Таблица 3.2

Точные значения для функции $q(\tau)$

τ	$q(\tau)$	τ	$q(\tau)$
0,00	0,577351	0,8	0,693534
0,01	0,588236	1,0	0,698540
0,03	0,601242	1,5	0,705130
0,05	0,610758	2,0	0,707916
0,10	0,627919	2,5	0,709191
0,20	0,649550	3,0	0,709806
0,30	0,663365	3,5	0,710120
0,40	0,673090	4,0	0,710270
0,50	0,680240	5,0	0,710398
0,60	0,685801	∞	0,710446

3.5. Поток, выходящий из серой атмосферы

Главное физическое предположение, сделанное в задаче о серой атмосфере, состоит в том, что коэффициент поглощения считается не зависящим от частоты. В таком случае условие лучистого равновесия принимает вид $S(\tau) = J(\tau)$, задача упрощается и сводится к получению решения уравнения (3.6). Если, кроме того, принять, что имеет место ЛТР, то $B(\tau) = \sigma_R T^4/\pi$ можно приравнять $J(\tau)$; тем самым мы приходим к формуле (3.16) для $T(\tau)$. Интенсивность излучения зависит от частоты, поскольку от частоты зависит функция источников, которую мы принимаем равной $B_\nu(T(\tau))$. Если функция источников задана, то зависимость потока от частоты на любой глубине можно рассчитать по формуле (2.59), которая в данном случае принимает вид

$$F_\nu(\tau) = 2\int_\tau^\infty B_\nu[T(t)]E_2(t-\tau)dt - 2\int_0^\tau B_\nu[T(t)] \times \times E_2(\tau - t)dt. \qquad (3.81)$$

Температура входит в функцию Планка только в комбинации $h\nu/(kT)$. Далее, отношение $T(\tau)/T_{\text{эфф}}$, согласно формуле (3.16), есть некоторая однозначная функция τ, скажем $1/p(\tau)$. Поэтому формулу (3.81) можно упростить, если ввести параметр $\alpha = h\nu/(kT_{\text{эфф}})$; тогда можно написать, что $h\nu/(kT) = \alpha p(\tau)$. Выразив поток в тех же

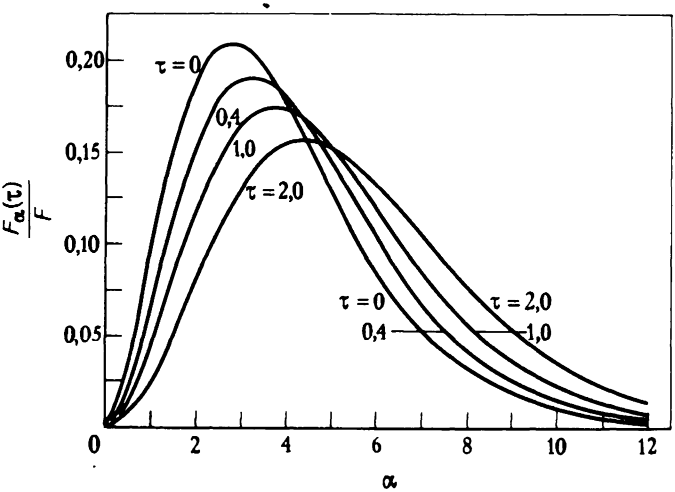

Рис. 3.1. Частотное распределение потока на нескольких глубинах в серой атмосфере. (По [155], с разрешения.)

единицах, т.е. положив $F_\alpha(\tau) = F_\nu(\tau)d\nu/d\alpha$, и использовав соотношение $F \equiv \sigma_R T^4_{\text{эфф}}/\pi$, можно переписать формулу (3.81) в виде

$$\frac{F_\alpha(\tau)}{F} = \frac{4\pi k^4}{h^3 c^2 \sigma_R}\alpha^3\left\{\int_\tau^\infty \frac{E_2(t-\tau)dt}{\exp[\alpha p(t)] - 1} - \int_0^1 \frac{E_2(\tau - t)dt}{\exp[\alpha p(t)] - 1}\right\}. \tag{3.82}$$

Выражение в фигурных скобках является функцией только α и τ, и его можно вычислить раз и навсегда. Таблица значений $F_\alpha(\tau)/F$ дана в [161], стр. 295, а график функции приведен на рис. 3.1. На рис. 3.1 хорошо видно уменьшение энергии фотонов по мере их распространения из глубины к поверхности. Например, при $\tau = 0$ наиболее часто встречающаяся энергия фотонов составляет лишь около 75% значения этой величины при $\tau = 1$. Это прогрессирующее покраснение фотонов в наружных слоях вызвано падением температуры наружу, являющимся следствием существования лучистого равновесия.

3.6. Атмосфера, мало отличающаяся от серой

Пользуясь соответствующим средним коэффициентом поглоще-