

## 5. Спектр солнечной энергии

Наша планета является открытой системой, взаимодействующей с космосом. При обсуждении климата наиболее интересен обмен энергией, то есть поступающая из космоса энергия и излучаемая Землей. Среди всех внешних источников энергии несомненно самый большой вклад имеет Солнце.

Приходящая с Солнца энергия есть электромагнитное излучение, и оно хорошо описывается спектром абсолютно черного тела.

$$B_{\lambda} = \frac{2\hbar c^2}{\lambda^5 \left( e^{\frac{\hbar c}{\lambda k T}} - 1 \right)}, \quad B(T) = \int B_{\lambda}(T) d\lambda = \sigma T^4, \quad \sigma = \text{const.}$$

Измерения показывают, что солнечный спектр соответствует температуре излучающего вещества 6000 К. Интенсивность излучения Солнца характеризуют отдельной величиной, называемой солнечной постоянной. По определению солнечная постоянная  $I_0$  описывает энергию, приходящуюся на единицу площади, перпендикулярную радиусу. Сама эта величина зависит от расстояния планеты до Солнца: солнечные постоянные на расстояниях  $r_1$  и  $r_2$  связаны соотношением

$$I_1 = I_0 \frac{r_0^2}{r_1^2}.$$

Поскольку Земля имеет форму, близкую к шару, на единицу поверхности Земли приходится вчетверо меньшая мощность

$$I_0 \frac{\pi r^2}{4\pi r^2} = \frac{1}{4} I_0.$$

Кроме того, часть приходящего с Солнца излучения может отразиться от атмосферы, а может поглотиться в ней. Отражение обычно описывают параметром  $\alpha$ , называемым планетарным альбедо, и в результате

$$I_{\text{пов. Земли, } \alpha} = \frac{1 - \alpha}{4} I_0.$$

Поглощение в атмосфере невозможно описать таким образом, поскольку оно меняет форму спектра, уменьшая приходящую на поверхность энергию по-разному для разных длин волн. Это показано на рисунке 1 (на следующей странице). Наибольший вклад имеют содержащиеся в атмосфере кислород, вода и углекислый газ.

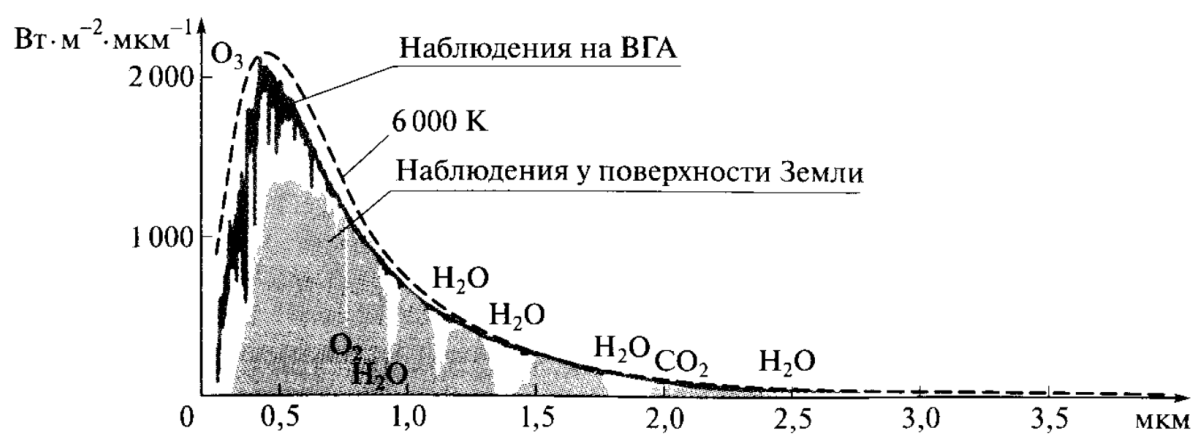


Рис. 1. Спектр солнца на верхней границе атмосферы и у поверхности Земли. Пунктиром обозначен спектр абсолютно черного тела при температуре 6000 К.