

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 λ_2 совпадала с длиной волны линии поглощения исследуемого вещества. В отличие от работ в данной работе трехволновый метод использован в целях эмиссионной спектроскопии и λ_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 ± 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 φ_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:

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

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 χ_i ; $i = \overline{1,3}$ от величины параметра S . В свою очередь, независимые значения S параметра χ_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.