СООБЩЕНИЯ

Д.С. Жуков, Ю.И. Мовчко

D.S. Zhukov, J.I. Movchko

Некоторые аспекты идентификации розового шума в социальных процессах: метод смещённых суб-периодов

Some aspects of the identification of pink noise in social processes: method of sliding sub-periods

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект № 14-06-00093а «Приложение теории самоорганизованной критичности к изучению исторических процессов»

Аннотация, abstract: Рассматривается методологическая проблема, связанная с обнаружением и интерпретацией розового шума (как атрибута самоорганизованной критичности) и шумов иных типов в рядах данных, генерируемых социальными системами.

The authors examine the methodological problems associated with the detection and interpretation of the pink noise (as an attribute of self-organized criticality) and other types of noise in the data series generated by social systems.

Ключевые слова, keywords: самоорганизованная критичность, розовый шум, социальные процессы, история, self-organized criticality, pink noise, social processes, history

Авторы, authors: Жуков Дмитрий Сергеевич – Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, кандидат исторических наук, доцент кафедры международных отношений и политологии, ineternatum@mail.ru

Мовчко Юлия Игоревна – Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, программист, сотрудник Центра фрактального моделирования, ineternum@mail.ru

Zhukov, Dmitry S. – Tambov State University, Tambov, Russian Federation, PhD, associate professor of the International Relations and Political Science Department, ineternatum@mail.ru

Movchko, Julia I. – Tambov State University, Tambov, Russian Federation, programmer, fellow at the Center of fractal simulation, ineternum@mail.ru

УДК 303.094

Поступила в редакцию: 02.11.2016

Принята к печати: 02.11.2016

© Д.С. Жуков, Ю.И. Мовчко, 2016

Проблема и задача

Приложение теории самоорганизованной критичности (СОК) [Бак, 2013; Bak, Tang, Wiesenfeld, 1988; Sneppen, Bak, 1995; Kron, Grund, 2009; Шибков и др., 2011] к исследованию социальных процессов является эвристически продуктивным подходом [Бородкин, 2005; Cederman, 2003; Brunk, 2001; Roberts, Turcotte, 1998; Picoli и др., 2014]. Идентификация розового шума как атрибута СОК осуществляется на основании величины показателя (α) степенного закона, описывающего распределение мощности сигнала по частотам (если таковой закон наблюдается в результатах спектрального анализа). Для розового шума α≈1. Как показали наши работы [Жуков, Лямин, 2015], приемлемая величина погрешности при идентификации розового шума достигается на, как минимум, 75-ти точках исходных данных. Такое же количество данных позволяет судить о наличии коричневого (броуновского) шума (α≈2). Если α≈0, можно предполагать наличие белого шума, хотя для строгой его идентификации требуется существенно большее количество данных и иной инструментарий.

Изменение «цвета» шума в исследуемом сигнале свидетельствует о времени, направлении и величине трансформации системы, которая этот сигнал генерирует. Этот приём был использован нами для выявления изменений в исторических объектах [Жуков, Канищев, Лямин, 2014; Жуков, 2016].

Для более точной хронологической локализации изменений мы предложили использовать индекс метаморфизации (m), который – в отличие от α – может быть сопоставлен с более коротким промежутком времени (например, 10 точек данных – 10 лет или 10 месяцев) [Жуков, Канищев, Лямин, Мизис, 2015]. Индекс m вычисляется на основании приращений величины α на нескольких вложенных отрезках (суб-периодах), каждый из которых длиннее предшествующего на одну декаду (10 точек данных), – см. рисунок 1.

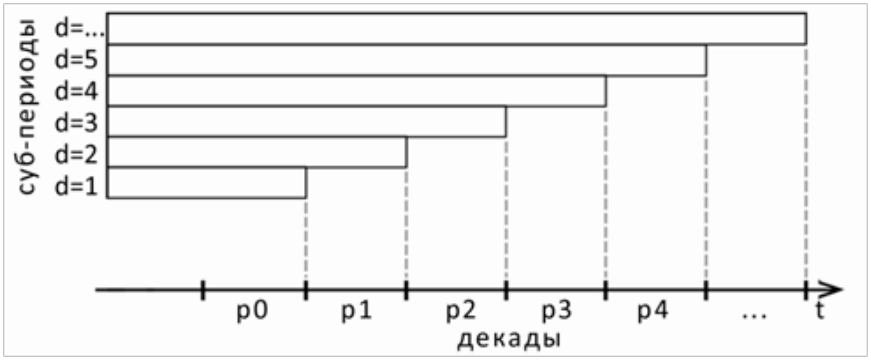

Рисунок 1. Вложенные суб-периоды для вычисления *m*

Безусловным достоинством этого метода является то, что его результаты могут быть напрямую подвергнуты качественной интерпретации. Значительные скачки и падения индекса, как показали наши исследования, индикатируют качественную трансформацию исторических объектов – например, рисунок 2.

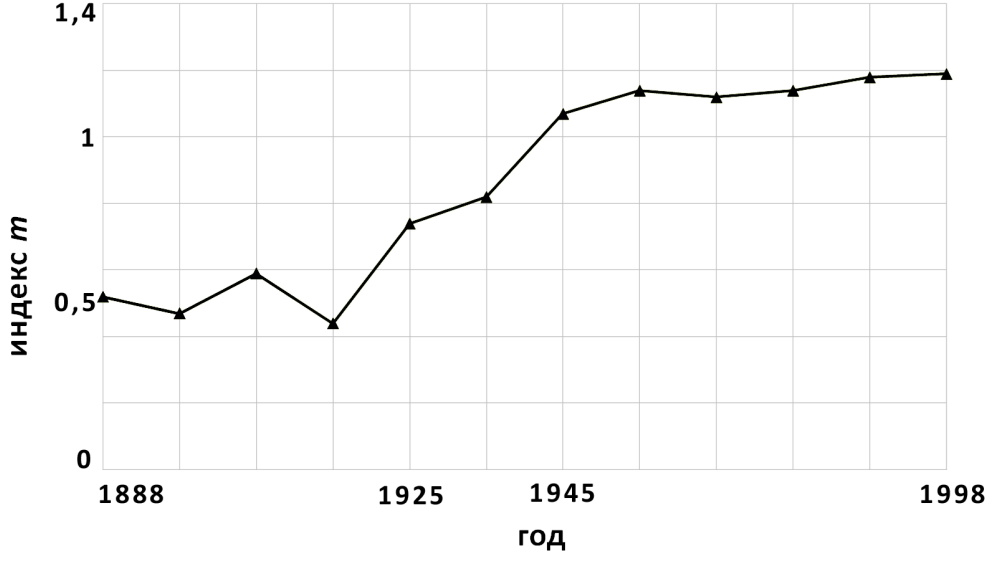

Рисунок 2. Динамика индекса *m* для рождений
в селе Малые Пупки Тамбовской области
в XIX – XX веках

Спецификой этого метода является то, что замеры величины α делаются на отрезках разной длины, что теоретически может влиять на результат измерений. В социальной сфере мы имеем дело, как правило, с относительно небольшими наборами исходных данных (даже если мы располагаем данными за столетие, то это, обычно, погодовые данные). Следовательно, общий исходный период может быть разбит на небольшое количество суб-периодов, длины которых, хотя и различается, но не значительно. Поэтому в социальных исследованиях искажения m, вызванные различиями в длинах суб-периодов, в большинстве случаев, не влияют на способность метода индикатировать качественные трансформации в системах.

Следует отметить также, что результаты более поздних суб-периодов могут оказаться под влиянием эффектов, накопившихся в течение предшествующих суб-периодов. Для изучения исторических процессов, которые обладают долговременной памятью, это особенность метода не является недостатком.

Тем не менее, мы считаем необходимым разработать такой инструмент локализации изменений α во времени, который был бы лишён некоторых особенностей индекса m. Этот метод был бы полезен при рассмотрении некоторых современных социальных процессов, которые обеспечены длинными наборами данных и имеют менее долговременную память – например, Интернет-активность или электоральное поведение. **Мы условно обозначили этот инструмент как «метод смещённых суб-периодов».**

Метод смещённых суб-периодов

Сущность данного инструмента заключается в том, что общий исследуемый период разбивается не на вложенные суб-периоды разной длины (см. рисунок 1), а на смещённые (например, на 10 точек) суб-периоды одинаковой длины (см рисунок 3).

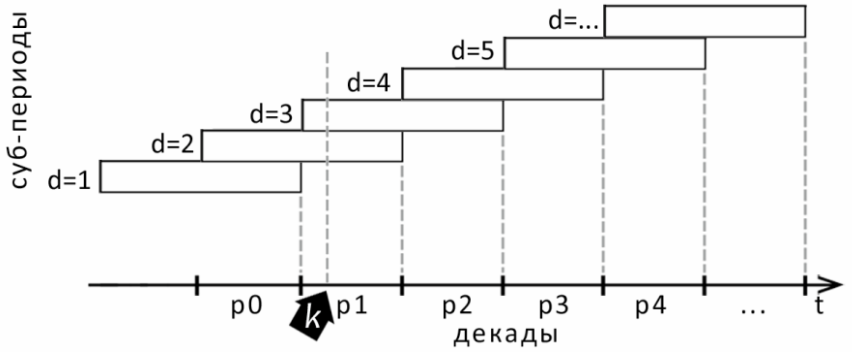

Рисунок 3. Смещённые суб-периоды

Для каждого суб-периода (если он более 75 точек) можно рассчитать α. В этом случае длины суб-периодов, будучи одинаковыми, не влияют на результаты сравнения величин α разных суб-периодов. Кроме того, по мере «продвижения» в будущее (прибавление поздней декады) каждый суб-период «забывает» наиболее далёкое прошлое, «теряя» самую раннюю декаду.

Особенностью метода является то, что мы не можем напрямую интерпретировать изменение α (разницу между величинами α «соседних» суб-периодов). Ведь мы не можем (без соответствующих качественных сведений) локализовать во времени причину изменений – имела ли она место в начале каждого субпериода или в самом его конце.

Тем не менее, этот метод представляется, во-первых, безукоризненно точным и, во-вторых, достаточно эвристически продуктивным. В частности, мы можем сопоставить с каждым моментом времени несколько величин α в зависимости от того, в какие суб-периоды включён этот момент. Это своего рода «суперпозиции»я α может быть качественно интерпретирована. Так, на рисунке 3 момент времени k может быть охарактеризован набором величин α, измеренных для суб-периодов 2 и 3.

В качестве примера рассмотрим динамику террористической активности в Испании.

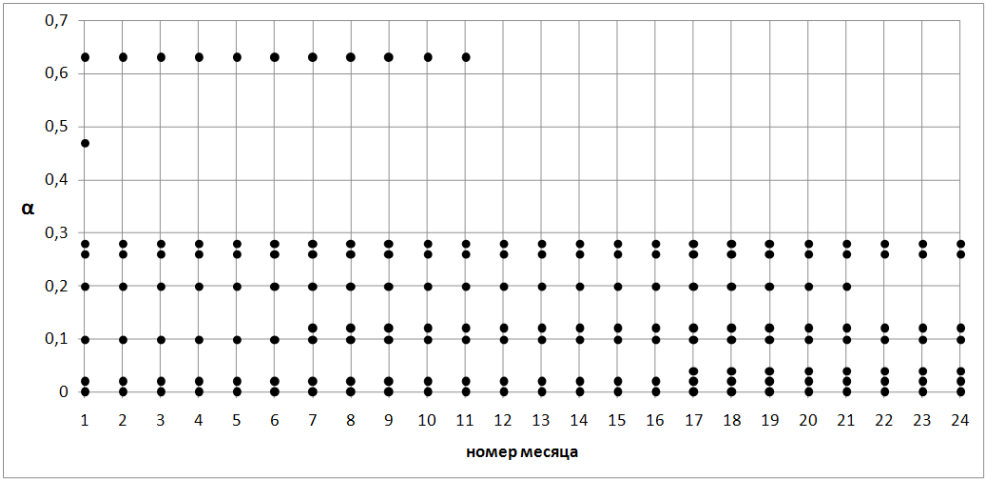

Рисунок 4. Набор величин α, характеризующих помесячную динамику террористической активности в Испании с начала 1993 (месяц 1) по конец 1994 года (месяц 24)

Исходные данные представляют собой числовой ряд, включающий помесячные количества террористических актов в Испании с 1971 по 2000 год. Эти данные были извлечены из БД Global Terrorism Database, которая поддерживается консорциумом START при Мэрилендском университете [National, 2013].

Разобьём этот ряд на смещённые субпериоды по 75 точек (75 месяцев) и вычислим α для каждого субпериода.

На рисунке 4 представлен отрезок из 24 месяцев, на котором заметно изменение типа террористической активности. Если начальные месяцы, очевидно, включены в субпериоды с высокой величиной α, по последние месяцы имеют наборы α, не содержащие высокие показатели α. То есть террористическая активность хаотизируется. В целом, такая ситуация соответствует исторической реальности. Известно, что именно в этот период происходил переход баскских сепаратистов от террористической деятельности к легальной борьбе. Этот переход, тем не менее, сопровождался всплесками террористической активности.

Заключение

Метод смещённых суб-периодов является инструментом отслеживания изменений типа шума, что позволяет локализовать во времени трансформацию социальных систем с довольно высоким разрешением. Метод смещённых субпериодов может применяться как совместно с индексом m, так и вместо него (при рассмотрении таких процессов, для которых метод смещённых суб-периодов оказывается более продуктивным).

Литература

Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized Criticality // Physical Review A. 1988. Vol. 38. № 1. P. 364–374.

Brunk G.G. Self-Organized Criticality: A New Theory of Political Behaviour and Some of Its Implications // British Journal of Political Science. 2001. Vol. 31. № 2. P. 427–445.

Cederman L.-E. Modeling the Size of Wars: From Billiard Balls to Sandpiles // American Political Science Review. 2003. № 1. P. 135–150.

Kron T., Grund T. Society as a Self-Organized Critical System // Cybernetics & Human Knowing. 2009. Vol. 16. № 1-2. P. 65–82.

National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (START). (2013). Global Terrorism Database [Data file]. http://www.start.umd.edu/gtd

Picoli S., Castillo-Mussot M. del, Ribeiro H. V., Lenzi E. K., Mendes R. S. Universal bursty behaviour in human violent conflicts // Scientific Reports. 2014. Vol. 4. P. 1–3.

Roberts D.C., Turcotte D.L. Fractality and Self-Organized Criticality of Wars. Fractals. 1998. Vol. 6. Issue 4. P. 351–358.

Sneppen K., Bak P., Flyvbjerg H., Jensen M.H. Evolution as a self-organized critical phenomenon // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1995. Vol. 92. № 11. P. 5209–5213.

Бак П. Как работает природа: теория самоорганизованной критичности. М.: УРСС, 2013. 276 с.

Бородкин Л.И. Методология анализа неустойчивых состояний в политико-исторических процессах // Международные процессы. 2005. Т.3. №7. С. 4-16.

Жуков Д.С. Эвристические возможности теории самоорганизованной критичности в исследовании террористической и экстремистской активности // PolitBook. 2016. № 1. С. 6-26.

Жуков Д.С., Канищев В.В., Лямин С.К. Возможности использования теории самоорганизованной критичности в изучении демографических процессов в российском позднем аграрном обществе // Историческая информатика. 2014. №1. С. 70-91.

Жуков Д.С., Канищев В.В., Лямин С.К. Мизис Ю.А. Опыт изучения истории российского хлебного рынка средствами теории самоорганизованной критичности // Историческая информатика. Информационные технологии и математические методы в исторических исследованиях и образовании. 2015. № 1. С. 59-72.

Жуков Д.С., Лямин С.К. Проблемы идентификации розового шума в исторических данных // Fractal Simulation. 2015. № 1. С. 17-23.

Шибков А.А., Желтов М.А., Михлик Д.В., Золотов А.Е. Физика и геометрия фракталов. Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2011. 135 с.