



II. ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ

§ 3. ЗВЁЗДЫ И СОЗВЕЗДИЯ

Вероятно, ещё на заре цивилизации люди, стремясь как-то разобраться во множестве звёзд и запомнить их расположение, мысленно объединяли их в определённые фигуры. Вспомните, как часто мы находим в контурах облаков, гор или деревьев очертания людей, животных или даже фантастических существ. Многие характерные «звёздные фигуры» уже в глубокой древности получили имена героев греческих мифов и легенд, а также тех мифических существ, с которыми эти герои сражались. Так появились на небе Геркулес, Орион, Персей, Андромеда, а также Дракон, Телец, Кит. Некоторые из этих созвездий упоминаются в древнегреческих поэмах «Илиада» и «Одиссея». Их изображения можно видеть в старинных звёздных атласах, на глобусах и картах звёздного неба (рис. 2.1).

В наши дни **созвездиями называются определённые участки звёздного неба, разделённые между собой строго установленными границами.**

Среди всех 88 созвездий больше известны самые крупные, в частности Большая Медведица.

Все звёзды, видимые на небе невооружённым глазом, Гиппарх во II в. до н. э. разделил на шесть величин. Самые яркие (их на небе менее 20) стали считать звёздами первой величины. Чем слабее звезда, тем больше число, обозначающее её **звёздную величину**. Наиболее слабые, едва различимые невооружённым глазом — звёзды шестой величины. В каждом созвездии звёзды обозначаются буквами греческого алфавита (приложение II), как правило, в порядке убывания их яркости. Наиболее яркая в этом созвездии звезда обозначается буквой α , вторая по яркости — β и т. д. Кроме того, примерно



Рис. 2.1. Звёздное небо на старинных картах

300 звёзд получили собственные имена арабского и греческого происхождения. Это либо самые яркие звёзды, либо наиболее интересные объекты из числа более слабых звёзд. Так, например, средняя звезда в ручке ковша Большой Медведицы называется Мицар, что по-арабски означает «конь». Эта звезда второй величины обозначается ζ Большой Медведицы. Рядом с Мицаром можно видеть более слабую звёздочку четвёртой величины, которую назвали Алькор — «всадник». По этой звезде проверяли качество зрения у арабских воинов несколько веков назад.

Как отыскать на небе Полярную звезду — α Малой Медведицы, напоминает рисунок 2.2. В этом

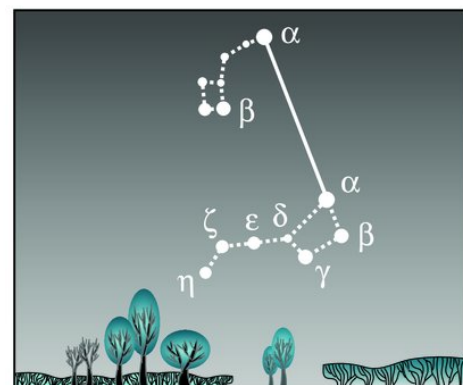


Рис. 2.2. Способ отыскания Полярной звезды

созвездия, которое нередко называют «Малый ковш», она является самой яркой. Но так же, как и большинство звёзд ковша Большой Медведицы, Полярная — звезда второй величины и в число самых ярких звёзд неба не входит.

Впоследствии учёные стали располагать фотометрами для измерения *освещённости*, т. е. потока излучения, приходящего от звезды (или другого источника) к наблюдателю в единицу времени на единицу площади, перпендикулярной лучу зрения. Теперь в астрономии для обозначения этой величины используется термин «*блеск*», а измеряется она в *звёздных величинах*. В результате измерений оказалось, что самые яркие звёзды неба — звёзды первой величины — примерно в 100 раз ярче самых слабых, видимых глазом — звёзд шестой величины. Современная шкала звёздных величин определена так, что звезда первой величины в 2,512 раза ярче звезды второй величины. В свою очередь, звезда второй величины во столько же раз по блеску превосходит звезду третьей величины и т. д. Несколько звёзд были отнесены к звёздам нулевой величины, потому что их блеск оказался в 2,512 раза больше, чем у звёзд первой величины. А самая яркая звезда ночного неба — Сириус (α Большого Пса) получила даже отрицательную звёздную величину $-1,5$. Список наиболее ярких звёзд с указанием их названия и звёздной величины приведён в приложении V.

Измерения светового потока от звёзд позволяют теперь определить их звёздные величины с точностью до десятых и сотых долей.

С изобретением телескопа учёные получили возможность увидеть более слабые звёзды, от которых приходит гораздо меньше света, чем от звёзд шестой величины. Шкала звёздных величин всё дальше и дальше уходит в сторону их возрастания по мере того, как увеличиваются возможности телескопов. Так, например, космический телескоп «Хаббл» позволил получить изображение предельно слабых объектов — до тридцатой звёздной величины.



ВОПРОСЫ 1. Что называется созвездием? 2. Перечислите известные вам созвездия. 3. Как обозначаются звёзды в созвездиях? 4. Звёздная величина Веги равна 0,03, а звёздная величина Денеба составляет 1,25. Какая из этих звёзд ярче? 5. Ка-

кая из звёзд, помещённых в приложении V, является самой слабой? 6*¹. Как вы думаете, почему на фотографии, полученной с помощью телескопа, видны более слабые звёзды, чем те, которые можно увидеть, глядя непосредственно в тот же телескоп?



УПРАЖНЕНИЕ 2 **1.** Рассчитайте, во сколько раз звезда второй звёздной величины ярче звезды четвёртой величины. **2.** Проведите такой же расчёт для звёзд первой и шестой величины. *Указание.* Используйте при этом более точное значение отношения светового потока от звёзд двух соседних величин: 2,512. Округлите полученное в результате число до целого и запомните его. **3.** Считая, что разница в звёздных величинах Солнца и Сириуса составляет 25, рассчитайте, во сколько раз от Солнца приходит больше энергии, чем от самой яркой звезды ночного неба.



ЗАДАНИЕ 3 Найдите в библиотеке и прочитайте мифы о происхождении названий созвездий.

ЗАДАНИЕ 4 Найдите на небе звёзды: Арктур, Бетельгейзе и Сириус. Какого они цвета?

§ 4. НЕБЕСНЫЕ КООРДИНАТЫ И ЗВЁЗДНЫЕ КАРТЫ

Невооружённым глазом на всём небе можно видеть примерно 6000 звёзд, но мы видим лишь половину из них, потому что другую половину звёздного неба закрывает от нас Земля. Вследствие её вращения вид звёздного неба меняется. Одни звёзды только ещё появляются из-за горизонта (восходят) в восточной его части, другие в это время находятся высоко над головой, а третьи уже скрываются за горизонтом в западной стороне (заходят). При этом нам кажется, что звёздное небо вращается как единое целое. Теперь каждому хорошо известно, что вращение небосвода — кажущееся явление, вызванное вращением Земли.

¹ Звёздочкой отмечены вопросы и задачи повышенной трудности.



Рис. 2.3. Фотография
суточного вращения неба

Фотографирование с длинной экспозицией позволяет рассмотреть картину изменения вида неба в результате вращения Земли.

На полученном снимке каждая звезда оставила свой след в виде дуги окружности (рис. 2.3). Общий центр всех этих концентрических дуг находится на небе неподалёку от Полярной звезды. Эта точка, в которую направлена ось вращения Земли, получила название **Северный полюс мира**. Дуга, которую описала Полярная звезда, имеет

наименьший радиус. Но и эта дуга, и все остальные — независимо от их радиуса и кривизны — составляют одну и ту же часть окружности. Если бы удалось сфотографировать пути звёзд на небе за целые сутки, то на фотографии получились бы полные окружности — 360° . Ведь сутки — это период полного оборота Земли вокруг своей оси. За час Земля повернётся на $\frac{1}{24}$ часть окружности, т. е. на 15° . Следовательно, длина дуги, которую звезда опишет за это время, составит 15° , а за полчаса — $7,5^\circ$.

Для указания положения светил на небе используют систему координат, аналогичную той, которая используется в географии, — **систему экваториальных координат**.

Как известно, положение любого пункта на земном шаре можно указать с помощью географических координат — широты и долготы. Географическая долгота (λ) отсчитывается вдоль экватора от начального (Гринвичского) меридиана, а географическая широта (φ) — по меридианам от экватора к полюсам Земли. Так, например, Москва имеет следующие координаты: $37^\circ 30'$ восточной долготы и $55^\circ 45'$ северной широты.

Введём систему экваториальных координат, которая указывает положение светил на небесной сфере относительно

друг друга. Проведём через центр небесной сферы (рис. 2.4) линию, параллельную оси вращения Земли, — **ось мира**. Она пересечёт небесную сферу в двух диаметрально противоположных точках, которые называются **полюсами мира**, — P и P' . Северным полюсом мира называют тот, который находится со стороны Северного полюса Земли. Вблизи Северного полюса мира на небе находится Полярная звезда.

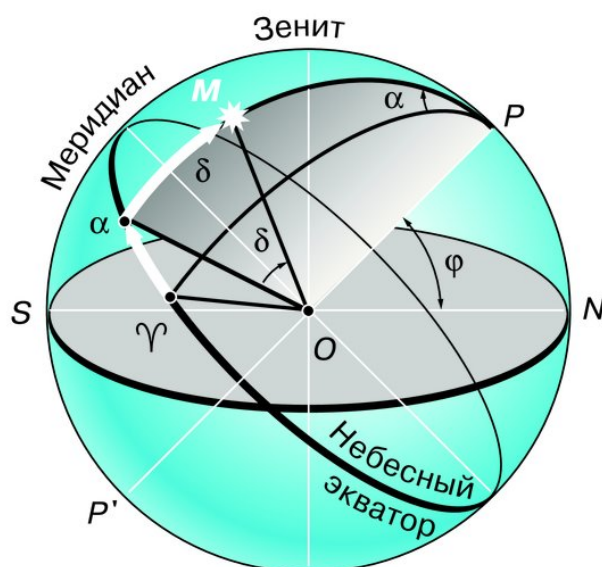


Рис. 2.4. Система экваториальных координат

Проведём вертикальную плоскость через зенит и полюса мира. Эта плоскость пересечёт небесную сферу по линии, называемой **небесным меридианом**. Плоскость, проходящая через центр сферы параллельно плоскости экватора Земли, в сечении со сферой образует окружность, называемую **небесным экватором**. Небесный экватор (подобно земному) делит небесную сферу на два полушария: Северное и Южное. Угловое расстояние светила от небесного экватора называется **склонением**, которое обозначается буквой δ . Склонение отсчитывается по кругу, проведённому через светило и полюса мира, оно аналогично географической широте. Склонение считается положительным у светил, расположенных к северу от небесного экватора, отрицательным — у расположенных к югу от него.

Вторая координата, которая указывает положение светила на небе, аналогична географической долготе. Эта координата называется **прямым восхождением** и обозначается буквой α . Прямое восхождение отсчитывается по небесному экватору от точки весеннего равноденствия Υ , в которой Солнце ежегодно бывает 21 марта (в день весеннего равноденствия). Отсчёт прямого восхождения ведётся в направлении, противоположном видимому вращению небесной сферы. Поэтому светила восходят (и заходят) в порядке возрастания их пря-

мого восхождения. В астрономии принято выражать прямое восхождение не в градусной мере, а в часовой. Вы помните, что вследствие вращения Земли 24 ч соответствуют 360° , а 1 ч — 15° . Следовательно, прямое восхождение, равное, например, 12 ч, составляет 180° , а 7 ч 40 мин соответствует 115° .

Принцип создания карты звёздного неба весьма прост. Спроектируем сначала все звёзды на глобус: там, где луч, направленный на звезду, пересечёт поверхность глобуса, будет находиться изображение этой звезды. Обычно на звёздном глобусе изображаются не только звёзды, но и сетка экваториальных координат. По сути дела, звёздным глобусом является модель небесной сферы, которая используется на уроках астрономии в школе.

Пользоваться звёздным глобусом не всегда удобно, поэтому в астрономии (как и в географии) широкое распространение получили карты и атласы. Карту земной поверхности можно получить, если полушарие или какой-либо другой фрагмент глобуса Земли спроектировать на плоскость. Проведя ту же операцию со звёздным глобусом, можно получить карту звёздного неба.

Расположим плоскость, на которой мы хотим получить карту, так, чтобы она касалась поверхности глобуса в точке, где находится Северный полюс мира. Теперь надо спроектировать звёзды и сетку координат с глобуса на эту плоскость. Получим карту, подобную географическим картам Арктики или Антарктики, на которых в центре располагается один из полюсов Земли. В центре нашей звёздной карты будет располагаться Северный полюс мира, рядом с ним Полярная звезда, чуть дальше остальные звёзды Малой Медведицы, а также звёзды Большой Медведицы и других созвездий, которые находятся неподалёку от полюса мира. Сетка экваториальных координат представлена на карте радиально расходящимися от центра лучами и концентрическими окружностями. На краю карты против каждого луча написаны числа, обозначающие прямое восхождение (от 0 до 24 ч). Луч, от которого начинается отсчёт прямого восхождения, проходит через точку весеннего равноденствия, обозначенную Υ . Склонение отсчитывается по этим лучам от окружности, которая изобра-

жает небесный экватор и имеет обозначение 0° . Остальные окружности также имеют оцифровку, которая показывает, какое склонение имеет объект, расположенный на этой окружности.

В зависимости от звёздной величины звёзды изображают на карте кружками различного диаметра. Те из них, которые образуют характерные фигуры созвездий, соединены сплошными линиями. Границы созвездий обозначены пунктиром.

Об использовании звёздной карты при подготовке к наблюдениям рассказано в приложении X.



ВОПРОСЫ 1. Какие координаты светила называются экваториальными? 2. Меняются ли экваториальные координаты звезды в течение суток? 3. Какие особенности суточного движения светил позволяют использовать систему экваториальных координат? 4. Почему на звёздной карте не показано положение Земли? 5. Почему на звёздной карте изображены только звёзды, но нет ни Солнца, ни Луны, ни планет? 6. Какое склонение — положительное или отрицательное — имеют звёзды, находящиеся к центру карты ближе, чем небесный экватор?



УПРАЖНЕНИЕ 3 1. Выразите в часовой мере 90° , 103° . 2. Выразите в угловой мере прямое восхождение, равное 5 ч 24 мин, 18 ч 36 мин. 3. Угловое расстояние Сириуса (α Большого Пса) от Полярной звезды составляет 106° . Положительное или отрицательное склонение имеет Сириус? 4. По координатам, приведённым в списке ярких звёзд (приложение V), найдите некоторые из них на звёздной карте. 5. Определите по карте координаты нескольких ярких звёзд. Сравните полученные данные с координатами, приведёнными в их списке.



ЗАДАНИЕ 5 Найдите на модели небесной сферы её основные круги, линии и точки: горизонт, небесный экватор, небесный меридиан, отвесную линию, ось мира, зенит, юг, запад, север, восток.