

Ф. ЗИГЕЛЬ ХВОСТАТЫЕ ЗВЕЗДЫ

Ф. ЗИГЕЛЬ  
★  
ХВОСТАТЫЕ  
ЗВЕЗДЫ



МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ ☆ 1948



Ф. ЗИГЕЛЬ



# ХВОСТАТЫЕ ЗВЕЗДЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦК ВЛКСМ  
~ МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ ~

1948



Scan AAW

Редактор В. Сапарин  
Худож. ред. С. Иодлович  
Техн. ред. Э. Мазарова


---

Подписано к печати 19/I 1948 г.	А00660.	Печ. л. 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> (7,3 уч.-изд. л.)
Формат 70×105 <sup>1</sup> / <sub>32</sub> .	Тираж 50.000.	Заказ 1748. Цена 4 руб.

---

Типография «Красное знамя» изд-ва ЦК ВЛКСМ  
«Молодая гвардия», Москва, Суцеская, 21.

## *ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ*

 стремительно мчишься на автомобиле по шоссе, а мимо, шелестя шинами, проносятся встречные машины. А что, если налетишь со всего хода на встречный автомобиль?

Водитель, сидящий за рулем машины, не боится столкновения: если шоссе узкое, он при встрече замедляет ход автомобиля и берет немного в сторону.

Все мы живем на гигантском земном шаре, который со скоростью 30 километров в секунду несется вокруг Солнца. Не в нашей власти изменить скорость или направление этого движения. Не грозит ли нам катастрофа, подобная автомобильной? Не налетит ли наша Земля на какое-нибудь другое небесное тело?


Еще в давние времена существовали суеверные страхи о «кончине мира», о гибели нашей Земли. И тем не менее наша Земля остается целой и невредимой.



Любопытней всего то, что те читатели этой книги, которые старше 37 лет, уже однажды в жизни пережили «мировую катастрофу». Это было 19 мая 1910 года. В этот день наша Земля столкнулась с одним из удивительных небесных тел — знаменитой кометой Галлея. Эта хвостатая звезда налетела на нашу Землю, и... ничего не произошло. В чем же дело?

Если вас интересует ответ на этот вопрос и на другие вопросы, связанные с кометами, вооружитесь терпением и прочтите эту книжку до конца. В ней вы найдете подробный рассказ о загадочных хвостатых звездах — кометах, которые в продолжение многих веков пугали суеверных людей и природа которых разгадана современной наукой.

## *В ГЛУБИНЕ ВЕКОВ*

уровой деспотической монархией, возглавляемой императорами, которые называли себя «сынами неба» или богдыханами, был несколько тысячелетий тому назад Китай.

Огромная Китайская империя казалась ее обитателям средоточием всей вселенной. Древние китайцы были убеждены, что и небо — это обширное государство, построенное по типу их империи. Созвездия считались небесными провинциями, а правителями в них были блуждающие светила, которые мы сейчас называем планетами. У каждого «правителя» были «министры» — это постоянные яркие звезды. Между небесными провинциями поддерживалось

даже сообщение посредством особых гонцов. Небесными гонцами древние китайцы считали те «хвостатые звезды», которые изредка появлялись на небе и медленно передвигались в течение нескольких недель, а иногда и месяцев, среди обычных звезд, а потом неизвестно куда исчезали.

Почему же «хвостатые звезды» только иногда появлялись на небе? Да потому, ответил бы нам древний китаец, что только тогда, когда в небесных провинциях возникают беспорядки, планеты направляют туда своих «гонцов».

Китайцы твердо верили в то, что все, происходящее на небе, является предзнаменованием для земных событий, а потому весьма аккуратно отмечали и описывали каждое появление яркой кометы.

До наших дней дошла древнейшая запись одной китайской летописи, относящейся к 2296 году до нашей эры. В ней говорится, что во время правления китайского императора Яо и незадолго до рождения будущего императора Та-Ю, основателя династии Хиа, его мать видела странствующее хвостатое светило. С тех пор китайские летописи регулярно рассказывают о появлении всех ярких комет. В этих рассказах обычно не только приводится время появления кометы, но и описывается путь ее по небу среди звезд. Мы потом увидим, как помогли этим древние китайцы современным астрономам.

Прошло много веков, и в далекой от Китая Элладѣ, стране Гомера и Праксителя, в 384 году до нашей эры родился человек, который создал учение о системе мира, в своих основных чертах общепринятое затем в течение многих веков. Это был знаменитый древнегреческий философ Аристотель. Его

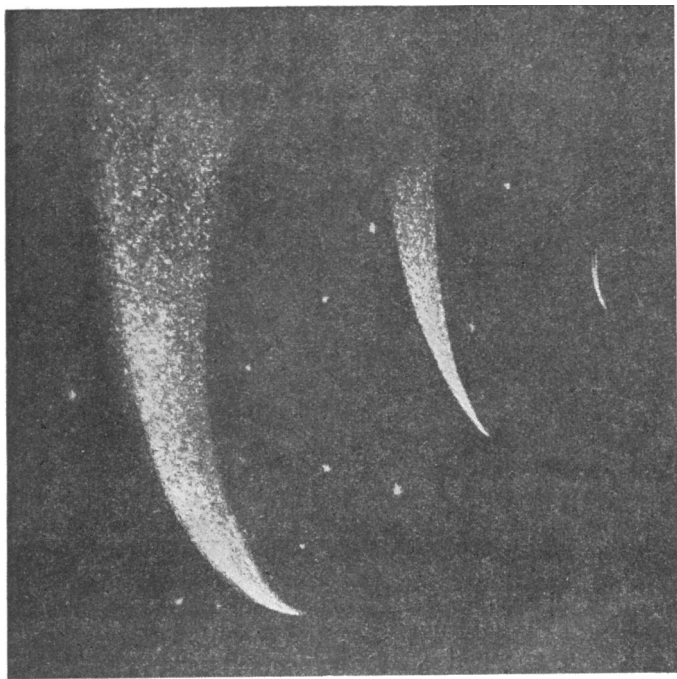
слава как ученого была настолько велика, что македонский царь Филипп взял его на службу в качестве воспитателя своего сына, будущего полководца Александра Македонского.

Аристотель утверждал, что наша Земля шар и этот шар является центром всей вселенной. Он полагал, что все небесные светила прикреплены к особым твердым хрустальным сферам, которые кружатся вокруг нашей Земли. Для каждой планеты существует своя хрустальная сфера. Дальше всех от Земли расположена сфера неподвижных звезд. Все небесные светила, состоящие якобы из особого вещества, не похожего ни на что земное, кружатся вокруг Земли по окружностям, которые представляют собой, по мнению философа, особые совершенные кривые линии, вполне достойные того, чтобы по ним двигались эти светила.

Аристотелю не были известны записи древних китайцев о кометах, но за свою долгую жизнь он сам наблюдал несколько комет и не раз задумывался над происхождением этих загадочных хвостатых звезд.

Вряд ли они очень далеки от Земли, полагал он, так как, приближаясь к ней, они должны были бы пробиваться через хрустальные планетные сферы, а это невозможно. Значит, кометы ближе к Земле, чем планеты, Солнце и даже Луна. Скорее всего, решил философ, кометы — это какие-то облака вредных испарений, которые сгорают в воздухе, окружающем Землю.

Шли века, а природа комет оставалась загадкой. Необычный вид этих светил, их внезапные появления



*Три положения одной и той же кометы среди звезд. Видно, как комета, по мере приближения к Солнцу, меняет свою форму и размеры.*

и исчезновения возбуждали фантазию и порождали суеверные страхи.

За 43 года до начала нашей эры на небе засияла большая комета. Она имела такой величественный и зловещий вид, что древние римляне уверовали,

будто эта комета — душа недавно убитого полководца и императора Юлия Цезаря, путешествующая в небесных просторах.

Прошло несколько десятилетий, и на императорском троне древнего Рима утвердился Нерон, снижавший себе славу жестокого и неумного правителя. Воспитателем будущего владыки Рима был знаменитый философ Сенека. Он весьма интересовался взглядами древних греков, и сам не раз перечитывал сочинения Аристотеля. Сенека не только не разделял страхов и суеверий, свойственных его современникам, которые боялись комет, но в конце концов после долгих раздумий убедился, что и великий Аристотель был неправ.

«В самом деле,— писал Сенека,— кометы появляются на небе повсюду, но они не потухают, не сгорают в воздухе, как думал Аристотель, а удаляются от Земли. Надо было бы иметь список всех комет, потому что редкость их появления не позволяет удостовериться в том, не возвращаются ли они опять и каков их путь».

И Сенека начал разыскивать в рукописях древних авторов различные сведения о ранее появлявшихся кометах. Разумеется, получить китайские летописи он не мог, потому что связи между Китаем и Европой в те времена почти не было. В распоряжении Сенеки оказались только скудные сведения европейских и некоторых ближневосточных историков. Поэтому удалось установить факты появления лишь немногих ярких комет. Найденные записи содержали часто только образное описание кометы, но в некоторых приводились любопытные фактические данные. Так, Сенека переписал к себе в рукопись

запись неизвестного наблюдателя о комете 146 года до нашей эры. «Эта ужасная комета была красной, как огонь, и освещала сумрак ночи».

А всего через двенадцать дней еще более грандиозная комета засияла на небе. «Она была, — записано у Сенеки, — ярка, как Солнце, и хвост ее был так длинен, что ей надо было 4 часа, чтобы взойти или зайти совсем. Занимала она четверть неба и видна была 2 месяца».

Сенеке так и не удалось установить, возвращаются ли кометы к Земле по несколько раз и по каким путям они движутся. Для этого у него было собрано слишком мало данных.

Работы ученого и мыслителя оборвала преждевременная смерть. Полубезумный Нерон, опасавшийся заговоров, обвинил Сенеку в связях со своими врагами. По приказу Нерона Сенека сам избрал для себя наименее мучительную смерть: погруженный в теплую ароматную ванну, он вскрыл себе вены.

Незадолго до своей смерти он записал в дневнике: «Настанет день, когда явится человек, который покажет, в какой части неба блуждают кометы, почему они так резко различаются от планет, и определит их природу. Несомненно, что на долю наших потомков останется большая часть истин, еще не открытых».

В год смерти Сенеки, в 66 году нашей эры, на небе в созвездии Козерога появилась яркая комета, с которой мы потом еще не раз встретимся.

Через два года после смерти Сенеки возмущенные римские легионы провозгласили нового императора, а Нерон, бежавший из императорского

дворца в женском платье, принужден был всадить кинжал себе в горло.

В это время шла кровавая иудейская война, продолжавшаяся уже два года. Римские войска, возглавляемые любимым полководцем Нерона Веспасианом Флавием, занимали один за другим маленькие иудейские города, заливая кровью равнины и холмы тогдашней Палестины. Веспасиан уже готовился осадить столицу еврейского государства — Иерусалим, но известие о перевороте в Риме побудило его заняться личными делами. Менее чем через год Веспасиан вторгся в Рим и объявил себя императором. Весною 70 года сын Веспасиана, Тит Флавий, начал жестокую осаду Иерусалима, а на небе засияла новая ослепительно яркая комета. Римский историк Плиний писал, что на нее с трудом можно было смотреть, ибо в ней заметно было «изображение божие в человеческом виде».

При войсках Тита находился талантливый еврейский писатель и историк Иосиф Флавий. Он с ужасом наблюдал, как комета, грозившая, по его мнению, гибелью Иерусалиму, освещала кроваво-красным светом иерусалимские холмы. Особенно злобшей казалась эта комета несчастным осажденным, голод которых дошел до крайней степени.

Вскоре комета исчезла, а Иерусалим пал. Когда Тит с триумфом вернулся в Рим и сообщил своему отцу о содействии кометы в осаде Иерусалима, этот грубый и простой солдат с трезвым умом посмеялся над суеверием своего сына.

Через девять лет, в 79 году, Веспасиан заболел тяжелой болезнью. В этот год на небе снова появилась косматая звезда. Заметив однажды, что врачи

со страхом втихомолку поговаривают в его присутствии о комете, больной Веспасиан обратился к ним со следующими словами: «Вы волнуетесь за меня напрасно. Эта волосатая звезда смотрит не на меня, она угрожает скорее царю Парфянскому, потому что он с волосами, а я лысый».

## *ОТ ПТОЛОМЕЯ ДО КОПЕРНИКА*

**П**рошло несколько десятилетий после описанных в предыдущей главе событий.

На южном побережье Средиземного моря, в земле египетских фараонов, широко разросся город Александрия, основанный еще Александром Македонским. Здесь находилась знаменитая Александрийская библиотека — научный центр тогдашнего мира. В этой библиотеке не только хранились ценнейшие рукописи, но она объединяла в своих стенах знаменитую александрийскую школу ученых и философов.

Одним из этих ученых и был Клавдий Птоломей. Он был не только отличным астрономом-наблюдателем своего времени, но и мыслителем, прекрасно знакомым с сочинениями Аристотеля и других древних философов. Во времена Птолемея уже стало ясно, что объяснение движения планет, данное Аристотелем, не согласовывалось с действительностью. Наблюдения показывали, что планеты двигаются по небу очень сложными путями. Они не передвигаются все время в одном направлении, а часто останавливаются, даже поворачивают на-



зад, а потом снова движутся вперед, описывая на небе какие-то загадочные петли. Если бы планеты были прикреплены к хрустальным сферам, как учил Аристотель, то, конечно, их движение было бы гораздо проще.

Много лет потратил Клавдий Птоломей, чтобы ответить на вопрос, почему так двигаются планеты. Иногда, вспоминая прочитанное в древних рукописях, он как будто начинал соглашаться с мнением Аристарха Самосского, за полтысячелетие до него утверждавшего, что наша Земля движется вокруг Солнца. Это учение было необычайно смелым в те времена: недаром современники Аристарха обвинили его в безбожии и вынудили бежать из Афин.

Но если Земля движется, то почему же мы этого не замечаем? И Птоломей записывает в своем дневнике: «Легче, кажется, двигать самые планеты, чем постичь их движение».

Птоломею, наконец, удалось объяснить движение планет, как ему казалось, удовлетворительным образом. «Пусть,— рассуждал он,— хрустальные сферы на самом деле не существуют, а планеты, ни к чему не прикрепленные, движутся вокруг нашей Земли. Это движение кажется нам сложным потому, что сама планета кружится по маленькому кружку—эпициклу, а центр эпицикла обращается вокруг Земли по большому кругу—деференту. Тогда, если плоскости этих кругов не совпадают, нам с Земли будет неизбежно казаться, что планеты идут то назад, то вперед, описывая на небе петли».

Птоломей подсчитал размеры эпициклов и деферентов для каждой планеты и на основе своих рас-

четов сумел даже предсказать наперед путь планет по небу.

Вычисления при этом получились очень сложные и утомительные. Но Птоломей писал в одной из своих книг: «Нас не должна устрашать многосложность гипотез или трудность вычислений, а мы должны единственно заботиться о том, чтобы, по возможности, удовлетворительно объяснить явления природы. Да и зачем удивляться сложному движению небесных тел, если самая сущность их вовсе неизвестна?»

Сам Птоломей не считал, что его гипотеза окончательна и вполне соответствует действительности. Она лишь сравнительно хорошо объясняла наблюдаемые факты. Свою знаменитую теорию эпициклов и деферентов он опубликовал в обширном сочинении под названием «Великое построение».

В этой работе Птоломей объединил все теории и наблюдения своих предшественников. Интересно, что в 13 книгах, составивших это сочинение, почти ни слова не говорится о кометах. Объясняется это тем, что Птоломей был согласен с мнением Аристотеля о земной природе этих светил и не считал их небесными телами.

При жизни Птолемея, в 141 году, появлялась яркая комета, но в Европе она была плохо видна; только в Китае ее путь на небе был подробно зарегистрирован.

После смерти Птолемея астрономия пришла в упадок. Вскоре наступила мрачная эпоха средневековья, когда всякое свободное движение человеческой мысли подавлялось церковными мракобесами. На смену древней астрономии пришла астрология —

лженаука, утверждавшая, что небесные светила влияют на судьбы людей. Астрологи уверяли, что по расположению планет на небе в момент рождения каждого человека можно узнать его дальнейшую судьбу. Считалось, что небесные светила, «под знаком» которых родился человек, оказывают решающее влияние не только на его судьбу, но даже на внешний облик и характер. Так, например, под «покровительством» планеты Марса будто бы рождались военные, убийцы, медики, парикмахеры, мясники, пожарные и повара. Объяснялось это странное сочетание профессий тем, что Марс у древних римлян считался богом войны, и поэтому под его покровительством, по мнению астрологов, могли рождаться только люди, в своей дальнейшей жизни имеющие отношение к крови, огню или колющим и режущим предметам.

В соответствии с подобными взглядами и кометы в древности были не предметом изучения, а лишь причиной панического страха. При появлении кометы ожидали различных бедствий.

Когда в 400 году над Константинополем засияла яркая комета, она, по мнению древнего историка Сократа, могла предвещать только гибель этому великому городу. Впрочем, как известно, комета «ошиблась» больше чем на тысячелетие.

Спустя полвека полчища гуннов, возглавляемые Аттилою, именовавшим себя «бичом Божиим», вторглись во Францию и подвергли разгрому древние города северной части этой страны. Положение римских войск, противостоящих Аттиле и возглавляемых Аэцием, казалось многим безнадежным. Но благодаря искусству полководца и организо-

ванным действиям римлян, войска Аэция нанесли все же поражение варварам в битве на Марне. В это время на небе появилась грозная хвостатая звезда, и многие римские солдаты приписывали «чудо» победы именно ей, а не собственным усилиям. Это произошло в 451 году, а когда в 590 году в Европе распространилась эпидемия чумы, никто не сомневался, что именно комета, появившаяся в тот год, принесла эту чуму.

Придворные астрологи уверяли, что появление комет предшествует важным событиям в жизни коронованных особ. В 831 году, в царствование французского короля Людовика Благочестивого, на небе появилась яркая комета. Неизвестный летописец сообщает, что «в середине пасхальной недели на небе появилось знамение, всегда пагубное и предвозвещающее несчастье». Король был очень внимателен к подобного рода предсказаниям. Он не сомневался, что именно ему комета угрожает бедствиями. Король посоветовался с епископами; те ответили, что король должен еще больше молиться, основывать монастыри и строить церкви. Напуганный король все это сделал, но тем не менее через три года умер, что, разумеется, только подтвердило в глазах суеверных современников влияние кометы на судьбы коронованных особ.

В 1066 году появилась еще одна яркая комета. Она навела страх на другого короля — Гарольда II английского. В этом году нормандский герцог Вильгельм Завоеватель со своими войсками переплыл Ламанш и вторгся на территорию Англии. Король англо-саксов Гарольд тоже пытался молиться и жертвовать на пользу церкви, но это не

произвело никакого впечатления ни на комету, ни на норманнов: в битве при Гастингсе англо-саксы, вооруженные каменными топорами, были разбиты, а Гарольд убит.

В это время в русской земле жил знаменитый летописец Нестор. Он также наблюдал эту яркую комету. В летописи Нестора, дошедшей до наших дней, сохранилась следующая запись: «В сии же времена бысть знамение на западе, звезда превелика, лучи имуща аки кровавы, восходяща с вечера по заходе солнечнем и пребысть за 7 дний; се же появляша не на добро; посем бо быша усобице много и нашествие поганых (половцев) на Русьскую землю; си бо звезда бе аки кровава, проявляющи кровопролитие».

Таким образом, одной и той же комете приписывались совершенно различные военные «заслуги». Никто в те времена не думал заниматься научным изучением комет. Люди заботились лишь о том, чтобы бедствия, которые якобы приносят кометы, не коснулись их.

Так проходили века.

Наконец наступил XV век, принесший освобождение от господствовавшего до сих пор антинаучного церковного мракобесия. К этому времени торговые сношения между отдельными странами расширились. Наступила эпоха великих географических открытий, приведшая к ломке средневекового мировоззрения и созданию новых, смелых научных теорий.

В один из весенних дней 1473 года в маленьком городке Торне, расположенном на территории современной Калининградской области, родился человек,



*Наблюдение кометы в древней Руси.*

которому суждено было разрушить древние системы мира Аристотеля и Птолемея и создать новое, смелое учение о вселенной. Этого человека, сына местного булочника, поляка по национальности, звали Николаем Коперником. Его жизнь не блещет внешне увлекательными, захватывающими событиями. Рано потеряв отца, он был взят на воспитание своим именитым дядей-епископом. Окончив Краковский университет, 23-летний Коперник отправился в Италию, где в те времена можно было сравнительно легче познакомиться с научной литературой.

Глубокие познания и проницательный ум молчаливого астронома обратили на себя внимание

ученых. Вскоре после возвращения из Рима Копернику предложили почетное место профессора. Однако он отказался от этого завидного предложения и удалился во владения своего дяди — город Франценбург. Здесь и протекла дальнейшая жизнь Коперника. Третью столетия неустанно работал он, изучая манускрипты древних и современных ему астрономов и тихими звездными ночами наблюдая движение небесных светил на одной из башен замка, превращенной им в обсерваторию.

Еще во времена обучения в университете Копернику казалась странной и нелепо-громоздкой древняя система Птолемея с ее эпициклами и деферентами. Ему вспоминались при этом слова злополучного кастильского короля Альфонса X, который в 1250 году на астрономическом конгрессе в Толедо, после долгих споров присутствующих там астрономов об эпициклах и деферентах, заявил, что, «если бы он присутствовал при творении мира, то посоветовал бы богу создать мир попроще». Высказывать такие мысли в те времена было небезопасно — за «богохульство» инквизиция лишила Альфонса короны.

Однако Птоломей был все-таки неправ. Его необычайно сложная система не объясняла полностью наблюдаемые движения планет. И Коперник долгие годы искал более правильного объяснения устройства нашего мира.

В конце концов тщательные теоретические исследования и непосредственные наблюдения привели Коперника к выводу, что наша Земля — вовсе не центр мира, как думали древние и как учила католическая церковь. Земля — это одна из планет, которые кружатся вокруг Солнца.



*Николай Коперник, великий славянский ученый, основоположник учения о движении Земли вокруг Солнца.*



Теперь можно было просто объяснить загадочные петлеобразные движения планет. Ведь мы наблюдаем их движения с движущейся Земли, а потому они то обгоняют нас, то отстают, как это бывает с пешеходами на улице. Коперник попробовал вычислить, каким должно представляться движение планет по небу для наблюдателя, находящегося на движущейся Земле, и сравнил полученные теоретические результаты с фактами, известными из наблюдений. Совпадение оказалось поразительное.

Коперник долгое время не решался опубликовать свои работы. Только под конец жизни по настоянию друзей Коперник решился, наконец, сообщить миру о сделанном открытии. В марте 1543 года умирающему Копернику вручили первый экземпляр только что вышедшей книги. Слабеющими руками он взял эту книгу — плод всей жизни — и на обложке прочитал: «Шесть книг об обращении небесных миров Николая Коперника из Торна».

Через несколько дней этого великого реформатора науки уже не стало. Но его учение, распространяемое друзьями и учениками, завоевало весь мир.

## ТАЙНЫ «НЕБЕСНОГО ЗАМКА»

**И**нтерес жителей небольшого островка Гвен, расположенного недалеко от берегов Дании, привлекал богатый замок, выстроенный в центральной части острова. Через высокую ограду роскошного сада, окружающего замок, можно было рассмотреть причудливые

башни и переходы, соединявшие отдельные части замка, так непохожего на убогие жилища окрестных жителей.

Рассказывали, что владелец замка — вельможа, которого иногда можно было встретить в карете, выезжающей из ворот замка, — очень учен, и что замок построен специально для того, чтобы он мог заниматься здесь своей любимой наукой. Сам же хозяин называл свое обиталище «небесным замком» или Ураниенбургом.

Любопытство жителей этого маленького островка еще более возросло, когда они узнали от служителей замка, что их господин не спит по ночам, как прочие люди, а разглядывает небо через какие-то сложные приспособления. Говорили также, что будто бы в юности у него была небольшая история, окончившаяся дуэлью, во время которой вельможе отсекли кончик носа, и с тех пор нос у него не настоящий, а серебряный.

Все эти рассказы соответствовали действительности. Но не будем их больше слушать, а переступим сами порог таинственного замка и познакомимся с его владельцем. Имя этого человека — Тихо Браге. Он приобрел себе славу как искусный наблюдатель небесных светил. Его замок представлял собой астрономическую обсерваторию. В Ураниенбурге можно было встретить лучшие по тем временам угломерные инструменты. Эти инструменты, так называемые квадранты, позволяли с большой точностью определять угловые расстояния между различными точками на небосводе. Этими инструментами Браге пользовался, чтобы определять местоположение различных светил на небе.

В описываемый год на небе появилась одна из наиболее блестящих комет, когда-либо наблюдавшихся человечеством. Вечером 13 ноября, когда солнце еще не спустилось за горизонт, Тихо Браге заметил в лучах вечерней зари необычайно яркую хвостатую звезду. Отныне он каждый вечер, если небо не было затянуто тучами, тщательно наблюдал эту интересную комету.

Когда-то в молодости Тихо читал Аристотеля и верил, что кометы — это испарения, горящие в земной атмосфере. Вместе с Аристотелем он считал, что кометами должны заниматься не астрономы, а метеорологи. Но потом Тихо разуверился в этих взглядах.

В одной из библиотек он натолкнулся на сочинение, в котором рассказывалось о наблюдении яркой кометы, появившейся в 1531 году. Наблюдая расположение хвоста этой кометы по отношению к Солнцу, очевидцы обнаружили любопытнейшую вещь: где бы комета на небе ни находилась, ее хвост оказывался всегда направленным в сторону, противоположную Солнцу. Отчего это происходит, автор сочинения не мог объяснить. Он писал, правда, что, может быть, хвост кометы — это что-то вроде тени, а потому он и направлен от Солнца, но высказывал это предположение очень неуверенно.

Как бы там ни было, но из этих наблюдений одно было несомненным: кометы связаны не с Землей, а с Солнцем. Тихо Браге был теперь убежден, что прав не Аристотель, а Сенека, считавший кометы небесными телами.

Как, однако, это доказать? Проще всего измерить расстояние до кометы. Если оно окажется больше,

чем расстояние до Луны, значит кометы находятся не в земной атмосфере, а далеко за ее пределами, в мире планет и других небесных тел.

Однако задача была не такой уж простой. За 105 лет до этого один астроном пробовал определить расстояние до кометы, но его попытка не увенчалась успехом. Правда, измерительные инструменты того времени были очень грубы.

Тихо Браге нашел остроумный способ для решения поставленной задачи. Надо из двух каких-нибудь городов на Земле определить положение кометы на небе среди звезд. Так как звезды чрезвычайно далеки от Земли, то комета в том случае, если она близка к Земле, будет видна из двух городов в различных местах на фоне далеких звезд. Определив из наблюдений угол кажущегося смещения кометы среди звезд и зная расстояние между городами, можно легко вычислить и расстояние до нее.

Тихо Браге так и сделал. Пунктами наблюдения были избраны: Ураниенбург, где положение кометы определял он сам, и Прага, где подобные же измерения проделали другие ученые. Все измерения Браге и его помощники производили с наивозможнейшей тщательностью.

Результаты оказались поразительными. Если бы комета была ближе Луны, то угол, о котором мы говорили, должен был бы достигь значительной величины. Но из наблюдений выяснилось, что этот угол очень мал, почти не отличается от нуля. Это доказывало, что наблюдавшаяся комета находилась от Земли значительно дальше, чем Луна.

С другой стороны, давно было известно, что коме-

ты своей головой и хвостом часто заслоняют звезды. Значит, они ближе звезд.

«Несомненно, — решил Тихо, — кометы — это небесные тела, которые движутся в мире планет».

Так мнение Аристотеля о кометах, господствовавшее около двух тысячелетий, было навсегда опровергнуто. Кометы — это небесные тела.

## ЗАКОНОДАТЕЛЬ НЕБА

**И**сследователям комет предстояло теперь разгадать загадку движения этих светил. Но эта задача была потруднее первой.

Хотя Коперник выдвинул более совершенную теорию движения планет, эта теория не совсем совпадала с наблюдениями. Чем объяснялись эти расхождения, никто не знал. Движения планет не были еще полностью разгаданы. Тем более непонятными казались движения комет, которые совершенно неожиданно появлялись на небе и каждый раз чертили свой путь по-разному.

В конце шестнадцатого века Тихо Браге был вынужден расстаться с Ураниенбургом и покинуть Данию. Он переселился в Германию, а впоследствии переехал в Прагу.

В небольшом замке, расположенном в двадцати милях от Праги, Тихо Браге продолжал наблюдения, начатые в Дании. В его новой обсерватории часто теперь можно было видеть бледнолицего худощавого человека. Это был новый помощник Тихо Браге, недавно приглашенный им из Граца, по имени Иоганн Кеплер.

После смерти Тихо Браге, последовавшей в 1601 году, в наследство Кеплеру достались многочисленные наблюдения его учителя над движением планет. Точность этих наблюдений была очень высока, и Кеплер на основании их решил попытаться разгадать тайну движения планет. В самом деле, почему планеты движутся на небе не совсем так, как следует по теории Коперника? Несомненно, что в основном Коперник прав: наша Земля — одна из планет, кружащихся вокруг Солнца. Но по каким путям движутся планеты?

Коперник под влиянием Аристотеля считал, что планеты должны двигаться по «совершенным кривым», то есть по кругам. Но так ли это? Ведь в вопросе о кометах Аристотель оказался неправ. И Кеплер все больше думал над вопросом: по каким же кривым движутся планеты?

Из наблюдений Тихо самыми лучшими были те, которые касались движения Марса. И Кеплер начал подбирать форму кривой, по которой должна была бы двигаться эта планета вокруг Солнца, чтобы теория не расходилась с наблюдениями.

Избрав какую-нибудь наиболее вероятную, по его мнению, кривую, Кеплер проделывал долгие теоретические вычисления пути планеты среди звезд. Затем он сравнивал полученные результаты с практическими наблюдениями. Вычисление каждого стельного положения планеты на звездном небе занимало около десяти страниц, а чтобы проверить орбиту планеты, он должен был проделывать подобные вычисления по 70 раз!

Кеплер пробовал считать орбиту Марса овалом, сложной яйцеобразной кривой, но ничего не получа-

лось! Наконец, после того как были перепробованы разные кривые, дошла очередь до эллипса, — и тогда наблюдения совпали с теорией.

Кеплер много раз проверял свои вычисления, пока не убедился, что открыл, наконец, подлинную форму планетных путей. Эллипс — известная еще древним математикам кривая. Начертить ее очень просто: нужно взять две булавки, связанные свободно провисающей ниткой, воткнуть их в лист бумаги и вести карандашом, натягивая нитку, — карандаш опишет эллипс.

Где же помещается Солнце внутри этой орбиты? В центре эллипса? Нет, такое предположение расходилось с наблюдениями. Но у эллипса, в отличие от круга, есть еще две замечательные точки — его фокусы. Это те самые точки, в которые втыкают булавки при вычерчивании эллипса. И Кеплер пришел к формулировке своего первого закона движения планет: «Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которых находится Солнце».

Оказалось, правда, что эллипсы эти очень мало вытянуты и сильно напоминают круги, а фокусы их очень близки к центру. Но тем не менее открытие Кеплера было исключительно важным.

Вскоре Кеплер открыл другой замечательный закон. Оказалось, что планеты обращаются вокруг Солнца неравномерно: вблизи Солнца они движутся быстрее, а вдали от него — медленнее. А ведь Аристотель учил, что планеты кружатся вокруг Земли равномерно! Еще один ошибочный взгляд был опровергнут.

Труднее всего было установить, есть ли связь, и какая, между расстояниями планет от Солнца и их



*Иоганн Кеплер, открывший законы движения планет.*



периодами обращения. После долгой работы Кеплер решил и эту задачу, сформулировав свой третий и последний закон: «Квадраты времени обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы их средних расстояний от Солнца».

Итак, загадка движения планет была разгадана. Новые наблюдения приносили лишь подтверждение замечательных законов Кеплера. Недаром его впоследствии прозвали «законодателем неба».

Однако, казалось, не все небесные тела захотели подчиняться этим законам.

16 сентября 1607 года Кеплер прогуливался по улицам Праги. Наступил ясный осенний вечер, и Кеплер, стоя на мосту, любовался фейерверком, устроенным в одном из пражских садов. Внезапно его внимание привлекла небольшая хвостатая звезда, сиявшая недалеко от ковшика Большой Медведицы. Это была комета.

В продолжение 41 дня Кеплер наблюдал эту туманную звезду, которая широко раскинула по небу свой пышный хвост, а затем уменьшилась в размерах и скрылась из глаз.


Вновь возникли споры об истинной природе комет и законе их движения. Кеплер, вопреки своему учителю Тихо Браге, считал, что кометы движутся совсем не так, как планеты. Пути комет, говорил Кеплер, — это прямые линии. Он считал, что кометы, двигаясь по таким прямым в одном направлении, проходят вблизи нашей Земли, чтобы затем никогда не вернуться. Сравнительная частота появления комет навела Кеплера на мысль, что комет в мировом пространстве столько же, по всей вероятности, сколько рыб в океане.

Из чего состоят кометы? Свои предположения на этот счет Кеплер изложил в следующем виде.

«Светила эти, — писал он, — не вечны, как полагал Сенека, но они состоят из небесного вещества. Вещество это не всегда чисто и представляет собою свернувшуюся в клубок ту непрозрачную мглу, которая затмевает иногда блеск Солнца и Луны. Таким образом, необходимо, чтобы эфир по временам очищался от этого вещества, извергая его из себя. Это совершается посредством особой животной или жизненной силы, присущей эфиру. Такого рода грязная материя скучивается и принимает округлый вид, образуя голову кометы. Солнечные лучи, падая на нее и проникая через ее толщу, вновь преобразуют ее в тончайшее вещество эфира и, выходя из нее, образуют по другую сторону ту светлую полосу, которую мы называем кометным хвостом. Таким образом, комета, выбрасывая из себя хвост, тем самым разрушает себя и уничтожается».

Прав ли был великий законодатель неба или неправ, мы увидим из дальнейшего.

### «ДАЛЕКОЕ СТАЛО БЛИЗКИМ»

 то время как Кеплер обдумывал результаты своих наблюдений над кометой 1607 года, в Венеции жил ученый, уже прославившийся своими наблюдениями небесных светил,—Галилео Галилей. Он был первым, кто использовал для астрономических целей изобретен-

ную в то время зрительную трубу. Он усовершенствовал этот прибор, предназначавшийся его изобретателями для рассматривания наземных предметов. Первая построенная им труба увеличивала всего в три раза, но скоро Галилею удалось построить трубу, дающую увеличение в 30 раз. Эта труба не своему устройству напоминала современный театральный бинокль. В ней переднее стекло, называемое объективом, было двояковыпуклое, а стекло, обращаемое к глазу, окуляр, двояковогнутое.

Галилей построил свою трубу, чтобы посмотреть на загадочные небесные светила и узнать их действительную природу. В одну из темных ночей 1609 года Галилей с волнением направил свой первый в мире телескоп на звездное небо, и его взору представилось то, чего никогда еще не видел ни один человеческий глаз. Куда бы ученый ни направлял свой телескоп, всюду он видел множество слабеньких звездочек, совершенно недоступных невооруженному глазу. Когда же Галилей посмотрел в свой телескоп на Млечный путь, оказалось, что эта беловатая полоса, опоясывающая все небо, состоит из неисчислимого множества слабо светящихся звездочек.

Галилей был поражен. Он открыл то, о чем лишь догадывались немногие: Млечный путь — это колоссальное скопище звезд.

С этого вечера каждую ясную ночь Галилей посвящал наблюдениям различных светил. Все новые и новые поразительные картины раскрывались перед его глазами. Он увидел на Луне многочис-

ленные неровности, которые, несомненно, были лунными горами.

На Солнце в телескоп были видны какие-то черные пятна. Древние были явно неправы, считая, что Солнце сделано из какого-то особого, чистого, «небесного» вещества. Вскоре Галилей обнаружил, что пятна меняют свое расположение по отношению к краю диска Солнца. Значит эти пятна, заключил Галилей, находятся на поверхности Солнца, а движутся они потому, что Солнце вращается вокруг своей оси, как наша Земля.

Планета Венера при наблюдении в телескоп оказалась похожей на маленькую Луну: она была видна то узким серпиком, то полукругом. Но это можно было объяснить только тем, что Венера — темный шар, подобный Земле, и при ее движении вокруг Солнца мы наблюдаем с Земли лишь ее половину, освещенную по-разному.

Галилей и до того был убежденным сторонником учения Коперника, а теперь он собственными глазами убедился, что этот великий ученый был прав.

Однако самое поразительное доказательство правильности учения Коперника было обнаружено Галилеем во время наблюдения планеты Юпитер. Оказалось, что в телескоп Юпитер имеет вид крошечного кружочка, около которого находятся какие-то четыре маленькие звездочки. Галилей следил за ними в продолжение многих ночей и убедился, что эти звездочки кружатся вокруг Юпитера. Это, несомненно, были луны Юпитера, которые, наподобие нашей Луны, обращались вокруг этой планеты. Спутники Юпитера кружились вокруг него совер-

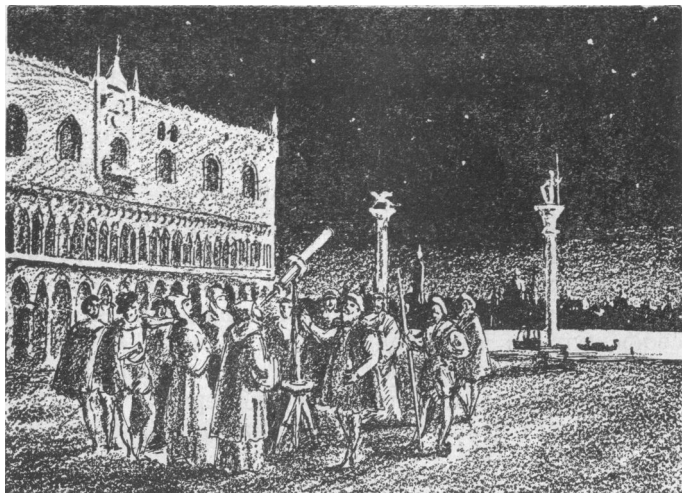
шенно так же, как, по учению Коперника, планеты совершают свой путь вокруг Солнца.

Все эти поразительные открытия Галилей описал в своей книжке «Звездный вестник», вышедшей в начале 1610 года. Труд Галилея произвел на его современников потрясающее впечатление. Его открытия совершенно подрывали авторитет Аристотеля и других философов, учивших о принципиальном различии «небесного» и «земного», о чистоте и совершенстве небесных светил и центральном положении нашей Земли в мироздании.

Хотя многие передовые ученые восхищались открытиями Галилея, у защитника учения Коперника нашлись могущественные враги. Князья католической церкви устно и письменно доказывали, что учение Коперника противоречит «священному писанию». А когда Галилей, споря с ними, предложил своим противникам в рясах самим взглянуть на небо в телескоп и убедиться в правильности его открытий, многие из них отказались не только наблюдать, но и дотронуться до телескопа, считая его сатанинским изобретением.

В одном из писем к своему другу Иоганну Кеплеру, Галилей писал: «Посмеемся, мой дорогой Кеплер, великой глупости людской! Что сказать о первых философах здешней гимназии, которые с каким-то упорством аспида, несмотря на тысячекратные приглашения, не хотели даже взглянуть ни на планеты, ни на Луну, ни на телескоп! Поистине, как у того нет ушей, так у этих глаза закрыты для света истины!»

Галилей не только не соглашался с доводами богословов, но и блестяще разбивал все их возраже-



*Галилей показывает в построенный им телескоп небесные светила церковникам, сомневающимся в правильности теории Коперника.*

ния. Тогда 5 марта 1616 года инквизиция объявила учение Коперника ложным и еретическим, а выступавшим в его защиту грозила жестокой расправой.

Инквизиция неотступно преследовала Галилея. Он был уже стар, здоровье его пошатнулось. Несколько лет он избегал вступать в открытый спор со своими противниками. Но вот в 1618 году на небе засияли три кометы. Одна из них имела колоссальный хвост, протянувшийся на полнеба! Появление этих комет породило новые споры.

Галилей придерживался взглядов Кеплера. Счи-

тая кометы небесными телами, он думал, что они движутся в мировом пространстве по прямым линиям и состоят из земных и лунных испарений.

Против него выступил Грасси, иезуит, который считал кометы небесными знамениями. Вскоре спор перешел на общие темы, и Галилею пришлось вновь защищать учение Коперника.

Галилей еще давно задумал написать большую книгу, в которой бы учение Коперника излагалось в форме диалога между двумя учеными, сторонниками старой и новой системы мира. Он выпустил свою книгу в 1632 году под заглавием «Разговор о двух главных системах мира, Птолемеевой и Коперниковой». В ней сторонник Коперника Сальвиати разбивает в пух и прах доводы своего противника Симпличио.

За эту книгу Галилей жестоко поплатился. Его враги убедили римского папу, что под именем Симпличио осмеян сам папа. Книга Галилея была запрещена, а сам он, семидесятилетний больной старик, в кандалах предстал перед судом жестокой римской инквизиции. Угрожая пытками и мучительной смертью, церковники заставили Галилея отречься от учения Коперника. Галилей подписал текст отречения, стоя в позорном рубище на коленях перед собранием судей.

Остаток своих дней ученый провел в ссылке в маленькой вилле Арчетри, близ Флоренции, под надзором инквизиции.

Галилей продолжал работы по изучению падающих и вообще движущихся тел. Особенно интересно одно его открытие, имеющее ближайшее отношение к разгадке формы кометных путей.

«Все знают, — писал в эти дни Галилей, — что брошенные горизонтально тела описывают кривые, но никто не доказал, что эти кривые — параболы. Мы покажем это, и наша работа послужит основанием науки, которую великие умы разработают обширнее».

И Галилей доказал то, что хотел. Эти замечательные работы по механике он описал в последней своей книге — «О двух новых науках», вышедшей в 1638 году.

В этом же году он ослеп, а через несколько лет его не стало.

Открытия Галилея, окончательно утвердившие правоту взглядов Коперника, были оценены по достоинству потомством.

Однако, прежде чем продолжать наш рассказ, объясним, какая кривая называется параболой. Представим себе уже известный нам эллипс. Если через его фокусы провести прямую линию, то эта прямая пересечет эллипс в двух точках, которые называются вершинами эллипса. Теперь представьте себе, что мы один фокус и соответствующую ему вершину оставим на месте, а другую вершину и ближайший к ней фокус будем отодвигать все дальше и дальше. Наш эллипс будет все время вытягиваться. Если мы удалим взятые вершину и фокус на **бесконечное** расстояние, то получится эллипс только с одним фокусом и разомкнутыми ветвями, уходящими в бесконечность.


Полученная кривая называется параболой. Она имеет вершину, фокус и две ветви, расходящиеся в обе стороны от вершины и нигде друг с другом не пересекающиеся. Все эти преобразования можно



провести и более строго с помощью математических формул, но мы постараемся избежать их в нашей книге.

О том, какое отношение парабола имеет к хвостатым звездам, мы узнаем в следующей главе.

## *РАЗГАДКА НАЙДЕНА!*

 пусть год после смерти Галилея, в рождественский вечер 1642 года, в маленькой английской деревушке Вульсторне родился человек, разгадавший тайну кометных путей.

Это был Исаак Ньютон. Родители хотели видеть его фермером, но в маленьком Исааке по окончании школы пробудилась такая жажда знаний, что в конце концов его решили отдать в Кембриджский университет. В стенах этого старейшего английского университета талантливый юноша начал свою научную жизнь.

В 1661 году Ньютон вместе со своими товарищами по университету наблюдал яркую звезду, раскинувшую по небу гигантский хвост. В Европе появление этой кометы вызвало великий страх. Некоторые вельможи, не отличавшиеся чрезмерной скромностью, полагали, что комета появилась для того, чтобы предвозвестить их смерть. Однако, когда врачи, лечившие умирающего кардинала Мазарини, сообщили ему об этом знамении его смерти, искушенный политик с улыбкой ответил, «что комета оказывает ему слишком много чести».

Еще не успокоились толки об этой комете, как через три года, в 1664 году, появилась новая хво-

статая звезда, возбудившая не меньшие страхи. Больше всех взволновался португальский король Альфонс VI. Он решил, что комета грозит ему лишением трона и жизни, а потому, узнав о ее появлении, выбежал на балкон своего дворца, грозил комете и даже стрелял в нее из пистолета.

В России этой же комете приписали иное значение. 18 декабря 1664 года, отслужив заутреню в Успенском соборе в Кремле, московский патриарх Никон узнал об указе царя Алексея Михайловича, по которому ему предписывалось отбыть в заточение в один из монастырей. Никон в простой монашеской рясе и черном клобуке вышел на паперть и, указывая на комету, висевшую низко над горизонтом, обратился к собравшемуся народу: «Разметает убо вас сия метла, явившаяся на небеси хвостатая звезда, иже нарицается комета».

Появление двух ярких комет заставило молодого студента Исаака Ньютона заняться изучением этих загадочных светил.

Книг о кометах было немало, но в них рассказывались чаще всего различные небылицы. Так, например, в одной из таких книг, «О небесных чудовищах», Ньютон прочел следующую запись о комете, появившейся в 1528 году: «Эта комета была настолько ужасна и страшна, она повергла простой народ в такой ужас, что многие умирали от одного только страха, другие же заболели. Она оказалась необыкновенной длины и была кровавого цвета. Над ней было изображение согнутой руки, державшей громадный меч, как будто бы она хотела кого-то поразить. У конца острия блестели три звезды. По обеим сторонам

исходящих из этой кометы лучей виднелось множество окровавленных топоров, ножей и мечей, среди которых заметно было много отрубленных человеческих голов со взъерошенными волосами».

Надо было иметь очень большую фантазию, чтобы увидеть все это в комете, думал Ньютон. Он сопоставлял эти фантазии с высказываниями некоторых мыслителей того времени:

«Да, — писал один из них, — кометы действительно ужасны, но только благодаря нашей собственной глупости. Мы беспричинно создаем себе предметы панического страха и, не довольствуясь действительными бедствиями, присоединяем к ним еще воображаемые».

«Дай бог, — остроумно писал другой ученый, — чтобы причиною войн было лишь разлитие желчи у государей, подогретое какою-нибудь кометой. Искусный врач посредством некоторой дозы ревеня возвратил бы скоро все прелести мира».

Ньютон был убежден, что Галилей и Кеплер во многих своих взглядах на кометы были правы, но ему казалось далеко не очевидным их утверждение, что пути комет — прямые линии. Как же узнать, по каким кривым на самом деле движутся кометы? Ньютон решил эту труднейшую задачу математическим путем.

Ньютона чрезвычайно интересовало, какие силы управляют движением небесных тел. Кеплер сформулировал знаменитые законы движения планет, но почему они двигаются именно так, а не иначе? Не имеет ли сила, управляющая движением планет, отношения к той силе, которая заставляет все тела на Земле падать по направлению к ее центру и которую обычно называют весом?



*Рисунок кометы 1528 года — по старинной книге Амброаза Парэ «О небесных чудовищах».*

И Ньютон пришел к выводу, что сила тяжести, сообщающая вес всем телам на Земле, и сила, заставляющая кружиться Луну вокруг Земли, одна и та же — это сила притяжения самой Земли.

Если бы Земля не притягивала Луну, то Луна

двигалась бы в мировом пространстве прямолинейно и равномерно. Так двигаются все тела, на которые не действуют никакие силы. Притяжение Земли отклоняет Луну от ее возможного прямолинейного пути и заставляет кружиться вокруг Земли по эллипсу.

После этого Ньютон не сомневался, что все планеты кружатся вокруг Солнца по той же причине—на них действует сила тяготения, направленная к Солнцу.

Но это тоже нужно было доказать. Здесь на помощь Ньютону пришел тот новый математический метод вычисления, которой он сам открыл в 1665 году. Это был так называемый «метод флюксий», впоследствии ставший известным под названием дифференциального и интегрального исчисления — основ современной высшей математики.

Применяя этот метод, Ньютон математически доказал, что из законов Кеплера неизбежно вытекает ряд весьма важных следствий. На каждую планету, входящую в солнечную систему, действует сила, направленная к центру Солнца. Она зависит от массы Солнца и данной планеты и их взаимного расстояния. Из первого закона Кеплера следует, что эта сила изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца до планеты.

Впоследствии Ньютон окончательно сформулировал этот открытый им закон всемирного тяготения в таком виде:

«Все тела притягивают друг друга с силой, пропорциональной произведению масс этих тел и обратно пропорциональной квадрату их взаимного расстояния».

Это значит, что если расстояние между двумя телами увеличится, скажем, вдвое, то сила тяготения или притяжения между ними уменьшится вчетверо. Если же массу одного из тел увеличить вдвое, то при том же расстоянии сила притяжения увеличится также вдвое.

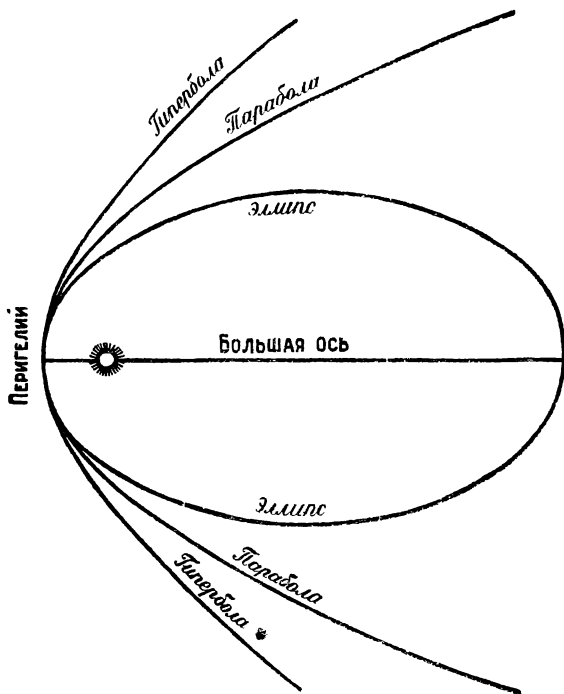
Ньютон не удовлетворился решением этой труднейшей задачи, над которой ломали голову многие ученые. Он поставил и решил обратную задачу. Эта задача может быть сформулирована так: «По какой кривой должно двигаться тело, если на него действует сила, изменяющаяся обратно пропорционально квадрату расстояния?» Иначе говоря, по каким кривым могут двигаться небесные тела, если на них действует сила всемирного тяготения?

Решение этой задачи должно было привести к разгадке кометных путей. Ведь если открытый Ньютоном закон — всеобщий закон природы, то и кометы, как небесные тела, должны ему подчиняться.

Долго вычислял Ньютон, прежде чем получил окончательный результат. Оказалось, что небесные тела могут двигаться только по кривым трех типов: эллипсам, параболам и гиперболам.

Ньютон доказал далее, что все три закона Кеплера являются необходимым следствием открытого им закона всемирного тяготения.

Из этих выводов вытекало, что и кометы должны двигаться либо по эллипсам, либо по параболам, либо по гиперболам. Гиперболой называют кривую, которая напоминает параболу и состоит из простирающихся в бесконечность изогнутых ветвей; по мере удаления ветви все больше выпрямляются.



*Формы кривых, по которым движаются небесные тела.*

Можно считать, что круг и прямая также принадлежат к названному типу кривых. В самом деле, представьте себе, что вы будете сближать два фокуса эллипса. Тогда он все более и более будет походить на круг. А когда оба фокуса совпадут, эллипс превратится в круг. Значит мы можем

считать круг частным случаем эллипса. Представьте себе теперь, что ветви параболы все больше и больше расходятся и парабола становится все более «разогнутой». Тогда мы можем считать прямую частным случаем параболы, то есть считать прямую линию совершенно «разогнутой» параболой.

Почему же одни небесные тела двигаются по эллипсам, другие по параболам, а третьи по гиперболам? Это зависит, как показал Ньютон, от той скорости, с которой небесное тело, попав в поле тяготения, движется в нем, от направления этой скорости и расстояния от данного тела до Солнца или другого центра притяжения.

Из пяти возможных линий Ньютону предстояло выбрать наиболее подходящую для комет. По кругам кометы двигаться не могут, хотя бы уже потому, что тогда их расстояние от Солнца не изменялось бы. Между тем наблюдения с несомненностью показывают, что кометы приближаются и удаляются от Солнца. По прямым кометы также не могут двигаться, и в этом отношении и Галилей и Кеплер ошибались. Будь они правы, все кометы попадали бы на Солнце, потому что эти прямые проходили бы через его центр.

Не могут двигаться кометы и по слабо вытянутым эллипсам, так как в этом случае они часто возвращались бы к Солнцу, между тем такие кометы совершенно не были известны.

Значит оставалось предположить, что кометы двигаются по очень вытянутым эллипсам, либо по параболам или гиперболам.

Наступил 1680 год, который принес, наконец, давно ожидаемую разгадку. Ньютон очень обрадо-



вался, когда узнал о появлении новой хвостатой звезды; наблюдая за ее передвижением по небу, он надеялся разгадать ее путь в мировом пространстве. А в придворных французских кругах, глядя на комету, ожидали чуть ли не нового всемирного потопа. В одной из зал Тюильрийского дворца группа вельмож вела оживленный разговор о комете. Несколько просвещенных участников этого спора смеялись над страхами и суевериями остальных. Услышав смех, брат Людовика XIV, герцог Орлеанский, с горечью обратился к ним: «Да, господа, вам хорошо говорить и смеяться над этим: вас это не касается, ведь вы не принцы».

С каждым днем комета становилась все ярче. Вскоре можно было наблюдать ее хвост, раскинувшийся в длину почти на четверть неба.

Незадолго до появления кометы Ньютон разработал сравнительно простой геометрический способ, по которому можно было найти путь кометы в мировом пространстве, зная ее положение в три различных момента наблюдения. Ньютон при этом считал, что путь кометы — парабола и что сама комета при своем движении подчиняется закону всемирного тяготения.

Задача была ясна. Надо было сначала по трем наблюдениям определить предполагаемый путь кометы в мировом пространстве. После этого нетрудно вычислить, как должна двигаться дальше эта комета. Если это движение будет происходить так, как предсказывают вычисления, значит и сами вычисления правильны и путь кометы на самом деле есть парабола. Если же наблюдения разойдутся с вычислениями, — путь у кометы другой.

Три ночи подряд Ньютон тщательно определял положение кометы среди звезд, а затем принялся за вычисления. Вскоре были получены результаты, указывающие, как «должна» двигаться комета по небу. С волнением Ньютон возобновил свои наблюдения. Комета приблизилась к Солнцу, скрылась в его ослепительных лучах, а затем, пройдя за Солнцем, снова появилась на звездном небе. Все наблюдения в точности сходились с вычислениями. Сомнений нет! Комета двигалась по параболе, подчиняясь закону всемирного тяготения.

Ньютон, счастливый сделанным открытием, следил за своей кометой, пока она не скрылась в глубинах мирового пространства.

После всех сделанных открытий не могло быть никаких сомнений в том, что кометы — это небесные тела, которые, как и планеты, движутся вокруг Солнца по закону всемирного тяготения. Скорее всего они, как и планеты, тоже периодически возвращаются к Солнцу. Правда, еще не наблюдалось ни разу возвращения к Солнцу какой-нибудь кометы, но Ньютон был уверен, что в недалеком будущем удастся открыть существование таких «периодических» комет. Ведь вблизи Солнца парабола и гипербола очень мало отличаются друг от друга и обе — от сильно вытянутого эллипса, так что определить из наблюдений, по какой из этих трех кривых движется комета, очень трудно.

Ньютон не ограничился тем, что определил пути кометы 1680 года. Он сумел получить еще более интересные и поразившие его результаты. Дело в том, что, зная орбиту кометы, можно легко рассчитать расстояние от Земли до нее для любого

момента времени. Значит Ньютону теперь было известно, в какие дни на каких расстояниях от Земли находилась комета. Из наблюдений Ньютона можно было установить и ее видимые размеры на небе. Эти размеры он мог сначала выразить только в долях окружности, то есть в градусах. Но теперь, зная не только видимые размеры кометы, но и расстояние до нее, совсем нетрудно было подсчитать ее действительную величину. Этим и занялся Ньютон.

В некоторые ночи хвост кометы, видимый на небе, имел в длину около 80 градусов. Когда Ньютон подсчитал действительные размеры хвоста, он был поражен: получилось чудовищное число в 240 000 000 километров. Голова же ее имела в поперечнике 1 200 000 километров. Чтобы пройти от головы кометы до ее хвоста, пешеходу потребовалось бы свыше 100 000 лет! Голова кометы была во столько же раз больше земного шара, во сколько арбуз больше пшеничного зерна.

Какими смешными и наивными показались Ньютону представления Аристотеля, Птолемея и других ученых древности, считавших кометы горящими облаками в земной атмосфере. Комета оказалась больше не только Земли, но даже Солнца, а хвост у нее был длиннее, чем расстояние от Солнца до Земли!

Из какого же вещества состоит комета?

Ньютон подсчитал, как близко подошла комета к Солнцу. Оказалось, что ближайшая к Солнцу точка ее орбиты (перигелий) находится в 160 раз ближе к нему, чем Земля, — меньше, чем на расстоянии миллиона километров от центра Солнца.



*Исаак Ньютон, открывший закон всемирного тяготения.*

Любопытная вещь: эта комета пронеслась почти у самой поверхности Солнца и, вероятно, коснулась его своей головой!

Из этого Ньютон сделал следующие выводы. Когда комета проносилась вблизи Солнца, она должна была получать от него в 25 000 раз больше тепла, чем Земля. Если бы комета состояла только из летучих, газообразных веществ, как думали многие, то при такой температуре она распалась бы на части и рассеялась в пространстве. Между тем наблюдения говорили об обратном. Значит в кометах, помимо газов, есть и твердые вещества.

Ньютон знал из наблюдений древних астрономов и сам замечал, что хвосты и головы комет состоят из чрезвычайно разреженного вещества, так как через хвост и голову нередко просвечивали даже и слабые звезды. Но в голове кометы можно всегда заметить яркую центральную часть, похожую на звездочку. Это ядро кометы. Через него никогда не видны звезды, следовательно, оно представляет собою наиболее плотную часть кометы.

Скорее всего, решил Ньютон, ядро кометы — это твердое и плотное тело, которое движется вокруг Солнца, подчиняясь закону тяготения. Хвост же кометы состоит из паров, образующихся при нагревании ядра Солнцем.

Оставался необъясненным загадочный факт, подмеченный уже давно: почему хвост кометы направляется всегда в сторону, противоположную Солнцу?

«Сам я склонен думать, — писал Ньютон, — что движение этих частиц хвоста скорее может происходить от разрежения материи под действием

тепла. Воздух в трубе камина, разреженный теплом, становится легче соседнего не нагретого, и поднимается, унося с собою частицы дыма. Почему не могут частицы хвоста кометы подниматься таким же образом? Пары комет могут нагревать очень редкую эфирную среду, разрежая ее еще больше, и поднимаются вместе с ней, образуя хвост».

Однако Ньютон ошибался в своих выводах. Первым, кто ближе всех подошел к разгадке тайны кометных хвостов, был гениальный русский ученый М. В. Ломоносов, как это читатель увидит дальше.

## СМЕЛОЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ

**Ш**торм усиливался. Вспышки молнии освещали маленький фрегат, то взлетающий на гребень волны, то исчезающий в пучине.

Уже третьи сутки команда небольшого корабля боролась с разбушевавшимися стихиями. Помощи ждать было неоткуда; путешественники находились в совершенно не исследованных местах Атлантического океана, где до них не бывал ни один мореплаватель. До берега — по меньшей мере пять дней пути. Это был берег Южной Америки.

Наутро шторм затих. Обледеневший корабль медленно плыл по зеленовато-черным водам океана. На юге, на горизонте, виднелась какая-то блестящая полоска: это были льды. Дальше на юг плыть было невозможно, и капитан решил повернуть назад.

Мы не будем утомлять читателя описанием обратного путешествия, а спустимся в капитанскую каюту и познакомимся с отважным моряком. Его имя — Эдмунд Галлей. Это человек среднего роста, плотно сложенный, с черными длинными волосами, спадающими на плечи, и мужественным загорелым лицом. В свои 45 лет он был известен не только как мужественный моряк, но и как ученый. Учителем Галлея был Исаак Ньютон.

Теперь, отдыхая в каюте после многих бессонных ночей, Галлей вспомнил свою первую встречу с Ньютоном. Это было в 1684 году — пятнадцать лет назад. В то время Галлея мучила одна задача, решить которую он сам никак не мог. Галлей тоже наблюдал известную уже читателям комету 1680 года и пытался определить ее путь, исходя из законов Кеплера. Но у него ничего не получалось. Тогда он решил отправиться к знаменитому профессору Кембриджского университета.

В пасмурный осенний день Галлей пришел в дом Ньютона. Слуга провел его в скромно обставленный кабинет, а через несколько минут появился и сам хозяин, человек небольшого роста, худощавый и ширококостный. После короткого приветствия Галлей, жаждавший получить ответ на интересовавший его вопрос, прямо обратился к Ньютону: «По какой кривой должно двигаться тело, если на него действует сила, изменяющаяся обратно пропорционально квадрату расстояния?» — «По эллипсу», немедленно ответил Ньютон. «Но откуда вы это узнали?» воскликнул Галлей. «Я вычислил», последовал ответ.

С этой встречи между учеными установилась

тесная дружба. Галлей вспомнил, как долго и упорно ему пришлось уговаривать Ньютона, прежде чем тот согласился опубликовать результаты своих работ. Только в 1687 году, благодаря настояниям Галлея, вышла книга Ньютона под заглавием «Математические принципы натуральной философии».

Еще до отплытия в свою географическую экспедицию Галлей задумал провести работу по исследованию комет. Ньютон не раз говорил Галлею о том, что, повидимому, существуют периодические кометы. Он даже предложил способ, как проверить эту гипотезу. Нужно было собрать данные наблюдений различных комет и по ним определить их орбиты. Если у некоторых комет орбиты окажутся совпадающими, то значит они принадлежат одной и той же комете. По моментам прохождений через перигелий можно будет определить период обращения этой кометы вокруг Солнца.

Такую работу и начал Галлей, но экспедиция заставила его отложить ее. Теперь он с нетерпением ждал возвращения домой, чтобы снова приняться за эти исследования.

В сентябре 1700 года фрегат под командованием Галлея вошел в устье Темзы. Галлей, которого считали погибшим, был награжден за успешно проведенную географическую экспедицию. Но Галлей меньше всего интересовался почестями. Он с увлечением принялся за прерванную работу. Материала у Галлея было сравнительно немного. Обо всех кометах, появившихся до 1337 года, никаких данных, основанных на астрономических наблюдениях, не было: сообщались главным образом всякие



небылицы, не представляющие научной ценности. Зато за время с 1337 года по 1698 год можно было собрать достаточно достоверные наблюдения 24 комет.

«Собрав отовсюду наблюдения комет, — писал он после, — я составил таблицу — небольшую, но небесполезную для астрономов».

В этой табличке приводятся числа, характеризующие форму и расположение орбит 24 комет. Когда Галлей впервые составил эту таблицу, его поразило совпадение величин, относящихся к трем комегам. Это были кометы, появлявшиеся в 1531, 1607 и 1682 годах. Последнюю наблюдал и сам Галлей. Оказалось, что они двигались по почти одинаковым орбитам. Могло ли это быть простым совпадением? «Довольно многое, — писал Галлей, — заставляет меня думать, что комета 1531 года была тождественна с кометой 1607 года, описанной Кеплером, а также с той, которую наблюдал я сам в 1682 году».

Однако одно обстоятельство омрачало радость открытия. Дело в том, что от первого до второго появления этой кометы прошло 76 лет и 2 месяца, а от второго до третьего — только 74 года и 10,5 месяца. Почему же эти периоды неодинаковы?

Вскоре Галлей нашел этому правдоподобное объяснение. Ведь комета, как показывает ее орбита, при своем движении должна была проходить вблизи гигантских планет — Юпитера и Сатурна. Что же удивительного, если эти планеты своим могучим притяжением отвлекли комету от ее обычного пути, сократив его, а потому она и пришла во второй раз раньше. Значит сомнений нет! Это не

три разные кометы, а одна, движущаяся вокруг Солнца по очень вытянутому эллипсу с периодом обращения в среднем в 75,5 года.

Воспользовавшись третьим законом Кеплера, Галлей подсчитал, как далеко эта комета удаляется от Солнца. Оказалось, что в самой крайней точке своей орбиты (афелии) комета бывает в 35,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. С такого гигантского расстояния Солнце должно казаться лишь крошечной звездой. Это области пространства, в которых царит вечный мрак и страшный холод. Из этих мрачных окраин солнечной системы комета, все время убыстряя свой ход, приближается к Солнцу и проносится вблизи него на расстоянии, почти в два раза меньшем земного, чтобы затем снова уйти обратно. Галлей не сомневался, что им открыта первая периодическая комета.

«Я с уверенностью решаюсь предсказать,—писал Галлей,—возвращение этой кометы в 1758 году. Если она вернется, то не будет более никакой причины сомневаться в том, что и другие кометы должны возвращаться».

Это предсказание было сделано в 1704 году, когда Галлею было уже 48 лет. Он не надеялся, что ему удастся дожить до 102 лет и собственными глазами удостовериться в правильности сделанного открытия, однако уверенность в истинности закона всемирного тяготения и сделанных им выводов не покидала Галлея до последней минуты его жизни.

На 84-м году его разбил паралич, и у него отнялась правая рука. Однако и теперь неутомимый труженик науки продолжал работать. Он диктовал помощнику свои вычисления.

14 января 1742 года Галлей почувствовал себя плохо. Он попросил стакан вина и, подкрепившись, сел в кресло, чтобы продолжать работу. Однако, когда слуга, вышедший на некоторое время из комнаты, вернулся обратно, он застал Галлея уснувшим в кресле вечным сном.

До ожидаемого появления кометы Галлея осталось 16 лет.

## *ГЕНИАЛЬНЫЙ РУССКИЙ УЧЕНЫЙ*

**П**еренесемся теперь на побережье Белого моря, где проходит северная морская граница нашей необъятной родины. Здесь в 1711 году в семье крестьянина-помора села Денисовки, вблизи Холмогор, родился человек, чье имя засияло на небосводе науки, как звезда первой величины. Это был гениальный русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов.

Детство и юность Ломоносова протекали в суровых условиях. Дикая природа края, частые бури на море, опасный труд рыбаков оставили в нем глубокое впечатление на всю жизнь.

Юноша-помор любил свой суровый край, он часами любовался северным сиянием, разноцветные сполски которого, меняя форму и окраску, играли в небе. Наблюдая эту величественную игру природы, молодой Ломоносов задумывался над причинами, порождавшими чудесное зрелище.

Он интересовался и другими небесными явлениями и впоследствии, став ученым, пытался найти им правильное физическое объяснение.

Научившись грамоте и перечитав все книги, какие он мог достать в деревне, девятнадцатилетний юноша, желая получить образование, пешком отправился в Москву. Здесь он «пристал на Сухареву башню обучаться арифметике», а затем был принят в Славяно-греко-латинскую академию, где проучился пять лет, получая в день на содержание по 3 копейки.

Благодаря исключительным способностям Ломоносов в числе 12 лучших учеников был отправлен в Петербург для зачисления в гимназию при Академии наук. В стенах Академии наук впоследствии в течение почти четверти века протекала его разносторонняя научная деятельность.

Ломоносов во многих областях знания опередил своих современников на десятки и даже сотни лет. Достаточно напомнить, что Ломоносов задолго до Лавуазье сформулировал закон сохранения вещества; он правильно объяснил природу теплоты, как движение мельчайших частиц, и безоговорочно опроверг существование теплорода, в который твердо веровали все современные ему ученые; он защищал в своих работах атомистическую теорию материи и другие положения, истинность которых подтвердилась много позднее, а значение сохранилось до наших дней.

Гениальный ученый интересовался и вопросами мироздания. Глубоко образованный мыслитель, он отлично знал историю и современное ему состояние науки. Но он не преклонялся слепо перед мнением авторитетов и отстаивал свои самостоятельные взгляды по многим вопросам.

Особенно непримиримо Михаил Васильевич выступал против косности в науке.

Говоря об ученых, которые в течение многих веков «одному Аристотелю последовали и его мнения за неложные почитали», он писал: «Я не презираю сего славного и в свое время отменитого от других философа, но тем не без сожаления удивляюсь, которые про смертного человека думали, будто бы он в своих мнениях не имел никакого погрешения».

Это «слепое прилепление» к взглядам авторитетов Ломоносов считал главным препятствием в развитии всякой науки: «Чрез сие отнято было благородное рвение, чтобы в науках упражняющиеся один перед другим старались о новых и полезных изобретениях».

Говоря о том, «коль великое приращение в астрономии неусыпными наблюдениями и глубокомысленными рассуждениями... в краткое время учинили» Кеплер, Галилей, Ньютон и другие ученые, Ломоносов замечал, что если бы теперь Птоломей и другие древние мыслители читали современные книги, «тобы они тое же небо в них едва узнали, на которое в жизнь свою толь часто смотривали».

Отдавая должное Ньютону, которого он называл «великим Невтоном», Михаил Васильевич вместе с тем не соглашался с некоторыми его взглядами. Так, он возражал против представления Ньютона о мировом пространстве, как о некоей густоте, лишенной материального содержания. Ломоносов считал, что не может быть пустого пространства, то есть пространства без материи. Он полагал, что все пространство наполнено тончайшим и чрезвычайно подвижным эфиром, в котором движутся частицы обычной материи. Если отбросить из этого представления эфир, в существование которого ученые верили



*Гениальный русский ученый Михаил Васильевич  
Ломоносов.*

долгое время и после Ломоносова, то оказывается, что Ломоносов и в этом вопросе был гораздо ближе к истине, чем его современники.

На основании фактического материала естествознания своего времени Ломоносов высказывал правильные догадки, что различные явления природы обусловлены разными формами движения материи. И здесь Ломоносов шел дальше воззрений, господствовавших в современном ему естествознании.

Только современная наука со всей неопровержимостью установила, что мировое пространство материально так же, как и весь мир природы, окружающий нас, что пространство не может существовать без материи, что сама материя находится в непрерывном движении, и тем самым движение является непременным свойством и состоянием материи.

В дни, когда были известны только самые простейшие опыты с электричеством, гениальный Ломоносов первый предвидел огромную роль электричества во многих явлениях в атмосфере Земли и далеко за ее пределами.

Правильно объяснив молнию образованием электрических зарядов в тучах, Ломоносов замечал: «Однако и электрического огня действие, и сродство оного с молниею, чрез столько веков не было испытано». Он вспоминает в связи с этим рассуждения Сенеки о том, что природа не сразу открывает свои тайны. «Много к будущим векам, когда память наша исчезнет, оставлено; из чего иное нынешним временем, иное после нас грядущим откроется...»

«Изъяснив по возможности из электрических законов явления, которые показывают нам действия

земная атмосфера, — писал Ломоносов, — охоту чувствую взойти выше и оные тела рассмотреть, которые в пространном ефире океане плавая, подобные показывают виды.

В первом месте почитаются кометы, которых купно с земным шаром и с другими планетами за главные тела всего света почитать больше уже не сомневаются благорассудные философы; но бледного сияния и хвостов причина недовольно еще изведена, которую я без сомнения в электрической силе полагаю».

«Правда,— добавлял русский ученый,— что сему противно остроумного Невтона рассуждение...»

Размышляя над формой и направлением кометных хвостов, Ломоносов пришел к твердому убеждению, что в них действуют электрические силы и что «сие явление с северным сиянием сродно».

Дальше мы увидим, как блестяще подтвердилась эта гениальная догадка.

Оправдались надежды Ломоносова на то, что многое «после нас грядущим откроется». После Ломоносова работами русских ученых и — в наши дни — советских исследователей пролит яркий свет на физическую природу комет и тайну кометных хвостов. Но не будем забегать вперед.

Свои выводы о кометных хвостах Михаил Васильевич сделал в связи с появлением в 1744 году яркой кометы, которую он сам наблюдал. Известны и другие астрономические наблюдения Ломоносова. Он первый, наблюдая прохождение Венеры по солнечному диску, открыл, что она наподобие Земли окружена атмосферой.

Ломоносов считал, что все явления природы сле-



дует объяснять, исходя из самой природы, решительно отбрасывая какое-либо признание божественной силы.

«Нередко легковериим наполненные головы слушают и с ужасом внимают, — писал он, высмеивая суеверия, — что при таковых небесных явлениях пророчествуют бродящие по миру богаделенки, кои не токмо во весь свой долгой век о имени астрономии не слыхали, да и на небо едва взглянуть могут, ходя сугорбась».

«Таковых несмысленных прорекательниц и легковерных внимателей скудоумие ни чем как посмеянием презирать должно, — добавлял он. — А кто от таких пугалищ беспокоится, беспокойство его должно считать ему ж в наказание, за собственное его суемыслие».

Он всячески доказывал также, что «неосновательны суть оные страхи, которые во время явления комет бывают, затем что многие верят, якобы великие потопаы на земли от них происходят».

Гениальный русский ученый во многом опередил современную ему науку. Однако, если сам Ломоносов, двигая вперед науку, внимательно следил за работами своих современников за рубежом и подвергал критическому разбору их взгляды, то этого нельзя было сказать о многих иностранных ученых, которые такой широкой осведомленности не проявляли. О многих важных работах Ломоносова за границей не знали и спустя десятки лет «открывали» вещи, давно установленные гениальным русским ученым.

Так подтвердились еще раз слова Ломоносова о том, что косность и невежество больше всего тормозят развитие науки.

И как мы убедимся дальше, прошло много лет, пока правильная мысль о действии электрических сил в кометных хвостах нашла свое подтверждение и глубокую разработку. Но об этом в свое время.

## КОМЕТА И ЦВЕТОК

**Б**ольшой зал заседаний французской Академии наук был переполнен. Вдруг все затихли. Президент объявил заседание открытым и слово для доклада о форме и свойствах новых кривых линий предоставил докладчику.

На трибуну взошел двенадцатилетний мальчик и звонким детским голосом начал свой доклад. Некоторые из присутствующих, которым не был известен этот мальчик, были до того поражены, что сочли все происходящее какой-то оскорбительной шуткой; другие приготовились его слушать со снисходительной улыбкой. Мальчик, между тем, ровно и четко излагал результаты своих исследований. Вскоре улыбки исчезли с лиц почтенных академиков. Когда мальчик окончил свой доклад, раздались аплодисменты. Юный докладчик полностью доказал и обосновал новые открытия в области математики.

Этот мальчик был будущий знаменитый математик и механик Алексис Клод Клеро.

Еще в десятилетнем возрасте он самостоятельно ознакомился с основами высшей математики, разработанными Ньютоном. Это позволило ему сделать новые открытия в изучении сложных математиче-

ских кривых, о чем он и докладывал перед собранием ученых.

Через шесть лет после этого, в 1731 году, восемнадцатилетний Алексис Клеро представил новый математический труд во французскую Академию. В том же году он был избран академиком. Молодого академика в эти дни интересовала сложная математическая проблема определения истинной формы Земли. Уже в то время было известно, что Земля не является правильным шаром, а скорее представляет собою сплюснутый шар — так называемый эллипсоид. Как установить точную форму этого эллипсоида, никто не знал. Клеро впервые разработал математическую теорию, связанную с этой проблемой.

После этого Клеро обращается к изучению движения Луны. Если бы на Луну действовала только сила притяжения Земли, то движение Луны было бы значительно проще, чем то, которое мы наблюдаем в действительности. На самом деле на Луну действует еще и сила солнечного притяжения и многие другие силы, а потому ее движение весьма сложно. Клеро решил для начала ограничиться рассмотрением влияния только одного Солнца. Однако даже и в этом случае задача оставалась трудной. Определить движение трех тел — Солнца, Луны и Земли — даже для Клеро оказалось непосильной задачей. Он только заложил основы для ее решения.

Приближался 1758 год, год ожидаемого возвращения кометы Галлея. Вернется ли к Солнцу эта небесная странница, как предсказал Галлей, или он ошибался?

В ученых кругах шли оживленные споры, и многие

из тех, кто не верил в закон всемирного тяготения, были убеждены, что комета навсегда скрылась от глаз человечества. Таким образом, речь шла о первой опытной проверке закона всемирного тяготения. Если вычисления Галлея, основанные на этом законе, верны, то комета вернется, и это докажет правильность открытия Ньютона. Если же комета не вернется, то или неверен закон всемирного тяготения или кометы — не небесные тела и потому закон на них не распространяется. Конечно, в этом случае сторонники суеверий и сказок о кометах с торжеством набросились бы на ученых. Надо было во что бы то ни стало отстоять авторитет науки. За эту задачу и взялся теперь Клеро.

Ему было ясно, что комета вернется не точно в срок, предсказанный Галлеем. Впрочем, и сам Галлей указал на 1758 год, как на приблизительное время ее возвращения. Несомненно, что комета, уходящая в 35,5 раза дальше от Солнца, чем Земля, могла подвергнуться на этом долгом пути действию неизвестных причин и не вернуться в срок.

Какие же это могли быть причины? Клеро считал, что гигантские планеты солнечной системы Юпитер и Сатурн должны были силой своего притяжения отклонить комету Галлея с ее пути. В зависимости от своего положения по отношению к комете эти планеты или ускоряли или замедляли ее движение. Надо было вычислить, опоздает ли и на этот раз комета или, наоборот, вернется раньше и на сколько дней.

Однако для этого нужно было проделать колоссальное количество вычислений. Клеро чувствовал, что не справится с этим, а между тем времени

оставалось совсем мало. На помощь Клеро пришли два ученых. Один из них был астроном Лаланд. Его знали не только как деятеля астрономической науки, но и как непреклонного атеиста и страстного проповедника передовых идей. Другим ученым оказалась жена известного французского часовщика, госпожа Лепот, обладавшая наряду с красивой внешностью также и выдающимися математическими способностями. Она предложила Клеро свои услуги в качестве вычислителя. Трое ученых принялись за работу.

Клеро нашел, что в период между 1531 и 1607 годами Юпитер ускорил движение кометы Галлея на 19 суток. За промежуток времени с 1607 по 1682 год Юпитер, как и показали наблюдения, ускорил появление кометы еще на 432 дня. Но самым важным было выяснить, как изменится период обращения кометы за промежуток времени с 1682 года до предстоящего ее появления. Для более точных выводов пришлось учесть влияние не только Юпитера, но и Сатурна.

Бывали дни, когда Лепот и Лаланд не вставали из-за письменного стола по 14 часов подряд. Наконец вычисления были закончены.

«Я нашел,— писал в эти дни Клеро,— что благодаря Юпитеру новый период будет длиннее предыдущего на 518 суток. Сатурн увеличит его еще на 100 суток. Поэтому мне кажется, что комета пройдет через перигелий в середине апреля будущего, 1759 года».

Проделав дополнительно некоторые вычисления, Клеро пришел к выводу, что комета будет ближе всего к Солнцу около 13 апреля 1759 года. Впрочем,

как истинный ученый, Клеро сделал это предсказание с некоторой предосторожностью.

«Вы чувствуете,— писал он в заключение своей работы,— с какой осторожностью я делаю подобное заявление, потому что много мелких величин, которыми я пренебрег в методах приближенного вычисления, может быть, в состоянии изменить этот срок на один месяц, как это было в вычислениях предыдущих периодов; потому что, кроме того, неизвестные причины... могли действовать на нашу комету; потому что, наконец, я сам могу быть спокоен насчет точности своих многочисленных и тонких исследований лишь после того, как они будут представлены моим собратьям и моим судьям».

В самом деле, ведь за Сатурном могли находиться еще какие-нибудь неизвестные планеты, которые своим притяжением способны были изменить движение кометы Галлея. Кроме этого, масса Марса была известна в то время плохо, и это могло повлиять на точность вычисления.

Наступил ноябрь 1758 года, когда работа Клеро и его друзей была закончена. Эта работа вызвала большой интерес со стороны всего образованного мира. Знаменитый Вольтер, приверженец Ньютона и враг всякого мракобесия, сочинил даже специальный эпиграф для труда Клеро. Эпиграф начинался словами: «Кометы, полно пугать вам народы Земли!»

Работа Клеро, представленная в Академию наук, была закончена во-время. Уже более года весь мир ожидал появления знаменитой кометы. По подсчетам Галлея, комета должна была уже появиться, а между тем ее все не было видно. Все чаще можно

было слышать разговоры о том, что комета вообще больше не вернется и закон всемирного тяготения посрамлен. Поэтому свой труд Клеро начал следующими словами: «Комета, которую ожидают более года, сделалась предметом более живого интереса, чем обыкновенно обнаруживается публикой к астрономическим вопросам. Истинные любители науки желают возвращения кометы, так как от этого следует блестящее подтверждение гипотезы, о которой свидетельствуют почти все явления. Но многие, напротив, усмеваются, видя астрономов, погруженных в неизвестность и беспокойство, и надеются, что комета вовсе не вернется к Солнцу и что открытия как самого Ньютона, так и его последователей станут наравне с гипотезами, взлелеянными одной фантазией. Я намереваюсь здесь показать, что это запоздание не только не уничтожает гипотезу всемирного тяготения, но является необходимым его следствием; мало того, запоздание должно быть еще больше, и я вычисляю его пределы».

Начались усиленные поиски кометы. По предсказанию Клеро, она должна была появиться вблизи созвездия Рыб. Но десятки телескопов, направленных в эту область неба, пока что ничего не обнаруживали.

В то время как в Париже и в других местах Франции происходили поиски кометы Галлея, в маленькой деревушке вблизи Дрездена жил крестьянин по фамилии Палич. Во всей деревне он славился своим умом и образованностью. В доме Палича односельчане всегда видели груды различных учебных книг. У Палича был небольшой телескоп, с помощью которого этот крестьянин-самоучка исследо-

вал небо. Палич знал об ожидаемом возвращении кометы Галлея и уже в продолжение многих месяцев «шарил» своим телескопом по всему небу. Проходили месяцы, а кометы не было видно.

В морозный рождественский вечер 1758 года Палич по обыкновению вышел с телескопом на улицу и занялся своими очередными поисками. Внезапно его внимание привлекло маленькое светлое пятнышко в созвездии Рыб. Неужели это комета? Палич не был в этом уверен, так как уже не раз принимал за комету те туманные пятна, которые в большом количестве бывают видны в телескоп в различных местах неба. Но Палич знал, как отличать комету от туманности. Туманность остается неподвижной по отношению к близлежащим звездам, а комета должна медленно передвигаться среди них.

Через несколько дней Палич с волнением обнаружил, что открытое им туманное пятнышко движется. Сомнений не было — это была комета Галлея! Закон всемирного тяготения восторжествовал.

Между тем во Франции наступил новый год, а комету все еще искали. Особенным усердием отличался астроном Морской обсерватории Мессье. Он уже более двух лет тщательно искал комету, но вместо нее натыкался все время на туманности. Это постоянное разочарование побудило его составить список всех туманных пятен, которые ему приходилось наблюдать.

Наконец, вечером 21 января 1759 года, то есть спустя почти месяц после Палича, Мессье заметил в созвездии Рыб невиданную им раньше маленькую круглую туманность с уплотнением в центре.



Мессье с нетерпением ожидал следующего дня.

Едва стемнело и наступил вечер 22 января, как Мессье снова направил свой телескоп на созвездие Рыб. Пятнышко заметно сместилось среди звезд. Мессье бросился к директору обсерватории с сообщением о своем открытии. Но тот запретил Мессье сообщать Академии наук о появлении кометы Галлея, так как хотел впоследствии присвоить это открытие себе. Мессье с большой неохотой подчинился. В продолжение последующих ночей он с волнением наблюдал, как маленькое пятнышко постепенно увеличивалось в размерах — комета приближалась к Земле.

Вскоре наступили пасмурные дни, и наблюдения кометы поневоле прекратились. Только в апреле Мессье вновь смог наблюдать ее. К этому времени комета имела уже значительные размеры и небольшой хвост. Она была так близка к Солнцу, что ее можно было видеть только в лучах вечерней зари.

В апреле были получены письма из Германии, в которых сообщалось, что комета обнаружена. Только теперь Мессье известил Академию наук о своем открытии. Там, однако, его встретили весьма неприветливо: ведь комета, которую «открыл» Мессье, уже давно сияла на небе.

Так эта долгожданная комета появилась почти незамеченная астрономами. Больше всего радовались появлению кометы Клеро, Лепот и Лаланд. Еще бы! Работа, выполненная ими, не пропала даром. Комета прошла через перигелий своей орбиты 12 марта, то есть в пределах того срока, который указал Клеро.

Закон всемирного тяготения одержал полную победу. Никто теперь не сомневался в существовании периодических комет, подобных комете Галлея. Кометы оказались полноправными членами нашей солнечной системы, движущимися по закону всемирного тяготения. Суевериям и страхам, связанным с этими небесными светилами, был нанесен решительный удар.

Комета вскоре удалилась от Солнца и снова на 76 лет скрылась от человеческих глаз.

После ее ухода подсчитали, что комета Галлея подошла к Земле ближе, чем любое другое небесное тело, исключая Луну. В момент наибольшего сближения с Землей комета была всего в 18,5 миллиона километров от земного шара.

В честь блистательной победы закона всемирного тяготения французская Академия наук решила весьма своеобразно наградить прекрасную вычислительницу — г-жу Лепот. К этому представлялся следующий подходящий случай.

В 1761 году должно было состояться редкое астрономическое явление — прохождение планеты Венеры перед диском Солнца. В этот момент Солнце, Земля и Венера находятся почти на одной прямой, и Венера загорает собою часть Солнца. В телескоп должно быть видно, как маленький черный кружочек — Венера — ползет по ослепительной солнечной поверхности. Эдмунд Галлей разработал способ, по которому, наблюдая прохождение Венеры, можно сравнительно легко определить расстояние ее до Солнца. Для этого надо было наблюдать это прохождение планеты по солнечному диску,

с двух достаточно удаленных друг от друга пунктов земного шара.

Французская Академия направила с этой целью астронома Лежантиля в Индию, где он должен был провести необходимые наблюдения. Однако Лежантилю не повезло. В то время между Англией и Францией шла война из-за торгового преобладания в Индии. Лежантиль из-за военных действий плыл очень долго и в конце концов опоздал. Прохождение уже состоялось.

Что было делать? Возвращаться на родину? Предстояло долгое и опасное путешествие. Лежантиль знал, что прохождения Венеры повторяются через каждые 8 и 125 лет. Так как следующее прохождение должно было наблюдаться в 1769 году, Лежантиль в конце концов решил остаться на восемь лет в Индии.

Наконец наступил долгожданный день. С утра стояла чудесная погода, и Лежантиль радовался, что он не зря восемь лет провел в Индии. Но как только началось прохождение Венеры по солнечному диску, на Солнце набежали тучи, и Лежантиль ничего не увидел.

Огорченный Лежантиль в память своего злополучного путешествия вывез из Индии красивый цветок, в то время не известный в Европе. Этот цветок французская Академия решила назвать именем вычислительницы, участвовавшей в определении орбиты кометы Галлея.

Лепот звали Гортензией — так же называли и цветок.

## ПРОПАВШАЯ КОМЕТА

**П**осле открытия кометы Галлея (хотя и с опозданием против Палича) Мессье решил посвятить свою жизнь дальнейшим поискам и исследованиям комет. Каждую ясную ночь Мессье занимался своими розысками. Составленный им каталог туманностей облегчал задачу.

Но проходили дни, месяцы, годы, а на небе не появлялось ни одной кометы. Мессье уже хотел бросить бесплодное занятие, как вдруг 28 сентября 1763 года ему, наконец, повезло: он открыл комету. Она, правда, была очень слабенькой, хвоста не имела и представляла собою маленькое туманное пятнышко.

Мессье удалось открыть еще несколько комет. Среди его небесных «трофеев» особенно странной оказалась комета, появившаяся в 1770 году.

В ночь с 14 на 15 июня этого года Мессье заметил в созвездии Стрельца небольшую туманность. Через два дня в центре туманности можно было рассмотреть яркое ядро, похожее на звезду. Комета быстро приближалась к Земле. 21 июня ее можно было наблюдать уже простым глазом. В начале июля комета исчезла в лучах Солнца, и наблюдения пришлось временно прекратить.

В это время уже была вычислена ее параболическая орбита и можно было предсказать, в каком месте неба, обогнув Солнце, она должна снова появиться. Комета вышла из-за Солнца в том месте, на которое указали вычисления, но вскоре Мессье обнаружил, что комета, удаляясь от Солнца, двигалась не так, как ей полагалось,

В это время в Петербурге русский академик Лексель наблюдал ту же комету. Он установил, что комета движется не по параболе, как предполагал Мессье, а по эллипсу. На основании своих наблюдений Лексель подсчитал, каков должен быть этот эллипс. Результат получился поразительный. Оказалось, что этот эллипс по своим размерам очень мал и что комета должна описывать эту орбиту всего за пять с половиной лет. Значит, есть кометы, которые обращаются вокруг Солнца в гораздо более короткий срок, чем комета Галлея!

Когда Мессье узнал об исследованиях Лекселя, он вначале им не поверил. В самом деле: если эта комета так часто возвращается к Солнцу, почему же ее до сих пор никто никогда не наблюдал? Это было совершенно непонятно. Ведь комета была достаточно ярка, чтобы ее можно было различить невооруженным глазом!

Комета, которой впоследствии было присвоено имя Лекселя, вскоре скрылась из глаз наблюдателей.

Прошло пять лет. Тщетно астрономы искали комету Лекселя. Она пропала, и с тех пор ее никогда никто больше не видел.

Что это за странное поведение кометы и чем его можно объяснить?

Лексель после тщательного изучения всех материалов о комете в конце концов нашел правдоподобное объяснение. Он подсчитал, что комета 27 мая 1767 года должна была очень близко подходить к поверхности гигантского Юпитера. Это сближение, повидимому, оказалось решающим для нее. Прежде она двигалась вокруг Солнца по очень вытянутому эллипсу, а теперь, под влиянием притяжения Юпи-

тера, путь ее резко изменился, и она стала кружиться вокруг Солнца по маленькому эллипсу.

Через три года после этого «происшествия» комета и была обнаружена Мессье. Однако на этом приключения ее не окончились. Русский ученый подсчитал, что 23 августа 1779 года комета должна была снова подойти к Юпитеру. На этот раз гигантская планета изменила путь кометы в другом отношении. Она превратила его из эллиптического в гиперболический, и комета Лекселя, вероятно, навсегда ушла из солнечной системы. Впрочем, вполне возможно, что с этой кометой произошла одна из катастроф, о которых рассказывается в последующих главах.

Во всяком случае, история этой кометы поучительна тем, что она показывает, какую большую роль в движении комет играет гигантский Юпитер.

### «ВИНО КОМЕТЫ»

Читатель, наверное, помнит известные строки из «Евгения Онегина»:

Вошел—и пробка в потолок,  
Вина кометы брызнул ток.

Когда бегло читаешь эти строки, то обычно не задумываешься, о каком «вине кометы» идет речь.

Перенесемся в начало XIX столетия и продолжим наш рассказ о хвостатых звездах. Мы узнаем, что подразумевал Пушкин в этих строчках.

1 января 1801 года итальянский астроном Пиацци занимался очередными наблюдениями созвездия Тельца для составления звездной карты. Вдруг он заметил какую-то незнакомую звездочку. Раньше он не видел ее, хотя наблюдал эту область неба уже не первый раз. Пиацци занес звездочку на карту и посетовал на свою невнимательность.

В следующий вечер Пиацци снова направил телескоп в ту же область неба. Незнакомая звездочка заметно переместилась среди других звезд. Пиацци, естественно, подумал, что он открыл комету. Но звездочка не имела туманной оболочки, свойственной комете.

Неужели это была новая, еще не известная планета? Такое открытие было вполне возможно. Ведь 13 марта 1784 года астроном Вильям Гершель открыл неизвестную планету, которая оказалась значительно дальше Сатурна, самой далекой, по мнению древних, планеты солнечной системы. Новооткрытого спутника Солнца впоследствии назвали Ураном.

Странная звездочка, обнаруженная Пиацци, очень быстро передвигалась среди других звезд; значит она была сравнительно близка к Земле. Пиацци оповестил ученый мир о своем неожиданном открытии. Вскоре ему удалось вычислить орбиту этого загадочного светила. Оказалось, что это действительно планета, которая кружится вокруг Солнца. Ее путь пролегал между орбитами Марса и Юпитера, а период обращения вокруг Солнца, по вычислениям, получился равным 4 годам и 9 месяцам. Но что было самым удивительным: новая планета оказалась совсем маленькой — с поперечником всего

в 786 километров! Легко было подсчитать, что эта планета, обладая небольшой массой, притягивает к себе все тела с силой приблизительно в 130 раз меньшей, чем Земля. Человек весом в 60 килограммов на этой планетке весил бы едва полкилограмма и с легкостью мог бы совершать прыжки в сотни метров.

Новой планете по желанию Пиацци было дано имя Цереры — богини-«покровительницы» Сицилии. Таким образом, пробел между орбитами Марса и Юпитера был заполнен. Казалось, солнечная система теперь полностью «укомплектована». Однако спустя год была обнаружена еще одна планета.

Бременский врач и любитель астрономии Ольберс вечером 28 марта 1802 года наблюдал Цереру, которая в это время находилась в созвездии Девы. Неожиданно Ольберс обнаружил в этом же участке неба еще одну звездочку, не отмеченную на звездных картах.

Ольберс нанес ее на карту, думая, как и Пиацци в свое время, что тут просто была ошибка. Однако на следующий вечер выяснилось, что эта звездочка сместилась по отношению к обычным звездам. Сомнений не могло быть: Ольберс открыл еще одну планету. Ее назвали Палладой. Она оказалась по объему почти в 7 раз меньше Цереры и совершала свой путь вокруг Солнца также между орбитами Марса и Юпитера.

После этого начались усиленные поиски новых маленьких планет, или, как их впоследствии называли, астероидов. В самом деле, раз уже были открыты два астероида, почему их не могло быть больше? И это предположение оправдалось. В 1804 году бы-



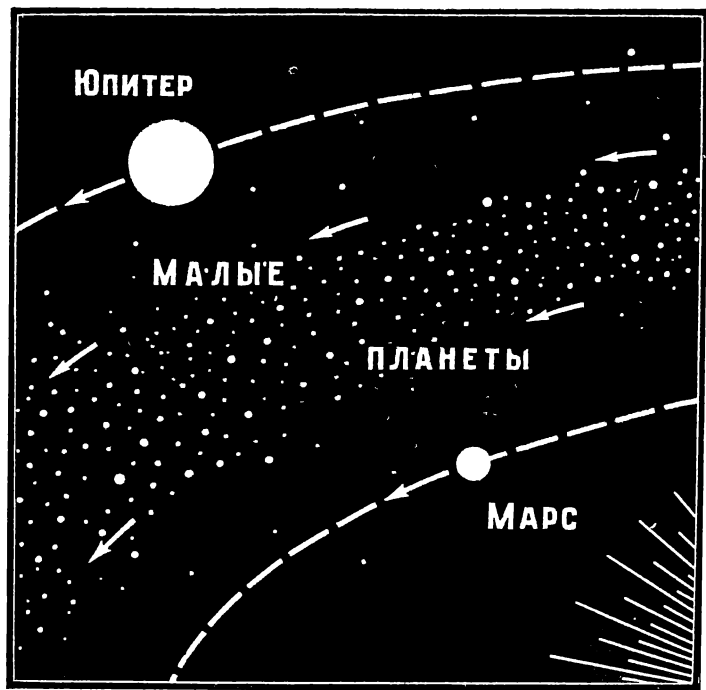
ла открыта третья маленькая планета — Юнона. Она оказалась совсем крошечной: всего 193 километра в поперечнике.

В поисках астероидов приняли участие не только специалисты-ученые, но главным образом страстные любители астрономии.

Среди любителей, увлекавшихся астрономией, особенно выделялся уже знакомый нам доктор Ольберс. Он интересовался и астероидами и кометами. Ольберс придумал простой и изящный способ определения кометных орбит на основе только трех наблюдений хвостатой звезды в различных положениях на небе. Этот способ давал возможность определить орбиту неизвестной кометы гораздо быстрее, чем по методу Ньютона. Способ был придуман вовремя. С изобретением и постройкой крупных зеркальных телескопов стали открывать очень много комет. Оказалось, что почти каждый год на небе появляется их несколько штук. Прежде эти слабые кометы не замечались из-за своей малой яркости.

С этого времени регулярно почти каждый год открывали по нескольку комет.

Чтобы не спутать кометы, решили их нумеровать. Первую комету, открытую в данном году, обозначали номером года с буквой «а». Эта система применяется и сейчас, но такое обозначение кометы является лишь предварительным. После того как у новооткрытых комет определены орбиты, легко вычислить, какая из них первая в данном году проходила через перигелий. Ее обозначают попрежнему номером года, но уже с римской цифрой I. Вторая по времени прохождения через перигелий комета обозначается римской цифрой II и т. д.



*Рой малых планет между орбитами Марса и Юпитера.*

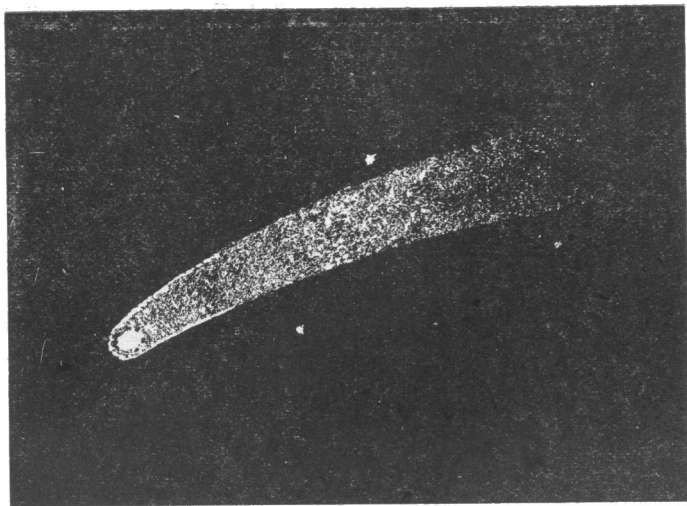
Оправдывались слова Кеплера, который когда-то говорил, что мировое пространство так же наполнено кометами, как океан рыбами.

Когда были открыты первые астероиды, Ольберс воспользовался своим методом определения орбит, придуманным им для комет, и стал вычислять пути

движения миниатюрных планет. Он нашел, что орбиты астероидов пересекаются в созвездии Девы. Ольберс был уверен, что астероиды образовались при распаде какой-то большой планеты, кружившейся вокруг Солнца между Марсом и Юпитером. Почему произошла эта катастрофа, Ольберс, конечно, не мог объяснить, но считал такое предположение вполне вероятным. Скорее всего, рассуждал он, катастрофа произошла именно в том месте, где пересекаются орбиты астероидов. Но тогда и другие не известные еще малые планеты, если они существуют, также должны проходить через этот участок неба. Ольберс принялся усердно наблюдать созвездие Девы, и вскоре его ожидания оправдались: 29 марта 1807 года Ольберс открыл четвертую малую планету, которую он назвал Вестой.

Сколько еще могло быть астероидов? Астрономы стали подозревать, что их существуют многие десятки. И они оказались правы.

Разыскивая новые астероиды, Ольберс не забывал и про кометы. Они продолжали его интересовать. Ведь об этих хвостатых звездах было еще очень мало известно. Правда, научились определять их орбиты и выяснили, что есть периодические кометы, вроде кометы Галлея. Однако никто не знал, какие физические процессы происходят в кометах, как образуются кометные хвосты и какие силы придают им столь пышную форму. О теории комет Ломоносова на Западе не знали. Ольберс жаждал появления яркой и большой кометы, чтобы разгадать хотя бы часть этих загадок. Хотя комет открывали много, они в большинстве случаев были так слабы, что в телескоп можно было рассмотреть только слабень-



*Комета 1811 года.*

кое туманное пятнышко с ядром в виде звездочки посередине. Но вот скоро представился вполне подходящий случай.

В 1811 году на небе появилась гигантская комета. Ее голова казалась красноватой, а хвост простирался через все небо. Этот год был тревожным в истории Европы. Наполеон, покоривший почти всю Европу, готовился к походу на Россию. Суеверия в те годы были еще очень сильны, и по всей Европе много говорили о зловещем небесном предзнаменовании.

Когда вычислили орбиту кометы, оказалось, что она движется по чрезвычайно вытянутому эллипсу и

совершает полный оборот вокруг Солнца в течение нескольких тысяч лет. Она удаляется от Солнца на расстояние, более чем в 400 раз превышающее дистанцию от него до Земли. На таком расстоянии нашу Землю нельзя рассмотреть даже в сильнейший современный телескоп, а Солнце будет казаться лишь звездочкой. Эта удивительная комета имела поперечник головы около 1 миллиона километров, то есть она немногим уступала Солнцу. Хвост же ее имел в длину свыше 90 миллионов километров и был направлен в сторону, противоположную Солнцу. Это свойство кометных хвостов было замечено давно. Какая же тут была причина?

Ольберс пришел к выводу, что хвост кометы образуется из паров, выделенных ее ядром. На пары, вылетающие из ядра кометы, кроме силы притяжения, по мнению Ольберса, должны были действовать еще какие-то отталкивательные силы. Этим только и можно было объяснить форму и направление хвоста кометы. Однако природа этих отталкивательных сил оставалась загадочной.

«Я совершенно не знаю, — писал Ольберс, — откуда являются отталкивательные силы, отчего материя стремится удалиться как от ядра кометы, так и от Солнца: довольно того, что наблюдения указывают такое стремление. Трудно, впрочем, удержаться, чтобы не думать при этом о чем-то сходном с электрическим притяжением и отталкиванием».

Так почти семьдесят лет спустя после Ломоносова европейские исследователи комет начали приходить к мысли, которую давно высказал гениальный русский ученый.

В этом году урожай винограда во Франции был

исключительно хорош, и виноделы, не задумываясь, приписали это благотворному влиянию кометы. Запасы чудесного шампанского сохранились еще на много лет, и для покупателей не было лучше напитка, чем это «кометное вино». Вот это «вино кометы» и пил герой «Евгения Онегина».

## *НЕСОСТОЯВШАЯСЯ «КОНЧИНА МИРА»*

**В** 1832 году многие были охвачены паническим страхом. Храмы были переполнены молящимися и плачущими людьми. Встречавшиеся на улицах знакомые сообщали друг другу страшные новости. Большинство учреждений прекратило работу, и служащие, разошедшиеся по домам, готовились к ужасному событию.

Да и было от чего перепугаться!

По своим подсчетам астрономы предсказали, что 29 октября текущего, 1832 года одна из зловещих комет должна была около полуночи пересечь орбиту нашей Земли.

Значит через несколько дней комета должна столкнуться с Землей! Испуганное воображение парижан рисовало самые страшные последствия этой космической катастрофы.

А началось все следующим образом. 27 февраля 1826 года майор австрийской армии и страстный любитель астрономии Биела открыл в свой телескоп слабенькую комету. Он вычислил ее орбиту, и оказалось, что она весьма сходна с орбитами комет

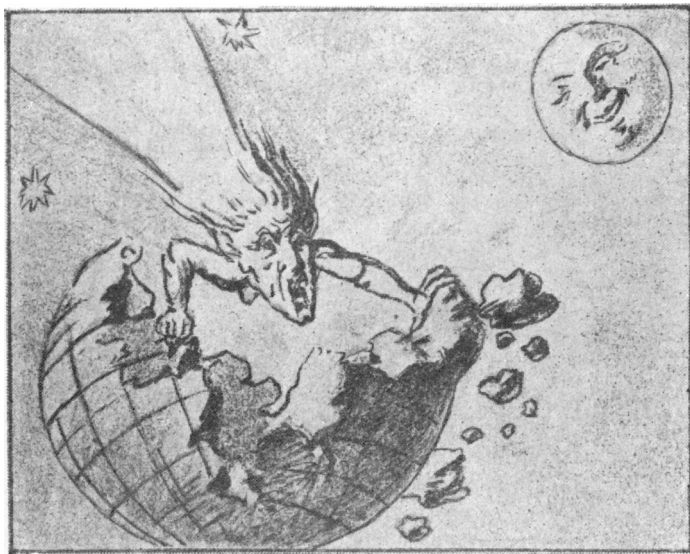
1806 I и 1772 года. Несомненно, что это были появления одной и той же кометы. Биела определил ее период обращения вокруг Солнца. Он оказался равным  $6\frac{3}{4}$  года. Значит это была одна из так называемых короткопериодических комет.

Комегой Биелы заинтересовались несколько исследователей. Они исследовали движение кометы и предсказали ее появление в конце 1832 года. Сообщение об этом и произвело страшную панику в Париже и других городах Франции.

Ведь было известно, что хотя кометы состоят в основном из чрезвычайно разреженных веществ, тем не менее в них есть и твердые части — ядра. Точных размеров этих ядер не знали: разноречивые измерения давали поперечник порядка несколько сот километров. Если такая глыба столкнется с Землей, думали парижане, то, конечно, Земле не поздоровится. Правда, паникеры не задумывались над одним маленьким, но весьма существенным вопросом: комета Биелы должна была 29 октября пересечь орбиту Земли, но в каком месте орбиты должна была находиться в этот день сама Земля?

Один из астрономов спешно произвел необходимые вычисления, и вскоре в распространенном французском журнале появилась его статья, в которой сообщалось:

«Прохождение планеты в очень близком расстоянии от некоторой точки земной орбиты произойдет 29 октября перед полуночью. Ну, так что же? Земля придет в ту же точку только 30 ноября утром, то есть более чем через месяц спустя! Теперь остается только вспомнить, что средняя скорость поступательного движения Земли по ее орбите равна



*Карикатура прошлого века, изображающая предполагаемое столкновение Земли с кометой.*

953 620 километрам в сутки, и весьма простое вычисление покажет, что комета пройдет на расстоянии более чем 35 миллионов километров от Земли!»

Только после этого сообщения паника постепенно улеглась. В действительности все произошло, как предсказали астрономы. 29 октября никакого конца мира не наступило.


Французский поэт Беранже написал сатирическое стихотворение, посвященное комете Биелы. Оно



пользовалось большим успехом среди французской публики. Вот оно:

Бог шлет на нас ужасную комету,  
Мы участи своей не избежим.  
Я чувствую — конец приходит свету,  
Все компасы исчезнут вместе с ним.  
С пирушки прочь вы, пившие без меры,  
Не многим был по вкусу этот пир.  
На исповедь скорее, лицемеры,  
Довольно с нас, состарился наш мир!<sup>1</sup>

### «ФОНТАННАЯ» ТЕОРИЯ

днажды в жаркий июльский день 1804 года слуга доложил Ольберсу, что с ним желает поговорить какой-то бедно одетый юноша. Добродушный доктор приказал слуге провести к нему незнакомого гостя. На пороге кабинета появился молодой человек лет двадцати, в одежде конторского служащего, с папкой каких-то бумаг подмышкой. Юноша назвался Бесселем и сообщил, что хочет рассказать Ольберсу о своих исследованиях кометы Галлея. Вскоре завязалась непринужденная беседа, и молодой Бессель рассказал о своей жизни и своих работах.

Родился он в очень бедной семье и уже с ранних лет должен был зарабатывать себе кусок хлеба. Дойдя до третьего класса гимназии, Бессель бросил учебу.

Пятнадцати лет Бессель поступает конторщиком в один богатый торговый дом. Приходилось рабо-

---

<sup>1</sup> Перевод А. Н. Апухтина.

тать по двенадцати часов в день, роаясь в конторских книгах и производя необходимые подсчеты. Впрочем, здесь Бесселю помогли необыкновенные математические способности. Он легко и быстро производил все расчеты, и хозяева были им очень довольны.

Однако Бессель интересовался не столько торговыми вычислениями, сколько другими предметами. В обеденные перерывы и после занятий он погружался в чтение книг по географии и астрономии. За три года Бессель самостоятельно изучил почти все главнейшие разделы математики. Его заветной мечтой было поступить корабельным приказчиком на один из кораблей Ост-Индской компании и отправиться в путешествие по дальним странам. Но для этого надо было изучить такие науки, которые могли пригодиться во время далеких путешествий. И вот Бессель за три месяца изучает английский и испанский языки, а потом и географию тех стран, куда он собирался отправиться.

Этого, однако, по его мнению, было недостаточно. Следовало еще изучить навигационную астрономию — искусство определять положение корабля по звездам. На свои весьма скромные сбережения он заказывает секстан — угломерный инструмент, служащий для этой цели. Секстан был сделан очень грубо, но, несмотря на это, Бессель с успехом определил широту и долготу Бремена — города, где он жил. Эти занятия по астрономии ему так понравились, что он стал с увлечением читать астрономические журналы.

В одном из журналов, в приложении, Бессель нашел данные наблюдений кометы Галлея, которые были произведены во время ее появления в 1607 году.

Бессель решил их обработать, чтобы определить орбиту кометы. Это была задача такой же трудности, как та, которую за пятнадцать лет до этого решил Клеро! Но это не смутило молодого конторщика. Заваленный своей конторской работой, урывая минуты от сна, Бессель принялся за сложные вычисления. Через несколько месяцев орбита была определена, и вот теперь он решил показать Ольберсу свои вычисления.

Ольберс с удивлением выслушал рассказ способного самоучки. Его вычисления были произведены с такою точностью, которой даже не заслуживали эти старинные грубые наблюдения.

Счастливый случай помог скромному конторщику определить свою будущность. Спустя два года после этой встречи в Геттингенской обсерватории освободилось место астронома. Благодаря рекомендации Ольберса Бессель был принят на это место. Ему пришлось сменить сравнительно выгодное место конторского служащего на скудно оплачиваемую должность младшего астронома. Но Бессель предпочел иметь возможность исследовать звезды.

В продолжение многих лет Бессель работал сначала в Геттингенской обсерватории, а потом в Кенигсберге.

Приближался 1835 год — время очередного возвращения кометы Галлея, и Бессель решил заняться тщательным наблюдением этой астрономической знаменитости.

На этот раз предсказать момент ее появления можно было гораздо более точно, чем это сделал Клеро 76 лет назад. Ведь в 1781 году был открыт

новый крупный спутник Солнца — Уран, и теперь можно было учесть влияние этой далекой планеты на движение кометы Галлея. За вычисления принялись крупнейшие ученые. Они пришли к выводу, что комета должна пройти через перигелий 12 ноября 1835 года.

Уже 5 августа астрономы заметили в созвездии Тельца маленькое туманное пятнышко. Это и оказалась комета Галлея. Она быстро неслась к Земле, и уже в сентябре ее можно было наблюдать невооруженным глазом. В октябре она раскинула по небу длинный хвост, а 15 ноября прошла через перигелий. Ученые ошиблись всего на три дня!

Это была крупнейшая победа теоретической астрономии.

С первых же дней появления кометы Бессель принялся за наблюдения. 29 сентября Бессель видел, как комета покрывала собою одну маленькую звездочку. Даже когда звездочка была видна совсем близко от ядра, ее блеск совершенно не уменьшался и свет не претерпевал никакого преломления. Это доказывало, что вещество кометной головы чрезвычайно разрежено.

Особенно интересные наблюдения удалось сделать 12 октября. Ночь была на редкость ясная, и Бессель в продолжение девяти часов наблюдал, как какое-то туманное истечение, исходящее из ядра кометы, колебалось около прямой, соединяющей это ядро с Солнцем. Вид этого истечения был подобен горящей ракете.

На следующую ночь истечение из ядра прекратилось, но 14 октября вновь возобновилось. Бессель тщательно измерял все положения этого истечения,

предполагая в дальнейшем обработать сделанные наблюдения. Ему уже было ясно, что какое-то вещество извергается из ядра кометы по направлению к Солнцу, а затем «переливается» в ее хвост.

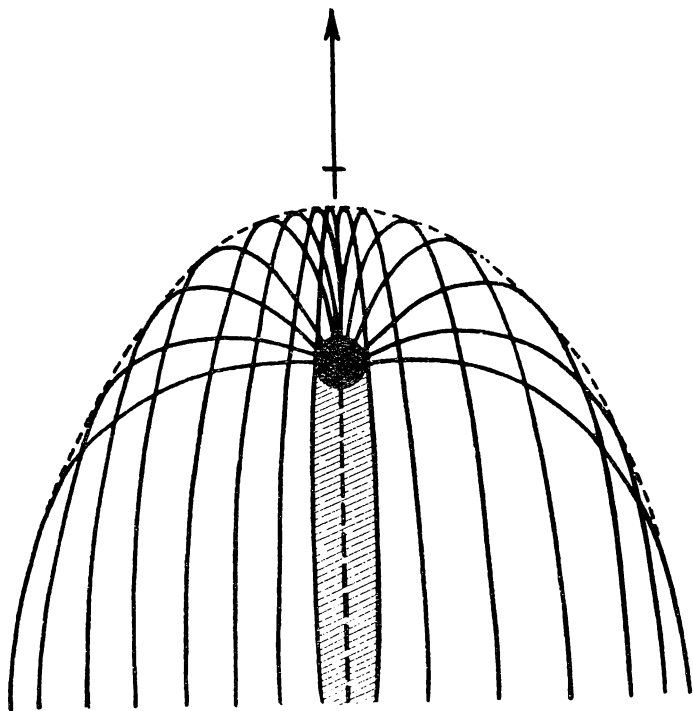
Вскоре комета скрылась в лучах Солнца, а затем появилась с другой его стороны. Однако продолжать наблюдения Бессель не смог, так как комета ушла в южное полушарие неба.

Бессель принялся за обработку своих наблюдений. Облачное истечение, как показал анализ, колебалось то в одну, то в другую сторону наподобие маятника. Бессель применил к этому случаю формулы колебания маятника и подсчитал, что период колебания облачного образования равен 5 дням, а размах — 60 градусам. Объяснить эти колебания действием только одной притягательной силы Солнца не удавалось.

«Наблюдаемые явления,— писал он,— не позволяют сомневаться в существовании отталкивательной силы Солнца...»

Бессель предположил, что при приближении к Солнцу из твердого ядра кометы начинают вылетать какие-то маленькие газовые частички. Прежде всего это улетучивание частиц происходит со стороны ядра, обращенной к Солнцу. Ведь именно эта сторона больше всего нагревается его лучами, и лишь постепенно тепло распространяется по всему ядру кометы.

Что же произойдет с такой выброшенной частичкой? На нее будут действовать две силы — сила притяжения к Солнцу и сила отталкивания, также исходящая от Солнца и действующая в противоположном направлении. Эти две силы по законам механи-



*Образование головы и хвоста кометы по «фонтанной» теории.*

ки должны сложиться и дать результирующую силу. Наблюдения над кометой Галлея показали, что в этом случае результирующая сила оказалась направленной в сторону, противоположную Солнцу. Это произошло потому, что отталкивающая сила была больше силы притяжения.

Как же должна двигаться частичка в таких условиях? Ответить на этот вопрос было уже совсем нетрудно. Вспомним, какой вид имеет фонтан. Капельки воды, выброшенные фонтаном, движутся, как всякое брошенное тело, по параболам! Параболы эти различной формы и размеров, так как частицы воды выбрасываются в разных направлениях. Несмотря на это, очертания фонтана, как это можно строго математически доказать, также должны иметь форму параболы.

Но ведь фонтан вполне напоминает голову кометы. Эта голова образуется из множества частиц, выбрасываемых ядром. Вылетев из ядра, эти частицы будут двигаться сначала к Солнцу, а потом от него, так как результирующая сила направлена прочь от Солнца. Пути этих частиц, как нетрудно сообразить, будут параболами. Хвост должен быть полым изнутри, так как частички выделяются главным образом на стороне ядра, обращенной к Солнцу. Значит хвост у комет по краям должен казаться ярче, чем в середине. Наблюдения блестяще подтвердили этот вывод.

При разработке этой «фонтанной» теории головы кометы Бессель допустил, что отталкивательная сила изменяется так же, как и сила притяжения, то есть обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца.

Ученый подсчитал, что в соответствии с его теорией хвосты комет должны несколько искривляться, отклоняясь немного от направления, противоположного Солнцу. Это также подтвердилось наблюдениями.

Теперь можно было приступить к решению более

сложной задачи — попытаться определить величину отталкивательной силы Солнца.

Он рассуждал при этом следующим образом. Можно исходить из какой-нибудь определенной величины отталкивательной силы и на основе «фонтанной» теории рассчитать кривизну хвоста кометы. Если эта кривизна совпадет с наблюдаемой, значит величина силы угадана верно. Если же не совпадет, то надо взять другую и так постепенно путем многих проб подобрать подходящую величину для искомой силы. Бессель так и сделал. Он установил этим методом, что в хвосте кометы Галлея действовала отталкивательная сила, в два раза большая силы притяжения Солнца.

После этого нетрудно было уже подсчитать и ту скорость, с которой выбрасываются частички из ядра кометы Галлея. В самом деле: результирующая сила, равная разности отталкивательной и притягательной силы, была теперь известна. Легко сообразить, что частичка, выброшенная из ядра в точности по направлению к Солнцу, долетит до вершины головы кометы, а потом упадет обратно на ядро. Получается совершенно то же, как если бы мы бросили вертикально вверх камень. Он долетит до некоторой высоты, а потом упадет обратно на Землю. Чем с большей скоростью бросить камень вверх, тем выше он поднимется. Зная эту скорость, можно очень просто подсчитать высоту подъема камня. Но ведь для частички, вылетевшей из ядра по прямой в сторону Солнца, «высота» ее взлета известна. Она равна расстоянию от ядра до вершины головы кометы. Зная эту «высоту» и силу, действующую на частичку, Бессель подсчитал скорость, с кото-



рой она была выброшена ядром. Эта скорость оказалась равной 1 километру в секунду.

Причина этого выброса Бесселю совершенно не была известна, как и природа отталкивательной силы, исходящей от Солнца. Бессель назвал эту силу «полярной» и считал, что она электрического происхождения. Вот что он писал в заключение своей работы о комеге Галлея:

«Действие силы отталкивания состоит в том, что вещество кометы, улетучиваясь, поляризуется и отталкивается Солнцем обратно пропорционально квадрату расстояния, причем это действие слагается известным образом с действием обыкновенного ньютоновского притяжения.

Когда комета достаточно приблизится к Солнцу, то ее ядро поляризуется и начинает выбрасывать потоки световой материи по направлению к Солнцу. Часть поверхности, из которой исходят световые потоки, имеет такую поляризацию, что вещество это стремится приблизиться к Солнцу, но частицы его, двигаясь в пространстве, наполненном, противоположно поляризованной материей, нейтрализуются и начинают двигаться в обратную сторону, образуя хвост.

Без большого затруднения можно найти аналогию между этими явлениями и теми, которые нам представляют электричество и магнетизм».

И Бесселю, таким образом, пришла на ум аналогия, которую Ломоносов открыл почти столетие назад. Но о природе сил, действующих в кометных хвостах, Бессель не мог добавить ничего к тому, что давно сказал гениальный русский ученый. И прошло еще немало лет, пока догадка, высказан-

ная Ломоносовым в общих чертах, была уточнена и нашла конкретное физическое объяснение. Это было сделано последователями Ломоносова — нашими отечественными учеными.

«Фонтанная» теория Бесселя не раскрыла природы отталкивательной силы, но объяснила в общих чертах образование и форму кометных хвостов. Мы увидим дальше, как великий русский ученый Бредихин более точно и более правильно разрешил эту загадку.

## ЛОВЦЫ КОМЕТ

**Ч**асто встречаются любители, с увлечением отдающие все свободные часы какому-нибудь занятию, например рыбной ловле.

О чем бы вы с ними ни стали говорить, они постепенно сведут разговор на свой любимый предмет. Такие люди со всей своей страстью отдаются любимому делу и готовы жертвовать для него многим.

Подобный тип людей представляют собою и те любители науки, которым посвящена эта глава. Работа их, разумеется, гораздо важнее для человечества, чем, скажем, рыбная ловля. Вместо озера здесь — необъятное небо, вместо удочки — скромный, подчас самодельный телескоп. К сожалению, соблазнить комету какой-нибудь приманкой невозможно, и приходится терпеливо ожидать, пока хвостатая звезда появится из глубин мирового пространства. Но, памятуя слова Кеплера о том, что ко-

мет в мировом пространстве столько же, сколько рыб в океане, ловцы их проводят долгие ночи за наблюдениями.

Любители космических находок «обшаривают» своими телескопами самые укромные уголки звездного неба в надежде, что, наконец, в поле зрения появится маленькая туманная звездочка — незнакомая комета. Часто неопытных ловцов смущают обычные туманности, которые они принимают за кометы. Постепенно они знакомятся со звездным небом и каталогами туманностей, составлением которых регулярно занимаются астрономы.

Но вот проходят месяцы, а иногда и годы, и счастливый любитель-астроном открывает новую комету. У него всегда находятся соперники — другие ловцы комет, которые оспаривают первенство открытия. Но как только приоритет одного из любителей установлен, комета получает имя ее открывшего. Удовлетворенный сделанным вкладом в науку, неутомимый исследователь вновь принимается за поиски.

Одними из первых в истории ловцов комет были русский астроном Вишневский и итальянский любитель астрономии Понс.

Здесь мы расскажем интересную историю о комете, открытой в 1819 году Понсом, и о том, как она потеряла его имя.

Произошло это следующим образом. За вычисление орбиты кометы Понса взялся друг и ученик Ольберса Энке. Он нашел, что эта орбита представляет собою очень небольшой эллипс. Двигаясь вокруг Солнца, комета должна была совершать полный оборот всего за 3 года и 4 месяца. Результат

был поразительным: ведь до этого была известна только одна периодическая комета Галлея, у которой период обращения был гораздо больше. Комета же, открытая Понсом, за 10 лет ухитрялась 3 раза обогнать вокруг Солнца. Ее орбита напоминала скорее орбиту планеты. Но раз так, то комета должна была появляться и раньше!

Энке подсчитал, в каких местах неба должна была показываться эта комета в предыдущие свои возвращения. Оказалось, что комета была впервые открыта еще в 1786 году, а затем ее наблюдали в 1795 году. Ранее ее никто не замечал потому, что комета принадлежит к числу очень слабых и невооруженным глазом обнаружить ее было нельзя. Однако эта слабенькая кометка доставила много забот астрономам. Энке вычислил, когда она должна появляться в дальнейшем, и с этих пор комету стали усиленно наблюдать.

Комета регулярно возвращалась к Солнцу. Вскоре, однако, выяснилось, что в движении кометы наблюдаются особенности, которые нельзя объяснить только законом всемирного тяготения. Энке в продолжение десяти появлений кометы с 1819 по 1848 год наблюдал за ее путем. Обнаружилось, что каждое новое прохождение кометы через перигелий наступало приблизительно на два с половиной часа раньше, чем полагалось по теории. Иначе говоря, по каким-то неизвестным причинам период обращения кометы постепенно уменьшался.

Из третьего закона Кеплера вытекало, что размеры орбиты кометы должны также уменьшаться. Иначе говоря, получалось, что комета

Энке, как ее в конце концов назвали, по спиралеобразной линии постепенно приближается к Солнцу. Отчего бы это могло быть? По законам механики такое явление должно наблюдаться, если комета движется в какой-то среде, сопротивляющейся ее движению. Но что это за среда? Энке считал, что этой средой является так называемый мировой эфир, заполняющий все пространство.

Однако существование мирового эфира было очень проблематично.

За исследование движения кометы принялся русский астроном Баклунд. Он произвел колоссальную вычислительную работу, исследовав все данные о комете за 72 года, начиная с момента ее открытия, и доказал, что Энке ошибался. Русский ученый установил, что торможение кометы происходило не непрерывно, а какими-то скачками. Объяснить это сопротивлением эфира было невозможно. Что же это за торможение и почему такое явление не замечается у других комет? С тех пор прошло много лет. Мы теперь хорошо знаем, что никакого мирового эфира не существует, но тем не менее загадка кометы Энке до сих пор не разгадана. Она ждет своего исследователя.

До конца XIX столетия поиски комет производились простым наблюдением в телескоп. Но затем выяснилось, что для этой цели весьма успешно может применяться фотокамера со светосильным объективом, привинчиваемая к телескопу. С помощью такой камеры снимают различные участки неба, и снимки сравнивают с фотографиями тех же участков неба, сделанными некоторое время назад. При этом часто какое-нибудь пятнышко, не-

ожиданно появившееся на свежей фотографии, при ближайшем рассмотрении оказывается новой кометой.

С конца XIX столетия фотография стала главным способом обнаружения комет. Были годы, когда этим методом открывалось по десяти комет.

Среди ловцов комет, помимо Вишневого, прославились русские ученые Швейцер, Неуймин, Белявский и Шайн. Не занимаясь специально поисками новых комет, они тем не менее обогатили астрономию открытием 15 новых хвостатых звезд.

Теперь уже не было сомнений в том, что кометы периодически возвращаются к Солнцу. Были уже известны десятки периодических комет. Величины их периодов оказались самыми различными. Короче всех время обращения вокруг Солнца оказалось у кометы Энке — 3,3 года. У других периодических комет оно измеряется годами, десятками, а иногда и сотнями лет.

Все остальные кометы были отнесены к ряду «параболических» — предполагалось, что путь их — парабола. Однако многие считали, что это не параболы, а очень вытянутые эллипсы. Проверить это было еще нельзя.

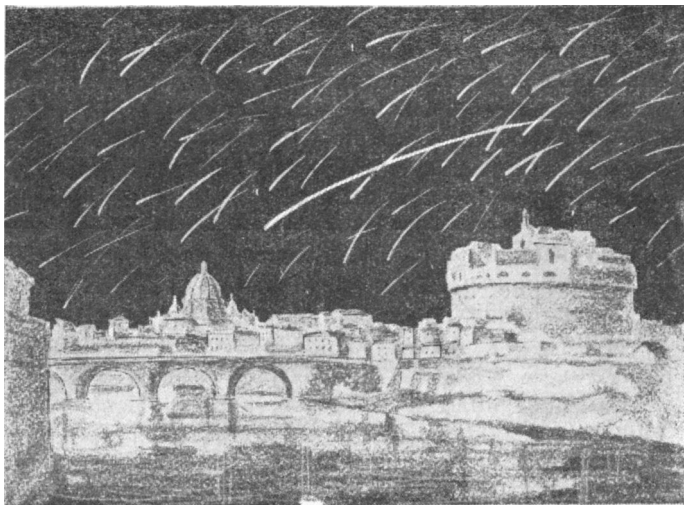
Несмотря на все эти успехи астрономии, поведение некоторых комет вызывало недоумения. Об одной из таких своеобразных комет мы сейчас и расскажем.

## ЗАГАДОЧНАЯ ТЕЛЕГРАММА

**27** ноября 1872 года на телеграфных станциях, связывающих Европу с Индией, любопытство у телеграфистов вызвала одна совершенно непонятная телеграмма: «Бие-ла коснулась Земли, ищите вблизи Теты Центавра», говорилось в телеграмме. Что означал странный текст, телеграфисты никак не могли понять. Посланная из Европы телеграмма была адресована некоему Погсону, жившему в индийском городе Мадрасе. Работники телеграфа решили, что это просто шутка какого-нибудь провинциального остряка или шифр. Впрочем, они особенно над этим не размышляли; телеграмма была доставлена адресату.

Поздно ночью, возвращаясь к себе домой, некоторые из этих телеграфистов, жившие в Европе, были поражены необыкновенным небесным явлением. По черному звездному небу пролетали во всех направлениях сотни ярких и слабых «падающих» звезд. Это был настоящий звездный дождь! Метеоров падало так много, что сосчитать их не было никакой возможности. Ни один из телеграфистов и не подозревал, что загадочная телеграмма, переданная сегодня, имеет самое близкое отношение к звездному дождю.

Читатель, наверное, уже догадался о какой «Бие-ле» шла речь в телеграмме. Это известная уже нам комета Биелы, наделавшая столько шуму и паники в 1832 году. С тех пор она успела несколько раз оббежать Солнце и вновь вернулась к Земле. И почти с каждым своим возвращением она



*Звездный дождь в 1872 году (Рим).*

преподносила астрономам новые сюрпризы. Ее период обращения равен приблизительно  $6\frac{1}{2}$  годам, а потому после 1832 года она должна была появиться в 1839 году. Однако в этом году ее наблюдать не удалось, так как ее путь, к великому огорчению исследователей, располагался очень неудачно: комета проходила по небу слишком близко к Солнцу и утонула в его лучах.

В следующее появление в 1845 году комета Биелы произвела сенсацию. Вначале, в ноябре этого года, ее открыли в виде туманного пятнышка, и она ничего особенного собою не представляла.



Вскоре у кометы появился хвост — все протекало нормально.

Но вот 29 декабря астрономы заметили необычайное явление. В эту ночь комета Биелы наблюдалась не одна, а со слабым спутником, напоминавшим комету. Комета почти на глазах астрономов разделилась на две части. Ученые тщательно наблюдали обе кометы и измеряли расстояние между главной кометой и ее спутником. 10 февраля расстояние равнялось 225 000 километров. Вскоре наблюдение пришлось прекратить: обе кометы скрылись из виду. Исследователям оставалось ожидать их следующего возвращения.

Оно наступило в 1852 году. Комета вернулась вместе со своим спутником, но расстояние между ними возросло до 1 400 000 километров. И спутник и главная комета казались очень слабыми. Их удалось наблюдать всего около месяца, а затем кометы снова удалились.

В 1859 году, несмотря на самые тщательные поиски, комету Биелы обнаружить не удалось. Ее ждали в 1866 году, однако и на этот раз она найдена не была. Ее уже стали считать пропавшей, наподобие кометы Лекселя, как вдруг в 1872 году она дала о себе знать.

В этот год, как показали вычисления, исчезнувшая комета должна была проходить очень близко от Земли. Астрономы вооружились телескопами, но в те дни, когда Земля должна была проходить вблизи орбиты кометы Биелы, вместо кометы ученые совершенно неожиданно увидели великолепный звездный дождь. Это были остатки кометы Биелы.


Злополучная комета распалась на рой мелких камней и песчинок, который и встретился с нашей Землей 27 ноября 1872 года. Эти мелкие твердые частицы врывались с огромной скоростью в земную атмосферу, распадалась и «сгорали» в воздухе, производя впечатление падающих звезд. Вычисления показали, что комету Биелы следует искать не в той точке неба, откуда, казалось, вылетали метеоры, а совсем в другом месте — около звезды Теты, созвездия Центавра. Но это созвездие южное, и наблюдать его в Европе нельзя, а потому европейские астрономы и послали телеграмму индусскому астроному Погсону, чтобы он успел «поймать» комету.

Погсон в тот же вечер направил свой телескоп на указанное место неба и действительно увидел какую-то туманность с ядром и небольшим хвостом. Но ему не повезло. Как назло, наступила пасмурная погода. Удостовериться точнее в сделанном наблюдении Погсон не смог, но, повидимому, он в самом деле видел одну из частей распавшейся кометы Биелы.

В ноябре 1877 года звездный дождь повторился. Земля опять пересекла орбиту разрушившейся кометы. Такие же звездные дожди наблюдались в 1885 и 1892 годах. Комета Биелы прекратила свое существование. Благодаря каким-то причинам ее твердое ядро распалось сначала на две кометы, а потом на множество мелких метеорных тел. Лишь благодаря тому случайному обстоятельству, что орбиты Земли и кометы Биелы пересекаются, земные астрономы могли собственными глазами убедиться в недолговечности жизни комет.

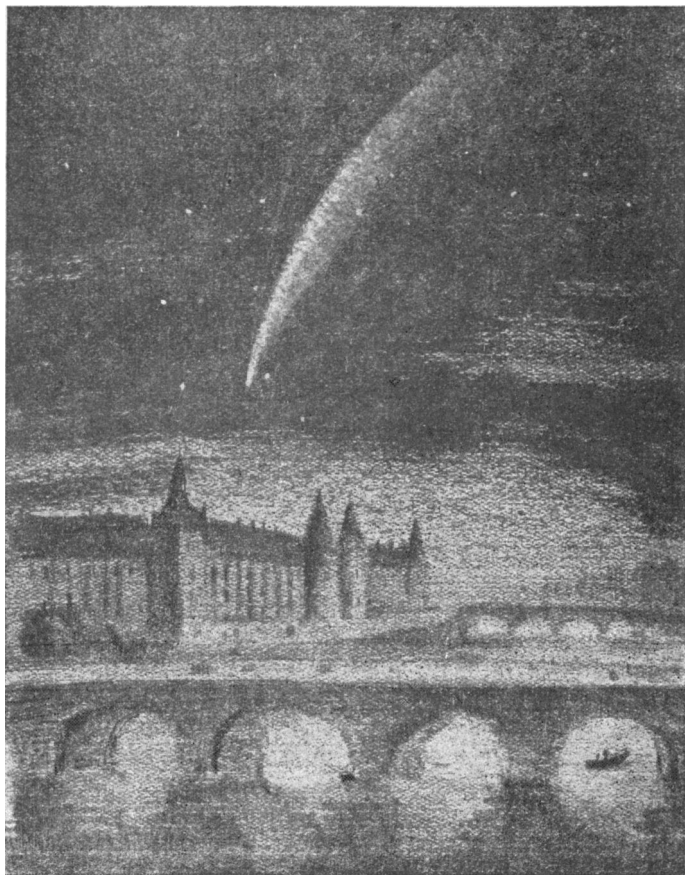
Встреча Земли с кометой была поучительна и в другом отношении. Ведь в 1872 году произошло то, чего так боялись в 1832 году: Земля столкнулась с кометой Биелы, и никакой катастрофы не произошло.

## *КОМЕТЫ В ЛАБОРАТОРИИ*

сли бы кометам присуждали приз за красоту, то такой приз, несомненно, получила бы комета, появившаяся в 1858 году. Она была открыта 2 июля этого года. К середине августа у кометы развился великолепный хвост.

Хотя эта хвостатая звезда уступала по своим размерам многим большим кометам, появившимся раньше, она превосходила их красотой.

К середине октября у кометы было два хвоста — один прямой, а второй изогнутый, напоминающий турецкий ятаган. 5 октября голова кометы закрыла собою Арктур, но эта яркая желтоватая звезда несколько не ослабела в своем блеске. Ядро кометы по своей яркости в эти дни почти не уступало Арктуру. За 275 дней, в продолжение которых была видна комета, многочисленные наблюдатели обнаружили внезапные облачные истечения из ее ядра и другие интересные явления. Ни одна из комет еще не изучалась так тщательно, как эта красивейшая хвостатая звезда. Впрочем, огромный материал наблюдений был обработан



*Комета 1858 года.*

значительно позже, и поэтому никаких новых идей эта комета при своем появлении не породила.

Когда определили орбиту этой кометы, выяснилось, что она движется вокруг Солнца по чрезвычайно вытянутому эллипсу, уходя почти в 150 раз дальше, чем Земля. Свой обход вокруг Солнца она совершает почти за 2 000 лет. Значит в следующий раз эту комету следует ожидать в 39-м столетии.

Прошло несколько лет. За эти годы в физике было сделано важное открытие. Физики разработали метод спектрального анализа. Сущность его основана на известном всем явлении: если белый солнечный луч пропускать через трехгранную стеклянную призму, то на белом экране, помещенном за призмой, получается радужная цветная полоса — так называемый спектр. Был изобретен прибор — так называемый спектроскоп, состоящий из двух трубок и призмы. Первая трубка называется коллиматором. На одном конце она имеет узкую щель, а на другом двояковыпуклую стеклянную линзу. Щель помещается как раз в фокусе этой линзы. По законам оптики лучи белого света, прошедшие через щель и призму, выходят из коллиматора параллельным пучком. Попадая на призму, они проходят через нее и разлагаются на составные цвета. Если за призмой поставить экран, получится спектр, то есть ряд изображений щели коллиматора в различных лучах. Чтобы лучше рассмотреть этот спектр, в спектроскопе вместо экрана помещают за призмой обычную зрительную трубу и через нее производят наблюдения.

Физики установили, что различные светящие-

ся тела дают различный спектр. Если мы будем рассматривать в спектроскоп твердое или жидкое раскаленное тело, то спектр получится непрерывный. Он имеет вид цветной полосы, в которой цвета постепенно переходят один в другой. По такому спектру нельзя определить химический состав светящегося тела.

Другое дело, если мы станем наблюдать в спектроскоп светящийся газ. Непрерывного спектра не будет, а в спектроскопе мы увидим ряд ярких цветных линий на темном фоне. Значит раскаленный газ в обычных условиях испускает не все лучи, а только некоторые — определенного цвета. Цветные же линии в спектре представляют собой изображение щели спектроскопа в этих лучах. Такой тип спектра называется спектром испускания. У каждого газа свои определенные линии, свой характерный для него спектр испускания.

Значит по наблюдению таких спектров можно установить, какой газ перед нами. Спектр газа — это его паспорт, по которому «личность» газа немедленно определяется.

Есть, однако, еще третий тон спектров — спектры поглощения. Если источник непрерывного спектра рассматривать через газ, более холодный, чем этот источник, то газ поглотит часть лучей, идущих от источника непрерывного спектра. И вот что замечательно: газ поглотит как раз те лучи, которые он сам может испускать в раскаленном состоянии. В спектроскоп мы увидим непрерывный спектр, а на нем темные линии поглощения, которые также дают возможность определить состав поглощающего газа.

Эти законы спектрального анализа, открытые физиками, дали мощный инструмент исследования в руки астрономов. В самом деле, теперь, находясь на Земле, можно было узнать, из каких веществ состоят Солнце и звезды.

Еще до установления законов спектрального анализа было известно, что спектр Солнца является спектром поглощения со множеством темных линий. Теперь нетрудно было установить, каким веществам принадлежат эти линии. Надо было только сравнить солнечный спектр со спектром испускания каких-нибудь веществ, известных на Земле и изученных в лаборатории. Оказалось, что в солнечном спектре есть темные линии, соответствующие по своему положению ярким «лабораторным» линиям паров железа и натрия. Значит на Солнце есть натрий и железо.

Так физики помогли астрономам начать изучение состава небесных тел. В астрономии наступила новая эра — эра спектрального анализа.

Конечно, интересно было узнать, наконец, состав не только Солнца и звезд, но и загадочных хвостатых светил.

Астрономы с нетерпением ожидали появления яркой кометы, чтобы исследовать ее лучи с помощью недавно изобретенного спектроскопа. Подходящий случай вскоре представился. В 1864 году появилась одна из периодических комет, открытая ловцом-любителем. Астрономы привинтили спектроскопы к своим телескопам и направили их на комету. Сразу бросилось в глаза, что спектр ее не непрерывный, а состоит из отдельных ярких полос. Их было всего три — желтая, зеленая и голубая.

Из наблюдений в лаборатории ученые узнали, что такие же полосы дают горящие углеводороды: светильный газ, болотный газ и др. Подобный же спектр получался при рассматривании в спектроскоп нижней, голубоватой, части пламени обыкновенной свечки. Стало очевидным, что головы и хвосты комет состоят из светящихся газов.

В 1866 и 1868 годах появились еще две кометы. При изучении их спектра, помимо полос, обнаруженных раньше, был замечен еще слабый фон непрерывного спектра. Значит газы кометы не только сами светились, но, повидимому, кроме того, рассеивали солнечные лучи. Отражением солнечного спектра и был наблюдаемый непрерывный спектр.

Был установлен и другой замечательный факт. Сравнивая спектр кометы со спектром спиртовой горелки, исследователи обнаружили их сходство. Но ведь свет горелки создается в основном светящимися парами углерода. Следовательно, и в кометах имеется углерод.

Проходили годы, и все новые и новые наблюдения спектров комет приводили к убеждению, что самые разнообразные хвостатые звезды имеют весьма сходный состав. Самым заметным веществом в их спектре был углерод.

С 1881 года спектры комет стали фотографировать. Фотопластинка оказалась в этой роли лучшим инструментом, чем человеческий глаз. Ведь последний не воспринимает ультрафиолетовых лучей, а фотопластинка к ним чувствительна. На фотопластинку можно поэтому заснять и ультрафиолетовую часть спектра.



Вместо спектроскопа стали устанавливать спектрограф, то есть спектроскоп, в котором взамен зрительной трубы помещена фотокамера. Оказалось, что в ультрафиолетовой части спектра комет тоже имеются какие-то яркие полосы. Снова пришла на помощь лаборатория. Было установлено, что эти полосы принадлежат газу циану, состоящему из азота и углерода. Как выяснилось в дальнейшем, циан присутствует в большинстве комет.

Началось изучение физики комет. Хвостатые звезды были как бы взяты в лабораторию.

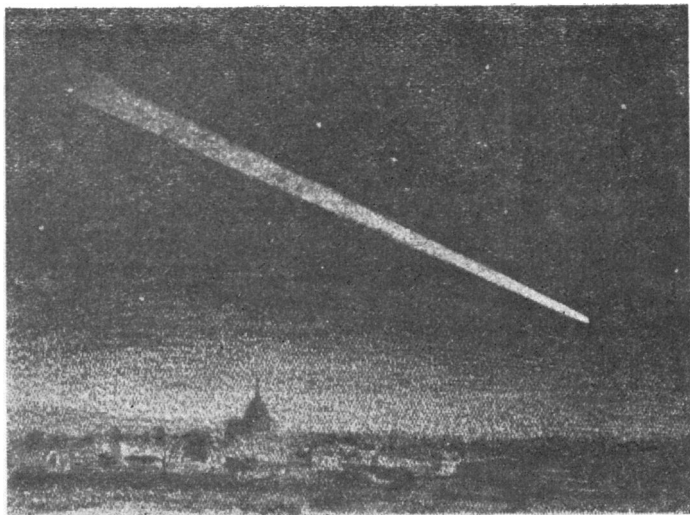
### ТРИ ЗАГАДКИ

**28** февраля 1843 года небольшое судно находилось вблизи мыса Доброй Надежды. Вечер был восхитительный, и пассажиры, прохаживаясь по палубе, любовались ослепительным солнцем, опускавшимся в лазоревые воды океана. Небо было чисто и прозрачно. Только несколько маленьких золотистых облачков виднелось вблизи горизонта.

Внезапно на корме послышались возгласы удивления. Собравшиеся на корме пассажиры с интересом смотрели в сторону Солнца. Вблизи Солнца на чистом вечернем небе показался какой-то сверкающий короткий клинообразный предмет.

Это была новая, чрезвычайно яркая комета.

Вскоре ее увидели и в Европе. Она была так необычайно ярка, что ее наблюдали днем, в пол-



*Большая комета 1843 года, характерная своим длинным и прямым хвостом.*

день, при полном солнечном свете. Достаточно было закрыть рукой Солнце, и вблизи него, на дневном небе, каждый мог увидеть эту необычайную хвостатую звезду.

Уже в начале марта хвост новой кометы достигал на небе 25 градусов в длину, а вскоре увеличился до 43 градусов. Хвост был совершенно прямой и очень узкий.

Гигантская комета, как и все ее предшественницы, скрылась в глубинах вселенной, а астрономы принялись за вычисление ее орбиты. Резуль-

таты превзошли все ожидания. Оказалось, что эта комета избрала необычайно «смелый» путь и в момент прохождения через перигелий 27 февраля пронеслась всего в 823 000 километров от центра Солнца. Но так как радиус Солнца равен 696 000 километров, значит комету отделяло от бушующей и чрезвычайно раскаленной солнечной поверхности всего 127 000 километров!

Таким образом, эта исключительная комета пролетала через верхние слои солнечной атмосферы. От разрушительных последствий столь опасного соседства ее спасла только та чудовищная скорость, с которой эта небесная странница промчалась через перигелий. Она летела в 300 раз быстрее пули, пробегая за секунду 586 километров!

Попытки определить ее период обращения оказались не вполне удачными. Комета двигалась по орбите, очень мало отличающейся от параболической. Все же подсчитали, что эту необычайную хвостатую звезду следует ожидать только через несколько столетий.

Прошло 37 лет.

В последний январский вечер 1880 года внимание наблюдателей в южном полушарии привлекла какая-то яркая полоса света, тянущаяся вверх из-за горизонта в том месте, где зашло солнце. Вскоре астрономы убедились, что это хвост какой-то большой неизвестной кометы, голова которой находилась вблизи Солнца и потому скрывалась за горизонтом.

В Европе комету наблюдать было нельзя, так как она проходила по южной части неба. Ее так потом и называли «Южной кометой 1880 года».

К 5 февраля можно было видеть гигантский хвост кометы, тонкий и прямой, простирающийся на 50 градусов по небосводу.

Некоторые, помнившие комету 1843 года, говорили о поразительном сходстве этих комет. Оно сказалось не только во внешнем их облике. Хотя Южная комета недолго красовалась на небе и через 8 дней скрылась из глаз наблюдателей, этого было достаточно, чтобы попытаться вычислить ее орбиту. Вычислителям сразу бросилось в глаза необыкновенное совпадение ее с орбитой кометы 1843 года. Комета 1880 года так же стремительно пронеслась через солнечную атмосферу, как и ее предшественница.

В чем же дело? Неужели это одна комета? В пользу такого вывода говорило необычайное подобие их орбит. Но согласиться с этим было очень трудно. Ведь тогда получалось, что эта гигантская комета имеет период обращения всего в 37 лет. Но это, во-первых, противоречило форме орбиты, соответствующей периоду обращения во много сотен лет. А, во-вторых, становилось совершенно непонятным, почему эта комета не появлялась до 1843 года.

Завязались оживленные споры. Одна за другой выдвигались всевозможные теории, которые также быстро опровергались. Дискуссия была еще в самом разгаре, когда неожиданно положение еще более запуталось.

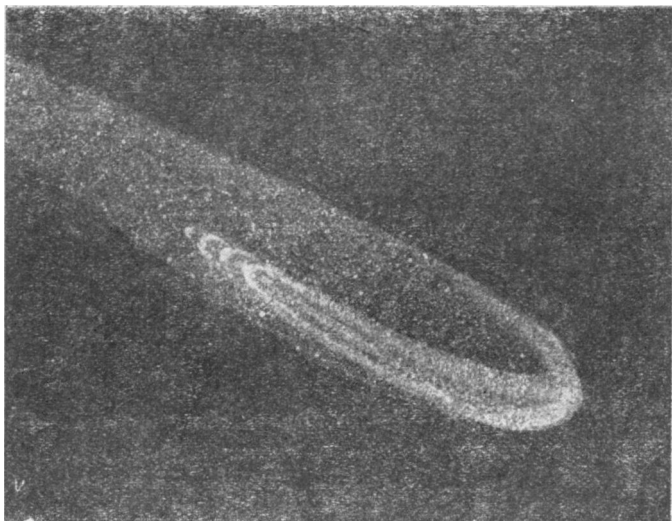
3 сентября 1882 года несколько аргентинских железнодорожников возвращалось с ночной смены домой. Случайно взглянув на небо, они заметили в восточной части горизонта необычайно яркую

хвостатую звезду. На следующий день ее можно было наблюдать при полном солнечном свете. Всюду только и говорили о хвостатой звезде, сияющей около Солнца. Эту удивительнейшую из комет открыли сразу несколько человек, а так как чье-нибудь первенство установить не удалось, ее назвали «Большой сентябрьской кометой 1882 года».

Уже в начале октября была вычислена ее орбита. Получилось, что 17 сентября комета должна проходить через перигелий. Комета была так близка к Солнцу, что наблюдатели пользовались темным стеклом, через которое обычно смотрели на Солнце. Поразительным было то, что и комета была видна через темное стекло. Так необычайно велика была ее яркость.

Приблизившись к Солнцу, комета неожиданно исчезла. Не все наблюдатели сразу поняли, почему это произошло, но потом догадались: в эти минуты комета проходила между Землей и Солнцем. Представлялся удобный случай измерить размеры твердого кометного ядра. Ведь это ядро должно было в виде черной точки проходить по солнечному диску. Но, несмотря на все старания, никто из наблюдателей не заметил даже в самый сильный телескоп никакого следа кометы. Вывод мог быть только один: ядро кометы представляет собой очень небольшую твердую глыбу, всего в несколько километров диаметром. Если бы оно было больше, то его, конечно, заметили бы.

Разумеется, хвост и голову кометы видеть на фоне Солнца было нельзя, так как они почти совершенно прозрачны.



*Необычный вид кометы 1882 года.*


Шли часы. Астрономы внимательно наблюдали в телескопы, и вот, наконец, с другого края Солнца вновь появилась яркая комета. За 5 с половиной часов она обогнула Солнце. В это время она неслась со скоростью 480 километров в секунду!

За кометой все время внимательно следили. 27 сентября ядро кометы почему-то удлинилось. В октябре ядро сделалось веретенообразным, а затем в нем можно было различить несколько отдельных частей. Ядро кометы на глазах астрономов распалось на части. Отчего это произошло, никто не знал.

Вскоре комета раскинула пышный хвост. Но и здесь оказалась загадка. Хвост имел совершенно необычный вид. Он был очень ярок и короткий, а по бокам его виднелись какие-то странные туманные придатки. Только через много лет выяснилось, что на самом деле комета имела гигантский изогнутый хвост. Он был виден, как поезд на повороте, так что передняя, яркая часть наблюдалась на фоне отдаленных задних частей длинного хвоста. Так своеобразно был расположен хвост этой кометы по отношению к Земле. Размеры его превысили все известные до сих пор хвосты комет. Он имел в длину 900 миллионов километров!

Астрономы воспользовались этой исполинской кометой и засняли ее спектр, когда она была вблизи перигелия. На фоне яркого непрерывного спектра сверкали красные, желтые и зеленые линии. Восемь из этих линий оказались принадлежащими натрию, никелю и железу. Значит вблизи Солнца в голове кометы появляются раскаленные пары этих металлов.

Однако самой удивительной оказалась орбита кометы. Хвостатые звезды как будто издевались над учеными-астрономами. Орбита кометы 1882 года была поразительно похожа на пути комет 1843 и 1880 годов! Несомненно, это были разные кометы. Это вытекало хотя бы из того, что у кометы 1882 года период обращения оказался равным 760 годам. Но тогда получалось, что три гигантские кометы кружатся вокруг Солнца по чрезвычайно сходным орбитам. Как объяснить это странное совпадение? Потерпите немного, читатель, и вы это узнаете.

бширная аудитория Политехнического музея переполнена доотказа. Кругом волнующееся море голов — преимущественно учащаяся молодежь, среди которой попадаются и почтенные старцы, и солидные дамы, и даже военные в красочной форме прошлого века.

Восемь часов вечера. Сейчас должна начаться интересная лекция. Взоры всех обращены на обтянутый полотном экран и на кафедру, где с минуты на минуту должен появиться лектор, имя которого успело прогреметь не только в России, но и далеко за ее пределами...

И вдруг аудитория затихла; обычной своей твердой поступью, высоко держа голову, что придавало его плотной фигуре несколько горделивую осанку, знаменитый ученый поднялся на кафедру. Небольшого роста, с острым, насквозь пронизывающим взглядом зеленовато-серых глаз, он сразу приковал к себе внимание слушателей. Речь его то рассыпалась блестками сверкающего остроумия, то увлекала красотой поэтических метафор и сравнений, то поражала мощной логикой и глубиной научной эрудиции.

Это был великий русский ученый Федор Александрович Бредихин, человек огромного таланта и ширской, увлекающейся натуры. Если его интересовала какая-нибудь научная проблема, он по многу дней не выходил из своего рабочего кабинета, забывал обо всем. Кабинет этот был очень скромный: обыкновенный письменный стол, простая чернильница и несколько самых необходимых книг. У Бре-



дихина даже не было специальной библиотеки. Он не собирал книг, а те книги, которые ему присылали, с обычной своей щедростью раздавал друзьям. Зато необходимые для работы материалы тщательно собирались в папки, заполнявшие особый шкаф.

Студентам — будущим астрономам, сдававшим знаменитому профессору Московского университета экзамен по специальному предмету, не приходилось завидовать. Бредихин экзаменовал часами, и получить у него тройку считалось большой честью.

Не было такого раздела астрономии, в котором Бредихин не работал. С особенной же страстью и увлечением он отдался изучению комет.

Читатель помнит «фонтанную» теорию образования кометного хвоста. Эту теорию нужно было во многом улучшить, уточнить.

Будучи директором Московской обсерватории, Бредихин предпринял по старым формулам Бесселя подробное исследование 50 комет. Ему удалось раздобыть необходимые данные для вычислений, касающихся хвостов этих комет. Они имели самые разнообразные формы. Для каждой кометы Бредихин подсчитал величину отталкивательной силы, исходящей от Солнца.

Результат получился очень интересный: у комет оказались три резко разграниченных типа хвостов. До Бредихина никто не занимался подобным изучением кометных хвостов, а тем более их сортировкой по типам.

Чем же вызывалось обнаруженное различие?

Бредихин в конце концов пришел к выводу, что



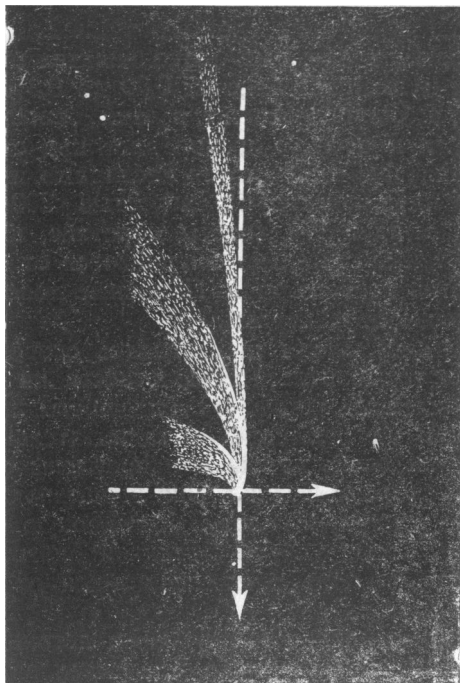
*Великий русский исследователь комет Федор  
Александрович Бредихин.*

хвосты различных типов имеют и различный химический состав. Чем легче вещество, тем сильнее на него должна действовать отталкивательная сила Солнца. Значит хвосты первого типа — прямые и длинные — должны состоять из самых легких веществ, хвосты второго типа — более короткие и изогнутые — из более тяжелых, третьего типа — совсем короткие — из самых тяжелых веществ.

Однако Бредихин прекрасно сознавал, что его классификация требует еще многих объяснений. Сама природа отталкивательной силы, от которой зависела форма кометных хвостов, была еще неизвестна. Бредихин был убежден в ее электрическом происхождении.

Было также неясно, почему у комет появляются хвосты именно этого, а не другого типа. Бредихину было прекрасно известно, что кометы могут обладать несколькими хвостами различных типов. Так, например, комета 1858 года имела два хвоста: первого и второго типов. С другой стороны, одна и та же комета в различных своих появлениях, как, например, комета Галлея, развивала хвосты различных типов.

Чтобы придать классификации строгий порядок, Бредихин отнес к первому типу хвосты, в которых отталкивательные силы, действующие на частицы хвостов, почти в 18 раз больше силы притяжения к Солнцу. Частицы в этом случае, как подсчитал Бредихин, вылетают из ядра со скоростью около 10 километров в секунду. Хвосты образуются прямые или почти прямые с очень слабой кривизной. Такой хвост был, например, у кометы 1843 года.



*Три типа кометных хвостов по Бредихину.*

Во вторую группу Бредихин включил хвосты, в которых отталкивательные силы превышают силу притяжения от 0,5 до 2,2 раза. Эти хвосты имеют вид изогнутой косы. Частицы, образующие эти хвосты, выбрасываются из ядра кометы со скоростями около 2 километров в секунду. Такой хвост второго типа имела красивая комета 1858 года.

Наконец к хвостам третьего типа Бредихин отнес хвосты, в которых отталкивательные силы близки к нулю, составляя от 0,09 до 0,3 силы притяжения к Солнцу. Значит в этих хвостах сила притяжения к Солнцу преобладает над силой отталкивания. Они образуются частицами, выброшенными из ядра кометы со скоростью 300—600 метров в секунду. Эти хвосты короткие, широкие и слабые. Они значительно отклоняются от направления хвостов первого типа. Подобные хвосты встречаются реже двух первых.

У некоторых комет наблюдались совсем особые хвосты, которые нельзя было отнести ни к какому из перечисленных типов. На эти хвосты, повидимому, совсем не действует отталкивательная сила. Обычно они очень слабы и направлены от головы кометы в сторону Солнца. Они напоминают по своей форме сахарную голову, обращенную вершиной к Солнцу. Такие хвосты Бредихин назвал «аномальными» (то есть отклоняющимися от нормальных).

Бредихин на редкость глубоко и детально разработал «фонтанную» теорию. Он вывел ряд новых формул для более точного вычисления орбит частиц, выброшенных из ядра кометы. Ему удалось объяснить такие подробности в строении хвостов, которые до него казались совершенно непонятными. В хвостах второго типа, например, часто можно заметить какие-то поперечные полосы, пересекающие хвост. Что это за полосы?

Бредихин нашел очень остроумное объяснение. Предположим, что в какой-то момент из ядра кометы вырвалось облако частиц. На каждую из них

действует своя отталкивательная сила. Эти силы различны, но для данного типа хвоста они колеблются в пределах от 0,5 до 2,5. Бредихин подсчитал по своим формулам, что куда бы эти частицы ни улетели, они должны все время располагаться на одной прямой, и эта прямая непременно должна проходить через ядро кометы. И действительно, в хвостах второго типа можно наблюдать полосы, направленные к ядру кометы. Бредихин предложил назвать их «синхронами», что в приблизительном переводе означает «одновременные». В самом деле, все частицы, образующие данную полосу, вылетели из ядра кометы одновременно, а потом уже вытянулись в линию.

Таким образом Бредихин доказал, что кометные хвосты второго типа состоят в основном из синхрон. Синхроны обычно отстоят на некотором расстоянии друг от друга. Это означает, что в ядре регулярно происходят какие-то взрывы, в результате которых одновременно выбрасываются залпы частиц.

Несколько иначе обстоит дело с хвостами первого типа. Синхрон в них никогда не наблюдалось. Как же объяснить их форму?

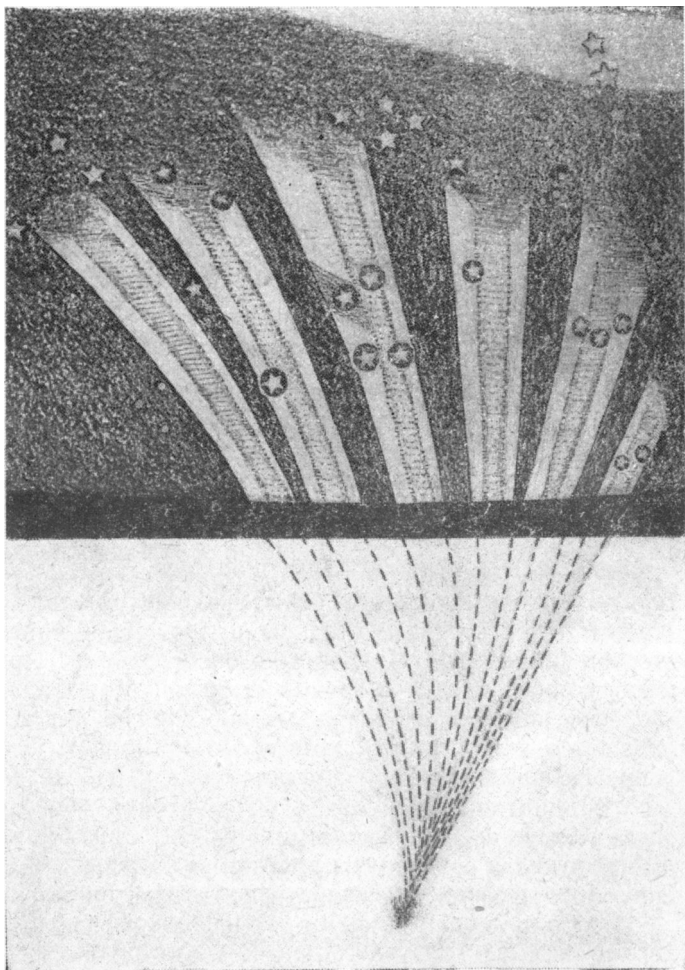
Бредихин решил и эту задачу. Если из ядра кометы в разные моменты будут выброшены частицы, на которые действовала одна и та же по величине отталкивательная сила, то, как показали вычисления Бредихина, все эти частицы расположатся на общей кривой, проходящей через ядро кометы. Эту кривую Бредихин назвал синдинамой, то есть кривой равных сил. Действительно, на все частицы хвоста, находящиеся на синдинаме, действует оди-

наковая отталкивательная сила. Из таких синдинам состоят хвосты первого типа. Они слегка искривлены в сторону, обратную движению кометы. Разумеется, синдинымы есть и в хвостах второго типа. Например, линии внешних очертаний этих хвостов и средняя их линия представляют синдинымы.

Во время исследований строения хвостов различных комет Бредихину пришлось столкнуться с необычайной кометой, появившейся в 1774 году. Она имела шесть хвостов, которые высовывались из-за горизонта на фоне красивого горного пейзажа. Долгое время об этой комете писали, как о каком-то необычайном небесном чудовище. Бредихин нашел ключ к этой загадке. Он доказал, что наблюдатели видели не шесть хвостов этой кометы, а только шесть синхрон гигантского хвоста второго типа. Легенда о шестихвостой комете, распространенная даже среди астрономов, тем самым была развенчана.

Бредихин был свидетелем великолепного звездного дождя 1872 года. Это побудило его заняться изучением роли комет в образовании метеоров. Он вскоре пришел к выводу, что рои метеоров могут образовываться не только при разрушении комет, как в случае с кометой Биелы, но и при других обстоятельствах.

Аномальные хвосты, на которые, как читатель помнит, не действует заметным образом отталкивательная сила Солнца, состоят не из газа, а из мелких твердых частиц. Они выбрасываются из ядра кометы и рассеиваются по ее орбите. За кометой, таким образом, остается «след» в виде роя



*Шестихвостая комета 1774 года.*



метеорных пылинок. Тесная связь между кометами и метеорами получила новое подтверждение.

Но кометы иногда могут распадаться и на более крупные части. Так случилось с кометой 1882 года после ее прохождения через перигелий и с той кометой, которая, как помнит читатель, распалась на пять частей. Бредихин доказал, что в подобных случаях должны образовываться семейства комет с пересекающимися и сходными орбитами. Кометы, следовательно, размножаются путем деления, и поэтому, как был убежден Бредихин, в солнечной системе наблюдается так много комет.

Никто, кроме Бредихина, не исследовал кометы так широко и глубоко. Слава великого русского исследователя разнеслась по всему миру. Ученые общества всех стран считали за честь иметь его своим почетным членом. Но замечательный ученый обладал необыкновенной скромностью. Он не любил шумихи вокруг научных вопросов.

Российская Академия наук выбрала Бредихина своим действительным членом и назначила директором знаменитой Пулковской обсерватории. Пришлось расставаться с горячо любимой Московской обсерваторией, где в продолжение многих лет создавалась новая теория комет. По приезду в Пулково Бредихин немедленно приступил к работе. По его инициативе Пулковская обсерватория обогатилась новейшими телескопами и спектрографами. Широко были развернуты работы по астрофизике — изучению физических свойств небесных тел.

В продолжение многих лет в Пулкове было засилие немцев. Русских ученых было очень мало.

Бредихин поставил дело по-новому. Он широко раскрыл двери обсерватории для молодых ученых — воспитанников отечественных университетов. Теперь в Пулкове можно было встретить русскую молодежь, обучающуюся науке о звездах под руководством Бредихина.

Он и сам продолжал свои интересные исследования. В 1893 году Бредихин установил, что в хвосте первого типа кометы 1893 II отталкивательная сила в 36 раз превышает силу притяжения. Это его поразило. Значит надо было уточнить теорию кометных хвостов. Повидимому, решил он, в хвостах первого типа действуют силы, кратные 18.

Бредихин сделал доклад об этой своей работе в Академии наук. В заключение он произнес следующие слова: «Здесь мы стоим, очевидно, на рубеже знания, за которым открывается область неизвестного, и дальнейшее движение в ней, быть может, откроет новые, увы, еще большие трудности. Едва ли, впрочем, уместен здесь возглас сожаления. Кому удавалось в жизни после трудов, усилий и сомнений угадать, найти крупицу общей истины в науке или искусстве, тот помнит, какие светлые минуты он переживал. Не тогда ли он жил лучшей частью своего существа? В необъятной вселенной безмерно долгое время будут возникать для нас один за другим новые нерешенные вопросы. Таким образом, перед человеком лежит уходящий в бесконечность путь научного труда, умственной жизни с ее тревогами и наслаждениями».

Великий ученый за свою жизнь опубликовал свыше 150 различных научных работ. Весной 1904 года он простудился и вскоре после этого слег

в постель. Тело отказалось больше служить, но дух его был бодр. В эти дни появилась слабая телескопическая комета, и Бредихин не утерпел, чтобы не поговорить о ней с одним из своих учеников, поделиться мыслями. С каждым днем силы его слабели. 14 мая, на 73-м году жизни, Бредихин скончался от паралича сердца.

Но великий ученый остался жить в своих работах. Об этом прекрасно сказал в своей надгробной речи директор Московской обсерватории профессор Церасский: «Каждый раз, когда из глубины звездного свода спустится к нам небесная странница, огромный круг людей во всех уголках земного шара будет повторять славное имя Бредихина».

## *СТРАННЫЕ КОМЕТЫ*

**В**се больше расширялся круг знаний о кометах. Все глубже проникали ученые в природу хвостатых звезд. Но многое оставалось еще невыясненным. И время от времени та или иная комета ставила перед исследователями новые задачи.

В ноябре 1892 года была открыта одна из таких комет. Ее даже нельзя было назвать хвостатой звездой, потому что хвоста она не имела. С момента открытия ее яркость уменьшалась, а поперечник увеличивался. К концу ноября она стала невидимой для невооруженного глаза, но ее продолжали наблюдать в телескоп. Через месяц после обнаружения комета расплылась в слабо светящееся туман-

ное пятно с поперечником больше диаметра лунного диска. Действительные же размеры ее в этот период были чудовищно велики. Комета имела в поперечнике 3,3 миллиона километров, то есть по объему она была почти в 13 раз больше Солнца!

К концу декабря комета стала настолько слабой, что многие перестали за ней следить. Однако в середине января совершенно неожиданно произошла внезапная вспышка ее яркости, и комета вновь стала видимой для невооруженного глаза.

В декабре, перед вспышкой, размеры кометы значительно уменьшились, а теперь, после вспышки, она вновь стала «расти». Повторилось то, что было в ноябре. Яркость кометы стала медленно уменьшаться, а размеры увеличивались.

Спектр этой поразительной кометы был исследован еще в ноябре. Он оказался непрерывным: обычных у комет ярких линий в нем не было. Когда определили орбиту, выяснилось, что она также совершенно не похожа на обычные кометные орбиты. Это был мало вытянутый эллипс, гораздо больше походивший на небесные пути малых планет, чем на орбиту хвостатой звезды.

Период обращения кометы, равный почти 7 годам, заставил астрономов призадуматься. В самом деле, почему же она не была известна до 1892 года? Очевидно, комета была очень слаба и только какая-то катастрофа, происшедшая с ней в этом году, сделала ее видимой. Если бы не было этих странных вспышек в ноябре и январе, то комета так и осталась бы неизвестной.

Да и была ли это вообще комета? Некоторые ученые были убеждены, что произошло столкнове-

ние двух малых планет, при котором и образовалось это странное светило.

Через 7 лет, когда комета должна была снова проходить вблизи Земли, ее еле отыскиали. Она была чрезвычайно слаба, и ее с трудом можно было наблюдать лишь в крупнейшие телескопы. В 1906 году она оказалась еще слабее. С тех пор эту странную комету больше никто не видел, и она пополнила собою список пропавших комет.


Не менее удивительной оказалась комета, появившаяся на рубеже нашего века — в 1901 году. Это была очень яркая комета с несколькими хвостами, но ее, к сожалению, можно было хорошо наблюдать только в южном полушарии Земли. Она была видна на фоне красивейшего из созвездий — Ориона.

Первое, что бросилось в глаза опытным наблюдателям, было то, что комета не имела головы. Ее главный хвост в виде гигантской сигары начинался прямо от ядра. Никаких следов туманных газовых оболочек вокруг ядра не было заметно. Спектр кометы оказался непрерывным и оставался таким даже тогда, когда комета близко подходила к Солнцу.

Это не было похоже ни на что. У всех комет, появлявшихся до этого времени, были головы, состоящие из газов. В этой же комете газов не было вовсе.

Прошло много лет, прежде чем особенности этих странных комет были полностью объяснены.

## ДАВЛЕНИЕ СВЕТА

 нова один из самых интереснейших вопросов был разрешен русской наукой — выдающимся нашим ученым, профессором физики Московского университета П. Н. Лебедевым.

Великого физика занимала трудная задача. На основании теории, рассматривающей свет, как электромагнитные волны, которые отличаются от радиоволн только длиной, выходило, что лучи света должны давить на освещенную ими поверхность. Лебедев был убежден, что такое давление существует. Ведь лучи света переносят с собою энергию, и при столкновении луча с непрозрачным телом эта энергия должна частично перейти в данное тело.

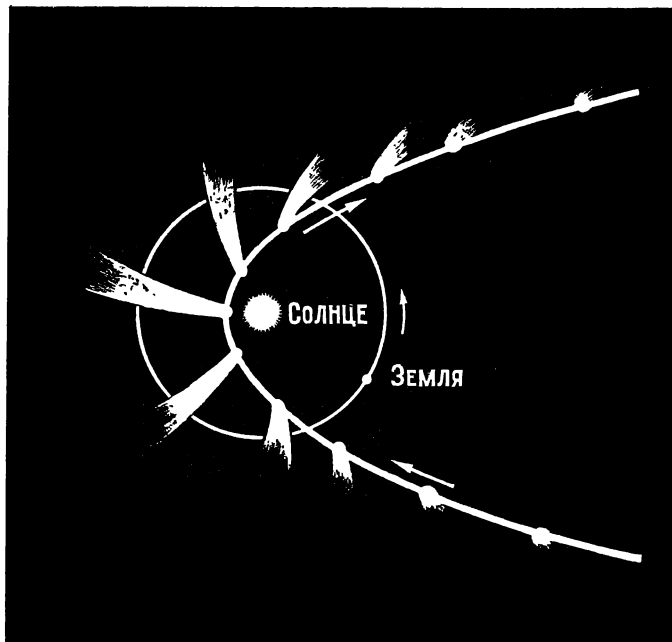
Морские волны, ударяясь о крутой берег, давят на него. Подобно этому и световые волны, по теории, должны давить на те тела, с которыми они встречаются. Правда, по формулам получалось, что это давление ничтожно мало, а потому заметить его почти невозможно.

Лебедев решил опытным путем доказать существование светового давления. Рассуждал он при этом следующим образом. Величина светового давления ничтожна, но ведь чем меньше тело, тем заметнее должно быть действие на него светового давления. Оно тем больше, чем больше площадь поперечного сечения освещенного тела и чем меньше вес этого тела. Предположим для простоты, что тело является однородным шаром. Тогда с уменьшением его радиуса площадь поперечного

сечения будет уменьшаться пропорционально квадрату радиуса, а вес шарика будет уменьшаться пропорционально объему или кубу радиуса. Следовательно, с уменьшением размеров шарика его вес будет убывать быстрее, чем площадь поперечного сечения. Поэтому с уменьшением шарика его вес все меньше и меньше будет препятствовать действию светового давления. Значит, решил Лебедев, на маленьких телах это световое давление можно будет обнаружить.

Лебедев был весьма искусным экспериментатором. Он сам соорудил сложный и очень чувствительный прибор. В этом приборе лучи света направлялись на маленькие, очень тоненькие кружочки. Благодаря их незначительному весу и сравнительно большой освещаемой площади давление лучей света на них удалось обнаружить. Эти опыты доказали, что лучи света давят на все освещенные ими тела.

Давление, как и следовало по теории, оказалось ничтожно малым. Даже ослепительно яркие солнечные лучи давят с ничтожной силой. На крышу трамвайного вагона площадью в 10 квадратных метров солнечные лучи оказывают давление с силой всего около 5 миллиграммов. Но ведь 5 миллиграммов — это вес обыкновенной мошки! Можно не опасаться, что солнечные лучи продавят крышу трамвайного вагона. Впрочем, на все полушарие Земли, обращенное к Солнцу, солнечные лучи давят с силой, большей 10 000 тонн. Величина эта, как видно, уже достаточно внушительна, но все же она ничтожно мала по сравнению с силой солнечного притяжения. Поэтому давление солнечного света



*Давление солнечных лучей заставляет кометные хвосты располагаться в направлении от Солнца.*

не оказывает никакого заметного влияния на движение нашей Земли.

Другое дело кометы.

Лебедев, хотя и не был астрономом, тем не менее прекрасно знал о тех исследованиях комет, которые проводились в его время. Он знал, что природа отталкивательной силы Солнца совершенно



неясна. В 1908 году Лебедев проделал второй опыт, который доказал, что лучи света давят не только на мелкие твердые частицы, но и на газы.

Теперь и сам Лебедев и многие астрономы были убеждены, что отталкивательная сила Солнца — это сила светового давления. Ведь хвосты комет, повидимому, состоят из очень маленьких газовых и твердых частиц, а потому действие на них светового давления должно быть весьма заметным.

Вскоре после открытия Лебедева выяснилось, что давление света на тела зависит не только от яркости, но и от цвета тех лучей, которыми освещено тело. Было также найдено, что для очень маленьких тел, поперечником меньше 0,0000085 сантиметра, световое давление с дальнейшим уменьшением размера тоже быстро уменьшается. Это объясняется сложным оптическим явлением, известным под названием дифракции света.

Значит существуют такие размеры частицы, при которых световое давление наиболее велико. Такие частицы, как показали теоретические подсчеты, должны иметь форму шариков с поперечником 0,0000085 сантиметра. Такая частичка во столько же раз меньше булавочной головки, во сколько булавочная головка меньше Большого театра в Москве. Для такого микроскопического шарика сила давления солнечных лучей должна в 2,8 раза превышать силу его притяжения к Солнцу.

Но ведь известно, что в кометных хвостах второго типа отталкивательные силы колеблются в пределах от 1,5, до 2,5, то есть не превышают найденной теоретически величины для твердых шариков. Остается сделать вывод, что кометные хвосты это-

го типа состоят из мельчайших пылинок, отталкиваемых солнечными лучами. Хотя эти частички не являются шариками, а имеют неправильную форму, тем не менее отталкивательные силы, действующие на эти частички, должны быть близки по величине к вычисленным для шариков. Следовательно, именно эта сила, электрическая, или, точнее говоря, светового давления, электромагнитная по своей природе, образует кометные хвосты второго типа.

К сожалению, для хвостов первого типа такое объяснение не годится: ведь в них отталкивательные силы иногда в десятки раз превышают силу притяжения Солнца. Наибольшая же возможная величина светового давления способна превышать последнюю только в 2,8 раза. Очевидно, помимо светового давления, в этих хвостах действуют еще какие-то неизвестные нам пока силы.

Открытие П. Н. Лебедева помогло астрономам разобраться в физической природе хвостатых звезд. Теперь они во всеоружии ожидали очередного возвращения знаменитой кометы Галлея, которое должно было наступить в 1910 году. Комета должна была принести с собой разгадку многих вопросов, интересовавших астрономов.

## *ПОСЛЕДНЕЕ ВОЗВРАЩЕНИЕ*

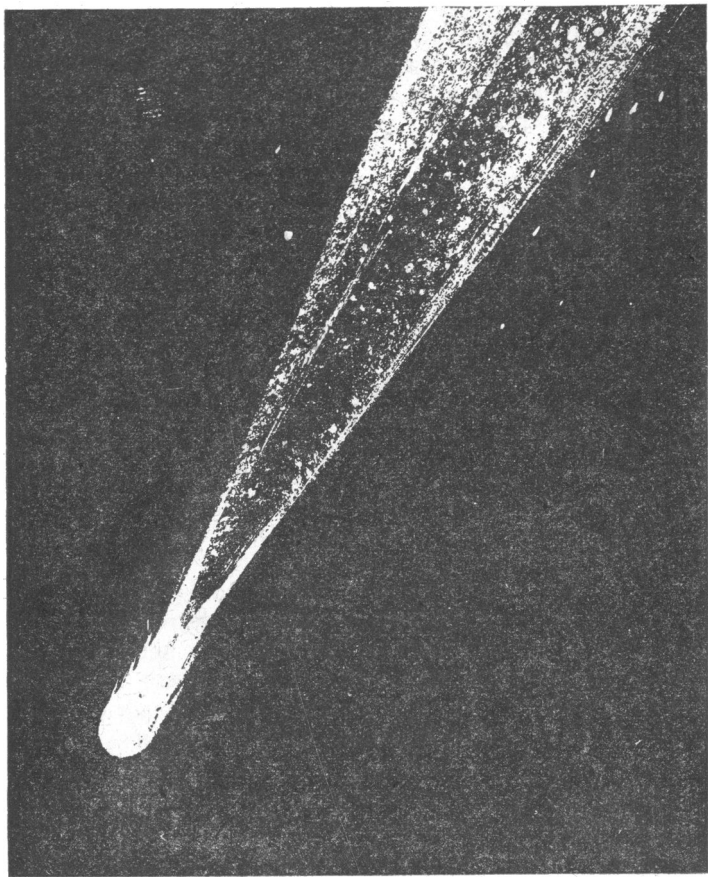
**Ж**то путешествовал по Испании, вероятно, слышал полдневный звон, который ежедневно повторяется во всех католических церквях. Как это ни покажется странным, но этот звон связан со знаменитой хвостатой звездой, которую ожидали в 1910 году.

Но прежде чем упоминать об истории звона, следует рассказать об одной интересной работе, связанной с кометой Галлея. Астрономы проделали большую вычислительную работу, чтобы узнать «похождения» кометы Галлея до того, как она получила свое имя. Приняв во внимание все влияния планет на движение кометы, они подсчитали, в какие годы комета Галлея должна была проходить вблизи Земли.

Роясь в старинных исторических записях, можно было теперь установить, сколько раз человечество наблюдало знаменитую комету. Когда эта огромная работа была закончена, выяснилось, что есть достоверные сведения о 25 возвращениях кометы Галлея к Солнцу.

Древнейшие из этих сведений относятся к 11 году до нашей эры. После того комета регулярно наблюдалась во время каждого своего очередного возвращения к Солнцу. Оказалось, что именно комету Галлея наблюдал в 66 году Сенека, а в 141 году Птоломей. Комета Галлея была свидетельницей второго Крестового похода, нашествия татар и других исторических событий.

Но самым интересным было появление кометы Галлея в 1456 году. За три года до этого пал Константинополь, и полчища турок угрожали Европе. Когда появилась знаменитая комета и раскинула свой гигантский хвост, поднялся переполох. Воинам-христианам мерещился в комете ятаган — кривая турецкая сабля. Впрочем, и турки перепугались не меньше. Многие из них уверяли, что комета имеет вид креста. Это означало, по их мнению, что христиане отвоюют обратно Константинополь.



*Комета Галлея при ее появлении в 1910 году. Хвост кометы — первого типа (по классификации Бредихина).*

Чтобы «отогнать» зловещую комету, римский папа Каликст II приказал, чтобы в полдень во всех церквах звонили в колокола и читали особые молитвы о ниспослании победы над турками. На комету это не подействовало. Тогда папа решил прибегнуть к более энергичным средствам. Он торжественно проклял комету, и когда комета вскоре после этого ушла, все были убеждены, что на нее подействовало папское заклятье.

С тех пор на Западе вплоть до наших дней сохранился полудневный звон в церквах.

Какими смешными казались эти суеверия ученым, производившим вычисления! Методами научного анализа они проникли в глубь веков и в исторических летописях нашли блестящее подтверждение своей теории. Разве это не убедительное доказательство силы научного предвидения?

Итак, астрономы вычислили, что комета Галлея в ожидаемое возвращение должна пройти через перигелий около 17 апреля 1910 гда.

Еще с начала 1909 года мощнейшие телескопы мира были направлены на ту область неба, в которой должна была появиться знаменитая комета. Однако только 11 сентября астроном Вольф открыл комету на... фотопластинке. 14 сентября комету уже можно было видеть в телескоп. С этих дней светило стали наблюдать так много и тщательно, как не изучали еще ни одну комету. Каждая обсерватория стремилась использовать все свои возможности и вести наблюдение кометы всеми доступными средствами.

Комета медленно увеличивалась в размерах; в феврале 1910 года у нее начал образовываться

хвост. С каждым днем комета приближалась к Солнцу. Через перигелий она прошла 19 апреля — только на два дня позже срока, предсказанного задолго до того астрономами. В это время комета раскинула великолепный хвост. В южной России и на Кавказе она представляла восхитительное украшение неба.

Как только были получены первые фотоснимки кометы, астрономы принялись за точные вычисления ее орбиты. Оказалось, что 9 мая 1910 года ядро кометы Галлея должно было проходить между Солнцем и Землей, на расстоянии всего 23 миллионов километров от последней. Но это значило, что Земля окажется в хвосте кометы Галлея. Ведь главный хвост у кометы Галлея был первого типа по классификации Бредихина, то есть почти совершенно прямой. Длина его намного превышала наименьшее расстояние между Землей и ядром кометы. Следовательно, комета заденет своим хвостом Землю и наш земной шар несколько часов будет находиться внутри кометного хвоста.

Астрономов это нисколько не испугало — в 1861 году Земля уже прошла через хвост кометы и ничего ужасного не произошло: кометные хвосты чрезвычайно разрежены.

Совсем иначе отнеслась к этому широкая публика. Сообщение астрономов многие истолковали, как извещение о предстоящем «столкновении» земного шара с кометой и гибели мира. Какие только страхи не породила эта безобидная хвостатая звезда! По мере приближения даты 19 мая только и слышались кругом разговоры о том, что хвост кометы расколется Землю или, в крайнем случае, от-

равит земную атмосферу ядовитыми газами, вроде циана.

Развернем майские газеты того года. Вот сообщение из Персии:

«Тегеран, 17 мая. Четверга персы ожидают с ужасом. Расклеены объявления, в которых духовенство призывает правоверных молиться и поститься. Многими вырыты глубокие ямы, в которых они собираются спрятаться в четверг от небесного гнева».

А вот телеграммы из крупнейших городов Европы:

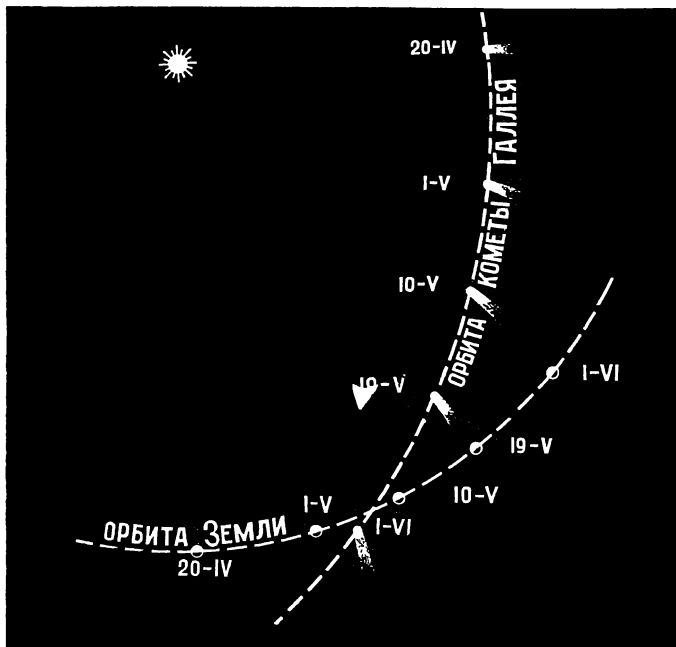
«Париж, 19 мая. В течение вчерашнего дня в парижских церквях духовенство не успевало исповедывать всех желающих».

«Вена, 18 мая. Среди населения, в особенности в провинции, паника. Многие запасаются кислородом. Были случаи самоубийств от страха».

Наступило 19 мая 1910 года. Крупнейшие телескопы мира были наставлены на Солнце, на фоне которого должно было показаться ядро кометы Галлея. Проходили часы, но никаких следов ядра не было заметно. Значит оно, как и ядро кометы 1882 года, имело ничтожные размеры.

Но не только на Солнце ничего не произошло.

Прошел день, за ним последовала ночь, и никакого «конца света» и гибели «грешной» Земли не наступило. Больше того: день и ночь 19 мая были совершенно обычными и ничего особенного ни на небе, ни на Земле не было замечено. Астрономы оказались правы: Земля так же легко пролетела через хвост кометы Галлея, как пуля через воздух.



*Путь кометы Галлея в 1910 году, когда состоялась ее встреча с Землей.*

Плотная земная атмосфера оказалась совершенно непроницаемой для разреженных кометных газов.

Утром 20 мая многие со стыдом вспоминали о своих недавних страхах.

Впрочем, не все испугались кометы. Были и такие, которые пытались ее поймать.



Вскоре после знаменательного дня директор Московской обсерватории профессор Церасский получил странную посылку. Развернув маленький пакет, он нашел в нем пузырек с желтым порошком и небольшое письмо. В письме, присланном капитаном одного из волжских пароходов, сообщалось, что в пузырьке находятся частицы хвоста кометы Галлея. Капитан рассказывал, что 19 мая пассажиры его парохода заметили какую-то странную желтую пыль, усеявшую палубу, мачты и ванты судна. Капитану было известно из газет, что в этот день комета должна была своим хвостом задеть Землю. И он решил, что частицы этого хвоста в виде порошка и осели на палубе и мачтах парохода.

Однако капитан, желавший помочь науке, ошибался, и его попытка посадить комету в пузырек не удалась. Профессор Церасский обнаружил, что присланный ему желтый порошок представлял собою споры, образующиеся при цветении сосны и разносимые ветром. Это явление ежегодно происходит в мае, но обычно не замечается, и только теперь оно поразило капитана.


Комета Галлея вскоре скрылась — до своего следующего появления, которое наступит только в 1986 году. Наблюдательный материал во время ее последнего «визита» был собран колоссальный. Было получено свыше 1 500 фотографий кометы, которые день за днем регистрировали все изменения в ней.

Анализ этих наблюдений и позволил создать современную теорию комет.

С тех пор прошло около четырех десятков лет.

Руководящая роль в изучении хвостатых звезд перешла к советским ученым. О их работе и о современных взглядах на кометы мы теперь и расскажем.

## ОТКУДА ПРИХОДЯТ КОМЕТЫ?

 отдаленнейших времен и до наших дней зарегистрировано около 1 500 появлений комет. За последние десятилетия почти ежегодно открывают по несколько комет. Правда, не для каждой из них удалось определить орбиты. Но все-таки число комет с известными орбитами достаточно велико. Этих комет 467.

По своим орбитам они разделяются на три группы. К первой относятся 170 комет, имеющих эллиптические орбиты, ко второй — 250 комет с параболическими орбитами и, наконец, к третьей — 47 комет с орбитами в форме гиперболы.

Что касается первой группы, то о ней вопрос, поставленный в заглавии этой главы, решается сразу. Эти кометы — члены нашей солнечной системы. Большинство из них кружится вокруг Солнца по слабо вытянутым эллипсам, расположенным внутри орбиты Сатурна. Это коротко-периодические кометы, среди которых самым маленьким периодом обращения обладает уже известная нам комета Энке.

Орбиты комет отличаются от планетных не только большей вытянутостью, но и своим расположением в мировом пространстве. В самом деле: все

планеты, в том числе и Земля, кружатся вокруг Солнца почти в одной плоскости. Плоскости же, проходящие через кометные орбиты, располагаются весьма хаотически и образуют друг с другом иногда значительные углы.

И вот, когда о периодических кометах был получен достаточно большой материал, выяснился любопытный факт: афелии кометных орбит, то есть точки, наиболее удаленные от Солнца, группируются в определенных местах солнечной системы. При этом афелии 47 комет лежат весьма близко от орбиты Юпитера и образуют группу коротко-периодических комет, связанных с этой планетой. Все эти кометы имеют период обращения около 8 лет. У Сатурна есть своя группа, состоящая из 6 комет. Даже Уран и Нептун имеют «свои» кометы — с периодами обращения от 30 до 80 лет.

Знаменитая комета Галлея относится к числу нептуновых комет. Среди периодических комет известны и такие, у которых период обращения во много раз больше, чем у нептуновых комет. Однако для таких космических странниц определить достаточно точно их период обращения очень трудно. Ведь орбиты этих комет колоссальны, и их афелии расположены во много раз дальше орбиты Нептуна. Наблюдаем же мы такую комету только на очень небольшом участке ее пути вблизи Солнца, а потому весь ее путь по таким наблюдениям определяется очень неточно.

Несомненно, однако, что существуют кометы с периодами обращения в тысячи и даже десятки тысяч лет.

Все эти кометы являются постоянными членами нашей солнечной системы.

Другое дело кометы с параболическими и гиперболическими орбитами. Ведь параболы и гиперболы — незамкнутые кривые. Значит, если кометы в действительности двигаются по этим кривым, то они могут только один раз пролететь вблизи Солнца, чтобы затем уйти навсегда в глубины вселенной.

Но тогда, конечно, нельзя считать их членами солнечной системы. Они должны в этом случае приходить к нам откуда-то из далекого мира звезд. Но так ли это?

В 1910 году астрономы произвели очень интересную работу. Они решили вычислить для некоторых параболических комет их так называемые первичные орбиты.

Первичная орбита — это та орбита, по которой данная комета приближалась к солнечной системе. Эта орбита совсем необязательно должна совпадать с той, по которой комета двигалась внутри солнечной системы. Когда комета находится очень далеко за границей солнечной системы (то есть за орбитой планеты Плутон), все планеты вместе с Солнцем можно рассматривать, как одну материальную точку, притягивающую комету. Другое дело, когда комета влетит внутрь солнечной системы. Тут она может пройти вблизи какой-нибудь большой планеты, которая притянет комету и отклонит ее с прежнего пути. Комета будет двигаться по новой орбите. Для земных наблюдателей комета доступна лишь вблизи Земли, а потому они из своих наблюдений определяют новую, изменен-

ную орбиту. Старая же, «первичная» орбита может от нее значительно отличаться.

Но ведь чтобы решить вопрос, откуда пришла комета, надо найти ее первичную орбиту. Если первичная орбита параболической или гиперболической кометы — эллипс, то это значит, что она в действительности принадлежит нашей солнечной системе, а не пришла к нам из других звездных систем.

Как же вычислить первичную орбиту? Для этого надо прежде всего узнать, проходила ли данная комета вблизи какой-нибудь большой планеты. Тогда, вычисляя влияние притяжения этой планеты на комету, можно установить, как двигалась комета до этой встречи, то есть найти ее первичную орбиту. Эти вычисления очень сложны и громоздки, но астрономы, в том числе известный советский ученый А. А. Михайлов, все же проделали их.

Результат получился неожиданный. Первичные орбиты всех комет оказались эллипсами. Следовательно, все кометы — члены солнечной системы.

## *ВИДИМОЕ НИЧТО*

**Х**восты комет, несмотря на все их многообразие, можно разделить всего только на два основных типа. Бредихин, как мы знаем, различал еще хвосты третьего типа. Но советские ученые, основываясь на более обширном материале, чем тот, которым располагал Бредихин, разработали новую, уточненную классификацию ко-

метных хвостов. Наследие великого русского ученого попало в достойные руки.

Чтобы выполнить эту работу, то есть рассортировать кометы по их хвостам, нужно было для каждой кометы знать величину отталкивательных сил, действующих на частицы этих хвостов. Если пользоваться старыми бредихинскими методами и формулами, пришлось бы затратить очень много времени на вычисления. И вот советские ученые разработали новые, усовершенствованные методы, позволяющие быстро и точно определить тип кометного хвоста. С их помощью эта большая по замыслу задача и была разрешена.

Прежде всего стало ясно, что все кометные хвосты делятся на газовые и пылевые. Хвосты, состоящие из газов, отнесены по современной классификации к первому типу, а образованные мельчайшими твердыми пылинками — ко второму.

Газовые хвосты всегда прямые или почти прямые с очень небольшим изгибом.

Но ведь чем прямее хвост, тем больше отталкивательные силы, действующие на его частицы. Мы уже рассказывали, как Бредихин определял величину отталкивательных сил в этих хвостах. Найденный им способ очень остроумен, однако не всегда удобен и недостаточно точен, потому что кривизна этих хвостов весьма мала, а из степени кривизны и выводится математически отталкивательная сила. Сейчас в распоряжении астрономов есть другой способ, разработанный советскими учеными.

Он заключается в следующем. Иногда в ядре кометы наблюдается нечто вроде взрыва. Обра-

зуются одно или несколько маленьких облачков, которые потом двигаются в хвосте кометы прочь от ее ядра. Это так называемые облачные образования. За их движением можно следить, фотографируя кометный хвост. На эти маленькие облачка действуют отталкивательные силы Солнца. Чем больше эти силы, тем с большим ускорением движется облачко. По наблюдаемой скорости движения облачка и находят величину отталкивательных сил.

Результаты получились весьма интересные. Бредихин, основываясь на менее точных методах, пришел к убеждению, что в хвостах первого типа отталкивательные силы кратны числу 18. Он ошибся лишь немного. Для всех исследованных по новому способу комет оказалось, что эти силы кратны не 18, а 22,3. Иначе говоря, в хвостах комет отталкивательные силы равны  $n \times 22,3$ , где «n» может принимать целые значения от 1 до 9.

Но есть хвосты комет, в которых действуют значительно большие отталкивательные силы. Эти хвосты напоминают собой тонкие лучи прожектора или фонтаны, выходящие из головы кометы.

В голове кометы часто можно заметить газовые параболические оболочки, концентрически охватывающие ядро. Эти оболочки, продолженные в сторону хвоста, сходятся в отдельные «лучи». Такие хвосты, состоящие из прямолинейных газовых лучей, по современной классификации также относят к первому типу. Подробные исследования показали, что в «лучах» действуют отталкивательные силы, почти в 1 000 раз превышающие силу притяжения Солнца.



*Голова кометы (видны параболические оболочки, состоящие из газов различной плотности).*



Как все это объяснить? Почему в одних хвостах первого типа отталкивательные силы кратны 22,3, а в других — того же типа — они чрезвычайно велики? Чтобы получить ответ на эти вопросы, надо прежде всего узнать, из каких газов состоят кометные хвосты.

Астрономы тщательно изучили спектры этих хвостов и пришли к следующему выводу: «лучи» состоят из угарного газа, в обычных же хвостах первого типа, кроме угарного газа, есть еще и азот. Эти газы нам хорошо известны и на Земле. Когда плохая хозяйка закрывает печку до того, как в ней прогорели все головешки, в комнату начинает просачиваться из печки невидимый угарный газ. В общежитии его просто называют угаром. Угарный газ очень ядовит, а в больших количествах смертелен для человека. Другой газ — азот — в большом количестве входит в состав воздуха, которым мы дышим. Это также бесцветный невидимый газ.

И азот и угарный газ в кометах находятся в особом, так называемом ионизированном состоянии. Чтобы понять, что это означает, вспомним физику. Все тела в природе состоят из мельчайших частиц, называемых молекулами. Молекулы, в свою очередь, состоят из атомов. Атомы напоминают отчасти солнечную систему. В центре атома находится массивное «ядро», вокруг которого кружатся электроны.

Число электронов у атомов каждого вещества обычно строго определено. Но при некоторых условиях (например, при высокой температуре) электроны могут улетать со своих орбит прочь от атома.

Такой атом, потерявший один или несколько электронов, называется ионизированным. Атомы газов, образующих кометный хвост, потеряли каждый по одному электрону. Кометные хвосты первого типа состоят, таким образом, из ионизированных азота и угарного газа. Ионизированные атомы несут электрический заряд.

Однако, хотя состав этих хвостов стал известен, объяснить природу отталкивательных сил, действующих в них, все еще не удалось. В самом деле, эти силы не могут быть обычным световым давлением. Читатель помнит, что даже в наилучшем случае световое давление может превышать силу притяжения Солнца только в 2,8 раза, а не в сотни и тысячи раз, как в хвостах первого типа.

Правда, эти подсчеты касались твердых частиц. На газовые же частички, образующие хвосты первого типа, световое давление, как показали теоретические расчеты, должно действовать примерно в 50 раз больше силы тяготения. Однако и эти данные не объясняют существования значительно больших отталкивательных сил в этих хвостах, так же как и их кратность числу 22,3. Значит в этих хвостах действуют какие-то другие, пока неизвестные силы.

Хвосты первого типа — еще мало исследованная область кометной астрономии. Именно в этой области следует ожидать особенно интересных открытий.

Совсем иную природу имеют хвосты второго типа. В этих хвостах, хорошо исследованных еще Бредихиным, отталкивательные силы колеблются

в пределах от 2,5 до 0,6 силы притяжения. Допустив, что эти силы представляют собой давление солнечных лучей, можно подсчитать, из каких твердых пылинок состоят такие хвосты. Оказалось, что наибольшие из этих пылинок имеют поперечник в шесть десятитысячных миллиметра, а наименьшие — в четыре стотысячных миллиметра.

Если маленькую булавоочную головку увеличить до размера огромного воздушного шара с поперечником в 25 метров, то наименьшая из этих пылинок изобразится булавоочной головкой, а наибольшая — обыкновенной вишней. Вот как малы эти пылинки по сравнению даже с булавоочной головкой!

Когда облако этой мелкой пыли вылетает из ядра кометы, оно растягивается в полосу, которую Бредихин назвал синхроной. Таких синхрон бывает несколько, они-то и образуют хвост второго типа.

Эти выводы подтверждаются спектроскопом. Спектры хвостов второго типа непрерывные. Но это значит, что они состоят из твердых пылинок, отражающих солнечный свет. Ведь и у Солнца спектр непрерывный — с темными линиями поглощения. Заметить эти линии в спектре кометных хвостов второго типа, конечно, нельзя, так как сам этот спектр очень неяркий.

Итак, можно считать твердо установленным, что отталкивательные силы в хвостах второго типа — это давление солнечных лучей.

Бредихин различал хвосты еще одного типа — прямолинейные, всегда сильно отклоненные от

прямой, соединяющей кометное ядро с Солнцем. Отталкивательные силы в них близки к нулю, а спектр этих хвостов всегда непрерывный. Но это значит, что они вполне родственны обычным хвостам второго типа. Установлено, что такие хвосты состоят из пылинок и мелких осколков с поперечниками, большими двух десятитысячных миллиметра. Эти пылинки тоже отталкиваются, хотя и слабо, солнечными лучами. Поэтому нет оснований считать эти хвосты особым типом. Это просто синхроны, начинающиеся прямо из ядра. Эти хвосты теперь также относят к хвостам второго типа и обозначают, в отличие от обычных хвостов, цифрой II. Они различаются только по форме, а не по своему составу и природе действующих в них сил. Так классификация Бредихина получила более точную форму.

Всю эту новейшую рассортировку комет по их хвостам произвели советские астрономы.

У некоторых комет, кроме хвостов, наблюдаются своеобразные образования, называемые галосами. Это светящиеся кольца, окружающие ядро кометы. Такие галосы наблюдались в кометах 1882 и 1892 годов и в комете Галлея в 1910 году.

Галосы состоят из молекул циана (соединения азота с углеродом) и чистого углерода, находящихся в газообразном состоянии. Наблюдения показали, что галосы медленно расширяются от ядра и становятся постепенно все слабее и слабее. Удивительно, что в этом случае на молекулы этих газов отталкивательные силы совершенно не действуют. Это остается пока совершенно необъяснимым. Га-

лосы образуются тогда, когда из ядра вырывается по всем направлениям множество молекул.

Отчего же светятся кометные хвосты? Для хвостов второго типа ответ ясен. Эти пылевые хвосты освещаются Солнцем и отражают его лучи. Поэтому мы их и видим.

Другое дело хвосты первого типа. Газы в них светятся не потому, что они раскалены. Некоторые разреженные газы, оставаясь холодными, могут все же светиться. Кто жил в больших городах, тот видел разноцветные светящиеся рекламы. Внутри стеклянных трубок, из которых состоят буквы этих реклам, находится разреженный газ, чаще всего неон. Через него пропускают электрический ток. Внутри трубки возникает быстрое движение электронов и ионизированных атомов газа. Эти частички, сталкиваясь с атомами газа, заставляют их светиться.

Однако, спросит читатель, откуда же может появиться электрический ток в кометах? Дело в том, что хвост кометы пронизывается множеством электронов и других электрически заряженных частиц, летящих из Солнца. Солнце выбрасывает со своей поверхности в мировое пространство в огромном количестве электрически заряженные частицы, среди которых есть и электроны. Вот эти-то частицы и бомбардируют хвост кометы, заставляя его светиться.

Здесь полная аналогия с северным сиянием, о котором говорил Ломоносов. Северное сияние представляет собой свечение верхних слоев земной атмосферы (от 50 до 500 километров), происходящее

также в результате бомбардировки воздуха электронами, вылетающими из Солнца.

Но есть и другая причина свечения комет — самая главная. Солнце посылает в мировое пространство невообразимо большое количество световой энергии. Частицы солнечного света — так называемые фотоны — разлетаются от Солнца со скоростью 300 000 километров в секунду и тоже сталкиваются с газовыми частицами кометных хвостов. Эти частицы, поглощая фотоны, тотчас же снова переизлучают частично их энергию, что и порождает свечение самих молекул. Так объясняется холодное свечение кометных хвостов.

Если мы вспомним про электромагнитную природу света, то нам остается только еще раз удивиться гениальному предвидению Ломоносова, полагавшего причину «бледного сияния» кометных хвостов в «электрической силе».

Хвосты комет — это самая заметная и красивая их часть. Вдали от Солнца комета вовсе не имеет хвоста. Когда же ее ядро приблизится к Солнцу на расстояние, в два раза большее, чем то, на которое Земля удаляется от Солнца, у кометы начинает образовываться постепенно все более растущий хвост. Из ядра обычно бурно выделяются газы, и с приближением к Солнцу хвост становится гигантским. У кометы 1882 года хвост имел в длину 900 миллионов километров. Частицы, образующие хвост, не стоят на месте; они летят вдоль хвоста прочь от ядра и в конце концов рассеиваются в пространстве.

Хвост — это часть в комете, которая более всего пугала древних. Теперь мы хорошо знаем, что

хвосты комет чрезвычайно разрежены. Даже у поверхности кометного ядра, где газы наиболее плотны, их плотность почти в 10 миллиардов (10 000 000 000) раз меньше плотности комнатного воздуха. Некоторые электрические лампочки имеют внутри очень мало воздуха, и их поэтому называют «пустыми». Но «пустота» этих ламп в сотни тысяч раз плотнее кометных хвостов.

Теперь совсем смешными кажутся страхи суеверных людей, опасавшихся столкновения с хвостами комет. Эти страхи более нелепы, чем опасение получить синяк от «столкновения» с облаком дыма от папиросы. Как остроумно заметил когда-то один астроном, хвосты комет — это видимое ничто.

### ЗАГАДОЧНЫЙ ФАКТ

Если посмотреть на фотографию или рисунок обычной кометы, то не сразу скажешь, где граница между головой и хвостом. Голова обычно постепенно переходит в хвост. Все это казалось до последнего времени вполне естественным. Ведь, по «фонтанной» теории, частички, вылетающие из ядра по направлению к Солнцу, через некоторое время затормаживаются и начинают двигаться в обратном направлении, образуя хвост. Значит голова и хвост кометы, по этой теории, образуются из одних и тех же частиц.

Однако дело оказалось не таким простым. Камнем преткновения оказался один давно известный

из наблюдений факт. Он заключается в том, что при приближении кометы к Солнцу размеры ее головы уменьшаются.

«Фонтанная» теория объясняла это тем, что с приближением к Солнцу отталкивательные силы увеличиваются, и поэтому частицы, вылетевшие из ядра, будут сильнее тормозиться и быстрее уходить в хвост кометы. Представьте себе, что Земля стала бы притягивать к себе все тела в 10 раз сильнее, чем теперь. Тогда камень, брошенный вверх, поднялся бы на высоту, в 10 раз меньшую той, на которую он поднимается теперь.

Вообразим себе теперь частички, вылетающие из ядра кометы по направлению к Солнцу. Чем ближе Солнце, тем больше силы, толкающие эти частицы назад, а значит тем на меньшее расстояние отлетят они от ядра. Следовательно, с приближением к Солнцу расстояние вершины головы кометы от ее ядра и сама голова уменьшаются.

И все-таки теоретические подсчеты величины головы, сделанные на основе «фонтанной» теории, расходились с наблюдениями. Вблизи Солнца головы комет были больше, чем полагалось по теории.

Советские астрономы решили этот вопрос. В последние годы они разработали новую физическую теорию головы кометы. Эта теория построена на предположении, что частица, вылетающая из ядра кометы, испытывает, кроме светового давления, действие еще и других сил. В самом деле: ядро кометы, состоящее из твердых глыб, отражает солнечные лучи. Эти отраженные лучи, падая на



частицы головы кометы, так же, как и прямые солнечные лучи, давят на них. Но частички «подгоняются» не только этими отраженными лучами. Ядро кометы окутано сравнительно плотным тонким слоем газовых молекул. Эти газовые молекулы, освещенные Солнцем, сами начинают испускать лучи, несущие большую энергию. Вот эти-то лучи производят главным образом добавочное давление на частицы головы.

Вся эта новейшая теория и ее математические выводы вполне объяснили наблюдаемые размеры голов комет.

Увеличение головы кометы, как показали наблюдения, может продолжаться только до некоторого предельного расстояния ее от Солнца. Подсчеты показали, что у кометы Галлея в 1910 году голова имела наибольшие размеры при расстоянии в 375 миллионов километров от Солнца. Тогда она имела 370 000 километров в поперечнике, то есть была более чем в 30 раз больше земного шара. Вполне возможно, что и у других комет наибольшая голова бывает при том же расстоянии. За этими пределами газовая оболочка, окутывающая ядро кометы, очень невелика.

Но самое удивительное было в другом. Оказалось, как это ни странно, что головы комет не имеют почти ничего общего с хвостом. Прежде всего хвосты у комет бывают газовые и пылевые. Головы же всех комет состоят только из газов. Если ядро кометы не выделяет газов, то и головы у такой кометы не будет вовсе. Читатель, наверное, помнит странную «безголовую» комету, появившуюся в 1901 году. Ее хвост был исключительно пыле-

вым, а ядро этой кометы газов совсем не выделяло.

Но еще более странный другой факт. В голове кометы иногда можно наблюдать крохотное облачное образование. Изучая его движение, можно найти величину отталкивательных сил, действующих в голове кометы. Оказалось, что эти силы близки к 1. Между тем в газовом хвосте этой же кометы действуют, как известно, отталкивательные силы, кратные 22,3.

Наконец астрономы, к их удивлению, обнаружили, что состав голов и газовых хвостов различен. В газовых хвостах присутствуют ионизированные молекулы угарного газа и азота. В голове же кометы этих газов нет совершенно, но зато наблюдаются ядовитый газ циан и молекулы углерода.

Было замечено, что отдельные маленькие облачка, состоящие из циана и углерода, при продвижении в хвост меняли свой состав, сохраняя иногда свою форму. В хвосте кометы они оказывались состоящими уже из угарного газа и азота.


В чем тут дело? Как ни бились астрономы и физики, но объяснить этот загадочный факт они пока не сумели. Здесь происходят какие-то сложные физические процессы, которые со временем, конечно, будут разгаданы.

Газы, образующие головы комет, светятся холодным свечением, как и газовые хвосты. Правда, головы комет гораздо ярче хвостов. Самая яркая из известных комет — это хвостатая звезда, появившаяся в 1729 году. Она испускала света почти в 18 раз больше, чем Луна в полнолуние. Но так как

она была от Земли гораздо дальше Луны, то ее видимая яркость была сравнительно невелика. По количеству испускаемого света кометы очень сильно различаются. Самой слабой была комета 1922 II. Она испускала в мировое пространство в 10 миллионов раз меньше света, чем комета 1729 года.

Ознакомившись с головами комет и их свечением, мы теперь займемся самой главной частью кометы.

### ГЛАВНОЕ В КОМЕТЕ

лавное в комете — это ее ядро. Однако пока мы о самом ядре говорили так мало, что у читателя могли создаться о нем только самые общие представления.

Ядро — это тот световой сгусток, который можно заметить в центральной части головы каждой кометы. Он очень похож на маленькую туманную звездочку.

Еще Ньютон совершенно правильно считал, что ядра комет представляют собой твердые глыбы.

Но каковы размеры этих ядер? Казалось, что решить этот вопрос весьма легко. Если расстояние до кометы известно, то надо измерить видимый поперечник ядра в угловой мере, а потом очень просто подсчитать его настоящие размеры в километрах. Так когда-то и делали. Получалось, что поперечники ядер достигают нескольких десятков тысяч километров. Но потом астрономам пришлось в этом усомниться. В самом деле: если бы ядра комет были так велики, то их можно было бы заметить во время

прохождения комет между Землей и Солнцем. Такие случаи были в 1882 и 1910 годах. Но, как уже известно читателю, никаких следов кометных ядер на солнечном диске замечено не было.

Есть много и других доводов в пользу этого заключения. В 1770 году комета Лекселя подошла очень близко к Юпитеру и пролетала внутри системы его спутников или лун. Если бы ядро этой кометы имело массу, равную земной, то движение спутников Юпитера было бы нарушено. Однако этого не наблюдалось. Эта же комета в июле 1770 года подошла к Земле на расстояние 2,4 миллиона километров, но подобное сближение никак не повлияло на движение нашей Земли. Астрономы отсюда заключили, что массы кометного ядра, по крайней мере, в 5 000 раз меньше массы Земли.

В 1927 году небольшая комета подошла к Земле на расстояние 5,8 миллиона километров. В крупнейший телескоп ядро этой кометы казалось чрезвычайно маленькой и слабой звездочкой. По яркости ядра подсчитали его размеры. Оказалось, что поперечник его не более 400 метров. Подобные же наблюдения в 1930 году над одной из комет привели к аналогичному выводу. Даже у кометы Галлея ядро должно быть значительно меньше 30 километров. В противном случае его заметили бы в виде маленького черного пятнышка на фоне солнечного диска 19 мая 1910 года. Значит ядра комет измеряются километрами, а не тысячами километров.

Следовательно, видимое ядро — это не твердое ядро кометы, а плотная оболочка газов, окружающая настоящее ядро.

Этим объясняется следующий любопытный факт.

Чем ближе комета к Земле, тем меньше ее видимое ядро. Если бы это ядро было твердой глыбой, то с приближением к Земле его видимые размеры, конечно, увеличивались бы.

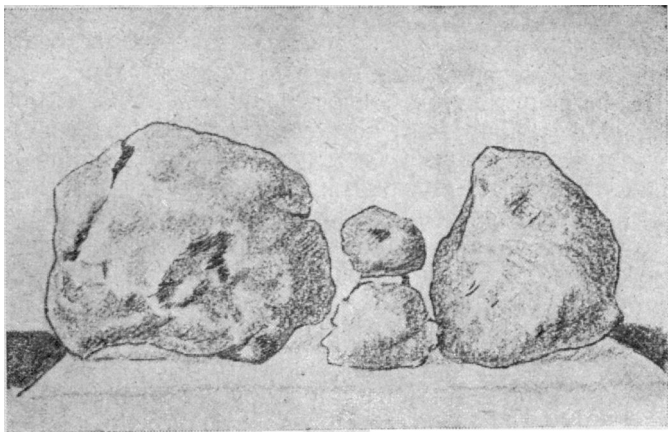
Есть, правда, одно обстоятельство, которое как будто противоречит всем этим выводам. Дело в том, что спектр видимых ядер всегда непрерывен, как будто бы видимое ядро — это твердое тело, отражающее солнечный свет. Но это явление можно объяснить и иначе.

Вблизи настоящего твердого ядра кометы может находиться много твердых пылинок, которые, отражая солнечные лучи, также дадут непрерывный спектр. Значит на самом деле никакого противоречия здесь нет.

Новая физическая теория головы кометы позволила советским ученым определить величины и массы кометных ядер. Наибольшее ядро получилось у кометы 1911 года. Оно имело поперечник около 20 километров. У кометы 1882 года ядро было значительно меньше — около 5 километров. Поперечник же ядра кометы 1858 года оказался еще меньше — всего около двух километров.

В 1944 году известный советский ученый, профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов закончил свои исследования ядра кометы Галлея. Он не только критически разобрал все определения величины кометных ядер, сделанные прежде, но и создал новый метод, позволяющий наиболее точно решить этот вопрос. В этой работе использованы все новейшие достижения физики, имеющие отношение к кометным явлениям.

Результаты получились очень интересные. Оказа-



*Метеоритные глыбы. Из таких же глыб состоят кометные ядра.*

лось, что ядро знаменитой кометы Галлея состоит из многих твердых глыб. Каждая из них имеет в среднем поперечник в 160 метров. Все эти глыбы образуют очень плотный, компактный рой, общим поперечником около 25 километров. Эти размеры — наибольшие из возможных для данной кометы. Так показывают теоретические подсчеты. На самом деле ядро, повидимому, еще меньше.

После этих новейших исследований не приходится сомневаться в очень небольших размерах кометных ядер.

Но советские ученые не удовлетворились тем, что определили величину кометных ядер. Надо было разгадать сущность сложных физических процессов,

происходящих в ядрах. Как образуются хвосты комет? Каким образом из ядра выделяются газы и пыль, которые наблюдаются в этих хвостах?

Чтобы решить этот вопрос, пришлось призвать на помощь физиков. И вот астрономы принялись за изучение новейших физических теорий в надежде найти в них объяснение явлений, наблюдающихся в кометах. Эти усилия увенчались полным успехом. Советские ученые начали создавать основы новейшей физической теории комет. Познакомимся с первыми результатами этих интереснейших работ.

Есть основания считать, что глыбы, составляющие кометное ядро, вполне похожи на те метеориты, которые иногда падают из мирового пространства на нашу Землю. Но ведь эти метеориты можно принести в лабораторию и там всесторонне исследовать. Так и было давно сделано. Когда в лабораториях метеориты подвергались прокаливанию до высокой температуры, то из них выделялись газы. Оказалось, что среди этих газов есть все те, которые наблюдаются и в кометах, то есть азот, углерод, угарный газ и даже циан.

Но откуда эти газы берутся в метеоритах? Тут и пришла на помощь физика. Физикам давно было известно, что в любом твердом теле есть очень много мельчайших трещин, невидимых глазом. Кроме того, между молекулами твердого тела имеются свободные промежутки, напоминающие своеобразные коридоры. Твердые тела обладают способностью скапливать газы внутри микротрещин и межмолекулярных коридоров.

Но иногда газ еще более плотно соединяется с твердым телом. Молекулы газа и твердого тела

оказываются перемешанными друг с другом, образуя так называемый твердый раствор. В некоторых случаях газ вступает даже в химическое соединение с твердым телом. Явление поглощения газа твердым телом называется сорбцией.

Метеориты могут поглощать сравнительно большое количество газов, по объему в несколько раз превышающее их собственный объем. Когда метеоритная глыба, входящая в кометное ядро, находится очень далеко от Солнца, то температура ее близка к абсолютному нулю, то есть к минус 273 градусам по Цельсию. При приближении к Солнцу поверхность глыбы начинает заметно прогреваться его лучами. Молекулы газов, находящиеся в глыбе, начинают двигаться все быстрее и быстрее. Наиболее быстрые из них вылетают из глыбы и образуют газовую оболочку вокруг ядра.

Но Солнце все ближе и ближе. Когда до него остается не более 350 миллионов километров, температура глыб поднимается до 100 градусов ниже нуля. Для нас, земных обитателей, это кажется страшным холодом. Но, как показывает теория, такая температура вполне достаточна, чтобы началось бурное выделение газов из поверхностных слоев ядерных глыб. Газов вокруг ядра скопится так много, что начинает уже образовываться заметный газовый хвост.

Но у комет ведь наблюдаются и пылевые хвосты второго типа. Как же они образуются?

Ядро кометы, двигаясь в мировом пространстве, постоянно сталкивается с множеством крохотных метеоритов. Эти маленькие твердые частички образуют космическую пыль, заполняющую мировое про-



странство. Налетая со скоростью до 50—60 километров в секунду на твердые глыбы ядра, они дробят их поверхность в мельчайшую пыль. Ведь при такой колоссальной скорости метеорит, врезавшись в ядро, как бы взрывается, образуя при этом осколки и пыль. Частично эти осколки и пыль уносятся прочь, но много их остается на поверхности глыб, составляющих ядро.

Когда ядро находится недалеко от Солнца, глыбы сильно нагреваются и излучают в мировое пространство невидимые человеческим глазом инфракрасные лучи. Хотя эти лучи невидимы, они, как и обычные лучи, производят давление на освещенные ими тела. Теперь глыбы будут не только притягивать друг друга по закону Ньютона, но и отталкивать друг друга собственными лучами. Это приводит к тому, что отдельные глыбы начинают сталкиваться. Но ведь глыбы невелики и потому очень слабо притягивают к себе все предметы. Когда две такие глыбы столкнутся, то они стряхнут со своей поверхности облако пыли, и астрономы с Земли отметят появление пылевой синхроны. Такие столкновения будут повторяться не один раз: в конце концов у кометы образуется хвост второго типа.

Когда до Солнца остается только 80 миллионов километров, глыбы ядра нагреваются до температуры плюс 100 градусов по Цельсию. С поверхности глыб начинают выделяться пары металла натрия. Но вот ядро кометы со страшной скоростью проносится через перигелий. Вблизи бушующая, пышащая нестерпимым жаром поверхность Солнца. Поверхностные слои кометного ядра начинают кипеть, плавить-

ся. Пары железа и никеля, входящих в метеоритную глыбу, окутывают ядро.

Пролетев перигелий, комета быстро удаляется от Солнца. Ядро постепенно остывает, газы все в меньшем количестве выделяются из него, и, наконец, хвост у кометы пропадает. Комета скрывается из глаз земных наблюдателей до своего следующего возвращения.

Хотя комета пролетела очень близко от Солнца, ее ядро успело прогреться всего лишь на несколько метров в глубину. Только из этого поверхностного слоя газовым молекулам пришлось отправиться в путешествие в мировое пространство. Внутри глыб газы остались на месте. Но теперь, когда в поверхностных слоях образовалось много свободного места, эти газовые молекулы из глубины постепенно передвигаются в пустые места и вновь заполняют собой поверхностные слои ядра. При следующем возвращении кометы к Солнцу эти молекулы ждет судьба их предшественниц: они также улетят прочь из ядра, и описанная история повторится вновь.

Как видно, эта новейшая теория советских ученых прекрасно объясняет явления, наблюдаемые в кометах. Московский астроном Левин, один из создателей этой теории, подсчитал теоретически яркость некоторых комет. Наблюдения хорошо сошлись с этими подсчетами и подтвердили правильность теории.

У некоторых комет их хвосты имели очень сложную форму и быстро менялись ото дня ко дню. Советским ученым удалось объяснить эти странности предположением, что кометное ядро может вращаться вокруг своей оси.

Изучение физики кометных ядер — это, пожалуй, самая захватывающая область современной кометной астрономии. В этой области советские ученые заняли первое место в мире.

## СУДЬБА КОМЕТ

**К**огда-то люди со страхом смотрели на загадочные хвостатые звезды и гадали, какую горькую судьбу предвещает человечеству их появление. Теперь роли переменились.

Страхи и суеверия, связанные с кометами, кажутся нелепыми сказками. Вооруженные современной наукой, люди сами берутся предсказывать будущее этим хвостатым звездам. Эти предсказания основаны не на суеверных фантазиях, а на правильном материалистическом понимании явлений природы. Давайте теперь и познакомимся с будущим комет.

Кометы не могут быть очень долговечны. Советский исследователь комет С. К. Всехсвятский в 1933 году опубликовал каталог яркости всех комет, появившихся с 1066 по 1932 год. Пришлось проделывать огромную работу, разыскивая в старинных источниках иногда очень путанные и неточные сведения о различных кометах.

Однако результаты вполне оправдали этот труд. Всехсвятский обнаружил, что у всех коротко-периодических комет яркость с каждым возвращением к Солнцу заметно уменьшается. Но отсюда следует, что раньше кометы были гораздо ярче, чем теперь. Всехсвятский для некоторых комет подсчитал их

возможные яркости в прошлом. Они оказались настолько большими, что сразу возник вопрос: а почему эти кометы тогда же не были открыты? Вывод мог быть только один: эти кометы образовались сравнительно недавно.

Но и будущее существование комет также не очень продолжительно. В самом деле, ведь комета при каждом своем возвращении к Солнцу безвозвратно теряет газы, находящиеся в ее ядре. Хотя этих газов в ядре много, но все-таки когда-нибудь они исчерпаются.

Можно ли подсчитать хотя бы приблизительно, когда это будет? Оказывается, можно, и вот как. Предположим, что ядро кометы Галлея состоит из метеоритных глыб, содержащих газы в тех же пропорциях, что и метеориты, падающие на Землю. Зная размеры ядра, можно подсчитать, сколько газа заключено во всем ядре. По яркости кометы и по формулам теоретической физики можно подсчитать, сколько газов выделяет комета при каждом своем возвращении к Солнцу. Но тогда можно узнать, на сколько оборотов хватит газов в ядре для образования хвоста кометы.

Приблизительные расчеты привели к выводу, что комета Галлея растеряет свои газы примерно еще через 125 своих возвращений к Солнцу. Правда, полная потеря газа вряд ли произойдет, но их будет настолько мало, что заметного хвоста у кометы не образуется.

Значит через несколько тысяч, в крайнем случае, десятков тысяч лет, комета Галлея станет старой и у нее уже нельзя будет наблюдать газового хвоста.

Такой старой кометой, израсходовавшей свои га-

зы, была уже знакомая нам странная комета 1901 года.

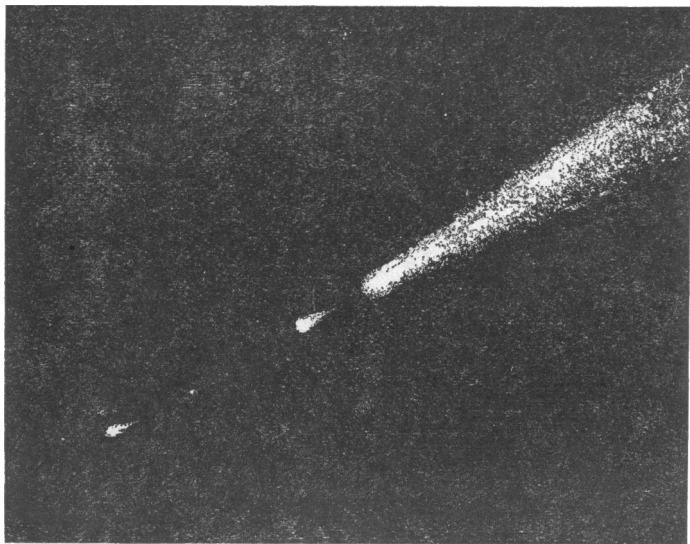
Но жизнь кометы сокращают и другие причины.

Читатель помнит замечательную историю кометы Биелы. Позднейшими исследованиями, произведенными в 1937 году, было доказано, что 6 января 1846 года комета Биелы пересекла огромный и густой рой метеоритов. Эта встреча была для нее катастрофической. Ее ядро, сталкиваясь с метеоритами, раскололось на две глыбы. Распад ядра наблюдался и у других комет, например у кометы 1889 года.

Ядра странниц-комет, двигаясь в мировом пространстве, постоянно сталкиваются с малыми, а иногда и крупными метеоритами. Каждые сутки в ядро кометы врезаются с огромной скоростью тысячи этих космических «пуль». Ядро постепенно, но неизбежно разрушается.

Бредихин первый наблюдал в некоторых кометах странные небольшие выступы в голове, направленные к Солнцу. Он назвал их аномальными, то есть ненормальными, хвостами. Советские ученые доказали, что эти аномальные хвосты состоят из мелких твердых пылинок с поперечником больше одной сотой миллиметра. Облако этих частиц образуется тогда, когда ядро кометы сталкивается с крупными метеоритами. Судьба этих крохотных осколков ясна. Они постепенно отстают от кометы и рассеиваются вдоль ее орбиты. Значит каждая комета после себя оставляет своеобразный след, состоящий из облаков мелких пылинок.

Проходят тысячелетия. Ядро кометы от постоянных столкновений с метеоритами почти совершенно



*Распад кометы 1889 года на части.*

разрушилось. Его остатки рассеялись вдоль кометной орбиты. Газов в оставшемся маленьком ядре так мало, что заметного газового хвоста уже не образуется. Комета превратилась в простой метеорит.

Но распад ядра кометы может происходить и по другим причинам.

В последние годы известный советский астроном Дубяго всесторонне исследовал вопрос о распаде кометных ядер с точки зрения законов небесной механики. Оказалось, что кометные ядра, представляющие собой компактные рои твердых глыб,

вообще не являются устойчивыми образованиями, а под влиянием притяжения Солнца и планет быстро распадаются.

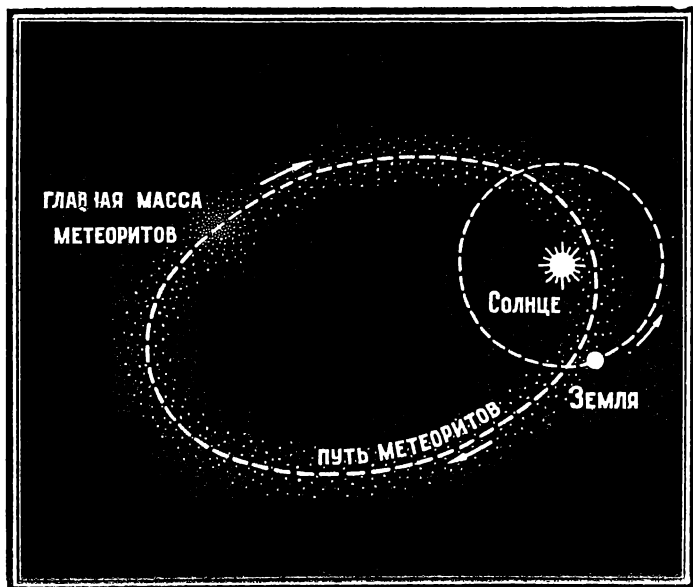
Отдельные глыбы покидают навсегда ядро, удаляясь от него в мировое пространство. По подсчетам Дубяго, подобный распад происходит сравнительно быстро (в некоторых случаях в течение всего нескольких сот лет).

И все-таки такая «бывшая» и невидимая с Земли комета может еще дать о себе знать.

Иногда наша Земля при своем движении вокруг Солнца пересекает орбиты таких бывших комет. Тогда земной шар проносится через облака мелких твердых пылинок, рассеянных кометой по ее орбите. Эти крохотные остатки кометного ядра во множестве врезаются в земную атмосферу. Каждый такой метеор сталкивается с молекулами воздуха. Воздух в этом месте накаляется, светится, сама метеорная частичка быстро разрушается, и с Земли в этот момент наблюдают обыкновенную «падающую звезду».

При столкновении же с огромным облаком таких частиц можно любоваться красивым звездным дождем.

Земному наблюдателю метеоры кажутся вылетающими из одной точки на небе, называемой радиантом. Но это явление есть следствие перспективы. Известно каждому, что параллельные железнодорожные рельсы кажутся сходящимися в одной точке. Так же и здесь. Метеоры в пространстве двигаются сплошным роем по почти параллельным путям, но, попадая в земную атмосферу, кажутся нам вылетающими из одной точки.



*Схема, показывающая, как ядро кометы распадается на рой твердых частиц, рассеивающихся по ее орбите.*

В наши дни известно много потоков метеоритных тел, движущихся по орбитам некоторых комет. Для многих из них установлена определенная связь с известными нам кометами. В августе каждого года можно наблюдать много падающих звезд, которые вылетают из созвездия Персея. Этот метеорный поток так и называли персеидами. Давно установлено, что орбита, по которой движется рой персеидов, совпадает с орбитой кометы 1862 года. Комета,



имеющая период обращения около 120 лет, понемногу распадаясь, и породила этот поток. Когда ежегодно в августе наша Земля пересекает орбиту этой кометы, мы наблюдаем падение множества метеоритов.

Еще более интересен метеоритный поток, связанный с кометой 1866 I. Эта комета имеет период обращения около 33 лет. В 1899 году — к очередному ожидаемому ее появлению — комету обнаружить не удалось. Но любопытно, что каждые 33 года, когда наша Земля пересекает орбиту кометы, наблюдаются великолепные звездные дожди. Эти дожди бывают всегда в ноябре.

Известно также, что каждый год около 13 ноября наблюдается много метеоров, вылетающих из созвездия Льва. Как все это можно объяснить?

Комета 1866 I постепенно, из тысячелетия в тысячелетие, распадалась на метеорный рой, рассеянный вдоль всей ее орбиты.

Наша Земля ежегодно пересекает ее в ноябре, когда мы и видим небесный «фейерверк». Вполне естественно, что вблизи бывшего кометного ядра этих метеоров особенно много. Так вот с этим сгущением, представляющим рой частиц ядра кометы 1866 I, наша Земля и встречается раз в 33 года, потому что такой же период обращения был и у этой кометы. Этот замечательный метеорный поток, названный леонидами (от латинского слова «леонис», что значит — лев), известен очень давно. Звездные дожди, с ним связанные, наблюдались в 1866, 1833, 1799, 1766 годах и раньше — и даже в 940 году до нашей эры.

Такой конец обычно ожидает каждую комету,



*Падение метеорита.*

но иногда жизнь кометы может закончиться иначе.

В 1908 году в Сибири упал огромный метеорит. Он врезался в землю в пустынном районе Подкаменной Тунгуски, в 900 километрах севернее Иркутска.

Советский ученый Л. А. Кулик в марте 1927 года и в последующие годы обследовал место падения метеорита. На 30 километров вокруг дерева были повалены и опалены. Когда метеорит со скоростью нескольких километров в секунду врезался в землю, то от страшного удара он взорвался и обратился в раскаленный газ. Гул от взрыва, как удалось уста-

новить, был слышен на расстоянии 700 километров. Есть много оснований утверждать, что этот метеорит был ядром небольшой кометы.

В Америке, в штате Аризона, есть огромная кольцевая воронка поперечником в 1 200 метров, похожая по форме на воронку от артиллерийского снаряда. Около нее найдено много кусков метеоритного железа. Значит эта воронка образовалась при столкновении Земли с ядром какой-то кометы. Когда это произошло, никто, конечно, сказать не может.

Совсем недавно в Центральной Африке была найдена еще одна большая метеоритная воронка — поперечником в 18 километров. У окрестных племен не сохранилось никаких преданий, связанных с образованием этой воронки. Несомненно, что много тысячелетий тому назад в это место земной поверхности врезалась комета средних размеров.

Значит кометы иногда оканчивают свою жизнь, сталкиваясь с Землей и, вероятно, также и с другими планетами. Такое столкновение оканчивается трагично только для самой кометы. Земля или другая планета от этого погибнуть не могут. В самом худшем случае может пострадать лишь ничтожнейшая часть поверхности земного шара.

Следовательно, кометы оканчивают свое существование разными путями. Жизнь комет исчисляется десятками тысяч и самое большее миллионами лет.

Но тогда возникает следующий, весьма естественный вопрос. Наша солнечная система существует много миллиардов лет. Если кометы существуют с момента образования планет, то есть также много миллиардов лет, то за это время все

кометы успели бы давно разрушиться и распасться на метеорные потоки. Между тем в наше время известны тысячи комет, среди которых много молодых. Вывод ясен: кометы должны как-то зарождаться внутри нашей солнечной системы. Но как?

Читатель, вероятно, помнит странную историю, связанную с кометами 1843, 1880, 1882 годов. Все три кометы оказались имеющими почти одинаковые орбиты. Советские ученые объяснили это странное явление.

Несколько лет назад в Государственном астрономическом институте имени Штернберга произведено исследование орбит 125 различных комет. Обнаружилось, что можно выделить несколько групп комет, орбиты которых пересекаются в одной общей точке. Всего таких групп, или семейств, комет получилось 27. Среди них была и группа, включающая кометы 1843, 1880 и 1882 годов. Выяснилось, что к этой группе надо отнести также кометы 1680 и 1887 годов. Общая точка пересечения всех этих орбит находится вблизи Солнца — на расстоянии 500 тысяч километров от его поверхности.

Как же образовалась эта группа комет?

Когда-то вместо всех этих комет существовала одна комета. Затем ее ядро распалось на пять частей, которые потом превратились в самостоятельные кометы. Распад этот мог произойти при столкновении кометы-родоначальницы с крупным метеоритом. При таких столкновениях ядро кометы распадается на части, образуя новые хвостатые звезды.

Астрономам посчастливилось быть даже свидетелями такого распада комет. Ядро кометы 1882 года

при прохождении через перигелий, как уже говорилось об этом, распалось на четыре части. Астрономы вычислили орбиты этих осколков. Периоды обращения их вокруг Солнца оказались равными от 660 до 690 лет. Значит пройдут столетия, и астрономы вместо кометы 1882 года зарегистрируют появление четырех новых комет.

Вот почему комет так много. Но попрежнему остается невыясненным вопрос: откуда же появились кометы — родоначальницы обширных семейств и, наконец, отдельные кометы, не принадлежащие ни к какому семейству? Ответ на этот вопрос дан в следующей, предпоследней главе нашей книги.

## СТАЛИНСКИЙ ЛАУРЕАТ

**У**тром 23 марта 1943 года миллионы людей прочли в газетах постановление о присвоении почетного звания лауреата Сталинской премии Сергею Владимировичу Орлову.

Сергей Владимирович прошел долгий жизненный путь, полный плодотворных трудов и научных исканий.

С. В. Орлов—ученик великого Бредихина, знаток самых различных областей современной науки. Он признан всем миром как крупнейший авторитет в вопросах, связанных с изучением комет.

Все крупнейшие результаты современных исследований комет, о которых рассказывалось в предыдущих главах, получены С. В. Орловым или его учениками. С. В. Орлов разработал новейшую классификацию кометных хвостов. Он же создал совре-



Лауреат Сталинской премии, известный советский исследователь комет С. В. Орлов.

менную теорию головы кометы и определил размеры кометных ядер. Трудно перечислить все открытия, сделанные замечательным советским ученым.

Из работ этого советского ученого наибольший интерес представляет исследование происхождения комет. Откуда появились и как зарождаются эти хвостатые звезды?

Известно, что кометы зарождаются внутри нашей солнечной системы. Но как это происходит?

В середине ноября 1927 года была открыта весьма странная комета. Ее орбита оказалась почти круговой и очень напоминала орбиту астероидов, или малых планет. Двигаясь между орбитами Юпитера и Сатурна, эта комета совершает полный оборот вокруг Солнца почти в 6 лет. В последующие годы у кометы были замечены какие-то странные вспышки яркости. Объяснить это приближением к Солнцу, конечно, было нельзя. Но ведь это напоминает нам другую странную комету, которую наблюдали в 1892 году. Недавно была открыта еще одна такая же странная комета.

С. В. Орлов, которому хорошо были известны эти кометы, в конце концов пришел к выводу, что существует глубокая связь между кометами и астероидами. Эта связь заключается не только в том, что орбиты некоторых комет весьма похожи на орбиты астероидов. Массы кометных ядер, определенные на основании новой физической теории головы кометы, также оказались близкими к массам астероидов.

Общее число обнаруженных астероидов в наши дни достигает 2 500. Есть много оснований счи-

тать, что неоткрытых мелких астероидов гораздо больше, чем известных.

В 1937 году открыт астероид, названный Гермесом, с поперечником всего в 400 метров. Его орбита оказалась очень вытянутой и напоминающей орбиту коротко-периодической кометы.

Когда-то еще Ольберс предполагал, что астероиды представляют собою осколки распавшейся на части планеты, которая кружилась вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Недавно эта мысль была подтверждена тщательными исследованиями орбит астероидов. Оказалось, что эти орбиты пересекаются, и астероиды образуют семейства, подобные семействам комет. Установлено уже 5 семейств, включающих в себя 192 астероида. Значит распадение астероидов продолжается.

Но отчего же распадаются астероиды? Причина здесь, вероятно, та же, что у комет. Астероиды сталкиваются с крупными метеоритами и раскалываются на части.

Несомненно, что крупный метеорит при столкновении способен расколоть ядро кометы или небольшого астероида. Когда метеорит сталкивается с астероидом, то энергия его движения молниеносно переходит в теплоту, которая так велика, что сам метеорит как бы взрывается. Подсчеты показывают, что метеорит, ударяющийся в Землю со скоростью в несколько километров в секунду, выделяет такую же энергию, какая освобождается при взрыве нитроглицерина в количестве, равном массе метеорита. Таким образом, метеорит — это как бы торпеда, несущаяся в мировом пространстве.

Если крупный метеорит налетит на астероид, то



осколки «торпедированного» астероида полетят во все стороны с разными скоростями. Некоторые из них, получив большие скорости, навсегда покинут солнечную систему. Но найдутся среди этих осколков и такие, которые начнут кружиться вокруг Солнца по вытянутым эллиптическим орбитам. Когда такой осколок подойдет близко к Солнцу, он нагреется и из него начнут выделяться газы, появится хвост, и через некоторое время земные астрономы смогут зарегистрировать появление новой кометы.

Метеориты проносятся в мировом пространстве по всем направлениям, и их столкновение с астероидами, хотя и не очень часты, достаточно вероятны. Ведь кометы 1927 и 1892 годов — это, повидимому, обычные астероиды, с которыми сталкивались сравнительно небольшие метеориты. Столкновения породили взрывы, образовались облака пыли. Поэтому-то и наблюдалось с Земли увеличение яркости этих комет.

Среди астероидов есть множество очень мелких — с поперечниками в десятки метров и даже меньше. Именно такие астероиды являются вполне подходящими кандидатами в будущие кометы. При столкновении крупных метеоритов с такими астероидами и рождаются новые кометы.

Образование комет происходило и раньше, происходит в наше время и будет происходить в будущем. Из большого числа образующихся комет астрономы могут наблюдать только те, которые достаточно близко подходят к Земле. Многие же из комет навсегда останутся неизвестными человечеству.

Таково происхождение комет, раскрытое, наконец, советской наукой.

## ЧТО ЖЕ ДАЛЬШЕ?



стается подвести некоторые итоги всему рассказанному о хвостатых звездах.

В продолжение тысячелетий ученые всех стран — от древних китайских звездочетов до современных советских астрономов — тщательно изучали загадочные хвостатые звезды. Им хотелось разгадать природу этих странных небесных светил и их место во вселенной. Труд ученых увенчался полным успехом. Отбрасывая суеверные басни и нелепые сказки о кометах, великие труженики науки шаг за шагом, постепенно раскрывали одну за другой загадки, связанные с пугавшими людей небесными светилами. Сменилось много поколений, прежде чем ученые узнали то, что они знают теперь.

Не случайно советские астрономы явились наследниками и продолжателями работ Ньютона, Ломоносова, Галлея, Бредихина и других великих исследователей комет. В Советской стране наука имеет возможность развиваться так, как ни в одной стране. Наша наука вооружена правильным марксистским методом, материалистически объясняющим все явления природы.

Силы советских астрономов — исследователей комет — обращены теперь на дальнейшее исследование хвостатых звезд.

А как много еще предстоит открыть, какие увлекательные теории комет будут разработаны в будущем!

В этой работе астрономам могут оказать большую помощь любители астрономии. Прежде всего — в части поисков и открытия новых комет.

Советские исследователи и в этой области делают большие успехи. За 20 лет, с 1919 года по 1939 год, советские астрономы открыли больше новых комет, чем их было обнаружено в России за сто лет до Великой Октябрьской социалистической революции. Среди открывших кометы немало любителей астрономии.

Некоторые думают, что кометы редко появляются на небе. Это не так. Слабых комет обнаруживается по нескольку в год. А совсем недавно, в 1943 году, советский астроном Тевзадзе открыл комету, которую можно было наблюдать невооруженным глазом в созвездии Большой Медведицы.

Правда, яркие и большие кометы появляются сравнительно редко. В среднем, основываясь на статистических подсчетах, большие кометы можно ожидать через каждые 20 лет.

В течение столетия можно ожидать около пяти больших комет, 50 — наблюдаемых невооруженным глазом и 440 — видимых в телескоп. В текущем столетии уже появились четыре большие кометы: 1901 I, 1910 I, 1910 II (Галлея) и 1927 IX.

Последняя комета была так ярка, что ее можно было наблюдать днем рядом с Солнцем, прикрыв рукой глаза от его лучей. Правда, путь этой кометы был неблагоприятно расположен относительно Земли. Тем не менее на Камчатке и в Анадырском крае хорошо наблюдали эту хвостатую звезду на фоне вечерней зари.

Значит в ближайшие годы можно ожидать появления какой-нибудь большой неизвестной кометы. Открытием ее любитель астрономии окажет большую помощь науке.

На этом можно было бы закончить рассказ о хвостатых звездах. Но его можно продолжить. Еще немало осталось нерешенных вопросов в физике комет, их ядер и хвостов. Исследователи комет находятся в таком же положении, в каком когда-то были великие мореплаватели. Их ждут неожиданные и интереснейшие открытия. Они-то и дадут возможность продолжить наш рассказ о хвостатых звездах.

Продолжайте его, дорогой читатель!

---

## СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Вместо предисловия . . . . .	3
В глубине веков . . . . .	4
От Птолемея до Коперника . . . . .	11
Тайны «небесного замка» . . . . .	20
Законодатель неба . . . . .	24
«Далекое стало близким» . . . . .	29
Разгадка найдена! . . . . .	36
Смелое предсказание . . . . .	49
Гениальный русский ученый . . . . .	54
Комета и цветок . . . . .	61
Пропавшая комета . . . . .	71
«Вино кометы» . . . . .	73
Несостоявшаяся «кончина мира» . . . . .	81
«Фонтанная» теория . . . . .	84
Ловцы комет . . . . .	93
Загадочная телеграмма . . . . .	98
Кометы в лаборатории . . . . .	102
Три загадки . . . . .	108
Гордость русской науки . . . . .	115
Странные кометы . . . . .	126
Давление света . . . . .	129
Последнее возвращение . . . . .	133
Откуда приходят кометы? . . . . .	141
Видимое ничто . . . . .	144
Загадочный факт . . . . .	154
Главное в комете . . . . .	158
Судьба комет . . . . .	166
Сталинский лауреат . . . . .	176
Что же дальше? . . . . .	181





Цена 4 руб.