

Зауваження щодо методу оцінки відстані до об'єкту

Розглянемо найпростіший випадок

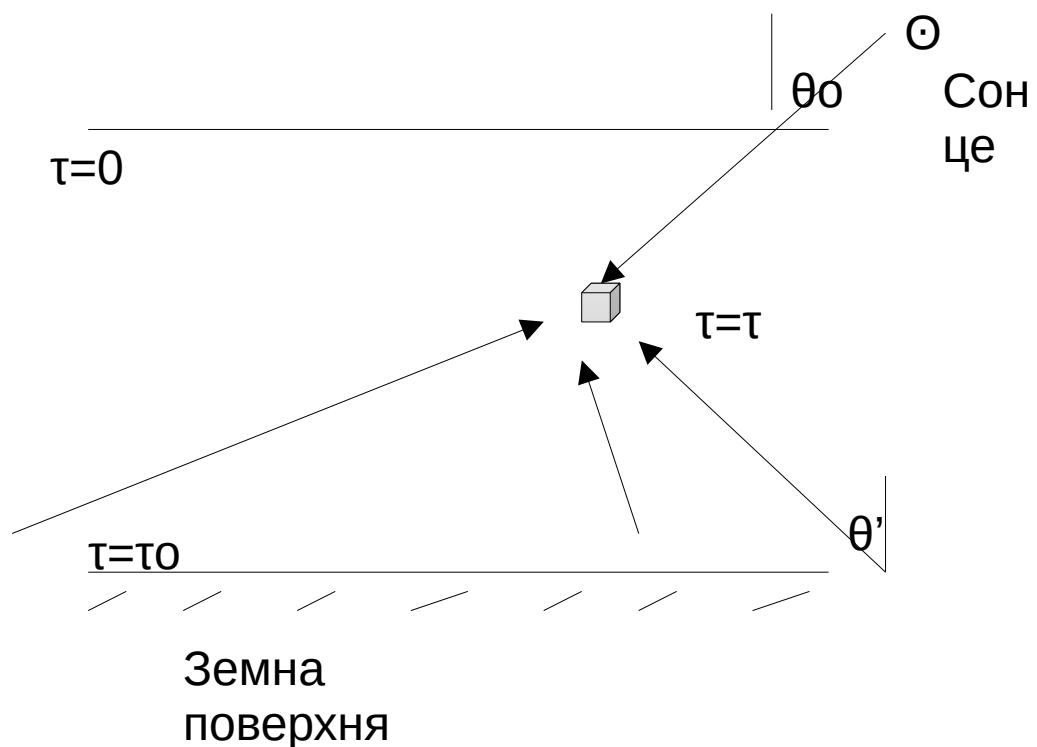
- 1) плоска однорідна атмосфера
- 2) оптична товщина мала, тому обмежимося наближенням однократного розсіювання в атмосфері.

На атмосферу під певним кутом θ_0 падає сонячне випромінювання. Воно розсіюється і поглинається як в атмосфері, так і на поверхні Землі.

Розглянемо елемент об'єму в атмосфері на оптичній глибині τ , яка відраховується від зовнішньої границі атмосфери

$$\tau = \int_z^{\infty} \alpha dz \quad (1),$$

де α – коефіцієнт екстинкції (сума коефіцієнтів розсіювання і поглинання), z – висота над земною поверхнею. Повна оптична товщина атмосфери τ_0 .



Потік сонячного випромінювання, яке падає на атмосферу під кутом θ_0 , дорівнює πF .

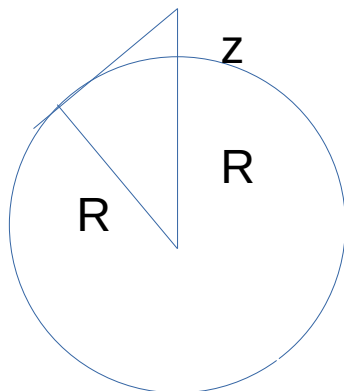
В елементі об'єму на оптичній товщині τ поглинається енергія (мається на увазі і поглинання і розсіювання)

$$\alpha \pi F \exp[-\tau \operatorname{Sec}(\theta_0)], \quad (2)$$

Додатково необхідно врахувати сонячне випромінювання, що розсіюється земною поверхнею і також поглинається і розсіюється в атмосфері. Потік випромінювання, що розсіюється земною поверхнею і поглинається в атмосфері в елементі об'єму на оптичній товщині τ

$$\int A \alpha F \exp[-\tau \operatorname{Sec}(\theta_0) - (\tau_0 - \tau) \operatorname{Sec}(\theta')] \operatorname{Cos}(\theta_0) d\omega, \quad (3)$$

де A – альbedo земної поверхні (використовуємо грубе наближення ізотропного розсіювання) і інтегрування ведеться по видимій з даної точки атмосфери земній поверхні (у випадку об'єктів в атмосфері $z \ll R$)



тобто по ϕ від 0 до 2π , а по θ' від 0 до $\approx \pi/2$, де R – радіус Землі.

Тобто маємо

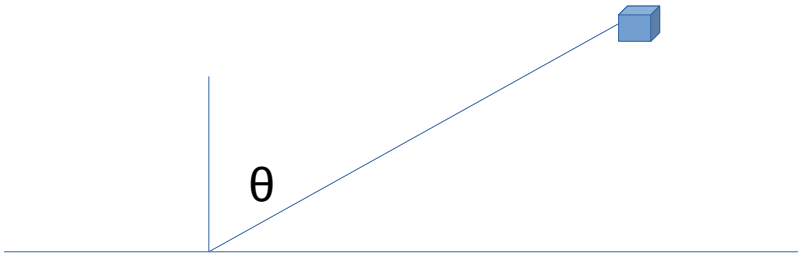
$$2\pi A \alpha F \exp[-\tau_0 \operatorname{Sec}(\theta_0)] E_2(\tau_0 - \tau) \operatorname{Cos}(\theta_0), \quad (4)$$

де $E_2(\tau_0 - \tau) = \int_1^\infty \exp[-(\tau_0 - \tau)x] dx/x^2$ - інтегральна показникова функція 2 порядку.

Розглянемо рівняння переносу випромінювання (знак частоти опускаємо)

$$\operatorname{Cos}\theta \, dI/dz = -\alpha I + \varepsilon \quad (5)$$

де ε – коефіцієнт емісії, α – коефіцієнт поглинання, I – інтенсивність випромінювання, θ – кут, під яким розповсюджується розсіяне випромінювання в напрямі до спостерігача.



Перейдемо до нової змінної – оптичної товщини (1)

$$\text{Cos } \theta \, dI/d\tau = I - \varepsilon/\alpha = I - S \quad (6)$$

Якщо λ – імовірність виживання кванта при розсіянні, то, враховуючи (2) і (4) для коефіцієнта емісії маємо:

для розсіяного сонячного випромінювання

$$\varepsilon_1 = \lambda/(4) \alpha F \exp[-\tau \text{Sec}(\theta_0)], \quad (7)$$

і для розсіяного елементом об'єму випромінювання, що відбивається від земної поверхні

$$\varepsilon_2 = \lambda/(2) A \alpha F \exp[-\tau_0 \text{Sec}(\theta_0)] E_2(\tau_0 - \tau) \text{Cos}(\theta_0), \quad (8)$$

Таким чином функція джерела

$$S = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \quad (9)$$

Таким чином маємо

$$\text{Cos}\theta \, dI/d\tau = I - \lambda/(4) F \{ \exp[-\tau \text{Sec}(\theta)] - \lambda/(2) A F \exp[-\tau_0 \text{Sec}(\theta_0)] E_2(\tau_0 - \tau) \text{Cos}(\theta_0), \quad (10)$$

Якщо проінтегрувати по всій атмосфері отримаємо інтенсивність $I(\tau_0, \theta)$.

Інтегруючи від τ_0 до τ отримуємо інтенсивність розсіяного випромінювання в напрямку на об'єкт

$$I(\tau_0, \theta_0, \theta) = I_{06} \exp[(\tau_0 - \tau) \text{Sec}(\theta)] + \lambda F / (4) \{ \exp[\tau(\text{Sec}(\theta) - \text{Sec}(\theta_0))] - \exp[\tau_0(\text{Sec}(\theta) - \text{Sec}(\theta_0))] \} / [\text{Sec}(\theta) - \text{Sec}(\theta_0)] - \lambda / (2) A F \exp[-\tau_0 \text{Sec}(\theta_0)] \int_{\tau_0}^{\tau} E_2(\tau_0 - \tau) \text{Cos}(\theta_0) \exp[\tau_0 \text{Sec}(\theta)] \, d\tau \quad (11),$$

I_{06} - це інтенсивність випромінювання самого об'єкту, який знаходиться в точці τ .

Таким чином різниця блиску в зоряних величинах області, де спостерігається об'єкт, і ділянки чистого чистого неба визначається співвідношенням

$$\Delta m = \lg [I(\tau_0, \theta_0, \theta) / I_0] / \lg 2.512 \quad (12)$$

Тобто залежність абсолютно інша, ніж використовують автори. Видно, що в принципі за даними спостережень на різних частотах можна оцінювати відстань до об'єкту і ця ідея має право на життя, але реалізований в роботі метод визначення відстані помилковий.

С.Кравчук