

## О РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Мехтиев Д.С.

Национальная Академия Авиации

Лесные пожары являются основным источником загрязнения атмосферы газами и аэрозолью с возрастающим отношением (до 0,8) её мелкодисперсной фракции к крупнодисперсной фракции. В настоящем для обнаружения лесных пожаров используются сенсоры ИК диапазона, а также специфические спектральные признаки, коими являются сильные и узкоспектральные линии эмиссии калия на длинах волн 766,8 нм и 780 нм. Для указанных целей используются интерференционные фильтры с полосой пропускания 10 нм. Известно, что в спутниковых системах, предназначенных для обнаружения пожаров в качестве физической основы используются законы Планка и Вина. Основным принципом спутниковых измерений с помощью спектрорадиометра MODIS является анализ сигналов каналов с длинами волн 4 мкм и 11 мкм.

В целом, используемые двухдиапазонные спутниковые методы обнаружения лесных пожаров базируются на модификациях метода Дозьера, согласно которым измерения радиации, исходящей от лесных пожаров следует проводить на длинах волн 3,7 мкм и 11 мкм по соответствующим формулам. К основным недостаткам этих методов следует отнести то, что при сильных лесных пожарах и сильном ухудшении пропускания атмосферы отсутствует взаимосвязь их интенсивности с наблюдаемостью, а также невозможность компенсации аэрозольной погрешности и, как следствие, целесообразность перехода на трёх- и более волновые методы измерений. Для достижения поставленной задачи использован трехволновый метод измерений. Следует отметить, что в ряде работ, этот метод был использован в целях абсорбционной спектроскопии. В этих работах применялись длины волн  $\lambda_i, i = \overline{1,3}$ , где  $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$  и  $\lambda_2$  совпадала с длиной волны линии поглощения исследуемого вещества. В отличие от работ в данной работе трехволновый метод использован в целях эмиссионной спектроскопии и  $\lambda_2$  в этом случае, применительно к исследованию лесных пожаров, будет совпадать с линией эмиссии калия на длинах волн 766,84 и 780 нм. Применение интерференционных фильтров с диапазоном волн  $773 \pm 10$  позволяет охватить обе линии эмиссии калия. Для решения вышеуказанной задачи введем на рассмотрение безразмерные коэффициенты  $\chi_i, i = \overline{1,3}$ , определяемые как:

$$\chi_1 = \frac{\left[ T_{11} \cdot S \cdot I_0(\lambda_1) e^{-ST \cdot \lambda_1^{-\alpha}} \right] \cdot \left[ T_{13} \cdot S \cdot I_0(\lambda_3) e^{-ST \cdot \lambda_3^{-\alpha}} \right]^{k^{21}}}{\left[ T_{12} \cdot S \cdot I_0(\lambda_2) e^{-ST \cdot \lambda_2^{-\alpha}} \right]}, \quad (1)$$

$$\chi_2 = \frac{\left[ T_{12} \cdot S \cdot I_0(\lambda_1) e^{-ST \cdot \lambda_2^{-\alpha}} \right] \cdot \left[ T_{11} \cdot S \cdot I_0(\lambda_1) e^{-ST \cdot \lambda_1^{-\alpha}} \right]^{k^{22}}}{\left[ T_{13} \cdot S \cdot I_0(\lambda_3) e^{-ST \cdot \lambda_3^{-\alpha}} \right]}, \quad (2)$$

$$\chi_3 = \frac{\left[ T_{12} \cdot S \cdot I_0(\lambda_2) e^{-S \cdot T \cdot \lambda_2^{-\alpha}} \right] \cdot \left[ T_{13} \cdot S \cdot I_0(\lambda_3) e^{-S \cdot T \cdot \lambda_3^{-\alpha}} \right]^{k_{23}}}{\left[ T_{11} \cdot S \cdot I_0(\lambda_1) e^{-S \cdot T \cdot \lambda_1^{-\alpha}} \right]} \quad (3)$$

Так как выражения (1) - (3) получены путем круговой ротации по индексу  $i$ , то условия независимости  $\varphi_i$  от  $S$  достаточно достичь на примере выражения (1) и оно для экспоненциальной его части будет иметь следующий вид:

$$k_{11}(-S \cdot T \cdot \lambda_1^{-\alpha}) + k_1(-S \cdot T \cdot \lambda_3^{-\alpha}) = (-S \cdot T \cdot \lambda_2^{-\alpha}). \quad (4)$$

Условие независимости его остаточной части выражения от  $S$  имеет следующий вид:

$$\left[ S \cdot T_{11} \cdot I_0(\lambda_1) \right]^{k_{11}} \cdot \left[ S \cdot T_{13} \cdot I_0(\lambda_3) \right]^{k_{21}} = \left[ S \cdot T_{12} \cdot I_0(\lambda_2) \right]. \quad (5)$$

Из выражения (5) ясно, что условие независимости от  $S$  имеет следующий вид:

$$k_{11} + k_{21} = 1. \quad (6)$$

Из которого: 
$$k_{11} = 1 - k_{21}. \quad (7)$$

Учитывая формулу (7) в формуле (4) находим: 
$$k_{21} = \frac{a_3 - a_1}{a_2 - a_1}$$

(8) ,где:  $a_1 = \lambda_1^{-\alpha}$ ;  $a_2 = \lambda_3^{-\alpha}$ ;  $a_3 = \lambda_2^{-\alpha}$  .

Таким образом, выражения (6) и (8) определяют условия независимости  $\chi_i$ ;  $i = \overline{1,3}$  от величины параметра  $S$ . В свою очередь, независимые значения  $S$  параметра  $\chi_i$  позволяют вычислить значения интенсивности оптического излучения с лесного пожара на длине волны единичной скорости сгорания  $I_0(\lambda_i)$ ;  $i = \overline{1,3}$  без учета искажений вносимых атмосферным аэрозолем.

Показано, что с переходом на многоволновые методы и , в частности, на трёхволновые методы, появляется возможность полностью исключить влияние атмосферного аэрозоля на результат обнаружения и оценки лесных пожаров дистанционными спектральными методами.