

## ПРОГНОЗ СОЛНЕЧНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА МАКРОСКОПИЧЕСКОЙ НЕЛОКАЛЬНОСТИ

В.О. Сердюк, С.М. Коротаев, Ю.В. Горохов

Эффект макроскопической нелокальности, природа которого, по-видимому, заключается в выходе квантовых корреляций, формируемых диссипативными процессами [1], на макроуровень [2], проявляется в корреляциях любых необратимых процессов без посредства локальных носителей. Уравнение макроскопической нелокальности [3-6], основанное на транзакционной интерпретации квантовых корреляций [7], связывает производства энтропии в пробном процессе и процессе-источнике с симметричным запаздыванием и опережением. Это означает, для случайных процессов, возможность наблюдения необычных опережающих корреляций. Более того, вследствие меньшей эффективности поглощения промежуточной средой опережающего поля Уилера-Фейнмана [8] опережающие корреляции могут превышать запаздывающие.

В обширной серии экспериментов ([3-6] и др.) эти особенности макроскопических нелокальных корреляций (нарушающих неравенство типа Белла) были надежно подтверждены. В качестве детекторов использовались пробные спонтанные процессы в условиях исключения всех возможных локальных воздействий (вариаций температуры и пр.). Наибольший объем материала получен с детекторами, основанными на процессе спонтанных вариаций собственных потенциалов слабополяризующихся электродов в электролите. Наиболее интересные результаты получены при изучении связи пробных процессов с естественными крупномасштабными процессами с большой случайной составляющей, в частности, солнечной и геомагнитной активностью. Для этих процессов опережение главного корреляционного максимума оказалось велико (33-130 суток), а его уровень достаточно высок (0,5-0,9). Это позволило, путем сдвига реализаций, продемонстрировать возможность прогноза случайной компоненты солнечной и геомагнитной активности по сигналу детектора [3-6].

Но для реального прогноза такой простейший метод непригоден, поскольку во-первых, процессы далеки от  $\delta$ -коррелированных, поэтому большие погрешности неизбежны; во вторых, положение корреляционного максимума нестабильно из-за нестационарности процессов и использовать его как меру сдвига реализаций можно только для апостериорной демонстрации.

Для решения реальной прогностической задачи нами был разработан метод, основанный на дискретной свертке сигнала детектора ( $U$ ) и прогнозируемой величины. Импульсная переходная характеристика (с временем обрезания равным заблаговременности прогноза) рассчитывается из решения матричного уравнения по предшествующей «обучающей» части реализации. По данной переходной характеристике и соответствующему отрезку ряда  $U$  рассчитывается одно значение прогнозируемой величины с фиксированной заблаговременностью равной ожидаемому среднему опережению максимума корреляционной функции. На следующие сутки обучающий интервал «подтягивается» вперед и прогнозируется следующее значение. Это минимизирует влияние нестационарности.

Для испытания метода были использованы среднесуточные данные [3-6] по длительным измерениям сигнала электродного детектора  $U$ , потока солнечного радиоизлучения  $R$  в оптимальном [3] диапазоне 610-2800 МГц (оптимальная частота внутри диапазона различна в разные годы) и геомагнитной активности  $Dst$ . Для исключения детерминированных составляющих с периодом вращения Солнца, а также годовых циклов, данные подвергались полосовой фильтрации в диапазоне примерно от месяца до года (для солнечных прогнозов обычно достаточно низкочастотной фильтрации). Результаты прогнозов в сопоставлении с фактическими данными и указанием абсолютных среднеквадратических ошибок  $\varepsilon$  (в соответствующих единицах) показаны на рис. 1-5.

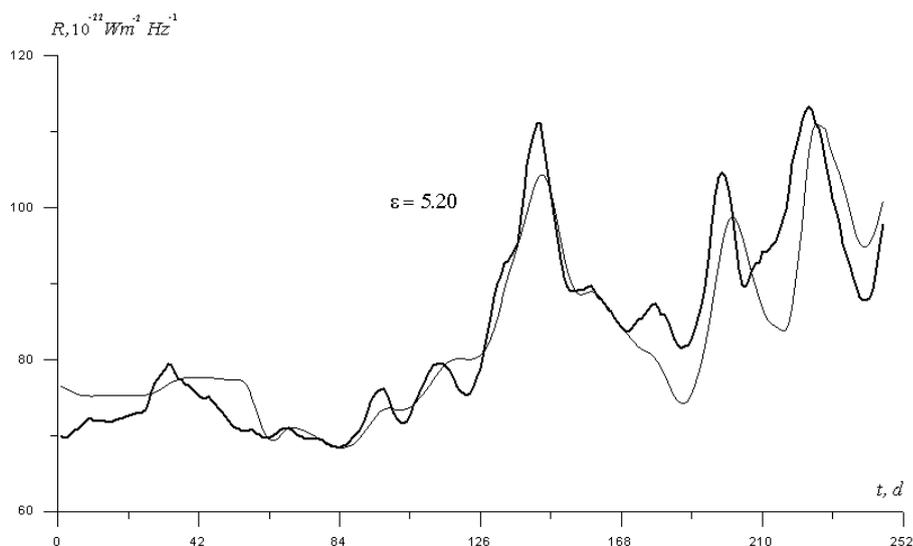


Рис. 1. Прогноз солнечной активности с заблаговременностью 39 сут. (тонкая линия) в сопоставлении с фактической кривой (жирная линия). Начало отсчета времени (в сут.) соответствует 21/3/1997.

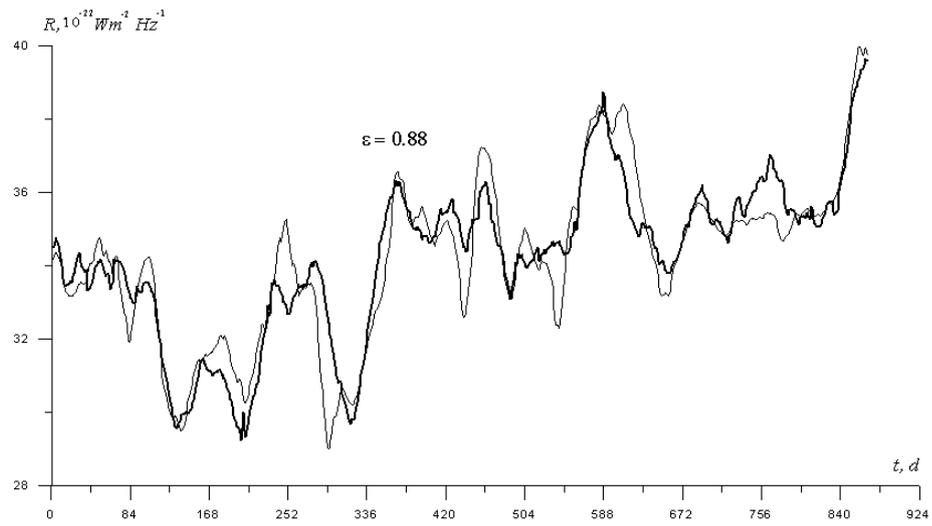


Рис. 2. Прогноз солнечной активности с заблаговременностью 35 сут. Начало отсчета времени 20/3/1995.

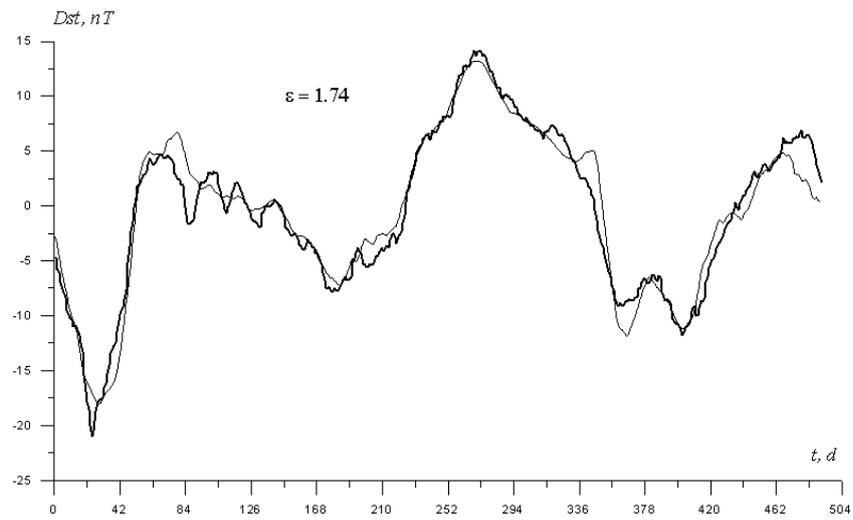


Рис. 3. Прогноз геомагнитной активности с заблаговременностью 35 сут. Начало отсчета времени 19/09/1995.

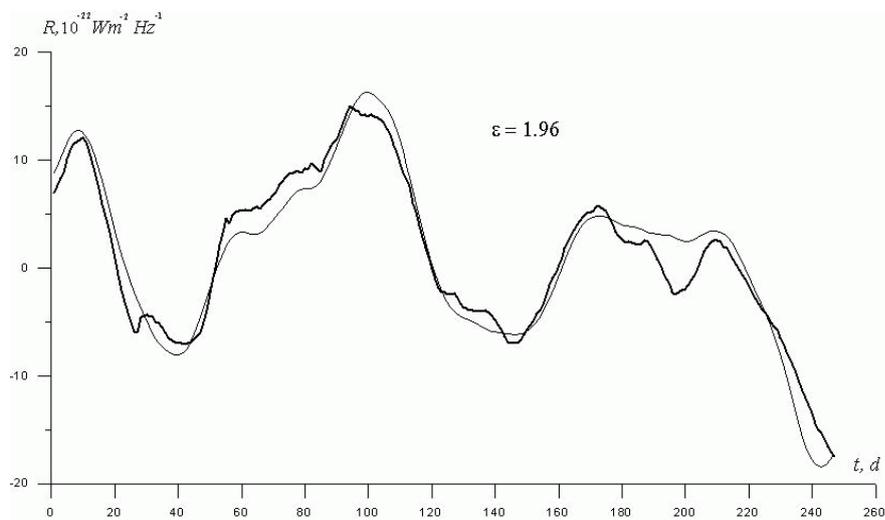


Рис. 4. Прогноз солнечной активности с заблаговременностью 123 сут. Начало отсчета времени 20/2/2003

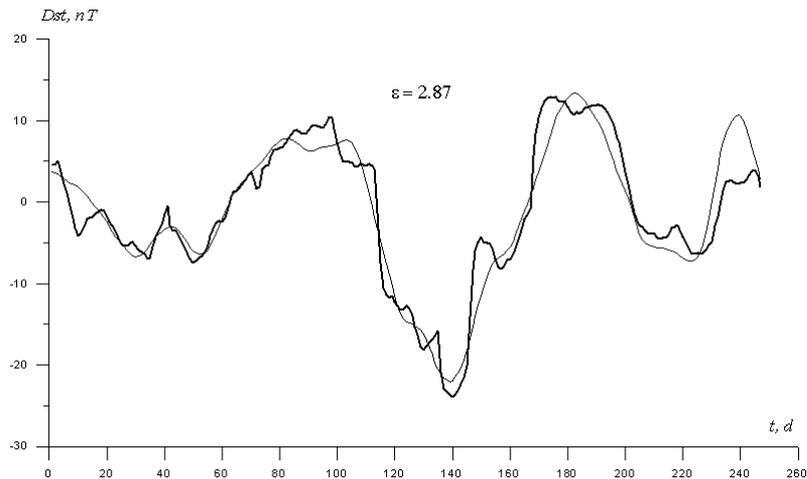


Рис. 5. Прогноз геомагнитной активности с заблаговременностью 123 сут. Начало отсчета времени 20/2/2003.

Таким образом, эффект макроскопической нелокальности позволяет осуществить долгосрочный прогноз случайной компоненты солнечной и геомагнитной активности с приемлемой для всех практических целей точностью.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 05-05-64032).

1. *F. Benatti, R. Floreanini, M. Piani* Environment induced entanglement in Markovian dissipative dynamics. // *Phys. Rev. Lett.*, 2003, V. 91, P. 070402-4.
2. *D. Home, A.S. Majumdar A.S.* Incompatibility between quantum mechanics and classical realism in the strong macroscopic limit // *Phys. Rev. A.*, 1995, V 52, P. 4959-4962.
3. *S.M. Korotaev, V.O. Serdyuk, V.I. Nalivayko et al.* Experimental estimation of macroscopic nonlocality effect in solar and geomagnetic activity. // *Phys. Wave Phenomena*, 2003, V.11, No.1, P.46-54.
4. *S.M. Korotaev, V.O. Serdyuk., J.V. Gorohov et al.* Forecasting effect of macroscopic nonlocality. // *Frontier Perspectives*, 2004, V.13. No 1, P. 41-45.
5. *S.M. Korotaev, A.N. Morozov, V.O. Serdyuk et al.* Experimental study of macroscopic nonlocality of large-scale natural dissipative processes. // *NeuroQuantology*, 2005, Iss. 4 P. 275-294.
6. *S.M. Korotaev, A.N. Morozov, V.O. Serdyuk et al.* Experimental study of advanced nonlocal correlation of of large-scale dissipative processes. // *Physical Interpretations of Relativity Theory*. Moscow: BMSTU, 2005, P. 209-215.
7. *J.G. Cramer*, Transactional interpretation of quantum mechanics. // *Rev. Mod. Phys.*, 1986, V.58, P. 647-688.
8. *F. Hoyle, J.V. Narlikar.* Cosmology and action-at-a-distance electrodynamics. // *Rev. Mod. Phys.*, 1995, V. 67, P. 113-155.