

АПРОКСИМАЦИОНЕН МЕТОД ЗА ОТКРИВАНЕ НА АНОМАЛНИ СИГНАЛИ В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИ УРЕДИ

Живко Жеков, Гаро Мардиросян

Институт за космически изследвания – Българска академия на науките
e-mail: zhekovz@yahoo.com

Key words: *anomalous signals, approximation method*

Abstract: *The subject of the current research is the possibility of the approximation methods to find anomalous signals in the optic-electronic absorption ozonemeter.*

The absorption ozonemeter provides to carry out research of the total ozone content in the atmosphere in the near ultraviolet part of the optical specter, in the absorption bands of Hartley-Huggins. The intensity of natural optical emissions in the earth atmosphere is researched.

Chebyshev's principle is applied to find anomalous signals. The principle is that the incoming and the registering tract of the appliance background signal, which carries anomalous values, is approximated to a polynomial according to the information signal and after that the actual error is calculated. The definition of the utmost amount of the information signal comes to the calculation of the dispersion error at the approximation. When calculating the utmost value and having in mind that the biggest anomalous errors are caused by senior discharges, an evaluation is performed of the maximum number senior discharges which causes an anomalous error to be found with a certain probability. The searched value is the ability of the approximation polynomial to discover.

Изследването се отнася до регистриране на сигнали от оптико – електронни уреди.

Предмет на настоящата разработка е изследване способността на апроксимационните методи за откриване на аномални сигнали в импулсна фотометрична апаратура “Терма”.

Импулсна фотометрична апаратура “Терма” осигурява изследвания с високопространствена и по време разделителна способност на разпределението на интензивности от натурални оптични емисии в земната атмосфера и светлинни смущения около орбиталната станция. Високата спектрална чувствителност и пространствената разделителна способност позволяват изучаването на бързопротичащи процеси, включително пулсиращи полярни сияния, полярни дъги и др. [1, 2].



Фиг. 1. Импулсна фотометрична апаратура “Терма”

Входният информационен сигнал $\lambda(t)$ при откриване и идентифициране на отдалечени обекти е непрекъснат процес със средна дисперсия σ_λ^2 и корелационна функция $R_\lambda(t)$. В оптико – електронната система сигнала $\lambda(t)$ представлява съвкупност от равноотстоящи стойности във времето $\lambda(ti)$ ($ti = iT_0; i = 0, 1, 2, \dots; T_0$ - период на дискретизация).

Принципът на откриване на отдалечения обект се заключава в това, че постъпващият в регистриращия тракт на уреда шумов (фонов) сигнал носещ анамални стойности $\lambda^*(ti)$ ($i = 0, 1, 2, \dots, n$) спрямо информационния сигнал $\lambda(t)$ се апроксимира по метода на Чебъйшев в полином $\lambda_B(ti)$ със степен $N - 1$ ($N \leq 1$), след което се изчислява фактическа грешка:

$$(1) \quad \Delta^*(ti) = \lambda_B^*(ti) - \lambda^*(ti).$$

Априорното разпределение на апроксимацията на $\Delta(ti)$ в отсъствие на аномален сигнал е:

$$(2) \quad \Delta(ti) = \lambda_B(ti) - \lambda(ti),$$

където $\lambda_B(ti)$ – стойност на апроксимирания полином при отсъствие на аномален сигнал.

Ако разпределението е нормално, може да се приеме при $P = 0.99$:

$$(3) \quad |\Delta(ti)P| = 3\sigma_\Delta(ti),$$

където $\sigma_\Delta^2(ti) = M[\Delta(ti)]^2;$

M - математическо очакване.

Следователно определянето на пределната стойност на информационния сигнал се свежда до пресмятане на дисперсната грешка при апроксимацията $\sigma_\Delta^2(ti)$.

При пресмятане на пределната стойност (3) и с отчитане, че най-големи по стойност аномални грешки се предизвикват от старшите разреди, то необходимо е да се извърши оценка на максималния брой старши разряди при проявяването на които съществуващата аномална грешка може да бъде открита с определена вероятност $P_{ОТКР} \geq 0,8$. Търсеното значение представлява откривателната способност на апроксимирания полином.

Ако $\lambda(t)$ е с известна корелационна функция $R_\lambda(t) = \sigma_\lambda^2 k_\lambda(t)$ [4], проявяването на $\lambda(ti)$ е регулярно и образува апроксимация полином:

$$(4) \quad \lambda_B(ti) = \sum_{q=0}^{N-1} \sum_{k=0}^n \lambda(tk) Pq, n(k) Pqn(i).$$

На основата на полинома на Чебъйшев [3],

$$(5) \quad Pq, n(i) = \sqrt{\frac{(2q+1)n^{(q)}}{(n+q+1)^{(q+1)}}} \sum_{s=0}^q (-1)^s C_q^s C_q^s + s \frac{i^s}{n^s},$$

където $q = 0, 1, 2, \dots, N - 1; i^s = i(i - 1), \dots, (1 - s + 1)$ е обобщен степенен показател.

Отчитайки, че $i = \frac{ti}{T_0}$, интересуващата дисперсия ще бъде:

$$(6) \quad \sigma_{\Delta}^2(ti) = \sigma_{\lambda}^2 \left[1 - 2 \sum_{k=0}^n k \lambda T_{OV} \sum_{q=0}^{N-1} P_{q,n(k)} P_{q,n(i)} + \sum_{i+0}^n \sum_{k=0}^n k \lambda (l-k) T_0 \sum_{q=0}^{N-1} P_{q,n(l)} P_{q,n(i)} \sum_{j=0}^{N-1} P_{j,n(i)} \right].$$

При изчисляване на текущата фактическа грешка при апроксимацията (1), се отчита, че аномален сигнал е регистриран при положение i_a , носещ аномална грешка σ_{λ} , т.е.

$$(7) \quad \lambda^*(ti) = \begin{cases} \lambda(ti) + \sigma_{\lambda} & \text{при } i = i_a \\ \lambda(ti) & \text{при } i \neq i_a. \end{cases}$$

Замествайки израза (7) в (5) и получените резултати в (1) се получава за фактическата грешка:

$$(8) \quad \left| \Delta^*(ti) \right| = \left| \Delta(ti) + \sum_{q=0}^{N-1} P_{q,n(i)} P_{q,n(i_a)} - \delta i, i_a \right| \delta_{\lambda},$$

където $i_a = \begin{cases} 1, i = i_a \\ 0, i \neq i_a \end{cases}$

Анализирайки (8) съвместно с (3) се наблюдава, че при зададена вероятност на откриване $P_{OTKP} \approx 1$ следва, че минималната стойност на аномалната грешка е:

$$(9) \quad \left| \delta_{\lambda} \right| \geq \frac{2 \left| \Delta(ti) \right| P}{\sum_{q=0}^{N-1} P_{q,n(i)} P_{q,n(i_a)} \delta i, i_a}.$$

В заключение следва да се направи извода, че способността на апроксимационния метод при регистриране на аномални сигнали зависи от вида на входния информационен сигнал в оптико – електронния уред и по-специално от вида на неговата корелационна функция.

Литература:

1. Александров А., Ж. Жеков, А. Христов, И. Узунов, И. Христов, А. Банков, Д. Коларов, Д. Иванова, Т. Станчев, С. Спасов, К. Вълчев, Г. Геров, В. Гергов. Импулсен фотометър "Терма" Научна сесия - Космически технологичен трансфер, Шумен, 1989.
2. Гецов П. Спътникови системи за екологичен мониторинг. Сб. трудове на Научна конференция :Научно-технологичен трансфер", ИКИ – БАН, Шумен, 2000, с. 3-9.
3. Гушкин Л. С. Теория оптимальных методов радиоприема при флуктуационных помехах. М., "Наука", 2000, с. 42-51.
4. Демирович Б. П., И. А. Марон, Э. З. Щувалова. Численные методы анализа. М.: ГИФМА, 1993.