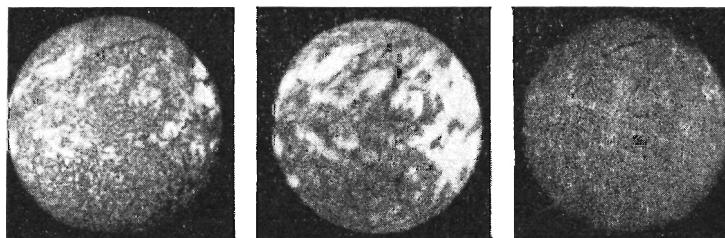
Отличительная черта активной области вне пятен — ее повышенная яркость. Горячий разреженный газ очень быстро охлаждается вследствие излучения. Так, выброшенное из Солнца газовое облако без подвода энергии «высвечивается» примерно за десять секунд. Отдельная же активная область может жить до года. Следовательно, в течение года энергия активной области должна пополняться.

Известно, что энергия ядерного реактора,

Активная хромосфера в свете линии  $H_\alpha$ . Снимок сделан 30 августа 1924 г. Заметна волокнистая вихревая структура



Внеатмосферная фотография Солнца в свете линии водорода  $L_{\alpha}$   $\lambda$  1216 Å (в центре). Справа снимок в  $H_{\alpha}$ , слева — в линии К ионизованного кальция



скрытого в глубине, покидает Солнце в виде непрерывного излучения. Каждый квадратный сантиметр фотосферы излучает  $6,4 \cdot 10^{10}$  эрг/сек (или около 6500 квт — мощность средней электростанции).

Непрерывное излучение фотосферы — основной вид энергетических потерь Солнца. Разреженная хромосфера, слегка рассеивая свет фотосферы, излучает некоторые спектральные линии. Из них по яркости выделяются линии водорода, особенно красная  $H_{\alpha}$  6563 Å, линии ионизованного кальция и гелия. Но суммарная энергия этого излучения невелика (поток примерно  $10^6$  эрг/см<sup>2</sup>·сек), она значительно уступает непрерывному излучению.

Непрерывный спектр и хромосферные линии в основном могут наблюдаться с земной поверхности. Верхние слои хромосферы и корона также излучают некоторые линии в видимой области спектра. Но основное излучение из этих слоев — коротковолновое. Оно поглощается земной атмосферой, а потому может исследоваться лишь бортовой аппаратурой ракет и спутников. Еще несколько лет назад велись оживленные споры о том, какую энергию получает Земля в диапазоне волн короче 1000 Å. Называли потоки от 0,01 до 100 эрг/см<sup>2</sup>·сек (1 эрг/см<sup>2</sup>·сек около Земли соответствует потоку приблизительно  $5 \cdot 10^4$  эрг/см<sup>2</sup>·сек около Солнца). Ракеты и спутники позволили решить спор: Земля получает поток в несколько эрг в период максимума активности и примерно вдвое меньше в период минимума. Линии с длинами волн короче 1000 Å излучаются атомами, лишенными нескольких электронов — сильно ионизованным углеродом, кислородом, железом и т. д. Эти ионы могут образовываться при температурах около 100 000°, т. е. в условиях, промежуточных между хромосферными и корональными. Поскольку коротковолновое излучение довольно большое (поток около  $10^5$  эрг/см<sup>2</sup>·сек), высокоионизованных атомов

на Солнце много, а значит, области с температурой в 100 000° достаточно велики.

Малая часть коротковолнового излучения спокойного Солнца принадлежит короне. Заметим, однако, что его поток, равный примерно  $10^4$  эрг/см<sup>2</sup>·сек, в 100 раз превосходит излучение в видимых корональных линиях.

Внеатмосферные наблюдения позволили не только выяснить энергетические потери самых внешних слоев невозмущенной солнечной атмосферы. Снимки Солнца в коротковолновых линиях оказались сильно пятнистыми: активные области на них примерно в 10 раз ярче невозмущенных. Такой большой «контраст» активных областей показывает, что в них потери медленнее спадают с высотой, и позволяет оценить эти потери.

Нижняя часть активной области — фотосферный факел — в непрерывном спектре несколько ярче фона. Около края диска превышение яркости достигает 10—20%, в центре диска оно ничтожно. Данные о яркости факела в различных точках диска для всех длин волн позволяют вычислить суммарный избыток энергии. Оказывается, что энергия, выходящая из каждого квадратного сантиметра факельного волокна, превосходит среднюю величину не более чем на 3%. Фон — непрерывное излучение фотосферы — громаден. Поэтому 3% от излучения фона составляет избыток потока около  $2 \cdot 10^9$  эрг/см<sup>2</sup>·сек. Энергетические потери слоев, лежащих над фотосферным факелом, несравнимо меньше.

Видимое излучение хромосферы уносит из активной области втрое больше энергии, чем из невозмущенных областей. Но при продвижении вверх это различие возрастает в 6—10 раз в верхней хромосфере и не более чем в 10 раз в короне. Уже сами величины потоков: хромосфера  $10^7$ , переход к короне  $10^6$  и корона  $10^5$  эрг/см<sup>2</sup>·сек говорят о том, что потери энергии в активной области не очень быстро спадают с высотой. При этом надо помнить, что активная область вообще более

протяженна по высоте: хромосфера тянется примерно вдвое дальше, корона начинается выше.

Активная область схематически изображена на вклейке, где указаны величины потоков энергии из фотосферы, хромосферы, переходной области и короны. (Верхний ряд цифр относится к невозмущенным, нижний — к активным областям.)

### КАК ОБРАЗУЮТСЯ АКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ

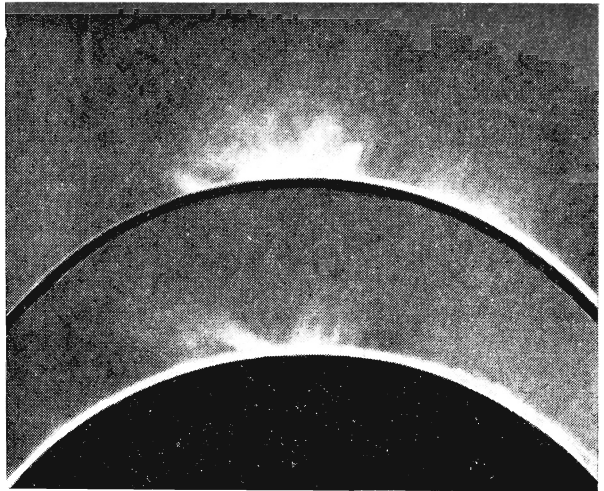
Что должен объяснить механизм образования активных областей?

Фотосферный факел отчетливо виден вблизи края диска. Следовательно, вблизи поверхности температура факела выше фотосферной. В глубоких же слоях соотношение температур должно меняться на обратное, ибо при просмотре всех слоев (в центре диска) факел невидим. Иначе говоря, в активной фотосфере есть некий агент, который несколько сглаживает бурное спадание температуры фотосферы с высотой. При этом он же обеспечивает необходимый избыток выходящей энергии. Избыток не слишком мал, что подчеркивает связь искомого агента с основными механизмами переноса энергии в фотосфере.

Иначе обстоит дело в верхних слоях атмосферы, которые требуют для своего нагрева значительно меньшей энергии. Магнитное поле активной области, по-видимому, может увеличить в несколько раз малый поток механической энергии. Менее понятно, каким образом энергия достигает громадных высот. При этом она распространяется как бы по «рельсам», что обуславливает повторение особенностей строения атмосферы Солнца на различных уровнях.

В фотосфере энергия переносится квантами света, но в более глубоких слоях лучистый перенос сменяется конвективным — передачей энергии движущимися массами газа. Вырывающиеся в фотосферу горячие струи также несут долю энергии: гранулы оказываются ярче общего фона. Если бы обращение вещества в конвективных ячейках ускорилось, поток энергии вверх также увеличился, что привело бы к сглаживанию температур, к несколько большему нагреву внешних слоев. Поэтому усиление конвекции может быть ответственно за появление фотосферного факела.

Что же может быть причиной усиления конвекции? Анализ конвективных движений



Активная корона

на Солнце показывает, что в солнечных условиях конвекция порождает мелкие, хаотические движения. Поднимающиеся и опускающиеся потоки в конвективной ячейке зацепляются мелкими вихрями и тормозятся. Упругие силовые линии препятствуют этим мелкомасштабным движениям. Трение между конвективными потоками уменьшается, их скорость возрастает. Численные оценки показывают, что действие магнитного поля в несколько десятков эрстед может объяснить перераспределение температур, необходимое для появления факела.

Эта гипотеза, предложенная С. Б. Пикельнером, позволяет также понять, почему повышается яркость внешних частей атмосферы. Оказывается, и это явление связано с конвекцией. Конвективные движения создают сжатия и разрежения газа, которые распространяются вверх в виде волн. Их затухание приводит к нагреву внешней атмосферы. Поток волн очень сильно зависит от скорости движений, достаточно увеличить скорость конвекции на несколько десятков процентов и поток волн возрастет в три раза. Необходимо оговориться, что магнитное поле, увеличивая упругость газа, также усиливает генерацию волн. Но при полях, обычно наблюдаемых в активных областях, этот эффект гораздо менее существен.

В присутствии магнитного поля скорость волн в разреженных внешних слоях атмосферы очень велика. Пути звуковых волн, идущих снизу с довольно малой скоростью, начинают загибаться, и волны отражаются

обратно, к фотосфере (как при переходе света из стекла в воздух). Эти волны не могут достигнуть громадных высот и там нагреть газ.

Однако на Солнце волны образуются не в одной, а одновременно во многих конвективных ячейках, и на некоторой высоте происходит сложная интерференция волн. В присутствии магнитного поля могут существовать несколько типов волн. При сложной интерференции происходит переход одного типа волн в другой. Там, где длины волн всех типов примерно одинаковы, переход совершается наиболее легко, трансформация наиболее эффективна. На Солнце такой уровень располагается в нижней хромосфере. Энергия звуковых волн, идущих из верхней части конвективной зоны, на высотах 500—1000 км над солнечной поверхностью переходит в энергию колебаний силовых линий магнитного поля. Эти колебания и выводят энергию ансамбля волн наверх.

Волна, представляющая собой деформацию силовой линии, распространяется, конечно, вдоль поля. Именно привязанностью волн к полю и объясняется повторяемость структур на различных уровнях в хромосфере.

Колебание вдоль силовой линии распространяется в разреженных слоях очень быстро. Длина волны оказывается чрезвычайно большой, давление и иные параметры волны очень медленно изменяются в пространстве. Но сильное затухание волны, а следовательно, и передача энергии газу, может происходить только в областях резкого изменения параметров в волне, при образовании так называемых ударных волн.

Чем же может быть вызвано затухание волн? Затухание и нагрев газа связаны с тем, что на каждом уровне в ансамбле волн присутствуют и более медленные, звуковые волны. Из-за малой скорости длина звуковых волн невелика, они на малом отрезке пути становятся ударными. Звук в основном появляется также на высотах около 1000 км, но он образуется и на более высоких уровнях. Через ударные волны, образующиеся из звуковых, энергия всего ансамбля волн постепенно переходит в тепловую и энергию излучения газа.

\* \* \*

В заключение отметим, что необходимо довольно осторожно относиться к построению общих схем. Развитие активной области на

Солнце — захватывающее зрелище, показывающее подчас неожиданные превращения и оттенки явления. Процесс в целом необычайно сложен, но само Солнце каждый раз рассказывает нам об основных структурных особенностях и энергетических характеристиках активной области. Усиление конвекции, возможно, приводит к появлению фотосферного факела. Из-за усилившихся движений значительно возрастает поток волн, который по своеобразным «рельсам» — силовым линиям поля — достигает заметных высот. Дальнейшие наблюдения подтвердят или опровергнут эти представления.

Еще раз подчеркнем, что понимание физической сущности явлений в активных областях Солнца важно для геофизики и астрофизики. Ограничимся двумя примерами.

Плотность частиц в активной короне, по видимому, превышает ее равновесное значение и эти области служат источниками непрерывного истечения частиц. Истечение становится более интенсивным или при большом возбуждении и плотностях активной короны («пульсирующие» слабые вспышки), или при чрезвычайно бурных хромосферных процессах, происходящих непосредственно над областью пятен. Иногда выбрасываются даже частицы очень высоких энергий — космические лучи. Перманентное истечение газа, различные вспышки и сопровождающие их явления — все это результат нормальной жизни активных областей.

Солнце — рядовая, очень спокойная звезда Вселенной. В звездах-гигантах, обладающих громадными внешними оболочками, по видимому, происходят аналогичные, но несравненно более мощные явления. Магнитные и вспыхивающие звезды еще совсем не изучены. Вполне возможно, что именно понимание физики активных областей на Солнце подскажет пути изучения сложных явлений во внешних областях звезд.

#### ЧТО ЧИТАТЬ О ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ НА СОЛНЦЕ

- Дональд Г. Мензел. Наше Солнце. Физматгиз, М., 1963.  
С. Б. Пикельнер. Солнце. Физматгиз, 1961.  
М. А. Лившиц. Солнечная активность. Природа, № 6, 1965.  
Е. П. Левитан. Природа солнечных пятен. «Наука», 1964.

# ЧТО ТАКОЕ АРХЕОМАГНЕТИЗМ

*С. П. БУРЛАЦКАЯ,  
кандидат физико-математических наук  
Т. В. НЕЧАЕВА,  
Г. Н. ПЕТРОВА,  
доктор физико-математических наук*

## ГЕОФИЗИКИ ИЗУЧАЮТ ДРЕВНИЕ РУИНЫ

Камни умеют хранить молчание... Так думают, глядя на разрушенные памятники древних культур, на развалины древних городов, раскопки поселений. Их называют немymi свидетелями исторических катастроф. Но это не совсем справедливо. Молчаливые руины многое говорят искусенному взгляду ученого, идущего по следам исчезнувших цивилизаций. К тому же достижения современной науки заставили некоторые предметы, обнаруженные в раскопках или среди развалин, заговорить новым, доселе неведомым языком. Оказалось, что кирпичи и черепица из древних строений, керамическая посуда и другие изделия из обожженной глины, которыми пользовались наши далекие предки, могут «рассказывать» о вещах, важных не только для археологов и историков, но и для геофизиков.

Геофизики получают возможность как бы реставрировать картину магнитного поля Земли в далекие эпохи, а значит и приблизиться к разгадке законов, которые им управляют. Изучение закономерностей в изменении геомагнитного поля, происхождение которого связывают с ядром планеты, помогает получить косвенные данные о свойствах земного ядра. Используя археологический материал, геофизики значительно обогащают свою область знания. Археология же при этом приобретает новый, в определенных пределах точный, метод датировки древних памятников.

Столь тесная взаимная заинтересованность двух в сущности далеких друг от

друга наук — естественной и гуманитарной — привела к рождению новой, «синтетической» отрасли науки — археомагнетизма.

Какова же та цепь причин и следствий, которая ведет от находки древнего кирпича к суждениям о строении ядра нашей планеты?

## НЕВИДИМЫЕ ОТПЕЧАТКИ

Изделия из обожженной глины обладают удивительной способностью сохранять в себе «отпечаток» того геомагнитного поля, которое существовало во время их обжига. Такую особенность придают этим изделиям ферромагнитные минералы (магнетит, гематит и др.), которые в той или иной комбинации всегда имеются в глине. Они-то и намагничиваются в магнитном поле Земли, когда их нагревают в обжигательных печах выше температуры Кюри (выше 700°С) и затем охлаждают до нормальной (атмосферной) температуры. Образуемая при этом так называемая термоостаточная намагниченность пропорциональна напряженности геомагнитного поля и совпадает с ним по направлению. Очень существенно, что эта намагниченность стабильна по отношению к различным намагничивающим факторам и потому сохранилась в древних образцах почти в первоначальном виде. Те изменения, которые она претерпевает, можно выявить с помощью так называемой магнитной чистки, которая производится различными методами.

Самый совершенный из них — метод последовательных нагревов — был предложен в 40-х годах французским ученым профессором Е. Телье. Этот способ заключается в том, что образец нагревается последовательно до температур 100, 200, ..., 700° и затем остывает в определенных положениях относительно лабораторного поля; при этом его естественная термоостаточная намагниченность как бы послойно снимается (счищается) до тех пор, пока не становится равной нулю (при достижении точки Кюри). В каждом температурном интервале естественная остаточная намагниченность сравнивается с лабораторной. Это и дает возможность выявить первоначальную намагниченность образца, определить ее происхождение и термическую историю, вычислить отношение напряженности древнего геомагнитного поля к современному и истинное направление древнего поля.

Итак, представим себе коллекцию кирпичей из строений города, просуществовавшего много веков и имеющего надежную хронологию. Найдя значения первоначальной остаточной намагниченности каждого из образцов, а по ним и параметры геомагнитного поля, можно построить зависимость этих параметров от времени, т. е. получить кривые вековых вариаций магнитного поля Земли.

Магнитное поле в каждой точке земной поверхности, как и всякий вектор, характеризуется величиной (напряженность  $H$ ) и направлением, задаваемым двумя углами — наклоном  $I$  (угол вектора по отношению к вертикали) и склонением  $D$  (угол по отношению к меридиану). Поэтому и кривые вариаций геомагнитного поля строятся для этих трех величин. Однако, чтобы иметь возможность определить все три параметра, необходимо знать, как исследуемый образец был ориентирован в пространстве во время обжига (вернее во время остывания после него). С этой точки зрения превосходным материалом для археомагнитных построений служат древние печи (горны, домашние и культовые очаги и т. п.), которые, как правило, не смещались с момента их последней эксплуатации. Поэтому, прежде чем взять фрагмент печи в качестве образца для исследований, необходимо привязать его к современному магнитному меридиану, т. е. поставить марку N—S на горизонтальном участке

образца, созданном, если нужно, искусственно с помощью гипса.

Другими объектами исследований могут быть кирпичи, черепица, изразцы и иная строительная керамика, если известно, каково было ее положение по отношению к вертикали во время обжига. Это в большинстве случаев бывает известно. Так, для кирпичей существует определенный способ установки их в печах для обжига, наиболее выгодный технологически, а именно — на длинном ребре. Это подтверждалось и археологическими находками, когда были раскопаны обжигательные печи с загрузкой. Для таких объектов с ориентацией относительно вертикали могут быть определены лишь два параметра геомагнитного поля — наклонение  $I$  и напряженность  $H$ . Склонение в этом случае для нас потеряно из-за невозможности ориентировать объект по отношению к меридиану. То же самое относится и к керамической посуде, которая при обжиге ставилась обычно на донышко или венчик. В случае полного отсутствия подобных сведений об исследуемом предмете можно определить только напряженность древнего геомагнитного поля.

## ПЕРВЫЕ ЗАВОЕВАНИЯ

Долгое время единственным источником сведений о геомагнитном поле были непосредственные измерения на магнитных обсерваториях, начатые примерно с середины XVI в. Они показали, что магнитное поле Земли постепенно и медленно изменяется. Математическая обработка этих измерений (сферический анализ) позволила выявить некоторые закономерности строения поля. В частности, удалось установить, что в первом приближении оно представляет собой поле диполя. В дальнейшем это было подтверждено данными, полученными на спутниках. Однако непосредственные наблюдения недостаточны для всестороннего изучения вопроса. Они пока малочисленны и, главное, охватывают лишь короткий промежуток времени в сравнении с полным циклом изыскания геомагнитного поля. Значительно более богатый материал для выводов дают археомагнитные построения.

Впервые изучением остаточной намагниченности образцов начал заниматься в

конце XIX в. Г. Фольгерайтер (Италия), который выбрал для исследований этрусские вазы и измерял по ним геомагнитное наклонение. Р. Шевалье (Франция) изучал естественную намагниченность горных пород вулкана Этны (механизм образования остаточной намагниченности лав при остывании и глин после обжига — один и тот же). И. Кёнигсбергер (Германия) пытался определить напряженность древнего поля, сравнивая естественную остаточную намагниченность горных пород с намагниченностью, которую порода приобретает, находясь в магнитном поле Земли (без нагрева), т. е. по так называемому фактору Q. Данные, полученные этими учеными, были первым вкладом в изучение вариаций геомагнитного поля в прошлом.

## ЭВОЛЮЦИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ В ИСТОРИЧЕСКОМ ПРОШЛОМ

Прежние методы лабораторных исследований позволяли в основном определить лишь направление магнитного поля Земли, да и то недостаточно достоверно. Только появление метода Телье дало возможность надежно определять направление древнего геомагнитного поля и, что самое существенное, вычислять его напряженность. Сам автор метода последовательных нагревов изучал остаточную намагниченность печей из Карфагена эпохи пунических войн, древнюю посуду из раскопок святилища богини Танит, баденскую черепицу, средневековые кирпичи и черепицу различных

городов Франции. Им впервые было установлено, что геомагнитное поле изменяется не только по направлению, но и по абсолютной величине. На рубеже нашей эры оно было примерно в 1,5 раза больше современного. Этот вывод, осторожно сделанный французским ученым только для ограниченного географического района, авторами данной статьи был позднее подтвержден исследованиями по Кавказу.

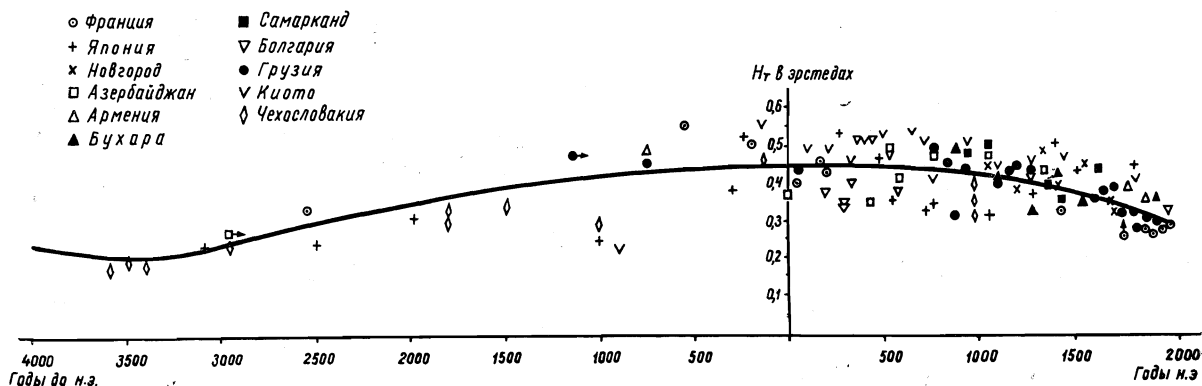
В последнее время археомагнетизм привлек интерес ученых разных стран, и метод Телье был принят многими экспериментаторами. В связи с этим появились довольно обширные данные по напряженности геомагнитного поля и возможность их систематизировать и сопоставить.

На рис. 1 представлены результаты измерения напряженности поля в разных пунктах земной поверхности: в Новгороде, Грузии, Армении, Азербайджане, Самарканде и Бухаре — по данным авторов; в Африке, Франции — по данным Е. Телье; в Японии — по данным Т. Нагата, Араи, Момозе; в Чехословакии — по данным В. Буха. Для удобства сопоставления все значения напряженности пересчитаны на географический экватор.

Несмотря на некоторый разброс точек на графике, можно заметить вполне определенную тенденцию в изменении поля.

От наших дней в глубь веков поле плавно нарастает, достигая своего максимального значения примерно в начале новой эры (в этот период оно в 1,5 раза больше современного), а затем убывает вплоть до четвертого тысячелетия до н. э. В это время, т. е. 6000 лет назад, отмечается

Рис. 1. Изменение напряженности магнитного поля Земли на экваторе за 6500 лет





минимум, равный 0,5 от современного значения. Если двигаться еще дальше по шкале времени в сторону древних эпох, то поле, по-видимому, опять начинает возрастать, хотя для уверенных выводов данных еще недостаточно. Полученную зависимость можно рассматривать как часть циклической кривой с периодом не менее 8 тыс. лет.

Поскольку эта кривая построена по результатам измерений, полученных для различных, удаленных друг от друга районов земного шара, можно утверждать, что она отражает явление, носящее планетарный характер. По-видимому, это колебание дипольной части магнитного поля Земли. Чем же все-таки объясняется «отступление» отдельных точек от общей закономерности? Ошибка лабораторного эксперимента невелика (порядка 5% от измеряемой величины) и, следовательно, не может служить причиной разброса точек. Надо отметить, что именно с определения этой ошибки и были начаты археомагнитные измерения. Только после того, как результаты этих измерений, проведенных для объектов, близких по возрасту к современности, совпали с данными обсерваторий, археомагнетизм утвердил свое право на существование.

Причиной разброса может быть неточность в определении возраста древних объектов. Поэтому достоверность полученной кривой тем меньше, чем больше возраст образцов, принятых в качестве эталонов. Кроме того, строгая геометрическая зависимость поля от времени могла бы получиться лишь при том условии, если бы геомагнитное поле в каждом пункте земной поверхности точно следовало закону дипольного распределения. Реальное же поле несколько отличается от дипольного, поскольку включает в себя местные аномалии. И наконец, на монотонное изменение общего момента Земли накладываются колебания напряженности с меньшими периодами и амплитудой. Все это и приводит к тому, что точки, изображающие значения напряженности поля в разные периоды времени, ложатся не на линию, а образуют полосу около средней линии, которая и отражает доминирующую тенденцию в изменении поля.

До сих пор шла речь только об абсолютной величине поля Земли и его изме-

нении во времени. Еще большие возможности для сопоставлений и выводов дают результаты определения направления поля, поскольку их получить значительно проще. К нашему времени накопилось много данных об одной из характеристик направления — наклонении, которое можно определять по широко распространенному археологическому материалу (кирпичи, некоторые виды черепицы, посуда). Данных о склонении очень мало, так как его можно измерить только у довольно редких образцов с фиксированным положением в пространстве при обжиге (фрагменты печей, обожженных стен, полов и т. д.).

Когда у исследователя накапливается достаточно результатов измерения наклона по данной территории, появляется возможность представить их в виде кривых векового хода наклона.

В мировой литературе известны кривые вековых вариаций наклона для некоторых стран, а также для ряда районов СССР (Ленинград, Львов, Прибалтика — по данным Е. Н. Тархова; Грузия — по данным З. А. Челидзе; Новгород, Кавказ, Средняя Азия — по данным авторов). Сравнение показало, что функциональная зависимость наклона от времени изображается циклической кривой, близкой по виду к синусоиде, с периодом 500—1000 лет. Подробный анализ позволил полученную для 2000 лет экспериментальную кривую изменения наклона для Кавказа продлить в глубь веков на 6000 лет. Гипотетическая ее часть, относящаяся ко времени до нашей эры, была впоследствии подтверждена данными археомагнитных измерений. На рисунке 2 мы видим колебания кривой с периодом 500—1500 лет и переменной амплитудой (26—32°).

Если построить зависимость от времени амплитуд и периодов, снятых с синусоиды рисунка 2, то оказывается, что соответствующие кривые (а и б на рис. 3) подобны уже известному нам ходу напряженности (в на рис. 3). Поскольку первые две кривые служат характеристиками направления поля, а третья — его абсолютной величины, их сходство, очевидно, дает повод заключить, что изменение магнитного поля Земли — единый процесс, представляющий собой колебание с периодом порядка  $10^3$  лет, модулированное колебанием с периодом порядка  $10^4$  лет.

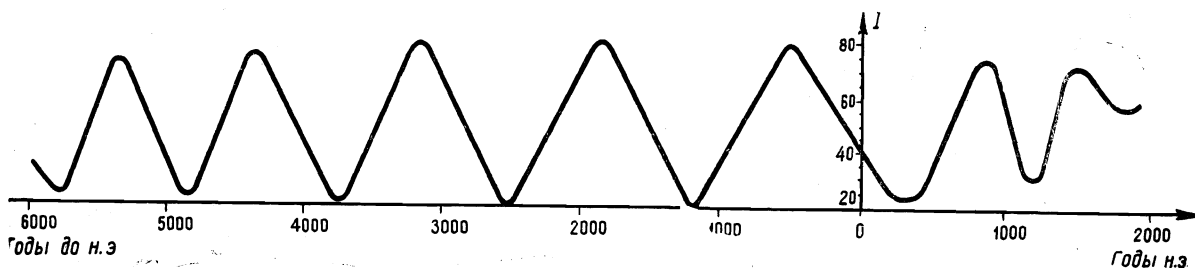


Рис. 2. Изменение наклоения магнитного поля на Кавказе за 8000 лет. Правая часть кривой (от начала эры до современности) построена по экспериментальным данным, левая — по данным расчета и впоследствии подтверждена экспериментально

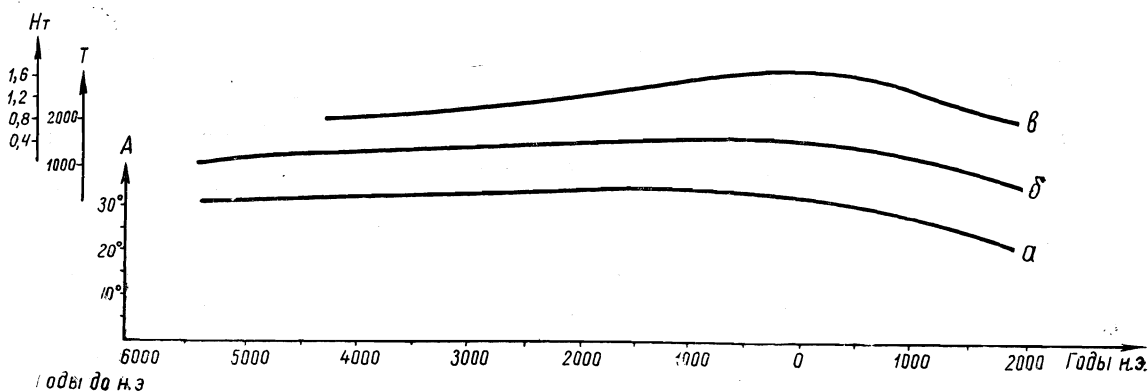
## ЗАПАДНЫЙ ДРЕЙФ

Сравнение вариаций наклоения дало возможность выявить и другую, гораздо более важную и интересную закономерность. Если расположить кривые в порядке возрастания долгот пунктов отбора образцов, то можно заметить, что они сдвинуты по фазе одна относительно другой, причем сдвиг фазы пропорционален разнице долгот. На рис. 4 по оси абсцисс отложены значения долгот, а по оси ординат — годы, на которые приходится последний максимум наклоения (фаза колебания). График показывает, что для последних 600—700 лет отчетливо проявляется прямолинейная (в первом приближении) зависимость. Это означает, что экстремальные значения геомагнитного наклоения достигаются не синхронно на всей поверхности земного шара, а с запаздыванием по времени (сдвигом по фазе), пропорциональным разности долгот. Иными словами, картина векового хода как бы равномерно

смещается на запад. Скорость этого смещения характеризуется величиной тангенса угла наклона прямой к оси абсцисс на рис. 4, численно равной  $0,23 \pm 0,06$  град/год.

Это явление было обнаружено ранее по данным обсерваторных наблюдений за последние 200 лет и названо западным дрейфом векового хода геомагнитного поля. Советскими и зарубежными исследователями изучался вековой ход различных гармоник склонения и наклоения поля и оценивалась соответствующая величина скорости векового хода. По данным В. П. Орлова, Т. Юкутаке и Э. Эрвинга, она оказалась величиной одного и того же порядка, в пределах 0,2—0,4 град/год, что хорошо согласуется и с ее археоманитным определением.

Рис. 3. Временная зависимость амплитуды  $A$ , периода  $T$ , изменения наклоения  $\alpha$  и  $\beta$  и напряженности  $H_T$  [в]



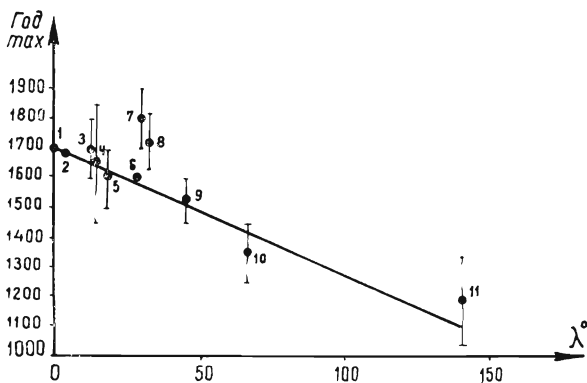
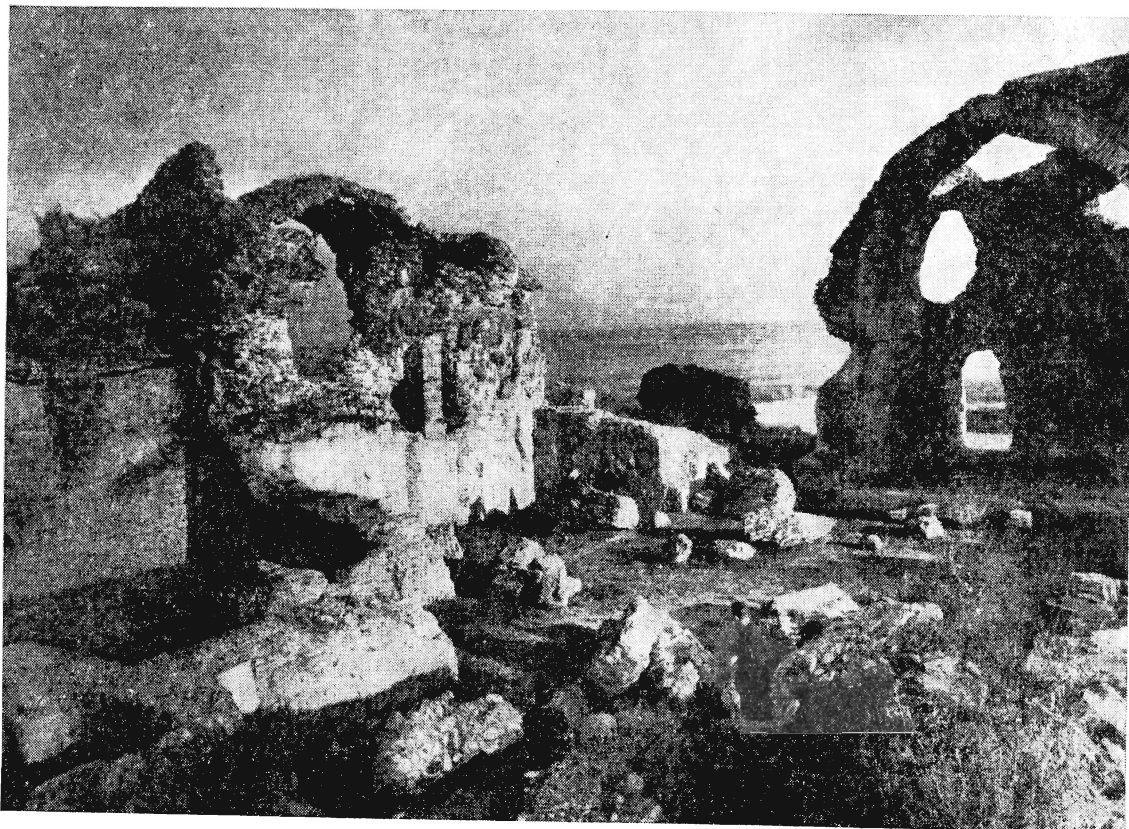


Рис. 4. Графическая иллюстрация западного дрейфа векового хода

Географический пункт	$\lambda^{\circ}$ $\Phi^{\circ}$	Год наступления последнего максимума
1. Лондон	0 51	1700
2. Париж	2 49	1685
3. Рим	13 42	1700
4. Сицилия	14 37	1650
5. Венгрия	18 48	1600
6. Болгария	27 42	1625
7. Ленинград	30 60	1800
8. Новгород	32 58	1720
9. Тбилиси	45 41	1530
10. Средняя Азия	70 42	1350
11. Япония	140 36	1200

Поскольку изменение магнитного поля на поверхности Земли отражает процессы, протекающие во внутренних ее слоях, явление западного дрейфа интерпретируется некоторыми учеными как проскальзывание мантии относительно ядра при вращении нашей планеты.

Рис. 5. Гегутский замок (Грузия). Памятник интересен тем, что он пережил несколько строительных периодов. Это дало возможность получить образцы для археомагнитных исследований из различных хронологических слоев



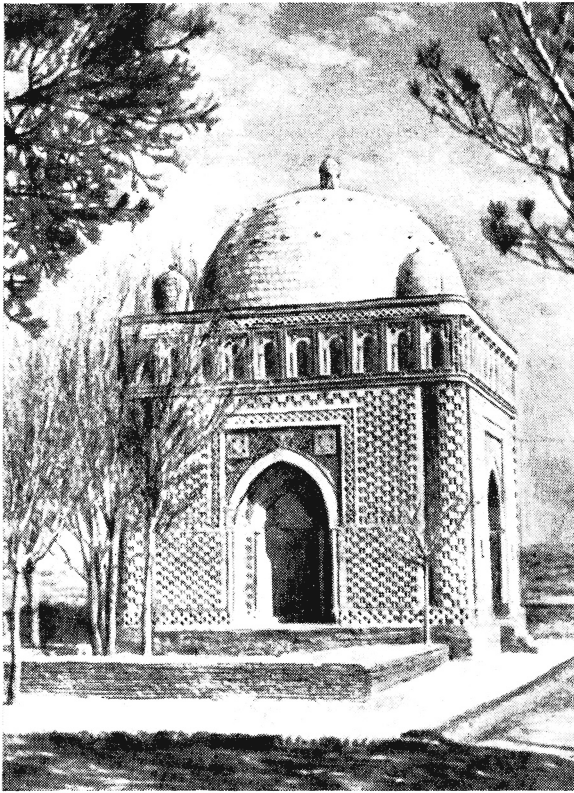


Рис. 6. Мавзолей саманидов. Бухара. Памятник облицован плитками из обожженной глины, послужившими для археомагнитных измерений



нагревов, в результате чего определяется его первоначальная термонамагниченность, а по ее значению вычисляются элементы древнего геомагнитного поля: наклонение и напряженность. Затем эти данные сравниваются с кривыми векового хода наклонения и напряженности, полученными ранее (также с помощью археомагнитного метода). И наконец, образец датируется тем временем, для которого на кривых векового хода характерны полученные значения наклонения и напряженности.

На рис. 1 и 2 были представлены кривые векового хода наклонения и напряженности геомагнитного поля, по которым производится датирование. Мы видим, что

Таким образом, с помощью археомагнитных исследований получена картина вариаций магнитного поля Земли в далеком прошлом, а также закономерности, характеризующие это изменение, очень важные для построения теории главного магнитного поля. Возможно, они помогут раскрыть некоторые тайны строения глубинных частей Земли.

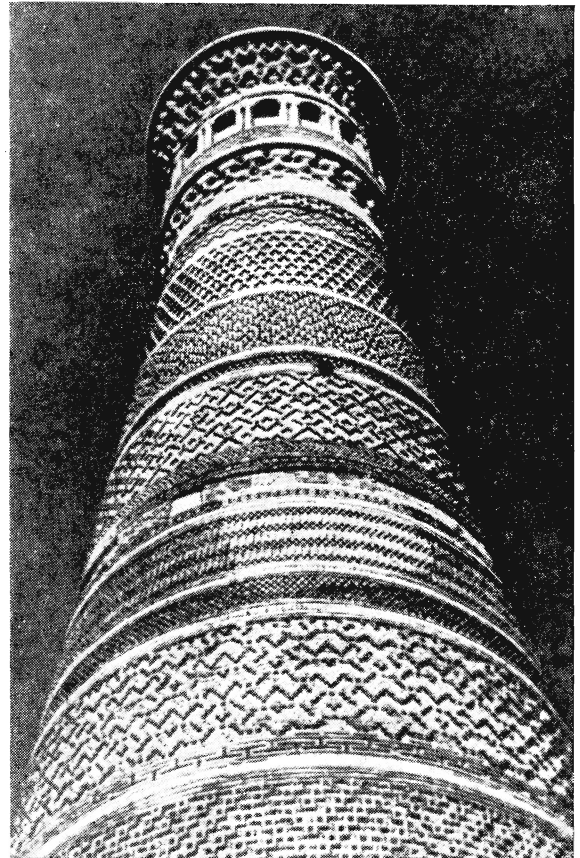
## НА СЛУЖБЕ АРХЕОЛОГИИ

Как уже говорилось, результаты геомагнитных исследований важны не только для геофизики. С их помощью можно датировать объекты, представляющие интерес для археологов и историков. Техника этого процесса заключается в следующем.

Прежде всего образец подвергается изучению по методу последовательных



Рис. 7. Минарет Калян («Башня смерти») в Бухаре — один из древнейших памятников архитектуры в Средней Азии



если для вариаций наклоения цикл равен приблизительно 1000 годам, то для изменения напряженности он составляет примерно 100 веков. Следовательно, одинаковые значения наклоения могут встретиться через 450—500 лет, а одинаковые значения напряженности лишь через интервалы в 50 веков. Это дает возможность производить датировку более уверенно, чем если бы она производилась только по одной величине. В среднем точность археомагнитного датирования можно оценить в 25—50 лет для последнего тысячелетия нашей эры, но чем далее в глубь веков, тем она меньше.

Рисунки 5—10 могут дать представление о виде объектов и процессе отбора образцов.

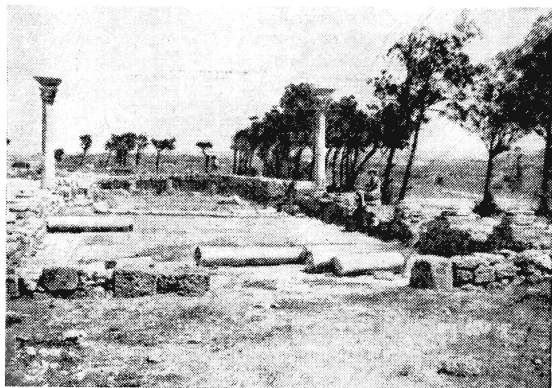


Рис. 8. Херсонес. Базилика с сохранившейся кирпичной кладкой в основании апсид

Для иллюстрации метода археомагнитного датирования можно привести пример — измерение грузинского образца из района Прачхиси в Грузии. Образец был подвергнут последовательным нагревам, в результате чего установлены точные значения естественной остаточной намагниченности и значения намагниченности, полученной в магнитном поле лаборатории. Из сравнения этих величин найдено отношение намагничивающих полей — древнего к современному, а следовательно, элементы древнего намагничивающего



Рис. 9. Отбор образцов из кирпичной кладки в рыбозасолочной цистерне (Херсонес)

поля — наклоение и напряженность, которые оказались равными  $59^{\circ}35'$  и 0,69 гс. Для наглядности нужные участки кривых представлены на одном графике (рис. 11). Если полученное значение угла наклоения сопоставить с кривой на рис. 2, то можно видеть, что оно повторяется примерно в VII, X, XIV и XVII веках. Но значение напряженности (рис. 1), равное 0,69 гс, заставляет нас из этих четырех эпох остановиться на X в. Таким образом, значения наклоения и напряженности для этого образца позволяют отнести его к X в.

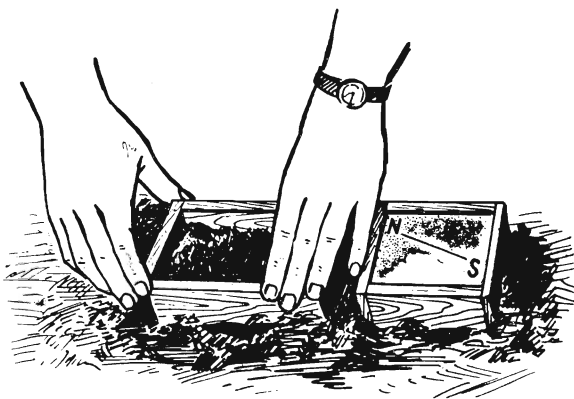
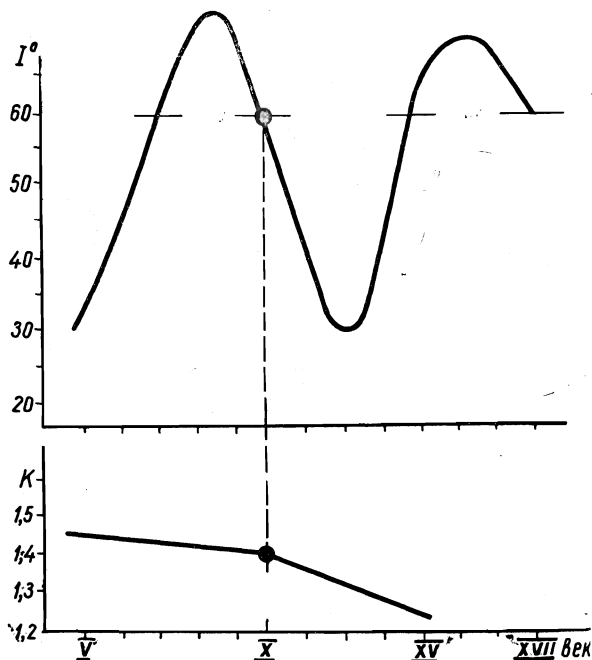


Рис. 10. Извлечение образца. Справа — загипсованный образец, на котором ставится отметка N—S по компасу

Рис. 11. Иллюстрация датировки образца из Парцхиси по археомагнитным кривым



В последнее время появился ряд работ, как у нас, так и за рубежом, в частности, в Англии и в Японии, посвященных вопросу магнитного датирования. Мнение ученых сводится к тому, что точность нового метода не уступает ранее известным и что в дальнейшем он окажет большую помощь археологам и историкам. Безусловно, самым правильным будет использование магнитного датирования в комплексе с другими физическими и археологическими методами.

### ЧТО ЧИТАТЬ ОБ АРХЕОМАГНЕТИЗМЕ

С. П. БУРЛАЦКАЯ. Археомagnetизм. Исследование магнитного поля Земли в прошлые эпохи, М., «Наука», 1965. В книге имеется обширная библиография.

С. П. БУРЛАЦКАЯ, Т. Б. НЕЧАЕВА, Г. И. ПЕТРОВА. Оценка западного дрейфа векового хода наклонения и изменения момента Земли по археомагнитным данным. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 6, 1965.



### НАЙДЕНА ЕЩЕ ОДНА «ПРОПАВШАЯ» КОМЕТА

Кампания по поискам «утерянных» комет, успешно начатая в 1964 г. («Земля и Вселенная», № 1, 1966, стр. 94), продолжается. После обнаружения комет Холмса и де Вико — Свифта настала очередь кометы Темпеля — Тутля (1866 I), не наблюдавшейся ровно 100 лет.

Эта комета была открыта 19 декабря 1865 г. известными «ловцами комет». Темпелем и Тутлем и наблюдалась до 9 февраля 1866 г. Вычисления ее орбиты показали, что комета имеет период обращения 33 года, что движение ее — обратное и в перигелии комета может подходить очень близко к орбите Земли. Через год итальянский астроном Скиапарелли доказал тождественность орбиты этой кометы и метеорного потока Леонид, дававшего известные метеорные дожди в 1799, 1833 и 1866 гг. (сам поток известен с 902 г. н. э.).

Но с тех пор комету Темпеля — Тутля никто не видел. И вот недавно доктор И. Шубарт из Вычислительного института в Берлине, произведя на электронных машинах расчеты ее движения, предсказал, что комета пройдет перигелий в апреле 1965 г. Вскоре (30 июня) она была обнаружена М. Бестером на обсерватории в Блюмфонтейне (ЮАР) на фотографии, полученной с 10-дюймовым рефлектором. Она была 16-й величины.

Но всего вероятней, что это — не второе, а четвертое наблюдавшееся появление кометы Темпеля — Тутля. Японский астроном С. Канда предположил, что она идентична комете 1366 года, наблюдавшейся в Китае и в Японии (впрочем, это предположение высказывалось и ранее). Доктор Шубарт считает, что она была видна и в 1699 г., когда ее наблюдал Готфрид Кирх в Берлине.

Список периодических комет, наблюдавшихся при двух и более появлениях, пополнился еще одним членом (сейчас в нем — 57 комет).

«Sky and Telescope», 30, № 5, 1965, 278

# СВЕТОВОЕ ДАВЛЕНИЕ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

(К столетию со дня рождения П. Н. Лебедева)

*В. В. РАДЗИЕВСКИЙ,*  
*профессор*

## ЗАКОН НЬЮТОНА — ЛЕБЕДЕВА

Смутная догадка о возможности существования светового давления закрадывалась в головы людей уже несколько столетий назад. И. Кеплер в 1619 г. впервые высказал вполне определенное суждение о том, что необычная форма кометных хвостов может быть объяснена отталкивающим действием солнечных лучей. Заслуга теоретического обоснования явления светового давления принадлежит английскому физика К. Максвеллу, предсказавшему в 1873 г., на основе разработанной им теории электромагнитного поля, динамическое действие световых лучей. Тремя годами позже к таким же результатам, но уже исходя из термодинамических соображений, пришел итальянец А. Бартоли. В превосходном согласии с выводами этих авторов относительно ожидаемой величины светового давления солнечных лучей оказалась разработанная выдающимся русским астрономом Ф. А. Бредихиным механическая теория кометных форм. Эта теория позволила хорошо интерпретировать фактически наблюдаемые типы хвостов комет.

Однако многочисленные попытки ряда крупнейших экспериментаторов различных стран мира обнаружить и измерить силу светового давления непосредственно в лаборатории неиз-

менно терпели неудачу. Слишком уж мала эта сила: даже при перпендикулярном падении солнечных лучей их давление на зеркальную поверхность составляет всего лишь одну десятиллионную атмосферы.

Только в конце XIX в. замечательному русскому физика Петру Николаевичу Лебедеву, столетие со дня рождения которого отметила в этом году научная общественность нашей страны, удалось впервые осуществ-



**П. Н. Лебедев**  
**(1866—1912)**

вить блестящий эксперимент, подтвердивший существование светового давления и позволивший измерить его величину.

Открытие П. Н. Лебедева, принесшее ему мировую славу, послужило важным вкладом в дело торжества материалистической концепции в философии. Отныне уже не могло оставаться сомнений в том, что любое излучение не приводит к исчезновению материи. При переходе вещества в поле сохраняются все атрибуты материи: ее масса, энергия, количество движения. Ничтожно малая часть всякого горячего тела постепенно переходит в поле. При этом излучается не только тепловая или световая энергия, как думали раньше, но и неизбежно сопутствующая ей масса, которая, разлетаясь с огромной скоростью в разные стороны от горячего тела, ударяется в другие тела, попадающиеся на ее пути, и оказывает на них отталкивающее действие.

В настоящее время известно, что наше Солнце каждую секунду излучает 4 млн. т световой материи, которая мчится от него со скоростью 300 000 км/сек. От Солнца как бы «дует» ураганный «световой ветер», и не удивительно, что он наводит людей на мысль о возможности использования солнечных парусов для космической навигации.

Земля «перехватывает» лишь небольшую долю световой материи, летящей от Солнца,— 2 кг в секунду. Эти 2 кг приносят Земле энергию, которая в 100 000 раз превосходит ее промышленное производство во всех странах за то же время. Однако отталкивающее действие падающей на нашу планету световой материи ничтожно мало по сравнению с ньютоновским притяжением Земли к Солнцу. Только для очень небольших или больших, но легких (например, полых) тел све-

товое отталкивание может соперничать с силой ньютоновского притяжения или даже превосходить его.

Математическое сравнение сил ньютоновского притяжения и светового отталкивания Солнца или другого излучающего тела (под «световым» давлением мы подразумеваем давление электромагнитного излучения любых длин волн, хотя человеческий глаз воспринимает как свет лишь небольшой диапазон длин волн электромагнитного поля) впервые было сделано также П. Н. Лебедевым еще в 1891 г., и в этом состоит его заслуга, несколько не уступающая по своему значению заслуге открытия светового давления. Обе силы — ньютоновская гравитация (тяготение) и лебедевская репульсия (отталкивание) обладают рядом замечательных, как бы роднящих их свойств. Любое тело, коль скоро его абсолютная температура отлична от нуля, излучает электромагнитное (в частном случае, световое) поле и, следовательно, отталкивает все тела, попадающие в это поле. Таким образом, свойство отталкивать является таким же неотъемлемым атрибутом любого тела, как и его свойство притягивать. Обе силы по величине обратно пропорциональны квадрату расстояния от излучающего и гравитирующего тела и направлены приблизительно по одной и той же прямой. Таким образом, роль репульсии сводится как бы к уменьшению (редукции) тяжелой массы излучающего тела. Эти соображения позволили П. Н. Лебедеву описать обе силы одной формулой, получившей впоследствии название закона Ньютона — Лебедева

$$F_{12} = \frac{\gamma M_1' M_2}{R^2}.$$

В этой формуле  $F_{12}$  — сила, с которой тело массы  $M_1$  действует на тело массы  $M_2$ ,  $R$  — расстояние

между ними,  $\gamma$  — коэффициент пропорциональности (гравитационная постоянная),  $M_1'$  — редуцированная масса первого тела, как бы ослабленная его световым отталкиванием; она всегда меньше  $M_1$  и зависит от температуры первого тела, а также от размеров и плотности каждого из двух взаимодействующих тел. При определенных условиях «масса»  $M_1'$  может принимать нулевое и даже отрицательное значение.

По мнению ряда философов, учет светового отталкивания между телами имеет большое методологическое значение, так как он устраняет существенный недостаток классической теории тяготения — ее однополярность, которая еще у Энгельса вызывала чувство большой неудовлетворенности. «Все учение о тяготении — писал Энгельс — покоится на утверждении, что притяжение есть сущность материи. Это, конечно, неверно. Там, где имеется притяжение, оно должно дополняться отталкиванием... Но притяжение и отталкивание столь же неотделимы друг от друга, как положительное и отрицательное, и поэтому уже на основании самой диалектики можно предсказать, что истинная теория материи должна отвести отталкиванию такое же важное место, как и притяжению, и что теория материи, основывающаяся только на притяжении, ложна, недостаточна, половинчата».

По утверждению Энгельса, явление кометных хвостов, обнаруживающих огромное отталкивание, убедительно свидетельствует в пользу важной роли последнего во всемирном взаимодействии материи. Можно не сомневаться, что и сам П. Н. Лебедев хорошо понимал значение найденного им закона. Вот что он писал в одном из своих писем: «Я, кажется, сделал очень важное открытие в теории движения светил, специально комет... найденный закон рас-



пространяется на все небесные тела. Сообщил Винеру; сперва он объявил, что я с ума сошел, а на другой день, поняв в чем дело, очень поздравлял. Сперва я был в сильном нервном напряжении, но теперь, когда закон доказан, я ничуть не волнуюсь, частью может быть от того,—этого я не скрою,—что озадачен, даже ошеломлен его общностью, которую сначала не предвидел.

## СВЕТОВОЕ ДАВЛЕНИЕ ВНОСИТ КОРРЕКТИВЫ В КЛАССИЧЕСКУЮ НЕБЕСНУЮ МЕХАНИКУ

Первое удивительное следствие, вытекающее из закона Ньютона — Лебедева, состоит в том, что действие одного тела на другое оказывается не равным противодействию последнего. Представим себе, например, два сферических тела *A* и *B*, одинаковых по размерам и массе, но различных по температуре настолько, что при их взаимодействии у горячего тела (*A*) преобладает отталкивание, а у холодного (*B*) — притяжение. Центр тяжести этих двух тел, предоставленных самим себе, не будет оставаться в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, как это должно бы быть в рамках классической динамики. Оба тела и их центр масс будут двигаться ускоренно в направлении от горячего тела к холодному: тело *B* будет двигаться, набирая скорость за счет преобладающего отталкивания со стороны тела *A*; вдогонку за телом *B*, тоже ускоренно, будет двигаться тело *A*, подтягиваемое преобладающим притяжением со стороны тела *B*.

Астрономам приходится наблюдать, как крошечные частицы, отделившись от ядра кометы, ускоренно мчатся от Солнца, подгоняемые его преобладающим отталкиванием. В то же время, каждая из этих частиц, будучи достаточно холодной, с какой-то, хотя и нич-

тожной, силой несомненно подтягивает за собой и само Солнце. Если бы таких частиц было достаточно много, они могли бы заметным образом изменить скорость движения нашего светила. Не по этой ли причине наиболее горячие звезды спектрального класса *B* имеют повышенную дисперсию скоростей по сравнению с более холодными звездами Галактики?

Известный советский астроном Т. А. Агекия математическим расчетом подтвердил возможность «фотогравитационного» ускорения *B*-звезд: встречаясь с огромным облаком холодной космической пыли, такая звезда движется ускоренно к центру его тяготения, в то же время мощным потоком светового излучения она толкает перед собой пылинки, образующие это облако. В результате и звезда, и облако движутся ускоренно в одну и ту же сторону.

Аналогичное нарушение аксиомы Ньютона мы сможем наблюдать, когда будет построена фотонная ракета. Фотонный корабль будет двигаться ускоренно при отсутствии каких-либо внешних сил только за счет излучения электромагнитного поля с кормы ракеты.

Все эти «нарушения» лишней раз свидетельствуют о «механистичности» классической механики Ньютона, законы которой сформулированы только для движения и взаимодействия тел, т. е. вещественной материи. Между тем взаимодействие тел осуществляется через посредство физических полей, которые отнюдь не обязаны «выходить из игры» с нулевым балансом. Когда последнее имеет место, законы механики Ньютона выполняются достаточно точно. Однако в ряде случаев поле «оттягивает» на себя значительную порцию массы, энергии или количества движения, и тогда мы наблюдаем нарушение законов сохранения для системы тел, рас-

сматриваемых без учета поля. В то же время необходимо подчеркнуть, что все законы сохранения являются абсолютно неизблемыми, когда их применяют к определенной материальной системе, независимо от того, какие преобразования испытывает материя этой системы. Таким образом, учет светового давления существенно «офизичивает» классическую механику Ньютона.

Закон Ньютона — Лебедева замечательно расширяет класс возможных движений в задаче двух тел. Решение этой задачи при учете только ньютоновской гравитации приводит к заключению, что тела могут двигаться по одному из следующих конических сечений: эллипс, парабола, вогнутая ветвь гиперболы. Остаются незаполненными еще три конических сечения: выпуклая ветвь гиперболы, прямая с фокусом вне ее и точка. Однако стоит нам воспроизвести решение задачи двух тел на базе закона Ньютона — Лебедева, как оказывается, что возможной траекторией каждого из двух тел становится любое из существующих конических сечений. Так, если редуцированная масса тела *A* отрицательна (отталкивание преобладает над притяжением), тело *B* будет двигаться по выпуклой ветви гиперболы, если редуцированная масса *A* равна нулю, тело *B* будет либо покоиться («траектория» — точка), либо двигаться равномерно и прямолинейно.

Лебедевская репульсия хорошо вписывается в ньютоновский закон гравитации лишь до тех пор, пока оба тела имеют сферическую форму, постоянные размеры и равномерно нагретую поверхность. Если при этих условиях повторить вывод всех результатов классической небесной механики, положив в основу не закон Ньютона, а закон Ньютона—Лебедева, то мы получим по форме те же самые соотношения, только вместо тяжелых масс тел везде

будут фигурировать массы редуцированные.

Однако картина совершенно меняется, если хотя бы одно из тел имеет несферическую форму или переменные размеры. Рассмотрим этот случай на примере закона сохранения энергии. Известно, что полная механическая энергия (сумма энергии кинетической и потенциальной) у малого тела, находящегося в поле тяготения большого тела, остается неизменной, если ее измерять по отношению к центру массы большого тела, практически совпадающему с центром масс системы.

Если малое тело имеет скорость движения, достаточную для того, чтобы преодолеть силы тяготения центрального тела и улететь в бесконечность, то мы говорим, что его энергия положительна. В противном случае считается, что энергия малого тела отрицательна. Все это остается в силе и для фотогравитационной задачи двух тел при соблюдении указанных выше условий.

Но представим себе движущийся по окружности, в центре которой расположено Солнце, полый непрозрачный шар таких размеров и массы, что его притяжение к Солнцу всего лишь в два раза превышает световое отталкивание. Полная энергия такого шара будет отрицательной, в бесконечность он улететь не может. Пусть, далее, внутри шара открывают баллон со сжатым воздухом, в результате чего шар быстро надувается так, что его радиус возрастает вдвое, а площадь поперечного сечения — в четыре раза. От этой манипуляции сила притяжения к Солнцу не изменится, а световое отталкивание возрастет вчетверо. Теперь уже репульсия будет в два раза превосходить гравитацию. Надутый шар практически в одно мгновение перейдет на орбиту, имеющую форму выпуклой ветви гиперболы и начнет удаляться в бесконечность. Про-

изойдет как бы мгновенное увеличение энергии шара. В то же время полная энергия материальной системы Солнце — шар — поле останется неизменной. Увеличение энергии шара произойдет за счет уменьшения механической энергии поля: ведь за надутым шаром образуется более широкая область тени с пониженной плотностью полевой энергии.

Аналогичного эффекта можно достигнуть, если на космическом корабле, летящем в межпланетном пространстве, внезапно раскрыть или просто повернуть перпендикулярно к солнечным лучам парус, который до этого располагался ребром к Солнцу. В результате произойдет мгновенное увеличение энергии корабля, причем, как показывает элементарный расчет, приращение энергии, отнесенное к одному грамму достаточно тонкого паруса, в сотни раз превосходит энергию, выделяемую при сжигании одного грамма метана.

При современном уровне развития техники создание космических кораблей с гигантскими солнечными парусами, способными обеспечить всю необходимую силу тяги, считается практически невозможным. Однако уже в наше время становится целесообразным применение небольших солнечных парусов в качестве вспомогательного движущего средства, ибо каждый грамм паруса способен заменить сотни граммов термического топлива.

Преимущество паруса состоит еще и в том, что он обладает способностью к обратимости процесса перекачки энергии от поля к кораблю и обратно. В самом деле, если для возвращения корабля на более низкую орбиту требуется уменьшить его энергию, то для этого достаточно свернуть парус до следующего рейса на внешнюю орбиту.

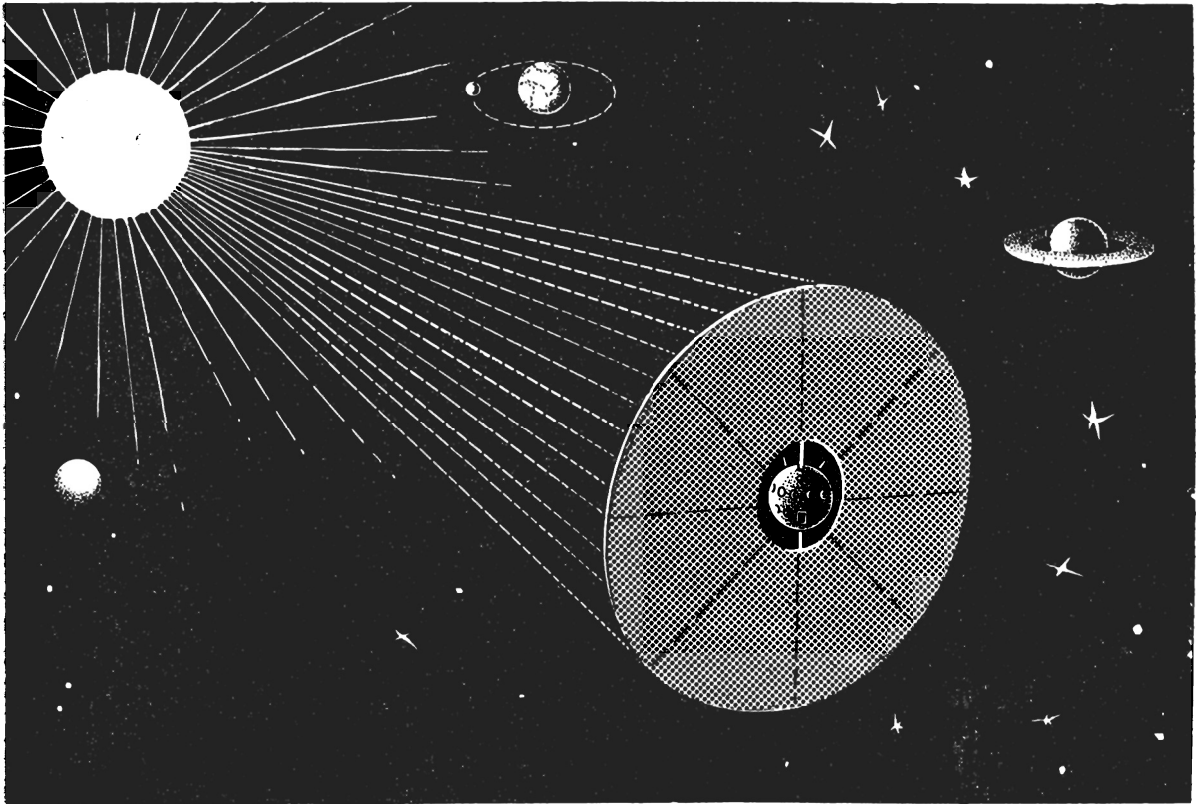
Оценивая все возможности и перспективы, открываемые приме-

нением солнечных парусов в космической навигации, и сравнивая предполагаемые пути ее развития с историей мореплавания, невольно приходишь к вопросу: не предстоит ли космической навигации повторить, но только в обратном порядке, основные этапы развития морской навигации, которая, как известно, шла от парусных кораблей к смешанным, а от них к кораблям с тепловыми двигателями?

Другие интересные проблемы, резко отличающиеся от проблем классической механики Ньютона, возникают в случае движения малого тела в фотогравитационном поле, гравитация и репульсия которого порождаются разными телами. Примером может служить движение в поле земного тяготения достаточно легкого искусственного спутника Земли, возмущаемого давлением солнечного света.

Известный интерес в этом отношении представляют собой американские спутники-баллоны «Эхо», обладающие большими размерами, но очень малой массой. Как показали теоретические расчеты Р. Паркинсона, Г. Джонеса и И. Шапиро, только за счет светового давления высота перигея спутника «Эхо-1» должна меняться со скоростью до 2—3 км в сутки, испытывая периодические колебания с амплитудой 250 км и периодом около 300 суток. Эти расчеты были подтверждены данными наблюдений.

Не менее любопытный расчет был сделан Г. Джонесом и И. Шапиро в связи с американским проектом «Вест Форд». Как известно, вопреки протестам мировой общественности, американцы задумали вывести на орбиту несколько сот миллионов мельчайших медных иглок для образования постоянного пояса вокруг Земли. Однако, как показал расчет упомянутых авторов, давление солнечных лучей сравнительно быстро



**Космический корабль, приводимый в движение лучами  
солнечного света (схематический рисунок)**

рассеяло бы иголки или сбросило их на Землю. Этот запуск иголок, против которого протестовали и Международный астрономический союз и АН СССР и который часто называют «диверсией в космосе», создавал не постоянную, а временную, хотя и длительно существующую помеху и опасность.

### **ЭФФЕКТЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПЕРЕИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОВОЙ МАТЕРИИ**

Представьте себе вагонетку, катящуюся без трения по горизонтальному пути под мощным потоком вертикально падающего града. Град, попадающий в кузов вагонетки, приводится ею в движение в горизонтальном направ-

лении, в результате чего теряется часть скорости вагонетки. Она будет испытывать своеобразное торможение. Допустим теперь, что град в кузове постепенно тает, так что общее количество его поддерживается на постоянном уровне, а образующаяся вода вытекает из кузова. Будет ли последнее обстоятельство оказывать дополнительное влияние на движение вагонетки? Ответ на этот вопрос зависит от того, как именно вытекает вода из кузова: если струйки воды направлены равномерно во все стороны, то реакция истечения взаимно уравновешивается, если струя воды направлена вперед, то вагонетка будет испытывать дополнительное торможение, если же струя направлена назад, то вагонетка будет

испытывать ускорение, которое может даже превосходить (при достаточно большой скорости истечения воды) первоначальное торможение, связанное с падением града.

Аналогичная картина наблюдается при движении тел в поле световой материи. Пусть, например, маленькая черная частица обращается вокруг Солнца. Она поглощает падающий на нее свет и приводит поглощенную массу поля в движение по своей орбите. На данном этапе частица испытывает торможение. Далее, если размеры частицы настолько малы, что она равномерно прогревается насквозь и переизлучает поглощенное поле равномерно во все стороны, никакой дополнительной реакции наша частица испытывать

не будет. Следовательно, в этом случае остается только торможение, благодаря которому частица станет постепенно падать на Солнце, т. е. двигаться вокруг него по скручивающейся спирали.

Чтобы лучше понять причину падения частицы к Солнцу, представьте себе, что вы вращаете в вертикальной плоскости ведро с водой. Вода не выливается, пока центробежная сила уравновешивает ее вес. Но, если ведро внезапно затормозить в верхнем положении, вода начнет падать на землю, и вам, конечно, придется принять душ.

Одно из отличий светового торможения частицы от рассмотренного примера с ведром состоит в том, что вследствие крайней малости силы светового торможения сближение частицы с Солнцем будет происходить очень медленно.

Идея светового торможения частиц, сопровождаемая ошибочным количественным расчетом, впервые была высказана английским ученым Д. Пойнтингом в 1903 г. Строгая релятивистская теория этого феномена была разработана в 1937 г. американцем Г. Робертсоном. По имени этих ученых описанное явление и получило название эффекта Пойнтинга — Робертсона.

По формуле, полученной Робертсоном, легко рассчитать время, в течение которого частица, «спиралящая» к Солнцу, переходит с одной орбиты на другую или даже выпадает на Солнце. Так, частица, имеющая плотность  $3 \text{ г/см}^3$  и радиус  $10^{-4} \text{ см}$ , начав свое движение на орбите Марса, через 23 000 лет переместится в район орбиты Земли, а еще через 18 000 лет упадет на Солнце. Астероид с радиусом в 1 км будет сближаться с Солнцем в 1 млрд раз медленнее (при условии равномерного прогрей поверхности).

Известный советский ученый академик В. Г. Фесенков показал, что имеющееся вокруг Солнца

облако пылевой материи, которое наблюдается в виде так называемого зодиакального света, должно обновляться через каждые 100 000 лет. За указанное время все пылинки, образующие зодиакальное облако, должны выпасть на Солнце вследствие эффекта Пойнтинга — Робертсона. В связи с этим результатом В. Г. Фесенкова возникает законный вопрос: откуда же берется материя, поддерживающая существование зодиакального облака? По-видимому, основным источником, пополняющим его убыль, является захват Солнцем межзвездных пылинок, осуществляемый за счет взаимодействия последних с планетами Юпитер и Сатурн.

В начале 50-х годов автором этих строк были рассмотрены еще два эффекта, связанных с поглощением и последующим переизлучением солнечной световой материи.

Один из них совершенно аналогичен эффекту Пойнтинга — Робертсона и состоит в том, что частица, обращающаяся вокруг планеты, также будет испытывать торможение вследствие поглощения солнечного света с последующей передачей поглощенной массе орбитальной скорости частицы. Планетоцентрический эффект лучевого торможения приводит к тому, что орбита любой частицы, движущейся вокруг планеты, приобретает спиралевидную форму. Находящаяся на ней частица постепенно сближается с планетой вплоть до выпадения на ее поверхность. Для примера укажем, что частица с плотностью  $3 \text{ г/см}^3$  и радиусом  $10^{-4} \text{ см}$ , начав свое движение около лунной орбиты, выпадает на Землю через 12 000 лет. На основании этого же эффекта можно прийти к выводу, что, если кольца Сатурна действительно состоят из метеорных тел с поперечником в 1 см, как это полагает советский астроном М. С. Бобров, то возраст колец не должен пре-

вышать 2 млрд. лет, так как за указанное время тела таких размеров успели бы упасть на планету. Разумеется, приведенная здесь оценка возраста колец Сатурна справедлива лишь в том случае, если образующая их материя не получает пополнения подобно тому, как это должно быть с материей зодиакального облака.

Второй из упомянутых выше эффектов связан с неодинаковым нагреванием различных участков поверхности достаточно большого тела и с последующим несимметричным (анизотропным) переизлучением поглощенной энергии. В количественном отношении этот эффект может в тысячи раз превосходить эффект Пойнтинга — Робертсона. Поясним его сущность на примере.

Всем известно, что Земля обращается вокруг Солнца против часовой стрелки и в эту же сторону вращается вокруг своей оси, благодаря чему «утренняя» сторона Земли все время остается передней, а «вечерняя» — задней по ходу орбитального движения планеты. С другой стороны, не менее хорошо известно, что средняя температура вечерней почвы или воды больше, чем утренней. Следовательно, излучение с «кормовой» части Земли превосходит ее излучение со стороны «носа». Иными словами, Земля подобно фотонной ракете, испытывает действие ускоряющей силы, под влиянием которой она удаляется от Солнца, двигаясь по раскручивающейся спирали. Если бы суточное вращение Земли было обратным, ее вечерняя сторона находилась бы на «носу» нашего естественного космического корабля, и реакция переизлучения вызывала бы его торможение и соответствующее уменьшение радиуса орбиты Земли. Необходимо однако подчеркнуть, что для такого крупного тела, каким является наша Земля, описанный «эффект анизотропности переизлучения» не

играет никакой практической роли. Простой расчет показывает, что если принять для разности средних температур вечерней и утренней полусфер нашей планеты значение  $10^\circ$ , то под влиянием этого эффекта Земля должна отходить от Солнца со скоростью всего 1 мм в год. В то же время для тел, имеющих размеры не-большого астероида, эффект анизотропности переизлучения может играть существенную динамическую и эволюционную роль.

Среди многих тысяч астероидов, заполняющих межпланетное пространство между орбитами Марса и Юпитера, несомненно имеются астероиды как с прямым,

так и с обратным осевым вращением. Очевидно, первые из них должны удаляться от Солнца, а вторые приближаться к нему тем быстрее, чем меньше их размеры, т. е. астероидальное кольцо должно испытывать тенденцию к непрерывному расширению.

Как следует из математической теории этого явления, за время существования солнечной системы с орбиты Цереры на орбиту Земли уже успели бы переместиться астероиды с обратным осевым вращением и с поперечником порядка нескольких сот метров. Однако в окрестностях земной орбиты таких астероидов практически не наблюдается. Следовательно, при-

ходится признать, что либо существуют какие-то причины, препятствующие развитию тенденции к расширению астероидального кольца, либо это кольцо образовалось сравнительно недавно.

Из немногих рассмотренных здесь примеров ясно, сколь велико значение открытий, сделанных нашим талантливым соотечественником Петром Николаевичем Лебедевым, имя которого будет долго вспоминать благодарные потомки, провозжая ли своих друзей в далекий космический рейс с пожеланием попутного «солнечного ветра», поднимая ли солнечные паруса на реи транспланетных кораблей будущего...



## О ВРАЩЕНИИ МЕРКУРИЯ

Радиолокационные наблюдения Меркурия, проведенные в США в 1964 г., показали, что период его осевого вращения составляет  $59 \pm 5$  суток. Между тем прежние зарисовки пятен на Меркурии, выполненные Ловеллом, Антониади, Лио и другими астрономами, привели к убеждению, что период вращения Меркурия совпадает с периодом его обращения вокруг Солнца (88 суток). Мак Говерн, Гросс и Расул отобрали среди зарисовок Меркурия 6 пар, имеющих одинаковое расположение пятен и в то же время сделанных при одинаковых фазах. Каждой паре рисунков, кроме периода в 88 суток, удовлетворяет еще целый набор периодов, зависящий от промежутка времени между двумя зарисовками. Они отмечены черточками на чертеже. Как видно из этого чертежа, на котором показаны лишь возможные периоды в интервале от 50 до 70 суток, всем 6 парам вместе удовлетворяют периоды в 50,1, 58,4 и 70,2 суток. Но только второй из них лежит в пределах не-

определенности радиолокационных результатов. Таким образом, период в  $58,4 \pm 0,4$  суток согласуется как с визуальными, так и с радиолокационными наблюдениями.

После того как радиолокационные наблюдения обнаружили, что периоды вращения и обращения Меркурия не совпадают, Пиль и Голд исследовали этот вопрос и показали, что лишь у планеты, движущейся по почти круговой орбите, приливное торможение должно уравнивать эти периоды. У планеты, обладающей эллиптической орбитой, при-

ливное трение должно привести к угловой скорости вращения, лежащей между средней угловой скоростью орбитального движения и угловой скоростью в перигелии. Для Меркурия этот интервал угловых скоростей соответствует периодам, заключенным между 56,6 и 88 сутками. Близость фактического периода к нижнему пределу показывает, что диссипация энергии в Меркурии сильно зависит от амплитуды его приливной деформации.

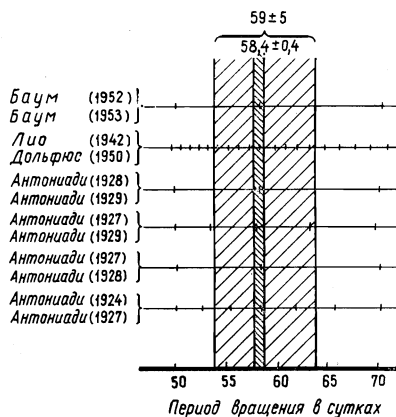
«Nature», 208, 5008, 1965, 375

## СКОЛЬКО СПИРАЛЬНЫХ РУКАВОВ В ГАЛАКТИКЕ?

Известно, что из исследования распределения оптических объектов в нашей Галактике давно сделан вывод о существовании в окрестностях Солнца протяженных образований, отождествляемых с отрезками спиральных рукавов.

Характерные особенности рукавов и, в частности, угол их наклона к радиусу-вектору (около  $70^\circ$ ), по мнению сотрудников ГАИШ Е. Д. Павловской и А. С. Шарова («Астрономический журнал», 43, вып. 1, 1966 г.), могут

(Продолжение на стр. 66)



# НАУКА О ПРОГНОЗЕ ПОГОДЫ

Л. Н. СТРИЖЕВСКИЙ

Погода и закономерности ее изменения с древности интересовали людей. Особенно волновали их грозные явления природы — ведь засуха обрекала на голод и вымирание целые народы, наводнения оставляли людей без крова, грозы обращали в пепел их жилища и посевы. Из смеси примет, суеверий и попыток научного обобщения их постепенно рождалось учение о погоде и ее прогнозировании. Конечно, предсказание погоды — задача сложная и в наши дни. Тем более трудной она была в старину. Лишь в шестидесятих годах нашего столетия английский парламент упразднил принятый еще в 1677 г. закон, согласно которому людям, предсказывающим погоду, грозило сожжение на костре...

Наука о физическом состоянии атмосферы и происходящих в ней явлениях — метеорология — в древности была неотделима от астрономии — науки о небесных телах и явлениях. Астрономию и метеорологию с первых шагов роднило не только то, что в обеих науках были необходимы наблюдения «неба», но также и то, что обе они занимались предсказаниями погоды.

Систематические наблюдения погоды (без приборов, весьма грубые и неточные) в Европе начались лет за 500 до нашей эры. К этому времени относятся дошедшие до нас греческие парапегмы — каменные дощечки с высеченными на них сведениями астрономического и метеорологического характера. Парапегмы вывешивались на рынках и площадях. В них содержались данные о ветре, осадках, холоде.

В IV в. до нашей эры Аристотель написал трактат по метеорологии («Meteorologica»), в котором развивал свои взгляды на причины явлений погоды. Его ученик и продолжатель Теофраст дал описание ветров и различных признаков погоды. Это описание долго удерживалось в науке, но часто изменялось в искаженном виде.

В России начало регулярных метеорологических наблюдений связано с именем М. В. Ломоносова, который в середине



Дрейфующая автоматическая метеостанция в высоких широтах. Инженер В. Мороз устанавливает метеорометр  
Фото В. Кунова (Фотохроника ТАСС)

XVIII в. ставил вопрос «об организации самопишущих метеорологических обсерваторий, в коих расположению и учреждению с разными новыми инструментами имею новую идею...».

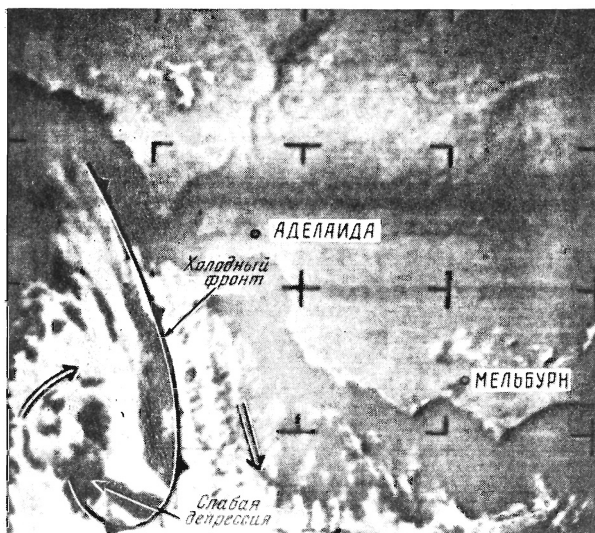
## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

На третьем этаже старинного, ныне реконструированного дома, что стоит в тихом московском переулке, непрерывно стучат телетайпы. Сюда, в Главный радиометеорологический центр, поступает метеорологическая информация из всех уголков нашей пла-

неты. 70 000 телеграмм в сутки — таков объем перерабатываемой информации, записанной на понятном метеорологам всех стран языке цифр — международном метеорологическом коде.

Регулярное международное сотрудничество метеорологов началось еще в прошлом веке и получило широкое распространение. Оно диктуется характером самого объекта исследования — атмосферой Земли, которая, как и вся наша планета, едина. Изменения погоды в любом пункте тесно связаны с атмосферными явлениями в соседних районах. Средняя скорость перемещения атмосферных образований, определяющих характер погоды на больших территориях, составляет 35—40 км/час, а иногда и много больше. Следовательно, чтобы рассчитать прогноз на сутки в каком-нибудь одном пункте, нужно знать погоду по меньшей мере в области радиусом 1000 км. При долгосрочном прогнозе эта область увеличивается до размеров полушария или всего земного шара.

Другой важный фактор, который определяет глобальный подход к задаче предвычисления погоды, — это наличие преобладающих направлений перемещения воздушных масс, обусловленных вращением Земли. В север-



Фотография облачности, полученная с метеорологического спутника 14 сентября 1964 г. в районе Мельбурна (Австралия). Хорошо прослеживается фронтальная зона



Антенна метеорологического радиолокатора, предназначенного для измерения ветра в верхнем слое атмосферы

ном полушарии воздушные массы переносятся с запада на восток. Поэтому будущая погода на Европейской территории Советского Союза часто зависит от состояния погоды в других европейских странах и над Атлантикой, а для составления прогноза в Японии и на западе Соединенных Штатов надо знать погоду на советском Дальнем Востоке.

В программу обычных метеорологических наблюдений входит измерение давления, температуры и влажности воздуха, количества осадков, регистрация количества и формы облаков, туманов и чрезвычайных явлений погоды: гроз, смерчей, шквалов и т. д. При этом используются воздушные шары, снабженные измерительной и радиоаппаратурой, — радиозонды, которые поднимаются до высоты 30 км. В последние 10—20 лет для изучения вертикального разреза атмосферы все шире применяются самолеты и метеорологические ракеты.

Наблюдения в разных частях земного шара ведут десятки тысяч станций. Но для успешного прогноза погоды их мало. Главный недостаток сети наблюдения — неоднородность густоты станций. Они редки в пустынях и полярных областях, а над морями и океа-

нами, которые, как известно, занимают две трети поверхности планеты, наблюдения ведутся лишь эпизодически. К тому же обычные метеорологические наблюдения не позволяют судить о состоянии облачности верхних ярусов, количестве приходящей к верхней границе атмосферы солнечной радиации, отраженной солнечной радиации и собственном излучении Земли в различных участках спектра.

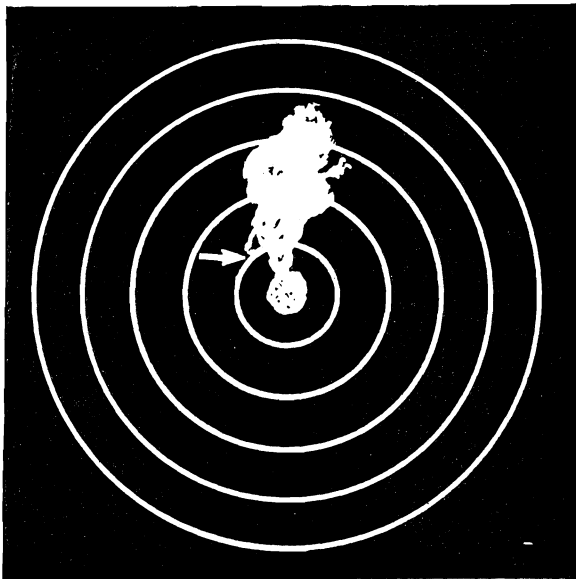
На помощь старым методам приходят новые, среди которых особая роль принадлежит спутниковым наблюдениям\*.

Наиболее надежна получаемая со спутников информация о состоянии облачных систем (телевизионные изображения). Синоптическая интерпретация этой информации более или менее очевидна, поскольку облачные системы служат хорошими индикаторами положения барических образований и фронтальных зон, перемещений воздушных масс, характера вертикальных токов и распределения зон осадков. Уже имеющиеся результаты показывают, что спутниковые изображения облачности позволяют воссоздать не только основные черты, но даже многие детали метеорологической обстановки, что особенно важно для районов, где обычные наблюдения редки или совсем не ведутся. Анализ изображений дает возможность обнаружить конфигурации облачных систем крупного масштаба, а также ряд свойств облачных образований и ассоциированных с ними состояний атмосферы, которые недоступны даже для густой сети наземных станций.

А что дает метеорологии другое достижение современной техники — радиолокация?

Как известно, антенна радиолокатора узким пучком излучает короткие электромагнитные импульсы. Наталкиваясь на препятствие, импульс отражается. Небольшая часть его энергии принимается той же антенной, усиливается и подается на индикатор, устроенный в простейшем случае так же, как кинескоп телевизора. Экран индикатора обычно размечен цифрами, что позволяет по положению отметки импульса определять расстояние до препятствия.

Использование радиолокаторов в метеорологии основано на способности скопления мельчайших водяных капель, образующих



Радиоэхо грозы с градом. Стрелкой обозначен «палец» радиоэхо, указывающий на присутствие града

облака и туманы, градин, дождя и снега отражать электромагнитные волны сантиметрового диапазона. Время, которое проходит между моментами излучения импульса и приема его отражения, позволяет судить о расстоянии до изучаемого объекта, а интенсивность отраженного импульса — о его характере. Например, град дает гораздо более сильное радиоэхо, чем дождь.

С помощью радиолокаторов теперь пытаются изучать не только расположение и характер метеорологических объектов, но и их движение. С этой целью применяются установки, принцип действия которых основан на эффекте Доплера, он заключается в том, что частота сигнала, отраженного от мишени, сдвинута по отношению к частоте посланного сигнала на величину, зависящую от скорости движения изучаемого объекта. Доплеровские установки можно использовать, в частности, для изучения динамики штормов и торнадо, что трудно сделать обычными средствами.

Есть еще один путь усовершенствования системы метеорологических наблюдений — автоматизация сбора, передачи и обработки метеорологической информации. В 1963 г. в

\* См. статью М. С. Малевича «Спутниковая метеорология», «Земля и Вселенная», № 6, 1965.



Центральном институте прогнозов \* разработан первый в мире план комплексной автоматизации гидрометеослужбы.

Сеть автоматических телеизмерительных метеорологических станций по всей территории страны будет непрерывно вести наблюдения за погодой и периодически передавать результаты наблюдений в прогностические центры. Сюда же станет регулярно поступать информация с метеорологических спутников. Эта информация непосредственно с телетайпов, т. е. практически без вмешательства человека, будет вводиться в вычислительные машины для первичной обработки и расчета прогноза. На долю человека остается самое трудное — разработка надежных методов прогноза и их совершенствование.

## КАКАЯ БУДЕТ ЗАВТРА ПОГОДА?

Итак, получены данные метеорологических наблюдений. Из Главного радиометеорологического центра они попадают в Гидрометеоцентр. Для наглядности и обзорности результаты наблюдений наносятся на карту погоды. Карта лишь одним отличается от обычной мелкомасштабной географической карты: на ней нанесено много небольших кружков с номерами — это метеорологические станции. Метеорологические элементы обозначаются условными значками: ветер — стрелкой, которая содержит информацию о его направлении и силе, грозы и зарницы — зигзагами и т. д.

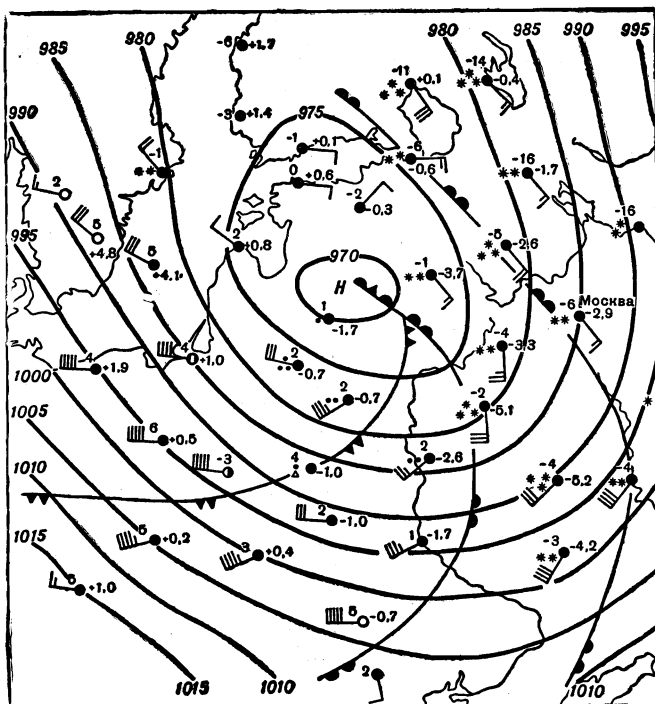
Теперь надо решить основную задачу — рассчитать будущую погоду.

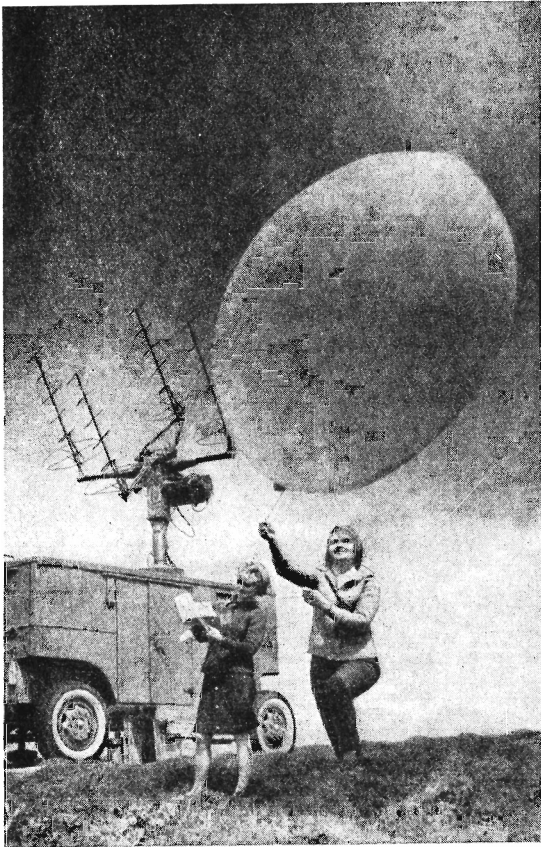
Синоптик прежде всего проводит изобары — линии равного давления. С их помощью выделяются области пониженного и повышенного давления — циклоны и антициклоны. Линейные размеры этих областей, как правило, равны нескольким тысячам километров. С циклонами обычно связаны восходящие движения воздуха, облачность и осадки. В антициклонах, наоборот, преобладают нисходящие движения и стоит малооблачная погода без осадков.

\* Центральный институт прогнозов (ЦИП) с 1966 г. слит с Мировым метеорологическим центром. Новое учреждение называется Гидрометеоцентр СССР (ГМЦ). Все упоминаемые в статье работы выполнены в ЦИПе до реорганизации. Главный радиометеорологический центр сохранился как самостоятельное учреждение.

При сближении разнородных воздушных масс, например сухих холодных и влажных теплых, возникают сравнительно узкие переходные, или фронтальные, зоны. Их интенсивность зависит от разности температур сближающихся масс воздуха. Так как у холодных и теплых масс различные плотности, то они по отношению друг к другу располагаются не вертикально, а наклонно. Теплый воздух, менее плотный и легкий, как бы наползает на холодный. На стыке различных по свойствам воздушных масс идет непрерывная борьба. Здесь обычно и возникают циклоны и антициклоны. Поверхность раздела между холодной и теплой воздушной массой называется атмосферным фронтом. По мере приближения фронта к какому-нибудь пункту, там наблюдается увеличение облачности, а при прохождении фронта — осадки.

Образец метеорологической карты. На карте, составленной по данным наблюдений в 21 час 28 января 1963 г., видны линии равного давления (—), линия фронта (▲▲▲). Стрелками с оперением (☞) обозначается ветер. Его направление совпадает с направлением стрелки, а скорость обозначается числом палочек в оперении. К западу от Москвы расположен центр области пониженного давления — циклона





Метеорологическая станция на острове Беринга. Метеорологи Л. Ченская и Л. Ситникова готовят к запуску радиозонд  
 Фото Ю. Муравина (Фотохроника ТАСС)

Успешность прогноза в значительной мере зависит от того, насколько точно мы сможем указать будущее положение циклонов, антициклонов, фронтов, теплых и холодных воздушных масс. В тех случаях, когда направление и скорость перемещения этих объектов слабо меняются во времени, нетрудно найти их будущее положение. Но и скорость и направление нередко значительно изменяются за срок прогноза. Это приводит к ошибкам. Еще сложнее предсказать зарождение циклонов и антициклонов и их эволюцию. Для предсказания этих явлений необходимо принимать во внимание разнообразные физические процессы в атмосфере, происходящие над большими районами нашей планеты, надо знать законы, управляющие этими процесса-

ми, уравнения, описывающие состояние и движение атмосферы.

Можно составить уравнения, описывающие состояние и движение атмосферы. Теоретически их можно решить, т. е. путем математических операций можно вычислить будущие значения скорости ветра, температуры и давления, если известно состояние атмосферы в определенный начальный момент и граничные условия. Такие решения должны характеризовать поведение атмосферы в течение неограниченного времени в будущем.

Казалось бы, что проблема прогноза погоды может быть полностью решена. Однако при ее решении приходится преодолевать по крайней мере три основные трудности. Во-первых, уравнения движения относятся к типу так называемых нелинейных уравнений, а это означает, что точными (аналитическими) методами их решить невозможно, а надо применять сложную и трудоемкую методику численного интегрирования. Во-вторых, начальные и граничные условия в атмосфере никогда нельзя знать с достаточной точностью и с необходимыми подробностями. В-третьих, приходится учитывать вертикальные движения, а они по сравнению с горизонтальными очень малы. Это приводит к необходимости определять движение в виде малой разности между двумя большими величинами почти равными между собой, что чревато большими ошибками.

Раньше работа по предсказанию погоды выполнялась вручную, применялись эмпирические правила, справедливые далеко не во всех случаях, вводился ряд упрощений. Необходимость упрощений станет понятной, если учесть, что точные решения уравнений, о которых мы говорили, неизвестны, а для их численного решения потребовались бы годы работы. Человек, вооруженный ручным арифмометром, способен произвести за рабочий день около 1000 арифметических операций. А для прогноза поля давления только для Европейской территории Союза требуется выполнить около 5 000 000 операций. Это значит, что если бы синоптик, скажем, первого января 1966 г. взялся предсказать погоду на следующий день, пользуясь соответствующей математической теорией и ручным арифмометром, он получил бы прогноз только в январе 1981 г.!

Сейчас у синоптика появился могучий помощник — электронная вычислительная машина (ЭВМ), которая уверенно справляется

с трудоемкими задачами: за несколько минут рассчитывает прогноз на 24—36 часов вперед. Современные ЭВМ, используемые для решения метеорологических задач, выполняют десятки тысяч операций в секунду и обладают запоминающими устройствами, способными хранить десятки тысяч чисел. Объем машинной памяти очень важен, так как его величина определяет возможность расчета прогноза метеорологических элементов по большой территории и на разных высотах.

Расширяется применение ЭВМ и для долгосрочных прогнозов, а это самый трудный участок в службе прогнозов.

Приведенные примеры показывают, что крупнейшие достижения научной мысли нашего времени — автоматика, машинная математика, радиолокация и искусственные спутники Земли, едва появившись на свет, нашли применение в метеорологии.

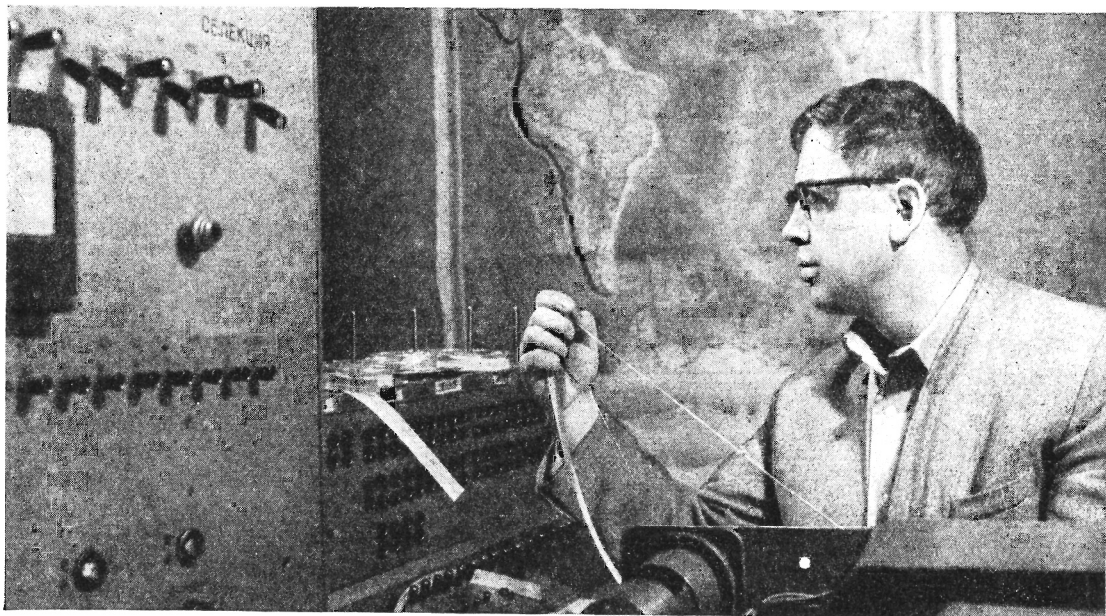
И все же прогнозы еще не всегда безошибочны. Правда, ошибки не так уж часты: в среднем один неудачный прогноз на четыре — пять удачных, но и это соотношение нельзя признать удовлетворительным.

Порой ошибка метеорологов может оказаться трагической. Так было, например, при неверном определении траектории урагана «Кармен» в октябре 1965 г. У японской метеослужбы нет своей системы наблюдений за ураганами, поэтому ей приходится полагаться на данные авиаразведки, которую ведут над Тихим океаном самолеты США. Они фотографируют облачность, используют радиолокацию и шары-зонды, которые летят не вверх, как обычно, а медленно опускаются сквозь толщу облаков. Американские наблюдатели, видимо, спутали зарождающийся ураган и расположенную поблизости малоподвижную депрессию (слабо выраженную область пониженного давления): у таких систем иногда сходные облачные структуры. И пока синоптики сообщали, что «молодой» ураган совершает колебательные движения вдоль меридиана, он подобрался к берегам Японии и потопил десятки рыболовных судов. Сотни рыбаков погибли. Несколько шхун было выброшено на скалы.

В чем же причина неудачных прогнозов?

Первая и главная причина — сложность метеорологических процессов. Сложность эта

Москва. Гидрометеорологический центр СССР. Электронный штурман через несколько секунд выдаст исходный материал для расчета оптимального курса корабля. Научный сотрудник Г. Кузлин за работой у электронно-вычислительной машины  
Фото М. Редькина (Фотохроника ТАСС)



связана с большим числом факторов, обуславливающих метеорологические процессы. Так, для расчета будущей температуры в каком-либо пункте надо найти скорость и направление движения воздушной массы, которая должна прийти в этот пункт, вертикальные движения воздуха, меняющиеся в течение суток количество солнечного тепла, учесть выпадение осадков и испарение, характер облачности, свойства земной поверхности (рельеф, теплоемкость почвы). Причем, все эти факторы, за исключением последнего, взаимосвязаны.

Другой источник ошибок — плохое знание погоды за исходный срок. Решить эту проблему, кроме расширения сети обычных наблюдений, должно применение спутниковых и радиолокационных наблюдений для прогноза погоды. Но пока еще далеко не все ясно в обработке спутниковых данных. Нуждается в улучшении аппаратура. Главные достижения спутниковой метеорологии принадлежат будущему.

Немалую трудность представляют чисто математические сложности интегрирования прогностических уравнений, о чем мы уже говорили.

## КОМУ НУЖЕН ПРОГНОЗ ПОГОДЫ?

Развитие науки и техники уменьшило зависимость человека от погоды, но оно же потребовало более точного знания погоды. Чтобы обеспечить полет современного самолета, нужно гораздо больше информации, чем 20—30 лет назад. Выход в космос потребовал детального изучения верхних слоев атмосферы, что раньше интересовало лишь узкий круг специалистов.

Предвидение погоды в наши дни — одна из фундаментальных научных задач и в то же время это большая хозяйственная проблема.

Один из главных потребителей прогнозов — сельское хозяйство.

Когда лучше всего начать сев в том или ином районе, какой ожидается урожай, каковы предполагаемые сроки достижения растениями различных фаз зрелости — таков круг вопросов, которые приходится решать агрометеорологу. Правильный ответ на каждый из этих вопросов приносит стране большую пользу. В 1964 г., например, урожай кукурузы был предсказан с точностью до 6%. Это позволило заблаговременно построить

зернохранилища. Экономия составила сотни тысяч рублей.

А вот другой пример.

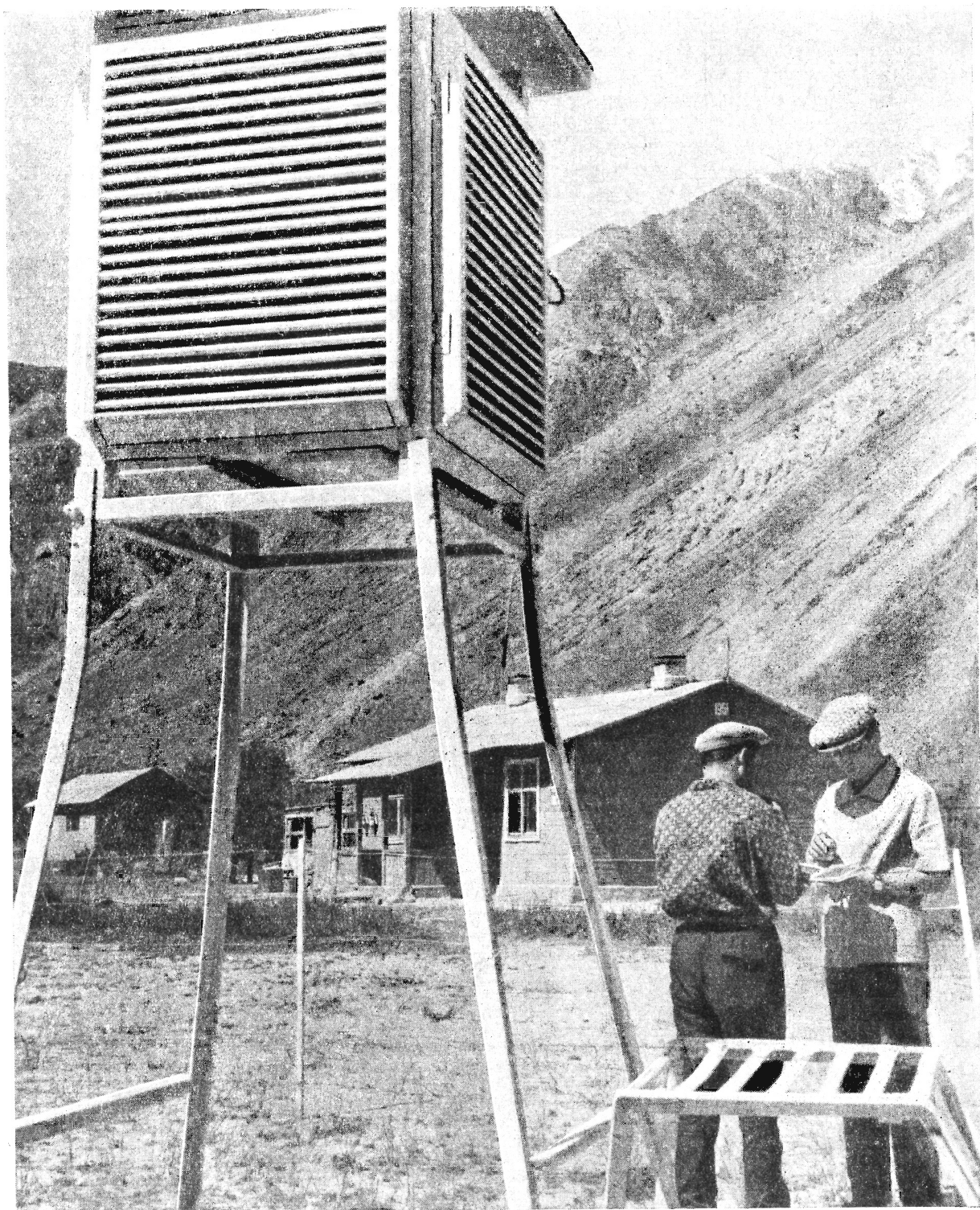
В 1959 г. агрометеорологам удалось установить, что ожидаемое увлажнение почвы на Южной Украине окажется недостаточным для нормального вызревания посевов. В угрожаемые районы была срочно доставлена поливочная техника, направлена дополнительная рабочая сила. Своевременное предупреждение метеорологов позволило спасти урожай во многих колхозах.

Постоянные клиенты метеорологов — рыбаки.

Несколько лет назад в одну из частых зимних оттепелей в низовьях Дона были обнаружены поднимающиеся вверх по течению косяки осетровых рыб. Добыча казалась очень заманчивой, но рыбаков удерживало опасение: не ударят ли морозы? Тогда не только не видать рыбы, но и с сетями придется распрощаться. Разрешить сомнения сумели метеорологи. В ближайшие четверо суток, сообщили они, морозы не предвидятся, лед на реке нарастать не будет. Рыбаки безбоязненно поставили сети и за три дня выловили около 1000 т рыбы.

Одно из последних применений ЭВМ получило название «электронный штурман». Его суть можно пояснить таким примером. Каждый знает, что самый короткий путь не всегда самый быстрый и наименее утомительный. Легче пройти два километра по шоссе, чем километр по песчаному пляжу. А порой весьма сложно выбрать путь, который быстрее приведет к цели. На море трудные участки пути, вызывающие дополнительные расходы горючего и увеличивающие время рейса, — области сильного волнения — не находятся на одном месте.

Раньше суда шли от порта до порта кратчайшим путем. Если встречалась область сильного волнения, капитаны обходили ее, либо шли напрямик, полагаясь на свой опыт и интуицию. Сейчас все советские суда, находящиеся в Атлантическом океане, два раза в сутки радируют в Москву свои координаты, высоту волны, скорость ветра и т. д. Эти данные вводятся в находящуюся в Гидрометеорологическом центре ЭВМ, которая вычисляет ожидаемую высоту волны. По результатам расчета строится карта волнения, на которой прокладываются оптимальные, т. е. вызывающие наименьший расход горючего и времени, курсы. Затем каждое судно полу-



Памир. Гидрометеорологическая станция Ирхт на Сарезском озере  
Фото А. Полякова (Фотохроника ТАСС)

чает по радио свой курс. На первых порах капитаны с недоверием отнеслись к этому эксперименту: разве заменит электронная машина, да еще находящаяся за тридевять земель, зоркий капитанский глаз, накопленный годами опыт? Но когда несколько судов, отказавшись от рассчитанных машиной курсов, попали в неблагоприятные условия и проиграли во времени, рекомендации электронного штурмана стали вызывать уважение. На счету электронного штурмана уже

тысячи часов выигранного времени и десятки тысяч тонн сбереженного горючего.

Таких примеров можно привести множество. В аэропорты, в пароходства, в сельскохозяйственные учреждения, на линии электропередачи, в управления железных дорог, на стройки каждый день поступают сложенные вчетверо листы плотной бумаги с картами и таблицами. Это бюллетень погоды — результат труда многочисленной армии метеорологов.



(Начало на стр. 57)

быть объяснены, если предположить, что Галактика имеет не две, а значительно большее число спиральных ветвей, каждой из которых и принадлежат наблюдаемые отрезки рукавов. Экстраполируя на всю Галактику данные, полученные в окрестностях Солнца, авторы приходят к выводу о том, что в нашей Галактике имеется 14 ветвей и определяют их параметры.

Вывод о множестве спиральных ветвей, по мнению авторов, не противоречит данным о спиральной структуре Галактики, полученным на основе анализа радиоастрономических наблюдений нейтрального водорода на волне 21 см. Этот вывод также не приводит к представлениям об исключительности нашей Галактики среди других звездных систем. Авторы отмечают, что можно привести много примеров галактик с большим числом рукавов.

### **ПОВЫШЕННАЯ АКТИВНОСТЬ МЕТЕОРНОГО ПОТОКА ЛЕОНИД**

В ноябре 1965 г., как показали расчеты, орбита метеорного потока Леонид (связанного с кометой 1866 I) должна была в результате постоянных возмущений от планет приблизиться к орбите Земли.

Ожидая увеличения активности потока, советские астрономы

подготовились к его наблюдениям. Киевские астрономы и члены местного отделения ВАГО организовали экспедицию в Кисловодск. Крымское отделение ВАГО наблюдало поток на месте.

По сообщению В. В. Мартыненко (Крым), на метеорной станции в г. Судак в ночь с 14 на 15 ноября 1965 г. часовое число метеоров достигло 400. Такое же число зафиксировал на следующую ночь И. С. Астапович в Кисловодске.

Но максимум потока наступил в ночь с 16 на 17 ноября, когда, по наблюдениям в Судак, за час пролетало 1120 метеоров. 17—18 ноября численность метеоров немного уменьшилась, но оставалась высокой (1000 метеоров в час).

Столь высокой активности потока Леонид не наблюдалось с 1899 года.

«Астрон. циркуляр», № 349, 350, 1965

### **ПРОИСХОЖДЕНИЕ МОЛЕКУЛ NH В КОМЕТАХ**

Согласно общепринятым представлениям, радикал NH, наблюдающийся в головах комет, образуется в результате фотодиссоциации аммиака NH<sub>3</sub> под действием ультрафиолетовых лучей Солнца. Однако Стиф и де Карло обратили внимание на то, что в этом случае обязательно должна наблюдаться полоса излучения около 3240 Å, тогда как фактически наблюдается только полоса около 3360 Å. Следовательно, ро-

дительской молекулой радикала NH является не NH<sub>3</sub>, а какая-то другая молекула.

Недавние лабораторные эксперименты показали, что при образовании NH в результате фотодиссоциации гидразина N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> наблюдается только излучение около 3360 Å. Таким образом, родительской молекулой по отношению к NH является, очевидно, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> или какая-то сходная молекула, а вопрос о наличии в кометах аммиака нуждается в пересмотре.

«Nature», 205, 4974, 1965

### **УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ СПЕКТР МАРСА**

С помощью кварцевого спектрографа, установленного на ракете Аэробик, запущенной 19 марта 1965 г. с полигона Уайт Сэндс (штат Нью Мексико, США), удалось получить 8 спектров Марса в ультрафиолетовых лучах в диапазоне длин волн 2400—3500 Å. Деннис Эванс из Годдардского центра космических исследований сообщил, что отражательная способность Марса в ультрафиолетовых лучах составляет 4—8%, возрастающая к коротким длинам волн, так, что это указывает на рассеяние солнечных лучей газовыми молекулами. Отсюда он определил, что давление у поверхности Марса составляет от 5 до 20 мбар, что находится в хорошем согласии с результатами космического аппарата «Маринер-4».

«Sky and Telescope», 30, 1965, № 4, 201



## ПОЛЕТ «ДЖЕМИНАЙ-8»

16 марта 1966 г. с ракетодома мыса Кеннеди был выведен на орбиту вокруг Земли космический корабль «Джеминай-8» с космонавтами Н. Армстронгом и Д. Скоттом на борту.

Корабль вышел на заданную орбиту с апогеем 271 км и перигеем 160 км. В начальной стадии полета была удачно выполнена стыковка корабля с ранее запущенной беспилотной ракетой «Агены».



Д. Скотт

«Агены» и осторожно развернул «Джеминай-8», после чего на глубину 50,8 см ввел нос «Джеминай-8» в гибкое стыковое кольцо ракеты «Агены».

Подобный эксперимент в космосе осуществлен впервые. Однако дальнейшее выполнение обширной программы исследований, рассчитанной на три дня, оказалось невозможным.

Совместное движение корабля «Джеминай-8» и ракеты «Агены» продолжалось недолго. Из-за потери устойчивости по горизонтальной и вертикальной осям космонавты были вынуждены отделить свой корабль от ракеты «Агены». Это произошло спустя примерно 30 минут после того, как было выполнено сцепление в космосе двух космических устройств. После отделения от ракеты «Джеминай-8» продолжал оставаться неуправляемым. В интересах безопасности космонавтов руководители полета были вынуждены принять решение о прекращении полета на седьмом витке. Лишь за пятьдесят минут до включения ретроракет на посадку Армстронг сообщил, что ему удалось стабилизировать положение корабля. Ретроракеты замедлили скорость движения «Джеминай-8» с примерно 29340 км/час до 29230 км/час. При



Н. Армстронг

такой скорости космический корабль уже не мог оставаться на орбите и стал снижаться под действием притяжения Земли.

17 марта «Джеминай-8» благополучно приводнился в 500 милях от острова Окинава и спустя три часа был подобран спасательными командами, спешно направленными на самолетах и судах в район вынужденного приводнения.

Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства заявило, что неполадки на корабле «Джеминай-8» вызваны коротким замыканием, в результате которого включился один из маневровых двигателей.



(К стр. 27).

Величина  $4^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$  представляет среднее для разных лет значение звездного времени в полночь 30-го ноября. За каждый месяц звездное время в полночь возрастает на  $30 \times 3^{\text{м}} 56^{\text{с}} = 1^{\text{ч}} 58^{\text{м}} \approx 2^{\text{ч}}$ . Поэтому  $S_0 = 4^{\text{ч}} 30^{\text{м}} + 2^{\text{ч}}$ .

Особенность данного способа заключается в удачном выборе начальной даты 30 ноября (а не 1 января или 21 марта как у других авторов), при котором номер месяца выражает удаление его начала от исходного момента — 30 ноября.

В плоскости земного экватора по круговой орбите, отстоящей от поверхности Земли на 2100 км, движется искусственный спутник Земли. Как часто спутник появляется над одной и той же точкой земного экватора, если: а) направление движения спутника совпадает с направлением вращения Земли? б) направление движения спутника противоположно направлению вращения Земли? \*

(Ответ на стр. 76)

\* А. В. Ротарь. Задачи для юного космонавта. «Просвещение», 1965.



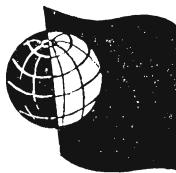
500 задач и вопросов найдут учащиеся средней школы в недавно выпущенном для них сборнике \*\*.

Вот одна из этих задач:

В день равноденствия два наблюдателя находятся на экваторе. Один в лодке в открытом море, другой — на воздушном шаре, вертикально над ним на высоте 1 км. Через какое время наблюдатель с воздушного шара увидит заход Солнца позже наблюдателя, сидящего в лодке?

(Ответ на стр. 77)

\*\* Б. А. Волинский, Г. И. Малахова, И. А. Стамейкина. Задачи и упражнения по астрономии. «Просвещение», 1965.



## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ УЧЕБНЫЙ СЕМИНАР В МОСКВЕ

(Подготовка кадров и обмен опытом в области  
численных методов краткосрочного прогноза погоды)

Первые успехи применения математических методов в прогнозировании погоды побудили ученых многих стран заняться решением этой проблемы. Нужны были новые кадры, чтобы приступить к широкому использованию электронно-вычислитель-

ных машин для повседневных нужд метеорологической службы.

В качестве первого шага было решено созвать международный учебный семинар по численным методам краткосрочного прогноза погоды. Такой семинар состоялся в конце 1965 года в

Москве, он был созван по инициативе Всемирной метеорологической организации. Ведущие страны в области применения ЭВМ для прогноза погоды — СССР, США, Англия, ФРГ, Швеция — приняли активное участие в его подготовке. В семинаре участво-





вали 52 специалиста из 25 стран мира — Австрии, Бирмы, Болгарии, Венгрии, ГДР, Греции, Дании, Израиля, Ирана, Испании, Лаоса, ОАР, Польши, Сирии, СССР, Судана, Финляндии, Франции, ФРГ, Цейлона, Чехословакии, Швеции, Эквадора, Югославии и Японии.

Участники семинара в течение месяца прослушали 130 лекций. Их прочитали крупные советские и зарубежные ученые и специалисты в области динамической метеорологии, вычислительной математики, обработки информации и прогнозов погоды на основе расчетов, выполненных электронно-вычислительными машинами. Среди них — директор Вычислительного центра Сибирского отделения АН СССР член-корреспондент АН СССР Г. И. Марчук, со-директор Национального центра атмосферных исследований доктор Ф. Д. Томпсон (США), директор

Национального метеоцентра доктор Ф. Шуман (США), профессор М. И. Юдин (СССР), доктор К. Хинкельман (ФРГ), доктор физ.-мат. наук Л. С. Гандин (СССР), профессор К. А. Семендяев (СССР), доктор Е. Найтинг (Англия), доктор Б. Дёз (Швеция), советские ученые кандидаты физ.-мат. наук С. Л. Белоусов, А. И. Бурцев, В. В. Быков, В. П. Садоков.

Участники семинара имели широкую возможность обменяться опытом работы и исследованиями в области динамической метеорологии и численных методов краткосрочного прогноза погоды. Программа охватывала все основные вопросы теории и практики. Их можно сгруппировать по следующим разделам: основные уравнения динамической метеорологии и краткосрочный прогноз погоды как задача гидродинамики; численные методы интегрирования уравнений атмо-

сферных движений с использованием современных ЭВМ; основные математические модели атмосферы для целей краткосрочного прогноза погоды; общие характеристики ЭВМ и основы программирования; автоматизация сбора, обработки, распространения и использования метеорологической информации; анализ метеорологических данных на ЭВМ; организация оперативной работы по численным методам анализа и прогноза погоды, использование вычисленных карт и ЭВМ в службе прогнозов погоды.

Работа семинара показала, что динамическая метеорология накопила большой объем фундаментальных результатов как в области теории, так и в применении итогов исследований в практике прогнозирования. Трудности теоретического анализа в динамической метеорологии постепенно преодолеваются, они

#### На занятиях Международного учебного семинара в конференц-зале Гидрометцентра СССР

Фото В. Фисенко





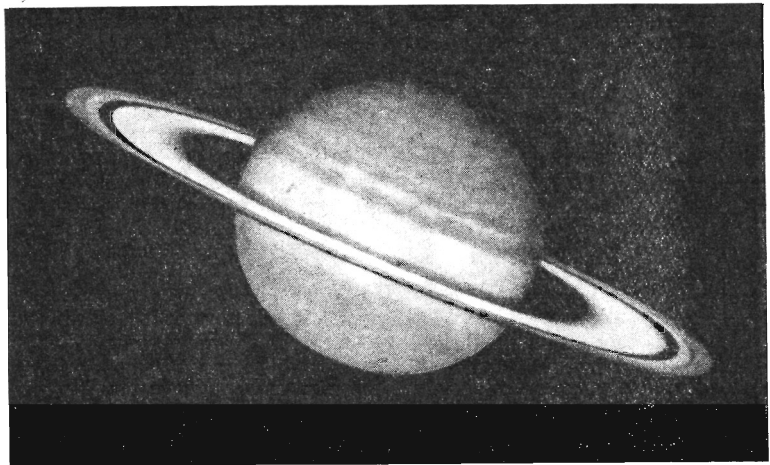
## ИСЧЕЗНОВЕНИЕ КОЛЕЦ САТУРНА В 1966 г.

Вид колец Сатурна для земного наблюдателя меняется в зависимости от расположения Земли по отношению к плоскости колец. За 29,5 лет — период обращения Сатурна вокруг Солнца, — кольца дважды, через 13,75 и 15,75 лет наблюдаются с ребра. В это время кольца не видны даже в самые мощные телескопы, что свидетельствует об их малой толщине.

За 9 месяцев 1966 г. Земля трижды пройдет через плоскость колец Сатурна. Первое прохождение было 2 апреля, следующие будут 29 октября и 18 декабря. После 29 октября будет доступна наблюдению северная сторона колец. После третьего прохождения к Земле повернется южная сторона колец, которую можно будет наблюдать в течение 14 лет. Систематические наблюдения видимости колец Сатурна имеют значительный научный интерес. Простейшие наблюдения сводятся к регистрации дней исчезновения и появления колец.

### КАЖДОМУ ЛЮБИТЕЛЮ АСТРОНОМИИ — «АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ»

«Астрономический календарь» основан в 1895 г. Нижегородским кружком любителей физики и астрономии (ныне — Горьковское отделение ВАГО). С тех пор ежегодно издается переменная часть календаря. Сейчас эту работу выполняет Главная редакция физико-математической литературы. В составлении календаря участвуют члены Горьковского,



Московского, Иркутского и Ленинградского отделений ВАГО. Ответственный редактор — доцент П. И. Бакулин.

Календарь состоит из двух отделов: эфемерид и приложений.

В первом отделе приводятся на каждый год эфемериды Солнца, Луны и планет (положение на небе, восход и заход, радиус или диаметр диска, фаза, звездная величина, основные конфигурации, соединения планет с Луной, карты путей планет), гелиоцентрические долготы планет, сведения о солнечных и лунных затмениях, покрытиях звезд и планет Луной, физические координаты Солнца, Луны, Марса и Юпитера (положение оси вращения, долгота центрального меридиана и др.), сведения о галилеевых спутниках Юпитера (моменты затмений, покрытий, прохождений по диску планеты, конфигурации), о кольцах и наиболее ярких спутниках Сатурна, о возвращении периодических комет, о малых планетах, доступных наблюдениям средствами любителя, о 114 переменных

звездах, которые можно наблюдать в призмный бинокль, о положении Полярной (для определения направления меридиана и широты места), вспомогательные таблицы для вычисления видимых мест звезд.

Во втором отделе печатаются обзорные статьи, посвященные успехам советской и мировой астрономии, новым открытиям и достижениям в области освоения космоса, юбилеям отечественной и мировой астрономии. Регулярно помещаются обзоры литературы астронома-любителя за прошедший год.

Желающие своевременно получить «Астрономический календарь» на 1967 г. должны дать заявки в местные магазины Книготорга или в отделы «Книга — почтой» республиканских, областных, краевых Книготоргов. Ориентировочная цена 60 коп.

При отсутствии на местах календаря на 1966 г. обращайтесь по адресу: Москва, В-71, Ленинский проспект, 15, Отдел научнотехнической литературы «Союзкниги».

не препятствуют широкому использованию методов машинного анализа в оперативной службе прогнозов.

Совершенствование математического аппарата для интегрирования труднейшей системы уравнений прогнозирования погоды дает возможность быстрого построения различных математи-

ческих моделей атмосферы. Это повышает требования к срокам сбора и обработки исходной метеорологической информации. Они должны быть предельно сжаты и в Центре обработки данных, и в передаче информации, и в местах ее сбора. Весь этот комплекс тесно связанных между собой теоретических и практиче-

ских вопросов был подробным образом изучен участниками Международного учебного семинара.

Прочитанные на семинаре лекции будут опубликованы в виде монографии.

С. В. НЕМЧИНОВ, кандидат физико-математических наук

## НА СОВЕТСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ВЫСТАВКЕ В ТОКИО

*Ю. П. ЗАЙЦЕВ*



**В. В. Николаева-Терешкова и А. Г. Николаев на Советской космической выставке в Токио**

Летом 1965 г. одна из крупнейших японских газет «Майнити симбун» («Ежедневная газета») и «Общество по развитию науки и техники Японии» обратились с предложением к Академии наук СССР об организации в Японии Советской космической выставки. Предложение было рассмотрено и принято. Несколько месяцев напряженной работы по

подготовке экспонатов выставки, макетов, фотографий, специальной литературы. Наконец за две недели до запланированного дня открытия выставки были получены официальные визы, и наша делегация выехала в Японию. Делегация состояла из семи человек. Ее возглавлял директор выставки доктор технических наук, профессор А. И. Горбанёв.

Мне было поручено войти в состав делегации в качестве главного консультанта по вопросам космоса.

Протяженность нашего маршрута составляла почти 12 000 км. Из Москвы мы вылетели с Домодедовского аэродрома. Незаметно пролетели девять с половиной часов и под крыльями самолета ТУ-114 показался Ха-

баровск, окаймленный голубой лентой Амура. Специальный поезд «Хабаровск — Тихоокеанская» доставил нас в Находку.

Находка — крупный советский дальневосточный порт, расположен на берегу залива Америка, названного по имени корвета «Америка», первым обследовавшего южное Приморье. Корвет попал в жестокий шторм, получил тяжелые повреждения, потерял управление. И когда надежд на спасение уже не было, вдали показался берег. Командир корабля Новицкий принял решение выбросить корабль на берег. Продвигаясь к берегу, корабль попал сначала в широкий залив, затем в удобную, защищенную с моря бухту. Это было спасением, счастливой находкой. Бухта и возникший на ее берегу поселок были так и названы Находка.

В Находке нас ждал комфортабельный дизель-электроход «Байкал». Он был построен для Советского Союза на верфях Германской Демократической Республики. Мы следовали от Находки Японским морем, далее через Сангарский пролив в Тихий океан. Если в Японском море было относительно спокойно, то Тихий океан встретил нас штормом. Океан был хмурым, не приветливым. Зловеще-зеленый у борта корабля и свинцово-черный к горизонту, с прыгающими по гребням волн барашками. Теплоход немилосердно раскачивало. На палубу невозможно было выйти, все находилось во внутренних помещениях. На Японию шел тайфун, и шторм был его предвестником. С берега периодически запрашивали: «Как чувствует себя «Байкал»? Предлагали укрыться в ближайшей бухте. Так продолжалось почти двое суток. При подходе к Иокагаме, когда «Байкал» начал входить в Токийский залив, качка сразу прекратилась. В ресторане и на палубе появились «новые» пассажиры, которых не было видно в течение всего перехода.

Проходим волнолом. «Байкал» отдает якоря на рейде порта Иокагама.

Иокагама, один из крупнейших портов Японии, центр префектуры Канагава, основан в 1858 г. Находится он недалеко от Токио, с которым соединен судоходным морским каналом Кейхан длиной около 23 км.

Здесь в 1872 г. была построена первая железная дорога, соединившая Иокагаму с Токио.

На «Байкал» прибывают представители карантинных и таможенных властей. Несмотря на плохую погоду, в порту много встречающих: жители города, журналисты, представители фирм.

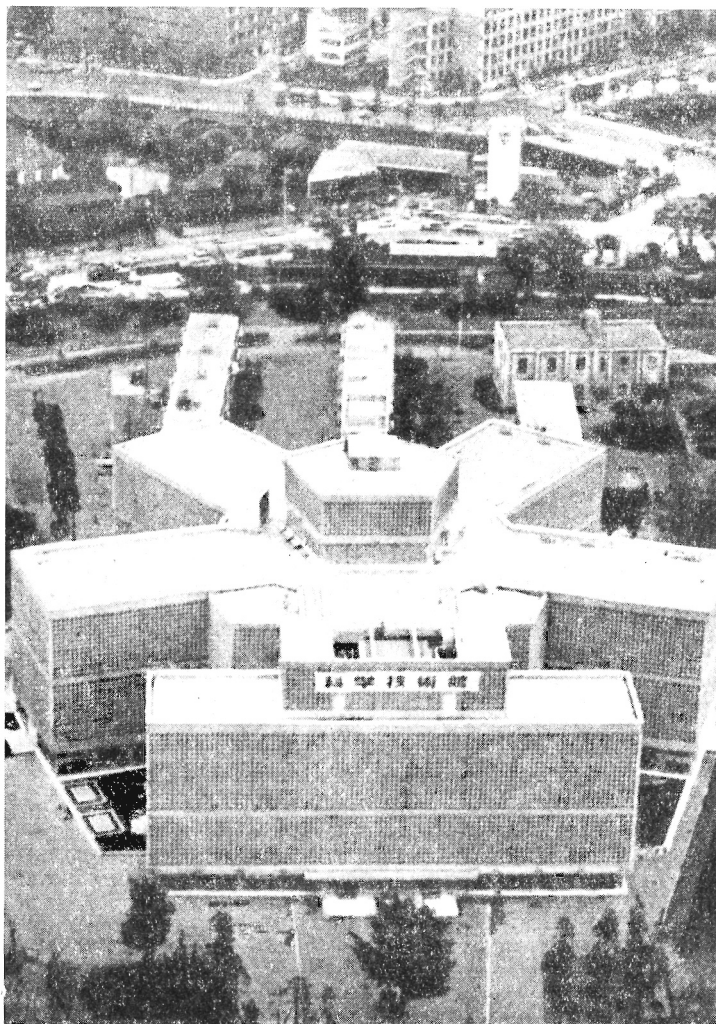
Проверка паспортов, таможенный досмотр, и мы покидаем борт «Байкала», ставший за трое суток каким-то близким, «последний кусочек» нашей Родины. Нам жмут руки представители Советского посольства, газеты «Майнити симбун», «Общества по раз-

витию науки и техники Японии». Рассаживаемся по машинам и направляемся в Токио.

Из порта мы прибыли в «Palace Hotel», в котором для нас были сняты номера. Это одна из крупнейших гостиниц города. Номера большие, с кондиционированием воздуха, все удобства, но необыкновенно дорого.

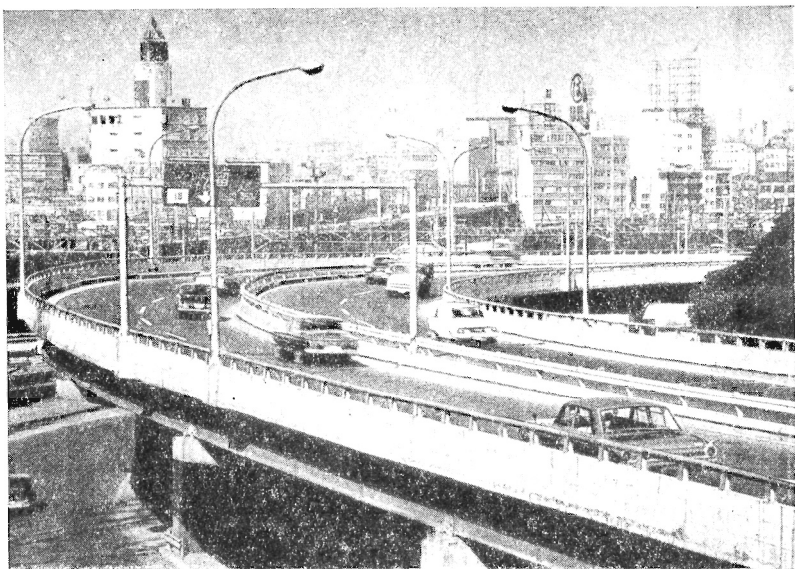
На следующий день после приезда началась подготовка к открытию выставки. Выставка должна была открыться в здании Политехнического музея «Общества по развитию науки и техники в Японии». Здание музея

Район Токио — Будокан, здание Политехнического музея, в котором размещалась выставка



находится в старом Токио. Этот район делится на две части: западную холмистую — Ямато и восточную низменную — Ситамати. В холмистом секторе в районе Кодзимати — Цёда — императорский дворец, здание парламента, правительственные учреждения, посольства, центральный вокзал, Будокан, Политехнический музей. В архитектуре города много контрастов. Характерно сочетание легких деревянных, обычно двухэтажных, жилых построек с большими каменными и железобетонными общественными зданиями. Здание парламента, в архитектуре которого влияние западноевропейского зодчества, и здесь же недалеко Будокан — зал для соревнований по борьбе сумо, созданный с использованием мотивов национального зодчества. А напротив Фармонт — отель, построенный в конструктивистском стиле. За рвом с зеленоватой водой и плавающими лебедями, за плачущими ивами, за стеной, сложенной из громадных камней, видны на холме вогнутые крыши старинного императорского дворца, а напротив рва — здание Политехнического музея с теплозащитными экранами, характерными для современной архитектуры.

На подготовку выставки у нас оставалось менее двух недель. За это время необходимо было изготовить и установить стенды, собрать макет корабля-спутника «Восток», перевести пояснения к стендам на японский язык, подготовить и перевести дикторские тексты. Сразу же выявилось много непредвиденных трудностей. Макет «Востока» оказался настолько большим, что он не мог быть установлен ни в одном из помещений музея. Для него срочно пришлось соорудить площадку перед входом. Вместе с экспонатами в Японию были доставлены девять кинофильмов на тему «Освоение космоса в СССР», которые должны были демонстрироваться на выставке. В их числе фильм «Утро космической эры», предназначенный для показа на семизерной установке. Такой установки в Японии не существовало. Однако и этот вопрос удалось разрешить. Поражала необычайная деловитость японцев: они четкие организаторы, расчетливые и экономные. Японцы изыскано вежливы. Все указания советского



Один из видов Токио

обслуживающего персонала выставки выполнялись неукоснительно. Когда возникла угроза повреждения макета корабля «Восток» из-за приближающегося тайфуна, он был вечером демонтирован, а уже утром, к открытию выставки, установлен на свое место.

Выставка открылась 14 сентября 1965 г. На торжественной церемонии открытия выставки присутствовали японские официальные представители, представители Советского посольства, печати, радио и телевидения. Выставку открыл государственный министр, глава ведомства науки и техники господин Уэхара.

С речами выступили поверенный в делах СССР в Японии А. А. Розанов, господин Уэхара, директор выставки профессор А. И. Горбанёв. Экспозиция выставки состояла из двух разделов: «Ядерная физика» и «Космос».

В разделе «Ядерная физика» были представлены четыре действующих квантовых генератора, модели ускорителей, специальные стенды, показывающие исследования космических лучей в Советском Союзе, строительство и эксплуатацию атомных электростанций и т. д.

Экспозиция павильона «Космос» открывалась портретами со-

ветских космонавтов. Здесь же находился манекен космонавта в скафандре и спускаемый аппарат одного из кораблей-спутников «Восток». На выставке можно было увидеть макеты первого, второго и третьего искусственных спутников Земли; приборный контейнер первой космической ракеты; макет последней ступени второй космической ракеты; кабину собаки Лайки и макеты спутников «Электрон-I» и «Электрон-II»; макет автоматической межпланетной станции, впервые сфотографировавшей обратную сторону Луны, и катапультируемое кресло космонавта с парашютными системами и катапультным устройством.

Специальный стенд был посвящен основоположнику ракетной техники великому русскому ученому К. Э. Циолковскому. Здесь же был представлен макет его космической ракеты на жидком топливе.

Уже после открытия по просьбе японской стороны экспонаты выставки были дополнены материалами, относящимися к запуску в Советском Союзе космической станции «Протон-I», спутника связи «Молния-I», фотографиями обратной стороны Луны, выполненными автоматической межпланетной станцией «Зонд-3».

Были представлены на выстав-



**Государственный министр, глава ведомства науки и техники господин Уэхара открывает выставку**

ке и некоторые из спутников серии «Космос», одной из основных задач которой является обеспечение радиационной безопасности космических полетов, особенно после высотных ядерных взрывов.

Задача выставки состояла не только в том, чтобы показать макеты искусственных спутников и космических объектов, но и дать представление об основных направлениях и результатах исследований космического пространства, осуществляемых в Советском Союзе. В связи с этим ряд стендов был посвящен исследованиям, проводимым на геофизических ракетах, кораблях-спутниках, показу подготовки советских космонавтов к полету, работе отдельных узлов и систем кораблей-спутников «Восток».

Выставка оказалась в центре внимания японской общественности. Задолго до нашего приезда газеты писали о готовящейся выставке. Фотографии почти всех экспонатов были помещены в газетах с подробными описаниями и самыми благожелательными комментариями. Сразу же после открытия выставки была устроена пресс-конференция, на которой присутствовало свыше 30 корреспондентов.

Уже первые дни работы выставки показали, что успех обеспечен. С каждым днем приток посетителей возрастал. На специальных заказных автобусах подъезжали большие группы школьников, студентов, служащих различных фирм. Группы строго организованы. Никакого шума, толкотни. Неторопясь идут по выставке, внимательно осматривая экспонаты. Школьники по одному поднимаются на спе-

циальное возвышение, чтобы лучше ознакомиться с внутренним устройством спускаемого аппарата «Восток». Остальные стоят рядом, терпеливо ждут своей очереди. Одеты все очень опрятно. Девочки в черных юбках и белых блузках, мальчики обязательно в белых рубашках. По воскресным и праздничным дням организованных экскурсий было значительно меньше. В эти дни японцы приходили на выставку целыми семьями, с детьми. Поражала исключительная доброжелательность японцев, удивительное сочетание приветливости со сдержанностью. Улыбки, улыбки, поклоны и нескончаемые вопросы. Японцев интересовало буквально все: из какого материала сделан скафандр и парашют космонавта, как происходит спуск корабля с орбиты, какие при этом возникают перегрузки, чем и как питаются космонавты, полетят ли еще раз в космос Гагарин и Терешкова.

Самый распространенный иностранный язык в Японии — английский. За ним идет русский. Русский язык знают многие. И убеждаешься в этом в самых неожиданных местах — в трамвае, в магазинах, просто на улице. Японцы любят нашу литературу. В одном из районов Токио Канда есть магазин русской книги. В какое бы время мы в него ни заходили — всегда идет бойкая торговля.



**Советская делегация на «Сони»**



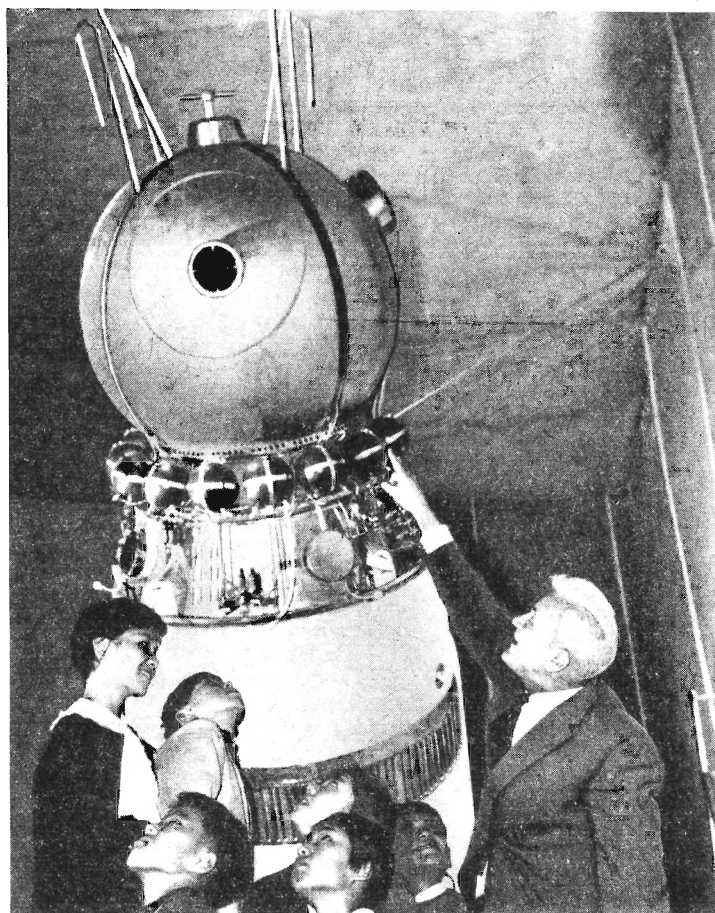
Господин Уэхара и поверенный в делах СССР в Японии  
А. А. Розанов осматривают выставку

Посольство СССР в Японии постоянно доставляло на выставку изданные на японском и английском языках журналы «Советский Союз», «Советский Союз сегодня», «Советская женщина», «Советский спорт» и др. Они расходились моментально.

С целью пропаганды научных достижений Советского Союза в области изучения и освоения космического пространства, исследований в области ядерной физики и применения атомной энергии в мирных целях, на выставке был проведен симпозиум на тему «Использование атомной энергии и освоение космического пространства в СССР». Для участия в симпозиуме были приглашены руководители делегации Советского Союза на проходившей в то время в Токио IX конференции Международного агентства по использованию атомной энергии в мирных целях.

Председатель Государственного комитета по атомной энергии А. М. Петросянец в своем выступлении рассказал об основных проблемах, над которыми работают ученые Советского Союза

Директор выставки профессор А. И. Горбанёв рассказывает японским детям об устройстве корабля «Восток»



в области использования атомной энергии. Большую часть доклада А. М. Петросянец посвятил перспективам и вопросам развития атомной энергетики.

Внимание участников симпозиума привлек доклад действительного члена АН БССР профессора А. К. Красина — автора проекта и руководителя строительства первой в мире атомной электростанции. В докладе были рассмотрены принципиальные схемы основных коммуникаций, которые применяются в ядерных энергетических установках Советского Союза. Профессор Красин сообщил также об исследованиях, которые он ведет с 1954 г. на экспериментальном атомном реакторе, использующем бериллий как замедлитель, и атомном реакторе с устройством, контролирующим загрузку топливом.

В моем докладе «Исследования на искусственных спутниках Земли серии «Космос» говорилось о задачах, решаемых запусками этих спутников, и некоторых итогах проведенных исследований.

Доклад В. М. Федорова сохранил обзор основных направлений в изучении физики космических результатов, полученных в этой области за последние один-два года. В докладе были отмечены как вопросы физики взаимодействия при высоких и сверхвысоких энергиях, так и вопросы космо-физического аспекта.

На симпозиуме присутствовали ведущие японские ученые: Дзо Аmano, Тосио Кавасаки, Норио Кувабаяма, Есито Канеко, Отохико Аизава и другие. Симпозиум широко обсуждался в печати. В газетах «Майнити» и «Асахи» появились большие статьи с подробным изложением докладов и весьма доброжелательными комментариями к ним.

Одним из наиболее примечательных дней нашего пребывания в Японии был день, когда выставку посетили советские космонавты В. В. Николаева-Терешкова и А. Г. Николаев, прибывшие в страну по приглашению Социалистической партии Японии в связи с ее

двадцатилетием. Еще за несколько часов до прибытия космонавтов выставку заполнили празднично одетые жители японской столицы, многочисленные фото- и кинокорреспонденты, представители радио и телевидения.

Подъезжает машина Советского посольства. Из нее в сопровождении посла В. М. Виноградова выходят наши замечательные космонавты В. В. Николаева-Терешкова и А. Г. Николаев. К ним подходят японские девушки в ярких праздничных кимоно и преподносят букеты цветов. Восторженно скандируют школьницы: «Камоме! Камоме! Чайка!»

После осмотра космонавтами выставки в актовом зале музея состоялась пресс-конференция. Валентина Владимировна и Андриян Григорьевич рассказали о полете в космосе, поделились своими планами на будущее, ответили на многочисленные вопросы присутствующих. Визит наших космонавтов в Японию внес большой вклад в дело укрепления добрососедских отношений советского и японского народов.

В течение всех дней пребывания в Токио свободного времени у нас почти не было. Поэтому с городом, жителями столицы Японии мы могли познакомиться в те немногие часы, которые остава-

лись у нас вечерами после закрытия выставки.

Инициаторы выставки организовали для Советской делегации посещение радиотехнической компании «Сони», завода фото- и киноаппаратов Канон, электротехнической компании, Токийской астрономической обсерватории и Института космических исследований Токийского университета. В университете нам была представлена возможность ознакомиться со структурой института, оборудованием лабораторий. Директор института Набору Такаги рассказал о некоторых еще неопубликованных исследованиях, произведенных при запусках высотных ракет. Члены Советской делегации ответили на вопросы, интересовавшие японских ученых.

Успех Советской космической выставки был несомненен. Японская общественность обратилась в наше посольство с просьбой продлить работу выставки в стране. Эта просьба была удовлетворена. И после закрытия 14 ноября выставки в Токио, она была показана в городах Кета-Кюсю, Осака, Саппоро. Незаметно пролетели два месяца пребывания в Токио. Уезжали мы с самыми теплыми чувствами к замечательному, трудолюбивому японскому народу.



## ПОДВОДНОЕ УЩЕЛЬЕ

Новое океанологическое судно «Истуорд» (США) провело первое акустическое сонарное зондирование подводного желоба Гаттерас в Атлантическом океане. Желоб начинается в 61 км к востоку от мыса Гаттерас и простирается на юго-восток.

Измерения показали, что глубина этого подводного ущелья в западной части 170 м и ширина 2,7 км. На протяжении следующих 16,7 км оно расширяется до 5,5 км и, как полагают ученые, становится еще более глубоким дальше на континентальном склоне.

«Science News Letter», 87, 1965, 104



(*R* см. стр. 67)

Пусть спутник появляется над данной точкой через каждые  $t_1$  часов.

Тогда искомое время можно найти из уравнения:

$$t_1 \omega - \frac{2\pi}{24} t_1 = 2\pi;$$

где  $\omega$  — угловая скорость спутника;

$$\omega = \frac{V}{R+h}, \quad \text{где}$$

$h$  — высота спутника над поверхностью Земли,

$R$  — радиус Земли,

$V$  — линейная скорость спутника, которую можно вычислить по формуле:

$$V = R \sqrt{\frac{g_0}{R+h}} \quad (g_0 \approx 9,8 \text{ м/сек}^2)$$

Поэтому

$$\omega = R \sqrt{\frac{g_0}{(R+h)^3}} \quad \text{и}$$

$$t_1 R \sqrt{\frac{g_0}{(R+h)^3}} - \frac{2\pi}{24} t_1 = 2\pi,$$

$$t_1 \times 6370 \sqrt{\frac{0,0098 \times (3600)^2}{8470^3}} - t_1 \frac{2\pi}{24} = 2\pi.$$

Откуда  $t_1 = 1,9$  часа.

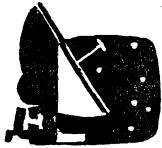
В случае, если движение спутника происходит в направлении, противоположном вращению Земли, искомое значение  $t_2$  находим из уравнения

$$t_2 \times 6370 \sqrt{\frac{0,0098 \times (3600)^2}{8470^3}} +$$

$$+ \frac{2\pi}{24} t_2 = 2\pi,$$

$$t_2 \approx 1,6 \text{ часа.}$$



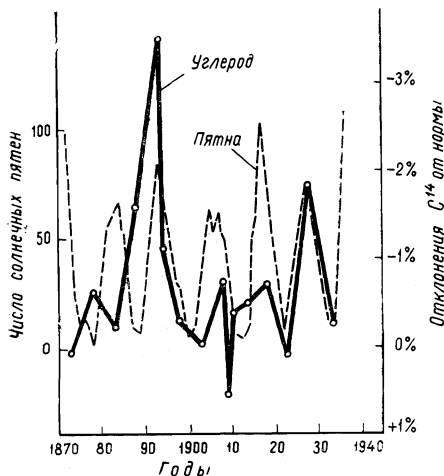


## АНТИВЕЩЕСТВО В ТУНГУССКОМ МЕТЕОРИТЕ?

В прошлом году группа американских радиохимиков, в которую входили лауреаты Нобелевской премии К. Коуэн и В. Либби, исследовала содержание в древесине нестабильного изотопа углерода  $C^{14}$  с периодом полураспада 5568 лет («Nature», 208, 4987, 1965, 861). При анализе 300-летней пихты Дугласа из штата Аризона, а также дуба, срубленного вблизи Лос-Анжелоса, в годовых кольцах 1909 г. обнаружилось повышенное содержание этого изотопа примерно на 1% по сравнению со стандартным уровнем 1890 г. (см. рис.).

$C^{14}$  постоянно образуется в атмосфере в результате взаимодействия нейтронов космических лучей с азотом воздуха  $N^{14}$ . Возникает он также и при ядерных взрывах. В форме углекислоты радиоуглерод усваивается растениями.

Избыток  $C^{14}$ , а следовательно и нейтронов, в атмосфере в 1909 г. послужил основанием для



сенсационного предположения о том, что Тунгусский метеорит (30 июня 1908 г.) представлял собой кусок антивещества, которое аннигилировало в атмосфере\*. При аннигиляции одной пары ядер выделяется около 8 нейтронов и 0,003 эрг энергии. Зная энергию тунгусской катастрофы ( $10^{24}$  эрг), можно подсчитать, что «антиметеорит» имел массу примерно полкилограмма, а соответствующее глобальное увеличение содержания  $C^{14}$  в атмосфере составило 7%. Сходный эффект наблюдается и при взрывах ядерных бомб: 1 мегатонна тротила ( $4 \cdot 10^{22}$  эрг) повышает радиоуглеродную активность воздуха на 0,2%. Отсюда американские авторы сделали вывод, что  $1/7$  часть мощности Тунгусского метеорита обязана аннигиляции антивещества. Исследователи сами указывают, что столь экзотическое предположение возникло у них под впечатлением публикаций в некоторых советских научно-популярных журналах. Эти публикации неоднократно перечисляли «признаки» ядерного взрыва на месте тунгусской катастрофы.

Объясняя появление радиоуглерода, «антиматериальная» гипотеза вызывает, однако, много других вопросов. Если даже допустить еще не доказанную возможность существования в нашей Галактике достаточно крупных масс антиматерии, то, все равно, остается непонятным, как полуккилограммовый кусочек антивещества достиг нижних слоев атмосферы? По расчетам, для преодоления слоя воздуха масса антивещества должна быть не менее 5 т. Но такое количество антивещества произведет энергии в десятки раз больше, чем реально наблюдалось...

\* Соображения о возможной антивещественной природе комет и метеороидов потока были также недавно высказаны в статье Б. П. Константинова, М. М. Бредова, А. И. Белявского и И. А. Соколова (см. «Космические исследования», IV, вып. 1, 1966 г., стр. 66—73). Авторы этой работы подчеркнули, что рассматриваемый ими вопрос никак не касается выпадающих на Землю метеороидов. (Ред.)

А недавно индийский физик В. Венкатаварадан сопоставил содержание радиоуглерода в атмосфере с солнечной активностью. Оказывается, между ними, по крайней мере за последние полвека, существует определенная связь: с усилением солнечной деятельности радиоактивность атмосферного углекислого газа снижается (см. рисунок). Что же касается неточного совпадения максимумов и минимумов этих величин, то это вполне можно объяснить сложными био- и геохимическими процессами, в которых участвует углерод на Земле.

«Nature», 206, 5012, 1965, 772

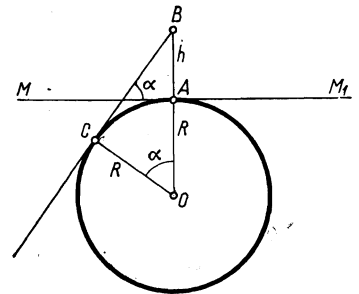


(К стр. 67)

Угол между горизонтами СВ и  $MM_1$  наблюдателей численно равен

$\alpha = \arccos \frac{R}{R+h} = 1^\circ$ . Поэтому наблюдатель с воздушного шара увидит заход Солнца примерно на 4 мин. позже, чем наблюдатель, сидящий в лодке.

Это приближенное решение. В нем, в частности, не учтено влияние рефракции.



## ПОПРАВКА

В № 2 журнала «Земля и Вселенная» на стр. 37 в 8-й строке сверху второй колонки следует читать 100 км.



Ф. ХОЙЛ, ДЖ. ЭЛЛИОТ

Рисунки Р. Авотина

ОГЛАСКА\*

В конце шестидесятых годов, когда происходили эти события, Министерство науки переехало в новое — все из стекла и металла — здание близ Уайтхолла. Оно было со вкусом обставлено и оборудовано по последнему слову техники, свидетельствуя, что

современная техника действительно сродни искусству и что постоянный заместитель министра Майкл Осборн, несомненно, наиболее прогрессивнейший из всех обитавших в здании прогрессивных чиновников. Осборн редко саживал за своим необъятным письменным столом; чаще он устраивался в одном из низких покойных кресел у невысокого кофейного столика с мраморной доской.

В то утро, когда в Болдершоу-Фелл впервые

\* Продолжение. Начало см. «Земля и Вселенная», № 2, 1966 г.

приняли таинственные сигналы, он по обыкновению восседал в небрежной и несколько картинной позе в одном из своих любимых кресел. Другое занимал Чарльз Ванденберг, генерал американских военно-воздушных сил.

Англию того времени можно было бы сравнить с форпостом осажденного лагеря, занимавшего территорию Западной Европы и Северной Америки. Давление с востока и из Азии и Африки теснило дряхлеющую западную цивилизацию. Ее основным оплотом оставался Американский континент к северу от Панамы. Западной Европе выпала незавидная роль обороняющегося арьергарда. Жизненно важные артерии и нервы, тянущиеся через Атлантику, не рвались единственно благодаря усилиям американцев, а американские гарнизоны в Британии, Франции и Западной Германии держались с отчаянным и тупым упорством — подобно римским легионам периода упадка.

Конечно, согласно дипломатическому протоколу, Великобритания и ее соседи продолжали оставаться суверенными государствами, но на деле инициатива все более уходила из их рук. Итак, хотя генерал Ванденберг скромно носил незаметный титул Представителя Координационного комитета по обороне, по сути дела он был командующим военно-воздушных сил хотя и дружественной, но подавляюще мощной оккупационной армии. Англия для него была лишь одной из фигур в гигантской шахматной партии.

В прошлом пилот бомбардировочной авиации, с бычьей шеей и квадратной головой, он все же выглядел живым и даже моложавым, несмотря на свой солидный возраст. Впрочем, в его манерах никакой особой бойкости не наблюдалось. Типичный питомец Новой Англии, Ванденберг был достаточно цивилизован, воспитан и имел обыкновение высказываться столь авторитетно, будто знал об этом мире несравненно больше прочих смертных.

Разговор шел об Узлене. Осборн небрежно покачивал за уголок лист бумаги с донесением.

— Право же, я сейчас ничего не смогу сделать.

— Но ведь существуют же дела первостепенной важности...

Осборн томно поднялся с кресла и, подойдя к столу, вызвал секретаршу.

— У Координационного комитета низкая точка кипения, — с отсутствующим видом заметил Ванденберг.

— Вы можете заверить их, что мы все уладим. — Осборн отдал бумажку вошедшей секретарше.

— Пожалуйста, проследите, чтобы этим занялись. Хорошо?

Секретарша взяла бумагу и положила на стол пухлую папку.

— Ваши материалы по Болдершоу.

— Спасибо. А что, моя машина здесь?

— Да, мистер Осборн.

Он раскрыл папку и прочел вслух:

— Министр прибывает в Болдершоу-Фелл в пятнадцать часов пятнадцать минут; его встречает профессор Рейнхарт.

— Значит уже завтра, — заметил Ванденберг. — А вы там тоже будете?

— Уже отправляюсь. Мне нужно переговорить с Рейнхартом. — Он сунул папку в портфель. — Не подбросить ли вас в наши верхи, в Уайтхолл?

— О, это было бы истинно по-христиански!

Каждый из них держал ухо востро в присутствии

другого. Может быть, поэтому оба становились очень, почти старомодно вежливы. Поднявшись, Ванденберг небрежно обронил:

— Ну, так когда же все это заработает?

— Еще неизвестно.

— Но дело начинает становиться серьезным.

— А звездам торопиться некуда. Они и так долго ждали.

— Так же, как и Комитет.

Осборн нетерпеливо передернул плечами, как человек, вынужденный объяснить очевидные вещи.

— Рейнхарт запустит военную программу тогда и только тогда, когда сможет это сделать. Так ведь было условлено?

— А если случится что-нибудь непредвиденное?

— Так уж и случится...?

— Газеты читаете?

— В последнее время не продвигаюсь дальше отдела беллетристики.

— А вы почитайте отдел новостей. Вполне может статься, что нам потребуются все наши уши по эту сторону Атлантики, — Ванденберг кивнул на эскизный рисунок радиотелескопа, висящий на стене кабинета.

— Для нас это не игрушка!

— Так ведь и для них тоже, — парировал Осборн.

Они вышли. Вскоре из Болдершоу-Фелл позвонил Флеминг. Но он уже никого не застал.

Джуди приехала на обсерваторию незадолго до прибытия Осборна и Рейнхарта. Проходя через холл, она украдкой перемолвилась с Харрисом:

— Как Бриджер?

Харрис старательно делал вид, что полирует дверную ручку.

— Два-три раза заходил в букмекерскую контору на задворках в Бредфорде. Это все.

— Нужно лучше за ним следить.

— Я все время слежу.

Приехавшие Осборн и Рейнхарт взяли ее с собой в пункт управления. Там было тихо и пусто. Один Харви копошился у стола среди разбросанных бумаг, окурков и грязных чашек. При виде этой картины Рейнхарт всполошился, словно испуганная курица:

— Неужели нельзя сделать так, чтобы здесь было чисто?! Да уберите же поскорее!

— Можно будет подвигать облучатель ради министра? — поинтересовался Осборн.

— Надеюсь, что да, хотя механизмов сопровождения мы пока не испытывали.

Рейнхарт озабоченно семенил по комнате, не замечая попыток Харви привлечь его внимание.

— Судя по вашему виду, вы всю ночь на ногах, Харви?

— Да, сэр. И доктор Флеминг с доктором Бриджером тоже.

— Что-нибудь не ладилось?

— Не совсем так, сэр. Мы сопровождали источник.

— Сопровождали?! Это по чьим же указаниям?

— Доктора Флеминга, сэр, — беззаботно ответил Харви. — Сейчас мы все вернули в первоначальное положение.

— Так почему же мне не сообщили? — Рейнхарт повернулся к Осборну и Джуди. — Вы знали об этом? — Джуди энергично помотала головой.

— Флеминг, кажется, начинает устанавливать свои порядки, — заметил Осборн.

— Где он? — потребовал Рейнхарт.

— Должно быть, там,— Харви показал на дверь аппаратного зала,— с доктором Бриджером.

— Так попросите же его уделить и мне минутку! Пока Харви говорил в микрофон на пульте управления, Рейнхарт мелкими шажками рассерженно бегал взад — вперед.

— Что вы сопровождали?

— Источник в Андромеде, сэр.

— М ЗИ?

— Нет, сэр.

— Так что же тогда?

— Другой источник из этой же области. С пре-  
вращающимся сигналом.

— Вы его слышали раньше?

— Нет, сэр.

Вошедший Флеминг выглядел усталым и небри-  
тым; но был трезв и как-то внутренне возбужден.  
В руках он держал рулон диаграммной ленты. На  
сей раз Рейнхарт не был склонен к попустительству.  
— Как я догадываюсь, это вы здесь распоряжа-  
лись?

Флеминг остановился и искоса взглянул на него.

— Ах, простите, джентльмены. Мне некогда  
было писать заявление в трех экземплярах.— Он по-  
вернулся к Осборну.— Я вам звонил, но вас не было  
на месте.

— Чем же это вы занимались, таким срочным? —  
ядовито спросил Рейнхарт.

Раскатав перед ними на столе ленту самописца,  
Флеминг стал рассказывать.

— Вот как выглядит запись передачи,— закон-  
чил он.

Рейнхарт удивленно посмотрел на Флеминга:

— Вы имеете в виду — сигнала?

— Я сказал — передачи. Тире и точки. Верно,  
Харви?

— Было очень похоже.

— И продолжалось всю ночь. Сейчас источник  
за горизонтом, но вечером можно будет снова по-  
пробовать.

Джуди растерянно взглянула на Осборна, но  
помощи не получила.

— А как же церемония открытия? — неуверенно  
произнесла она.

— Да черт с ним, с открытием! — Флеминг ре-  
зко повернулся к ней.— Поймите, ведь это же нечто!  
Это голос. Он дошел к нам через миллионы милли-  
онов миль!

— Голос?! — Джуди показалось, что собственные  
ее слова звучат слабо и отрешенно.

— Он летел к нам двести лет со скоростью све-  
та. Может же ваш министр подождать еще день?

Тут Рейнхарт, казалось, снова пришел в себя.  
Он иронически взглянул на Флеминга:

— Разумеется может, если только это не какой-  
нибудь спутник.

— Не спутник это!

Рейнхарт проследовал к «Джэковым сферам».

— Прежде чем приходить в такой ажиотаж,  
Джон, лучше бы взглянули, как там обстоит с этим  
небесным металлоломом.

— Уже глядели.

Рейнхарт повернулся к Осборну:

— Вы не слышали, случайно, там ничего нового  
не замыслилось?

Осборн не знал.

— Ну смотрите сами,— настаивал Флеминг,—  
если бы это был спутник — не мог же он всю ночь  
проточать в центре созвездия Андромеды!

— Ну, а вы уверены, что это не большая туман-  
ность?

— Так мы же специально проверяли. Правда,  
Харви?

Харви подтвердил, но Рейнхарт все еще смотрел  
на них с сомнением:

— Да нет, это какая-нибудь интерференция, или  
что-то вроде.

— В конце концов, уж как-нибудь я отличу пе-  
редачу от простого шума,— разозлился Флеминг.—  
Кстати, там была одна вещь, какой я никогда еще не  
видел. Между точками и тире шел модулированный  
сигнал более высокой частоты. И уж там такое ко-  
личество знаков... В общем, нам придется склепать  
специальную аппаратуру, чтобы принимать все это.

Он ткнул в клавишу переговорного устройства  
и вызвал из соседней комнаты Бриджера. Затем,  
сгреб бумаги и решительно сунул их Рейнхарту.—  
Ну посмотрите же. Ведь этого ждут уже больше  
десяти лет. А до того — еще десять веков ждали!

— Это передали разумные существа? — спросил  
Осборн своим бесстрастным голосом правительст-  
венного чиновника, высоким и металлическим.

— Да!

— Вы можете расшифровать это?

— О, господи! Вы, кажется, думаете, что Космос  
населен бойскаутами, сигналищими по азбуке Мор-  
зе?

Вошел Бриджер, бледный и какой-то издерган-  
ный. Однако его присутствие, казалось, успокоило  
Флеминга. Бриджер подтвердил его рассказ.

— Не мог ли это быть очень удаленный косми-  
ческий зонд? — предположил Осборн. Флеминг да-  
же не удостоил его ответом. Джуди тоже набралась  
храбрости: — Или другая планета?

— Планета — может.

— Марс, или что-нибудь такое?

Флеминг раздраженно дернул плечами: — Если  
планета, то, видимо, обращающаяся вокруг одной из  
звезд в созвездии Андромеды.

— И она сигналил нам?

Рейнхарт вручил бумаги Осборну: — Это, несом-  
ненно, связанная последовательность точек и тире.

— Тогда почему никто не принял этого раньше?

— Потому что ни у кого больше нет такой аппа-  
ратуры. Если бы мы не сделали вам такой чертовски  
хорошей аппаратуры, вы бы не держали в руках  
этих записей.

Осборн присел на край пульта управления,  
озадаченно уставившись в запись: — Предположим,  
что какое-то мыслящее существо пытается разго-  
варивать с нами... Да нет, чепуха!

— Видите ли, строго говоря, это возможно,—  
Рейнхарт внимательно изучал свои аккуратные паль-  
чики, всем видом показывая, что он предпочел бы не  
касаться этой темы.— Если бы другие существа...

Флеминг перебил его: — Не существа, а разум-  
ная жизнь. Не обязательно — органическая жизнь вообще. Про-  
сто разум!

По спине Джуди пробежал холодок, но она взя-  
ла себя в руки:

— Бр-р! Даже дрожь пробирает!

— Пожалуй и мне не жарко,— отозвался Фле-  
минг.

Осборн вышел из оцепенения: — Кого угодно  
в холод бросит, если только это действительно ра-  
диопередача из Космоса! — пробормотал он.

В конце концов было решено вечером снова по-

пытаться проследить источник таинственных сигналов. Передача прекратилась, по-видимому, просто потому, что вращение Земли отвернуло телескоп. Следовательно, можно было надеяться поймать сигналы снова. Как только решение было принято, Рейнхарт стал спокойным и деловитым. Вместе с Флемингом и Бриджером они раскатали рулоны записей и углубились в их изучение.

— А знаете, что это может быть? — сказал наконец Флеминг. — Это двоичное исчисление.

— Что это такое? — поинтересовалась Джуди.

— Это система счета, использующая только две цифры — 0 и 1, а не набор от 0 до 9, как наша обычная, десятичная система. 0 и 1 можно обозначать точкой и тире. Или наоборот. Десятичная система — произвольная, а вот двоичная — фундаментальная. Утверждение и отрицание, «да» и «нет», точка и тире — это же универсально! Черт побери! — он повернул к ней пылающее, возбужденное лицо с лихорадочными глазами. — «Философия, написанная на языке математики», — помните?! Может, это он и есть, прорыв в неизвестное!...

— Надо отложить торжественное открытие, — решил Осборн. — Это не для газет.

— А почему нет?

Осборн поморщился. В его мире все было не так просто, ничего нельзя было сказать или сделать

без соответствующего разрешения начальства. Для него и его окружения события в Болдершоу-Фелл были только эпизодом, лишь малой частью сложнейшей системы мероприятий, за хитросплетениями которой явственно проступал образ всего того, что олицетворял собою Ванденберг. Нет. Все до мельчайших подробностей должно быть взвешено и осуждено с осмотрительностью!

— Что мне сказать прессе? — спросила Джуди.

— Ничего!

— Ничего?!

— Мы что, секретное общество, или как? — в вопросе Флеминга звучало презрение. Однако Осборну удалось сохранить одновременно убедительный и официальный тон:

— Нельзя передавать такую сырую информацию. Необходимо прежде проконсультироваться. А то, пожалуй, и паника может подняться: космические корабли, летающие блюдца, чудовища с таракаными глазами... Найдутся идиоты, которые все это немедленно увидят «собственными глазами». Или просто кто-то что-то увидит. Нет. В прессе ничего не должно появиться, мисс Адамсон.

Оставив возмущенно сопящего Флеминга, они направились в кабинет Рейнхарта — звонить министру и затем уехали.

В гостинице «Лев» в Болдершоу уже начала со-



браться пресса, приглашенная на церемонию открытия. Джуди незаметно провела Осборна и Рейнхарта через заднюю дверь в маленькую комнатку, где их ждал запоздалый обед и сравнительная безопасность от растущей фаланги корреспондентов различных газет. В перерывах между блюдами Осборн совершал тайные вылазки в телефонную будку и возвращался все более удрученным и озабоченным.

— Ну что сказал министр?

— Сказал: «Спросите Ванденберга».

Они жевали какое-то остывшее мясо, и Осборн снова уходил.

— Так что же сказал Ванденберг?

— Да что по-вашему он мог сказать? «Помалкивайте».

Джуди было велено сообщить корреспондентам, что открытие отложено из-за технической неполадки. Любая иная информация должна была бы поступить уже прямо на Флит-стрит по официальным каналам. Затем им снова удалось незамеченными выскользнуть через заднюю дверь.

Получасом позже у гостиницы остановился автомобиль Флеминга и тот, усталый и изнывающий от жажды, скрылся в дверях.

Вечером передачу приняли снова. Она продолжалась всю ночь, и Флеминг с Бриджером по очереди записывали ее — не только различные на слух точки и тире, но и высокочастотную составляющую. Утром Деннис Бриджер в одиночку отправился в Болдершоу, незаметно сопровождаемый Харрисом. Оставив машину на стоянке в центре города, Бриджер нырнул в булыжную боковую улочку, ведущую к окраине. Харрис следовал за ним на расстоянии квартала. В темном дождевике вместо своей обычной спецовки, он походил скорее на ирландского террориста, чем на мирного лаборанта. Харрис так старался остаться незамеченным, что попросту не обратил внимания на двух мужчин, стоявших на противоположной стороне улицы против небольшой двери с табличкой «Дж. Олдройд, букмекер». Улица отнюдь не была пустынной, да и что подозрительно в двух беседующих прохожих?

Бриджер свернул в эту дверь и очутился в узком и темном проходе, где лестница, высланная линолеумом, вела на второй этаж, а у ее подножья была еще дверь с молочным стеклом. Шум улицы оборвался со стуком захлопнувшейся двери; в проходе было тихо, как в склепе. На стеклянной двери виднелась та же табличка. И еще: «Стучите и входите». Бриджер так и сделал.

Сам Дж. Олдройд, несмотря на поздний час, завтракал, сидя прямо за своим письменным столом. Это был пожилой человек в рубашке с закатанными рукавами и линялом джемпере. В конторе больше никого не было, но комнатка казалась тесной из-за разбросанных бумаг, телефонов, арифмометра, аппарата биржевого телеграфа и телетайпа. По стенам висели старые рекламные календари, оторванные на разных месяцах, но зато были и превосходные, очень точные часы. Мистер Олдройд воззрился на Бриджера поверх нагромождения старых бумаг и нового оборудования:

— А, это вы!

Бриджер кивнул в сторону телетайпа.

— Работает?

В порядке ответа мистер Олдройд отправил в рот кусочек хлеба, и Бриджер уселся за аппарат.

— Ну, как дела? — спросил он, включая телетайп и набирая номер.

— Все случай, — ответил мистер Олдройд. — У этих клещей никакого чувства ответственности. Или они в кучу сбиваются, или ползут, что твой автобус.

Бриджер отстучал: «КАУФМАНН ТЕЛЕКС 21303 ЖЕНЕВА» и замер, услышав какую-то возню за дверью. За стеклом на мгновение возник силуэт чьей-то головы. Затем — приглушенный вскрик, стон, и голова исчезла, оттесненная неясно различимыми силуэтами. Бриджер в страхе глянул на Олдройда, который, казалось, ничего не заметил и был всецело поглощен срезанием шкурки с заворачивающегося под ножом куска бекона. Бриджер опять повернулся к телетайпу. Окончив передачу, он боязливо высунулся в проход. Там было пусто. Дверь на улицу была распахнута, но и там не было заметно ничего необычного. Никто не стоял напротив. Никто не подсматривал из-за угла. Ну, а отъехавшая машина могла и не иметь ко всему никакого отношения.

Деннис Бриджер направился к автостоянке, чувствуя противную дрожь в коленках.

Новости о сигналах из Космоса были переданы одним из телеграфных агентств и успели попасть в вечерние газеты. К тому времени как генерал Ванденберг примчался к министру науки выражать протест, телевидение уже передавало правительственное заявление. Министр отсутствовал. Осборн с Ванденбергом стояли посреди пустого министерского кабинета, в то время как из угла с телевизионного экрана торжественно вещал диктор.

Правительство того времени представляло собою внушительное на взгляд, но не объединенное общей целью созвездие талантов, сплотившихся единственно перед лицом кризиса. Это была группа способных людей, спянных одним стремлением — выжить. Премьер-министром был либеральный консерватор, министром труда — ренегат тред-юнионист. Ключевые позиции занимали энергичные и честолюбивые люди помоложе, вроде министра обороны. Прочие посты — не столь способные, но импозантные, с точки зрения широкой публики, фигуры, не лишённые ораторских талантов — вроде министра науки. Партийные разногласия не то, чтобы исчезли — о них просто забыли, — возможно, то был вообще конец партийного правления в Англии. Впрочем, это никого не заботило. Вся нация была погружена в беспросветную апатию перед лицом мира, вышедшего из-под ее контроля. Люди тихо занимались своими домашними делами, и удивительное молчание царило в сфере политической. Кто-то сострил, будто тишина такая, что можно расслышать как бомба падает.

В этот-то вакуум и обрушилось сообщение о передаче из космоса. Газеты, как водится, все безнадежно исказили. «Угроза из пространства! Готовится нападение на Землю!» — вопили они. Молодой человек на экране важно читал строки правительственного заявления:

«Сегодня вечером Правительство решительно опровергло слухи о возможном вторжении из Космоса. Представитель министерства науки заявил журналистам, что хотя сигналы, напоминающие радиопередачу, действительно были приняты с помощью нового гигантского радиотелескопа в Болдершоу-Фелл, нет ни малейшего основания считать,

что они переданы с космического корабля или соседней планеты. Если принятые сигналы действительно окажутся радиопередачей, то она могла быть послана только с очень большого расстояния».

Никто не мог объяснить причин столь возмущительной утечки информации. Рейнхарт ничего не знал, а агент военной службы безопасности на месте — Харрис — непонятным образом исчез. Все же военные оказались на высоте. Ванденберг выложил на министерский письменный стол два досье.

— «Флеминг, Джон, доктор. Начиная с 1960 года: высказывания против НАТО — в пользу Африки, Олдермастонские шестивия, гражданское неповиновение, ядерное разоружение...» И по-вашему он заслуживает доверия?

— Он ученый, а не кандидат на полицейский чин.

— Итак, предположим, что этот надежен. Ну-с, займемся другим, — генерал не без злорадства перелистывал досье.

— «Бриджер, с 1958 по 1963 — член лейбористской партии. Затем развернулся кругом и завел делишки с одним из международных картелей». Да ведь еще с одним из самых грязных: «Интель»! Вы, что же, и без него не могли обойтись?

— Без него Флеминг не стал бы работать.

— Ну, тогда — конечно! — генерал собрал бумаги. — Вот оно, наше уязвимое место, я бы сказал.

— Ну хорошо, — вяло сказал Осборн и снял трубку с телефона на письменном столе министра. — Болдершоу-Фелл, — сказал он почти нежно, как человек, заказывающий цветы.

В помещении пульта управления телескопом вновь принимали космическое послание. Харви в другой комнате присматривал за самописцами, и Флеминг сидел у пульта один. Нехватало людей: Уэлена вдруг куда-то отослали, и даже Харриса не было. Бриджер прятался по углам, выглядел раздраженным и обеспокоенным и непрерывно страдальчески морщился. Наконец, он появился перед Флемингом.

— Слушай, Джон, а ведь так может тянуться без конца.

— Может.

Незатихающий звездный шелест несся из динамика.

— Я хочу смотать удочки. — Флеминг поднял на Бриджера глаза. — Все закончено. Мне здесь делать нечего!

— Тебе есть чего здесь делать, Деннис! Сколько хочешь!

— Я бы лучше смылся.

— Знаешь, у меня есть идея.

— Ну, что там еще?

— А то, что все это может быть набором инсценций.

— Ну и прекрасно. Вот и возись на здоровье.

— Мы будем возиться вместе!

В этот момент их прервала Джуди. Непреклонная и разгневанная она шла через комнату и стук ее каблучков отдавался подобно шагу караула. Еще не дойдя до них, она резко спросила:

— Кто из вас разболтал газетчиком?

Флеминг в изумлении уставился на нее. Она повернулась к Бриджеру:

— Кто-то передал информацию, всю информацию прессе!

Флеминг сокрушенно пощелкал языком. Джу-

ди метнула на него гневный взгляд и снова повернулась к Бриджеру.

— Это не был ни профессор Рейнхарт, ни я. Это не был ни Харви ни остальные: они слишком мало знали. Значит, это был кто-то из вас!

— Что и требовалось доказать, — сказал Флеминг.

Но она и не взглянула на него.

— Так сколько они заплатили вам, доктор Бриджер?

— Мне...???

Бриджер осекся. Флеминг поднялся и тяжело протиснулся между ними.

— Это что, твое дело? — мрачно спросил он Джуди.

— Да, я...

— Ну что, ты? — он приблизил к ней лицо, и она почувствовала, что от него опять пахнет виски.

— Я, — она запнулась, — я — уполномоченная по печати. У меня есть свои обязанности. А сейчас я получила такой нагоняй, какого в жизни не получала!

— Мне очень жаль, — тихо вставил Бриджер.

— И вам больше нечего сказать? — ее голос даже сорвался от возмущения.

— Слушай, будь так любезна, — Флеминг стоял, покачиваясь на расставленных ногах, и презрительно ухмылялся, глядя на нее сверху вниз. — Отцепись от моего друга — Денниса.

— Почему?

— Потому, что это я сказал им.

— Вы?! — она даже отшатнулась, словно от пощечины. — Вы были пьяны?

— Да, — сказал Флеминг и повернулся к ней спиной. В дверях комнаты, где стояли самописцы, он обернулся: — А хоть бы и трезвый был — все равно!

И уже из-за двери кинул ей через плечо: — И кстати, они мне ничего не заплатили!

Джуди стояла ничего не видя и не слыша. Динамик шипел и потрескивал. Люминесцентные лампы на потолке освещали скудную угловатую мебель. За окном вздымались в темнеющее небо арки радиотелескопа. Она осознала, наконец, что рядом стоит Бриджер и протягивает ей сигарету:

— Расстались с кумиром, мисс Адамсон?

Джуди как уполномоченной по печати пришлось доложить Осборну, а тот сообщил министру. О Харрисе все еще не было слышно, и его исчезновение продолжали держать в секрете. Прессу убедили, что происшедшее было ошибкой, если не мистификацией. После ряда бурных совещаний, министр обороны смог заверить генерала Ванденберга и его начальство, что ничего подобного не повторится и что Правительство заявляет это с полной ответственностью. Поиски Харриса активизировались, а Флеминга вызвали в Лондон.

Сначала могло показаться, что Флеминг просто покрывает Бриджера, но вскоре установили, что он действительно рассказал все корреспонденту по фамилии Дженкинс за выпивкой в баре при гостинице. Хотя Бриджер заявил о своем уходе, по контракту он должен был проработать еще три месяца и пока оставался в Болдершоу-Фелл, замещая Флеминга на время его отсутствия. Передача все продолжалась и сейчас записывалась в двоичном коде.

Сам Флеминг, казалось, был вполне равнодушен к суете, поднявшейся вокруг его особы. Он забрал с собой испещренные цифрами ленты записей и в поезде по дороге в Лондон час за часом изучал их, покрывая пометками и расчетами поля, а затем листы и конверты обнаруженных в карманах старых писем. По-видимому, ничто кроме не существовало для него сейчас. Он рассеянно одевался, ел с отсутствующим видом, даже пил меньше обычного; всепоглощающее напряжение мысли и внутреннее возбуждение полностью завладел им. Он не замечал Джуди и едва прикасался к газетам.

Когда Флеминг появился в министерстве науки, его немедленно доставили в кабинет Осборна, который ожидал его в компании Рейнхарта и очень прямого человека средних лет с седыми висками и беспокойными голубыми глазами. Осборн поднялся, отвечая на приветствие Флеминга.

— Доктор Флеминг, — Осборн был подчеркнут официально.

— Угу?

— Вы знакомы с коммодором авиации Уотлингом из Министерства обороны?

Прямой человек поклонился и холодно взглянул на Флеминга. Тот перевел вопросительный взгляд на Рейнхарта.

— Здравствуйте, Джон, — негромко и сдержанно сказал Рейнхарт и принялся разглядывать свои ногти.

— Присаживайтесь, доктор Флеминг.

Осборн указал на кресло, повернутое к собравшимся, но Флеминг медлил и только удивленно переводил взгляд с одного лица на другое, как человек, проснувшийся в незнакомом месте.

— Это что же, допрос?

Последовала короткая пауза. Уотлинг закурил сигарету.

— Вас информировали, что вашу работу курирует служба безопасности?

— А что это значит?

— То, что работа секретная.

— Да.

— Так как же вы...?

— Да так, что я ученый и не собираюсь заглядывать сам себе рот!

— Не надо так волноваться, Джон, — успокаивающе произнес Рейнхарт. Уотлинг лег на другой бок:

— Вы видели газеты?

— Некоторые видел.

— Полмира уверено, что чудища со щупальцами не сегодня — завтра высалятся у нас на огородах!

Флеминг улыбнулся, почувствовал под ногами более твердую почву.

— Вы тоже уверены? — осведомился он.

— Но я же знаю факты!

— Вот именно факты я и дал прессе. Точные научные факты. Откуда мне было знать, что они так все переврут?

— Речь о том и идет, доктор Флеминг, что подобные вещи лежат вне сферы вашей компетентности, — Осборн уселся за свой стол в красивой и одновременно внушительной позе. — Вот почему вас и просили не вмешиваться. Я же сам вас предупредал.

— Правда? — Флеминг явно начинал скучать.

— Нам пришлось дать полный отчет Координационному комитету по обороне, — свирепо продолжал Уотлинг, — а сейчас премьер-министр готовит заявление Организации Объединенных Наций!

— Ну, тогда все в порядке!

— А знаете ли вы, что это отнюдь не та позиция, которую мы бы хотели занимать, но наши руки оказались связанными, и вдобавок нам пришлось успокаивать общественное мнение.

— Естественно, что пришлось успокаивать.

— И связали нам руки — вы!

— Что же, предполагалось, что я буду паинькой, что ли? — Флеминг от скуки начал злиться. — Как я поступаю с моими открытиями — это мое дело! Мы же все-таки живем в свободной стране? — Но ведь вы работали не один, Джон, — это сказал упорно глядевший в сторону Рейнхарт.

Осборн примирительно склонился над столом в сторону Флеминга:

— Все, что от вас нужно, доктор Флеминг, это ваше личное заявление в печати.

— Чем же оно может помочь?

— Все, что способно успокоить людей, может помочь.

— В особенности, если бы удалось дискредитировать того, кто передал дальше полученные от вас сведения.

— Джон, это же не относится лично к вам, — сказал Рейнхарт.

— Не ко мне лично? Так зачем же я здесь? — Флеминг высокомерно посмотрел на них. — Ну, а если я выступлю с этим заявлением, что дальше?

— Боюсь, что... — Рейнхарт снова потупился.

— Боюсь, что мы не оставили профессору Рейнхарту выбора, — сказал Уотлинг.

— Они хотят, чтобы вы ушли от нас, Джон, — Флеминг поднялся и задумался на мгновение. Трое остальных ждали взрыва. Но он сказал невозмутимо:

— Как все просто, а?

— Но я не хочу терять вас, Джон! — Рейнхарт умоляюще воздел свои миниатюрные ручки.

— Ну разумеется, ведь есть же причина.

— О-о!

— Без меня вы просто не сдвинетесь с места.

Они были готовы к такому повороту дела: конечно, заменить, его не просто, но есть подходящие кандидатуры; Осборн перечислил некоторые.

— А разве они знают, в чем смысл передачи? — последовал невозмутимый ответ.

— А вы знаете?

Флеминг кивнул и спокойно улыбнулся. Уотлинг выпрямился еще больше обычного.

— Вы хотите сказать, что расшифровали сигналы?

— Я хочу сказать, что мне известно, что это такое.

— Вы рассчитываете, что мы вам поверим?

Осборн явно не верил; тем более — Уотлинг. Но Рейнхарт заколебался: — Что же это, Джон?

— Так меня оставят?

— Все-таки, что же это?

Флеминг довольно ухмыльнулся: — Это набор «сделай сам», и его передали не человекоподобные существа. Я готов доказать это. — И он принялся вытаскивать из портфеля бумагу.

(Продолжение следует)

Перевод Г. С. ХРОМОВА



ФАНТАСТИКА

ФАНТАСТИКА

ФАНТАСТИКА



Репродукция с картины А. К. Соколова «Здравствуй, Земля!»



## В ПЕРВЫЙ ЧАС

## НОВОГО ГОДА

Б. ПЕТРУШЕВСКИЙ

Степан Степанович Абросимов ворвался на встречу нового, тысяча девятьсот шестьдесят четвертого года, когда уже разливали шампанское. С порога, сдирая с себя пальто, он закричал:

— Товарищи, сенсация! Сенсация!

Абросимова, молодого инженера-технолога, всегда отличали живость и даже экспансивность, но сейчас его буквально била лихорадка. Хозяин вечера, Алексей Карпович, добродушный здоровяк, с трудом успокоил взволнованного гостя, и новый год был встречен должным образом. Но затем Абросимов сразу взорвал бомбу.

— Товарищи,— похлопал он себя по боковому карману,— у меня здесь потрясающий документ! Доказательства того, что знаменитые летающие тарелки, видимо, существуют!

Гости отнеслись к этому сообщению недочерчиво.

— Брось! Старо! Слышали уже!

А Алексей Карпович деловито предложил:

— Ты лучше заливного поросенка попробуй, Степа. Это куда достовернее твоих летающих тарелок.

Но Абросимов не сдавался.

— Вы, скептики! У меня же документы. Вы знаете, что я работаю в Издательстве зарубежной литературы. Так вот, вчера утром нас, редакторов, собрал директор и прочел письмо из Министерства культуры СССР. Вот оно (копия, разумеется), подписано заместителем министра

Иваном Ивановичем Ивановым. Датировано двадцатым декабря шестьдесят третьего, уже прошлого года. В нем указано, что два года назад в Советском Союзе вышел в свет перевод книги американского ученого Мензела, которая называется «О летающих тарелках».

Абросимов огляделся и ткнул пальцем в сторону книжного шкафа.

— Вот она, стоит на третьей полке. Дальше... Впрочем, давайте-ка, я просто прочту письмо. «Мензел доказывает полную несостоятельность представлений о том, что эти тарелки являются летательными аппаратами. Аналогичные высказывания были опубликованы и в советской печати».

Однако недавно получены новые данные, свидетельствующие, что, возможно, американские военные круги сознательно пошли на дезинформацию в этом вопросе. Пересылая Вам копию одного из полученных сведений, Министерство культуры обращает Ваше внимание на необходимость тщательного изучения всех публикуемых за границей материалов, имеющих или могущих иметь отношение к данной проблеме. Не исключено, что в будущем может потребоваться опубликование перевода этих статей в виде сборника».

Абросимов вытащил из кармана пачку листов и победоносно потряс ею.

— Это копия американского документа! Насилу достал, у нас в издательстве рвут ее из рук!

Алексей Карпович попробовал опять утихомирить Абросимова.

— Ох, Степа, Степа, фантазер ты... Ну, давай поужинаем сначала по-человечески.

— Ужинайте, я не мешаю. Ужинайте, а я буду читать. Потрасяюче, невероятно, но правдоподобно, черт возьми! Об одном прошу, прямо умоляю — дайте себе труд до конца дослушать, а там уж будете судить... Я и сам не знаю, как относиться к этому документу.

Вот что прочел Абросимов притихшим гостям, вскоре забывшим об ужине.

#### *Начальнику Отдела АС-16 Военное Министерство США*

*Созданная в мае 1960 г., согласно решению Отдела АС-16, Комиссия по проверке всех имеющихся данных о так называемых «летающих блюдцах» (протокол № 258/11 от 1 апреля 1960 г.) работала в следующем составе: профессор Ж. Е. Давидсон, Колумбийский университет (председатель Комиссии); профессор М. Кент, Военное Министерство; доктор Дж. В. Мак-Ки, Воздушная компания Дулас; доктор А. Гарланд, Служба воздушных изысканий; командор Р. А. Ирль, Береговая геодезическая служба; профессор Ф. Х. Мартель, Институт Карнеги; профессор И. В. Орман, Департамент метеорологии. В качестве экспертов широко привлекались крупнейшие ученые и ведущие инженеры США в вопросах авионавтики, радио, оптики, механики, астрономии, метеорологии и т. д. Комиссия закончила свою работу в конце августа 1962 г.*

#### **К ИСТОРИИ ВОПРОСА**

«Первые массовые сведения о летающих «блюдцах» относятся к 1946 г., когда они были якобы замечены в воздушном пространстве США. В это время еще ни одна страна не имела устройств, позволяющих выводить летательные аппараты на высоты 500—600 км, а именно на этих высотах были отмечены первые «блюдца». Позднее указания на подобные предметы появились во многих газетах большинства стран, а также в популярных, и даже научных журналах. Было издано несколько книг, посвященных «блюдцам», причем лишь в одной из них автор (профессор Шмидт, Германия) признал эти предметы материальными телами, скорее всего, посланцами с других планет. Авторы остальных книг ставили этот вопрос под большое сомнение, а доктор Д. Мензел в своей книге, опубликованной в США в 1955 г., подверг эти представления уничтожающей критике. Комиссия не имеет здесь, конечно, в виду фантастических произведений, авторы которых даже совершали полеты на «блюдцах» на другие планеты (журналист Адамский и т. д.). Все подобные сообщения не заслуживают ни малейшего внимания.

Очень резко отрицательно отозвался о летающих «блюдцах» и член советской Академии наук профессор Арцимович в статье, напечатан-

ной в начале 1961 г. К этому вопросу мы еще вернемся.

Со второй половины 1960 г. количество сообщений о «блюдцах» уменьшилось.

#### **ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ЛЕТАЮЩИХ «БЛЮДЦАХ»**

Предпринятая Комиссией проверка, с выездом на места, где якобы были замечены «блюдца», и опросом очевидцев, показала, что практически во всех случаях нельзя считать эти сведения достоверными. Самые разные явления и факты принимались жителями (а затем попали в газеты) в качестве свидетельств о появлении «блюдец». Часто это бывали необычные скопления облаков, в том числе очень высоких, так называемых серебристых облаков. Весьма часто за «блюдца» принимали грозовые далекие разряды, проходящие сквозь пелену туч, шаровые молнии, яркие метеоры — болиды. Нередко это бывали явления радуги. Довольно часто это были своеобразные оптические эффекты, наблюдающиеся в средних широтах в вечернее время после недавно прошедших пылевых бурь, когда тончайшая взвесь, поднятая воздушными течениями высоко в атмосферу, приобретает так называемые «предметные» очертания в лучах заходящего солнца. Достаточно многочисленны случаи, когда за «блюдца» принимали различные летательные аппараты, а также стаи высоко летящих птиц и саранчи. Наконец, весьма во многих случаях газеты печатали явно фальсифицированный материал, стремясь увеличить путем сенсации число подписчиков.

Естественно, что еще меньшего доверия заслуживают так называемые «исторические» сведения о летающих «блюдцах», которыми одно время сторонники подобных представлений стремились подкрепить свои предположения.

Тем не менее Комиссия пришла к выводу, что в течение последних 45 лет имел место ряд фактов, которые не могут быть объяснены иначе, как признанием существования летательных аппаратов неземного происхождения. Ниже следует краткое описание этих фактов.

1. Во время морского боя у Фалклендских островов 8 декабря 1914 г. английский броненосный крейсер «Кент», преследуя отделившийся от главных германских сил легкий крейсер «Нюрнберг», добился уничтожения своего противника около 19 часов 30 минут. При возвращении к эскадре, в 20 часов 08 минут на «Кенте» заметили летящий предмет в состоянии приблизительно одной мили от корабля. Предмет, напоминающий, по словам вахтенного журнала, «укороченную сигару» цвета алюминия, летел в северо-восточном направлении по левому борту корабля, постепенно сближаясь с ним. Высота полета первоначально была около 1000 ярдов, но быстро уменьшалась. По морю, бывшему в этот день совершенно тихим, под летящим предметом поднималась полоса пара или газа, как будто оно кипело. Сблизившись с крейсером на расстоянии в 2 кабельтовых\*, предмет упал в море, подняв огромный фонтан воды. Полет наблюдался в течение 3—4 минут и был замечен по крайней мере 30 членами

\* Морская мера длины, равная 185,2 метра.

экипажа, занятыми уборкой палубы после боя. Видели его и вахтенный начальник лейтенант А. Гамильтон, и командир крейсера капитан Джемс Эпплеби. Всплеск от падения предмета в воду был сфотографирован лейтенантом Ходжсоном. Об этом событии был представлен подробный рапорт командующему английской эскадрой вице-адмиралу Стэрди, который препроводил его в Адмиралтейство. Англичане после тщательного рассмотрения всего дела пришли к выводу, что это был новый вид летательных аппаратов типа цеппелинов, выпущенный с одного из кораблей германской эскадры. Поскольку подобные аппараты, поднимаемые с кораблей, у англичан отсутствовали и не было никаких сведений о наличии их у немцев, было решено держать в строгой тайне все происшедшее. Сведения о нем стали известны лишь в самое недавнее время.

2. 26 сентября 1948 г. было прервано автомобильное сообщение по государственной дороге США № 314 между Индианаполисом и Сент-Луисом. Примерно в 25 км восточнее города Эффингем все автомобили, шедшие по дороге в обоих направлениях, остановились в 17 часов 47 минут вследствие того, что заглохли их моторы. Попытки запустить моторы не имели успеха — двигатели внутреннего сгорания не работали. Всего остановилось более 450 машин. В газетах того времени высказывались предположения, что причиной этого непонятного явления были секретные опыты Военного министерства по остановке на расстоянии двигателей внутреннего сгорания. Как стало известно Комиссии, никаких подобных опытов в это время Военное министерство не производило, но не выступило и с опровержениями газетных сообщений. В 18 часов 15 минут движение возобновилось. Обо всем этом можно было бы не говорить, связывая настоящий случай с летающим «блюдецем», если бы именно в этот день и час два астронома-любителя — Роберт Флетчер из Эффингема, и Макс Лебрехт из города Сент-Эльмо (35 км западнее Эффингема) — сняли несколько превосходных фотографий какого-то непонятного предмета высоко над землей. Они снимали предзакатное небо аппаратами с большой разрешающей способностью на пленку особого состава и с сверхвысокой контрастностью. Предмета оба фотографа не видели и обнаружили его, лишь проявив пленку. В настоящее время обе пленки находятся в распоряжении Комиссии. Насколько можно судить, предмет был на высоте между 20 и 30 км, форма его овально-удлиненная, с размерами по длинной оси более 300 м и по короткой около 200 м. Ничего более определенного по этому поводу сказать невозможно, если оставаться на почве фактов.

3. В феврале 1949 г., апреле 1953 г., августе 1956 г. и январе 1960 г. наблюдалось длительное, устойчивое и совершенно необъяснимое нарушение радиосвязи на волнах всех диапазонов, охватывавшее земной шар целиком или в значительной мере, причем как в отношении передающих, так и приемных устройств. Подобные явления обычно связывают с возмущающей деятельностью Солнца, но именно в указанные периоды на нем не происходило усиленных

взрывов, не было и магнитных бурь. В то же время как раз к этим периодам относятся наиболее массовые сведения о пролете летающих «блюдец», поступавшие буквально из всех уголков Земли.

4. Известны два случая атаки военными самолетами летающих «блюдец». Первый произошел 22 марта 1956 г. в Северной Африке. Французский реактивный истребитель ДП-105 под командой лейтенанта Мориса Арлери, патрулировавший расположение алжирских повстанцев, неожиданно передал по радио: «Вижу над собой перевернутую суповую тарелку, высота 14 километров, скорость около 1500 километров, иду на сближение». Через минуту последовало второе сообщение: «Тарелка уходит, нестерпимо блестит на солнце. Открываю огонь с расстояния 2 километра». Новых сообщений не поступало, на базу самолет не вернулся. Его обломки были найдены настолько долго спустя, что не представлялось возможным определить причины катастрофы.

Второй случай имел место с реактивным истребителем США 31 августа 1959 г., совершавшим тренировочный полет в районе города Клейтон, штат Алабама. Самолет марки БВВ-46 под командой лейтенанта Георга Фавы при по-



лете на высоте 10 500 м передал следующее сообщение: «Вижу в 2 милях западнее на моей высоте непонятный предмет, похожий на ракету. Двигается со скоростью не более 500 миль к западу. Попытаюсь догнать». С базы сейчас же последовало запрещение слишком приближаться к этому предмету и, тем более, открывать огонь, но от Фавы больше не поступило никаких сообщений. Вечером того же дня обломки его самолета были найдены в 200 км от Клейтона. Среди обломков лежало тело Фавы, погибшего, очевидно, от удара о землю. Магнитофонная лента, на которую летчики-истребители США записывают свои действия при потере радиосвязи с землей, сохранилась полностью. Вот что на ней оказалось. «9 часов 7 минут. Связь с домом лопнула. Иду к ракете, медленно догоняю». «9 минут. Ракета пошла быстрее и выше. Даю ей знак посадки». «11 минут. Сблизились до полутора миль. У этой подлой штуковины все формы обтекаемые. Скорость 850 миль. Вторично дал приказ садиться». «13 минут. Сейчас дам ей огонька. Дал. На эше! Ох, как она отве...» Больше записей на ленте не оказалось. Исследование обломков самолета не показало механических или иных повреждений, кроме полученных при ударе о землю. Однако на некоторых изломах была обнаружена резкая изношенность металла, что не может считаться естественным, так как машина Фавы была получена с завода всего за три недели до того. Почему Фава не катапультировался и не попытался спастись на парашюте — остается неизвестным. Свидетели его падения, фермеры Карпентер и Гердель, показали, что слышали высоко в небе стрельбу, а затем увидели падающий самолет. Какого-либо предмета типа ракеты или «блюдца» они не видели.

5. Едва ли не наиболее очевидным и в то же время загадочным является случай с гибелью американского эсминца «Джервис», происшедшей рано утром 15 августа 1960 г. к востоку от Оркнейских островов. Эсминец «Джервис» (спущен на воду в 1957 г., водоизмещение 2200 тонн, скорость 41 узел, 270 человек команды) шел из США в Европу и должен был зайти в Скапа Флоу. Последняя его радиобеседа с базой в США и Скапа Флоу состоялась около 22 часов гринвичского времени 14 августа. А в 6 часов 5 минут 15 августа английский корвет «Сейлор» в 25 км от Скапа Флоу обнаружил «Джервис» разрезанным пополам, поперек; благодаря включенным водонепроницаемым переборкам и абсолютно гладкому морю обе половины эсминца находились на плаву, почти рядом. Все на борту корабля было в полном порядке, все спасательные средства на своих местах, но не оказалось ни одного члена экипажа — ни живого, ни мертвого. Разрезанные половины корабля удалось отбуксировать в Скапа Флоу, сохранив это происшествие в тайне. Изучение остатков корабля позволило прийти к убеждению, что он был чрезвычайно быстро, практически мгновенно, разрезан или разорван пополам совершенно непонятным образом. Исследование металла по разрыву показало такую же резкую его изношенность, как и на обломках самолета Фавы, погибшего за год перед тем. Последняя запись в вахтенном журнале относи-

лась к 4 часам 15 августа — вахту сдал лейтенант Кларк и принял лейтенант Бойд.

Последующее расследование, затрудненное тем, что проводить его пришлось в условиях полной секретности, показало, что с рыбацкого барка «Китти» (порт приписки Абердин, шкипер Арчибальд Мак-Грегор) около 5 часов утра 15 августа, когда барк находился примерно в 250 км восточнее Оркнейских островов (1° 30' восточной долготы, 59° северной широты), видели нечто вроде небольшого дирижабля. Виден он был не слишком ясно благодаря висевшему над морем туману, но самая поверхность воды была свободна от тумана и Мак-Грегор, а также два матроса утверждали, что дирижабль, летевший невысоко в западном направлении, оставлял за собой по морю полосу кипевшего пара. Мак-Грегор даже сказал матросам: «Хорошо, что этот тип летит так далеко, а то сварил бы из нас уху рыбам».

Отсутствие экипажа при сохранности спасательных средств, тихой погоде и близости берега, остается загадочным. Как это ни невероятно, но все-таки Комиссия полагает, что команда эсминца была взята на борт летательного аппарата, уничтожившего «Джервис» с помощью того же устройства, которое заставляло вскипать воду под этим аппаратом. Бросается в глаза крайняя близость данного описания с тем, что в 1914 г. видели моряки крейсера «Кент».

Во избежание нездоровой сенсации Морское министерство США объявило, что «Джервис» со всем экипажем погиб в результате внутреннего взрыва.

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РАДИОСИГНАЛОВ ИЗ КОСМОСА

Особой задачей является интерпретация радиосигналов, поступающих из Космоса. Такие сигналы известны уже довольно давно. Однако в последние годы не только резко увеличилось их количество, но и некоторые сигналы стали гораздо более отчетливыми. Это позволило ученым даже ставить вопрос — не имеем ли мы здесь дело с радиопередачами сознательных существ далеких миров. Так, в частности, подошел к этой проблеме французский астроном профессор Жерар; близкие соображения высказал израильский физик профессор Бентор.

Однако все эти данные не давали никаких оснований для связи сигналов с наличием летающих «блюдец». Положение резко изменилось после запуска осенью 1961 г. из США кольца медных иголок на большие высоты вокруг Земли. Хотя с момента запуска прошло сравнительно немного времени, сделанные заранее приготовления к новым специальным наблюдениям позволили прийти к неожиданным и чрезвычайно интересным выводам. В США эти наблюдения были осуществлены под руководством профессора Дж. Мюррея и профессора Рэя Нэтланда, в Англии — членом Королевского общества сэром Оливером Грэйамом Вальтоном, в Германии — профессором Боде и профессором Томашек, в Японии — профессором Мийамура.

Суть выводов (носящих, естественно, предварительный характер) сводится к следующему.

Во-первых, удалось достаточно уверенно разделить радиоволны, приходящие из Космоса, по меньшей мере на три типа: из темных мест Галактики (так называемые «блуждающие» волны), затем направленные волны из постоянных источников возбуждения и, наконец, очень близкие к этим последним, но гораздо более слабые и абсолютно незакономерно рассредоточенные по окружающему пространству волны, названные профессором Мюрреем «перемежающимися».

Во-вторых, анализ явлений, возникающих при прохождении радиоволн через пояс медных иголок, позволил в первом приближении оценить расстояния от источников, вызывающих волны указанных трех типов. Если для «блуждающих» волн они получились равными сотням, тысячам и более световых лет, то для направленных волн они колеблются в пределах всего одного-двух световых лет; это означает, что источники возбуждения расположены сравнительно близко от Земли, но за границами солнечной системы. Наконец, для «перемежающихся» волн расстояния получились самые различные — от одного-двух световых лет до возникновения их практически на самой Земле. Тот факт, что анализ, проделанный с одной и той же методикой разными учеными независимо друг от друга, показывает столь различные результаты для явления, которое еще недавно казалось имеющим одну и ту же причину, служит хорошим подтверждением удовлетворительности полученных выводов.

В-третьих, как сообщалось при запуске пояса медных иголок, они должны были служить для предупреждения о запуске с поверхности Земли любых летательных аппаратов с большими скоростями — спутников, ракет и т. д. Действительно, все запуски американских и русских спутников, проведенные после формирования медного пояса вокруг Земли, были отмечены специальной аппаратурой именно так, как это и предполагалось. Но одновременно было констатировано появление ряда летательных аппаратов, не запущенных с земной поверхности — это можно утверждать вполне определенно.

Наконец, в-четвертых, удалось — хотя и не абсолютно уверенно — идентифицировать появление неземных летательных аппаратов с приемом «перемежающихся» радиоволн с наиболее близкого расстояния — практически из пределов самой Земли. Это делает наиболее вероятным предположение, что источником рассредоточенных «перемежающихся» радиоволн из Космоса служат летательные аппараты неземного происхождения. Скорее всего, что эти аппараты и летающие «блюдца» — это одно и то же.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, Комиссия приходит к выводу, что в атмосферу Земли, и практически до самой ее поверхности, в последние годы неоднократно, хотя и не часто, проникали летательные аппараты, построенные на одном из миров вне солнечной системы и, несомненно, управляемые разумными существами. Говорить что-либо о характере конструкции этих аппаратов, принципе полета и управления и т. д. в настоя-

щее время совершенно невозможно. Однако бесспорно весьма высокое развитие науки и техники населения мира (или миров), откуда происходят данные летательные аппараты.

Поскольку направленные радиоволны из космоса возникают на расстоянии одного-двух световых лет от Земли, а очень близкие по своему характеру «перемежающиеся» радиоволны вызываются, по-видимому, летательными аппаратами неземного происхождения, естественным является предположение, что эти аппараты посланы из того же пункта (или пунктов), откуда распространяются направленные радиоволны.

Тот факт, что эти пункты должны быть расположены вне солнечной системы, представляется Комиссии снимающим многие сомнения, которые неминуемо должны были возникнуть, если видеть в летающих «блюдцах» посланцев близких нам планет солнечной системы. Во-первых, это не увязывалось бы с тем, что мы знаем об этих планетах — предполагать наличие на Венере или Марсе сознательных, более высоко, чем человек, организованных существ — у нас нет никаких оснований. Во-вторых, при близости к Земле пунктов отправления рассматриваемых летательных аппаратов было бы наиболее вероятным предполагать, что Земля уже давно хорошо изучена этими существами (визуальным, локаторным или иными методами). В этом случае наиболее естественной должна была бы считаться попытка приземления указанных аппаратов, а ни о чем подобном пока не приходится говорить, если не принимать во внимание загадочного происшествия с исчезновением команды эсминца «Джервис» и предположения Комиссии, что команда была взята на борт летательного аппарата. Однако это, конечно, только лишь предположение. Падение такого аппарата в море, наблюдавшееся моряками «Кента», очевидно, является результатом несчастного случая.

Наоборот, полагая отправные пункты летательных аппаратов достаточно удаленными от Земли, следует считать с трудностями преодоления весьма значительных пространств — ведь расстояние в один-два световых года в 1500—3000 раз превышает расстояние от Солнца до самой удаленной планеты солнечной системы — Плутона. Летательные аппараты, достигающие Земли, надлежит рассматривать в качестве первых разведчиков, посланных, быть может, даже не специально к Земле, а вообще для исследования Вселенной. В таком случае становится понятным, почему они не пытаются приземлиться.

Впрочем, в этих вопросах Комиссия выходит уже за пределы выполнения порученной ей работы.

Резюмируя все сказанное, Комиссия должна констатировать следующее: хотя в настоящее время еще рано делать окончательные выводы, однако представляется вероятным, что Человечество впервые в своей истории стоит на пороге начала общения с разумными существами других миров Вселенной. Комиссия отдает себе отчет в важнейшем значении подобного вывода, который может показаться неспециалисту более фантастическим, чем любое произведение Уэллса. Однако к этому выводу ее привел анализ

фактов, накопленных в течение последних десятилетий.

В связи с этим весьма показательно отношение к данной проблеме советских ученых, опередивших, как известно, американцев в деле изучения космоса. Хотя русские не готовились к специальным исследованиям в связи с запуском кольца медных игловок вокруг Земли, по-видимому, они уже успели получить некоторую информацию от своих наблюдательных станций. Во всяком случае, если до запуска кольца русские выступали с протестами, а непосредственно после запуска не проявляли к нему никакого интереса, то позднее положение резко изменилось. Из ряда источников Комиссии стало известно, что советские агенты за границей, а также прокоммунистические элементы внутри США начали усиленно собирать любую информацию, относящуюся к следующим проблемам: летающие «блюдца», радиоволны из Космоса, исследования в связи с медным кольцом вокруг Земли. Показательно также, что, по полученным Комиссией данным, в Москве состоялось секретное совещание ученых и военных, посвященное указанным проблемам. С основным докладом на нем выступил тот самый профессор Николаев, который всего два года назад подвергнул публичному осмеянию гипотезу о существовании летающих «блюдеч».

Учитывая все это, Комиссия полагает полезным опубликовать от имени авторитетного официального органа США, например Военного министерства, сообщение, в котором вопрос о летающих «блюдцах» был бы представлен как результат оптического обмана, недоразумений, легковерия жителей и т. д. Подобная дезинформация была бы полезна в существующей обстановке.

— Абрисов сунул последний листок в карман, жадно отхлебнул из бокала и спросил трагическим шепотом:

— Ну, каково?! Что это, по-вашему?

Зашумели все разом. Дочь хозяев, Любочка, аспирант-филолог, раскрасневшаяся, с блестящими глазами, хлопала в ладоши, повторяя:

— Я же всегда говорила, что тарелки существуют! Я говорила!

Длинный Леша Гутиков, недавно защитивший кандидатскую диссертацию по химии, глобокомысленно изрек:

— Дымок есть. Не знаю, все ли правда, но есть дымок! Такого не выдумашь.

Его закадычный друг Донцов недоуменно пробасил:

— Разрезать пополам эсминец — колоссально... Ну, и силища!

Выхватывали друг у друга листы рукописи и еще раз перечитывали, стремясь найти упущенные подробности.

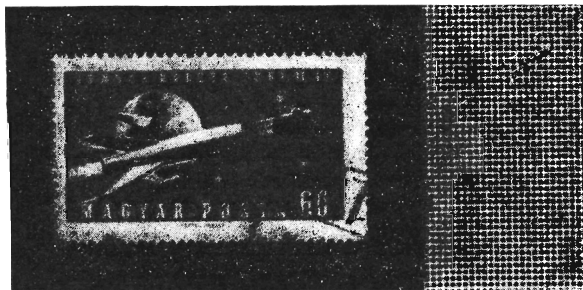
Диссонансом прозвучал голос Петра Евгеньевича Володина, профессора-зоолога, недавно вернувшегося из командировки в Соединенные Штаты:

— Ох, что-то не так... Это — дезинформация.

— Как дезинформация?! — кинулась на него Любочка. — Вы что, не верите?! Заместитель министра сопроводилку подписал!

## КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

### МАРКИ ВЕНГРИИ И РУМЫНИИ



За 8 лет, прошедших со времени запуска первого в мире искусственного спутника Земли, в Венгерской Народной Республике выпущено 74 «космических» марки, в том числе и непосредственно отражающие события по исследованию космоса, например запуск 12 февраля 1961 г. в сторону планеты Венера первой автоматической межпланетной станции. Серию таких марок, увидевших свет 29 апреля 1961 г., разработал художник И. Вертель.

Полету первого человека в космос посвящены пять марок: серия в две марки, отражающая подвиг Ю. А. Гагарина, выпущена 25 апреля 1961 г. На одной изображен старт космического корабля «Восток», на другой — портрет Ю. А. Гагарина. Художник И. Вертель.

29 марта 1962 г. выпущен блок с портретами летчиков-космонавтов СССР Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова и астронавта США Дж. Гленна. На черном фоне с белыми звездочками в сочетании голубого с золотым и белым изображена Земля с тремя космическими кораблями на орбитах. Автор рисунка художник И. Вертель.



— Вы меня не так поняли, Любочка. Я не утверждаю, что документ подложный. Но полагаю, что выдуманно то, что в нем написано. Выдуманно американцами, чтобы дезинформировать нас.

— Бросьте, Петр Евгеньевич,— вмешался Донцов,— гибель крейсера «Нюрнберг» в Фалклендском бою описана точно, я это сражение изучал по литературе.

Даже уравновешенная Анастасия Петровна, хозяйка вечера, разволновалась и с досадой сказала:

— Что же вы, Степан Степанович, не постарались других документов достать? Растравили нас только!

И тогда Абросимов вытащил из кармана последний листок рукописи и торжественно заявил:

— Да, я просил вас дослушать до конца, а самый конец и не прочел. В рукописи здесь многозначие и потом фраза: «Ура, что эта новогодняя мистификация окончена!»

Упала тишина и была она тягостна. Затем прозвучало восклицание Любочки:

— Мистификация?! Неужели это вы сами придумали?!

На Абросимова навалились всей компанией.

— Как мистификация?! А Фалклендский бой? А столько имен? И точные даты? А сопроводилка? — сыпалось на него со всех сторон.

Издательски улыбаясь, Абросимов парировал удары, словно фехтовал:

— Эх вы, чудаки! Такому вздору поверили! Это же очень просто. География — по атласу. Имена иностранных ученых — из списков участников разных международных съездов. Время гибели «Нюрнберга» у Фалкленд и какая тогда была погода — точно по морской истории, а прочее — из головы. Оттуда же, конечно, и сопроводительное письмо; нет и никакого заместителя министра культуры Ивана Ивановича Иванова. Вам назови имя, а вы уже всему верите! Что соответствует истине? Книга Мензела — вон она, в шкафу, пояс медных иглол, запущенных американцами, да статья в «Правде», в которой один наш академик разнес представления о летающих тарелках. А все остальное — сам, ну, ей богу, сам! Черновики могу показать.

— Зачем же ты это сделал? — с тихой угрозой спросил Алексей Карпович.

— Как зачем? Вы, что, не хотите позабавиться под Новый год? А заодно я решил проверить, легко ли поддаются некоторые люди — интеллигентные, культурные — псевдонаучной мистификации. Оказалось, увы, легко. Один Петр Евгеньевич засомневался, да и то несколько иначе, чем надо бы. Иллюстрация к тому, как распространяются всякие лженаучные спекуляции и бабушкины сказки. Примите мои поздравления, товарищи легковыеры!

— Знаешь, это уж слишком,— внушительно произнес Алексей Карпович, делая вид, что снимает пиджак.— За это тебя и вздуть не вредно!

Но была новогодняя ночь, и Абросимова простили. Только Любочка осталась задумчива. В глазах ее, нет-нет, да и сквозил упрек:

— Ах, зачем вы все это выдумали?!

Портрет Ю. А. Гагарина был дан в серии «Космонавты СССР и астронавты США», выпущенной 27 октября 1962 г. Рисунки семи марок этой серии принадлежат художнику Л. Кекези.

Широко отражены в филателии и подвиги остальных советских космонавтов. Первому группо-



вому полету космических кораблей «Восток-3» и «Восток-4» посвящены две марки, выпущенные сцепкой 4 сентября 1962 г. Очень красив небольшой изящный блок, созданный в честь совместного полета В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой.

Нашим космонавтам, совершившим первый в мире полет на многоместном космическом корабле «Восход», посвящен оригинальный блок: на белом фоне с разбросанными по нему золотыми звездочками расположена светло-голубая марка с изображением Земли и корабля «Восход». Через весь блок проходят две орбиты космического ко-





рабля, под маркой — портреты космонавтов В. М. Комарова, К. П. Феоктистова и Б. Б. Егорова. Художник И. Вертель.

Полет космонавтов П. И. Беляева и А. А. Леонова отражен в серии из двух марок, выпущенной 27 апреля 1965 г. Художник Л. Кекези.

К другой группе космических марок можно отнести такие, как марка, посвященная запуску первой ракеты к Луне 2 января 1959 г., марки о Международном геофизическом году и Международном году спокойного Солнца. Сюда можно отнести и серии, отражающие достижения космонавтики за определенный отрезок времени, например серию из восьми марок, разработанную художником Л. Кекези и выпущенную 8 января 1964 г.

Первые образцы космической филателии Румынии (на эту тему уже изданы 57 марок и блоков) представляют собой сцепку из двух марок с купоном посередине (один вариант) и справа

(второй вариант). Разработаны они художниками И. Думитрану и Д. Штюбей и выпущены 6 ноября 1957 г. На одной марке: земной шар, на нем — Спасская башня Московского Кремля, а над земным шаром — спутник; на другой — земной шар и вокруг него орбиты первого и второго спутников. На купоне — даты запусков и надпись: «Старт двух первых искусственных спутников в Советском Союзе — победа науки и техники мирового значения». Варианты этих марок отличаются также цветом.

10 декабря 1957 г. выпущена серия из двух марок, посвященная запуску второго советского спутника с собакой Лайкой на борту. Марки отличаются цветом фона — зеленоватый и синеватый. Художник И. Думитрану.

Затем последовательно были выпущены семь марок, посвященных запускам третьего советского спутника (20 сентября 1958 г., художник И. Думит-





рану), третьей космической ракете «Луна-3» (3 февраля 1959 г., художник А. Тазгян); прилунению советской станции «Луна-2» (предыдущая марка с надпечаткой; серия из трех марок, посвященная завоеванию космоса: на одной — на фоне земного шара старт ракеты и изображение собаки и кролика, на остальных — карта обратной стороны Луны и схема процесса фотографирования Луны, декабрь 1959 г., художник А. Тазгян), а также марка, посвященная запуску первого советского космического корабля 15 мая 1960 г.

Несколько серий посвящены полету Ю. А. Гагарина (серия из трех марок, с портретами Ю. А. Гагарина выпущена в апреле 1961 г., художник И. Думитрану), Г. С. Титова (серия из трех марок, издана в сентябре 1961 г., художники И. Думитрану и И. Кова). Серия из трех марок (август 1962 г.) посвящена полету А. Г. Николаева и П. Р. Поповича. На двух марках — портреты космонавтов и на одной — схематическое изображение движения двух космических кораблей по орбитам вокруг Земли. Художник И. Думитрану.

Полет В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой отражен в серии из двух марок с портретами космонавтов (художник И. Думитрану) и в блоке (художник А. Тазгян-Константиnescу).

Полет космического корабля «Восход» отображен в серии из шести марок, посвященной успехам Советского Союза и США в изучении космоса. Серия выпущена в январе 1965 г. и включает две марки с «Синкомом-3», две с «Рейнджером-7» и две с «Восходом».

Подвиг летчиков-космонавтов П. И. Беляева и А. А. Леонова отражен во второй половине предыдущей серии и состоит из трех марок, выпущенных 25 августа 1965 г. На нижней части первой из этих марок — портреты П. И. Беляева и А. А. Леонова, выше — космический корабль «Восход-2» и фигура А. А. Леонова в свободном плавании в космосе. На второй марке изображен один из американских спутников, на третьей — в нижней части портреты членов экипажа «Джеминай-3» в кабине корабля, а выше земной шар и космический корабль на орбите.

На одной из марок первой части этой серии, на которой изображена космическая ракета «Рейнджер-7», номиналом в 1 лей, 25 апреля 1965 г. сделана надпечатка «Рейнджер-9» (24.3.1965) и новый номинал 5 лей.

Кроме перечисленных марок 29 апреля 1963 г. выпущена серия из двух марок, посвященная старту космической ракеты «Луна-4». На фоне большой белой звезды — «Луна-4», сама же звезда — на фоне Луны. На марке надпись «Луна-4» и дата «2.IV.1963». Художник И. Думитрану.

В январе 1964 г. выпущена серия из десяти марок и одного номерного блока, посвященная успехам в завоевании космоса. На каждой марке на фоне советского или американского флага дан соответственно портрет советского космонавта или американского астронавта последовательно, начиная с полета Ю. А. Гагарина и кончая полетом В. В. Терешковой. На марках — шесть портретов наших космонавтов и четыре американских астронавтов. Художник Д. Штинбей. Номерной блок к этой серии: на белом поле блока — большая синяя марка с изображением земного шара с перекрещивающимися орбитами космических кораблей. Земной шар снизу обрамлен лавровыми ветками. Сверху на ленте — надпись «Космонавты мира» и две даты «12.IV.1961» и «16.VI.1963».

Космические марки Венгрии и Румынии имеют четкий и ясный рисунок, они хорошо полиграфически и художественно оформлены и всегда ожидают коллекционеров с нетерпением.

Кроме марок, о которых здесь рассказано, Венгрия и Румыния выпускают много других, которые мы, как правило, присоединяем к космическим коллекциям. Эти марки, посвященные знаменитым астрономам, астрономическим и геофизическим исследованиям, конгрессам, обсерваториям, представляют большой и интересный раздел филателии.

Н. М. ЛЕВИН, доцент



## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

### «ЖИВ КУРИЛКА»

В № 6 журнала «Земля и Вселенная» было помещено объявление о сборе сведений о народных астрономических представлениях, объяснениях различных астрономических явлений, о приборах и методах народного счета времени у разных народов СССР. На это предложение откликнулись «Историко-астрономические исследования», помещая в выпуске IX, который выйдет в свет в середине 1966 г., статью эстонского физика П. К. Приуллера «Эстонская народная астрономия».

В этой статье автор отмечает, что интерес эстонцев к звездному небу и практическое использование астрономических знаний для определения времени и ориентировки на море восходят к древним временам. Много веков назад эсты дали свои собственные названия созвездиям северного неба, взяв их в большинстве случаев из своей сельскохозяйственной терминологии, создали много сказаний и песен о звездах, созвездиях, Луне и Солнце. С начала XVII в., когда произведения эстонского фольклора стали усердно собирать филологи и этнографы, накопилось много интересных данных об эстонской народной астрономии. Автор дает названия созвездий и отдельных звезд не только на эстонском языке, но и на некоторых языках соседей эстонцев: на финском и других угро-финских языках. Любопытны некоторые народные выражения, имеющие характер календарных указаний. Например: «Когда Сито в зарю, тогда вол в борозду», т. е., когда весной Плеяды видны лишь на заре, пора приступать к вспашке полей.

Автор рассказывает об обширном труде лингвиста Я. Хурта «Эстонская астрономия», опубликованном в самом конце XIX в. В нем помещен материал, собранный в течение 20 лет. В Литературном музее имени Ф. Крейц-

вальда в городе Тарту хранится громадное количество фольклорных материалов, связанных с астрономией.

Некоторые астрономические наблюдения были связаны с предсказаниями погоды, особенно удачными были предсказания на ближайшие дни, так как они сопровождались наблюдениями изменений прозрачности воздуха и других оптических явлений в атмосфере.

Луна эстам служила календарем, недель не было и подразделения месяца были связаны с изменением фаз Луны. Заметные на диске Луны пятна называли на острове Сааремаа «два вора и кадка дегтя». С этим названием связывалась следующая забавная история: два вора как-то зимой отправились на свой промысел, но Луна светила слишком ярко и они решили замазать ее дегтем. Забрались на Луну и завязли там вместе с кадкой дегтя.

С названиями некоторых созвездий также были связаны любопытные старинные легенды.

Планеты назывались «яркие до боли звезды», а также странствующие или необыкновенные звезды. Про Юпитер говорили, что он «ленивее» других бродяг. Интересно отметить, что в народе давно уже замечено было изменение блеска Алголя и некоторых других переменных звезд, которые называют «скрывающимися».

В знаменитом народном эпосе «Калевипоэг» (сын Калева), собранном и обработанном Ф. Крейцвальдом более 100 лет назад, много поэтических образов, связанных с астрономией. В четвертой песне, описывающей плавание героя через Финский залив, есть следующее поэтическое описание звездного неба:

«С неба Звездная телега,  
Что зовут «Медведем Шведским»,  
Да Небесный Гвоздь блестящий

Блеском глаз своих сверканьем.  
Путь указывают в море,  
По волнам тропу к высоким  
Берегам скалистым финнов.  
Заходили, восходили  
Звезды на небе полночном,  
Лишь Небесный Гвоздь  
спокойно

На своем стоял все месте,  
Да небесная Телега  
Все незыблима была.  
Сито сильно наклонилось,  
Цепы приблизились к закату.  
Видно полночь наступала».

(Цеп 1-й —  $\gamma$ ,  $\alpha$  и  $\kappa$  Ориона;  
2-й —  $\zeta$ ,  $\epsilon$ ,  $\delta$ ,  $\eta$  и  $\beta$  Ориона.)

Мы надеемся, что в дальнейшем в ИАИ появятся новые очерки о народной астрономии других народов, населяющих необъятный Советский Союз.

В IX выпуске ИАИ завершится публикация «Очерков истории астрономии в Древней Руси» Д. О. Святского. Б. В. Кукаркин в статье «Первые шаги развития астрономии» вскрывает причины, вызывающие интерес к звездному небу и накопление в народе астрономических знаний еще до появления астрономии как науки. Здесь же помещена статья покойного Ю. Г. Переля «К вопросу о времени признания учения Коперника в России». Большая статья К. А. Звонарева посвящена замечательному советскому астроному и геодезисту В. В. Каврайскому. Публикация ряда других статей и материалов завершается перечнем книг по истории астрономии, вышедших во всем мире за последние три года. Интересующихся историей нашей науки смогут приобрести это издание в магазинах Книготорга, или в Отделе научнотехнической литературы «Союзкниги» (Москва, В-71, Ленинский проспект, д. 15).

Дальнейшая судьба ИАИ в значительной степени зависит от того, выявит ли реализация IX выпуска достаточное число лиц, интересующихся историей астрономии и готовых поддержать Комиссию истории астрономии (КИА) Астросовета АН СССР и издательство «Наука».

Статьи и материалы для публикации в ИАИ надо направлять в адрес КИА (Москва, В-312, ул. Вавилова, д. 20, Астросовет АН СССР).

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ,  
доцент

# «ОХОТНИК ЗА МЕТЕОРИТАМИ»

Название этой небольшой книжки \* на редкость точно отражает содержание. В ней рассказано не о метеоритах, а о выдающемся энтузиасте изучения небесных камней, астрономе и геологе — профессоре Петре Людвиговиче Драверте. Книга удачно соединила в себе строгость и точность научно-популярного изложения с увлекательностью биографического повествования о жизни незаурядного человека. Ведь для того, чтобы метеориты исследовать, их предварительно надо отыскать, и П. Л. Драверт был удивительно удачливым добытчиком. Из 135 отечественных метеоритов 7 стали известны благодаря его неустанной деятельности.

Весь процесс поиска метеоритов и выяснения обстановки их падений в книге описан правдиво и жизненно. Он очень не похож на обычную работу астронома или геолога. Драверту приходилось опрашивать очевидцев падений (часто суеверных и неграмотных), собирать свидетельские показания (как правило, противоречивые и взаимно исключающие),

\* Любовь Кузнецова, «Охотник за метеоритами», «Советская Россия», 1965 г., 150 стр., цена 27 коп.

совершать продолжительные поездки по самым глубинным сибирским деревням и селам, вести долгую переписку с населением. Многолетние поиски таких метеоритов, как, например «Хмелевка», изобилуют увлекательными приключениями. Немудрено, что у читателя возникает желание самому искать метеориты.

Добросовестная работа автора книги над научным наследием П. Л. Драверта вознаграждена также тем, что в книге практически нет научных и фактических ошибок, — случай довольно редкий для литературного произведения на тему, связанную с наукой. Лица, знавшие Драверта, утверждают, что и личность самого ученого — героя повести — нарисована на редкость достоверно и живо. Правда, традиционный для беллетристики акцент в сторону одержимости и чудаковатости ученого все же есть.

Можно пожалеть также, что в книге совсем нет иллюстраций, даже портрета П. Л. Драверта. Не всегда удачны риторические диалоги, посвященные научно-популярному изложению метеоритики. Но с этим, по-видимому, приходится мириться. Научный материал как-то вводить необходимо, и здесь это сделано менее навязчиво, чем во многих других книгах.

Автор книги, Л. И. Кузнецова, не первый раз обращается к метеоритной тематике. Совместно с И. Б. Евгеньевым в 1958 г. ею была написана книга об истории изучения Тунгусского метеорита



«За огненным камнем», а в 1960 г. — книга «Тайна острова Сааремаа», в которой рассказано о метеоритных кратерах Эстонии. Эти книги, так же как и «Охотник за метеоритами», посвящены не столько научно-популярному изложению предмета исследований, сколько личности ученых Л. А. Кулика и И. А. Рейнвальда. Создание правдивого литературного образа ученого-исследователя и показ его работы в живой, эмоциональной обстановке многолетнего научного поиска — несомненная удача писателя. И было бы очень хорошо, если бы рассказы о жизни деятелей отечественной астрономии чаще появлялись на книжных страницах не только в виде сухих биографий и некрологов.

И. Т. ЗОТКИН

## Научно-популярный журнал «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Орган секции физико-технических и математических наук  
Президиума Академии наук СССР  
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ.

Ответственный секретарь Е. П. ЛЕВИТАН

Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук А. А. ИЗОТОВ, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор геол.-мин. наук В. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

Художественный и технический редактор В. Ф. Ситникова

Адрес редакции: Москва, В-333, Ленинский пр., 61. Тел. АВ 7-78-14, АВ 7-67-09

Т-07612

Подписано к печати 11/V—1966.

Тираж 29 500 экз.

Зак. № 271. Бум. л. 3. Формат бумаги 84 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 10,8 + 1 вклейка. Уч.-изд. л. 11,7.

2-я типография издательства «Наука». Москва, Шубинский пер., 10

# ПЕРВЫЙ В МИРЕ ИСКУССТВЕННЫЙ СПУТНИК ЛУНЫ

3 апреля 1966 года в 21 час 44 минуты по московскому времени автоматическая станция «Луна-10» была выведена на селеноцентрическую (окололунную) орбиту с параметрами: в периселении удаление спутника от поверхности Луны — 350 км, в апоселении — 1017 км; период обращения вокруг Луны 2 часа 58 мин. 15 сек.; угол наклонения орбиты спутника к плоскости лунного экватора  $71^{\circ} 54'$ .

Автоматическая станция «Луна-10» (см. рисунок на четвертой странице обложки) состоит из двух основных частей: искусственного спутника Луны и двигательной установки с приборными отсеками.

Искусственный спутник Луны — герметичный контейнер весом 245 кг, в котором установлена следующая научная аппаратура:

- трехкомпонентный магнитометр для уточнения нижнего предела возможного магнитного поля Луны;

- гамма-спектрометр для исследования интенсивности и спектрального состава гамма-излучения поверхности Луны;

- счетчики для регистрации солнечного корпускулярного и космического излучения, а также для исследования мягких электронов с целью обнаружения ионосферы Луны и изучения заряженных частиц «хвоста» магнитосферы Земли у орбиты Луны;

- ионные ловушки для регистрации полного потока ионов и электронов солнечного ветра и поиска ионосферы Луны;

- пьезоэлектрические датчики для регистрации в межпланетном и окололунном пространстве метеорных частиц с массой, превышающей одну стомиллионную грамма;

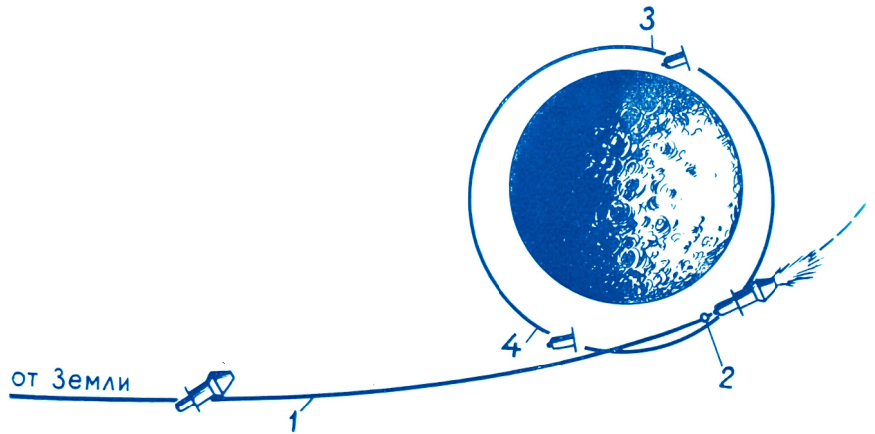


Схема полета автоматической станции «Луна-10». 1. Промежуточная околоземная орбита. 2. Коррекция траектории полета к Луне. 3. Ориентация автоматической станции «Луна-10» перед торможением. 4. Торможение и выход на селеноцентрическую орбиту

- инфракрасный датчик для определения интегрального теплового излучения Луны;

- счетчики мягких рентгеновских фотонов для измерения рентгеновского флюоресцентного излучения пород лунной поверхности.

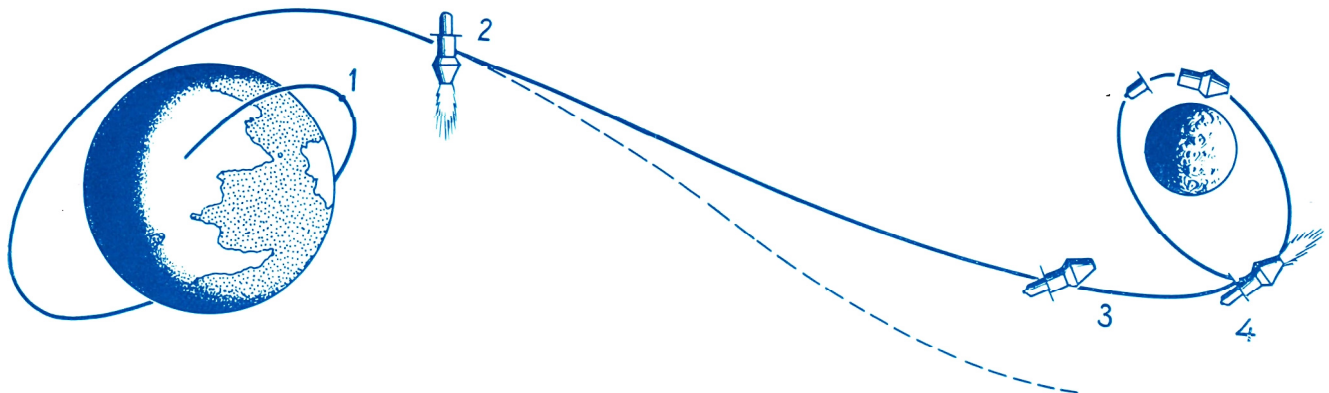
После выхода автоматической станции на окололунную орбиту искусственный спутник Луны был отделен от двигательной установки и начал проводить научные исследования.

По данным телеметрии, бортовая

аппаратура спутника, работает нормально. Получены и обрабатываются ценные данные, представляющие важный вклад в исследования физических свойств Луны и окололунного пространства.

Полупроводниковый электронный генератор, излучающий в определенной последовательности электрические колебания семи частот (1666,7, 1785,7, 2000, 2173,9, 2500, 2631,6 и 2941,2 герц), неоднократно передавал с борта спутника часть мелодии «Интернационала».

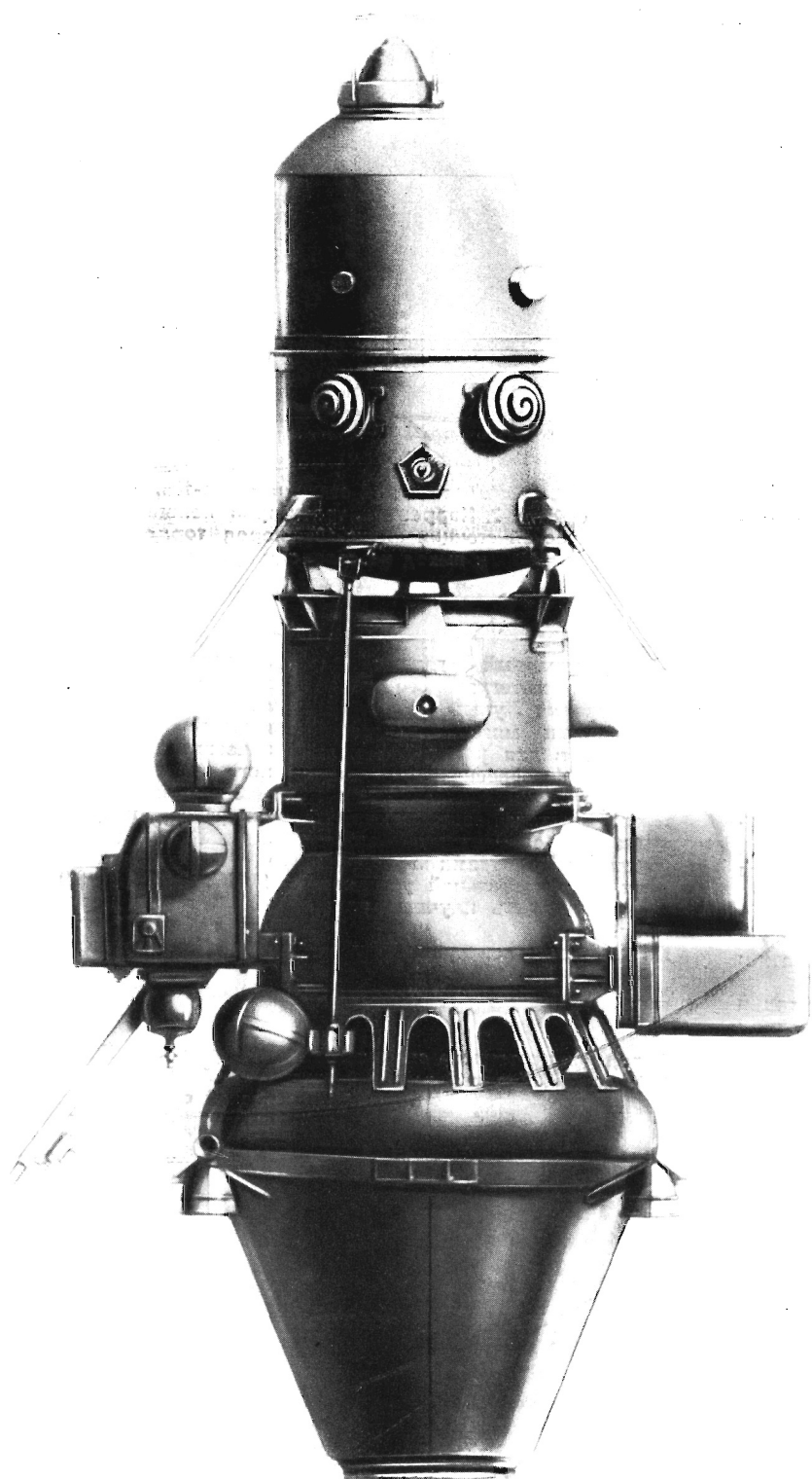
Выход искусственного спутника Луны на орбиту. 1. Пролетная траектория. 2. Точка включения тормозной двигательной установки. 3. Периселений орбиты. 4. Апоселений орбиты



Цена 30 коп.

Индекс

70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«НАУКА»