



# Бессель и Лебедь, измерение

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ  
ПО АСТРОНОМИИ  
УЧЕНИКА 10 "А" КЛАССА  
ГАЗИЕВА АЛАНА

Мастерство Фраунгофера в изготовлении приборов позволило Фридриху Бесселю (1784–1846) впервые надежно измерить парallax звезды. Директор Кёнигсбергской обсерватории Бессель был человеком, выбившимся из низов; его юношеской мечтой было отправиться в торговую экспедицию в Китай и Ост-Индию. Готовясь к этой поездке, он решил ознакомиться со способами наблюдения на море. Постепенно от навигации он перешел к астрономии, а от астрономии — к математике.

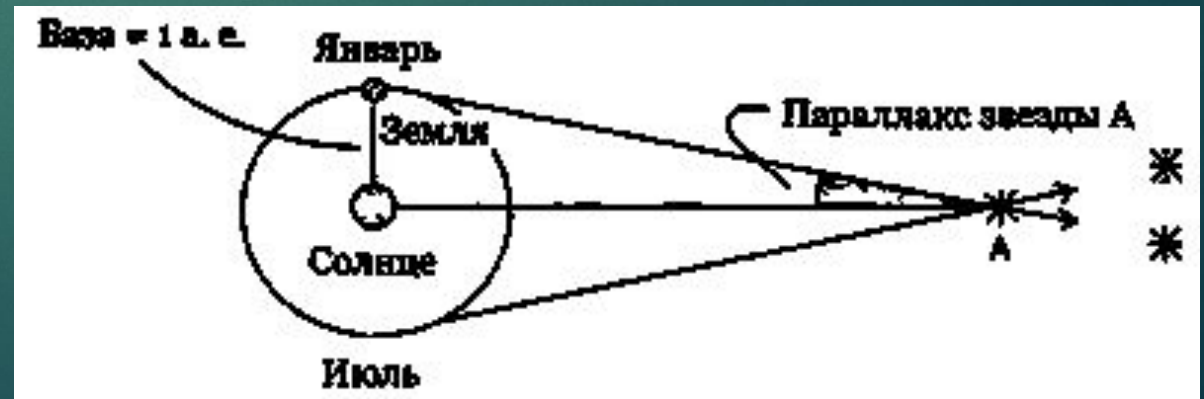


Фраунгофер построил первый гелиометр для обсерватории Бесселя. Но сборка была завершена только после смерти мастера-оптика в 1829 году. Бессель знал о высоком качестве инструмента, но только в 1837 году начал серьезно заниматься проблемой параллакса. В отличие от Гершеля, он решил не использовать яркость звезды как критерий ее расстояния. Он полагал, что те звезды, которые быстро перемещаются по небу относительно других звезд, должны быть более близкими. За век до этого британский астроном Эдмунд Галлей (1656–1742) показал, что звезды не закреплены на небесной сфере, а медленно передвигаются. Например, со времен Птолемея Сириус сместился на полградуса (диаметр Луны). Эти собственные движения отражают и перемещение нашего Солнца в пространстве, и истинное движение самой звезды. В любом случае, ожидается, что далекая звезда имеет небольшое собственное движение, в то время как близкая звезда кажется быстрее движущейся (например, когда вы мчитесь в поезде, вам кажется, что близкие предметы за окном перемещаются быстро, а далекий ландшафт еле ползет). В соответствии с этим критерием Бессель выбрал довольно неприметную звезду 61 Лебеда, на «заднем крае крыла» созвездия Лебедь. Эта звезда — настоящий спринтер среди звезд: она смещается более чем на три диаметра полной Луны за тысячу лет. А рекордсменом, как выяснилось позже, является звезда Барнарда в Змееносце, смещающаяся на один диаметр Луны за 180 лет. И действительно, она на втором месте среди ближайших к нам звезд.



В течение года Бессель измерял угловое расстояние звезды 61 Лебедя от трех других тусклых звезд сравнения. Тщательный анализ этих измерений показал ему, что звезда имеет параллакс  $0,3136 \pm 0,0202$  секунды дуги. Как известно, параллакс в одну секунду дуги соответствует расстоянию в 206 265 радиусов земной орбиты (врезка 8.1). По результатам Бесселя звезда 61 Лебедя оказалась расположена на расстоянии примерно в 650 000 раз дальше, чем Земля от Солнца. Отметим, что возможная неточность результата Бесселя («плюс/минус») была вычислена уже в наши дни способом, который предложил математик Карл Фридрих Гаусс, показавший, как из наблюдений можно не только найти среднее значение измеряемой величины, но и оценить вероятную ошибку. Современные измерения дают для параллакса звезды 61 Лебедя значение  $0,299 \pm 0,0045$  секунды дуги, так что результат Бесселя был весьма близок к истинному.

Рис. 8.1. Направление на звезду меняется по мере обращения Земли вокруг Солнца. Это позволяет измерять расстояния до звезд методом триангуляции. Но этот фундаментальный метод удастся использовать только для относительно близких звезд.



Первое измерение расстояния до звезды стало прорывом в астрономии и привлекло большое внимание. Крошечный эффект, о котором писали Птолемей и Галилей, наконец был обнаружен, и определение космических расстояний перешло из Солнечной системы в царство звезд (рис. 8.4).

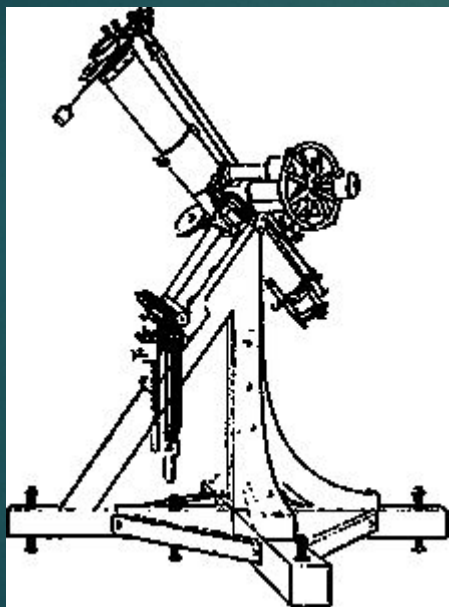
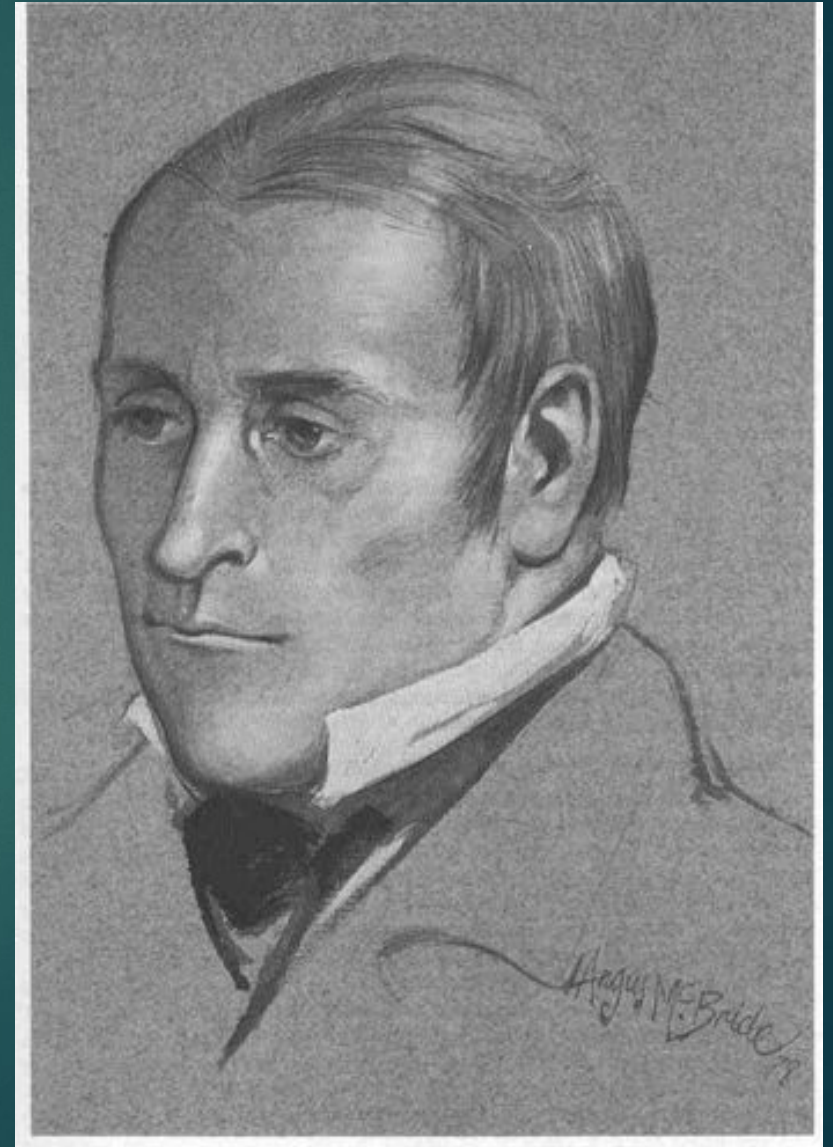


Рис. 8.4. Гелиометр Фраунгофера Королевской обсерватории Кёнигсберга, который был использован для измерения параллаксов (расстояния) звезд. В 1838 году Бессель определил, что расстояние до звезды 61 Лебедя примерно в 650 000 раз превышает расстояние до Солнца.



- ▶ Всего через два месяца после Бесселя о своих результатах сообщил шотландский астроном Томас Хендерсон (1798–1844). Он информировал астрономическое сообщество, что измерил параллакс яркой южной звезды альфа Кентавра (α Cen). Результат был получен на основе наблюдений, проведенных в течение нескольких лет в обсерватории на мысе Доброй Надежды в Южной Африке, и оказался равен  $0,98 \pm 0,09$  секунды дуги. В действительности α Cen состоит из трех звезд, обращающихся друг вокруг друга. Самая близкая из них — Проксима Кентавра. Расстояние до нее 1,3 парсека.



- Собственно говоря, вопрос о звездных расстояниях уже давно «висел в воздухе». Директор Дерптской (ныне г. Тарту) обсерватории Фридрих (Василий Яковлевич) Струве (1793–1864) заказал фирме Утцшнайдера и Фраунгофера высококачественный телескоп с объективом диаметром 24 см. Когда в 1824 году этот телескоп начал работать, он стал крупнейшим рефрактором в мире. Среди наблюдавшихся Струве звезд была и ярчайшая звезда северного неба Вега. Наблюдения 1835–1836 годов показали, что ее параллакс составляет  $0,10''$  —  $0,18''$ , о чем Струве и доложил в Санкт-Петербургской Академии наук в 1837 году. Его сообщение было зачитано на собрании Академии, но затем затерялось в архиве. Современное значение параллакса Веги составляет  $0,12''$  (расстояние = 8 пк), так что Струве был на верном пути. Но он не был удовлетворен результатом и продолжал наблюдения. Когда в 1840 году он опубликовал новые результаты, то определенный им параллакс равнялся  $0,26 \pm 0,03$  секундам дуги. По какой-то причине он получил удвоенное значение параллакса, и расстояние оказалось на 50 % короче.



- 
- После этих пионерских работ трех астрономов измерение параллаксов стало признанным способом определения расстояний до звезд и вскоре превратилось в важнейшее направление в астрономии. Большие расстояния доказывали, что раз столь далекие звезды видны на нашем небе, то они должны излучать столько же света, а может, и больше, чем наше Солнце. Если выразить расстояния до звезд в километрах, то получится огромное и трудное в использовании число, поскольку 1 пк составляет примерно  $3 \times 10^5$  км. Даже ближайшая звезда расположена на расстоянии  $3,9 \times 10^5$  км, невообразимое расстояние! Если размер звезды уменьшить до размера яблока, то в пространстве звезды были бы разделены расстояниями около 20 000 км. Как видим, звезды в космосе разбросаны очень негусто, поэтому столкновения между ними крайне редки.



Единица длины парсек сравнима с огромными расстояниями между звездами и прямо связана с методом измерения таких расстояний. Поэтому астрономы обычно указывают космические расстояния в парсеках. В этой книге мы используем также и световой год (вспомним, что  $1 \text{ пк} = 3,3 \text{ св. года}$ ).

Вначале число звезд с измеренными параллаксами росло очень медленно. К концу 1870 года было известно всего 20 параллаксов, поскольку визуальные наблюдения в телескоп были очень утомительными. Но с развитием астрономической фотографии, в 1880 году, астрономы начали определять параллаксы звезд по фотопластинкам, и это ускорило процесс. К настоящему времени с помощью наземных телескопов измерено более 7000 параллаксов.

Все известные звезды расположены на расстояниях, превышающих 1 пк, поэтому параллактический сдвиг на небе всегда меньше одной секунды дуги. Такой маленький сдвиг очень трудно обнаружить даже с помощью широко расставленных астрономических «глаз» (диаметр орбиты Земли). Непокойный воздух размывает изображение звезды в расплывчатое пятнышко, которое ограничивает возможности наземного определения параллакса расстоянием в 50 пк.