

В.В.ШАРОНОВ

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПЛАНЕТЫ
МАРС

СЕРИЯ VIII
№ 24

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
1957

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

Доктор физико-математических наук
профессор

В. В. Ш А Р О Н О В

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНЕТЫ МАРС

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва



1957

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Великое противостояние	3
Что и как наблюдают на Марсе	5
Новая техника и новые проблемы	10
Как протекала весна на Марсе	15
Год пылевых бурь	20
Старые и новые исследования атмосферы Марса	23
Проблема воды на Марсе	27

★ К ЧИТАТЕЛЯМ ★

Издательство «Знание» Всесоюзного общества
по распространению политических и научных
знаний просит присылать отзывы об этой брошюре
по адресу: Москва, Новая площадь, д. 3/4.

Автор
Всеволод Васильевич Шаронов

Редактор **Н. В. Успенская**
Техн. редактор **Л. Е. Атрощенко**
Корректор **З. С. Патеревская**

А 06733. Подписано к печати 12/VIII 1957 г. Тираж 45 000 экз. Изд. № 188.
Бумага 60×92¹/₁₆—1,0 бум. л.=2,0 печ. л. Учетно-изд. 1,98 л. Заказ № 1777.

Ордена Ленина типография газеты «Правда» имени И. В. Сталина.
Москва, ул. «Правды», 24.

Великое противостояние

Во второй половине 1956 года на южной стороне небосвода можно было видеть яркое красновато-желтое светило — планету Марс. Столь отчетливо Марс был виден потому, что он находился в то время на сравнительно небольшом расстоянии от Земли.

Всем известно, что Марс, как и всякая планета, движется вокруг Солнца; при этом он совершает полный оборот за 687 суток. Наша Земля тоже быстро несется в пространстве, обходя дневное светило за $365\frac{1}{4}$ суток, или за один год. Благодаря этим непрерывным движениям расстояние Земля—Марс все время меняется: обе планеты то сходятся по одну сторону от Солнца, то расходятся и располагаются от него по разные стороны.

Марс удален от Солнца в среднем на 228 миллионов километров, а Земля только на 149 миллионов. Из этого следует, что путь Земли, или, как говорят астрономы, земная орбита, лежит внутри той орбиты, по которой движется Марс.

Земля и Марс движутся по своим орбитам в одну и ту же сторону, но Земля, как было сказано выше, пробегает свой более короткий путь быстрее. Поэтому время от времени она как бы догоняет Марс, чтобы затем перегнать его. Когда это случается, то Марс, Земля и Солнце выстраиваются примерно по прямой линии. Такое расположение называется противостоянием Марса, потому что в это время для того, кто смотрит с Земли, Марс виден в точке неба, как раз противоположной Солнцу.

Легко сообразить, что в момент противостояния Марс бывает от нас ближе всего. А на близком расстоянии и изучать его можно гораздо подробнее, чем на далеком. Правда, «близость» тут относительная: при средних условиях Марс в противостоянии отстоит от нас примерно на 80 миллионов километров. Но чтобы оценить значение такого сближения, надо иметь в виду, что при противоположном расположении Земли и Марса, когда последний проходит, так сказать, за Солнцем, расстояние до него может доходить до 400 миллионов километров.

«Встречи» Земли и Марса повторяются через правильный

промежуток времени в 2 года и 2 месяца, так что никакой редкости они не составляют. Однако не все противостояния одинаково благоприятны для наблюдателей. Дело в том, что путь Земли и особенно путь Марса — не вполне точные круги. Это слегка удлиненные, вытянутые кривые, называемые эллипсами. Потому и расстояние между ними в разных местах несколько различно.

Если Земля и Марс сходятся там, где пути их проходят далеко один от другого, то расстояние до Марса оказывается около 100 миллионов километров. Если же обе планеты встречаются в той стороне, где пути проходят один от другого всего ближе, то Марс подходит к Земле на 60 миллионов километров и даже ближе. Вот такое противостояние, когда Марс бывает не дальше 60 миллионов километров от Земли, и называется «великим». Великие противостояния Марса бывают не часто: они повторяются через 15—17 лет.

Замечательным событием 1956 года и было очередное великое противостояние Марса. Оно произошло 10 сентября. Впрочем, день самого короткого расстояния до Марса с датой противостояния не совпадает; в 1956 году Марс был всего ближе в ночь с 6 на 7 сентября, когда расстояние до него составляло несколько меньше 57 миллионов километров.

Преимущество великого противостояния состоит не только в том, что Марс близок к Земле в самый день противостояния. Очень важно еще и то, что он остается сравнительно недалеко от нас долгое время — в течение нескольких месяцев. Это позволяет более подробно проследить за ходом сезонных перемен на Марсе, что и составляет одну из важнейших задач наблюдений. Не удивительно, что именно годы великих противостояний всегда были наиболее плодотворными в отношении новых открытий и исследований, касающихся Марса.

Однако для нас, жителей северного полушария Земли, наблюдения Марса во время великих противостояний связаны с затруднениями. Дело в том, что при такого рода противостояниях Марс всегда проходит по южным созвездиям неба — «Стрельцу», «Козерогу» и «Водолею». А это значит, что для таких северных городов, как Москва и Ленинград, Марс в условиях великого противостояния появляется на небе лишь на короткое время и проходит низко над горизонтом. Его приходится наблюдать сквозь большую толщу беспокойного, волнующегося воздуха. Изображение планеты, расположенной на небе невысоко, всегда дрожит, волнуется и размывается, так что рассмотреть на нем тонкие детали невозможно.

Таким образом, при наблюдении великих противостояний Марса в наиболее выгодном положении оказываются обсерватории, расположенные в южном полушарии. Например, большую известность получили работы, поставленные на обсерватории Блумфонтейн в Южной Африке. Там Марс проходил почти

через зенит, что создало предельно благоприятные условия для изучения его поверхности.

У нас в СССР наблюдать Марс в 1956 году было лучше всего на южных обсерваториях, расположенных на Украине, в Закавказье и в Средней Азии. Главными центрами наблюдений Марса были: новая первоклассно оборудованная астрофизическая обсерватория в Крыму, высокогорная обсерватория на горе Канобили (около Абастумани в Грузии), Ташкентская астрономическая обсерватория, а также обсерватории Академии наук Казахской ССР, расположенные в городе Алма-Ате и его окрестностях. Неплохие результаты были получены и на обсерваториях, расположенных не в столь южных районах, а именно — в Харькове, Киеве и Сталинграде. Даже на самых северных обсерваториях — в Москве, в Пулковке, в Ленинграде (обсерватория Института имени Лесгафта) и в Казани, несмотря на низкое положение Марса над горизонтом, удалось получить весьма ценные результаты.

Ниже мы расскажем о некоторых интересных явлениях, наблюдавшихся на Марсе в 1956 году. Читатель должен иметь в виду, что наш рассказ будет носить несколько отрывочный характер, а те выводы и заключения, которых мы коснемся, должны считаться сугубо предварительными. Полная обработка астрономических наблюдений, полученных в 1956 году, потребует нескольких лет. Только после этого все материалы по Марсу будут опубликованы, обсуждены учеными и использованы для решения различных спорных проблем, касающихся природы Марса.

Что и как наблюдают на Марсе

Самый простой и вместе с тем самый старый способ изучения какой-нибудь планеты состоит в том, что ее внимательно рассматривают в телескоп при сильном увеличении и стараются заметить на ее диске как можно больше всяких подробностей. Чем крупнее телескоп, чем лучше его качество, тем больше удастся увидеть. Кроме того, огромное значение имеет здесь и состояние атмосферы. Именно из-за непрерывного ее волнения те возможности, которые представляет наблюдателю телескоп, часто остаются неиспользованными.

Результаты наблюдений обычно фиксируются в виде рисунка планеты, выполняемого тут же, у телескопа, от руки. Как географ, путешествуя по неизведанной стране, замечает и наносит на предварительную эскизную карту все, что видит на своем пути — горы, холмы, реки, озера, — так и исследователь планеты запечатлевает на своих рисунках-эскизах замеченные им подробности поверхности далекого небесного тела и по таким рисункам потом строит карты поверхности Марса. Таким путем накапливаются сведения и факты, составляющие

содержание науки ареографии — раздела знания, изучающего планету Марс. Откуда же появилось столь странное ее название?

У древних греков Марс назывался «Арей», так же как Земля называлась «Ге». И как слово «география» по-русски означает «описание Земли», так термин «ареография» может быть переведен как «описание Марса».

Именно простейшие наблюдения Марса в телескоп, выполняемые непосредственно глазом, а потому называемые «визуальными» (от латинского «визус» — зрение), и позволили собрать тот основной запас сведений о Марсе, которым мы теперь располагаем. Они показали, что основная часть поверхности Марса занята пространствами охряно-желтого, желто-оранжевого, ржаво-рыжего цвета. Именно эти цвета определяют тот характерный красный цвет Марса, который резко отличает его от всех других планет нашей солнечной системы. На общем красноватом фоне выделяются разной формы пятна со сравнительно темной окраской. На картах и глобусах Марса принято обозначать более яркие места с красноватой окраской чисто условным названием «материки» или «континенты», а темные части поверхности — «морями». В соответствии с этим ответвления больших темных пятен называют «заливами», отдельные небольшие темные пятна — «озерами», совсем маленькие темные точки — «оазисами», а длинные прямые узкие темные полосы — «каналами».

Каждой местности на Марсе, например «морю», «заливу» или «озеру», присвоено собственное название. На картах Марса мы встречаем такие наименования, как «Море Южное», «Киммерийское море», «Большой Сырт», «Залив Зари», «Озеро Солнца» и т. д. Тот, кто изучает Марс, должен разбираться во всех этих чисто условных наименованиях.

Есть и еще интересный вид областей на Марсе. Это так называемые «полярные шапки», или «полярные пятна». Они имеют белый цвет и охватывают полярные зоны планеты, производя впечатление как бы снегов, застилающих местность в холодное время года.

Марс, подобно нашей Земле, вращается вокруг своей оси. Благодаря этому картина пятен и полос на его видимом диске постепенно меняется. С одной стороны детали поверхности одна за другой приближаются к краю диска и за ним скрываются, с другой — из-за края выходят все новые и новые детали.

Сутки на Марсе делятся по нашему счету времени 24 часа 37 минут, т. е. они там только на 37 минут длиннее, чем у нас. Благодаря этому получается следующее. Наблюдая в полночь, мы видим Марс повернутым к нам определенным образом и можем успешно изучать полушарие, обращенное к Земле в этот момент. В следующую ночь, т. е. через сутки, мы опять

наблюдаем Марс. Но за сутки он, сделав полный оборот, опять окажется повернутым к нам тем же полушарием. То же будет и на третью ночь и на четвертую.

Таким образом, каждый раз мы будем обозревать только одно полушарие Марса, а другое его полушарие для наблюдений окажется недоступным, потому что оно будет обращено к Земле в те часы суток, когда у нас день и Марс находится под горизонтом. Лишь постепенно это положение будет изменяться вследствие того, что оборот Марса вокруг оси все же на 37 минут дольше земных суток. Это приведет к тому, что через 19 дней мы будем видеть противоположное полушарие Марса, но зато те части его поверхности, которые мы наблюдали сначала, станут для нас недоступны. Но нам необходимо обозревать всю поверхность Марса каждый день. Как же это осуществить?

Для этого надо наблюдать Марс на многих обсерваториях, расположенных на разной географической долготе. Дело в том, что на каждом географическом меридиане время свое, местное, а значит в свои моменты наступают и полдень и полночь. Например, когда в Ташкенте полночь, то на американской обсерватории Маунт-Вилсон время приближается к полудню. И, наоборот, когда в Ташкенте полдень, на Маунт-Вилсон царит глубокая ночь и, следовательно, Марс там хорошо виден. Итак, чтобы полностью осматривать всю поверхность Марса, нужна согласованная работа целого ряда обсерваторий, расположенных на разных географических меридианах. В этом случае с течением времени Марс будет поворачиваться к Земле все новыми участками своей поверхности и вместе с тем восходить и становиться в удобное для наблюдений положение на небосводе для очередных обсерваторий. Это позволит держать всю поверхность Марса под непрерывным наблюдением, организовать своего рода «службу Марса», ежедневно регистрируя происходящие на поверхности планеты перемены, как, например, появление и исчезновение облаков, возникновение туманов, образование и разрушение белых покровов, и наносить все это на карты.

Для успешного выполнения такого рода работы надо не только осматривать поверхность Марса в телескоп просто глазом, но и получать его фотографические снимки. Это и делалось на очень многих обсерваториях. В этом случае систему стекол, сквозь которые обычно смотрят глазом (т. е. окуляр), отвинчивают и на ее место укрепляют фотографическую камеру, устроенную так, что она дает возможность получать изображение Марса в крупном масштабе. При помощи таких камер на обсерваториях различных стран за каждую ночь получали сотни снимков, передающих облик планеты при разном ее повороте относительно нас и полученных в различных участках спектра. Последующее изучение и измерение снимков позволяет

составлять карты облачности и границ полярного покрова, определять направление и скорость перемещения облаков и отсюда исследовать характер ветров на Марсе.

Вообще фотографический способ наблюдения какой-нибудь планеты имеет много преимуществ перед теми зарисовками, которые делает наблюдатель, рассматривающий планету просто глазом.

Во-первых, фотография дает объективное изображение поверхности планеты, свободное от тех личных, субъективных черт, которые всегда вносит в свои зарисовки даже самый опытный и беспристрастный рисовальщик. Поэтому фотографический снимок — это документ, который с полной беспристрастностью сохраняет на будущее облик планеты в данный день. Во-вторых, получение снимка такого яркого объекта, как освещенная солнечными лучами поверхность планеты, — дело очень быстрое, поскольку тут достаточно секундная выдержка, в то время как рисование — процесс сравнительно долгий. В-третьих, пользуясь цветными стеклами — светофильтрами и разными сортами фотопластинок, легко получать снимки в узких отрезках спектра, т. е. пользуясь лучами какого-нибудь одного цвета, например, только красными, только синими, только зелеными.

Конечно, цветные стекла — светофильтры можно применять и при наблюдениях глазом, но здесь это дает менее хорошие результаты, потому что сквозь стекло с густой окраской планета выглядит очень темной и рассматривать ее трудно. Кроме того, снимки можно получать и в таких лучах, которые зрение вообще не воспринимает, например в инфракрасных (они лежат в спектре за его красным концом) или в ультрафиолетовых (они располагаются в спектре после фиолетовых). Дальше мы увидим, что такого рода снимки имеют для изучения природы Марса очень большое значение.

Но если так, то не следует ли вообще отказаться от визуальных наблюдений Марса и целиком перейти на фотографию? Оказывается, что нет, потому что при современном положении вещей заменить наблюдения глазом фотография еще не может, ибо она не способна передавать те мельчайшие детали поверхности, которые можно рассмотреть глазом и которые для изучения Марса имеют существенное значение. Дело здесь в следующем.

Непосредственно в фокусе большого современного телескопа изображение Марса получается ярким, но очень маленьким, порядка 1—3 мм. Ясно, что если его заснять на пластинку непосредственно, то особых подробностей на нем рассмотреть не удастся. Поэтому при фотографировании планеты обычно применяют увеличительную камеру. В ней крохотное изображение, получаемое от объектива или зеркала телескопа, увеличивает-

ся при помощи дополнительных стекол, как это в случае наблюдения глазом достигается при помощи окуляра, и уже это увеличенное изображение передается на фотопластинку и на ней запечатлевается.

Однако, увеличиваясь в размерах, изображение соответственно теряет в яркости, поскольку то же самое количество света распределяется на большую площадь. Но фотографирование слабого по яркости изображения требует более долгой выдержки, а длинная выдержка невыгодна тем, что ведет к потере резкости: вследствие волнения воздуха, сквозь который всегда ведутся астрономические наблюдения, изображение планеты все время движется, волнуется, дрожит. Если же вести наблюдение глазом, то можно следить за резкой, но движущейся картиной и, кроме того, можно выжидать и выбирать моменты временных успокоений атмосферы. При фотографировании этого делать нельзя. За время выдержки в несколько секунд изображение Марса будет все время немного двигаться по пластинке и потому его снимок окажется размазанным и мелкие детали на нем пропадут.

Но, спросит читатель, ведь можно получить снимок маленького изображения, а увеличить его потом так, как это делается с обычными любительскими снимками, полученными малоформатными пленочными камерами типа «ФЭД». Это, конечно, делается, но тоже хороших результатов не дает, потому что при сильном увеличении становится заметной зернистость фотографического слоя и тонкие детали пропадают.

Таким образом, главная проблема, стоящая перед техникой фотографирования Марса и других планет,— это борьба за резкость, или, выражаясь специальным языком, за высокую разрешающую способность, благодаря которой на снимке могли бы быть выявлены самые мелкие подробности. Этим занимаются давно. Было предложено и испробовано много разных способов, но без особого успеха.

Так, предлагали применять киносъемку, автоматически получая одно за другим тысячи изображений Марса, что позволяет потом отбирать те, которые соответствуют моментам успокоения земной атмосферы. Получали также составные изображения путем печатания одного изображения—позитива с целого ряда негативов (метод последовательной печати, при котором общая выдержка при печатании складывается из нескольких коротких, каждая из которых получается от другого негатива, причем негативы устанавливаются в точно одинаковое положение). Это выгодно тем, что дефекты негативов, а также и зерно пропадают, а все реальные детали изображения выступают более контрастно. Для того чтобы устранить вредный эффект дрожания, устраивали подвижную кассету, которую наблюдатель, глядя на движущееся изображение в специальный микроскоп, пытался при помощи особых винтов двигать вслед

за изображением. Недавно американский ученый Райс построил автоматическую кассету, основанную на применении фотоэлементов; она сама «следит» за движущимся изображением, двигаясь вместе с ним.

Все эти, а также и некоторые другие способы и приспособления, конечно, приносили свою пользу, однако снимки, получаемые с их помощью, с точки зрения видимости мелких деталей, все же уступают тому, что видит глаз наблюдателя в поле зрения телескопа непосредственно. Поэтому тут надо искать совсем новые пути, и к противостоянию 1956 года такие пути были найдены. Они состоят в увеличении изображения не оптическим, а электрическим путем.

Новая техника и новые проблемы

Когда мы смотрим спектакль на экране обычного комнатного телевизора, то, как знает каждый, изображение на нем получается за счет радиоволн, передаваемых из студии телецентра. Изображение ярко освещенной сцены, на которой играют актеры, при помощи объектива проектируется на экран особой передающей трубки, которая отдельные точки изображения превращает в электрические сигналы и при помощи радиопередающей станции посылает в эфир. Радиоволны попадают на расположенные на крышах домов приемные антенны, от них передаются в телевизоры и там снова превращаются в видимые изображения на экране приемной трубки. Яркость этого изображения создается за счет электрической энергии, а потому ее можно усиливать в очень большой степени.

На экране обычного телевизора изображение бывает сильно уменьшено по сравнению с действительным. Но можно устроить так, что оно будет не уменьшено, а увеличено. Все это и открывает новые перспективы в деле изучения планет вообще и Марса в частности.

Аппаратура для получения четких крупных снимков Марса должна быть устроена примерно так. На телескопе устанавливается передающая телевизионная трубка, и на ее приемном экране объектив или зеркало телескопа дает маленькое изображение диска планеты. Это изображение при помощи радиоволн или лучше по проводам передается на экран приемной трубки в сильно увеличенном виде. Хотя его площадь гораздо больше, яркость может быть не только не уменьшена, но даже увеличена по сравнению с тем, что дает телескоп. Так, например, сотрудник Пулковской обсерватории Н. Ф. Купревич уже в своих первых опытах в этой области получал на экране телевизора увеличенное в 10 раз изображение Луны, яркость которого была в 600—800 раз выше той, которую давал объектив

телескопа непосредственно. Учитывая разность площадей, мы можем сказать, что телевизионное устройство тут давало выигрыш света в 60 000—80 000 раз.

Крупное, яркое, четкое изображение на экране телевизора можно как рассматривать глазом, так и фотографировать, и притом с короткой выдержкой, поскольку света достаточно. А это как раз то, что и нужно для того, чтобы поднять технику планетной фотографии на новую ступень. Тем более, что можно предложить и другие, по сравнению с телевизором, более простые и, быть может, более эффективные схемы получения крупных изображений за счет электрического повышения яркости (например, принцип электронно-оптического преобразователя). Однако все это дело находится еще, так сказать, в зародыше, и его техника нуждается в дальнейшей разработке.

Работы с приборами описанного типа и были поставлены в 1956 году на нескольких обсерваториях. Так, целая группа инженеров-радиотехников выезжала из Англии в Южную Африку, где, как мы уже говорили, условия для наблюдения Марса были исключительно благоприятными. Такие же наблюдения ставились также на обсерваториях США. У нас фотографирование Марса при помощи электронно-оптического преобразователя производилось на Крымской обсерватории сотрудником Пулковской обсерватории А. А. Калиняком. Судя по предварительным сообщениям, все эти наблюдения были успешны, однако никаких результатов пока еще не опубликовано.

Конечно, задача наблюдений Марса состоит не только в том, чтобы увидеть или сфотографировать на его поверхности те или иные детали. Для всякого рода научных выводов и обобщений нужны прежде всего точные количественные данные, а они получаются путем измерений, выполняемых при помощи различных специальных приборов.

Например, снимок Марса измеряют при помощи особого прибора — микроскопа с микрометром — и в результате этого получают широту и долготу разных образований на Марсе. Это позволяет нанести «заливы», «озера», «каналы», границы «морей» и «снегов» на глобусы и карты. Карты данного года сравнивают с картами, составленными во время предыдущих противостояний, и устанавливают, какие перемены произошли на Марсе за те или иные годы.

Иногда такие изменения бывают очень обширны. Например, во время противостояний 1952 и 1954 годов на Марсе была обнаружена огромная новая темная область, которую до этого никому видеть не приходилось. По площади она равнялась острову Мадагаскар, т. е. на поверхности небольшого Марса занимала примерно такую же долю, какую Австралия занимает на поверхности земного шара. По предложению японских наблюдателей этому вновь возникшему «морю» дали наименова-

ние «Лаокоонов узел». Это громадное образование возникло за очень короткое время.

Что же там произошло? Покрылась ли свежей растительностью бесплодная до того местность, как это предполагают сторонники наличия растений на Марсе? Или же почва окрасилась темным налетом вулканического пепла, как это утверждает американский астроном Мак-Лафлин, согласно взглядам которого на Марсе существует множество интенсивно действующих вулканов? Или, наконец, почва там просто намокла и от этого потемнела, как это вытекает из взглядов советского ученого профессора Н. П. Барабашева? Дать ответ на этот вопрос пока невозможно. Как бы то ни было, но в 1956 году это новое образование продолжало существовать примерно в том же виде.

Различные изменения, правда, не столь значительные, как указанное выше, замечаются при каждом противостоянии. Немало их отмечено и в 1956 году.

Другой важный вид измерений — это точные определения яркости и цвета различных участков на Марсе. Они позволяют установить, какой процент солнечных лучей каждого участка спектра (т. е. каждого цвета) отражается от данной местности. Полученные числа можно потом сравнивать с теми, которые получают аналогичным образом для земных ландшафтов.

Например, полярные области на Марсе, когда на них смотришь в телескоп, кажутся белыми, и это давало повод считать, что они покрыты снегом. Но верно ли, что они столь же белы, как и снег? Это позволяет установить только точное измерение их яркости. Свежий снег из лучей всех цветов отражает около 90%, поглощая менее 10%. Как мы увидим дальше, полярные покровы на Марсе отражают лучей гораздо меньше, и это делает гипотезу их снеговой природы сомнительной.

Красноватые пространства «материков» обычно считают пустынями, покрытыми желтыми песками и рыжими глинами. Красный цвет указывает, что красные лучи отражаются поверхностью материков гораздо сильнее, чем синие и фиолетовые. Но если для них сравнить процент отражаемого света с тем, что получается для песков и глин пустынь у нас на Земле, то получится ли не только сходство по цвету, но и соответствие в числах? Оказывается, что соответствие в процентах отраженного света имеется. Конечно, это еще не является бесспорным доказательством того, что тут перед нами действительно пустыни (мало ли материалов с одинаковой окраской), но все же мы можем сказать, что определения яркости и цвета подтверждают предположение о том, что материки Марса — это пустыни.

Во время прежних противостояний яркость и цвет на диске Марса определялись фотографическим путем, а именно путем измерения снимков, полученных в лучах разного цвета. В 1956

году в этом деле впервые была применена новая, усовершенствованная техника, а именно измерение при помощи автоматически действующих приспособлений, называемых фотоэлементами. Точность измерений при помощи таких фотоэлектрических фотометров гораздо выше, чем при старом фотографическом способе, и это позволяет делать важные выводы и заключения. В качестве примера приведем результаты изучения и обсуждения следующего вопроса.

Когда рассматривают Марс в поле зрения телескопа глазом, то темные пятна «морей» многим наблюдателям кажутся зеленоватыми или голубоватыми. С этой окраской в свое время связывали увлекательные предположения о наличии на Марсе зеленой растительности, вполне подобной нашим зеленым лугам и лесам. На Земле растения обязаны своим зеленым цветом особому красящему веществу, которое называется хлорофиллом.

При фотографировании в инфракрасных лучах растения выглядят белыми, как снег. Это получается оттого, что окрашенная зеленым хлорофиллом листва отражает 80—90% падающих на нее инфракрасных солнечных лучей, т. е. примерно столько же, сколько и снег.

Если бы «моря» Марса были покрыты растительностью, по окраске вполне одинаковой с земными лугами, то на снимках в инфракрасных лучах они выглядели бы на фоне «материков» не темными, а, напротив, белыми. Впервые снимки в инфракрасных лучах были получены еще во время предыдущего великого противостояния в 1939 году на Ташкентской обсерватории. Понятно, с каким волнением проявляли астрономы свои первые инфракрасные фотографии Марса. Увы, их ожидало полное разочарование: в инфракрасных лучах области «морей» оказались темными.

Означает ли это, что растений на Марсе нет, что там всюду расстилается совершенно безжизненная пустыня? Интересные соображения по этому вопросу были высказаны известным исследователем Марса профессором Г. А. Тиховым. Изучая земную флору в различных местностях — в горах, в пустыне, в тундре, — он нашел, что окраска растения зависит от условий его произрастания, из чего следует, что способность поглощать или отражать лучи тех или иных участков спектра является для растения одним из способов приспособления к окружающим условиям.

Марс от Солнца находится в 1,5 раза дальше, чем Земля; солнечные лучи на нем светят и греют в 2 с лишним раза слабее, чем у нас. Если на Марсе есть растения, то им приходится приспособляться к весьма холодному климату, который характерен тем, что даже на экваторе каждую ночь местность сковывается жестоким морозом. При таких условиях отражать лучи инфракрасной части спектра для растения было бы невыгодно,

так как, отбрасываясь обратно в мировое пространство, они не использовались бы для согревания. Поэтому растительность Марса в отличие от земной должна была бы выработать такую окраску, при которой скудное количество солнечного тепла было бы использовано в наилучшей мере. Г. А. Тихов считает, что в весеннее время «морей» Марса покрыты обильной растительностью с совершенно особой, голубоватой окраской.

С этим многие ученые не согласны. Так, другой выдающийся исследователь Марса, академик В. Г. Фесенков, утверждает, что в тех крайне суровых условиях, которые царят на Марсе (жестokie зимние морозы, разреженная атмосфера, отсутствие кислорода, а возможно, и воды), никакая растительность существовать не может. В пользу этой точки зрения он приводит также некоторые данные, касающиеся нагревания морей солнечными лучами. Поэтому для объяснения сезонных перемен в окраске морей В. Г. Фесенков считает более правдоподобной «вулканическую» теорию Мак-Лафлина, о которой мы говорили выше, хотя она и является довольно искусственной.

Что же нового здесь дали наблюдения Марса, выполненные в 1956 году?

Еще в 1939 году профессор Н. Н. Сытинская обнаружила, что для «морей» Марса отражательная способность плавно повышается от фиолетового конца спектра к красному, из чего следует, что «морья» в действительности красноватые или, вернее, коричневатые. Этот результат был позднее подтвержден на большом фотографическом материале Н. П. Барабашевым, а по снимкам спектров «морей» и «материков», полученным на большом 50-дюймовом рефлекторе Крымской обсерватории в 1954 году, — профессором Н. А. Козыревым. Но если все это так, то зеленоватый или голубоватый цвет «морей», замечаемый глазом при рассматривании Марса в телескоп, должен быть всего навсего иллюзией. Н. П. Барабашев считает, что это — хорошо изученное физиологами явление цветового контраста. Оно состоит в том, что серый предмет на красном фоне кажется глазу слегка зеленоватым; тот же предмет на зеленом фоне будет казаться красноватым, на желтом — синеватым, а на синем — желтоватым. Поскольку мы видим темные «морья» Марса всегда на ярком красно-оранжевом фоне «материков», ложное впечатление зеленоватой окраски тут действительно должно возникать.

Но, как мы уже говорили, в применении к планетам фотография в ее обычном виде — далеко не лучший метод наблюдения. Поэтому было бы очень важно проверить выводы относительно окраски «морей» Марса при помощи точных способов электрической фотометрии. Это и было сделано на двух обсерваториях. В. И. Мороз сравнивал цвет «морей» и «материков» Марса, наблюдая в Алма-Ате, а Д. Е. Щеголев выполнил это в Пулково. В обоих случаях получилось, что «морья» значитель-

но отличаются от «материков» по яркости (они темнее), но по цвету они примерно такие же. Таким образом, нереальность зеленой окраски, воспринимаемой зрением, получила новое подтверждение.

В связи с этим интересно отметить новое предположение о растительности на Марсе, выдвинутое Н. А. Козыревым. Он считает, что если «моря» действительно покрыты растениями, то цвет этих растений должен быть черным. Располагаясь среди желтой пустыни отдельными мелкими и потому нам невидимыми островками, но не покрывая местность сплошь, такая черная растительность будет снижать яркость поверхности, но не будет влиять на ее цвет, поскольку черное вещество никаких лучей не отражает.

В 1956 году, как и при прежних противостояниях, делалось много и других измерений, относящихся к Марсу. Сюда относятся определения поляризации отражаемых различными участками лучей, определения температуры на Марсе при помощи очень чувствительных приборов (термоэлементов), исследования Марса на предмет изучения химического состава его атмосферы. О некоторых результатах таких наблюдений мы расскажем ниже.

А как, спросит читатель, обстоит дело с исследованиями Марса при помощи методов радиоастрономии? Ведь радиоастрономия, изучающая радиоволны, поступающие к нам от различных небесных светил,— это самый новый и самый передовой раздел всей астрономической науки. Уже открыто радиоизлучение, посылаемое в окружающее пространство Венерой и Юпитером. Обсуждается вопрос, каким путем на этих планетах зарождаются радиоволны, и многие ученые склоняются к тому, что их источником являются мощные грозы, разражающиеся в атмосферах этих планет. Однако насчет Марса тут пока ничего сказать нельзя, так как принять радиоволны с него никому еще не удавалось.

Как протекала весна на Марсе

На Марсе, как и на Земле, сезоны сменяют один другой. За холодной, суровой зимой следует весна, потом более теплое лето, которое сменяется холодной осенью, после которой опять наступает морозная зима с ее короткими днями и длинными ночами.

В школе, на уроках географии, мы все изучали, отчего происходит смена времен года на Земле. Дело заключается в том, что земной экватор наклонен к плоскости земной орбиты — к эклиптике — под углом $23^{\circ}1/2$. Из этого следует, что земная ось располагается к эклиптике не перпендикулярно, а наклонно, образуя с перпендикуляром тот же самый угол $23^{\circ}1/2$. При движении Земли вокруг Солнца направление земной оси остается

без изменения и она все время остается направленной своим северным концом на всем известную Полярную звезду. Но поскольку наша планета обходит Солнце кругом, к дневному светилу обращается то северный, то южный полюс.

22 июня к Солнцу бывает обращен северный полюс земной оси. В этот день, который в наших календарях называется «день летнего солнцестояния», в северном полушарии Солнце поднимается над горизонтом всего выше, день бывает самым длинным, а ночь — самой короткой. В южном полушарии в это время, напротив, середина зимы, с ее длинными ночами и короткими днями.

В декабре, а именно 22 числа, бывает «день зимнего солнцестояния». В эту дату в нашем северном полушарии день — самый короткий, а ночь — самая длинная. В южном полушарии в это время разгар лета. Наконец, 21 марта и 23 сентября называются днями весеннего и осеннего равноденствия. В эти дни земная ось располагается перпендикулярно к линии Земля—Солнце, а граница дня и ночи на нашей планете, так называемая линия терминатора, проходит через северный и южный полюсы. Каждая географическая параллель разделяется ею пополам, и потому по всей Земле день равен ночи.

Все это происходит и на Марсе. Замечательно, что наклон экватора Марса к плоскости его орбиты примерно такой же, как и у Земли; он равен 25° . Поэтому вся последовательность сезонов там проходит так же, как и у нас. Например, на каждой широте полуденная высота Солнца в дни равноденствий и солнцестояний на Марсе почти такая же, как и на Земле.

Но, как мы уже говорили выше, Марс от Солнца дальше, чем Земля, поэтому его орбита, его путь вокруг Солнца, в полтора раза длиннее. Кроме того, Марс движется в пространстве медленнее, чем наша планета. Это ведет к тому, что время оборота Марса вокруг Солнца, определяющее продолжительность года на этой планете, составляет 687 наших земных суток, или 669 своих, т. е. марсовых, суток.

Но, спросит читатель, какое отношение имеют все эти географические, или, точнее, «ареографические», расчеты и сообщения далеко, конечно, не новые к результатам наблюдений 1956 года? Оказывается, что самое непосредственное. Ведь смена сезонов вызывает глубокие перемены в окружающей природе не только на Земле, но и на других планетах.

Во время великого противостояния Марс обязательно располагается таким образом, что к Солнцу и к Земле бывает обращен его южный полюс. Это значит, что во время такого противостояния в северном полушарии Марса всегда бывает осень, а в южном — весна. Вот течение этой весны в зонах планеты, аналогичных нашей Антарктиде, и было предметом самых тщательных наблюдений.

В 1956 году день осеннего равноденствия на Марсе, т. е. начало осени в северном полушарии и начало весны в южном, по нашему земному календарю пришелся на 4 мая. День зимнего солнцестояния на Марсе, означающий конец весны и начало лета для южного полушария планеты, был 27 сентября. Значит, самый день противостояния — 10 сентября — соответствовал концу весны в тех зонах планеты, которые с Земли были видны всего лучше.

У нас на Земле наступление весны проявляется прежде всего в таянии снегов и в освобождении местности из-под белого зимнего покрова. В далеких от полюса зонах, например на юге Украины, это начинается раньше; в высоких широтах, например в районе Мурманска, — позже. И если бы мы могли следить за земным шаром с какого-нибудь другого небесного тела, например с Луны, то мы наблюдали бы, как граница белых снегов на протяжении всей весны постепенно отступает к полюсу, освобождая темную площадь мокрых полей и лугов.

Нечто похожее происходит и на Марсе. Мы уже говорили, что полярные области этой планеты покрыты белым веществом, образующим так называемые полярные шапки Марса, и что это вещество, по мнению многих ученых, есть не что иное, как снег.

Когда в данном полушарии Марса наступает весна, то белый покров начинает разрушаться, как бы таять, и его граница отступает к полюсу, освобождая темную, как бы взмокшую местность.

Вот за этим постепенным исчезновением белого покрова под влиянием весеннего тепла и было организовано тщательное наблюдение на многих обсерваториях мира. Ведь оно каждый раз происходит по-новому, подобно тому, как у нас весна бывает то ранней, то поздней, а таяние снега идет то быстро, то получает затяжной характер. И поэтому изучение таких особенностей имеет важное значение для познания климата Марса и его возможных изменений.

Измерения южной полярной шапки Марса в 1956 году были выполнены в Сталинграде В. А. Бронштэном. Оказалось, что в первой половине августа диаметр шапки составлял около 2 000 км, а к середине сентября он уменьшился до 900 км. Из этого вытекает, что край постепенно разрушавшегося светлого полярного покрова с каждым днем отодвигался к полюсу в среднем на 16 км. Это подтвердили и наблюдения Зандера в Германии, по которым скорость отступления границы полярного покрова получилась равной 18 км в сутки. Более подробное изучение показывает, что разрушение полярной шапки шло далеко неравномерно: оно то ускорялось, то замедлялось. Так, 27 августа произошел скачок в движении границы шапки, и за этот день она сразу подвинулась на целые 110 км.

В этот же день наблюдалось и еще одно интересное явление:

от шапки отделился небольшой участок, который после этого еще долго был виден, хотя граница белого покрова и удалялась от него с каждым днем. Впрочем, ничего нового в этом нет: отделение светлого участка и его обособленное существование именно в этом месте и при данном сезоне неоднократно наблюдалось и раньше. Очевидно, местность эта отличается более холодным климатом, вследствие чего белое вещество и задерживается на ней несколько дольше. Возможно, что тут расположена какая-то возвышенность и на ее площади холоднее, чем на окружающих равнинах. Этим предполагаемым высотам даже дали специальное название: «горы Митчелля», хотя рассмотреть собственно горы ни здесь, ни в каком-либо другом месте Марса еще никому не удавалось.

Наряду с описанными выше вполне обычными для природы Марса явлениями ход весенних сезонных перемен в южном полушарии планеты в 1956 году показал и много необычного. Здесь мы расскажем только об одном загадочном изменении, которое было замечено в конце августа.

22 и 23 августа многие наблюдатели (в том числе Н. П. Барабашев в Харькове и В. А. Бронштэн в Сталинграде) обнаружили, что расположенная сравнительно далеко от полюса местность, которую на картах Марса называют «Аргире», сильно посветлела. В последние дни ее яркость возросла еще больше, и вместе с тем стала светлеть и соседняя область «Ноахис». К 28 августа белая окраска распространилась дальше, так что оба ее очага слились вместе и образовали широкую белую полосу, по яркости и цвету сравнимую с полярными покровами. Эта полоса была видна еще некоторое время, но потом потускнела и исчезла.

Что же это было? По этому поводу можно строить только догадки. Возможно, что в данном районе Марса наступило резкое похолодание, пронеслись снежные бури и местность покрылась белым снегом. А потом опять потеплело, и снег растаял. Но столь же правдоподобно и другое предположение, а именно, что белый покров находился не на поверхности Марса, а в его атмосфере. Если это так, то он представлял собой нечто вроде облаков или тумана. Как бы то ни было, но столь быстрое появление столь обширных белых покровов в удаленных от полюса зонах Марса — случай редкий. И он уже сам по себе свидетельствует о необычайном течении весенних перемен на Марсе в 1956 году.

Как известно читателю, внимание исследователей Марса привлекают так называемые каналы, имеющие вид узких длинных полос или линий на поверхности «материков». В свое время по поводу образований этого типа среди ученых шли оживленные споры. Одни утверждали, что линии эти настолько правильны и геометричны, что их можно сравнить только с искусственными сооружениями типа дорог и каналов. В связи

с этим даже была предложена теория, согласно которой Марс населен разумными обитателями, которые создают на своей планете инженерные сооружения столь грандиозного масштаба, что их можно видеть с Земли. Другие наблюдатели, в противовес этому, уверяли, что линии каналов всего только иллюзия, оптический обман, вызванный тем, что маленький, волнующийся диск Марса рассматривать в телескоп очень трудно. Если бы это было верно, то это означало бы, что «каналов» вообще не существует.

В настоящее время вопрос считается решенным в том смысле, что длинные узкие полосы действительно существуют на Марсе, составляя одну из характерных особенностей ландшафтов этой планеты. Однако они отнюдь не имеют той исключительной правильности, о которой писали некоторые наблюдатели, и потому говорить об их искусственном происхождении нет никаких оснований. Следовательно, «каналы» — это какие-то естественные образования. Но какие именно и почему они имеются именно на Марсе? Вот вопросы, на которые ответа пока не дано.

В 1956 году исследование каналов входило в программу наблюдений многих обсерваторий, но пока по этому поводу поступило мало сообщений. Среди них большой интерес представляет наблюдение, выполненное Ричардсоном на 60-дюймовом телескопе-рефлекторе обсерватории Маунт-Вилсон (США) 3 июня 1956 года. В этот день взору наблюдателя представилась никогда ранее невиданная им картина, которую он описывает таким образом: «Там были бесчисленные неправильные синие линии, которые пересекали светлые красные области, подобно сети жилок в некоторых минералах. Прошло несколько минут, пока до меня дошло, что эти образования не что иное, как каналы». К сожалению, запечатлеть эту удивительную картину на снимке не удалось, так как Марс в то время был от Земли еще очень далеко, и его изображение на фотографии было слишком мелким.

Позднее, когда Марс подошел ближе, каналы наблюдались и фотографировались неоднократно, но уже в небольшом количестве. Удивительное их изобилие, замеченное 3 июня, больше не повторилось, что, по мнению Ричардсона, связано с сезонным характером их появления. Действительно, просматривая результаты, полученные в прежние годы, можно сделать вывод, что каналы появляются в изобилии лишь в то время, когда в данном полушарии Марса наступает сезон, по земному календарю соответствующий апрелю — маю. В тот день, когда Ричардсон увидел столь поразившую его картину, в южном полушарии Марса время года соответствовало по земному календарю 8 апреля, т. е. как раз тому сезону, когда каналы должны быть видимы лучше всего. Поздней весной и летом каналы исчезают, что и было в 1956 году: время противо-

стояния соответствовало концу весны, и потому видны были только самые крупные каналы.

Наблюдатели, видевшие каналы в 1956 году, единодушно отмечают их естественный, лишенный особой правильности или геометричности вид. Но что собой представляют эти своеобразные детали на равнинах Марса, нам еще неизвестно.

Год пылевых бурь

До последнего времени считалось, что характерная особенность Марса состоит в том, что его атмосфера чиста и прозрачна. В солнечной системе есть несколько планет, которые всегда окружены непрозрачным покрывалом. К их числу относится красавица неба «вечерняя и утренняя звезда» Венера, затем — самая крупная из всех планет — Юпитер, далее — окруженный кольцом Сатурн и, наконец, две дальние планеты — Уран и Нептун. Поверхность всех этих планет для нас всегда скрыта туманной атмосферой. Поэтому, разглядывая диск планеты в телескоп, мы видим на нем только нагромождение облаков разной расцветки.

Если бы мы могли посмотреть на Землю из мирового пространства, например, с Луны, то картина была бы несколько иной. Первое, что бросилось бы нам в глаза на лике нашей собственной планеты, — это был бы изменчивый узор из светлых и темных пятен. Светлыми были бы облачные покровы, заволакивающие порой целые континенты, темными — те местности, где погода стоит ясная и потому сквозь голубоватую вуаль атмосферы просвечивает темный ландшафт — гладь океанов, густая заросль лесов и лугов, рыжеватые пространства пустынь.

Не так обстоит дело на Марсе. При нормальных условиях весь замысловатый узор «морей», «заливов» и «материков» отчетливо виден по всей его поверхности. Тонкий слой прозрачного газа, образующий атмосферу Марса, несколько не мешает рассматривать мелкие детали и нюансы цвета на планете. Правда, давно известно, что на Марсе иногда появляются облака. Они видны нам как небольшие светлые пятна, постепенно перемещающиеся по фону расположенной под ними местности. Переносимые воздушными потоками, они поочередно закрывают и открывают те детали поверхности, над которыми плывут, позволяя нам судить о силе и направлении ветров на Марсе. Однако, к огорчению исследователей метеорологии Марса, все это бывает очень редко. Неделями и месяцами атмосфера Марса бывает совершенно чистой, и ни одно облако не разнообразит желто-коричневого диска светила.

Совсем иное довелось увидеть астрономам в 1956 году. С самого начала периода наблюдений стали поступать сообщения о появлении каких-то желтоватых туманов то в одних, то в дру-

гих районах планеты. Само по себе это тоже не было особенно новым. Мгла с желтой окраской, ухудшающая видимость различных местностей на Марсе, наблюдалась и раньше, но опять-таки как сравнительно редкое и притом местное явление, охватывающее лишь ограниченные районы в атмосфере планеты. А тут желтый туман был виден по несколько дней подряд; он заволакивал огромные пространства, временами скрывая «моря» чуть ли не на всем диске Марса.

В августе 1956 года наблюдатели отмечали дни, когда все «моря» на Марсе бывали плохо видны из-за общего помутнения атмосферы. Однако в двадцатых числах этого месяца мгла исчезла и поверхность Марса стала видна столь же резко, как это бывает обычно. Зато в сентябре наступило время сплошных желтых туманов. Видимость поверхности Марса постепенно ухудшалась, и во второй половине месяца «моря» стали почти совсем неразличимыми. По подсчетам профессора Н. Н. Сытинской, атмосфера Марса была в это время настолько мутной и непрозрачной, что сквозь нее проходило в 10 раз меньше света, чем в обычных условиях.

Интересно, что желтая мгла скрывала не только «моря». Весьма удивительные явления произошли и в области полярной шапки. В ночь с 28 на 29 августа южная полярная шапка была видна, как обычно. На следующую ночь она стала какой-то тусклой, менее светлой. Продолжая тускнеть, она к 1 сентября совершенно исчезла и на ее месте оказалось рыжевато-белое пространство, по цвету почти не отличающееся от окружающих материков. В последующие ночи на месте исчезнувшей шапки временами замечались небольшие светлые образования, слабо выступающие на окружающем фоне. Впрочем, некоторые наблюдатели утверждают, что эти образования с местом полярной шапки не совпадали, а представляли собой светлые участки «суши» за пределами полярного покрова.

Как бы то ни было, но в течение двух недель полярную шапку не было видно. И только с 14—15 сентября она снова стала открываться и к 16 сентября приняла свой нормальный облик.

Что же тут произошло? Может быть, в «Антарктике» Марса наступило внезапное потепление, снег растаял и шапка перестала существовать? А через две недели опять настали холода и образовался свежий снеговой покров? К такому объяснению склоняется известный исследователь планет Койпер. Однако более правдоподобным представляется другое. Во время невидимости полярной шапки светлый покров в окрестностях южного полюса Марса продолжал существовать, но от наших взоров его скрыла пелена все того же желтого тумана, который заволакивал и экваториальные зоны планеты.

Что же представляла собой эта желтая мгла, из-за которой атмосфера Марса в 1956 году была непрозрачной? Дать ответ

на этот естественный вопрос далеко не так просто, ибо судить о природе явлений на Марсе нам приходится на основании аналогий и сопоставлений с тем, что мы видим у себя на Земле, а наши земные туманы бывают белыми, сероватыми, голубоватыми, но отнюдь не желтыми.

Относительно цвета туманов на Марсе мы должны судить по следующей их особенности. Желтая мгла изменяет видимость и окраску как «морей», так и полярной шапки, делая все эти детали порой совсем неразличимыми. Но она сама совершенно незаметна на фоне «материков». Когда над пространствами «суши» образуется густой слой желтого тумана, то ни яркость, ни цвет этих пространств от этого не меняются. Это значит, что по своей окраске частицы, образующие туман, такие же, что и наружный слой вещества, устилающего просторы «материков».

Этот важный факт приводит к выводу, что самый этот туман представляет собой не что иное, как поднятые в атмосферу и плавающие в ней частицы красноватой почвы. Говоря короче, желтая мгла на Марсе — это пыль и песок, поднятые с поверхности ветрами. В этом случае образование такой мглы действительно не будет влиять на видимый облик соответствующих участков диска Марса. Иллюстрацией этого может служить снег в наших, земных условиях. Покрытая свежим рыхлым снегом равнина, обозреваемая с холма или высокой башни, выглядит белой. Если поднимется ветер, который будет подхватывать и гнать вперед тучи рыхлого снега — явление, называемое «поземкой», или «низовой метелью», — то издали вид местности от этого несколько не изменится: она останется такой же белой, какой была и тогда, когда снег спокойно и неподвижно лежал на полях.

Итак, самое правдоподобное предположение сводится к тому, что в 1956 году атмосфера Марса была почти все время загрязнена большим количеством песка и пыли. Но для того чтобы подобные примеси минерального происхождения могли подниматься в атмосферу и держаться в ней неделями, необходимо, чтобы ветры на Марсе упорно и часто дули с большой силой. Из этого следует, что 1956 год был годом непрерывных бурь на Марсе.

Но возникает вопрос, почему же именно в 1956 году атмосфера Марса была такой бурной?

Некоторые ученые выступили с предположением, что тут могло сказаться беспокойное состояние поверхности Солнца. Известно, что на раскаленной поверхности дневного светила временами возникают темные пятна, по-видимому, представляющие собой вихри грандиозных размеров. На ней появляются светлые детали, называемые факелами, происходят вспышки так называемых извержений. Высоко вверх выбрасываются струи и фонтаны огненного вещества, образующие протуберан-

цы. «Активные области» на Солнце, занятые пятнами, факелами и протуберанцами, являются очагами, из которых в мировое пространство выбрасываются потоки и струи заряженных электричеством частиц, называемых корпускулами. Давление световых лучей гонит эти частицы все дальше и дальше, в частности в сторону орбит планет. Поэтому всякая планета, а в том числе и Земля, непрерывно «осыпается» частицами, выброшенными Солнцем. Достигая земной атмосферы, такие частицы, благодаря тем электрическим зарядам, которые они несут, вызывают различные явления, например свечение разреженных газов на большой высоте над земной поверхностью.

Если Земле случается пересекать особенно густую струю корпускул, то такие воздействия становятся очень резкими. Слабое обычно свечение ночного неба переходит в яркий свет полярных сияний, изменяются те заряженные электричеством слои воздуха, от которых отражаются радиоволны, и это влечет за собой перебои в радиосвязи на дальние расстояния; на земной поверхности начинаются так называемые магнитные бури. Многие считают, что и явления погоды тоже в какой-то мере подвержены солнечным воздействиям и что годы, когда на Солнце особенно много пятен, факелов и протуберанцев, и на Земле бывают годами всяких нарушений и отклонений от обычного в отношении тех атмосферных явлений, которые определяют погоду на земном шаре.

Струи корпускул доходят и до орбиты Марса. Весьма правдоподобно, что разреженная атмосфера Марса тоже на них реагирует, вследствие чего в ней разыгрываются разные необычные явления.

В 1956 году активность Солнца была очень высокой. На его поверхности наблюдалось исключительно много пятен; пятна и протуберанцы достигали огромных размеров и порой быстро изменялись. Весьма возможно, что это и было причиной тех бурных и необычных явлений на Марсе, свидетелями которых были астрономы во время противостояния 1956 года.

Старые и новые исследования атмосферы Марса

На рубеже XVIII и XIX столетий относительно природы явлений, наблюдаемых на Марсе, возникло две совершенно различные точки зрения. Одна точка зрения была высказана известным наблюдателем планет Шретером, утверждавшим, что Марс обладает плотной, малопрозрачной атмосферой, которая в той или иной мере порождает наблюдаемые на диске планеты явления и даже служит причиной красной окраски света Марса. Другой путь к объяснению явлений на Марсе был указан английским астрономом Джоном Гершелем (сыном знаменитого основателя звездной астрономии Вильяма Гершеля). Он считал, что атмосфера Марса тонка, разрежена и потому, как

правило, очень прозрачна; что же касается красной окраски, то она присуща самой поверхности Марса. В дальнейшем эта вторая точка зрения была принята почти всеми исследователями Марса, хотя, как мы увидим ниже, и теперь некоторые ученые придерживаются других мнений.

Но на чем основываются те или иные мнения и как можно проверить, какова атмосфера Марса? Тут, конечно, надо исходить прежде всего из тех явлений, которые наблюдаются на диске Марса. Особенно большой интерес представляют изображения Марса, получаемые путем фотографирования через светофильтры и потому образованные лучами какого-нибудь одного цвета — только синими, только красными, только зелеными.

Оказывается, облик диска Марса с переходом от одной спектральной зоны к другой существенно меняется. Впервые это было установлено еще Г. А. Тиховым при наблюдениях Марса, выполненных во время великого противостояния 1909 года в Пулковке при помощи большого 30-дюймового телескопа. Позднее, а именно во время противостояний 1924 и 1926 годов, это было изучено весьма детально на американских обсерваториях, причем были охвачены участки спектра от ультрафиолетового до инфракрасного включительно.

Результаты изучения таких снимков сводятся в основном к следующему. «Моря» выглядят всего чернее и выделяются наиболее резко на снимках, полученных в инфракрасных лучах. С переходом вдоль спектра к желтым и зеленым лучам их видимость ухудшается и в синих лучах они становятся настолько бледными, что различить их удастся далеко не всегда. Наконец, в фиолетовых и ультрафиолетовых лучах темные детали поверхности Марса — все эти «моря», «заливы» и «оазисы» — не видны совершенно.

Диаметрально противоположное получается для светлых полярных шапок. Они кажутся наиболее яркими и видны наиболее резко именно на снимках, полученных в ультрафиолетовых лучах. В синих и зеленых лучах они выделяются менее резко, в желтых и оранжевых представляются очень бледными и малозаметными, а в красных и инфракрасных лучах не видны совсем.

Еще одна интересная особенность снимков Марса, полученных в ультрафиолетовых лучах, состоит в том, что на таких снимках видны обширные светлые пятна туманных очертаний. Они непостоянны: в некоторые дни их нет совсем, зато в другие дни они покрывают значительные пространства, возникая и исчезая иногда очень быстро. Не может быть никакого сомнения в том, что это какие-то своеобразные «фиолетовые облака» или помутнения, совершенно незаметные в зеленых, желтых и красных лучах.

Все описанные явления наблюдались и в 1956 году. На многих обсерваториях, как, например, в Харькове, Ташкенте, Ста-

линграде, Марс каждую ясную ночь снимали сквозь цветные стекла-светофильтры в различных участках спектра. Были получены тысячи снимков, на которых отчетливо видны цветные особенности Марса: резкость морей в красных лучах и их полная невидимость в фиолетовых; исключительная яркость полярных шапок на ультрафиолетовых снимках и их полное отсутствие на инфракрасных. В одном снимки Марса 1956 года отличались от того, что получалось прежде: знаменитые «фиолетовые облака», о которых мы говорили выше, на них отсутствуют. Если в прежние годы в ультрафиолетовых лучах они появлялись почти ежедневно и по яркости порой равнялись полярной шапке, то в 1956 году они замечались редко и были весьма слабыми.

В чем причина такой большой разницы в снимках Марса, полученных через разные светофильтры? Для того чтобы дать ответ на этот вопрос, надо вспомнить, что дает фотография в наших, земных условиях.

Если в ясный солнечный день на открытом месте смотреть вдаль, на сильно удаленные предметы ландшафта — лес на горизонте, холмы, горы, — то они будут казаться подернутыми голубой вуалью. Этот голубой или синеватый свет в науке принято называть воздушной дымкой, потому что он получается от рассеяния солнечных лучей в толще воздуха, лежащего между глазом и далеким предметом. Если воздух чист, то в нем синие и фиолетовые лучи рассеиваются гораздо сильнее, чем красные и желтые. Этим и объясняется как голубой цвет ясного дневного неба, так и синеватые оттенки воздушной дымки.

Воздушная дымка ухудшает видимость далеких предметов, потому что мелкие и тонкие детали тонут и пропадают в ее ярком голубом свете. Это особенно сильно сказывается при попытках фотографировать далекую панораму. Всякая фотопленка или пластинка к синим и фиолетовым лучам гораздо более восприимчива, чем глаз человека. Это ведет к тому, что и синяя воздушная дымка для обычной фотографии значительно ярче, чем для зрения, и потому совсем скрывает фотографируемые сквозь нее далекие объекты. Для того чтобы получить отчетливые изображения далеких объектов, опытный фотограф берет пленку, чувствительную к желтым или красным лучам («изохром», «панхром»), а на объектив фотоаппарата надевает желтый светофильтр. При таких условиях синие и фиолетовые лучи задерживаются фильтром, действие дымки, которая отражает преимущественно именно такие лучи, становится во много раз слабее и дали выходят на снимке отчетливо.

То же самое получается и при фотографировании Марса. В атмосфере Марса тоже происходит сильное рассеяние синих и фиолетовых лучей, которое дает синюю воздушную дымку. При съемке Марса в желтых, оранжевых, красных и особенно инфракрасных лучах свет этой дымки слаб и потому детали

поверхности получаются очень отчетливо. Зато на снимках в фиолетовых лучах дымка настолько ярка, что детали поверхности сквозь нее совсем не выходят.

Интересны наблюдения не в фиолетовых, а в синих лучах. Там детали поверхности иногда немного заметны, а иногда совсем не видны. Значит, прозрачность атмосферы Марса меняется: воздух там то мутится, то проясняется. А сколько воздуха на Марсе вообще? Какую плотность имеет атмосфера этой планеты?

Этот вопрос был разрешен трудами советских ученых еще по наблюдениям предыдущего великого противостояния 1939 года. Чем больше газа, тем сильнее рассеянный им свет и тем ярче атмосферная дымка. Поэтому если измерить свет дымки, то можно сказать, сколько газа лежит над каждым гектаром поверхности Марса и, далее, какое давление этот газ производит. Правда, это не так просто. Ведь мы видим и можем измерить только общую яркость некоторого участка на диске Марса. А эта яркость складывается из света, отраженного поверхностью Марса, и света, рассеянного в атмосфере. Этот атмосферный свет и надо суметь выделить из общей яркости.

Проделав необходимые расчеты, наши исследователи Марса — Н. П. Барабашев, Н. Н. Сытинская, В. Г. Фесенков — в полном согласии друг с другом нашли, что атмосфера на Марсе очень разрежена, что воздуха над поверхностью Марса в 5—10 раз меньше, чем на Земле. Поэтому плотность воздуха у поверхности Марса очень мала, атмосферное давление там очень низкое, а именно примерно такое же, как и в земной атмосфере на высоте 15—20 км.

А из чего состоит этот «воздух» на Марсе? Тщательные поиски, производившиеся много лет, не обнаружили в его составе ни кислорода, ни водяного пара.

Есть основания предполагать, что атмосфера Марса в основном состоит из азота. Однако единственное вещество, наличие которого в ней доказано с полной определенностью, — это углекислый газ. Его количество над каждым гектаром поверхности Марса примерно вдвое больше, чем на Земле.

Нужно, однако, оговориться, что все расчеты, касающиеся плотности и давления атмосферы на Марсе, исходят из предположения, что эта атмосфера подобна земной и состоит из известных нам газов, рассеивающих свет по изученным на примере земного воздуха законам. Но есть сторонники и других взглядов.

Например, Н. А. Козырев, возрождая старые идеи Шретера, выступил с теорией, в которой поверхность Марса принимается серой, а красный цвет планеты приписывается атмосфере. Если это принять, то атмосфера Марса должна быть совсем не похожа на земную: у нас солнечные лучи в воздухе рассеиваются и потому небесный свод ярко сияет голубыми

красками. На Марсе газовый слой, согласно идеям Козырева, действует как оранжевое стекло-светофильтр: он пропускает только красные и желтые лучи, а лучи остальных частей спектра не столько рассеивает, сколько поглощает, т. е. превращает в тепло или другие формы энергии. Понятно, что сквозь такой слой серая поверхность должна выглядеть желтовато-красной. Но из чего состоит сам этот поглощающий слой?

На этот вопрос дать ответ очень трудно. Известные нам газы — кислород, азот, углекислота и другие ничего похожего дать не могут. Не дают этого и те облака и туманы, которые мы столь хорошо знаем на Земле. Даже желтая пыль, т. е. поднятые в атмосферу мельчайшие частички красного песка или измельченной рыжей глины, и те, несмотря на свой желтый цвет, не дадут предполагаемого в этой гипотезе эффекта. Ибо пыль с желтой окраской сильно рассеивает падающие на нее желтые и красные лучи солнечного спектра, но рассматриваемый сквозь нее посторонний предмет, например фонарь, диск Луны, диск Солнца, желтым казаться не будет.

Таким образом, в атмосфере Марса должно содержаться что-то такое, чего в земной атмосфере нет и что нам пока совершенно неизвестно. Но такое предположение представляется слишком неопределенным, поэтому и вся теория Н. А. Козырева сторонников среди ученых пока не находит.

Проблема воды на Марсе

На поверхности Марса с наступлением зимних холодов образуется белый покров, по виду похожий на снег. В атмосфере Марса образуются облака и туманы. В известных условиях почва там темнеет, не изменяя окраски, — явление, которое у нас на Земле обычно сопровождает намокание почвы, песка, глины. Все это, естественно, наводит на мысль о наличии воды на Марсе.

Но вода не может быть только на поверхности. Она обязательно должна обращаться в пар и увлажнять атмосферу. А наличие паров в атмосфере можно обнаруживать спектроскопическим путем по тем темным полосам поглощения, которые они дают в спектре проходящего сквозь них пучка лучей. Например, давно известны полосы поглощения в спектре Солнца и других светил, которые вызываются водяным паром земной атмосферы.

Всякий небесный объект мы всегда рассматриваем сквозь мощную влажную толщу воздушного океана. Возникающие в результате этого в спектре светила полосы поглощения отличаются тем, что их интенсивность непостоянна: чем ближе к горизонту спускается светило, тем чернее, тем интенсивнее эти полосы. Это происходит потому, что с приближением к гори-

зонту лучи от светила проходят в воздухе более длинный путь. А чем длиннее путь, тем больше света поглощается и тем чернее становятся полосы. Кроме того, те полосы, которые вызываются водяным паром, меняются еще и с влажностью воздуха, т. е. с погодой, почему их и называют «дождевыми полосами».

Если в атмосфере Марса тоже есть водяной пар, то он также должен давать полосы поглощения. Правда, обнаружить их, изучая спектр Марса, не так просто, потому что они будут накладываться на точно такие же полосы земного происхождения. Поэтому пары атмосферы Марса должны проявлять себя некоторым усилением «дождевых полос», вызванных паром земной атмосферы.

В течение десятков лет астрономы разных стран пытались обнаружить это усиление полос в спектре Марса. Чаще всего сравнивали спектр Марса со спектром Луны, на которой, как известно, ни воды, ни атмосферы нет. Результаты долгое время получались противоречивыми: одни ученые находили, что дождевые линии в спектре Марса усилены, другие этого не обнаруживали.

Вопрос получил более определенное решение, когда к наблюдениям спектра были привлечены более крупные телескопы в сочетании с очень мощной спектральной аппаратурой. Американский астроном Данхэм, применив особый, очень тонкий способ разделения полос, образуемых атмосферами Земли и Марса, не смог обнаружить никаких признаков влияния водяного пара на Марсе. Учитывая чувствительность аппаратуры и точность измерений, он нашел, что если на Марсе и есть водяной пар, то его там должно быть крайне мало, во всяком случае не больше 1% того, что содержится в нашей земной атмосфере.

Этот отрицательный результат широко обсуждался исследователями Марса. Дает ли он нам право решительно утверждать, что воды на Марсе нет? Чтобы ответить на этот вопрос, надо выполнить соответствующие расчеты теоретического характера. По этому поводу интересно будет привести некоторые данные, опубликованные в 1956 году профессором А. И. Лебединским.

Если в атмосфере Марса образуется прослойка влажного воздуха, то благодаря полосам поглощения водяного пара она будет поглощать какую-то часть проходящих сквозь нее солнечных лучей и вследствие этого нагреваться. Но, с другой стороны, из физики нам известно, что чем выше способность вещества к поглощению лучей, тем сильнее оно само испускает лучи в окружающее пространство. А испускание лучей ведет к потере тепла и к охлаждению. Окончательная температура прослойки газа, сквозь который проходят какие-либо лучи, зависит от соотношения между поглощением и испусканием. Она опре-

деляется тем условием, чтобы приход тепла за счет поглощения лучей был равен потере за счет испускания, т. е. чтобы установилось равновесие между приходом и расходом тепла. Чем больше поглощается и чем меньше испускается лучей, тем выше будет температура. Основанные на этом расчеты температуры составляют так называемую теорию лучистого равновесия.

Влажный воздух отличается от сухого тем, что содержащийся в нем водяной пар благодаря линиям поглощения, с одной стороны, задерживает и поглощает больше проходящих сквозь него солнечных лучей, чем сухой, а с другой стороны, и теряет больше тепла за счет более сильного излучения. Как же это повлияет на его температуру? Расчеты А. И. Лебединского, сделанные с учетом плотности атмосферы Марса, ее состава, температуры и других условий, имеющих место на этой планете, приводят к выводу, что влажный воздух на Марсе будет на $25\text{—}30^\circ$ холоднее, чем сухой. Но на Марсе и сухой газ очень холоден; его температура, по-видимому, никогда не поднимается выше нуля. Поэтому облачко влажного воздуха должно сразу охладиться до очень низкой температуры, а это поведет к тому, что водяной пар осядет на поверхность в виде снега или инея.

Таким образом, получается, что даже в том случае, если на Марсе воды много, мы не сможем обнаружить ее присутствие путем спектроскопических наблюдений. Ибо водяной пар не может удержаться в атмосфере Марса, он из нее сразу «вымерзает». Потому при любом количестве воды на Марсе его атмосфера должна быть совершенно суха, и, следовательно, никаких линий поглощения водяного пара в спектре заметить не удастся.

Интересно, что к такому же выводу, но совсем другим путем, пришел опытный исследователь Марса, французский ученый Дольфюс. Чтобы изучить возможности наблюдения полос водяного пара в спектре в условиях, приближающихся к тем, которые господствуют на Марсе, т. е. в сильно разреженной и очень холодной атмосфере, он предпринял полет на высоту 7000 м. Даже на этой не слишком большой высоте полосы поглощения водяного пара оказались в 100 раз слабее, чем у земной поверхности, и могли быть обнаружены только при помощи сложного автоматического приспособления, основанного на применении фотоэлементов. Из этого Дольфюс делает вывод, что аналогичные полосы, создаваемые еще более разреженной атмосферой Марса, современными способами наблюдения обнаружить нельзя.

У нас на Земле в высоких широтах с давних пор известно явление «вечной мерзлоты». Благодаря низкой среднегодовой температуре (ниже минус 5°) на некоторой глубине под поверхностью почвы лежат пласты промерзшего, никогда не оттаивающего грунта.

Благодаря большому расстоянию от Солнца средняя годовая температура на Марсе даже для поверхности почвы везде значительно ниже нуля, а температура приземных слоев воздуха должна быть еще ниже. Из этого следует тот вывод, что если выделение внутреннего тепла на Марсе не более интенсивно, чем на Земле, то там везде должна быть сплошная вечная мерзлота. Если бы там были крупные водоемы, то они должны были бы промерзнуть до дна. На поверхность льда ветры нанесли бы слои желтого песка и пыли, и, глядя с Земли, мы вряд ли могли бы отличить такое замерзшее озеро от суши.

Правда, в летнюю часть года в экваториальной зоне днем солнечные лучи довольно сильно нагревают поверхность Марса и температура ее поднимается выше нуля, местами доходя до 20—30°. Если лед находится у самой поверхности, то он может таять. От этого покрывающий его песок будет увлажняться и темнеть. Можно себе представить, что образуются даже лужицы, а на согретой и влажной почве возникает какая-то растительность. Над такими участками в атмосфере должно появляться и какое-то количество водяного пара. Можно ли надеяться обнаружить его спектроскопическим путем? Подсчеты А. И. Лебединского показывают, что это очень трудно, так как возможное количество пара все же лежит ниже того предела, который доступен современным методам измерения.

Наблюдения спектра Марса, специально предназначенные для новых поисков следов кислорода и водяного пара в атмосфере этой планеты, во время противостояния 1956 года были предприняты на обсерватории Маунт-Вилсон. Мощный спектрограф, позволяющий разделять и обнаруживать слабые линии, расположенные близко одна от другой, был установлен в боковом фокусе главного 100-дюймового рефрактора этой обсерватории. Снимались красная и ближняя инфракрасная области спектра, где расположена полоса «А» кислорода и много полос водяного пара. Предварительно была проделана большая работа, состоявшая в том, что путем изучения тех же полос, вызываемых в спектре Солнца водяным паром земной атмосферы, были отобраны те линии водяного пара, которые наиболее пригодны для поисков ничтожных его количеств.

Исходя из того, что наличие влаги наиболее вероятно в районе таявшей полярной шапки, наблюдения были поставлены так, чтобы можно было точно сравнить земные полосы водяного пара в спектре шапки и на соседних материках. Однако результат оказался отрицательным: никаких признаков влаги над полярной шапкой обнаружить не удалось. В будущем полученные снимки спектров подвергнутся более детальному исследованию.

Для дальнейшего изучения данной проблемы большой интерес приобретает проект, выдвинутый Дольфюсом. Он сводится к тому, что должен быть построен очень чувствительный

спектральный прибор, который позволял бы обнаруживать в спектре очень слабые полосы и линии. Вместе с небольшим телескопом, направляющим в него свет Марса, он должен быть поднят на стратостате или даже на ракетах на такую высоту, где полосы водяного пара земной атмосферы уже не чувствительны и потому не мешают обнаруживать и наблюдать те едва заметные полосы, которые может дать ничтожное количество влаги, по временам, быть может, появляющееся над некоторыми местностями Марса.

Осуществление таких наблюдений — дело будущего, а пока нам остается констатировать, что вопрос о наличии воды на Марсе еще не решен, хотя по ряду косвенных данных можно предполагать на этой планете хотя бы очень небольшое количество влаги.

Но если дело обстоит так, то что же представляет собой тот белый покров, который устилает в холодное время года полярные области Марса? Дать ответ на этот вопрос далеко не просто.

Большинство ученых склоняется к тому, что это белое вещество — снег. Однако это отнюдь не тот глубокий метровый снеговой покров, который устилает наши поля зимой. Несложные расчеты показывают, что того небольшого количества тепла, которое поступает в форме солнечных лучей в полярных областях, не хватит, чтобы растопить и превратить в воду такое количество снега. Поэтому снеговой покров полярных шапок должен быть очень тонок — его толщина должна составлять миллиметры, в крайнем случае 2—3 см. Это нечто вроде того, что обычно мы называем порошей. Еще более вероятно, что это иней, образующийся прямо на замерзшей поверхности почвы.

«Снеговая» теория полярных шапок Марса принята далеко не всеми. Дело в том, что снег белый, он во всех участках видимого спектра отражает до 90% падающих на него лучей. А вещество полярных шапок отражает не более 30% лучей, и к тому же это отражение неодинаково для лучей разных участков спектра. Мы уже говорили, что полярные шапки выглядят очень яркими в синих и фиолетовых лучах, но совсем сливаются с фоном пустынь в красных и инфракрасных. Последнее для снега невозможно: в красных лучах он столь же светлый, что и в синих, и потому резко выделяется на фоне песков и глин.

Выдвигались предположения, что полярные шапки могут быть покрыты не снегом, а каким-либо другим веществом светлой краски. В качестве примера указывали на соль, которая на поверхности солончаков образует обширные светлые покровы, а также на замерзшую углекислоту, хорошо нам знакомую под названием «сухого льда». Однако согласовать такие предположения с наблюдаемыми особенностями полярных шапок не удалось. Поэтому была выдвинута другая теория, согласно ко-

торой светлый полярный покров — это туман, плавающий в атмосфере. Как было сказано выше, дымка, состоящая из очень мелких частиц, отражает синие лучи сильнее, чем красные. Поэтому такое предположение хорошо объясняет, почему полярные шапки резко видны на снимках в синих лучах и пропадают на снимках в красных. Возможно и то, что светлый покров полярных областей отчасти состоит из инея на поверхности, а отчасти — из расположенного над ним тумана. Окончательное решение вопроса — дело будущих исследований.



ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЗАЙМЫ

способствуют дальнейшему развитию
народного хозяйства СССР

П Р И О Б Р Е Т А Й Т Е О Б Л И Г А Ц И И

ГОСУДАРСТВЕННОГО

3% ВНУТРЕННЕГО ВЫИГРЫШНОГО ЗАЙМА

По займу ежегодно проводится шесть основных тиражей — 30 января, 30 марта, 30 мая, 30 июля, 30 сентября и 30 ноября и один дополнительный тираж выигрышей — 30 сентября.

В основных тиражах разыгрываются выигрыши в размере 50 000, 25 000, 10 000, 5 000, 1 000 и 400 рублей, а в дополнительном тираже, кроме того, выигрыш 100 000 рублей.

ОБЛИГАЦИИ ЗАЙМА ПРОДАЮТСЯ И
ПОКУПАЮТСЯ СБЕРЕГАТЕЛЬНЫМИ КАССАМИ