

# Определение оптимального диапазона флуктуаций валютных курсов методом статистической температуры.

Урицкая О.Ю.

## Аннотация.

Финансовая устойчивость национальной валюты предполагает гибкое государственное регулирование и контролирование динамики валютных флуктуаций. С одной стороны, управление валютными колебаниями, в том числе сдерживание инфляционных процессов, играет положительную роль, так как способствует сохранению стабильного курса валюты в течение длительных периодов, что удобно для форвардного заключения сделок, планирования доходов, цен, проведения экспортно-импортных операций, и т.п. С другой стороны, как показывает опыт ряда стран, чрезмерно жесткое регулирование инфляционных трендов может служить предпосылкой к новому кризису.

В качестве непосредственного объекта анализа нами использовались временные ряды нормированных приращений валютных курсов, позволявших прямое сопоставление результатов для разных валют. Было обнаружено, что в области умеренных значений плотность распределения приращений имеет экспоненциальный вид и характеризуется стохастической температурой  $T$ , которая является параметром интенсивности флуктуаций. В группе развитых стран этот показатель составил величину  $4.34 \pm 0.18$  ( $p=0.05$ ), в то время как в развивающихся странах перед кризисом он оказался достоверно ниже ( $0.88 \pm 0.12$ ). В послекризисные периоды показатель  $T$  возрастает до нормы. Обнаруженная закономерность отчетливо прослеживается в до- и послекризисной динамике ряда стран Латинской Америки, Восточной Европы, России, а также стран Азиатского региона. В некоторых случаях неустойчивое поведение валютных рядов было сопряжено не только с уменьшением амплитуды (ослаблением динамики) флуктуаций обменных курсов, но и с изменением формы их распределений. Показано, что отклонение распределения абсолютных значений логарифмических приращений от экспоненциальной формы, связанное с появлением «хвоста» Парето, может служить дополнительным указанием на снижение устойчивости валютного курса. Исследованы закономерности нестационарных изменений статистической температуры, позволившие выявить критическую границу значений  $T$ , за пределами которой финансово-экономическая система неизбежно приходит в критическое функционально неустойчивое состояние.

## Введение

Со времени принятия многими странами плавающей модели курсов национальных валют и перехода к определению цен по результатам электронных биржевых торгов произошло значительное число различных по масштабу и сценарию валютных кризисов, причины которых оказалось трудно выявить однозначно. Позитивный и негативный опыт управления финансово-экономическими процессами, накопленный в одних странах, в большинстве случаев не смог стать полезным для разработки практических рекомендаций в других [1].

На сегодняшний день остается открытым вопрос о признаках правильно функционирующей экономической системы. Практика показывает, что иногда даже длительные периоды нестабильности не приводят к серьезным критическим и катастрофическим событиям, а применение продуманной жесткой системы финансового регулирования, напротив, может повлечь за собой не только ряд нежелательных экономических последствий, но и необратимые структурные изменения во всей системе в целом. Более того, многие существенные финансовые кризисы, в том числе кризис 1998 года в России, произошли в условиях относительной стабильности экономики, использования "валютных коридоров" или применения политики сдерживания инфляционных и других негативных процессов.

Применение теории самоорганизованной критичности (СОК) и фрактальных методов к анализу экономических систем и интерпретации экономических данных является одним из перспективных научных направлений. Фрактальные характеристики динамики системы дают представление о ее функциональной устойчивости [2,3]. Использование методов фрактального анализа к исследованию флуктуаций плавающих валютных курсов может прояснить существенные стороны механизма их динамики для определения закономерностей потери и восстановления устойчивости экономической системы. Это может позволить глубже исследовать первичные причины кризисных явлений в экономике и, в конечном счете, предотвратить их в будущем.

Для предкризисных периодов, как было показано ранее [4], характерны структурные изменения валютных временных рядов, выражающиеся в аномально высоких значениях

фрактального индекса Пенга [5] и пониженным уровнем флуктуаций. С целью определения нормального диапазона амплитуды валютных колебаний, совместимого с устойчивым поведением плавающих валютных курсов, в настоящей работе исследуется параметр интенсивности флуктуаций  $T$ , названный нами стохастической температурой по аналогии с распределением Гиббса в термодинамике.

Под статистической температурой валютного временного ряда понимается параметр  $T$  в экспоненциальной модели распределения абсолютных значений волатильности (подвижности) валютных флуктуаций

$$p(|r_t|) = T^{-1} e^{-\frac{|r_t|}{T}},$$

где  $r_t$  – логарифмические приращения среднесуточных значений валютного курса, рассматриваемые ниже. В рассматриваемом случае параметр  $T$  трактуется как количественная статистическая мера, характеризующая диапазон вариативности фрактальных флуктуаций валютного курса, отвечающий условиям долговременной устойчивости валютной системы. Этот показатель служит оценкой подвижности (волатильности) валютного рынка без учета колебаний, обусловленных его неэффективностью [5], поэтому достаточно точное описание поведения плотности вероятности в широком диапазоне значений  $|r_t|$  может быть получено лишь для статистики изменений обменных курсов устойчивых валют. Экспоненциальная форма распределений (без учета временной динамики) ранее успешно применялась для описания статистики показателей финансовой и деловой активности в США и Великобритании. При этом в качестве аргумента функции распределения рассматривался объем бумажных денег или среднегодовой доход, приходящийся на душу населения [6].

Причинами обращения к такому нестандартному параметру, как статистическая температура, послужили как особенности самой природы фрактальных временных рядов, так и отдельные свойства валютных курсов. Как и многие другие временные ряды в экономических и финансовых системах, последовательности значений обменных курсов валют характеризуются нестационарным поведением, что накладывает ограничения на возможные методы оценки интенсивности валютных флуктуаций. Так, известно, что простейшей мерой амплитуды временного ряда служит его дисперсия, однако для фрактального временного ряда с нормальными значениями фрактальной размерности  $\alpha \approx 1.5$  дисперсия возрастает пропорционально длительности  $\Delta t$  наблюдений, то есть напрямую зависит от периода усреднения:

$$\sigma^2 \sim \Delta t$$

[7], а при более высоких значениях  $\alpha$ , часто наблюдаемых у неустойчивых и кризисных валютных рядов, скорость расходимости с расширением интервала усреднения оказывается еще выше. Очевидно, что такая особенность дисперсии делает ее непригодной для оценки интенсивности валютных флуктуаций. Проблема расходимости снимается при переходе к исследованию последовательности приращений  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ , дисперсия которых, в отличие от дисперсии исходного ряда  $y_t$ , ведет себя устойчиво. В финансовом анализе, как правило, при этом используют так называемые логарифмические приращения [8]

$$r_t = \lg \frac{y_t}{y_{t-1}}.$$

Важное преимущество величины  $r_t$  состоит в том, что она не зависит от единиц измерения валюты, это позволяет сравнивать их между собой.

Другая проблема возникает при анализе структуры распределения абсолютных значений логарифмических приращений некоторых валютных рядов. Из литературы известно, что плотность вероятности приращений устойчивых финансовых показателей обычно имеет экспоненциальный либо гауссов вид [9], что согласуется с гипотезой эффективного рынка и может рассматриваться как проявление закона больших чисел для независимых случайных величин [10]. Однако в случае неэффективности рынка распределения значений  $|r_t|$  могут отклоняться от экспоненциальной формы.

Наиболее характерной формой нарушения экспоненциальной формы распределения является появление так называемого хвоста, связанного с более медленным, чем экспоненциальное, спаданием частоты встречаемости больших значений приращений. Такого рода

статистика в экономических и финансовых системах была впервые обнаружена В. Парето и Г.К. Зипфом и получила впоследствии теоретическое обоснование в работах Б. Мандельброта, использовавшего теорию устойчивых распределений П. Леви [11,12]. В частности, было показано, что во многих случаях поведение хвостов распределений экономических показателей может быть удовлетворительно описано кумулятивным распределением вида

$$P(X > x) \sim x^{-\alpha_p}.$$

где  $\alpha_p$  - индекс Парето. Численное значение  $\alpha_p$  играет важную роль при анализе данных. При  $\alpha_p \leq 1$  как среднее значение, так и дисперсия исследуемой величины расходятся и не могут служить в качестве надежных статистических характеристик; при  $1 < \alpha_p \leq 2$  среднее значение конечно, однако дисперсия расходится. В случае  $\alpha_p > 2$  обе характеристики становятся статистически устойчивы [5].

Однако проверка степенной формы распределения и точное определение индекса Парето является непростой экспериментальной задачей, поскольку требует накопления достаточно большой выборки редких событий, формирующих "хвост" распределения. Провести подробный анализ в отношении распределений логарифмических приращений всех валютных временных рядов невозможно из-за различий в длительности наблюдений, поэтому использование метода косвенного учета возможных отклонений распределения приращений экспоненциального вида, основанный на оценке статистической температуры валютных колебаний, дает более полные и достоверные результаты.

## Методика

С целью определения диапазона амплитуды валютных колебаний, соответствующего устойчивому состоянию экономической системы, нами были исследованы временные ряды ежедневных колебаний плавающих курсов 30 независимо флуктуирующих национальных валют по отношению к доллару США в период с 1.08.1995 по 1.09.2002. Выборка включала как экономически развитые, так и развивающиеся страны.

Для определения параметра  $T$  валютных временных рядов нами строились гистограммы распределения частоты встречаемости значений  $|r_t|$ , на которых определялся угловой коэффициент наклона начального участка при построении графика распределения в логарифмическом масштабе по оси ординат (Рис.1). При построении гистограмм диапазон изменений разделялся на 200 равных по ширине интервалов.

Так как для некоторых валют статистическая температура временных рядов испытывала нестационарные колебания, и форма этих колебаний могла существенно отличаться, при исследовании  $T$  был использован метод скользящего окна. Ширина скользящего окна составляла 360 суток, разница между соседними положениями окна – одни сутки. Измеренные значения температуры приписывались правой границе скользящего окна.

## Результаты и обсуждение

На рис.2 приведены значения параметра  $T$ , полученные на промежутках ряда  $|r_t|$  продолжительностью в три года с характерными устойчивыми флуктуациями. В случаях, когда валютный ряд включал кризис, рассматривались промежутки времени до и после активной фазы кризиса.

На графике отчетливо выделяются группы валют с общими характерными значениями параметра  $T$ . Страны, валюты которых составляют эти группы, существенно отличаются по экономическим параметрам, что дает основания рассматривать снижение значений статистической температуры валютных курсов по отношению к норме как объективный критерий риска валютных кризисов.

В группу N вошли независимые валюты всех экономически развитых стран: Австралии, Великобритании, Греции, Германии, Канады, Новой Зеландии, Норвегии, США, Швеции и Японии, кроме того, в группу включены экю и евро. Значения параметра  $T$  в этой группе валют стран со стабильно функционирующими финансовыми системами можно принять за норму. Три валюты, для которых значения статистической температуры незначительно отличается от нормы,

относятся к странам с неустойчивой, но бескризисной системой финансового регулирования: Чили, Израиль и ЮАР (обозначены нами как группа D).

Остальные проанализированные валюты перенесли кризисы и отличаются от групп N и D существенным снижением температуры перед кризисом. В группу С входят валюты азиатского кризиса 1997 года: Индонезии, Малайзии, Сингапура, Таиланда, Тайваня, Филиппин и Южной Кореи, а также всех других стран, в которых произошли финансовые кризисы за последние 12 лет различные по времени, сценарию и характеристикам: Болгарии, Бразилии, Индии, Казахстана, Колумбии, Мексики, России, Румынии, Турции и Эквадора. Группа М объединяет валюты тех же стран, наблюдаемые в период после кризиса. Значения температуры в этой фазе варьируются от повышенных до пониженных, отражая различную степень восстановления финансовой системы, однако ни в одном случае они не опускаются до критических значений  $T$  в группе С.

Исследования распределения значений  $T$  по выделенным группам (Рис.3) показало, что характерным отличительным признаком предкризисных периодов являются достоверно ( $p=0.05$ ) сниженный уровень статистической температуры ( $4.342 \pm 0.182$  в группе N и  $0.884 \pm 0.116$  в группе С). В послекризисный период (группа М) температура в среднем нормализуется ( $T=4.332 \pm 0.813$ ), однако ее доверительный интервал становится заметно шире, чем в группе N, что указывает на существование различных сценариев послекризисной динамики.

Группа D неустойчивых бескризисных валют характеризуются значительно более широким внутригрупповым разбросом, а также систематическим смещением в сторону пониженных значений статистической температуры по отношению к норме ( $T=2.949 \pm 0.524$ ).

Проверка нарушений экспоненциальной зависимости частоты встречаемости приращений от их величины показала, что для валют развитых стран группы N зависимость частоты встречаемости приращений от их величины действительно отчетливо выраженную экспоненциальную форму. В то же время, распределения значений  $|r_t|$  для неустойчивых валют могут обнаруживать отклонения от экспоненциальной формы (Рис.4).

Появление степенной формы спада распределения значений  $|r_t|$  является характерной чертой всех валют группы D (индекс Парето  $\alpha_p = 1.050 \pm 0.242$ ) и наблюдается в 6 случаев из 15 в группе М ( $\alpha_p = 1.474 \pm 0.171$ ), то есть в послекризисный период. В то же время, в группе N не было выявлено ни одного случая появления степенного «хвоста», а в группе С он отмечается лишь в трех предкризисных участках временных рядов, которые, кроме того, характеризуются пониженными значениями индекса Пенга. Это наблюдение подтверждает финансовую неустойчивость валют групп D и М, так как степенная форма спада распределения означает высокую вероятность неожиданных больших, вплоть до катастрофических, всплесков значений, после которых система не может вернуться в исходные рамки [13].

Исследование нестационарной динамики статистической температуры методом скользящего окна позволило выявить закономерности предкризисных изменений в структуре распределений логарифмических приращений. На рис.5 приведен характерный пример динамики  $T$  устойчивого валютного ряда группы N (доллар США по отношению к евро). Колебания значений статистической температуры имеют плавный и низкочастотный характер. Обращает на себя внимание наличие длительных трендов в поведении  $T$ , которые могут отражать крупномасштабные экономические процессы и сопряженные с ними изменения конъюнктуры на американских и западноевропейских финансовых рынках. В то же время, анализ этой и других валют группы N показывает, что, несмотря на существование долговременных тенденций, изменения температуры в этой группе происходят в четко определенных пределах.

Поскольку, как было показано выше, снижение температуры является однозначным предкризисным признаком, представляет интерес определение значения нижней границы отклонений  $T$  во временных рядах группы N, которая могла бы рассматриваться в качестве границы нормы при снижении устойчивости обменных курсов. В приведенном на рис.5 примере эта граница находится на уровне  $T=3.5$ , что несколько выше среднего по группе значения нижней границы температуры, составившего величину  $2.11 \pm 0.45$  ( $p=0.05$ ). Среди всех валют группы N наиболее низкая статистическая температуры была зафиксирована для канадского доллара ( $T=1.0$ ). Хотя это значение наблюдалось на ограниченном интервале времени и не может считаться характерным ни для данной валюты, ни для группы N в целом, именно оно является формальным нижним пределом возможных значений  $T$  для группы устойчивых валют.

Группа D отличается достоверно более низкими по сравнению с группой N значениями нижней границы температуры ( $1.15 \pm 0.39$ ). В то же время, ни в одной из стран группы D не наблюдались значения статистической температуры ниже уровня 1.0, соответствующей абсолютному минимуму  $T$  в группе устойчивых валют. Это наблюдение согласуется с промежуточным положением валют группы D на шкале устойчивости: с одной стороны, эти валюты отличаются от группы N более высокой инфляцией, нарушенной фрактальной структурой и наличием выбросов в последовательности приращений, противоречащих экспоненциальной модели распределения; с другой стороны, в отличие от валют группы C, они не подвержены крупномасштабным кризисам.

Анализ данных кризисных групп показал, что выявленная при анализе группы N нижняя граница колебаний статистической температуры может использоваться в качестве критерия бескризисной динамики, причем продолжительность периодов, в течение которых значение  $T$  опускается ниже уровня 1.0, однозначно коррелирует с силой и длительностью наступающего вслед за этим валютного краха. Эта закономерность состоит в том, что чем более длительное время значения температуры валютного ряда находятся в области  $T < 1.0$ , тем более масштабный инфляционный скачок испытывает валюта при кризисе, и тем более длительным оказывается последующий период восстановления ее устойчивости.

В качестве примера рассмотрим временные ряды тайского бата и сингапурского доллара (Рис.6). В первом из этих рядов перед кризисом прослеживается длительный период сниженных значений статистической температуры, ни разу не поднимающихся до критического значения  $T = 1$ , соответствующего нижней границе устойчивой динамики. Во втором валютном ряде предкризисное снижение температуры выражено значительно слабее, причем период с  $T < 1$  наступает лишь непосредственно перед кризисом. Наблюдаемое различие в динамике  $T$  могло послужить одной из причин существенного различия масштабов кризиса в рассматриваемых случаях. Действительно, тайский бат, длительное время находившийся в состоянии с аномально низкой статистической температурой, перенес один из самых болезненных валютных кризисов в азиатском регионе, сопровождавшийся наиболее значительной девальвацией. Кризис сингапурской валюты развивался по более мягкому сценарию и характеризовался меньшим уровнем девальвации (130% по сравнению с 230%-й девальвацией в Таиланде). В послекризисные периоды значения  $T$  представленных на рис.6 валютных рядов нормализовались, что сопровождалось восстановлением их динамической устойчивости, выраженном в отсутствии повторных кризисов и отсутствии однонаправленных инфляционных трендов.

Исследование динамики изменения статистической температуры остальных валютных временных рядов показало, что граница значений статистической температуры  $T = 1.0$  действительно является критическим порогом, ниже которого финансово-экономическая система практически неизбежно входит в неустойчивое состояние, завершающееся валютным крахом. Из всего исследованного набора данных не было найдено ни одной валюты, которая бы избежала кризиса после периода систематического нарушения критического порога. С другой стороны, не было обнаружено ни одного валютного кризиса, которому бы не предшествовал период, характеризуемый аномально низкими значениями  $T$ .

## **Заключение и выводы**

На основе анализа статистической температуры валютных временных рядов нами был определен нормальный диапазон амплитуды флуктуаций логарифмированных приращений валют, совместимый с устойчивым поведением плавающих валютных курсов. В норме статистическая температура составляет величину  $T = 4.342 \pm 0.182$  без нарушения экспоненциально формы распределения вплоть до значений  $|r_{max}| = 0.009 \pm 0.001$  (в среднем по группе N). Такой режим функционирования валютной системы позволяет валютной системе подстраиваться к внешним и внутренним управляющим и возмущающим факторам без ущерба общей устойчивости.

Снижение интенсивности флуктуаций в предкризисные периоды до  $|r_{max}| = 0.003 \pm 0.001$  при  $T = 0.884 \pm 0.116$  однозначно указывает на риск валютного кризиса, так как система, лишенная возможности реагировать на дестабилизирующие изменения свободными флуктуациями, вынуждена накапливать эту «невывожденную энергию» вплоть до критического момента,

когда потеря динамической устойчивости становится необратимой. С другой стороны, об общей экономической неустойчивости валютной динамики могут свидетельствовать и нарушения экспоненциальной формы распределения логарифмических приращений валютного курса, означающие наличие во временном ряде непредсказуемых крупномасштабных флуктуаций, в результате которых система может неожиданно выйти за пределы стабильного функционального состояния, что повлечет за собой не только резкое изменение всех ее параметров, но и затруднит общее долгосрочное регулирование экономики.

Возможность однозначно выделить группы валютных курсов с различными значениями параметра  $T$ , совпадающими с общепринятой международной классификацией стран по уровню стабильности и развитости экономики, позволяет говорить о том, что статистическая температура служит объективным количественным индикатором устойчивости финансовой системы. Полученные результаты согласуются с представлениями современной теории сложных систем, рассматривающей фрактальные флуктуации как одно из необходимых условий устойчивого функционирования, а причины нарушения устойчивости экономической системы – в нелинейной и стохастической природе ее динамики.

Исследование закономерности нестационарных изменений статистической температуры позволило выявить нижнюю критическую границу  $T=1.0$  значений статистической температуры, за пределами которой финансово-экономическая система неизбежно приходит в критическое функционально неустойчивое состояние. Систематическое снижение  $T$  за пределы области нормы является индикатором приближения крупномасштабного валютного кризиса, размеры которого зависят от продолжительности нахождения временного ряда в этом режиме, что демонстрирует возможность диагностики предкризисных состояний и оценки риска катастрофических событий.

Таким образом, результаты анализа величины  $T$  позволяют говорить о существовании строго определенного диапазона интенсивности валютных флуктуаций, за пределами которого возникает риск крупномасштабного финансового и экономического кризиса. Использование этого критерия, наряду с полученными ранее фрактальными закономерностями [4,13], дает возможность своевременно определять неустойчивые состояния систем валютной регуляции и в перспективе проводить обоснованную политику антикризисного управления в таких случаях. Кроме того, приведенные в работе количественные оценки могут быть полезны для выработки практических рекомендаций по способам валютного регулирования, и, возможно, изменят отношение к распространенной политике валютного коридора.

## Литература

1. Fischer S. The Financial Crisis in Emerging Markets: Some Lessons. International Monetary Fund, Annual Reports, 1999, p.4-8.
2. Урицкая О.Ю. Перспективы применения фрактальных методов анализа к исследованию апериодических колебательных процессов в экономике. В сб.: Современные проблемы и методы совершенствования управления. СПб.:Изд-во СПбГТУ, 1997. С 142 – 149.
3. Урицкая О.Ю., Федотов А.В. О применении теории самоорганизованной критичности в моделировании сложных экономических систем. СПб.:Изд-во СПбГТУ, 1998.
4. Урицкая О.Ю., Урицкий В.М. Фрактальный анализ динамики валютных курсов в странах с различными системами финансового регулирования: В сб. докладов IV Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM 2001 (25-27 июня 2001 г., С.-Петербург), т.2, с.188-191.
5. Peters E.E. Chaos and Order in capital Markets. A New View of Cycles, Prices, and Market Volatility. New York, John Wiley and Sons, 1992. 238 pages.
6. Dragulescu A., Yakovenko V.M. Statistical Mechanics of Money. The European Physical Journal B, 2000, vol.17, p.723-729; see also <http://www2.physics.umd.edu/~yakovenk>
7. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М.: Постмаркет, 2000. 352 с.
8. Sornette D. Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems. Princeton: Princeton University Press, N.J., 2003, 456 p.

9. Paul W., Baschnagel J.. Stochastic Processes from Physics to Finance. Springer, Berlin, 2000, 232 pages.
10. Farmer J.D. Physicists Attempt to Scale the Ivory Towers of Finance. Computing in Science & Engineering, Nov./Dec. 1999, p.26-39.
11. Mandelbrot B.B. The Variation of Certain Speculative Prices, J. Business, vol.36, 1963, pp.394 – 419.
12. Мандельброт Б.Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 с.
13. Урицкая О.Ю. Основы теории экономического риска: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. 59 с.

## Иллюстрации

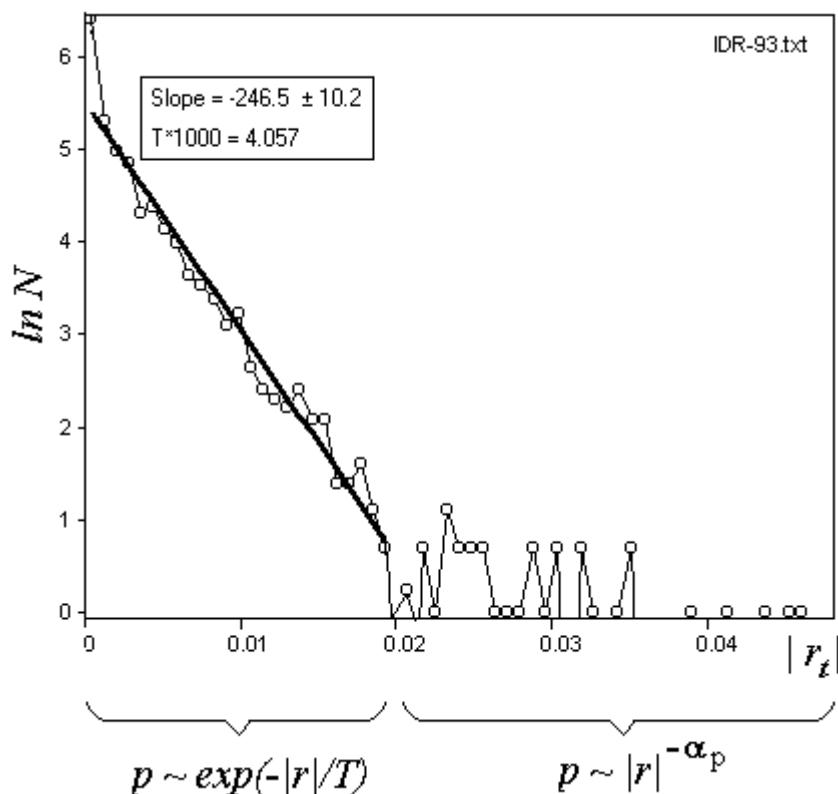


Рис.1. Методика определения статистической температуры  $T$  и индекса Парето  $\alpha_p$  валютного временного ряда с помощью гистограммы распределения логарифмических приращений валютного курса.

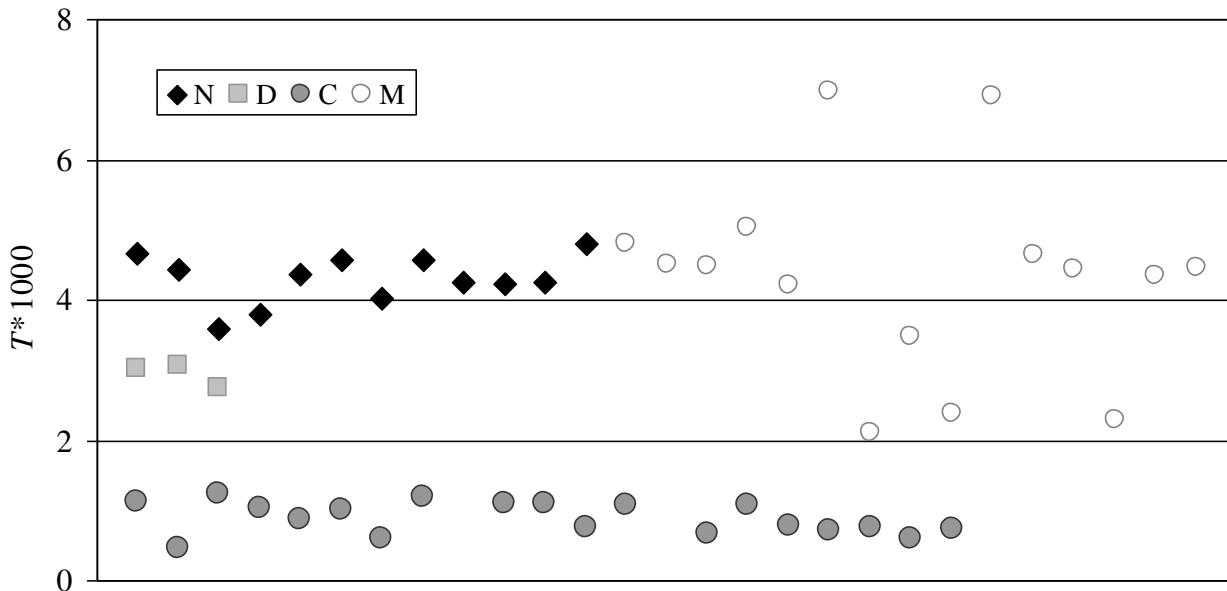


Рис.2 Значения статистической температуры  $T$  по группам валют: N – группа валют экономически развитых стран, D – группа валют стран с неустойчивой, но бескризисной динамикой валютных курсов, C – группа валют стран, перенесших значительные финансовые кризисы (значения  $T$  соответствуют предкризисным периодам), M – те же валюты после кризиса.

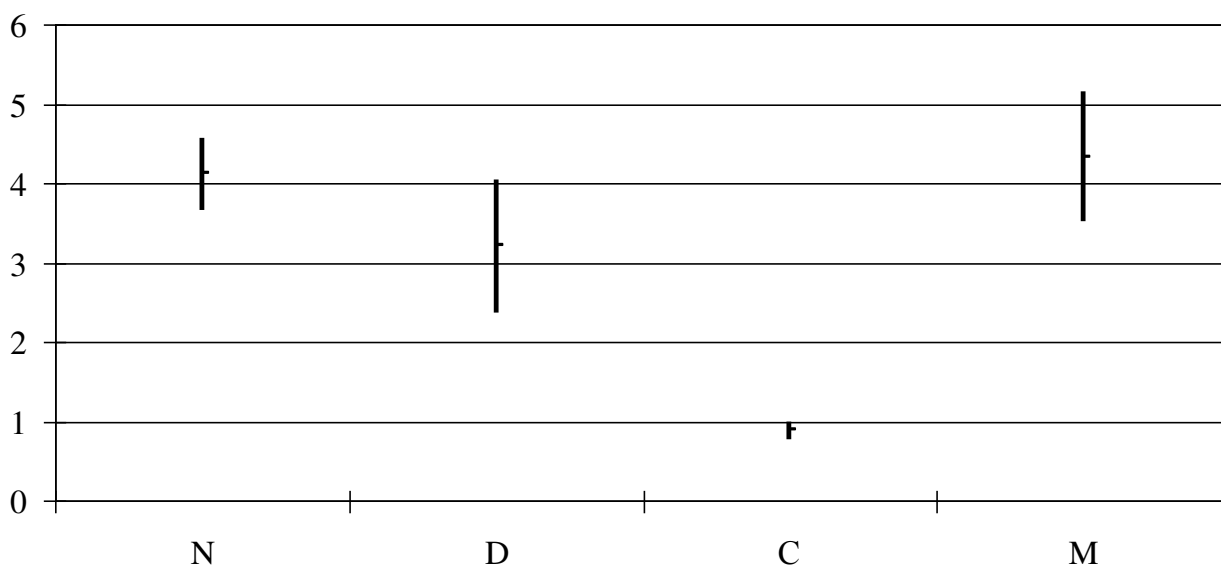


Рис.3. Статистическая температура. Среднее значение и доверительный интервал значений интенсивности флуктуаций, вычисленных через стандартное отклонение модуля логарифмических приращений валютных рядов. N – устойчивые валюты, D – неустойчивые бескризисные валюты, C – неустойчивые валюты перед кризисом, M – после кризиса.



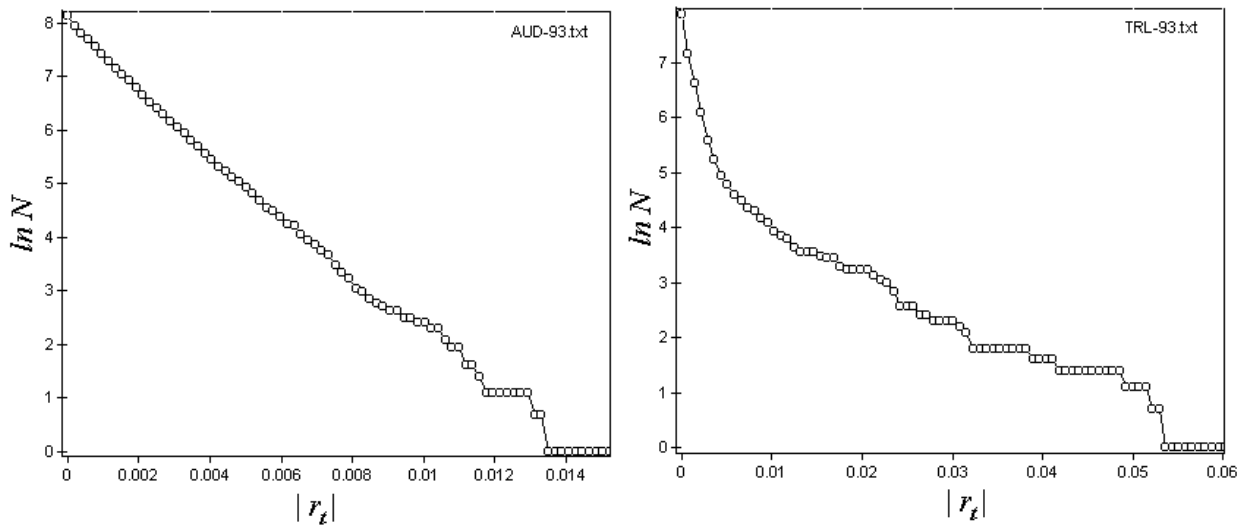


Рис.4. Примеры гистограмм распределения абсолютных значений  $|r_t|$  логарифмических приращений для устойчивого (слева) и неустойчивого (справа) валютного временного ряда. Для проверки экспоненциальной формы распределений использован логарифмический масштаб по оси ординат. Отклонение распределения от прямой линии во втором случае указывает на нарушение экспоненциального закона.

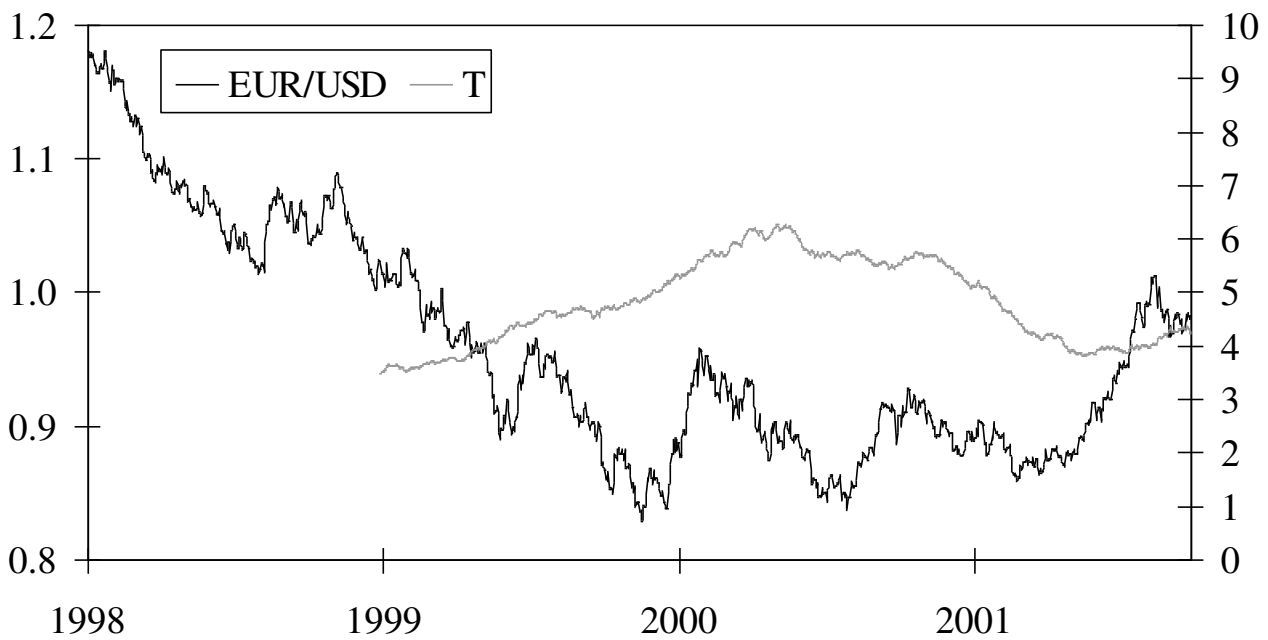


Рис.5. Пример нормальных колебаний статистической температуры валютного временного ряда (группа N).

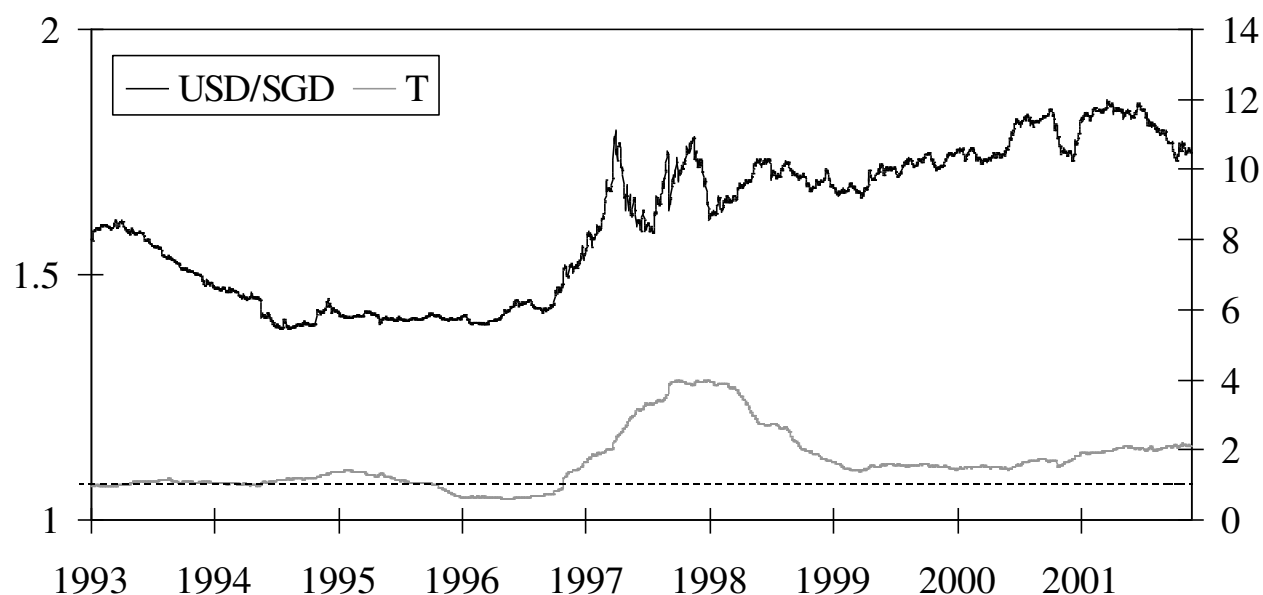
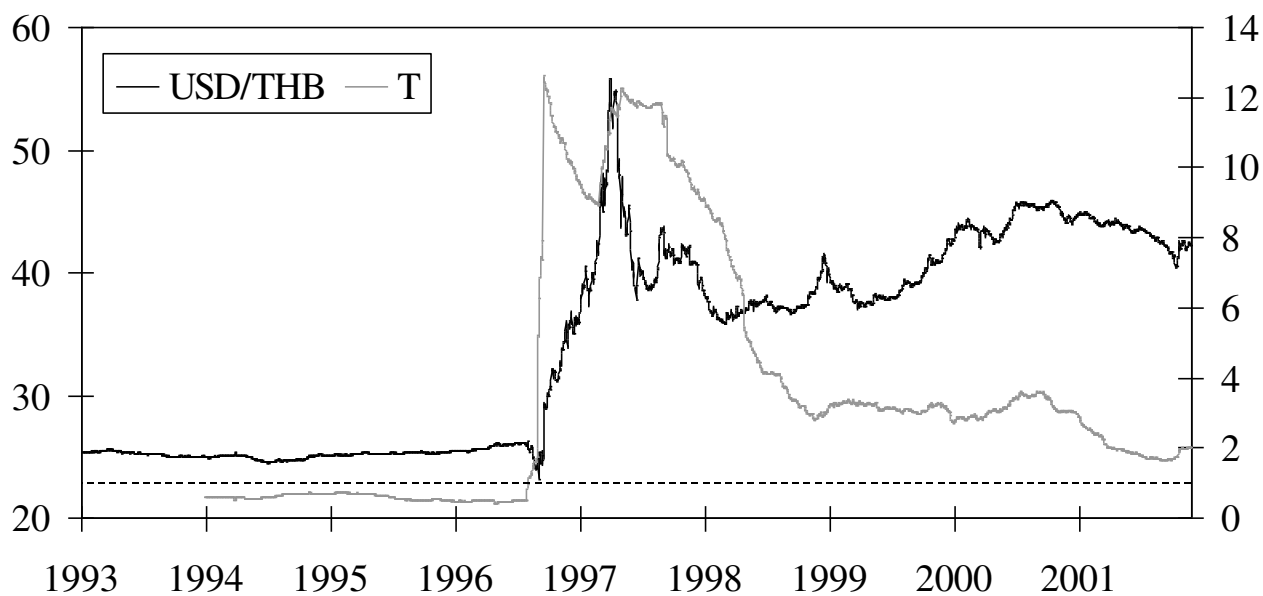


Рис. 6. Примеры нестационарной динамики статистической температуры до и после валютных кризисов (временные ряды группы С). Пунктирной линией обозначена нижняя граница колебаний  $T$  для группы N устойчивых валют.