

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА КРИТИЧЕСКОГО ЗАМЕДЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

Слепнёв – Соколинский А.С.

Москва, МФТИ, slepnev@yandex.ru

При исследовании поведения различных сложных систем, как природных, так и антропогенных, исследователи очень часто сталкиваются с различными формами фликкер-шума. Фликкер-шумом в физике называется степенной вид спектра мощности системы – явление, при котором зависимость распределения энергии системы по частоте в области низких частот имеет вид

$$S(f) \sim f^{-\beta} \quad (1)$$

с показателем $\beta \sim 1$. Явление фликкер-шума встречается практически во всех областях исследований, в которых приходится иметь дело со сложными системами, и характерно для существенной части изучаемых в настоящий момент физических, биологических, геофизических и социальных систем [1,2,3,4,5].

В работе анализируются временные ряды котировок американских акций, и демонстрируется схожесть их спектрального разложения со спектром фликкер-шума, представляющим собой степенную зависимость. На основании значений временного ряда в скользящем окне перед текущим моментом строится численный показатель, аналогичный показателю β и представляющий собой наклон графика преобразования Фурье отрезка временного ряда в этом окне в двойных логарифмических координатах. Исследуется статистическая зависимость между величиной этого показателя в скользящем окне перед текущим моментом и размером события, возникающего в исследуемой системе в тот же промежуток времени в будущем.

На основании полученных результатов строится прогнозный алгоритм, объявляющий «тревогу» (сигнал ожидать в ближайшем будущем крупное событие) при попадании показателя β в определенную «критическую» область. Строится зависимость между долей времени, проведенного в состоянии тревоги, и долей предсказанных крупных событий от их общего числа на всем протяжении временного ряда, для нескольких различных характерных размеров крупного события и для нескольких различных временных рядов котировок акций.

На основании полученных зависимостей делается вывод о хорошем качестве предлагаемого прогнозного алгоритма для самых сильных событий, достаточно неплохом – для событий среднего размера и прогнозе практически с вероятностью 0.5 (что эквивалентно подбрасыванию монетки) для самых слабых из событий значительного размера.

Литература

1. Dutta P., Horn P.M. Low-frequency fluctuations in solids: 1/f noise// Reviews of Modern Physics 1981. V.53, N3, p.497-516.
2. Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized Criticality// Phys. Rev. A. 1988. V.38, N1, p.364-374.
3. Vattay G., Harnos A. Scaling behavior in daily air humidity fluctuations// Phys. Rev. Lett. 1994. V.73, p.768.
4. Solé R.V., Manrubia S.C., Benton M., Bak P. Self-similarity of extinction statistics in the fossil record// Nature. 1997. V.388, p.764-767.
5. Bak P. How nature works: the science of self-organized criticality. – Springer-Verlag New York, Inc. 1996. – 205 p.