

# ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ В СТРАНАХ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ ФИНАНСОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

О.Ю.Урицкая<sup>1</sup>, В.М.Урицкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра управления в социально-экономических системах,  
Санкт-Петербургский государственный технический университет

<sup>2</sup>Кафедра Физики Земли, Санкт-Петербургский государственный университет

**Abstract.** We present results of fractal analysis of currency exchange rate fluctuations in several groups of countries with different financial and economical systems during the period 1995-2000. We apply the C.K.Peng's detrended fluctuation analysis and show that it can be used as a sensitive tool for identifying inflation trends and revealing unstable regimes in currency dynamics over broad range of temporal scales. The developed criteria allow us to characterize the efficiency of the governmental monetary control in under the conditions of economic crisis and crash of domestic monetary systems.

## Введение и метод

Принято считать, что от гибкости финансового регулирования в стране зависит устойчивость экономической системы к критическим и кризисным событиям. Одним из наиболее универсальных и объективных показателей состояния экономической системы любого государства является цена ее денежной единицы на международном рынке, обычно называемая курсом национальной валюты [1-3]. Этот параметр может служить как индикатором уровня развития экономики страны, так и объектом целенаправленного государственного управления. По флуктуациям курса валюты можно судить о том, каким образом государство контролирует нежелательные события в экономике.

С целью отремеления различий между системами финансового регулирования нами были исследованы временные ряды ежедневных среднесуточных значений курсов семидесяти восьми национальных валют по отношению к доллару США в странах с разным уровнем экономического развития в период с 1.08.1995 по 9.01.2001.

Анализ временных рядов проводился для следующих групп стран:

1. Основная группа наиболее развитых стран по принятой международной классификации (Австралия, Великобрита-

ния, Греция, Канада, Новая Зеландия, Норвегия, Швеция и Япония). Валюты стран, жестко привязанные к курсу ЭКЮ, были представлены этой единой европейской валютой. Менее развитые страны с устойчивыми финансовыми системами (Венгрия, Израиль, Латвия, Мексика, Польша, Чехия, Чили, Эстония и др.) выделены в группу 1а.

2. Страны с высоким уровнем инфляции без финансовых кризисов (Гонконг, Колумбия, Перу, Румыния, Турция, Ю.Африка и др.)

3. Страны со “ступенчатым графиком” валютных курсов, объясняющимся политикой сдерживания значения валюты в определенных границах или ограничения флуктуаций (Венесуэла, Египет, Индия, Казахстан, Китай, Украина и др.).

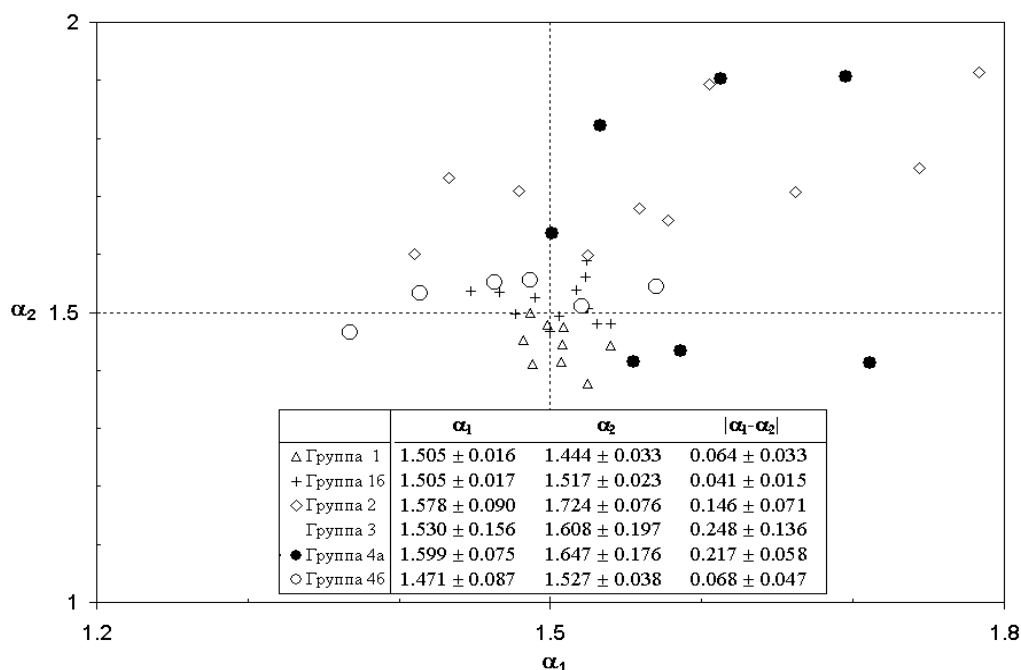
4. Страны, перенесшие валютный кризис (Россия, Болгария, Бразилия, Эквадор, Индонезия, Ю. Корея, Тайвань). Временные ряды валютных курсов этих стран были разделены на отрезки до (группа 4а) и после кризиса (группа 4б), исключая сам кризис.

Из рассмотрения были исключены 10 стран с фиксированным уровнем курса валют (Куба, Ирак, Иран и др.) и пять стран с редкими валютными торгами (Монголия, Гватемала и др.)

Для анализа временных рядов нами был использован метод С.К.Пенга [4-6], позволяющий определить фрактальный индекс  $\alpha$  ряда как функцию временного масштаба  $T$ . Этот индекс характеризует автокорреляционную структуру приращений временного ряда. Если на определенном временном масштабе  $\alpha < 1.5$ , корреляции между приращениями временного ряда отрицательны; при  $\alpha > 1.5$  корреляции положительны, и при  $\alpha = 1.5$  временной ряд имеет независимые приращения. Перечисленные критерии

были использованы нами при анализе инфляционных трендов и сравнительном анализе систем валютного регулирования. Временные ряды анализировались на масштабах  $T = 4 \dots 30$  и  $30 \dots 90$  суток. Значения индексов Пенга, соответствующие этим масштабам, обозначались соответственно как  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Сравнение средних по группам значений показателей производилось при уровне значимости  $p=0.05$ .

Полученные данные приведены на рисунке и сопоставляются ниже.



Распределение значений фрактальных индексов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  флуктуаций валютных курсов по выделенным группам стран. Данные по группе 3 показаны только в таблице.

## Результаты и обсуждение

1. *Основная группа развитых стран.* Индекс  $\alpha_1$  в этой группе оказался близок к значению 1.5, что говорит об отсутствии выраженных корреляций между приращениями значений временных рядов на масштабах короче месяца. Как известно, этот режим флуктуаций рыночных показателей отвечает классическим представлениям об эффективном рынке [2], согласно которым рыночная цена объекта

торговли (в данном случае - национальной валюты) должна полностью отражать существующую на данный момент времени конъюнктуру спроса и предложения. Гипотеза эффективного рынка не допускает получение полезной информации непосредственно из динамики ценового показателя, что равносильно отсутствию корреляций между его приращениями, взятыми с любым временем задержки.

На интервалах больше месяца значения индекса Пенга в рассматриваемой группе

стран оказались достоверно ниже уровня 1.5. Наблюдаемый эффект указывает на антиперсистентное поведение крупномасштабных трендов [2] и позволяет предположить, что, в отличие от более быстрых колебаний, долговременная динамика валютных курсов в развитых странах находится под контролем государства. Такое регулирование, направленное на стратегическое сдерживание инфляционных процессов, осуществляется в гибкой форме, поскольку не препятствует "плавающим" курсам валют.

1а. *Менее развитые страны с устойчивой валютной регуляцией.* Фрактальные индексы в этой группе также лежат в области значений, отвечающих гипотезе эффективного рынка. Данное наблюдение согласуется с относительно благоприятной экономической ситуацией в этих странах. Отличие от группы 1 состоит в достоверно более высоком значении показателя  $\alpha_2$ , статистически близком к 1.5, что свидетельствует об отсутствии корреляций в динамике крупномасштабных трендов и указывает на отсутствие стратегических механизмов контроля над инфляцией.

2. *Страны с неконтролируемой инфляцией.* Показатель  $\alpha_2$  для всех стран этой группы существенно превышает уровень 1.5. Этот факт указывает на достоверные положительные корреляции приращений на длительных масштабах времени, приводящие к формированию стабильных крупномасштабных инфляционных трендов. Как показывают значения  $\alpha_1$ , в некоторых из этих стран (Боливии, Гонконге и Южной Африке) инфляцию удавалось сдерживать на более коротких масштабах времени, однако на длительных интервалах этот процесс выходит из под контроля.

3. *Страны со "ступенчатой" регуляцией валютного курса.* Группа характеризуется широкими доверительными интервалами фрактальных параметров, указывающими на ее значительную неоднородность. Общей характеристикой группы является существенное отклонение  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  от значения 1.5, что указывает на

неэффективность валютного управления. Кроме того, для большинства стран соблюдается условие  $\alpha_2 > \alpha_1$ , говорящее об преобладании крупномасштабных трендов в инфляционной динамике. На примере рассматриваемой группы можно видеть, что инфляционные процессы сопряжены с существенным изменением корреляционной структуры валютных колебаний, которое не может быть адекватно отражено с помощью обычно используемого процентного показателя инфляции и требует применения фрактального подхода.

4а. *Страны в периоды перед валютными кризисами.* Данная группа стран отличается достоверно увеличенным по отношению к уровню групп 1 и 1а значением показателя  $\alpha_1$ , отражающим плохо контролируемую инфляцию на коротких временных масштабах. В некоторых странах предпринимались попытки обуздать более длительные тренды валютных курсов, на что указывают сниженные или нормальные значения параметра  $\alpha_2$  (Болгария, Индонезия и Тайвань), однако в остальных странах эти тренды контролю не поддавались. В Бразилии, Корее и Тайване одним из признаков предкризисной ситуации было существенное снижение амплитуды быстрых валютных флуктуаций, что могло послужить причиной краха финансовой системы.

Важной особенностью временных рядов валютных курсов в период перед кризисом является нарушение их масштабной однородности, выраженное в существенном расхождении значений индекса Пенга на коротких и длинных временных масштабах. Для количественной оценки этого нарушения нарушения мы использовали величину  $|\alpha_1 - \alpha_2|$ , которая в среднем по рассматриваемой группе составила  $0.217 \pm 0.058$ , что достоверно выше соответствующего значения в странах со стабильной экономикой.

4б. *Страны в периоды после валютных кризисов.* После финансовых кризисов

фрактальные показатели оказались заметно ближе к нормальным значениям, чем до кризисов. Диапазон значений  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  в этой группе статистически не отличим от диапазона значений этих показателей в развивающихся странах. Параметр  $\alpha_2$  по-прежнему достоверно превышает этот параметр в группе 1, однако его значение не отличается от  $\alpha_2$  в группе 1a. Показатель  $|\alpha_1 - \alpha_2|$  в группе 4b значительно ниже, чем в группе 4a, и практически не отличается от основной группы развитых стран, что позволяет говорить о нормализации фрактальной структуры временных рядов в периоды после кризисов.

Полученные значения фрактальных параметров позволяют также проследить различные сценарии выхода стран из кризиса. Хотя этим странам удалось справиться с лишь с обвальной инфляцией, во многих из них крупномасштабные валютные тренды остались без контроля. Особое место в этом ряду занимает Россия, валюта которой обнаруживает четко выраженное государственное контролирование и управление как на коротких, так и на длинных временных масштабах ( $\alpha_1=1.368$ ,  $\alpha_2=1.466$ ). С одной стороны, такое управление играет положительную роль, так как способствует сохранению стабильного курса валюты в течение длительного периода. С другой стороны, как показывает опыт Филиппин и ряда других стран юго-восточной Азии, чрезмерно жесткое регулирование инфляционных трендов может служить предпосылкой к новому кризису. Финансовая устойчивость национальной валюты требует более гибкого государственного вмешательства, рамки которого можно определить по данным группы 1.

Пример более адекватного валютного регулирования в послекризисный период демонстрирует Болгария. В период перед кризисом флуктуации болгарского лева отличались рекордно высоким  $\alpha_1=1.711$  и рекордно низким  $\alpha_2=1.413$ , что объясняется длительной несдерживаемой инфляцией и

чрезмерно жестким регулированием валютного курса на коротких временных масштабах. В послекризисный период валютные колебания нормализовались и в течение двух лет имели устойчивую фрактальную структуру, сходную со структурой курсов валют стран группы 1a.

## Заключение

Полученные данные показывают перспективность использованного фрактального подхода при анализе трендовых показателей курсов национальных валют и получении объективных оценок состояния систем государственного экономического контроля. Эта информация может быть использована для выработки практических рекомендаций по способам валютного регулирования и определения оптимальных стратегий управления финансовыми системами.

Авторы выражают признательность корпорации OANDA (США) за предоставленные данные межбанковских обменных валютных курсов.

## Литература

1. J.Y. Lequarre. Foreign Currency Dealing. In: Time Series prediction: Forecasting the Future and Understanding the Past, Eds. A.S.Weigend and N.A. Gershenfeld, Reading: Addison-Wesley, 1993, p.131-138.
2. E.E.Peters. Chaos and Order in the Capital Markets: a New View of Cycles, Prices, and Market Volatility. New York: John Wiley, 1991.
3. О.Ю.Урицкая. Перспективы применения фрактальных методов анализа к исследованию аперiodических колебательных процессов в экономике. В сб.: Современные проблемы и методы совершенствования управления. СПб.:Изд-во СПбГТУ, 1997. С 142 – 149.
4. H.E.Stanley, L.A.N.Amaral, D.Caning et al. Econophysics: Can Physicists Contribute to the Science of Economics? Physica A, 1999, vol.269, p.156-169.
5. K.Ivanova. Toward a phase diagram for stocks. Physica A, 1999, vol.270, p.567-577.
6. S.V.Buldyrev, N.V.Dokholyan, A.L.Goldberger et al. Analysis of DNA Sequences Using Methods of Statistical Physics. Physica A, 1998, vol.249, p. 430 – 438.