

Поляризационный анализ радиотеплового СВЧ излучения

Р.В. Первушин

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская д.23. E-mail: prv@pochta.ru*

Одним из путей повышения информативности радиометеорологических исследований является введение поляризационного анализа принимаемых микроволновых излучений. Это позволяет повысить достоверность классификации различных метеоявлений и точность измерения их количественных характеристик.

Одним из вариантов технической реализации устройства обработки информации в поляризационных измерительных системах может быть применение модуляционного поляриметра, представленного в [1]. Поляризационная селекция измеряемого сигнала осуществляется поляризационным модулятором, который управляется устройством синхронизации. На выходе поляризационного модулятора присутствует сигнал, имеющий сложный закон модуляции и содержащий гармоники, амплитуды которых определяются значениями поляризационных составляющих в измеряемом сигнале [2]

$$\bar{P} = \frac{1}{2}(I + Q \cos \xi - U \sin \xi), \quad 1)$$

где I, Q и U – параметры Стокса, характеризующие поляризационное состояние электромагнитной волны, ξ – сдвиг фазы, вносимы поляризационным модулятором.

Сдвиг фазы в процессе модуляции изменяется в соответствии с законом модуляции $F(t)$

$$\xi = \Theta_m F(t), \quad 2)$$

где Θ_m – глубина модуляции.

Последующая обработка сигнала, с целью выделения и оценки уровня поляризационных составляющих, осуществляется анализатором поляризационных компонент, в качестве которого может использоваться спекторанализатор [2]. При этом традиционно используется набор базисных гармонических функций, что не всегда является оптимальным, например, при использовании вычислительных устройств, применяющих при обработке дискретные сигналы.

В практике спектрального анализа с применением средств вычислительной техники целесообразно использовать системы бинарных ортогональных функций, такие как функции Уолша - Хаара - Адамара, формирование которых легко может осуществляться как аппаратно, так и программно. Математический аппарат, описывающий эти функции, сводится фактически к понятиям и правилам математической логики.

Периодическая функция $x(t)$ может быть разложена в ряд с помощью N функций Уолша

$$x(t) = \sum_{n=0}^{N-1} c_n * wal_n\left(\frac{t}{T}\right), \quad (3)$$

где c_n - коэффициент ряда; T - период исследуемой функции; $wal_n\left(\frac{t}{T}\right)_0$ - функция Уолша с номером n .

Коэффициенты определяются выражением

$$c_n = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) * wal_n\left(\frac{t}{T}\right) dt. \quad 4)$$

Так как функции Уолша на интервалах дискретности принимают значения +1 или -1, при вычислении коэффициентов c_n не требуется производить операцию умножения. Поэтому спектральный анализ по Уолшу связан с меньшими затратами аппаратных средств или машинного времени, чем анализ с использованием гармонических функций.

На рисунке 1 приведены графики, показывающие зависимость коэффициентов разложения от изменения глубины модуляции в поляризационном модуляторе для параметров Стокса Q° и U° при синусоидальной модулирующей функции и различных видов демодулирующих функций ($F1(\theta)$ и $F2(\theta)$ - синусоидальные функции, $F3(\theta)$ и $F4(\theta)$ - функции Уолша).

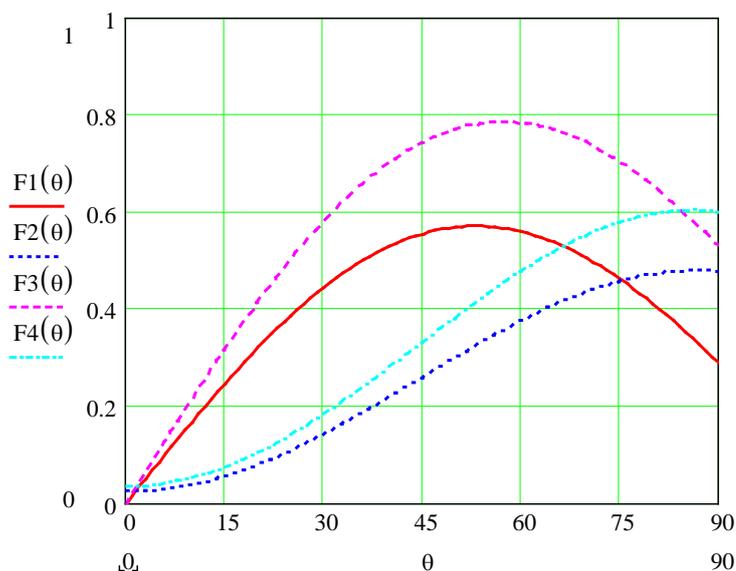


Рис.1 Зависимость коэффициентов разложения от глубины модуляции

Анализ графиков позволяет сделать выводы, что при гармоническом базисе демодулирующих функций максимальная глубина модуляции в сигнале для параметра Стокса Q составляет 0,582 при модуляции угла плоскости поляризации $\pm 53^\circ$. Для регистрации параметров Q° и U° с равными уровнями глубин модуляции (0,462) глубина модуляции угла плоскости поляризации должна составить $\pm 75^\circ$. При выборе в качестве базиса демодулирующих функции Уолша максимальная глубина модуляции в сигнале для параметра Стокса Q составляет 0,785 при модуляции угла плоскости поляризации $\pm 57^\circ$, а для равенства параметров Стокса Q° и U° - глубин модуляции составляет 0,604 при глубине модуляции угла плоскости поляризации должна составить $\pm 86^\circ$.

Таким образом, переход к спектральному анализу по функциям Уолша приводит как к упрощению процедуры вычисления, так и к повышению информативности.

Литература

1. Первушин Р.В., Гинеотис С.П., Щукин Г.Г. Поляризационная радиометрическая измерительная система // Применение дистанционных радиофизических методов в исследованиях природной среды, Сб. докл. 3-ей Всероссийской научной конференции Муром, 1999. С.186.
2. Канарейкин Д.Б., Потехин В.А., Шишкин Н.Ф. Морская поляриметрия. -Л.: Судостроение, 1968. -420с.