

# № 55 Вычисление полной интегральной энергии, излучаемой Солнцем в космос

## 1 Формула Планка

Формула Планка для спектральной плотности излучения абсолютно черного тела (АЧТ) выглядит следующим образом:

$$B(\nu, T_s) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT_s}} - 1}$$

где: -  $\nu$  — частота излучения, -  $T_s$  — температура поверхности Солнца (5770К), -  $h$  — постоянная Планка, -  $c$  — скорость света, -  $k$  — постоянная Больцмана.

## 2 Спектральная объемная плотность лучистой энергии

Спектральная объемная плотность лучистой энергии  $U(\nu, \vec{r}, t)$  определяется как:

$$U(\nu, \vec{r}, t) = \frac{1}{c} \int I(\nu, \vec{\Omega}, \vec{r}, t) d\Omega$$

где  $I(\nu, \vec{\Omega}, \vec{r}, t) = B(\nu, T_s)$ .

## 3 Интеграл по твердому углу

Интеграл по твердому углу  $\Omega$  в сферической системе координат равен  $4\pi$ :

$$\int d\Omega = 4\pi$$

Таким образом, спектральная объемная плотность лучистой энергии становится:

$$U(\nu, \vec{r}, t) = \frac{4\pi}{c} B(\nu, T_s)$$

## 4 Полная интегральная энергия

Для вычисления полной интегральной энергии, излучаемой Солнцем, необходимо интегрировать спектральную объемную плотность лучистой энергии по всем частотам:

$$E = \int_0^\infty U(\nu, \vec{r}, t) d\nu$$

Подставляя выражение для  $U(\nu, \vec{r}, t)$ :

$$E = \int_0^\infty \frac{4\pi}{c} B(\nu, T_s) d\nu$$
$$E = \frac{4\pi}{c} \int_0^\infty \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT_s}} - 1} d\nu$$

## 5 Интеграл по частотам

Интеграл по частотам можно вычислить, используя известное выражение для полной энергии излучения АЧТ:

$$\int_0^\infty \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT_s}} - 1} d\nu = \frac{\sigma T_s^4}{\pi}$$

где  $\sigma$  — постоянная Стефана-Больцмана.

Таким образом:

$$E = \frac{4\pi}{c} \cdot \frac{\sigma T_s^4}{\pi} = \frac{4\sigma T_s^4}{c}$$

## 6 Полная излучаемая энергия

Полная энергия, излучаемая Солнцем в космос, равна:

$$E = \frac{4\sigma T_s^4}{c}$$

Подставляя значения постоянных и температуры Солнца:

$$\sigma \approx 5.67e-8 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$$

$$T_s = 5770 K$$

$$c \approx 3e8 m \cdot s^{-1}$$

$$E = \frac{4 \times 5.67e-8 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4} \times (5770 K)^4}{3e8 m \cdot s^{-1}}$$

Выполняя вычисления, получаем:

$$E \approx 6.3e7 W \cdot m^{-2}$$

Это значение представляет собой плотность потока энергии на поверхности Солнца. Для получения полной мощности излучения Солнца, необходимо умножить это значение на площадь поверхности Солнца:

$$P = E \times 4\pi R_s^2$$

где  $R_s \approx 7e8 m$ .

$$P \approx 6.3e7 W \cdot m^{-2} \times 4\pi \times (7e8 m)^2$$

$$P \approx 3.8e26W$$

Таким образом, полная мощность излучения Солнца составляет примерно  $3.8e26W$ .