

Рез. англ.

ИНТЕГРАЛ ДЮАМЕЛЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА РАДИОМЕТРИИ
ТРОПИЧЕСКОГО ЦИКЛОГЕНЕЗА

Канд. физ.-мат. наук В.Ю. Солдагов

канд. техн. наук И.И. Потапов

(Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва),
(Вероссийский институт научной и технической информации РАН, Москва)

DUNAMEL'S INTEGRAL AND RADIOMETRY INVERSE TASK OF TROPICAL CYCLOGENESIS

V. Yu. Soldatov, I. I. Potapov

Сигнал, тепловой поток, океан, атмосфера, интегральное уравнение, циклон
Signal, heat flux, ocean, atmosphere, integral equation, cyclone

Решается задача определения задержки отклика сигнала, регистрируемого на спутнике, по отношению к изменениям тепловых потоков на границе океан-атмосфера. Предложенный алгоритм основан на аппроксимации решения интегрального уравнения Вольтерра первого типа рядами экспоненциальных функций. Приводятся три примера расчета функции отклика. Данная работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (Грант 14-01-31117 мол.)

The task of the delay determination for signal response registered on the satellite is solved. This response is considered respect to the variations in the heat fluxes within the atmosphere-ocean system. An algorithm proposed here is based on the approximation of the solution of Volterra equation by exponential functions. Three example of calculation are given. This study was supported by the Russian Fund for Basic Researches (Grant 14-01-31117 mol).

76-800 Secs 7

фото 76, 77

ГЕОРГ 6

5П 6

$$T_{\alpha}(t) = \int_0^t q(\tau) r(t-\tau) d\tau \quad (1)$$

Функция отклика $r(t-\tau)$ отражает временную зависимость реакции системы океан-атмосфера на появление сигнала тропического циклогенеза в момент $\tau=0$ при его обнаружении в момент $t=\tau$.

Уравнение (1) является классическим уравнением Вольтерра первого рода типа свертки. Оно теоретически может быть решено с помощью преобразования Лапласа или с применением итеративной процедуры. Поскольку функции $T_{\alpha}(t)$ и q как правило измеряются в дискретные моменты времени, т.е. заданы таблично в виде числовых рядов конечной длины, то указанные алгоритмы, как показали предварительные расчеты, приводят к большой погрешности. Поэтому применим метод разложения искомого решения интегрального уравнения свертки (1) в базис экспоненциальных функций

$$r(t) = \sum_{i=1}^m d_i \exp(-b_i t) \quad (2)$$

где коэффициенты d_i и b_i определяются из условия минимума невязки:

$$M = \min_{(d_i, b_i)} \sum_{i=1}^m [T_{\alpha}(t_i) - F(t_i)]^2,$$

где учтено, что функции $T_{\alpha}(t)$ и $q(t)$ заданы их дискретными значениями во времени $t_i = i\Delta t$:

$$F(t_i) = \sum_{s=0}^{i-1} q(t_s - t_i) \sum_{k=0}^m [d_k / b_k] \exp(-b_k t_s) [1 - \exp(-b_k \Delta t)]$$

В качестве экспериментальных данных используем измерения тепловых потоков с научных судов погоды "В. Бугаев", "Муссон" и "Воина", полученные в экспедиции АТЛАНТЭКС-90 в апреле 1990г., и яркостную температуру, измеренную СВЧ-радиометрами спутника DMSP F-08 в эти же периоды времени.

Проведенные расчеты показали, что в рассмотренных случаях в формуле (2) достаточно брать $m=7$, при этом средняя ошибка расчетов составляет не более 3-5%. Примеры расчетов приведены на рис. 1. Видно, что имеется задержка отклика яркостной температуры на 6-18 часов по отношению к вариациям тепловых потоков в районах прохождение среднеширотных циклонов. Этот факт чрезвычайно важен при калибровке спутниковых измерений на основе данных судовых измерений, т.к. задержка даже в 1-2 часа между ними может привести к значительным погрешностям калибровки спутниковых данных и их валидации [2].

На рис. 2 дано сравнение динамики индикатора нестабильности системы океан-атмосфера $I_m(t)$ и тепловых потоков для случая тропического урагана Катрина [1,5]. Видно, что знание только тепловых потоков не позволяет заранее обнаружить признаки зарождения тропического циклона. Очевидно, что или необходимо искать дополнительные признаки усиления корреляции между изменением динамики тепловых потоков, или учитывать данные о тепловых потоках в интегральном индикаторе нестабильности.