



Рис. 3.1. Высота, до которой проникает излучение данной длины волны в диапазоне от длинных радиоволн до гамма-излучения. Приведены кривые высот, до которых доходит 50, 10 и 1% падающего излучения.

мосфера становится практически прозрачной для фотонов с энергией выше 20 кэВ (жесткий рентгеновский диапазон). Непрозрачность атмосферы в декаметровом радиодиапазоне обусловлена отражением радиоволн от ионосферы на высотах 90 км и выше. Из рисунка видно, что почти вся ИК-область спектра и жесткое рентгеновское и гамма-излучение могут наблюдаться с аппаратурой, поднятой на аэростатах и самолетах выше 20–30 км. Наблюдения УФ и рентгеновских квантов возможны только с очень больших высот или из ближнего космоса.

3.3. «Точечные» и «протяженные» источники

Назовем точечным источником такой источник, который при наблюдениях с данным телескопом и данной аппаратурой неотличим от источника бесконечно малого углового размера. Во всех случаях, кроме специальных интерферометрических наблюдений, такими точечными источниками являются одиночные звезды. Однако один и тот же источник при одних условиях наблюдения может восприниматься как точечный, а при других — как протяженный, то есть на

его изображении можно различить более мелкие детали, или, например, увидеть его двойственность. Понятие точечного источника достаточно условно. Существуют принципиальные физические ограничения, которые не позволяют телескопам строить сколь угодно резкие изображения. Поэтому даже точечные источники (звезды) воспринимаются как объекты, видимые на небе под малым, но конечным углом. Этот угол характеризует угловое разрешение (разрешающую способность) инструмента. Чем он меньше, тем более резким является изображение. Для человеческого глаза все объекты менее 1–3 угловых минут можно считать точечными. Телескопы в хороших атмосферных условиях могут иметь угловое разрешение меньше 1".

Разрешающей способностью астрономического телескопа называют угловой размер изображения точечного источника (звезды), который создает данный телескоп. Изображения источников не имеют идеально резких границ и часто окружены дифракционными кольцами, поэтому понятие углового размера требует уточнения. Обычно размер точечного источника характеризуют шириной его изображения на уровне половинной яркости (англ. *Full Width Half Maximum*, FWHM), либо размером круга, заключающего 80% энергии изображения. Минимальный наблюдаемый угловой размер источника, то есть максимально возможное угловое разрешение, определяется дифракцией света на краях оптических элементов телескопа. Вследствие дифракции на оправе объектива изображение любого точечного объекта имеет конечный угловой размер $\theta_d \approx \lambda/D$, где λ — длина волны излучения, D — диаметр объектива. Однако для наземных телескопов реальная разрешающая способность обычно ограничена влиянием турбулентных движений в атмосфере, через которую проходит свет, и только у телескопов с объективом небольших размеров (10–30 см) она определяется дифракцией.

Если источник для данного телескопа является «точечным» (например, звезда), то регистрируется только *поток излучения*, а не его интенсивность. Оценка интенсивности требует знания телесного угла Ω_* , реально занимаемого диском звезды на небе, что для точечного источника нереализуемо. Однако, если из независимых данных известен угловой диаметр звезды θ , то $\Omega_* = \pi\theta^2/4$, и детектируемый поток $F_\nu^{(d)}$ можно пересчитать в интенсивность излучения $I_\nu = F_\nu^{(d)}/\Omega_*$. Её значение содержит важную информацию об источнике.

Для «протяженного» источника, напротив, можно непосредственно измерять интенсивность I_ν выходящего излучения, усредненную в пределах разрешающей способности телескопа. Заметим, что часто вместо интенсивности употребляют термин *поверхностная яркость*.

Чем выше разрешающая способность, тем более детальной становится картина распределения поверхностной яркости источника, тем больше источников перестают быть точечными. Самое высокое угловое разрешение достигается в радиодиапазоне методами интерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ). В случае радиоисточников с известными угловыми размерами для характеристики интенсивности излучения часто используют понятие *яркостной температуры* (см. конец предыдущей главы), так как в радиодиапазоне (рэлей–джинсовская область) она пропорциональна интенсивности выходящего излучения $T_b \sim I_\nu / \nu^2$.

3.4. Оптические наблюдения

3.4.1. Оптические телескопы

Оптические телескопы остаются важнейшими астрономическими приборами, обеспечивающие основной поток информации о космических объектах. Исторически телескопические наблюдения начались в начале XVII века (Г. Галилей), и в течение всей истории их возможности возрастали главным образом за счет увеличения размеров объективов и повышения качества их изготовления. В конце XIX века на смену визуальным наблюдениям пришла астрономическая фотография, позволившая документально воспроизводить и сохранять изображения и резко увеличившая точность измерений, а к концу XX века основным типом приемников стали фотоэлектрические приборы, работа которых основана на фотоэффекте. На качественно иной уровень поднялась методика изготовления объективов телескопов и контроля за качеством изображения. Крупные зеркала сейчас изготавливаются из таких сортов стекла, которые имеют почти нулевой коэффициент расширения, что делает неощутимой тепловую деформацию отражающих поверхностей. Зеркальные объективы научились делать тонкими, а, следовательно, быстро принимающими температуру окружающего воздуха. Разработаны системы адаптивной оптики, компенсирующие в значительной степени искажения волнового фронта, вносимые атмосферой. Однако оптические схемы самих телескопов мало изменились.