

ческая модель нестационарна, эволюционирует со временем. Эволюция описывается зависимостью величины  $a$  от времени,  $a = a(t)$ . Подробно эта зависимость выписана в аналитическом виде в табл. I предыдущего параграфа. В случае замкнутого мира функция  $a(t)$  начинается от нуля, достигает максимума и снова уменьшается до нуля.

### § 3. Метрика открытого мира

В предыдущем параграфе были рассмотрены свойства замкнутого мира; мир замкнут в том случае, если он однороден (так что, в частности, его плотность и постоянная Хаббла везде одинаковы в один и тот же момент времени) и если  $\rho_0 > \rho_c = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$ . Однако современные данные о плотности (см. об этом далее) показывают, что, по-видимому, в действительности имеет место обратное неравенство:  $\rho_0 < \rho_c$ .

В этом случае, как видно из уравнения (2.2.2), кривизна отрицательна и мы имеем трехмерное пространство Лобачевского постоянной отрицательной кривизны. Запишем выражение  $dl^2$  для этого случая. Заменяя при  $k = -1$  радиальную координату в (2.2.4):

$$\frac{\tilde{r}}{1 - \tilde{r}^2/4} = \text{sh } r, \quad (2.3.1)$$

приходим к выражению

$$dl^2 = a^2 [dr^2 + \text{sh}^2 r (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)]. \quad (2.3.2)$$

Трехмерное пространство Лобачевского бесконечно по объему.

В этом случае мир, как говорят, «открыт», т. е. качественно, топологически не отличается от обычного евклидова трехмерного пространства. В частности, полагая по-прежнему, что Вселенная однородна, мы приходим к выводу о бесконечном количестве галактик, звезд, нуклонов во Вселенной.

Вместе с тем при  $\rho_0 < \rho_c$  имеет место определенное отличие метрики, т. е. количественных геометрических свойств физического пространства от евклидова. Из формулы (2.2.2) следует, что в этом случае кривизна  $C_G$  отрицательна. Поэтому в сопутствующем пространстве сумма углов треугольника меньше  $\pi$ : длина экватора и площадь сферы больше соответствующих евклидовых выражений.

### § 4. Предельный случай малой плотности вещества

Предельный случай малой плотности  $\rho_0 \ll \frac{3H_0^2}{8\pi G}$  отличается особенной простотой. С той точностью, с которой можно считать  $\rho_0 = 0$ , можно пренебречь силами тяготения. Как уже отмечалось, в прошлом в таком мире обязательно был период, когда силой тяжести