

Свойства сопряжения в долевых тенденциях медленных и быстрых волн динамических рядов биологических и экономических систем

Анатолий Борисович Шутов

Сочинский государственный университет, Россия
354000, г. Сочи, ул. Советская, 26а
Старший преподаватель

Аннотация. В статье рассматривается развитие метода долевых тенденций, которое дало возможность определять сопряжение в тенденциях между разного типа волн показателей одного динамического ряда в период реагирования подуровней подсистемы на внешние воздействия.

Ключевые слова: свойства больших систем, функционирование подуровней, сопряжение между макро- и микроколебаниями.

УДК 37

Сложные самоорганизующиеся системы состоят из множества соподчиненных иерархических уровней, управляющих работой тех или иных органов и функций системы в приспособительных реакциях на внешние воздействия. Измеренные динамические показатели этой работы могут отражать тенденции силы, активности и продолжительности эволюционных или инволюционных процессов. Кроме того, тенденции могут отражать механизм включения или выключения различных уровней управления, а также говорить о характере связи и величине сопряженности в их работе [1, 2].

В исследовании тенденций динамики часто прибегают к показателю энтропии К. Шеннона. Энтропия позволяет определить степень упорядоченности сигналов. При вычислении энтропии используется свойство логарифмов. Логарифмирование последовательных амплитуд прироста параметров дает возможность определять количество переданной информации при изменениях в колебаниях динамического ряда [3].

Амплитуда прироста является важным показателем изменения вертикальных или горизонтальных величин, которые можно признать свойством одномерности в многомерном пространстве. Два одинаково размерных ряда из последовательно убывающих или возрастающих амплитуд, выраженных величиной энтропии, в данном случае будут равны. Данное равенство, однако, не дает возможности судить об изменении тенденций в двумерном пространстве [4].

Для двумерного пространства характерно двунаправленное движение. Характеристикой изменения движения является показатель угла наклонной линии. Графики, имеющие волны положительных и отрицательных тенденций, могут быть описаны степенными уравнениями. Каждая из высоких или низких волн различается в повышательных или понижательных тенденциях, и в них также нет абсолютной симметрии. Чтобы измерить информативность изменения тенденций, в исследованиях чаще прибегают к разложению показателей ряда динамики на волны различного диапазона, где по исследуемому динамическому ряду методом скользящих средних или вычисления полиномиальных уравнений получают разного типа волны [2].

Увеличение некоторого сопряжения между разного типа волн одного динамического ряда происходит в биологических системах, функционирование которых испытывает напряжение в работе (см. рис. 1). Предполагается, что более частая смена тенденций в высоких волнах характеризует влияние внешних воздействий, а в более медленных волнах отражены процессы развития, или адаптации базового подуровня (или нескольких подуровней) в иерархии данной системы [5].

Для учета тенденций в волнах динамического ряда нами предлагался метод долей. Долевой параметр дает возможность определять и сравнивать величину тенденции в различных по протяженности динамических рядах. Преобладание положительных или отрицательных тенденций определяется долей активности, величина которой имеет знак (+) или (-). Доля активности и доля участия составляет показатель кумулятивной емкости тенденций динамического ряда [1].

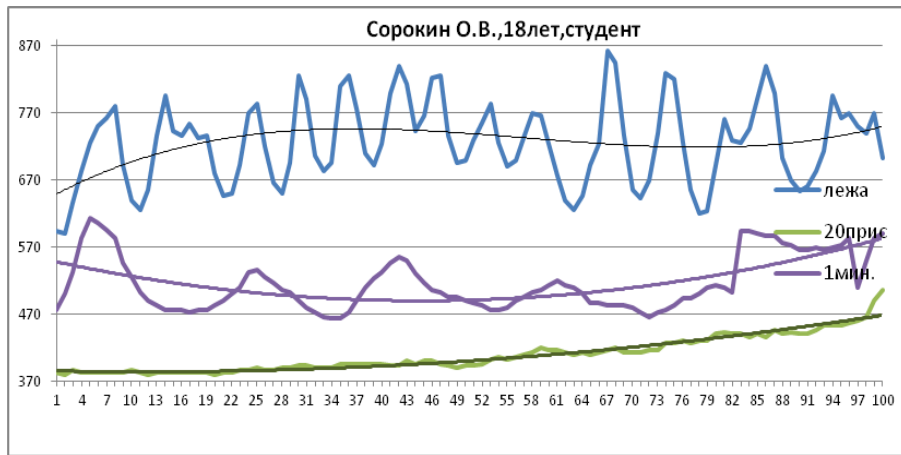


Рис. 1. R-R интервалы ЭКГ: в покое лежа, после 20 приседаний и после 1 минуты отдыха [6]

Развитие нами метода доленых тенденций дало возможность также сравнивать сопряжение в тенденциях между разного типа волн одного динамического ряда [2, 6].

Для определения показателя резерва динамического сопряжения (РДС) между волнами высокого и низкого диапазонов предлагается внести некоторые вычислительные дополнения в метод долевого участия тенденций [2, 6]. Доли прироста определяются из отношения частности прироста к доле.

$$B_i = (p_{i+1} + p_i) \times \pi / \text{Arccos} \angle \alpha \quad (1)$$

Условная доля прироста в свою очередь представляет отклонение динамики прироста от динамического стандарта (h_{i+1}):

$$\Delta B_{ij} = 1 - (B_{i+1} - h_{i+1}). \quad (2)$$

Этот показатель позволяет рассматривать повышательные и понижительные тенденции динамики в доленых величинах прогнутых и выпуклых дуг (см. рис. 2). Если этот показатель связывать с эволюционным и инволюционным процессом, то он будет отражать цикличность [1].

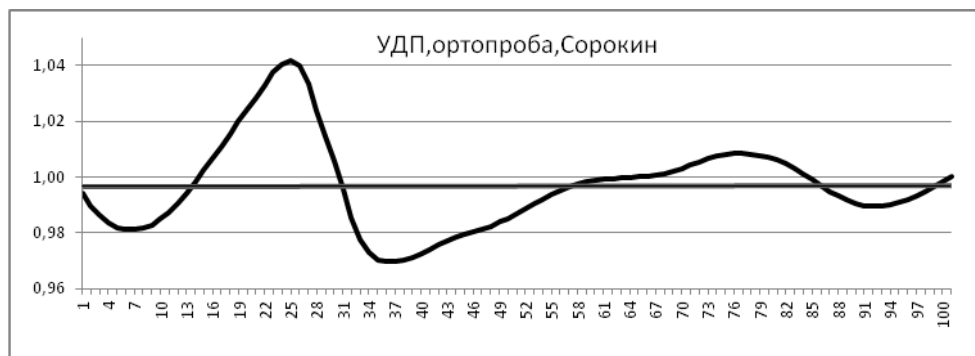


Рис. 2. Цикличность доленых тенденций быстрых волн. Здесь медленные волны выбраны методом индекса приростов [6]

Сравнивая графики на рис. 2 и на рис. 3, мы видим полное совпадение дуг (циклов) с тенденциями. Прогнутая дуга под изолинией на рис. 2 отражает во временном интервале понижительную тенденцию, а выпуклая – повышательную тенденцию. Известно, что в понижении ритма сердца в организме человека участвует парасимпатическая система, а в учащении – симпатическая [5].

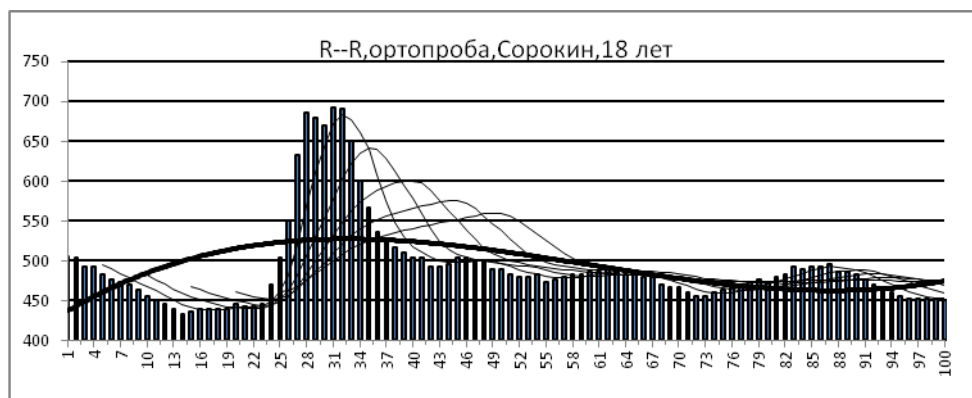


Рис. 3. Гистограмма R-R интервалов электрокардиограммы ритмов сердца с разными скользящими средними и полиномиальной кривой

По уже известным формулам, в двумерной модели находятся условные доли участия ΔB_T и ΔB_{om} . Эти данные и представляют основу для определения величины резерва динамического сопряжения (РДС).

$$РДС = 1 / \sqrt{\frac{\sum (B_{T+1} - B_{OT+1})^2}{n-1}}. \quad (3)$$

Как показали наши исследования, чем большее напряжение испытывается в работе сопряженных иерархических уровней управления, тем больше величина РДС [2, 6]. В таблице 1 представлены расчетные данные РДС между разного типа волн сердечного ритма при различных тестовых нагрузках на организм у студента [6].

Таблица 1

Показатель РДС между тенденциями макро- и микроколебаний и показатель индекса напряжения (ИН)

Показатель	В покое,	Стоя	После 20 приседан	После 1 мин.
РДС	0,09	0,06	0,66	0,33
ИН	41	126,9	178,6	104,2

В кардиологии принято считать, что диапазон высоких волн (микроколебания) в ритмах сердца больше характеризует частоту дыхания, а диапазон низких волн (макроколебания) отражает метаболические процессы. На гистограммах разных электрокардиограмм (см. рис. 1) мы наблюдаем совмещенные ритмы высоких и медленных волн. Так, в динамическом ряде после физической нагрузки произошло значительное сближение высоких и медленных волн, что привело, соответственно, к увеличению сопряжения: РДС=0,66. Самый низкий показатель сопряжения оказался в ортостатической пробе после перемещения обследуемого из положения «лежа» в положение «стоя» (0,06): большой всплеск колебаний (инцизура) быстро прошел, но это воздействие было зафиксировано и отражено в показателе РДС. Преимущество показателя РДС состоит в том, что динамический ряд параметров не расчленяется и не ранжируется, как при вычислении ИН, в нем сохраняются все признаки адаптивных реакций регуляции сердечного ритма [6].

С помощью предложенного метода были также определены сопряжения в тенденциях динамики акций на Московской межбанковской валютной бирже [2].

На графиках рис. 4 мы визуально видим, что колеблемость курса акций Роснефти отличается от колеблемости курса акций Сбербанка как в диапазоне высоких, так и в диапазоне низких волн.

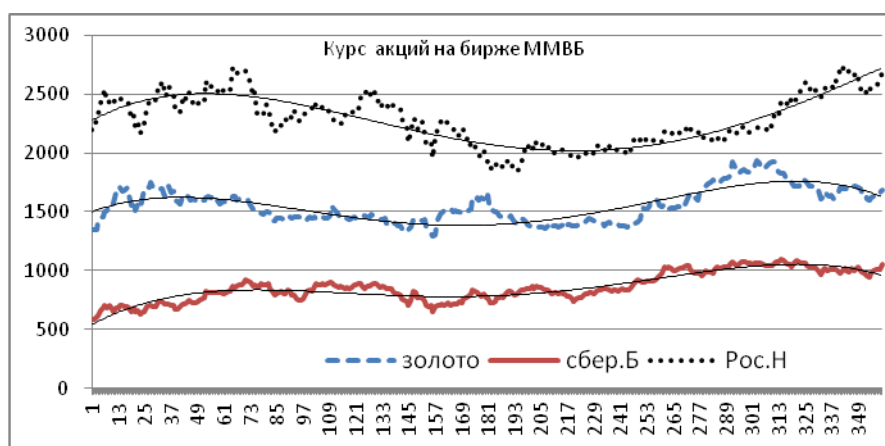


Рис. 4. Динамика курса акций на бирже ММВБ
с 01.10.2009 г. по 24.03.2011 г.

По индикации данных графика и полученным величинам РДС (см. табл. 2) можно сделать вывод, что за данный период времени тенденции макро- и микроколебаний акций Сбербанка были сопряжены в большей мере, а взлеты и падения курса были менее значительны, чем акции Роснефти и золота. Колебания цен акций Роснефти были более непредсказуемы, а незначительный начальный подъем в дальнейшем сопровождался длительным спадом.

Таблица 2

**Показатель РДС между тенденциями макро-
и микроколебаниями цен**

Золото	Роснефть	Сбербанк
0,052	0,079	0,25

Индикаторы общей тенденции (ОТ) и тенденции (Т) могут пересекаться и меняться местами (см. рис. 6), что говорит о преобладании макро- (Т) или микроколебаний в тенденциях.

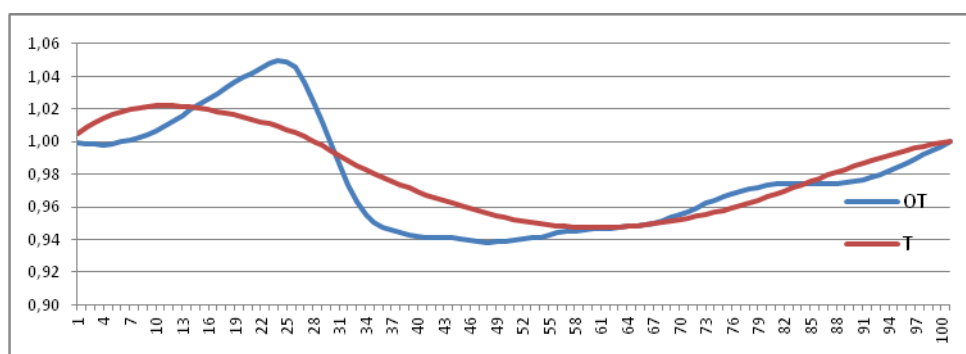


Рис. 6. Долевые тенденции медленных (Т) и быстрых волн (ОТ)
R-R интервалов ЭКГ [6]

Долю участия тенденций и кумулятивную ёмкость, видимо, можно отнести к первично-фундаментальным свойствам больших систем (свойство мультипликативности), означающее, что эффекты долевой активности как положительные, так и отрицательные, обладают свойством умножения [8].

Примером тому являются визуально просматриваемые на вышеприведенных графиках выпуклые и прогнутые дуги (циклы) долевой активности, которые в конечном итоге вычислений определяются долей участия и долей активности. Долю участия тенденций также определяет однонаправленность действий в системе [9], которая приводит к усилению конечного результата (свойство синергичности).

Тенденции медленных и быстрых волн могут не совпадать с целевой функцией самой большой системы, появляются качественно новые свойства у организованной системы – это кумулятивная емкость положительных или отрицательных тенденций, а так же резерв динамического сопряжения между разного типа волн (свойство эмерджентности).

Различия в показателях РДС, которые были получены в результате исследования разных динамических рядов, видимо, связаны с диапазоном неопределенности в деятельности подсистем [8]. Так, социальная подсистема обладает большей неопределенностью, чем биологическая. Подуровни в одной и той же системе могут быть жесткими или мягкими. Мягкие – характеризуются более высокой чувствительностью к внешним воздействиям, и вследствие этого – слабой устойчивостью. Жесткие – обладают большой устойчивостью к внешним воздействиям, и следовательно, слабо реагируют на небольшие воздействия. Некоторые подуровни могут обладать аморфными свойствами и в процессе адаптации приобретать жесткость или, наоборот, становиться мягкими [6].

Согласно классификации, в таблице 3 представлены полученные нами результаты РДС, которые распределены по подсистемам.

Таблица 3

Диапазоны неопределенности подуровней в различных подсистемах

ПОКАЗАТЕЛЬ	экономическая			Биологическая							
	Колебание цен			Ритмы сердца			Вредители растений			Физич. развитие	
	золото	Роснефть	Сбербанк	ЭКГ лежа	ЭКГ стоя	ЭКГ после физич.	Грушевая Плодож.	Калиф. щитовка	Пульвина рия	Прирост массы	Прирост роста
РДС	0,05 2	0,07 9	0,25	0,09	0,06	0,66	0,26	0,28	1,51	5,88	7,07

Проведенные исследования выявили, что в разных динамических подсистемах функционирование подуровней может приобретать различную степень жесткости. Генетически зависимые уровни прироста массы и роста у человека обладают намного большей степенью жесткости в реагировании на внешние воздействия, чем регуляция частоты сердечного ритма.

Примечания:

1. Шутов А.Б., Лобова О.Е., Семенчук В.С. Метод долевого участия в исследовании тенденций динамики параметров физического развития у человека // Вестник СГУТиКД. 2011. № 3 (17). С. 231-238.

2. Шутов А.Б. Определение сопряжения между макро- и микроколебаниями в тенденциях динамики акций на рынке ММВБ // Приволжский научный вестник. 2011. № 3. С. 68-71.

3. Шеннон К. Математическая теория связи / В кн.: Работы по теории информации и кибернетике. М.: ИИЛ, 1963. С. 243-332.

4. Климонтович Ю.Л. Энтропия и информация открытых систем. http://kirsoft.com.ru/freedom/KSNews_228.htm

5. Хаютин В.М., Лукошкова Е.В. Спектральный анализ колебаний частоты сердечбиений: физиологические основы и осложняющие его явления // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 1999. № 85 (7). С. 893-909.

6. Шутов А.Б., Семенчук В.С. Определение сопряжения между макро- и микроколебаниями в тенденциях динамических рядов сердечного ритма // «Приволжский научный вестник», 2011. № 4. С. 107-113.

7. Голицын Г.А., Левич А.П. Вариационные принципы в научном знании // Философские науки. 2004. № 1. С. 105-136.

8. Организация как система. Под ред. С.В. Богданова, <http://www.standard-company.ru/standard-company6.shtml>

9. Шутов А.Б., Остапук В.И., Лобова О.Е. Циклическое моделирование и прогноз

изменений в окружающей природной среде // Тез. докл. 7-й Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы, инновационные подходы и перспективы развития индустрии туризма». Сочи: СГУТиКД, 2007. С. 150-155.

Coupling Properties in Fractional Potential of Slow and Fast Waves of Biological and Economic Systems Time Series

Anatoly B. Shutov

Sochi State University, Russia
26a Sovetskaya Str., Sochi 354000
Senior Instructor

Abstract. The article is concerned with the development of fractional potential, which enabled to define coupling in potential of different types of waves of one row time series during subsystem sublevels respond to the environment.

Keywords: large-scale systems features, sublevels functioning, macro- and microvibration coupling.

UDC 37
