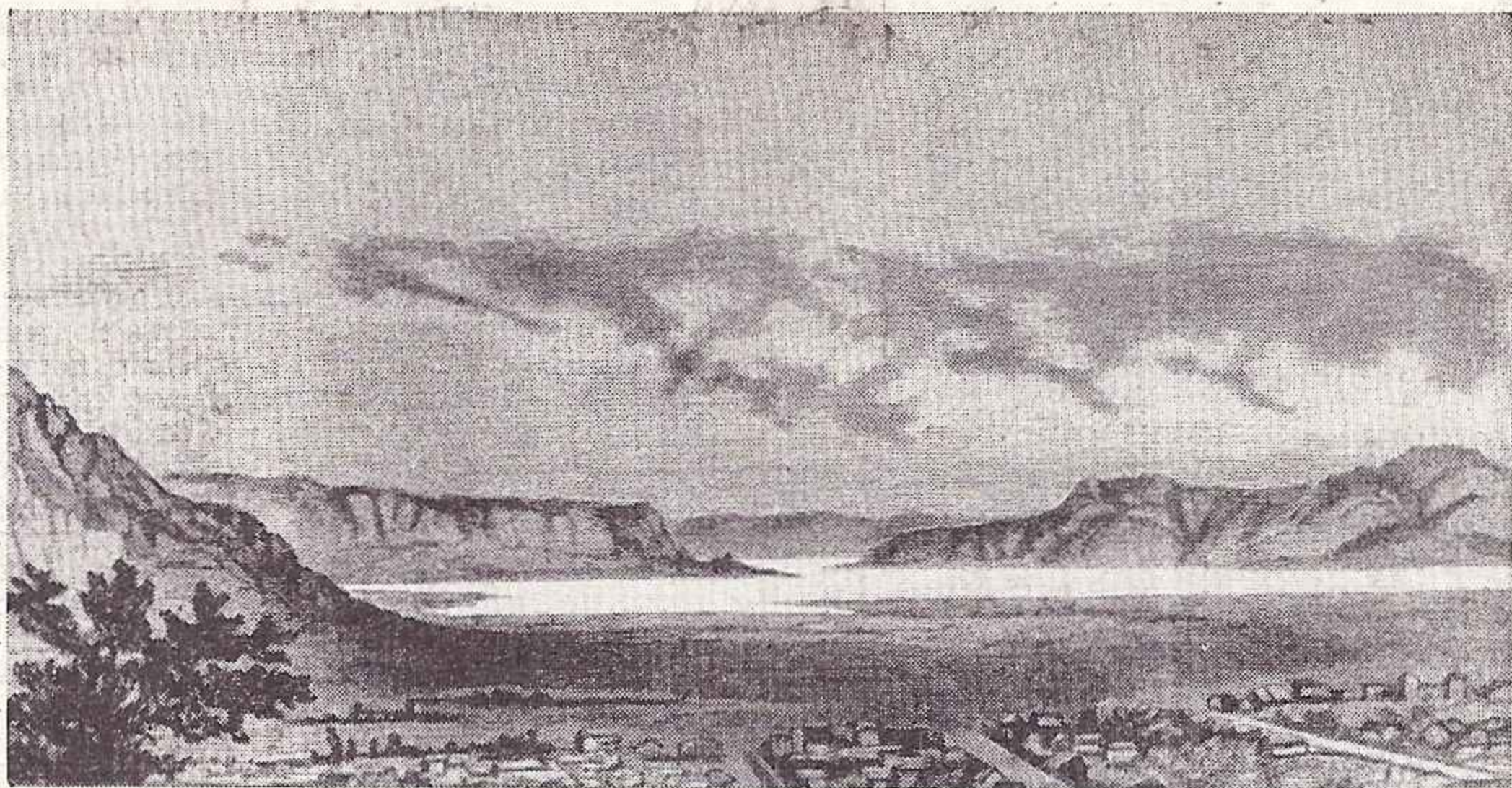




«Озерный» мираж в пустыне. Кадр из документального кинофильма «Каир — Кейптаун».

Мираж, который увидели жители города Вербье (Бельгия) в июне 1815 года.
(С цветной акварели, сделанной одним из очевидцев миража).





«Озерный» мираж в горах.

МИРАЖИ

Профессор
Н. БЕРНШТЕЙН.

«За Киевом показалось неслыханное чудо: вдруг стало видимо далеко во все концы света. Вдали засинел Лиман, за Лиманом разливалось Черное море. Бывалые люди узнали и Крым, горою подымавшийся из моря, и болотный Сиваш. По правую руку видна была земля Галичская.

— А то что такое? — допрашивал собравшийся народ, указывая на далеко мерещившиеся на небе и больше похожие на облака серые и белые верхи.

— То Карпатские горы! — говорили старые люди...

Н. В. ГОГОЛЬ, «Страшная месть».

«...Тут показалось новое диво: облака слетели с самой высокой горы, и на вершине ее показался во всей рыцарской сбруе человек на коне с закрытыми очами, и так виден, как бы стоял вблизи».

(Там же).

Можно ли эти чудеса из гоголевской сказки отнести в разряд беспредметной, безудержной фантастики? Оказывается, нет. Что бы ни имел в виду сам сказочник, загримированный под старого пасечника Рудого Панька, «неслыханное чудо», описанное в «Страшной мести», очень похоже на вполне реальные атмосферные явления — миражи (иначе марево, фата-моргана). Миражи могут принимать самые разнообразные формы; в отличие от галлюцинаций или обманов зрения они вполне реальны, их видит не один человек, а все собравшиеся, больше того, их бывает возможно сфотографировать.

Прежде чем говорить о причинах, вызывающих миражи, я позволю себе напомнить вам суть двух известных физических закономерностей.

Световой луч, переходящий из менее плотной среды в более плотную, пролегает в этой последней всегда ближе к перпендикуляру, опущенному на разделительную поверхность (рис. 1а). Если плотность (или показатель преломления) изменяется не скачком, а постепенно убывая или возрастающая, то по той же причине путь светового луча искривляется и при этом бывает всегда обращен **вогнутой стороной к более плотным слоям среды** (рис. 1б).

Если луч, который первоначально шел, удаляясь от более плотных слоев в сторону разреженных, имеет перед собой достаточно долгий путь, то он может искривиться настолько, что повернет обратно, в более плотную сторону, как бы отражаясь от очередного разреженного слоя. Это **разновидность явления, известного под**

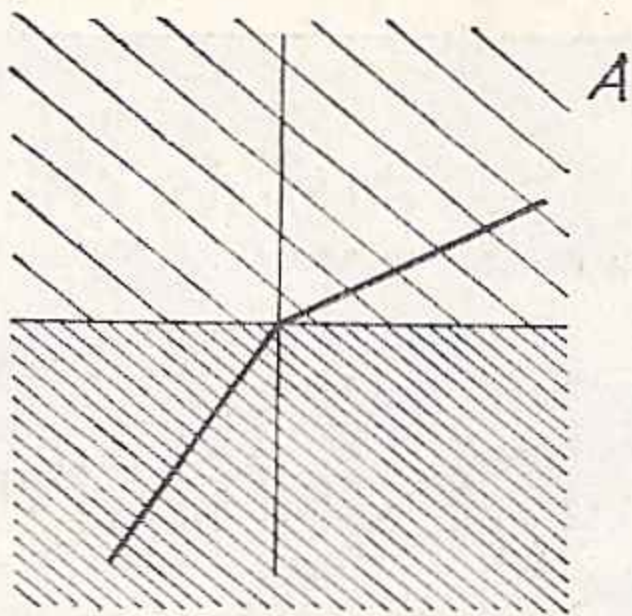


Рис. 1а. Преломление светового луча на четкой границе между двумя средами.



Рис. 1б. Ход светового луча в среде с переменной оптической плотностью.

названием **полного внутреннего отражения**.

Второе краткое напоминание, которое нужно здесь сделать, — показатель преломления атмосферного воздуха возрастает с повышением его плотности и с понижением температуры. Поэтому в воздухе световой луч всегда искривляется в сторону более холодных и плотных слоев; этим объясняется, скажем сразу, так называемая нормальная атмосферная рефракция (преломление светового луча), о чем еще будет речь дальше.

Эти два коротеньких замечания помогут нам теперь разобраться в причинах и закономерностях атмосферных **миражей**. Я говорю «миражей» — во множественном числе — потому, что эти явления как по форме, так и по причинам, вызывающим их, чрезвычайно разнообразны. В самом грубом подразделении можно разбить встречаемые в природе миражи **на три класса**.

Наиболее простые по своему происхождению миражи — это те, которые вызывают больше всего горьких разочарований, а порой доводят и до отчаяния путников в пустыне. Изнывающие от зноя и жажды люди вдруг видят в 2—3 километрах от себя большое, искрящееся солнечными бликами озеро. Они сворачивают с пути, устремляются к нему, но, увы, озеро начинает отступать, все время сохраняя 2—3-километровую дистанцию от путников, и в какой-то момент растворяется в воздухе и исчезает.

Французский математик Гаспар Монж, участвовавший в египетской кампании 1798 года, так описал свои впечатления от миража этого класса:

«Когда поверхность земли сильно накалена солнцем и только-только начинает остывать перед началом сумерек, знакомая местность больше не простирается до видимого горизонта, как днем, а переходит, как ка-

жется, примерно в одном лье¹ в сплошное наводнение. Деревни, расположенные дальше, выглядят словно острова среди обширного озера. Под каждой деревней — ее опрокинутое отражение, только оно нерезкое, мелких деталей не видно, как отражение в воде, колеблемой ветром.

Если станешь приближаться к деревне, которая кажется окруженной наводнением, берег мнимой воды все удаляется, водный рукав, отделявший нас от деревни, постепенно суживается, пока не исчезнет совсем, а озеро, по виду все такое же, теперь начинается за этой деревней, отражая в себе деревни, расположенные дальше».

Для того, чтобы своими глазами увидеть этот много раз описывавшийся феномен, вовсе нет надобности ехать в Сахару. Его может наблюдать каждый, даже в Подмосковье, как много раз наблюдал и я.

В жаркий летний день встаньте на железнодорожное полотно или невысоко над ним (особенно хороши для таких наблюдений пути Октябрьской железной дороги, где есть очень длинные прямые участки). Солнце должно находиться сбоку или сбоку и немного впереди относительно направления железнодорожного пути, вдоль которого устремлен ваш взор. При благоприятствующей погоде вы увидите, что в 2—3 километрах от вас рельсы «впадают» в блестящее искрящееся озеро так, словно пути залило наводнением. Не пробуйте подойти к этому озеру поближе: оно начнет отступать от вас (доколе будет позволять призна пути) и не подпустит вас ближе все той же непреодолимой дистанции в 2—3 километра. Произойдет все то же самое, что с Монжем в Сахаре.

Мне довелось очень ярким увидеть этот же вид миража на Турксибе, в районе севернее озера Балхаш.

Был летний знойный день. В 2—3 километрах от нашего поезда то возникали, то двоились, потом исчезали в одном месте и появлялись в другом огромные сверкающие озера. Они «сопровождали» нас на протяжении многих километров.

Происхождение миражей этого класса (назовем их «озерными») чрезвычайно просто. Лучи солнца накаляют почву, а в нашем примере рельсы и черный балласт полотна, от них нагревается нижний слой воздуха, этот нагретый воздух, разумеется, утекает вверх, немедленно заменяясь новым, который тоже накаляется и подымается вверх...

Если вспомнить правило, по которому световые лучи всегда искривляются от теплых слоев в сторону более холодных, то легко понять, что лучи от светлого неба близ горизонта, направляющиеся вниз к полотну, погибают над ним кверху и приходят в наш глаз **наклонно — снизу** (рис. 3), как бы отражаясь от чего-то над самым полотном (это и есть случай полного внутреннего отражения от горячего воздуха). Трепетание лучей, происходящее от колебаний поднимающихся потоков воздуха, создает полную иллюзию водной поверхности, искрящейся под ветром и солнцем.

¹ Лье — 4,5 км.

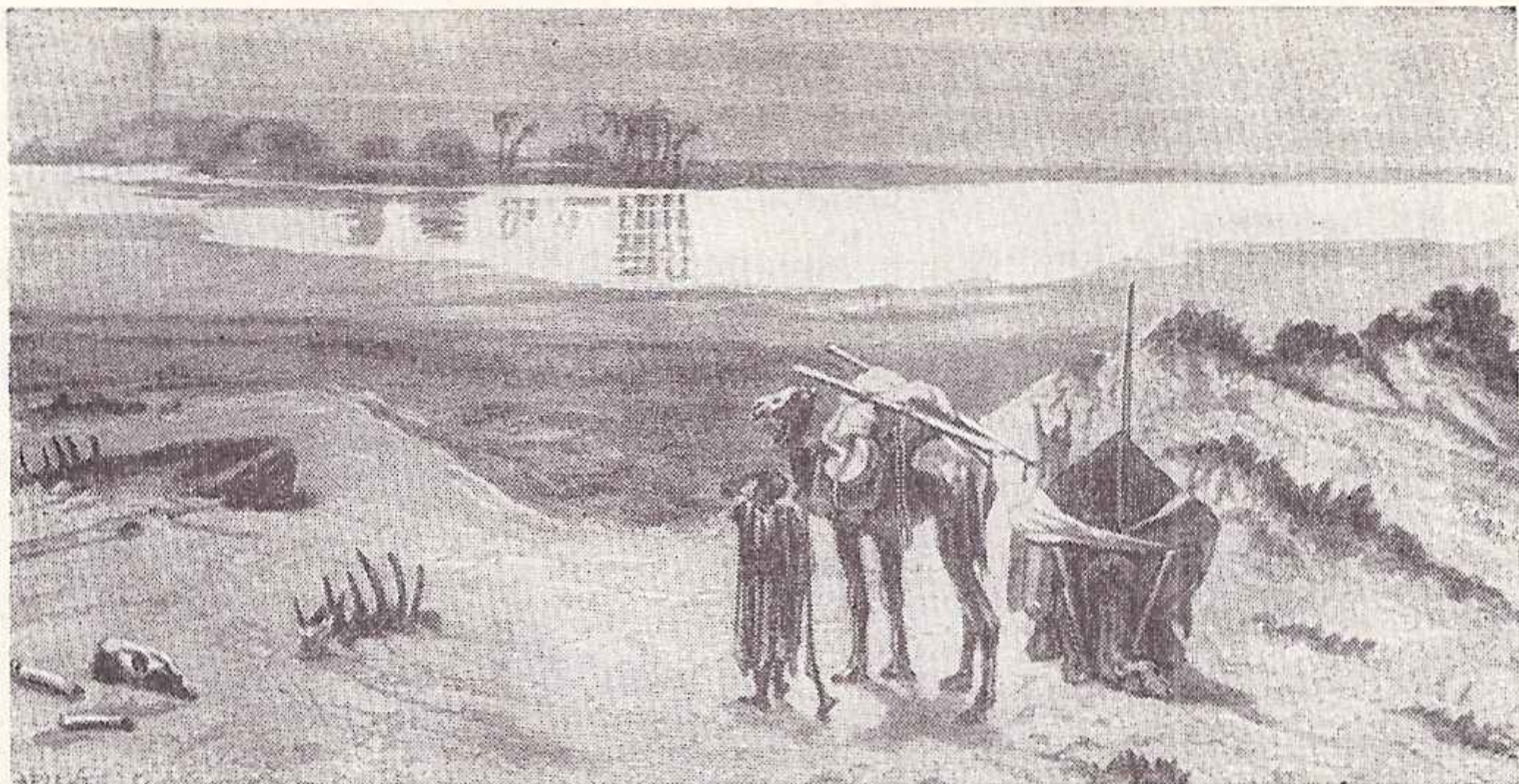


Рис. 2. «Озерный» мираж в Африке.

Второй класс миражей, к которому мы теперь перейдем, не сложнее первого по условиям своего происхождения, но дает гораздо более разнообразные и впечатляющие эффекты. Этот класс можно было бы назвать классом «миражей дальнего видения». И на него более всего походит «неслыханное чудо», описанное Гоголем.

Жители Лазурного берега Франции (между Ниццей и мысом Антиб) не раз видывали ранним ясным утром, как на безбрежном обычно горизонте Средиземного моря возникает, точно поднимаясь из моря, светлая туманная цепочка гор, в которой бывалые люди без колебаний узнают Корсику. Расстояние по прямой от мыса Антиб до северной гористой оконечности Корсики — 200 километров, так что о прямой видимости здесь, конечно, не может быть и речи.

На английском побережье, близ Гастингса, иногда можно видеть французский берег,

несмотря на то, что при обычном состоянии воздуха кривизна земной поверхности препятствует такой видимости. Из Рамсгата не раз бывал видим Дувр, который обычно скрыт от него грядками холмов.

Как сообщает натуралист Н. Бедиге, «близ Реджо в Калабрии, напротив сицилийского берега и города Мессины, по временам видны в воздухе целые незнакомые местности с пасущимися стадами, кипарисовыми рощами и замками; недолго продержавшись в воздухе, эти миражи расплываются и исчезают».

Подобного же рода миражи наблюдались и с воздушного шара при полетах вблизи от морских берегов: над стеной облаков возникал зеленоватый туман — как бы опрокинутое отражение моря, — и на этом «небесном море» видны были корабли, плывущие мачтами книзу, а килем вверх.

Миражи с появлением опрокинутых предметов, вызываемые опять-таки своеобразным перераспределением теплых и холодных слоев воздуха (рис. 4), описывались не-

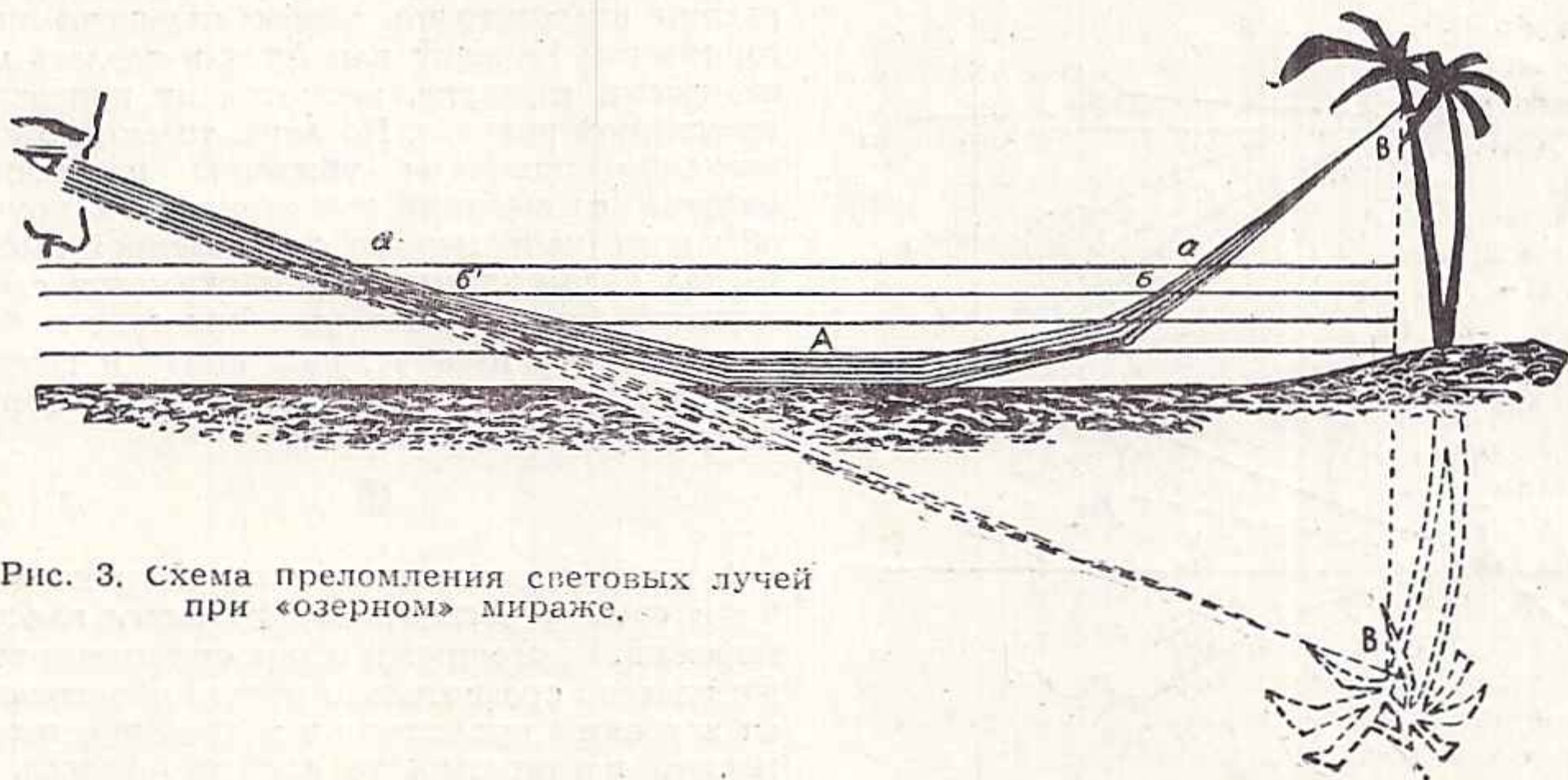


Рис. 3. Схема преломления световых лучей при «озерном» мираже.

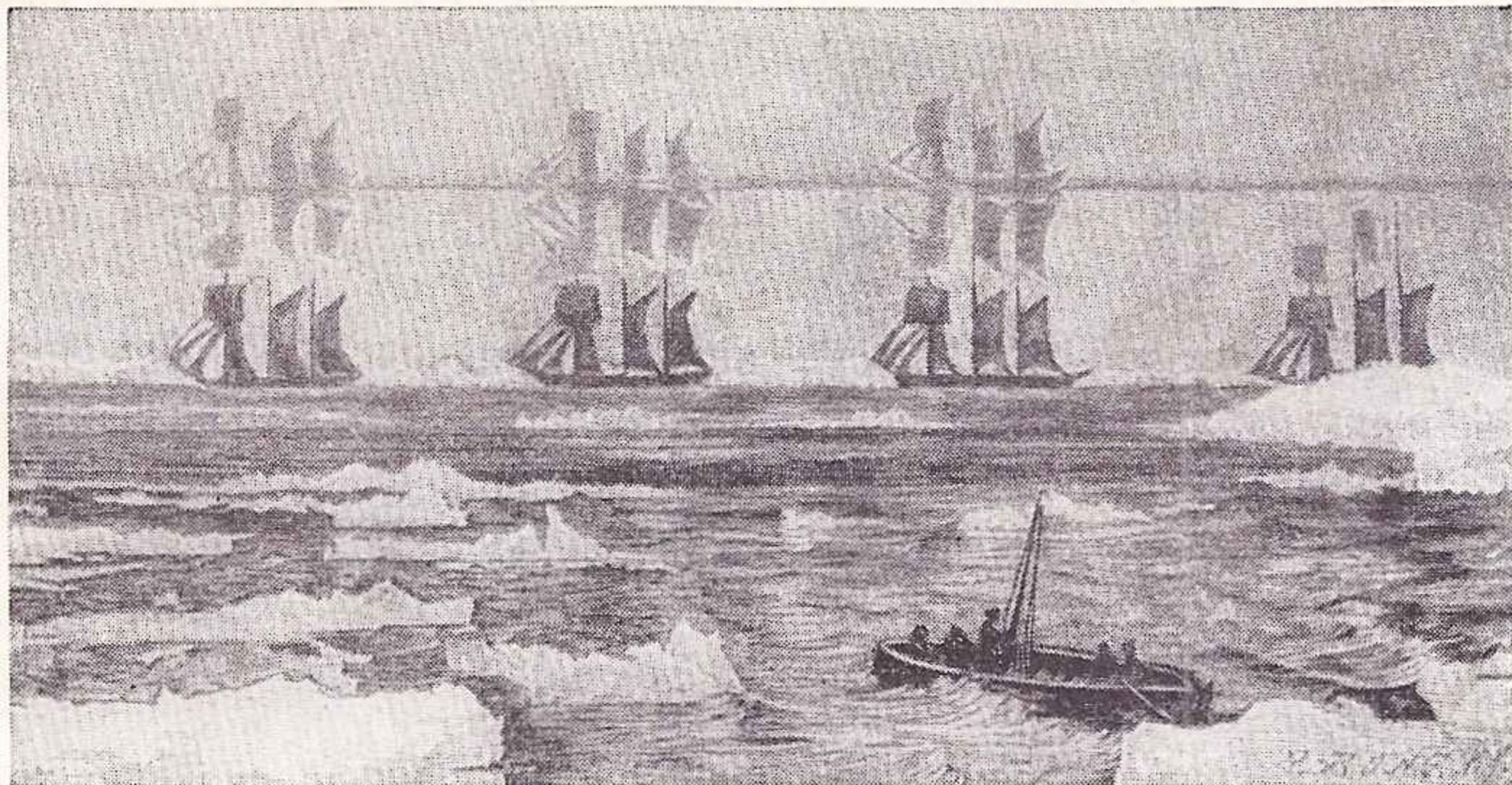


Рис. 4. Мираж с опрокинутым изображением.

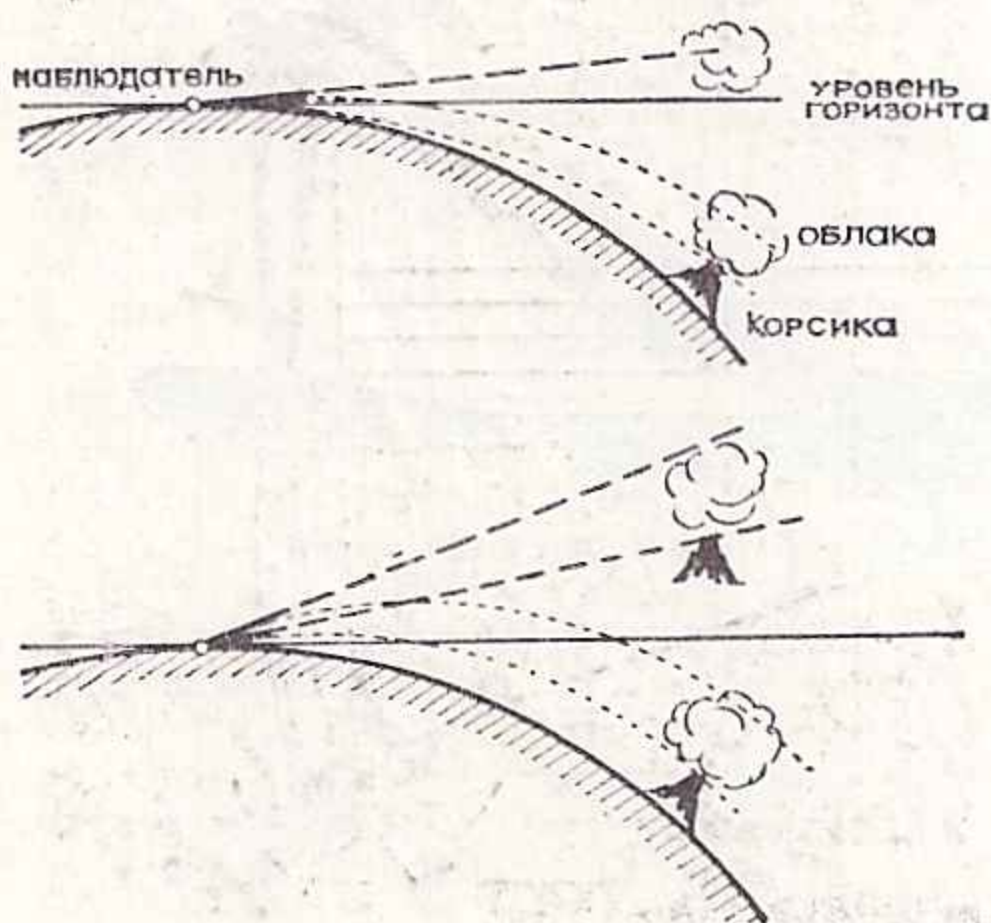
редко. К таким описаниям относится, например, любопытное сообщение сына известного мореплавателя Скоресби, сопровождавшего своего отца в полярной экспедиции. Они плыли на разных судах. Буря разнесла корабли далеко друг от друга, и вдруг сын увидел высоко в небе опрокинутое изображение корабля, на котором находился его отец. Изображение было настолько ясным, что опознать отцовский корабль можно было с абсолютной уверенностью, хотя на самом деле он в это время находился за горизонтом.

Итак, если причина миражей «озерного» класса — извращенные соотношения в атмосфере (горячий воздух внизу, холодный и более плотный — над ним), то типические миражи «дальнего видения» происходят при самых обычных условиях, при нормальной атмосферной рефракции, измененной

только количественно. При обычных условиях постепенное уменьшение плотности воздуха с высотой заставляет лучи, отраженные от предметов, находящихся невысоко над горизонтом, искривляться книзу. Так как мы видим предметы всегда в направлении последнего отрезка луча, приходящего от предмета в наш глаз, то все такие объекты, включая и звезды, кажутся находящимися выше их действительного положения. Эта нормальная атмосферная рефракция давно и хорошо известна астрономам и всегда учитывается ими при определении точного положения небесных объектов. Величина рефракции тем больше, чем ближе объект к горизонту; в округленных цифрах, по Бесселю, она «приподнимает» предметы, находящиеся в 30° над горизонтом, на $1'40''$, в 15° — на $3'30''$, в 5° — на $9'45''$ и т. д., несколько изменяясь в ту и другую сторону за счет колебаний температуры и барометрического давления (рис. 6).

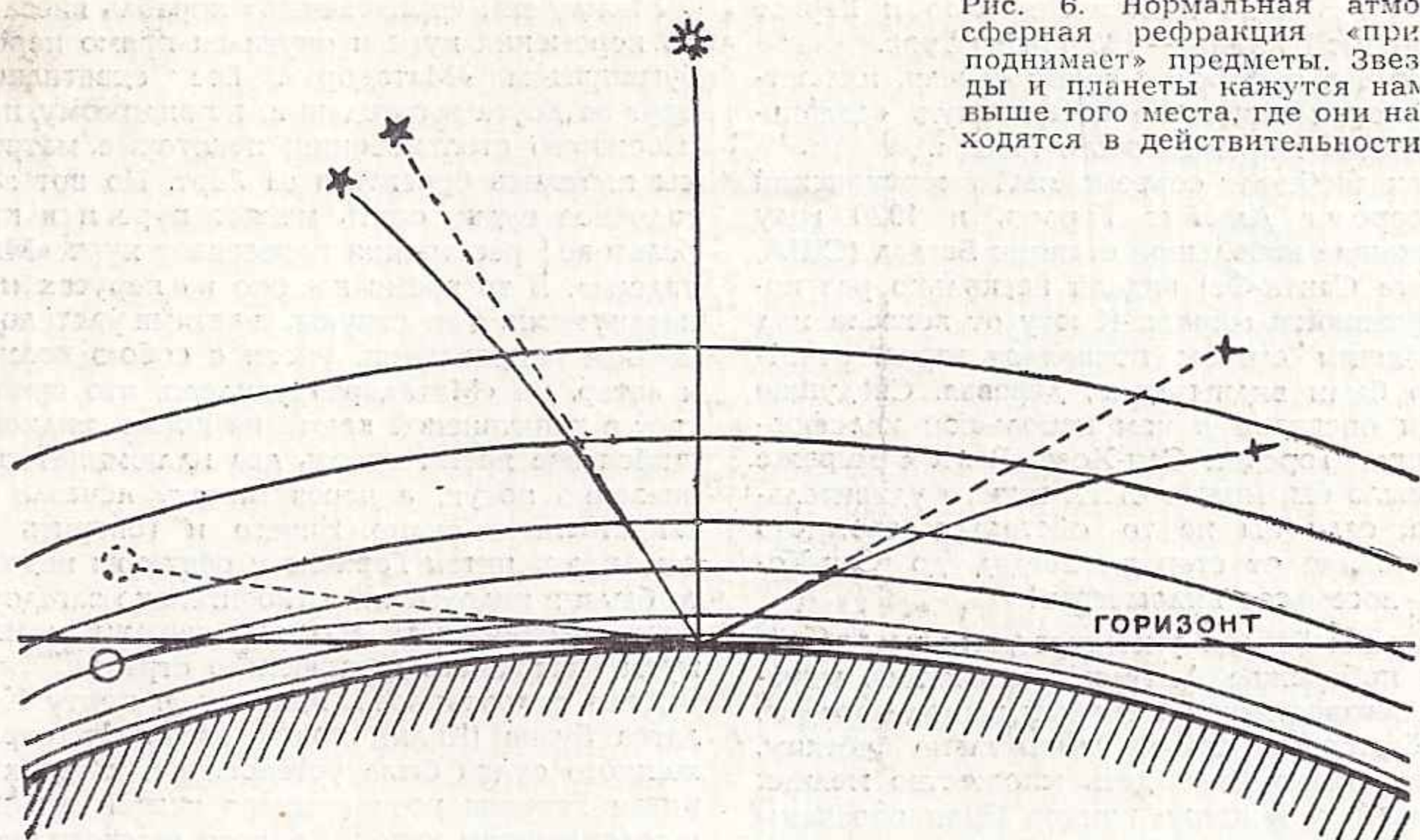
В обычных условиях такого эффекта рефракции недостаточно, чтобы «поднять» над горизонтом Корсику или Дувр и сделать их видимыми издали, несмотря на кривизну земной поверхности. Но лишь только по каким-либо причинам убывание плотности воздуха с высотой станет намного круче обычного (например, на определенной высоте над охлажденным морем окажется слой горячего воздуха), это уже приведет к более сильному изгибу лучей книзу и позволит «заглянуть» за геометрический горизонт (рис. 5).

Рис. 5. Схема, объясняющая появление миражей «дальнего видения».



А теперь перейдем к самому интересному, но и самому загадочному третьему классу миражей. Если миражи обоих описанных выше классов сравнительно просто объясняются законами преломления в средах с переменной плотностью, то для того класса, о котором расскажем сейчас, и по сию пору

Рис. 6. Нормальная атмосферная рефракция «приподнимает» предметы. Звезды и планеты кажутся нам выше того места, где они находятся в действительности.



не найдены удовлетворительные и достаточно полные объяснения. И название для миражей этого класса чрезвычайно трудно подыскать. Что это за миражи, лучше всего выяснится из нескольких примеров.

«Жители города Буффало в Северной Америке (цитирует Н. Бедиге по газетному отчету 1894 года) были недавно очевидцами крайне интересного явления природы. Около 11 часов утра на западном горизонте показался мираж города Торонто, лежащего в 50 английских милях¹ от Буффало. (Эти города разделены озером Онтарио.) Торонто был виден совершенно ясно и отчетливо, как на ладони. Жители Буффало могли различить большие хлебные склады, гостиницы и колокольни; ясно были видны пароходы и парусные суда в гавани Торонто. Через четверть часа тучи надвинулись на удивительную картину, и она постепенно исчезла».

Это случай, когда предметы, отстоявшие от зрителей примерно на 80 километров, были видны **крупно**, как бы через подзорную трубу. Другие примеры — еще ярче.

В книге «Популярная физика» Эмиля Дэбо (1891 г.) находим описания следующих фактов.

«М. Андро видел в 1852 году с расстояния 40 километров колокольню Страсбургского собора, иллюминированную по случаю праздника. Казалось, что она стоит не дальше, чем в двух километрах. Изображение было гигантских размеров и настолько ясное, что можно было различить все цвета иллюминации» (рис. 7).

Колокольня выглядела увеличенной в двадцать раз. Это уже совсем похоже на «чудо», описанное в нашем втором эпиграфе...

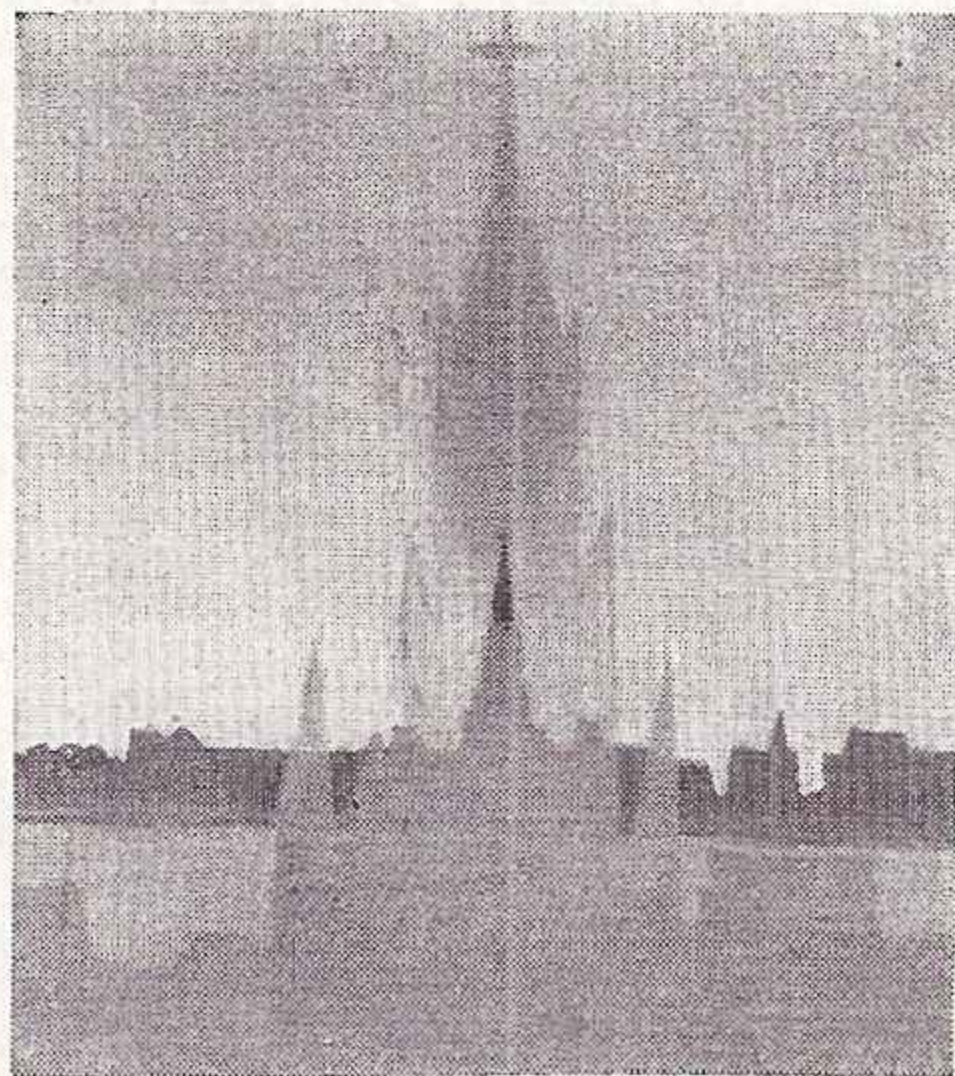
Вот еще несколько случаев миражей такого же типа.

В 1878 году, во время войны США с индейцами, белые в форте Авраам-Линкольн

увидели отряд, который только незадолго перед этим покинул форт, марширующим по небу. Случилось так, что через несколько дней весь этот отряд был уничтожен в битве при Литтл-Биггорне. Солдаты гарнизона, которые видели мираж, истолковали его как грозное предзнаменование.

«Опираясь на свидетельства нескольких лиц, заслуживающих доверия,— пишет К. Фламарион в своей книге «Атмосфера»,— я могу сообщить про мираж, который видели в городе Вербье (Бельгия) в июне 1815 года. Однажды утром жители города увидели в небе войско, и так ясно, что можно было различить костюмы артиллеристов, пушку со сломанным колесом, которое вот-вот отвалится... Это было утро сражения при Ватерлоо!» (Смотри цветную вкладку).

Рис. 7. Мираж с гигантским силуэтом Страсбургской колокольни.



¹ М и л я — 1,609 км.

ку.) Расстояние между Ватерлоо и Вербье по прямой линии — 105 километров.

Вот два еще более ярких случая, иллюстрирующих ничем не объяснимую «дальнобойность» миражей этого класса.

Как сообщает современный американский метеоролог Джеймс Гордон, в 1920 году служащие небольшой станции Багдад (США, дорога Санта-Фе) видели несколько раз повторявшийся мираж. К югу от вокзала над высохшим озером появлялся город, отчетливо были видны дома, деревья. Сведущие люди опознали в нем небольшой калифорнийский городок Сан-Хозе. В этом мираже не было бы, может быть, ничего удивительного, если бы не то обстоятельство, что расстояние от станции Багдад до Сан-Хозе — **восемьсот километров!**

Тот же Гордон упоминает, что на восточном побережье Америки появлялись миражи неизвестных на первый взгляд городов. Изображение было удивительно четким, можно было разглядеть множество мелких деталей, и в конце концов были опознаны **города Северной Африки**. Гордон с сожалением отмечает, что ни в одном из этих случаев миражи не сфотографированы.

Самое поразительное из описаний миражей поберегаю напоследок. Цитирую со всеми подробностями сообщение Н. Бедиге:

«В ночь на 27 марта 1898 года среди Тихого океана экипаж бременского судна «Матадор» (капитан Геркенс) был немало напуган замечательной фатой-морганой. «Матадор» отплыл 18 февраля из Мельбурна в Вальпарайсо, чтобы там взять селитру для Филадельфии. Во время перехода через южную часть Тихого океана экипажу пришлось довольно долго наблюдать поразительно странное марево. Прямо на «Матадор» несло судно, не в опрокинутом виде, как часто бывает при подобных отражениях, а совершенно прямо, стоя на своем киле, отчего иллюзия получалась полная. В седьмую склянку ночи — иначе, за полчаса до полуночи — вахтенный заметил на подветренной стороне, приблизительно в двух милях, большое парусное судно, борющееся со штормом. Это обстоятельство особенно привлекло внимание экипажа «Матадора», так как океан кругом на огромном пространстве был совершенно спокоен и гладок, как зеркало. Между тем неизвестное судно, очевидно, напрягало все свои силы в борьбе с разыгравшейся стихией. Немногие паруса его были поставлены на рифы, и при ярком лунном свете тропиков, когда ночью почти так же светло, как днем, можно было наблюдать, как порою огромные волны перекачивались через нос и, пенясь, бежали вдоль палубы до самой кормы. Несмотря на то, что вокруг «Матадора» был полный штиль, капитан Геркенс, опасаясь, что неизвестное судно может «принести с собою ветер», распорядился немедленно зарифить все паруса. Матросы, не будучи в состоянии уяснить себе разыгравшееся на их глазах «сверхъестественное зрелище», столпились на палубе с бледными лицами в боязливом ожидании какой-нибудь страшной развязки.

Между тем «призрачный» корабль внезапно переменял курс и очутился прямо перед бугшпритом «Матадора». Все схватились друг за друга в ожидании, по-видимому, неизбежного столкновения; некоторые матросы пытались броситься за борт. Но вот загадочное судно опять меняет курс и в кабельтове¹ расстояния пересекает курс «Матадора». В то время как оно на парусах и с натянутыми, как струны, снастями улетело в южном направлении, унося с собою волны и ветер, на «Матадоре» увидели, что яркий свет в капитанской каюте на корме, видневшийся все время сквозь два иллюминатора, внезапно потух, а через минуту исчезло и таинственное судно. Нечего и говорить о том, что капитан Геркенс и офицеры недолго были в недоумении относительно загадочного явления; зато матросы пережили минуты настоящего панического страха.

Дело разъяснилось, наконец, в порту Колатеа Буэна (Чили); тождественность отраженного судна была установлена, когда капитан Геркенс познакомился в этой гавани с содержанием рапорта одного датского судна, заходившего в Колатеа Буэна за три недели до прихода «Матадора». По словам рапорта, в ночь на 27 марта, около полуночи, во время сильного шторма, в капитанской каюте произошел взрыв лампы, причем старший штурман получил сильные ожоги. Итак, обе даты совпадали, а из дальнейших справок выяснилось, что мираж, несомненно, был отражением именно этого датского судна. Ученых уже давно занимает вопрос, как далеко может вообще передаваться воздушное отражение. Когда сличили время и градусы долготы двух судов, оказалось, что расстояние между «Матадором» и датским судном во время появления миража равнялось 930 милям (1 700 км), а из карты за март было установлено, что в описываемое время в той части Тихого океана разразился сильный шторм».

Здесь мы целиком попадаем в область загадок. И по сегодня не высказано даже гадательных соображений, которые пытались бы научно, со здравым смыслом и не отклоняясь от законов оптики, объяснить описанные «сверхдальнобойные» миражи. А загадка действительно сложная: передача изображения в неумещающемся масштабе, да еще и удивительное огибание миражами земной поверхности (а при таких дистанциях, как 800 или 1 700 километров, этой кривизною отнюдь нельзя пренебречь). Одинакова ли причина и природа этих миражей? Пригодны ли — хотя бы для некоторых миражей этого класса — догадки о каких-то «линзах» из воздуха? Нельзя ли думать, в особенности применительно к нашим последним случаям (Сан-Хозе и «Матадор»), о возможности повторяющегося миража (мираж от миража)? Казалось бы, только этим и можно объяснить себе видимость корабля в натуральную величину более чем за полторы тысячи километров. Не имеют ли такое же происхождение те миражи, которые объединяются под именем «Летучего голландца» и которые, по крайней

¹ Кабельтов — морская мера длины, равная 185,2 м.

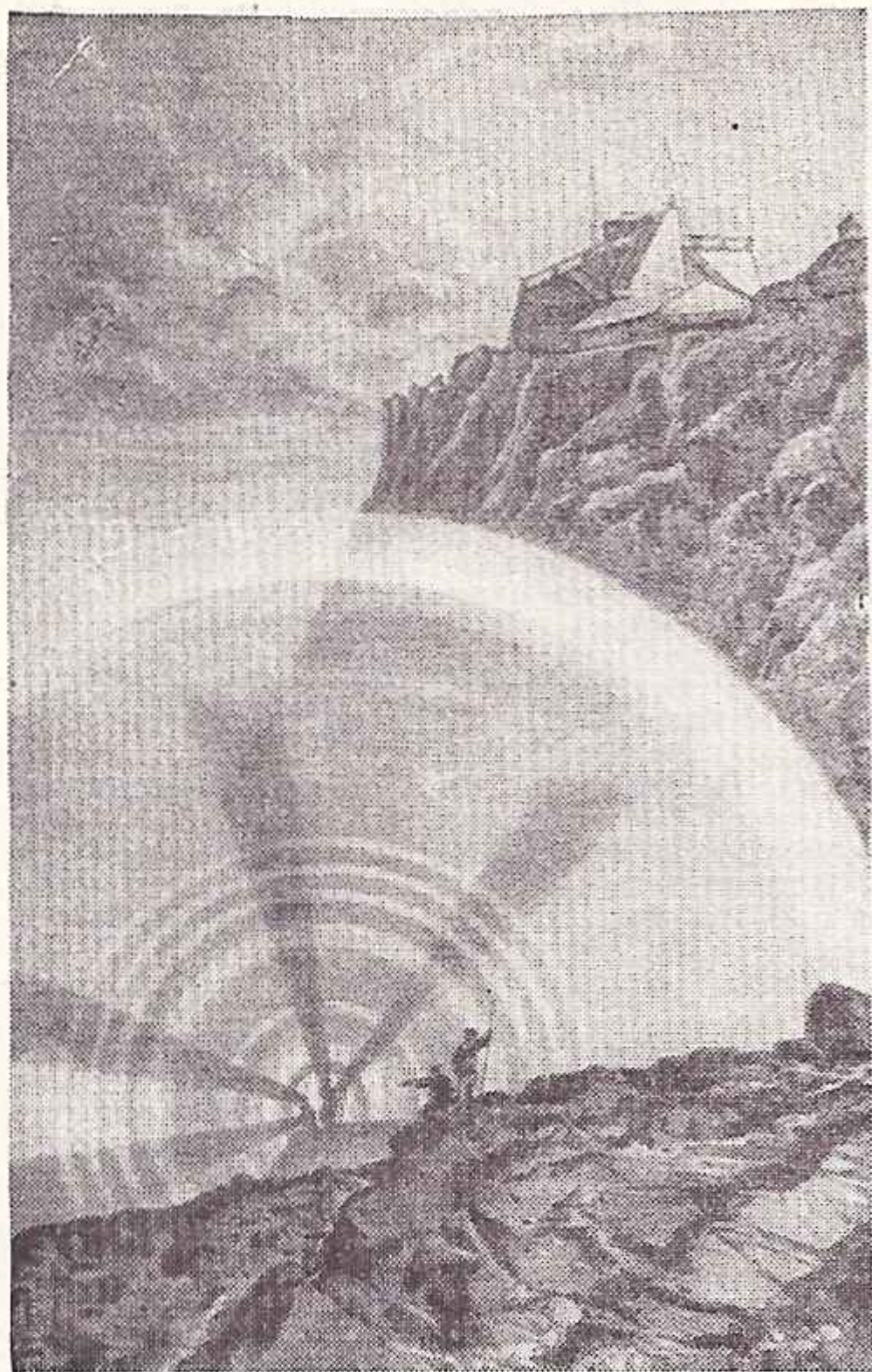


Рис. 8. Гало, наблюдавшееся 17 июля 1882 года на горе Пик-ди-Миди.

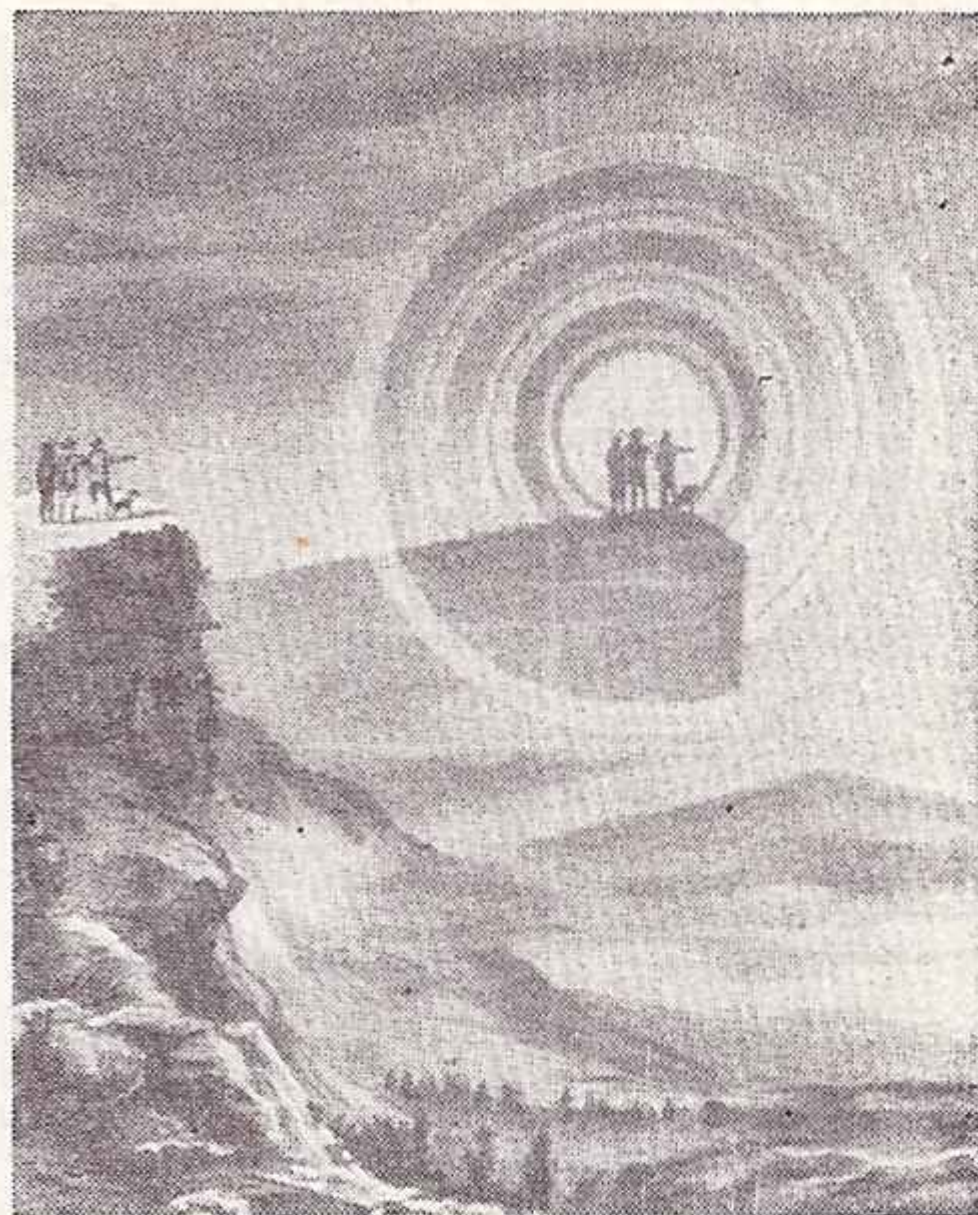


Рис. 9. Гало с фигурами наблюдателей, виденное в Андалузии 4 апреля 1883 года.

мере в известной части случаев, безусловно, не представляют собой один только плод перепуганной фантазии? С другой стороны, не могут ли такие случаи, как видение гигантски увеличенной Страсбургской колокольни, быть сближены с теми еще не до конца объясненными атмосферными явлениями, которые метеорологи относят к группе так называемых гало? (Наиболее известно из них знаменитое «Брокенское видение».) В простейших случаях гало имеют вид одного или нескольких светлых кругов вокруг солнца или луны (рис. 8); в более своеобразных — видны не только круги, но и силуэты наблюдателей на общем туманном фоне неба (рис. 9).

Наконец, при известных условиях (этот-то вид гало и наблюдался впервые на горе Брокен в Германии) изображение наблюдателей разрастается в колоссальные теневые фигуры на облаках. Каждый наблюдатель видит свою голову, одну из всех, окруженную радужным ореолом, а теневые фигуры всех присутствующих повторяют все их жесты, движения, раскланиваются, снимая шляпы, и т. д. (рис. 10). Подобный феномен наблюдался и в Швейцарии, с вершин Пилатуса и Риги, и, по сообщению Фламмарнона, с воздушного шара, огромный силуэт которого на облачном фоне неба оставил неизгладимое впечатление у аэронавтов.

Совершенно своеобразный случай, что-то вроде смеси между гало и миражем послед-

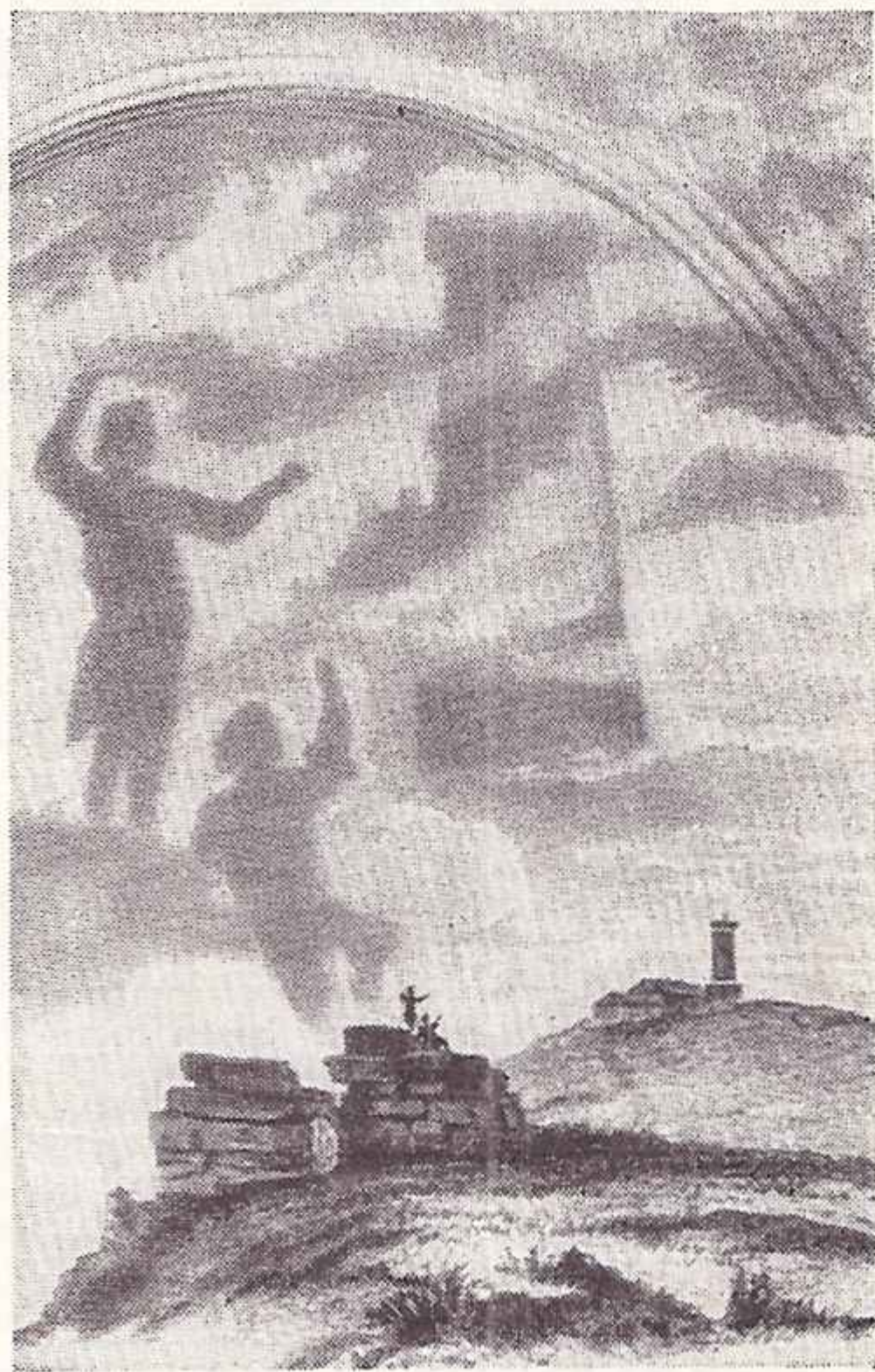


Рис. 10. «Брокенское видение».

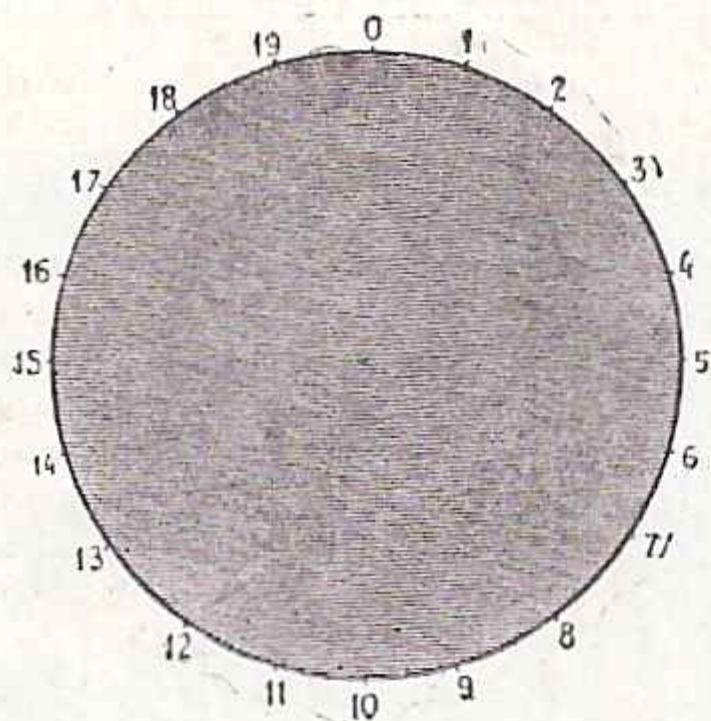
него класса, сообщен письмом в редакцию журнала «La Science et la Vie» в 1961 году.

«Однажды летом 1955 года, — пишет читатель М. Жоэль, — между 20.30 и 21 часами я

ПУТЕШЕСТВИЕ ВОКРУГ ЛУНЫ

На Луну высадился космонавт. Ему необходимо совершить путешествие вокруг Луны. Отправившись с базы, расположенной на экваторе, он должен объехать Луну по экватору и прибыть снова на базу. Топливный бак вездехода вмещает запас топлива, достаточный для того, чтобы проехать $\frac{1}{20}$ часть экватора Луны. Кроме того, на борт вездехода можно взять один герметически закрытый контейнер с таким же количеством топлива. Контейнер можно открыть в пути, заправиться и ехать дальше, а можно выгрузить и оставить про запас, устроив промежуточную заправочную станцию. Оставлять можно только нераскупоренный контейнер.

Задача состоит в том, чтобы совершить путешествие вокруг Луны в одном направлении с минимальной затратой топлива. Можно делать любое количество предварительных выездов в любом направлении (вперед или назад) для создания запасов топлива, которые понадобятся в круголунном путешествии. Будем считать, что запас топлива на базе неограниченный.



прогуливался на мотоциклетке по дороге, ведущей к Виши. Почти полная луна четко вырисовывалась на ясном небе, то скрываясь за домами, то показываясь вновь. И вдруг я с изумлением увидел, что луна стала огромной — диаметр ее увеличился в два с половиной раза против обычного! Она оставалась такою, пока я не проехал с десятков метров, а потом столь же внезапно опять приняла свои нормальные размеры. Заинтересованный этим, я вернулся назад и снова, на том же десятиметровом участке, увидел ее такой же огромной, как в первый раз. Походив возле этого места, я убедился, что мираж виден только с площадки размером 10×10 метров и нигде больше. Увеличенная луна не была сколько-нибудь заметно деформирована, имела палево-желтую окраску, а обычные пятна на ее поверхности выглядели размытыми.

На всем последующем пути мираж больше нигде не повторился».

Не приходится удивляться тому, что описания миражей, а тем более их зарисовки в печати встречаются еще очень редко. Та-

В заключение — подсказка. Чтобы легче было решать эту задачу, начертите окружность (она будет изображать лунный экватор) и разделите ее на 20 равных частей, как показано на рисунке.

ЗАДАЧА ИЛЬФА И ПЕТРОВА

В романе «Золотой теленок» есть такая задача-арифмомоид:

«На трех станциях: Воробьево, Грачево и Дроздово — было по равному количеству служащих. На станции Дроздово было комсомольцев в шесть раз меньше, чем на двух других, вместе взятых, а на станции Воробьево партийцев было на 12 человек больше, чем на станции Грачево. Но на этой последней беспартийных было на 6 человек больше, чем на первых двух. Сколько служащих было на каждой станции, и какова была там партийная и комсомольская прослойка?»

Задача эта явно пародийная и решения не имеет. Однако, если ввести одно добавочное условие, задачу можно решить.

Попробуйте найти это добавочное условие и решить задачу.

НЕФТЯНАЯ СКВАЖИНА

В степи, поверхность которой примем строго горизонтальной, геологи бурили скважину и наконец дошли до нефтеносного пласта. Точка, в которой остановилась головка бура, расположена на расстоянии 2100 метров от одного из углов прямоугольного земельного участка, в 1800 метрах от противоположного угла участка и в 600 метрах от третьего угла участка.

Определите расстояние от бура до четвертого угла участка.

ДЕВЯТЬ БРАТЬЕВ

В семье девять мальчиков. Известно, что они рождались через равные промежутки времени и что сумма квадратов лет братьев равна квадрату возраста отца.

Сколько лет отцу и каждому из мальчиков?

кие атмосферные явления, как метеориты, шаровые молнии, оставляют после себя какой-то материальный след; болиды, например, если они и не долетают до поверхности Земли, бывают видны на огромном пространстве и многочисленными очевидцами. Теперь представьте себе, стечения скольких благоприятных обстоятельств требуется для того, чтобы сведения о мираже — явлении самом по себе нечастом (кроме банальных «озерных») — стали достоянием печати. Необходимо, чтобы на той сравнительно небольшой площадке, с которой мираж виден, среди очевидцев оказался человек и не суеверный и достаточно культурный, который захотел бы и сумел описать, зарисовать или заснять его. Наконец, нужно, чтобы в научном учреждении, куда он обратится, поверили, что перед ними не фантазер и не жертва галлюцинации. Вот почему зарисовки миражей так разрозненны и редки.

Заканчивая наш беглый очерк о миражах, мы приглашаем читателей «поохотиться» за миражами с фотоаппаратом.

БИЛЬЯРДНЫЙ ШАР— МАТЕМАТИК

Вот один из примеров математической метафоры, которая по неожиданности и точности (уж арифметика не даст соврать!), право же, ничуть не уступает поэтическим образам.

Рассмотрим одну старинную задачу. Есть два сосуда емкостью 7 и 11 литров и большая бочка с водой. Пользуясь только двумя сосудами, нужно отмерить точно 2 литра воды. (Наносить пометки на стенках сосудов, наклонять их, чтобы оставить ровно половину содержимого, и применять другие уловки аналогичного характера запрещается.)

Эту задачу, конечно, можно решить самым обычным методом подбора, можно воспользоваться алгебраическими методами. Но мы имеем в виду совершенно другое. Задачу решает бильярдный шар, движущийся между бортами ромбоидального стола! Неожиданно, не правда ли?

Вот как это делается. Начертим сетку из равносторонних треугольников и построим параллелограмм со сторонами 7 и 11 единиц (см. рис. 1). Отметки вдоль одной стороны параллелограмма будут соответство-

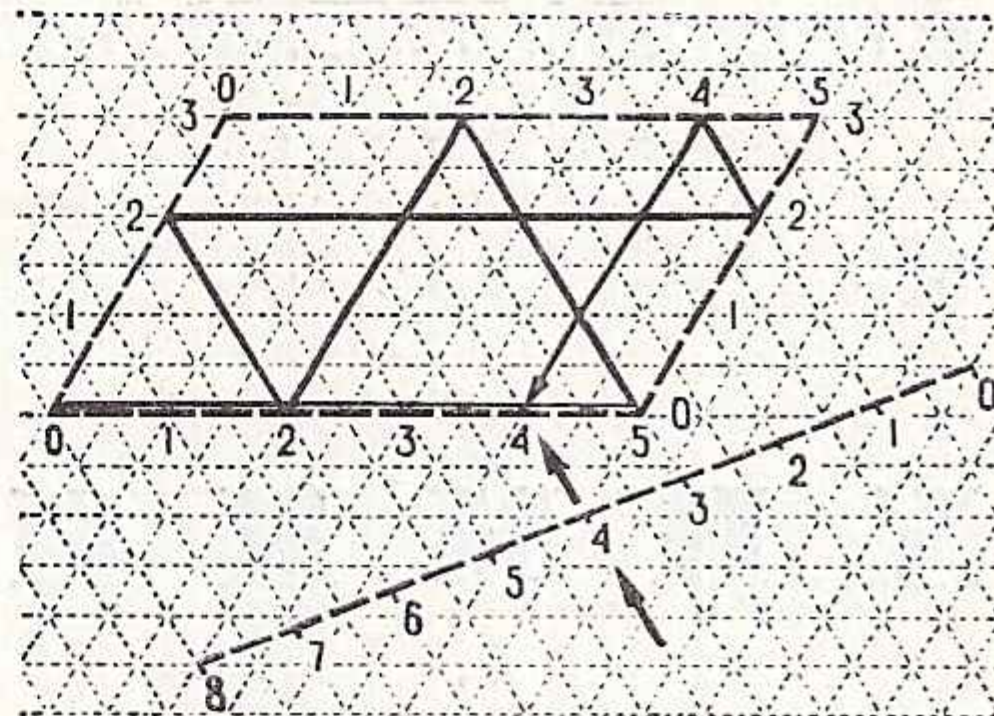


Рис. 2.

сосуд из 11-литрового, в котором, естественно, останется 4 литра.

Если вы последуете за шаром, который, согласно законам отражения, будет странствовать между бортами, в точку 2, то получите 18 последовательных шагов решения задачи. (Они изображены на схеме внизу. Наклонные стрелки означают переливание воды из одного сосуда в другой. Вертикальные стрелки означают: либо что вода из 7-литрового сосуда вылита в бочку, либо что 11-литровый сосуд наполнен доверху.)

Самый ли это короткий путь решения? Нет. Если пустить шар сначала вдоль короткого борта (иначе говоря, если начать с заполнения водой 7-литрового сосуда), то шар решит задачу значительно быстрее — за 14 шагов. Это самый быстрый способ отмерить 2 литра с помощью сосудов, о которых говорится в условии.

Бильярдный шар вполне может служить вычислительным устройством для решения задач на переливание воды с помощью любых двух и даже трех сосудов.

Рассмотрим задачу знаменитого итальянского математика Никколо Тартальи: «Сосуд, вмещающий 8 пинт воды, наполнен водой. Посредством двух пустых сосудов, вмещающих 5 и 3 пинты соответственно, требуется отмерить 4 пинты воды».

На рисунке 2 показано графическое решение этой задачи. 8-пинтовый сосуд изображен линией, параллельной большой диагонали параллелограмма. Шар начинает путешествие, так же как и ранее, из угла (точка 0). Легко проследить путь шара к точке 4. Он показывает, что для решения задачи достаточно семи манипуляций с сосудами.

Если числа, соответствующие емкостям двух меньших сосудов, не имеют общего делителя, а емкость третьего сосуда равна или больше суммы емкостей двух меньших сосудов, то с их помощью можно отмерить любое количество литров, начиная от 1 до емкости среднего по вместимости сосуда. Так, например, с помощью сосудов емкостью в 15, 16 и 31 литр можно отмерить любое количество литров — от 1 до 16. Если же числа, указывающие емкости двух меньших сосудов, имеют общий делитель, это сделать не удастся.

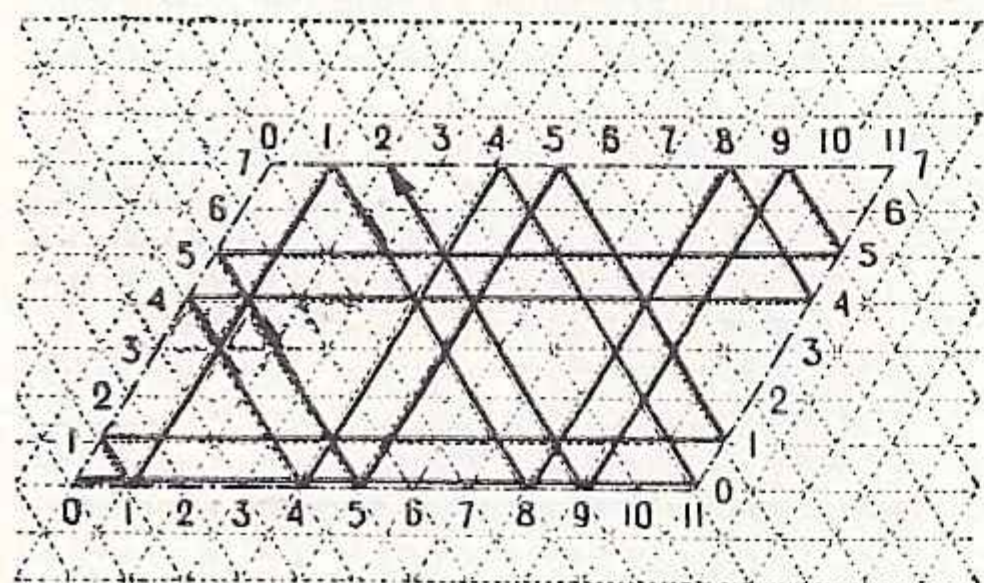


Рис. 1.

вать количеству литров воды в 11-литровом сосуде, вдоль другой — в 7-литровом.

Начерченный параллелограмм — бильярдный стол. (Он стоит, конечно, горизонтально.) Поместим бильярдный шар в нижний левый угол стола, в точку, которая означает, что оба сосуда пусты, и запустим шар изо всех сил вдоль борта бильярда вправо. Шар ударится в правый нижний угол (точка 11). Это будет означать, что 11-литровый сосуд наполнен, а 7-литровый остается пустым. Дальше шар движется по биссектрисе угла и ударяется в верхний борт в точке с координатами 4 и 7. Значит, повинувшись шару, надо наполнить доверху 7-литровый

