

Оптически кратные звезды в ранней астрономии

А.В. КУЗЬМИН,
кандидат физико-математических наук
Институт истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН

В статье «Загадка “Уранометрии” И. Байера» (Земля и Вселенная, 2007, № 4) автор представил историческое свидетельство использования оптических инструментов при наблюдениях звезд, на основе которых впоследствии создавались карты атласа “Уранометрия”. В частности, был дан перечень некоторых объектов и выявлен их общий признак – визуальная, или оптическая, кратность. Почему же были выделены именно эти объекты?

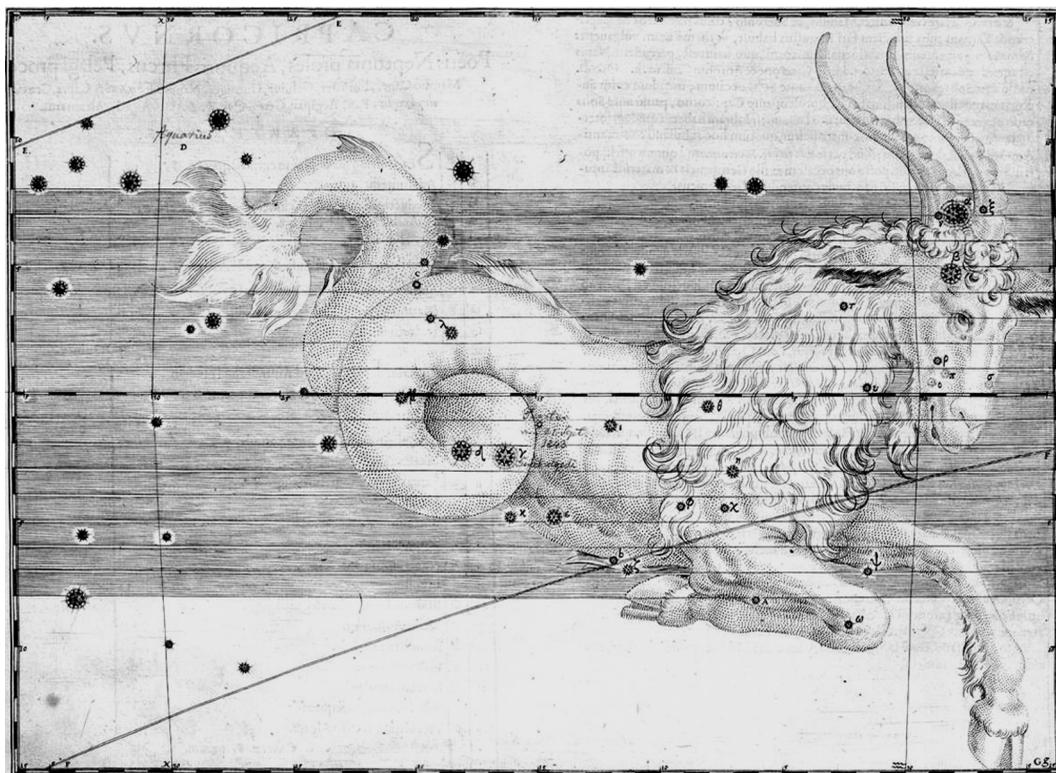
Наиболее интересные кратные объекты на звездных картах Атласа (И. Байера – ν Стрельца, ε Рака, π Козерога, σ Козерога и σ Козерога. Они расположены вблизи эклиптики и поэтому идеально подходят для реализации известного геометрического способа доказательства годового движения Земли вокруг Солнца – метод измерения параллакс звезд Г. Галилея. Рассматриваемые звезды могли иметь непосредственное отношение к наиболее важному для астрономов рубежа XVI–XVII вв. выбору между гео- и гелиоцентрической моделями мира.

“БЛИЗКИЕ” ЗВЕЗДЫ

Оптические пары, в более широком смысле – кратные звезды (скопления), были отмечены вниманием на протяжении практически всей письменной истории, всегда вызывали интерес наблюдателей, в том числе практический. Например, Алькор и Мицар – визуально двойная система, идеально подходящая для тестирования остроты зрения. Если человек видит Алькор, значит у него хорошее зрение. Плеяды, в которых различаются шесть звезд, а седьмая находится на пределе восприятия, описаны у Гомера как один из основных навигационных указателей.

Руль обращая, он бодрствовал;
сон на его не спускался
Очи, и их не сводил он с Плеяд,
с нисходящего поздно
В море Воота, с Медведицы,
в людях еще Колесницы
Имя носящей и близ Ориона
свершающей вечно
Круг свой, себя никогда не купая
в водах океана.

*“Одиссея”, песнь пятая,
перевод В.А. Жуковского*



В начале XVII в. не различали оптически кратные и физически кратные звезды. Понятие двойной и кратной звезды, компоненты которых связаны тяготением, появилось лишь в 1802 г. у В. Гершеля. Двойная (кратная) звезда в современной астрономии – система. Различают непосредственно наблюдаемые визуально-двойные, спектрально-двойные (по периодическим изменениям спектров), затменно-двойные (по периодическим изменениям яркостей), астрометрически двойные (по периодическим возмущениям собственных движений). В начале своих наблюдений все близкие звезды В. Гершель считал оптически парами, случайно расположенными на луче зрения. И только точность его наблюдений позволила сделать важное открытие. Эта маленькая революция в осознании звездного разнообразия началась в 1781 г. и завершилась в 1802 г. Ранее предполагалось, что бо-

Карта созвездия Козерога из Атласа звездного неба “Уранометрия” И. Байера. 1603 г.

лее слабая звезда в паре находится на более далеком расстоянии, чем более яркая.

МЕТОД ГАЛИЛЕЯ

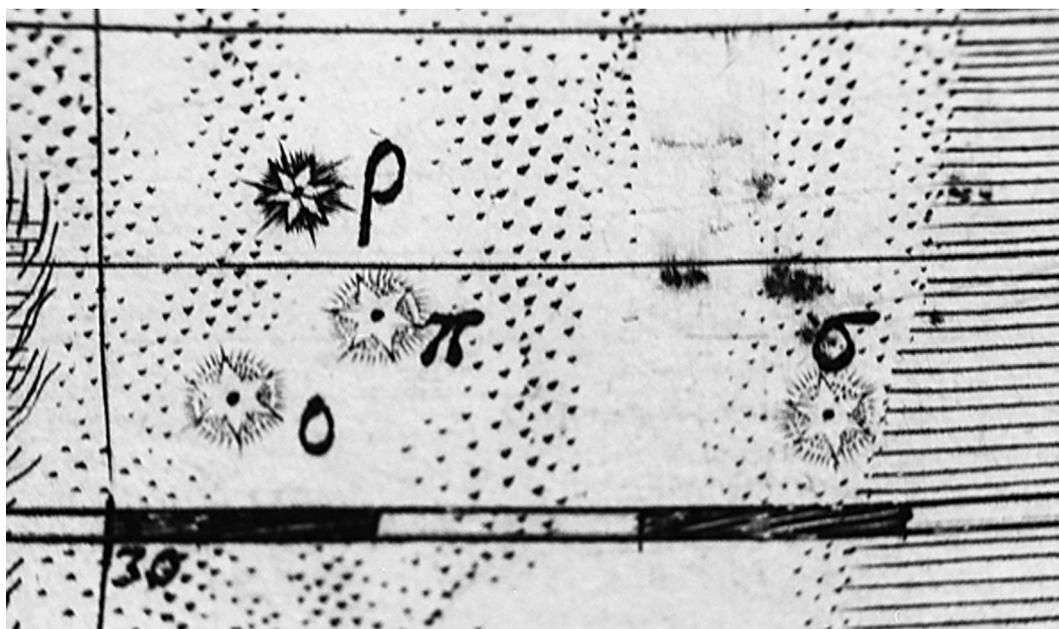
Для доказательства годового движения Земли вокруг Солнца достаточно определить параллакс звезды, близкой к экватору. Эту задачу можно решать двумя путями: измеряя небесные координаты звезды в течение года (способ малоэффективен) или сравнивая годовые изменения координат двух близко расположенных звезд, имеющих разные расстояния до Земли. Нельзя утверждать, что второй метод разработали в XVI в., но он Г. Галилею был известен. Однако Г. Галилей, как

и Тихо Браге, не могли его реализовать ввиду невозможности измерения расстояния до звезд. Г. Галилей описывает второй метод определения параллакса звезды в Дне третьем “Диалога о двух главнейших системах мира” (1632): “Сальвиати: ...не исключена возможность того, что с течением времени среди неподвижных звезд будет найдено что-либо, из наблюдения над чем можно будет сделать заключение о годовом обращении, так что звезды не меньше планет и самого Солнца захотят явиться перед судом, свидетельствуя о таком движении в пользу Земли. Я не думаю, чтобы звезды были рассеяны по сферической поверхности и равно удалены от центра, и считаю, что их расстояния от нас различны, что одни звезды могут быть в два и три раза больше удалены, чем некоторые другие, так что, если бы нашлась посредством телескопа какая-нибудь

Фрагмент карты созвездия Козерога из Атласа звездного неба “Уранометрия” И. Байера. 1603 г. Хорошо различимы выделенные звезды π , σ и σ .

очень маленькая звезда совсем близко от одной из более крупных и если бы первая притом была очень высока, то может случиться, что в их расположении и произойдет какое-нибудь ощутимое изменение, соответственно тому, что происходит с верхними планетами. Вот что нужно было пока сказать, в частности, о звездах, находящихся на эклиптике”. (Отметим, что теория зрительной трубы была уже достаточно разработана И. Кеплером и изложена в его “Диоптрике”, изданной в 1611 г.) Если такая звезда находится на эклиптике, то она, подобно верхней планете, опишет маленькую петлю, а слабая звезда должна остаться неподвижной.

Автор может достоверно утверждать лишь то, что Тихо Браге пытался измерять звездные параллаксы. Его выводы фигурируют в полемике Галилея и Сарси на страницах книги Г. Галилея “Пробирных дел мастера” (1623): «Дабы Вы, Ваша милость, могли убедиться в том, что я говорю это не без оснований, рассмотрим доказательство, которое начинается на странице 123 трактата Тихо о комете 1577 г., приведенного в заключительной части



его «Приготовления». В нем он [Тихо Браге] стремится доказать, что комета прошла не ниже Луны, сравнивая свои наблюдения с наблюдениями Тадеуша Хаека в Праге... Далее он [Тихо] пишет, что одна и та же неподвижная звезда видна из двух мест А и В, в одном и том же месте на восьмой сфере, поскольку вся Земля, не говоря уже о ее малой части АВ, – величина неощутимо малая по сравнению с огромными размерами звездной сферы».

Используя оптическую пару, можно кроме параллакса звезды обнаружить разницу параллаксов двух небесных объектов и кроме доказательства вращения Земли получить оценку толщины звездной сферы. В начале XVII в. предполагали, что «звездная оболочка» обладает определенной толщиной. Г. Галилей, как и Н. Коперник, стремился, по сути, доказать правоту идеи Джордано Бруно о бесконечности Вселенной, поэтому в этом случае никакой сферы звезд не может быть. Астрономы впоследствии пришли к выводу, что сферы неподвижных звезд действительно не существует.

Если взять пару звезд, кратность которых невозможно определить без использования простейших оптических приборов, изменение их взаимного положения в течение года будет более наглядным. Астрономические наблюдения не подтвердили такую возможность, что и стало причиной забвения этого метода. Тихо Браге считал созерцание неба сакральным действием, а результаты наблюдений, их обобщенное толкование становилось частью его труда, написание которого для ученого было равнозначно созданию Библии – Библии Природы, куда он включал только выверенные (канонические) положения, не подвергавшиеся сомнению в первую очередь им самим. Этим вполне можно объяснить отсутствие данных о предполагаемых нами попытках использовать, к примеру, оптические визеры в трудах, где Тихо Браге в величайших подробностях описыва-



Тихо Браге. Художник Т. Гимперлин. 1585 г.

ет приборы Обсерватории Ураниборга. Вероятно, он умышленно упоминал те звезды, с помощью которых пытался вычислить параллаксы, чтобы обратить на эти объекты особое внимание будущих исследователей.

Авторы книги «Николай Коперник» (1974) И.Н. Веселовский и Ю.А. Белый утверждают, что Тихо Браге благодаря лучшим инструментам, методике, систематичности, качеству обработки накопил ценнейшие данные, необходимые в развитии астрономии, «однако использовать накопленные им богатства Браге не смог, так как не смог подняться до восприятия коперниканской гелиоцентрической системы». Тихо Браге исходил из предположения о существовании сферы неподвижных звезд, диаметр которой сопоставим с расстоянием от Земли до Солнца. Он справедливо считал, что вращение Земли вокруг Солнца должно было бы стать причиной заметного изменения положения неподвижных звезд. Астрономам того времени никаких измене-

ний в годовом положении неподвижных звезд заметить не удалось. В 1589 г. Тихо Браге писал Христиану Ротману, придворному астроному ландграфа Вильгельма IV Гессен-Кассельского: *“... если принять систему Коперника, то... годовое движение Земли должно было бы отодвинуть сферу неподвижных звезд в такую даль, что путь Земли вокруг Солнца стал бы исчезающе мал по сравнению с этим расстоянием. Считаешь ли ты возможным, чтобы расстояние между Солнцем, этим предполагаемым центром мира, и Сатурном не составило бы даже 1/700 расстояния от сферы неподвижных звезд? К тому же это пространство должно быть пустым, лишенным звезд. А между тем так должно быть непременно, если годичный путь Земли, рассматриваемый с неподвижных звезд, должен составлять по величине только одну минуту. Но ведь тогда и неподвижные звезды третьей величины, видимый диаметр которых также равен минуте, должны были бы иметь размеры земной орбиты...”*

Оптический эффект “раздваивания” впоследствии описан и объяснен Галилеем, не усомнившимся в том, что наблюдение подобных эффектов – несомненная заслуга зрительной трубы. (Галилей, будучи величайшим мастером умозрительного эксперимента, вообще не сомневался в объективности и истинности результатов экспериментов, которые отчасти мог проводить лишь в своем воображении, оказываясь правым и, кроме того, не боялся публиковать свои мысли в доступной форме.) Галилей, конечно же, был уверен, что можно разглядеть две близко расположенные звезды – безусловно, заслуга нового телескопического метода: *“...В качестве другого примера мы нарисовали шесть звезд Тельца, называемых Плеядами (я говорю о шести, так как седьмая почти никогда не видна) и заключенных в небе внутри теснейших пределов; к ним прилегают и другие невидимые в количест-*

ве большем сорока; ни одна из них не удаляется более чем на полградуса от любой из этих шести...”

СУДЬБА ИДЕИ

Все попытки определять параллаксы с помощью метода, описанного Галилеем, еще долгое время оказывались безрезультатными. К этой проблеме (определению параллакса, используя оптически близкие звездные пары) возвращались Дж. Грегори (1675), Х. Гюйгенс (1695). По сообщению П.-С. Лапласа, доктор К. Лонг в середине XVIII в. пытался осуществить это предвидение Г. Галилея на практике. В 1674 г. Р. Гук, измерив параллакс γ Дракона (на фоне полемики с И. Ньютоном), получил от 20" до 30". Дж. Брайлей впоследствии опроверг эти величины. Немного позже Дж. Флемстид пытался определить параллакс Полярной звезды. Х. Гюйгенс экспериментировал с ζ Большой Медведицы. Параллакс измерить не удалось, тем не менее он считал, что яркая звезда гораздо ближе к Земле, чем слабая (впоследствии было доказано, что это двойная звездная система). В 1714–1715 гг. Жак Кассини



Вильям Гершель. Художник Л.Ф. Эббот. 1758 г.

определил параллакс Сириуса, но получил завышенный результат. В 1781 г. В. Гершель становится страстным поклонником метода Галилея и создает отдельный небольшой каталог близких звезд различной яркости. И тут вновь обратимся к “Уранометрии” И. Байера: не эти ли светлые звезды на карте были первым таким каталогом? (Кстати, всего в каталоге Браге 777 звезд, столь красивое “магическое” число, видимо, не случайность.)

Идея, с блеском описанная Г. Галилеем, наконец воплотилась на практике лишь в XIX в. В 1835–1838 гг. В.Я. Струве получил значение параллакса для пары звезд: Вега (α Лиры) и звезда 11^m в $43''$ от нее. Величина параллакса по его вычислениям составила $0,261''$. Это измерение оказалось несколько завышенным, современное значение – $0,121''$. В 1837–1840 гг. Ф.В. Бессель измерил параллакс 61 Лебедя с помощью двух звезд 10 – 11^m , параллакс получился $0,314''$. Новейшая оценка составляет $0,299''$. Тем не менее, следуя методике Г. Галилея, даже В.Я. Струве и Ф.В. Бессель продолжали предполагать, что параллакс слабых звезд равен нулю.

Параллакс для двух компонент α Центавра одновременно с Ф.В. Бесселем и В.Я. Струве получил профессор Эдинбургского университета, первый Королевский астроном Шотландии Т. Хендерсон (1798–1844). Он определил параллаксы звезд α_1 – $1,38''$, α_2 – $0,94''$. Такая ощутимая разница параллаксов насторожила Т. Хендерсона, ибо он хорошо понимал, что теоретически величины параллаксов α_1 и α_2 должны быть одинаковыми, расхождение получилось из-за погрешностей



Фридрих Вильгельм Бессель. Художник И.В. Ольф. 1834 г.

измерений. Корректно оценивая значение своих результатов, он сделал вывод: обе компоненты звезды имеют одинаковый параллакс – около $1''$. Современные исследования показали: параллакс α Центавра – $0,751''$, что соответствует ее расстоянию до Солнца – $4,3$ св. года.

Таким образом, во второй половине XVI в. сделан прорыв в решении важной задачи астрометрии – определении параллаксов “неподвижных” звезд. В настоящее время достоверно известны параллаксы кратных звезд, полученные с помощью метода Галилея.