

перемещения объекта на небесной сфере (параллакса), обусловленного движением Земли или Солнца в пространстве. Фотометрический метод состоит в сопоставлении светимости объекта с его видимым блеском, убывающим пропорц. квадрату расстояния от него. Существует также множество вторичных методов. Расстояния в пределах Солнечной системы определяются радиолокационными методами а. Базисом всей Р. ш. во Вселенной служит ср. расстояние Земли от Солнца — астрономическая единица (а. е.).

Расстояния до ближайших звёзд определяются по их годовичному параллаксу — большой полуоси эллипса, описываемого звездой на небесной сфере вследствие движения Земли вокруг Солнца. Годичный параллакс равен углу, под к-рым виден со звезды ср. радиус земной орбиты  $a$ . По определению, годичный параллакс  $\pi$  связан с расстоянием до звезды  $r$  (пк) соотношением

$$r = \frac{a}{\sin \pi} \approx \frac{a \cdot 206265}{\pi''} = \frac{1}{\pi''},$$

где  $\pi''$  — параллакс в секундах дуги. Ближайшие к нам звёзды —  $\alpha$  Кентавра и её далёкий спутник красный карлик Проксима (Ближайшая) Кентавра — находятся на расстояниях соответственно 1,34 и 1,32 ПК. Обычная точность определения параллаксов — ок. 0,01'', предельная — 0,005''. Известны годовичные параллаксы ок. 7500 звёзд, но лишь для 343 из них ошибки меньше 15%.

Запущенные на околоземную орбиту астрометрич. спутники повысят точность по крайней мере в неск. раз, но пока для определения расстояний, превышающих 50—100 ПК, используют др. методы.

Для звёзд с измеримым собств. движением  $\mu$  (перемещение на небесной сфере в угл. секундах в год) определяют вековой параллакс, измеряя составляющую собств. движения звезды, к-рая является отражением движения Солнца к *апексу*. Этот способ применим только для групп звёзд, в к-рых остающиеся после учёта влияния галактич. вращения собств. движения можно считать хаотически ориентированными. При известных  $\mu$  и лучевых скоростях  $v_r$  (км/с) для группы звёзд можно определить ср. параллакс, если предположить, что пекулярные пространственные скорости звёзд (остающиеся после учёта галактич. вращения) распределены изотропно. В этом случае параллакс  $\pi''$  связан со ср. модулями  $\mu$  и  $v_r$  соотношением  $\pi'' = 4,74 \frac{|\mu|}{|v_r|}$ . Для звёзд диска Галактики пекулярные скорости малы и эти способы дают достаточно уверенные результаты до расстояний, не превышающих 1—2 кпк.

Для более далёких расстояний используются фотометрич. методы, основанные на сравнении абс.  $M$  и видимых  $m$  звёздных величин объектов. По определению звёздной величины

$$I/I_0 = 2,512^{M-m} = (10/r)^2,$$

где  $I$  — блеск звезды на данном расстоянии  $r$  (пк) и  $I_0$  — блеск на расстоянии 10 ПК. Отсюда следует, что  $Igr = 0,2(m - M) + 1$ , где величина  $m - M$  наз. модулем расстояния. Т. о., для объектов с известной  $M$  (определяемой светимостью объекта) возможность нахождения расстояний ограничивается лишь предельной проникающей способностью телескопов; для «проникновения» в глубь Вселенной нужно знать светимости возможно более ярких (абсолютно) объектов. Необходимо также учесть ослабление видимой звёздной величины вследствие межзвёздного поглощения света. Концентрация звёзд с высокой светимостью (сверхгигантов) мала, поэтому их нет в окрестностях Солнца; годовичные параллаксы для них практически отсутствуют, а вековые и средние малы и ненадёжны. В связи с этим критерии, позволяющие находить светимости сверхгигантов, определяются по тем из них, к-рые входят в состав *рассеянных звёздных скопле-*

ний. Расстояния до этих скоплений являются базисом Р. ш. в Галактике и во всей Вселенной.

Исходными для построения системы расстояний рассеянных звёздных скоплений служат расстояния до ближайших из них, определяемые геом. методом. Пространственные скорости звёзд в скоплениях параллельны друг другу (в пренебрежении орбитальными скоростями звёзд по сравнению со скоростью скопления как целого). Поэтому проекции на небесную сферу собств.

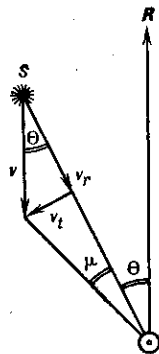


Рис. 1. Определение параллакса близкого скопления.  $R$  — направление на радиант;  $v$  — вектор пространственной скорости звезды;  $v_r$  — его составляющая по лучу зрения;  $v_t$  — составляющая в картинной плоскости, которая видна под углом  $\mu$ , соответствующим собственному движению звезды.

движений звёзд в достаточно близких скоплениях пересекаются в радианте. Сопоставление угл. расстояния члена скопления от радианта ( $\theta$ ) с собств. движением и лучевой скоростью (рис.1) позволяет определить параллакс каждой звезды в скоплении:

$$\pi'' = 4,74 \mu / v_r \operatorname{tg} \theta.$$

К сожалению, достаточно близких скоплений лишь полдюжины, и только для Гиад этот групповой параллакс даёт расстояние с достаточной точностью. Поэтому крайольным камнем Р. ш. является расстояние до Гиад. Оценки модуля расстояния этого рассеянного скопления заключены в пределах 3,29—3,45<sup>m</sup> (45,4—48,8 ПК).

Расстояния до более далёких рассеянных скоплений определяют др. методом. На диаграммах звёздная величина — показатель цвета (см. *Астрофотометрия*) большинство звёзд в скоплениях лежит в узкой полосе, называемой гл. последовательностью (см. *Герцшпрунга — Расселла диаграмма*). На ней находятся звёзды, источником энергии к-рых служит превращение водорода в гелий (самая длит. стадия *эволюции звёзд*). После конца гравитац. сжатия протозвезды в начале горения водорода светимость всех звёзд данной массы долгое время остаётся одинаковой, они находятся на нач. гл. последовательности (НГП). Её положение для всех скоплений в первом приближении одинаково. Для звёзд промежуточных и малых масс (*спектральных классов А, F и G*) абс. звёздная величина (светимость) на НГП определяется непосредственно по расстоянию до Гиад. Совмещая с НГП гл. последовательности скопления, построенную в видимых звёздных величинах, получают модуль расстояния соответствующего скопления, если в нём доступны наблюдениям достаточно слабые (маломассивные) звёзды (рис. 2). В общем случае используют положение НГП, полученное подсоединением к гл. последовательности Гиад диаграмм более молодых скоплений, на гл. последовательностях к-рых массивные звёзды классов В и О ещё не успели отойти вверх (проэволюционировать) от нач. положения. (В Гиадах эти массивные звёзды уже отсутствуют, поскольку быстро эволюционируют.) В этом методе предварительно учитывают различие хим. состава скопления и Гиад, а также поглощение света, к-рое для далёких скоплений, находящихся в плоскости Галактики, может достигать мн. звёздных величин. Для этого разработаны методы определения поглощения по многоцветной фотометрии звёзд в скоплениях, позволяющие разделить температурное и обусловленное погло-