ЧАСТЬ 1. Базовая модель толпы и кризисов платежного баланса

I-1. Введение

Первая модель кризисов платежного баланса (Krugman, 1979) основывалась на состоянии макроэкономических фундаментальных переменных, определяющих время спекулятивной атаки; позднее, Flood & Garber (1984) представили аналогичную линейную модель. Однако, обе модели стали объектом серьёзной критики в конце 80-х – начале 90-х гг – эмпирические исследования показали, что кризис нельзя предсказывать на основании только лишь макроэкономических показателей. Более того, модели валютных кризисов первого поколения предполагали, что государство в рассматриваемой экономике занималось постоянным, неконтролируемым выпуском новых денег для финансирования дефицита бюджета. При этом, Центральный Банк держал обменный курс фиксированным, продавая или покупая иностранную валюту по постоянному курсу, используя резервы. Таким образом, кризисы объяснялись как результат фундаментальной несовместимости внутренних политик – постоянства бюджетных дефицитов, финансируемых печатанием денег – и попыткой поддерживать фиксированный обменный курс.

Obstfeld (1996) разработал две простые модели КПБ второго поколения, включив в рассмотрение микроэкономические основы, кооперацию агентов и действия государства, помимо макроэкономических фундаментальных переменных, для объяснения причин спекулятивной атаки. Предполагалось, что государство в модели отказывается от фиксированного обменного курса в случае достаточно сильной спекулятивной атаки. Инвесторы не меняют внутреннюю валюту, если верят, что текущий режим не подвержен опасности; меняют, если коллапс валютного режима кажется очень вероятным. Как результат, так называемый самореализующийся валютный кризис случается а случае, когда много инвесторов решают вывести капитал из рассматриваемой страны. Как оптимизм, так и пессимизм, таким образом, становится самоподтверждающим; во втором случае можно говорить, что страна пережила необязательный кризис. Тем не менее, страна становится потенциально подверженной спекулятивной атаке только в случае, если фундаментальные переменные – количество резервов, фискальная политика государства, политическое обязательство поддердивать фиксированный обменный курс – оказываются достаточно слабыми. При некоторых значениях фундаментальных переменных кризис случается неизбежно, при других – иногда.

Огромное количество статей, использущих похожие подходы, появилось в конце 90-х гг., большинство использовало достаточно сложную математику и оптимизационные методы для получения информативного решения. В реальности, однако, люди редко заботятся о предсказании будущих событий и решении задачи ожидаемой полезности; индивидуумы, инвесторы взаимных, пенсионных, хэдж-фондов зачастую движутся по течению, следуя за более информированными агентами в экономике (например, большими иностранными хэдж-фондами или крупными спекулянтами), или за теми, кто уже сделал свой выбор. Такой тип неэффективного вследствие ограниченной осведомленности поведения является достаточно общим для резидентов и нерезидентов страны, подверженной кризису. Если большая группа агентов в экономике продает внутреннюю валюту, вероятно появление и рост снежного кома спекулятивной атаки как результата поведения толпы.

Основополагающие статьи по современной теории толпы в микроэкономике были представлены Banerjee (1992) и Bikhchandani, Hirshleifer & Welch (1992). Авторы обобщили предыдущие исследования и разработали универсальный математический аппарат, основанный на теоретико-вероятностной теореме Байеса, общеиспользуемой сейчас в большинстве моделей с сигналами. Ранние финансовые модели с поведением толпы включают Diamond & Dybvig (1983) о “bank runs” и Scharfstein & Stein (1990) о влиянии поведения толпы на инвестиционные возможности. В конце 90-х гг. стали появляться макроэкономические модели толпы. Chari & Kehoe (2003) разработали модель, в которой поведение толпы является результатом усвоения информации о действиях других людей в экономике. Модель предсказывает, что решение об инвестициях в новую экономику с неопределенными дивидендами или хранением денег в стабильной экономике с безрисковой ставкой процента зависит в основном от выбора, сделанного первыми несколькими людьми. Мы вводим модель, применимую к КПБ, используя этот методологический подход. Мы хотим получить решение, в котором спекулятивная атака, начатая более информированной группой агентов, будет, при определенных обстоятельствах, поддержана менее информированными или неинформированными агентами. Мы также расширяем модель на случай неоднородности населения для более глубокого исследования особенностей поведения толпы, а также рассматриваем эффекты макроэкономических шоков на динамику спекулятивных атак.

I-2. Базовая модель.

Рассмотрим один период в малой открытой экономике с фиксированным обменным курсом и населением, держащим деньги в местной валюте[1]. Пусть в стране находится n идентичных людей и каждый период состоит из T стадий, обозначаемых $t = 0,...,T$, $T \gg n$. Последнее условие разумно, так как спекулятивные атаки происходят очень быстро по сравнению с длиной периода стабилизации обменного курса T после КПБ.

В каждой стадии агент должен решить, обменивать ли деньги на иностранную валюту ввиду возможного КПБ или держать их в местной валюте.. Во время t только один агент (и только единожды) получает сигнал о состоянии государства и его способности защититься от спекулятивной атаки. Он может либо сделать необратимый обмен сегодня, либо подождать до следующей стадии для получения новой информации. Мы предполагаем, что обмен необратим, по двумIпричинам. Во-первых, когда крупный инвестор решает вывести свои деньги из экономики, он несет высокие транзакционные издержки: обмен уменьшает экономическую активность агента, если в данной стране были сосредоточены его основные активы и предприятия. Во-вторых, когда инвестор срочно продает или, тем более, занимает короткую позицию по какому-либо активу, он соглашается потерять деньги, чтобы рынок был готов быстро принять большой блок активов. В совокупности,

[1] Под «населением» мы имеем в виду обычных инвесторов, менеджеров взаимных, пенсилнных и хедж-фондов, а также других более или менее значимых участников рынка, решения которых не проходят незамеченными для других. Это не обязательно означает, что каждый агент «населения» является жителем страны; важно прежде всего то, что каждый агент имеет значительное количество местной валюты и достаточно ликвидные активы, которые он готов быстро обменять при необходимости.

издержки продажи и покупки валюты во время кризиса слишком высоки для того, чтобы скорректировать первоначальную ошибку и обратить обмен.

Государство может быть плохим и хорошим: $g \in \{B, G\}$. В плохом состоянии государство не может предотвратить КПБ, поэтому кризис происходит с вероятностью 1. В хорошем же состоянии, если резервы падают до нуля, для защиты от КПБ государство использует последнюю надежду на спасение, например, резкий подъем процентных ставок, запрет на банковские валютные транзакции, просьба о предоставлении кредитов от других стран и Международного Валютного Фонда; с вероятностью π государство достигает успеха. Состояние государства реализуется в стадии 0, но остается неизвестным для населения до тех пор, пока кризис действительно не происходит или, в случае хорошего государства, до тех пор, пока не применяется одно из средств защиты, описанных выше. Общая априорная вероятность хорошего состояния в стадии 0 равна μ_G.

КПБ в модели сопровождается девальвацией местной валюты на экзогенно заданную величину:

$$\varepsilon = \log\left(\frac{E_C}{E_0}\right) \tag{1.1}$$

где E_C - номинальный обменный курс местной валюты после кризиса, E_0 - начальный номинальный обменный курс. Таким образом, ε - экзогенно заданный коэффициент девальвации в логарифмах. Последняя стадия, в которой кризис может произойти - $T-n$, когда каждый агент в экономике уже принял решение.

Агент, обменивающий местную валюту на иностранную во время t получает следующий ожидаемый выигрыш в местной валюте:

$$F\left(e^{\varepsilon}\{\Pr_t(B) + (1-\pi)\Pr_t(G)\} - 1\right) - c \tag{1.2}$$ [2]

где $\Pr_t(G), \Pr_t(B)$ - условные вероятности хорошего и плохого состояний государства с точки зрения агента, F - количество денег в местной валюте на руках у индивидуума. Агент получает *в единицах местной валюты* разницу между стоимостью его активов по окончании периода, когда каждый сделал свой ход, и стоимостью на начало периода. В случае кризиса первая величина больше из-за девальвации местной валюты. В обратном случае две величины идентичны. Агент также несет транзакционные издержки c; причины, по которым они возникают, уже были описаны ранее.

Агент, который решает не менять активы в местной валюте, получает 0, поскольку его выигрыш в единицах местной валюты одинакова в каждой стадии.

На каждой стадии агент получает сигнал $s = \{B, G\}$ о состоянии государства, который может быть как правдив, так и ложен. Вероятность того, что сигнал правдиво сообщает о состоянии государства - α:

[2] Здесь мы неявно предполагаем, что паритет покупательных способностей (ППС) справедлив, то есть, изменения в обменном курсе передаются в цены быстро и один к одному. Это эмпирически верно для большинства развивающихся и переходных экономик из-за отсутствия или слабости финансовых рынков в них.

$$\alpha = \Pr(s = G \mid g = G) = \Pr(s = B \mid g = B) > 1/2 \tag{1.3}$$

Общая информация на каждой стадии t - количество обменов $\{n_i\}_{i=1}^{t-1}$ и объем государственных резервов $\{R_i\}_{i=1}^{t}$, благодаря которым наблюдаются обмены. В экономике существует несколько групп агентов: *неактивные*, или индивидуумы, которые уже выполнили обмен; *новоинформированные*, которые получили сигнал на стадии t; *староинформированные*, которые получили сигнал на стадиях $[0,...,t-1]$, но все еще не выполнили обмен; *неинформированные*, которые еще не получили сигнала.

I-3. Равновесие

Пусть $h_t = (n_0, n_1, ..., n_{t-1})$ - общедоступная история прошлых обменов, $\mu(h_{it+1} \mid h_{it})$ - условное распределение историй агента i в $t+1$ при известной истории в t. Совершенное байесово равновесие – это набор стратегий $x_i(h_{it})$, условных распределений $\mu(h_{it+1} \mid h_{it})$ и вер $p_t(h_{it})$ о состоянии государства таких, что (i) для каждой истории h_{it}, $x_i(h_{it})$ является оптимальной стратегией для всех не неактивных индивидуумов, а также (ii) условные распределения и веры согласуются с правилом Байеса.

На каждой стадии апостериорные вероятности хорошего государства после получения хорошего или плохого сигнала равны соответственно:

$$p_t^G(p_{t-1}) = \frac{p_{t-1}\alpha}{p_{t-1}\alpha + (1-p_{t-1})(1-\alpha)} \tag{1.4}$$

$$p_t^B(p_{t-1}) = \frac{p_{t-1}(1-\alpha)}{p_{t-1}(1-\alpha) + (1-p_{t-1})\alpha} \tag{1.5}$$

Пусть $p(0) = \mu_G, p(1) = p_t^G\left(p(0)\right), ..., p(-1) = p_t^B\left(p(0)\right), ...$ для произвольного p. Легко видеть, что $p_t = p_t^G\left(p_{t-1}^B(p_{t-2})\right) = p_{t-2}$. То есть, сегодняшние веры зависят от разницы между количеством хороших и плохих сигналов. В тексте ниже мы будем опускать индексы времени для простоты и будем возвращаться к ним, если иначе произвести выкладки нельзя.

Обозначим $Q(k) = \left(1 - p(k)\right) + (1-\pi)p(k)$ - вера индивидуума о вероятности кризиса и рассмотрим пространство состояний, которое удовлетворяет:

$$0 > F\left(e^{\varepsilon}Q(0) - 1\right) - c \tag{1.6}$$

$$0 < F\left(e^{\varepsilon}Q(-1) - 1\right) - c \tag{1.7}$$

$$F\left(e^{\varepsilon}Q(-1) - 1\right) - c < \nu_G\left(p(0)\right)\cdot 0 + \nu_B\left(p(0)\right)\cdot\left\{F\left(e^{\varepsilon}Q(-2) - 1\right) - c\right\} \tag{1.8}$$

где $\nu_G(p) = p\alpha + (1-p)(1-\alpha)$ - вероятность хорошего сигнала; $\nu_B(p) = p(1-\alpha) + (1-p)\alpha$ - вероятность плохого сигнала на следующей стадии при данном p. Только если макроэкономические фундаментальные переменные ухудшаются настолько, что веры агентов попадают в определенное нами пространство состояний, может возникнуть волна спекулятивных обменов.

(1.6) означает, что если агент стоит перед выбором – обменивать или не обменивать *никогда*, при отсутствии альтернатив он предпочтет никогда не обменивать, если его вера равна $Q(0)$ - обменный выигрыш отрицателен, если количество хороших и плохих сигналов, известных агенту, равно. Это, в частности, верно в начале периода на стадии 0 – при начальных условиях все положительно настроены по отношению к государству. С другой стороны, (1.7) значит, что, имея тот же самый выбор и веру $Q(-1)$, агент предпочтет обмен – хотя с верой $Q(0)$ обменный выигрыш отрицателен, он достаточно близок к 0, так что, если количество плохих сигналов превысит количество хороших, обмен станет более прибыльным выбором. Конечно, здесь подразумевается, что начальные условия прямо перед возможным кризисом достаточно нестабильны: любой плохой сигнал может сдвинуть выбор изначально лояльного агента с местной валюты в пользу более безопасных зарубежных инвестиций. (1.8) означает, что, имея веру $Q(-1)$ и дополнительную возможность подождать до следующей стадии, *в которой сигнал обязан прити с вероятностью 1*, агент предпочтет ждать. Ожидание и получение новой информации выгодно, так как агенты имеют возможность не совершать обмен, если сигналы достаточно хороши. Цена ожидания – возможность, что агент опоздает с обменом и окажется в послекризисном периоде с девальвировавшей местной валютой, тем самым потеряв прибыль. (1.8) интуитивно означает, что, имея веру $Q(-1)$, агент уверен, что не опоздает с обменом, потому что уверенность в государстве при таких условиях все еще достаточно сильна.

При данных ограничениях, следуя Chari & Kehoe (2003), равновесная стратегия для агентов такова: для неинформированных и староинформированных – менять тогда и только тогда, когда априорная вера как максимум $p(-2)$; для новоинформированных – менять тогда и только тогда, когда априорная вера как максимум $p(-1)$. В остальных случаях обмен не совершается. Другими словами, истории $[B,B]$, $[B,G,B,B]$,... запускают цепь обменов, а истории $[G]$,$[B,G,G]$,... - цепь необменов. О сигналах можно догадаться по действиям, сделанныь другими агентами: например, если агент меняет в момент времени 1, это значит, что он получил плохой сигнал, а потому каждый человек в экономике обновляет свои веры согласно правилу Байеса. В этом случае люди предпочитают подождать еще одного сигнала для определения своих дальнейших действий. Еще один плохой сигнал вызовет цепь обменов. Иначе, если агент предпочел не обменивать местную валюту на стадии 1, это значит, что он получил хороший сигнал, и люди обновляют свои веры

согласно этому знанию. В этом случае веры становятся такими, что агенты наверняка предпочтут не менять в будущем на любой стадии.[3]

Стратегии для каждой группы агентов могут принимать два значения: 0 – не менять и 1 – менять. Стратегии неинформированных и староинформированных агентов:

$$x_t(h_{it}) = \begin{Bmatrix} 1, \text{ if } p_t(h_{it}) \le p(-2) \\ 0 \text{ otherwise} \end{Bmatrix} \tag{1.9}$$

для $t \le n-1$ и $x_n(h_{in}) = 1$ только и если только $p_n(h_{in}) \le p(-1)$. Стратегии новоинформированных агентов:

$$x_t(h_{it}) = \begin{Bmatrix} 1, \text{ if } p_t(h_{it}) \le p(-1) \\ 0 \text{ otherwise} \end{Bmatrix}. \tag{1.10}$$

Веры неинформированных агентов: для $p_{t-1}(h_{it-1})$ равного или $p(0)$, или $p(-1)$:

$$p_t(h_{it}) = \begin{Bmatrix} p_t^G\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1} = 0 \\ p_t^B\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1} = 1 \\ p(-2), \text{ if } n_{t-1} \ge 2 \end{Bmatrix}, \; p_0(h_{i0}) = \mu_G \tag{1.11}$$

Если $p_{t-1}(h_{it-1}) \le p(-2)$ или $p_{t-1}(h_{it-1}) \ge p(1)$: $p_t(h_{it}) = p_{t-1}(h_{it-1})$.

Веры новоинформированных агентов – это (1.11), обновленный полученным сигналом: $p_t^{NI} = p^s\left(p_t\right)$ для $s = \{G, B\}$. Веры староинформированного агента, который получил сигнал на стадии $t-1$, таковы: если ни один другой агент не обменял в $t-1$, то $p_t^{PI1} = p^s\left(p_{t-1}\right)$ для $s = \{G, B\}$; если кто-либо обменял в $t-1$, то $p_t^{PI1} = p(-2)$. Веры p_t^{PI2} староинформированных агентов, которые получили свои сигналы до стадии $t-1$, рекурсивно определяются как веры неинформированных агентов, но начиная со следующей стадии *после* наблюдения сигнала (до этой стадии они были неинформированными, а на стадии получения сигнала - новоинформированными).

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 1. Уровень отсечения $p(\cdot)$ для обмена различается для неинформированных и новоинформированных агентов (Приложение B).

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 2. При (1.6)-(1.8) стратегии и веры в (1.9)-(1.11) составляют совершенное равновесие Байеса. Это – единственное симметричное стационарное равновесие (Приложение B).

Рисунки 4 и 5 (Приложение A) показывают динамику модели при $\alpha = 0.56$ и вероятности цепей обмена и необмена, их средние, запас резервов и среднее время наступления кризиса при

[3] Существует несколько достаточно сложных поведенческо-микроэкономических моделей миопии и амнезии, например, Hirshleifer and Welch (2002), которые используют аналогичный подход и получают решения, в которых больше сигналов в одну сторону необходимо для старта цепей и увлечений неинформированных агентов. Мы не станем использовать эти результаты в нашей статье ради ясности результатов и игтуиции..

$\alpha \in [0.52;\ 0.72]$. Конечно, при однородности агентов в экономике среднее время наступления кризиса одинаково для каждого α.

I-4. Дополнения и расширения модели

А. “Один в темноте”

Модель, предложенная выше, частично экзогенна в том смысле, что она разрешает староинформированным агентам принимать решения в любое время *после* получения сигнала, но не дает возможности неинформированным агентам сделать выбор *до* получения сигнала. Ограниченная эндогенность моделей толпы в применении к финансовым кризисам подвергается серьезной критике: цепи пропадают в непрерывном времени и в случае, если инвесторам разрешено торговать активами с ценами, определяемыми рынком (Chari, Kehoe (2003)). Несмотря на то, что наша модель не работает напрямую с финансовыми рынками, будет правильно разрешить агентам делать выбор тогда, когда им этого хочется.

Представим, что агент готов сделать выбор только после получения собственного сигнала, а до этого времени получает априорный выигрыш от обмена, равный $-\infty$. Это означает, что агенту нужно иметь хоть что-то собственное, с чем можно было бы сравнивать поведение толпы. Конечно, только получив сигнал, агент может решить, что тот ничего не стоит и присоединиться к толпе, поскольку большинство людей ведет себя определенным образом, но до этого момента он «бредет в темноте», ничего не видя вокруг, кроме «спонтанных» действий других. Идея, хоть и кажущаяся несколько притянутой за уши, чтобы удовлетворять логике модели, все-таки не столь уж искусственна: некоторые поведенческие модели КПБ предполагают, что поведение и действия даже средних и крупных инвесторов и менеджеров различных фондов были жестко ограничены некоторое время перед началом кризисов: даже финансовые гуру не были уверены в том, что надо делать, до тех пор, пока, очевидно, они не получали некоторого рода частную информацию, отраженную в сигналах в рамках нашей модели. Модель, конечно, может быть легко модифицирована для этого случая, (1.2) становится:

$$\begin{cases} F\left(e^{\varepsilon}\{\Pr_t(B)+(1-\pi)\Pr_t(G)\}-1\right)-c, \text{ signal received} \\ -\infty, \text{ otherwise} \end{cases}, \text{ или}$$

$$F\left(e^{\varepsilon}\{\Pr_t(B)+(1-\pi)\Pr_t(G)\}-1\right)-c-(\infty)\,Ind[\text{signal received}] \qquad (1.12)$$

где Ind - функция-индикатор. С таким обменным выигрышем можно опустить предположение об экзогенности ходов и получить ту же самую динамику, что и в базовой модели. В любой момент времени каждый точно знает число старо- и неинформированных агентов; только первые готовы сделать свой выбор в каждый момент времени после получения собственного сигнала. Учитывая все это, можно вернуться к базовой модели и изучать дальнейшие следствия без предположения о полной эндогенности, которая не необходима во времена кризиса.

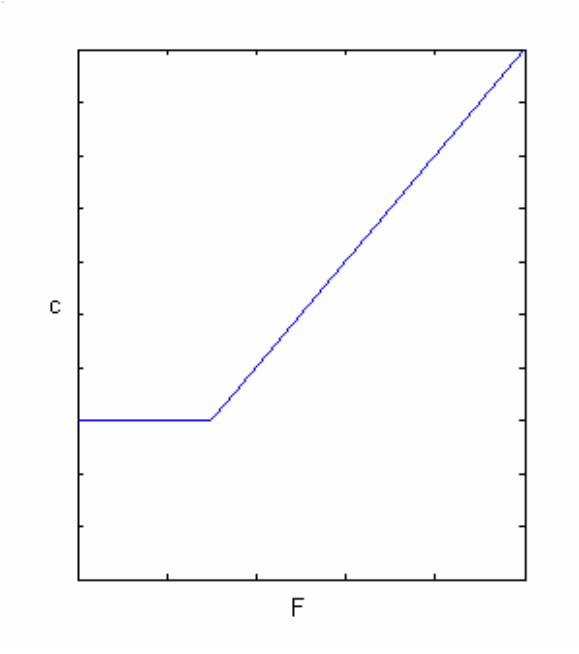

Рисунок 1: Транзакционные издержки остаются теми же для людей с низким доходом

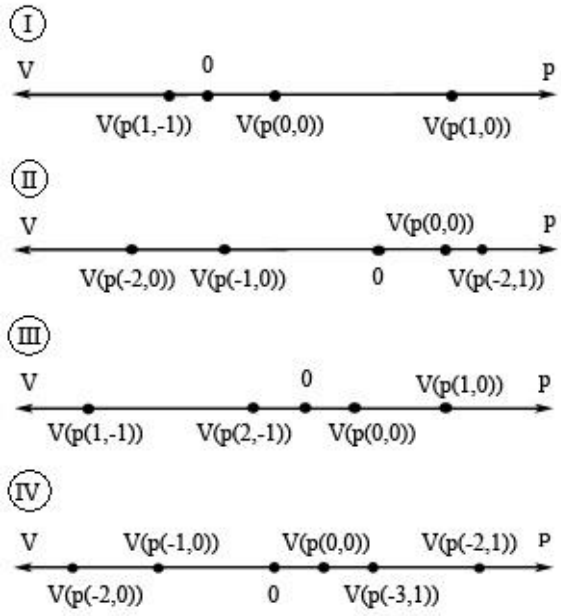

Рисунок 2: Различные возможности разрывов и обращения цепей

<u>В. Неравенство доходов и обращения цепей</u>

Теперь добавим в модель людей с высоким доходом («богатые») и с низким доходом («бедные»). Пусть богатые – те, кто имеет пропорционально высокие доходы и транзакционные издержки по сравнению со средним классом[4], но получают более информативные сигналы. Пусть бедные – те, у кого доходы ниже, чем у среднего класса, а качество сигналов – то же, кроме того, транзакционные издержки не слишком отличны (Рисунок 1). Бедные предпочитают держать деньги в местной валюте для ежедневных нужд[5], что добавляет дополнительное ограничение на множество параметров для этой группы людей: так как вероятность кризиса меньше либо равна 1, бедные не обменивают местную валюту даже в худшем случае, когда их выигрыш от обмена $F\left(e^{\delta T}-1\right)-c$ максимален, так что:

$$\frac{F_{poor}}{c_{poor}} < \frac{1}{e^{\delta T}-1} \qquad (1.13)$$

Сначала добавим в модель бедных и предположим, что все знают тип индивидуума, получающего сигнал. Очевидно, динамика модели не сильно меняется: когда бедные получают

[4] Предположение означает, что репрезентативный инвестор среднего масштаба или менеджер небольшого фонда теряет приблизительно тот же самый процент прибыли из-за транзакционных издержек, что и репрезентативный крупный инвестор, менеджер фонда или олигарх; последние, однако, теряют больше по абсолютному значению.

[5] Конечно, это может означать, что бедные имеют еще большие транзакционные издержки в абсолютной и относительной величинах по сравнению с инвесторами средних масштабов. Мы, тем не менее, абстрагируемся от таких различий: при условиях, определенных ниже, любые транзакционные издержки, которые еще больше, чем у инвесторов среднего масштаба, приводит к тому, что бедные никогда не меняют. «Бедными» в реальной жизни могут считаться обычные люди, которые не рискуют или не знают о возможности кризиса, а потому не хеджируют свои доходы.

сигнал, они не делают обмена, и остальные об этом прекрасно знают. Как следствие, люди не могут догадаться о типе сигнала, который получили бедные: по правилу Байеса, $\Pr\{G\}p_t(s+1)+\Pr\{B\}p_t(s-1)=p_{t-1}$, а потому веры людей остаются неизменными. Среднее время кризиса и средние начала цепей сдвигаются вправо по временной шкале, но больше ничего не меняется. Поскольку бедные не влияют на выбор толпы, мы больше к ним возвращаться не будем.

Теперь добавим в модель богатых. Поскольку их сигнал более информативен (это обычно действительно так, поскольку крупные инвесторы и олигархи имеют более надежные источники информации, доступные благодаря тесному общению с госчиновниками и/или подкупу), в модели появляются интересные эффекты. Это – обращения и разрывы цепей. Если обычные агенты не могут обратить цепи из-за того, что их низкокачественные сигналы недостаточны, чтобы считать альтернативное решение привлекательным, а богатые – могут, назовем ситуацию *разрывом цепи*. Если разрыв цепи в итоге заканчивается цепью в противоположном направлении, назовем это *обращением цепи*. Рисунок 2 дает простое представление подобных ситуаций. Обозначения следующие: вспомним, что в базовой модели $p(1)$ - вера о том, что государство – хорошее при условии $\#G-\#B=1$, и так далее. Определим $p(1,1)$ - вера о том, что государство - в хорошем состоянии при условиях $\#G_L-\#B_L=1, \#G_H-\#B_H=1$, где индексы L,H обозначают качество сигнала (низкое и высокое). Остальные веры просто используют другие условия на количество сигналов, полученных любым типом агентов.

График I показывает разрыв цепи необмена. Для инвесторов среднего масштаба достаточно получить один хороший сигнал, перемещаясь в $p(1,0)$, чтобы начать цепь необменов. Если сигнал богатого агента достаточно информативен, плохая реализация заставит его обменять местную валюту, и другие, зная об этом и зная качество сигнала крупного инвестора, дополняют свои веры так, что динамика возвращается к колебаниям, похожим на те, что могут возникнуть на старте периода. В конце концов, толпа может двинуться в том же направлении, что и раньше, но может и начать обратную цепь. График II показывает аналогичную ситуацию для цепи обмена. В данном случае, сигнал богатого агента должен быть достаточно информативен, чтобы преодолеть достаточно большой разрыв в верах, поскольку его качество должно быть как минимум равно качеству *двух* плохих сигналов, которые были необходимы для старта цепи обменов. Графики III и IV представляют ситуации, в которых разница между качеством хороших и плохих сигналов настолько велика, что поведение большого инвестора, несовместимое с текущим поведением толпы, приводит к мгновенному обращению цепи.

Математически, набор равновесных вер для неинформированных и староинформированных инвесторов среднего масштаба и бедных таков:

$$p_t(h_{it}) = \begin{cases} p_t^{G,L}\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1}^L = 0 \\ p_t^{B,L}\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1}^L = 1 \\ p_t^{G,H}\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1}^H = 0 \\ p_t^{B,H}\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1}^H = 1 \\ p_L(-2), \text{ if } n_{t-1}^L \geq 2 \\ p_H(-2), \text{ if } n_{t-1}^H \geq 2 \end{cases}, \begin{matrix} p_0(h_{i0}) = \mu_G \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \geq p^L(-2), \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \leq p^L(1) \end{matrix}$$

$$p_t(h_{it}) = \begin{cases} p_t^{B,H}\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1}^H = 1 \\ p_t^{G,H}\left(p_{t-1}(h_{it-1})\right), \text{ if } n_{t-1}^H = 0 \\ p_{t-1}, \text{ otherwise} \end{cases}, \begin{matrix} p_0(h_{i0}) = \mu_G \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \leq p^H(1), \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \geq p^L(1) \end{matrix} \text{ or } \begin{matrix} p_0(h_{i0}) = \mu_G \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \geq p^H(-2), \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \leq p^L(-2) \end{matrix} \quad (1.14)$$

$$p_t(h_{it}) = p_{t-1}(h_{it-1}), \text{ if } \begin{matrix} p_0(h_{i0}) = \mu_G \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \geq p^H(1) \end{matrix},$$

$$p_t(h_{it}) = p_{t-1}(h_{it-1}), \text{ if } \begin{matrix} p_0(h_{i0}) = \mu_G \\ p_{t-1}(h_{it-1}) \leq p^H(-2) \end{matrix}$$

где индексы H, L обозначают границы цепей обмена и необмена и действий для больших инвесторов и всех остальных. Веры новоинформированных агентов среднего масштаба корректируются на полученный сигнал. Мы предположили, что границы для богатых всегда шире, чем для остальной части населения; это справедливо как для близких начальных выигрышей от обмена, так и для значительных различий в качестве сигналов. Набор равновесных вер для больших инвесторов похож на (1.11), границы имеют индексы H. Стратегии аналогичны для обеих групп агентов.

Рисунки 6 и 7 (Приложение А) показывают динамику для $\alpha_L = 0.56$, $\alpha_H = 0.76$, вероятности цепей обмена и необмена, их средние, запас резервов, среднее время начала кризиса и вероятности обратимости цепей для $\alpha_L \in [0.52;\ 0.72]$, $\alpha_H \in [0.72;\ 0.92]$ в модели с единственным крупным инвестором[6]. Легко видеть, что большинство графиков на рисунке разделены на четыре части. Объяснение скрыто в графиках 4А и 4В. 4В разделен на три части: когда чистота сигнала одинакова для богатых и средних инвесторов, модель ведет себя аналогичто версии с однородными агентами (маленький угол снизу-справа) и не происходит разрыва цепи; при достаточно малой разнице в качестве сигналов крупные инвесторы могут прекратить цепь необмена, и ситуация аналогична рисунку 2, графику I, поэтому цепь может направиться в любом направлении – вероятность разрыва цепи все еще достаточно мала; при больших разницах в чистоте сигнала, соответствующих рисунку 2, графику III, разрыв цепи происходит сразу же после обмена, совершенного богатым агентом – вероятность разрыва в этой части графика наивысшая. Аналогичное объяснение может быть использовано и для графика 4А, но здесь зона снизу-справа гораздо больше,

[6] В истории есть примеры валютных кризисов, случившихся благодаря действиям более информированных крупных инвесторов. Атака Джорджа Сороса на британский фунт в 1992 г. – классический пример. Krugman (1996) называет крупных инвесторов-манипуляторов рынка - “Soroi”. Многие уверены, тем не менее, что “Soroi” предпочитают не ждать действий других, а делать решающий ход первыми. Подобное поведение крупных инвесторов обсуждается в главе I-4.C.

поскольку для того, чтобы разорвать цепь обменов, разница в качестве сигналов должна быть значительно выше по сравнению с цепью необмена, как обсуждалось выше. Неудивительно, что вероятность кризиса (в случае «плохого» государства) наивысшая во второй зоне: в этой зоне аккумулируются как минимум два дополнительных сигнала из-за разрыва цепи – по сравнению с нулем в первой и одним сигналом в третьей зоне. Кризис начинается позже, снова-таки, во второй зоне; причины те же.

Более формально, предположим, что начальный выигрыш от обмена равен -0 (очень близко к 0, но все-таки отрицателен), то есть, даже слабейший сигнал может начать обмен или необмен. Если приходит хороший сигнал, выигрыш агента от обмена становится $V(1,0)<0$, и он не меняет. После этого, сигналы инвесторов среднего масштаба не влияют на их решения, поскольку даже в случае плохого сигнала $V(0,0)=-0\le 0$, и для всех оптимально сделать свой ход сейчас, не ожидая следующего периода. Теперь, предположим, что крупный инвестор ходит следующим. Если $\alpha_L=\alpha_H$, ничего не меняется, цепь продолжается. Очевидно, поскольку $V(0,0)\approx 0$, разрыв цепи произойдет, если $V(1,-1)>0$, что эквивалентно $\alpha_H>\alpha_L$. После этого процесс может пойти в любую сторону. Предположим, что сигнал крупного инвестора настолько правдив, что он в одиночку может перепрыгнуть весь «неопределенный» интервал обменных выигрышей и начать мгновенно цепь обмена. Это значит, что после того, как выигрыш стал $V(1,-1)>0$, инвесторы среднего масштаба не могут выйти из цепи обмена с тем качеством сигналов, которые они имеют: $V(2,-1)>0$. Это справедливо для $\alpha_H>\dfrac{\alpha_L^2}{\alpha_L^2+(1-\alpha_L)^2}$.

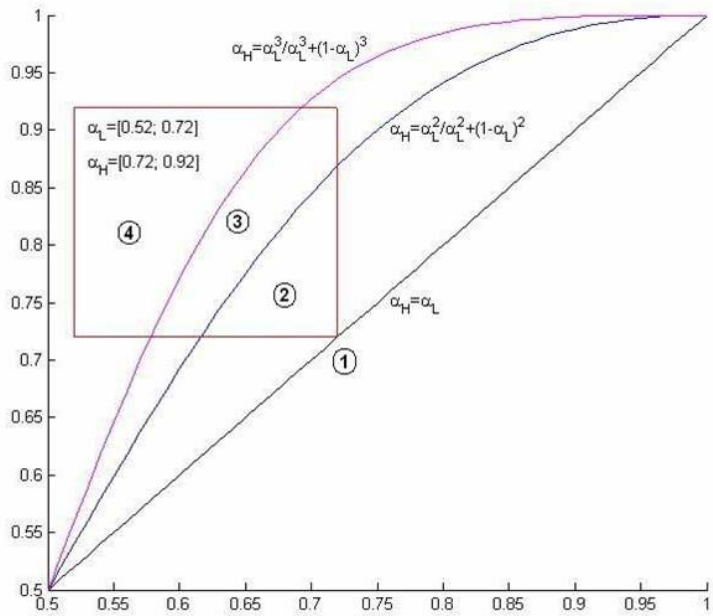

Рисунок 3: Зоны разрыва и обращения цепей для различной чистоты обычных и качественных сигналов.

Аналогичные аргументы справедливы для разрывов и обращений цепей обмена. Чтобы разорвать цепь обмена, при которой $V(-2,0)>0$, должно выполняться $V(-2,1)\le 0$; в этом случае $\alpha_H > \frac{\alpha_L^2}{\alpha_L^2+(1-\alpha_L)^2}$. Чтобы обратить цепь, сигнал богатого агента должен быть достаточно правдив, рисунке 7. Рисунок 3 показывает, как площадь $\alpha_L \times \alpha_H = [0.5;1.0]\times[0.5;1.0]$ делится на зоны разрывов и обращений цепей; ограничение $\alpha_L \times \alpha_H = [0.52;0.72]\times[0.72;0.92]$, которое использовалось для симуляций, отмечено на рисунке квадратом.

C. Богатые ходят первыми, или «законодатели мод»

Рассмотрим страну с единственным крупным инвестором, держащим деньги в местной валюте. Если этот инвестор получает информацию первым и, как следствие, ходит первым, динамика модели становится очень зависимой от одного человека: остальные никак не могут дополнить свои веры и вырваться из цепи. Даже несмотря на то, что сигнал богатого агента более информативен, чем сигналы остальных, такая динамика может привести к очень неэффективному равновесию для населения в том случае, если крупный инвестор все-таки был обманут. В такой модели нет агрегации информации, и, как следствие, невозможно сделать достаточно корректные оценки. Богатый агент, информируемый случайно по времени, с другой стороны, может вызвать обращение цепи, которое добавляет как минимум один сигнал в множество собранной информации и тем самым улучшает равновесие. К сожалению, в реальных экономиках агенты с высоким уровнем информационной уверенности обычно узнают новости быстрее остальных и становятся «законодателями мод» в плохом смысле, начиная кризисы там, где никто их не ждет т государство действительно «хорошее» - это так называемые невынужденные (unnecessary) кризисы (Krugman, 1999).

Рисунки 8 и 9 (Приложение A) показывают динамику для $\alpha_L = 0.56$, $\alpha_H = 0.76$, вероятности цепей обмена и необмена, их средние, запас резервов, среднее время начала кризиса и вероятности обратимости цепей для $\alpha_L \in [0.52;\ 0.72]$, $\alpha_H \in [0.72;\ 0.92]$ в модели с единственным крупным инвестором, делающим ход первым. Единственный богатый агент определяет динамику модели с начала и до конца, с единственным исключением, когда качества сигналов для всего насаления одинаковы (маленикий угол снизу-справа).

D. Знание – сила?

В поиске улучшения равновесия одна из первых идей, которая приходит на ум, следующая: ели хотя бы некоторые люди могут наблюдать *сигналы*, а не действия, их решения могут однозначно увеличить равновесное благосостояние. К сожалению, это не всегда так. Чтобы доказать утверждение без использования сложного анализа и равновесных вер Байеса-Нэша, рассмотрим экономику, в которой крупные инвесторы могут наблюдать сигналы остальных. Более того, другие люди (включая других богатых агентов) не знают, что за ними наблюдают, а потому формируют свои веры как будто каждый кроме них играет по стандартным правилам. В этом случае, могут происходить *ложные*

разрывы цепи. Когда веры остальных людей в государство таковы, что какая либо из цепей уже стартовала, и, с их точки зрения, никакой богатый агент не может этого изменить, отклонения богатых агентов от равновесной стратегии (как следствие их большей осведомленности) считаются иррациональными и игнорируются. Это понижает вероятность правдивых разрывов и обращений цепей, уменьшает количество информации, доступной людям и не позволяет выйти из неэффективного раыновесия.

Рисунки 10 и 11 (Приложение А) показывают динамику для $\alpha_L = 0.56$, $\alpha_H = 0.76$, вероятности цепей обмена и необмена, их средние, запас резервов, среднее время начала кризиса, вероятности обратимости цепей и ложных разрывов цепей для $\alpha_L \in [0.52;\ 0.72]$, $\alpha_H \in [0.72;\ 0.92]$ в модели с единственным крупным инвестором, знающим все сигналы в экономике, при этом остальные об этом факте не знают. По сравнению с моделью со стандартным крупным инвестором, вероятности обращения цепей уменьшились, как и следовало ожидать; ложные разрывы цепей составляют достаточно большой процент от правдивых обращений цепей прежде всего в первых двух зонах, в которых границы обмена для богатого агента достаточно близки или идентичны границам инвесторов среднего масштаба; как следствие, большие отклонения, происходящие из-за знания истинных сигналов, более часто считаются иррациональными. Уменьшившаяся вероятность разрывов цепей, как следствие, уменьшает среднее время наступления кризиса.

I-5. Внешние шоки и стабильность поведения толпы

А. Сигналы государства

Государство может предсказать наступающую спекулятивную атаку и даже совершить интервенцию в самом начале цепи обмена. Сигнал от государства (офицтальное заявление в газетах, по телевизору, радио) о стабильности и намерениях защитить фиксированный обменный курс любой ценой могут остановить «плохую» цепь на время или даже начать «хорошую» цепь. Тот факт, что сигнал наблюдается всеми, однозначно расширяет информационное множество и (в случае, если государство говорит правду) приводит к более эффективному равновесию. Единственное условие для успешного заявления – высокий уровень уверенности в государстве, так что сигнал становится гораздо более информативным, чем низкокачественные сигналы, получаемые инвесторами среднего масштаба. К сожалению, эта уверенность достаточно мала во время кризиса; иначе, будь она высокой, никакой спекулятивной атаки не было бы!

В. Шоки условий торговли

Рост цен на нефть ведет к общему росту доходов в экономике-экспортере. Конечно, «богатый» тип агентов собирает практически все сливки от роста цен, но инвесторы среднего масштаба и даже бедные также получают выгоду. В рамках нашей модели, если доход бедных увеличивается достаточно сильно, они становятся заинтересованными в обмене местной валюты на иностранную, потому что их транзакционные издержки уменьшаются относительно дохода. Это, в свою очередь, значит, что бедные в итоге будут также следовать за толпой и формировать цепи.

Конечно, при росте цен на нефть экспортирующая экономика находится на подъеме и люди, скорее всего, верят в «хорошее» государство, так что бедные включаются в цепь необменов и эффект отсается незамеченным. С другой стороны, падение цен на нефть может превратить инвесторов среднего масштаба в бедных; в этом случае только крупные инвесторы заинтересованы в обмене местной валюты и образовании «плохих» цепей.

I-6. Выводы, Часть I

Модель обменных цепей предлагает новое и многообещающее объяснение побуждений людей во время спекулятивных атак и КПБ. Несмотря на то, что макроэкономические фундаментальные переменные играют важную роль в определении времени и силы спекулятивных атак, поведение толпы может быть одной из наиболее важных микрооснов, определяющих начало валютных кризисов. Этот вопрос очень важен для понимания причин валютных кризисов переходных экономик и, в особенноси, России. По всей видимости, поведение толпы оказалось существенным фактором в России 1998 г., когда олигархи держали свои деньги в основном в местной валюте или форвардах на местную валюту. В самом начале кризиса они обменяли деньги на стабильную валюту, подвергнув страну последующей спекулятивной атаке в результате эффекта толпы. Несмотря на то, что большинство крупных и средних инвесторов, менеджеров взаимных, пенсионных и хедж-фондов формировали рациональные офидания, финансовые и экономические рынки были неэффективны и не могли собрать всю необходимую информацию для принятия взвешенных решений; поэтому стандартные модели валютных кризисов неприменимы для России.

ЧАСТЬ II. Модель валютных кризисов 2-го поколения с поведением толпы

II-1. Введение

Базовая модель поведения толпы как причины валютных кризисов интересна сама по себе, но в ее адрес сразу возникают две наиболее очевидных критики. Во-первых, из-за высокой степени стилизированности, модель толпы не дает ответа о размерах девальвации в экономике. Ожидаемый параметр девальвации в функции обменного выигрыша задан экзогенно и не изменяется при дополнении вер о состоянии государства. Очевидно, в реальной жизни все намного сложнее – чем более сильна спекулятивная атака, тем больше шанс на значительную девальвацию. Во-вторых, модель не основывается на макроэкономических фундаментальных переменных, кроме остатка резервов у Центрального Банка. Это кажется не совсем убедительным предположением: большинство кризисов на текущий момент, как финансовых, так и экономических, были бы невозможны, если бы не ухудшение фундаментальных переменных, которые в итоге и начали панику и «bank runs».

Мы попробуем ответить на оба типа критики во второй части этой статьи. Obstfeld (1995) разработал простую модель валютных кризисов 2-го поколения, в которой множественные равновесия возникают из-за неизвестной для инвесторов реализации шока на выпуск и попыток государства одновременно стабилизировать выпуск и инфляцию. Однако, модель является статической и не дает ответа на вопрос, какое именно равновесие из множества в конце концов

реализуется. Мы рассмотрим модель, используя подход Obstfeld, которая включает поведение толпы и позволяет получить динамику изменения ожидаемого параметра девальвации.

II-2. Модель.

В этой модификации модели на сцену выходит государство, принимающее решения. Агенты в базовой экономике толпы знали о государстве очень мало: они постоянно дополняли свои веры о состоянии государства («хорошем» или «плохом»); также, были известны некоторые макроэкономические показатели государства, например, параметр девальвации ε и вероятность π защиты обменного курса в «хорошем» состоянии. Само же государство было пассивно в том смысле, что не влияло на динамику, кроме объявлений (общедоступных сигналов) о своем качестве. Мы хотим оставить государство пассивным и беззащитным <u>во время</u> спекулятивной атаки; с другой стороны, сразу <u>после</u> того, как резервы закончились, оно может выбрать, на сколько девальвировать местную валюту, чтобы оказаться как можно ближе к желаемому уровню выпуска, аналогично стандартной модели (Obstfeld (1995)). Иными словами, если $R = 0$, то государство решает:

$$\min_{y_t, \varepsilon_t} \left\{ W_t(\varepsilon_t) \right\} = \min_{y_t, \varepsilon_t} \left\{ (y_t - y^*)^2 + \xi \varepsilon_t^2 \right\} : \text{Social Loss Function} \qquad (2.1)$$

Почему государство пассивно во время спекулятивной атаки? Obstfeld & Rogoff (1995),.Krugman (1999) обнаружили, что, учитывая экстремально малое время на реакцию, государство способно:

- резко повысить процентные ставки – возможный эффект – боязнь инвесторов занимать короткие позиции в местной валюте и, как следствие, менее ощутимая обменная паника; метод этот дестабилизирует экономику и способен в будущем стать причиной для второй волны спекулятивной атаки;
- объявить «bank holiday» – этот метод лишь повышает уверенность инвесторов в том, что государство – «плохое»; результат – лишь временная задержка неизбежного кризиса.

Учитывая множественные негативные эффекты действий государства во время спекулятивной атаки, мы предположим, что разумное государство не предпринимает никаких интервенций, описанных выше. Однако, оно все же может попросить поддержки у Центральных Банков тесно связанных со страной экономик в попытке защитить фиксированный обменный курс. Эта возможность практически убирает все ограничения на ресурсы, необходимые на отражение спекулятивной атаки и валютный кризис не происходит.

Теперь определим «хорошее» государство как государство, которое может попросить о внешней помощи и защитить фиксированный обменный курс с вероятностью π после того, как его резервы упадут до нуля. С вероятностью $1-\pi$ «хорошее» государство объявляет дефолт и минимизирует функцию общественных потерь (2.1), устанавливая цель для пост-кризисного выпуска и уровня девальвации. Определим «плохое» государство как государство, которое объявляет дефолт с вероятностью 1.

Компромисс между выпуском и инфляцией задается стандартной кривой Филлипса:

$$y_t = \overline{y} + \psi(\varepsilon_t - \varepsilon_t^e) - u \text{ : Phillips Curve} \tag{2.2}$$

где u - шок на выпуск. Для простоты, положим $u \sim U[-\mu;\mu]$ - равномерно распределен. $\overline{y}$ - естественный уровень выпуска.

При сделанных предположениях, решение для оптимального параметра девальвации, следуя Obstfeld (1995), таково:

$$\varepsilon = \frac{\psi(y^* - \overline{y} + u) + \psi^2 \varepsilon^e}{\psi^2 + \xi} \tag{2.3}$$

Решение зависит от ожидаемого уровня девальвации. Как определен этот параметр в рамках модели? Мы должны добавить инвесторов, подверженных влиянию толпы, для ответа на этот вопрос.

В этой части статьи мы вернемся к модели толпы с однородными агентами. Это сделано для упрощения вычислений и интуитивности результатов. Рассмотрим репрезентативного неинформированного агента в экономике. Его интересует выигрыш от обмена местной валюты, как и в базовой модели. Единственное исключение – неинформированный агент не знает реализации шока на выпуск, а поэтому может делать оценки выигрыша от обмена лишь используя ожидаемую девальвацию:

$$V_t(\varepsilon_t^e) = F\left(e^{\varepsilon_t^e}\{\Pr_t(B) + (1-\pi)\Pr_t(G)\} - 1\right) - c \tag{2.4}$$

Временные события в модели показаны на рисунке 4. На 0-й стадии априорная вероятность «хорошего» государства μ_G становится общим знанием. Затем, неинформированные агенты формируют веры о девальвации ε_0^e после кризиса (не зная реализации шока на выпуск). Этот алгоритм мы обсудим позднее. После, сигнал о качестве государства поступает к единственному агенту; таким образом, он становится информированным. Более того, тот же самый агент получает некоторую идею о шоке на выпуск, так что он становится способен предвидеть действительный уровень девальвации, который будет оптимален для государства после кризиса, учитывая текущую ожидаемую девальвацию (2.3). Этот же агент после получения сигнала решает менять, если обменный выигрыш, учитывая потери от девальвации, больше, чем необмен и отсутствие девальвации:

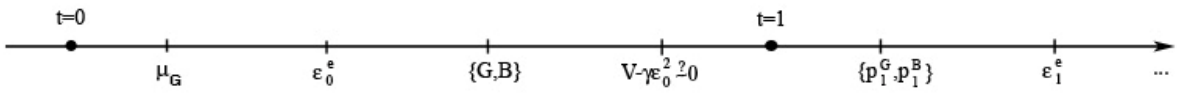

Рисунок 4: Временные события в модели валютных кризисов 2-го поколения с поведением толпы

$$F\left(e^{\varepsilon}Q_t - 1\right) - c \geq 0 \tag{2.5}$$

где $Q_t = \Pr_t(B) + (1-\pi)\Pr_t(G)$ - вероятность государственного дефолта.

Включая (2.3) в (2.5), получаем:

$$F\left(e^{\frac{\psi(y^* - \bar{y} + u) + \psi^2 \varepsilon_t^e}{\psi^2 + \xi}} Q_t - 1\right) \geq 0 \tag{2.6}$$

После того, как произошел обмен, стадия 0 заканчивается, и начинается стадия 1. Неинформированные агенты, учитывая ожидаемую девальвацию прошлой стадии, формируют новые веры о состоянии государства, опираясь на действие, совершенное староинформированным агентом. Как и раньше, обмен, сделанный информированным агентом, скорее всего увеличит предполагаемую вероятность государственного дефолта, и наоборот. В то же время, неинформированные агенты решают, менять или нет, в случае, если какая-либо из церей уже стартовала, согласно условиям (1.6)-(1.8). Снова, при данной предполагаемой вероятности «хорошего» государства определяется ожидаемая девальвация, и так далее.

Как же неинформированные агенты определяют ожидаемую девальвацию, которая позднее используется в оценках государством оптимальной пост-кризисной политики? Тот факт, что неинформированные агенты не знают реализации шока на выпуск, играет главную роль. Изменяя метод Obstfeld (1995), при данной предполагаемой (неинформированными агентами) вероятности государственного дефолта на стадии t, шок на выпуск, который заставил информированного агента менять на стадии $t-1$ должен превышать следующий барьер:

$$\bar{u}_t = \frac{\psi^2 + \xi}{\psi} \log\left(\frac{c+F}{FQ_t}\right) - y^* + \bar{y} - \psi\varepsilon_t^e \tag{2.7}$$

Поскольку шок на выпуск распределен равномерно на $[-\mu;\mu]$, неинформированные агенты формируют рациональные ожидания параметра девальвации $E_t\varepsilon_t$ [7], учитывая ожидаемую ε_t^e:

$$E_t\varepsilon_t = E_t[\varepsilon_t \mid u > \bar{u}_t]\Pr\{u > \bar{u}_t\} \tag{2.8}$$

или, после прямого подсчета, учитывая (2.3),

$$E_t\varepsilon_t = \frac{\psi}{\psi^2 + \xi}\left(\left(\frac{\mu - \bar{u}_t}{2\mu}\right)(y^* - \bar{y} + \psi\varepsilon_t^e) + \frac{\mu^2 - \bar{u}_t^2}{4\mu}\right) \tag{2.9}$$

[7] Индексы t возле оператора ожидания и символа девальвации имеют различные значения: первый обозначает ржидания, формируемые неинформированными агентами на стадии t, в то время как второй обозначает девальвацию, которая стала бы оптимальной для государства в том случае, если бы кризис произошел сегодня. Последняя остается неизвестной из-за того, что неинформированные агенты не знают реализации шока на выпуск до получения соответствующего сигнала.

В полном равновесии $E_t\varepsilon_t = \varepsilon_t^e$. Можно исследовать форму кривой $E_t\varepsilon_t(\varepsilon_t^e)$, вычислив ее первую производную: поскольку $d\overline{u}_t / d\varepsilon_t^e = -\psi$ и $d\overline{u}_t / d\varepsilon_t^e = 0$ при $\overline{u}_t = -\mu$ или $\overline{u}_t = \mu$, то наклон (2.9) таков:

$$\frac{dE_t\varepsilon_t}{d\varepsilon_t^e} = \begin{cases} 0, \text{ if } \overline{u}_t = \mu; \\ \dfrac{\psi}{\psi^2+\xi}\left(\dfrac{\psi}{2} + \dfrac{\psi}{2\mu}(y^* - \overline{y} + \psi\varepsilon_t^e)\right), \text{ if } \overline{u}_t \in [-\mu;\mu]; \\ \dfrac{\psi^2}{\psi^2+\xi}, \text{ if } \overline{u}_t = -\mu; \end{cases} \tag{2.10}$$

Таким образом, каждая кривая состоит из как минимум двух (а для некоторых наборов параметров – и трех) интервалов в положительном квадранте – два из них линейны, а один, для которого $\overline{u}_t$ принимает внутренние решения, обязательно нелинеен.

Также легко найти угловые решения уравнения $E_t\varepsilon_t = \varepsilon_t^e$:

$$E_t\varepsilon_t = \varepsilon_t^e = \begin{cases} 0, \text{ if } \overline{u}_t = \mu; \\ \dfrac{\psi}{\psi^2+\xi}\left(y^* - \overline{y} + \psi\varepsilon_t^e\right), \text{ if } \overline{u}_t = -\mu; \end{cases} \tag{2.11}$$

В формулах (2.9)-(2.11) важно то, что наклон кривой и множественность решений изменяются во времени. Точнее, предполагаемая вероятность государственного дефолта Q_t является основным фактором, влияющим на множество равновесий через $\overline{u}_t$. Это следствие модели является важным улучшением статической модели Obstfeld (1995); как мы увидим позднее, оно поможет нпм определить единственную ожидаемую девальвацию из множества равновесий экономики на каждой стадии. Но прежде объясним, как множественность равновесий меняется со временем в зависимости от предполагаемой вероятности дефолта.

Следующий набор параметров использовался для примера:

$c = 1,\ F = 5,\ \psi = 1.72,\ \xi = 1.5,\ \mu = 5,\ y^* = 52,\ \overline{y} = 50,\ u = 1.6,\ \gamma = 1,\ \mu_G = 0.2;$
$Q = 0.5$ (low default prob.); $Q = 0.75$ (medium default prob.); $Q = 0.95$ (high default prob.)

Как легко понять из рисунков 13-15 (Приложение А), число и значения равновесий меняется в зависимости от предполагаемой вероятности дефолта. Когда дефолт кажется информированным агентам достаточно маловероятным, имеем единственную равновесную ожидаемую девальвацию с наименьшим значением. Несмотря на это, спекулятивная атака крайне маловероятна – слишком мал выигрыш от обмена для агентов, если государство девальвирует местную валюту согласно (2.3). Если же некоторые агенты меняют вследствие частной информации о «плохом» государстве, предполагаемая вероятность дефолта растет, и кривая $E_t\varepsilon_t(\varepsilon_t^e)$ сдвигается направо, создавая еще два равновесия с гораздо более высокими уровнями ожидаемой девальвации. Наконец, если

предполагаемая вероятность дефолта становится близкой к 1, остается единственное равновесие с наивысшим значением (так называемое равновесие «свободно плавающего обменного курса» - “free-float”). В этом случае, любая реализация шока на выпуск, даже существенно положительная, не препятствуес старту цепи обмена. Интуиция проста: чем более суровая спекулятивная атака ожидается агентами, тем более высоки их оценки последующей девальвации.

Как же агенты выбирают одно из множества равновесий? Мы полагаем, что:

$$\varepsilon_0^e = \arg\min_{\varepsilon_{i0}^e \in \Sigma_0} \varepsilon_{i0}^e,\ \Sigma_0 = \left\{\varepsilon_{i0}^e\right\}_{i=1}^{\#\varepsilon_{i0}^e} \tag{2.12}$$

$$\varepsilon_t^e = \arg\min_{\varepsilon_{it}^e \in \Sigma_t} \left|\varepsilon_{it}^e - \varepsilon_{t-1}^e\right|,\ \Sigma_t = \left\{\varepsilon_{it}^e\right\}_{i=1}^{\#\varepsilon_{it}^e} \tag{2.13}$$

где Σ_t - набор реализуемых равновесий. Предположение достаточно разумно: поведение репрезентативного рационального агента предполагается согласующимся по времени (то есть, он не бросается из крайности в крайность); он выбирает ближайшее к предыдущей стадии равновесное значение ожидаемой девальвации. В то же время, аналогичные аргументы справедливы и для начального выбора ожидаемой девальвации: до того, как начинается паника, экономика считается стабильной с нулевой ожидаемой девальвацией, и поэтому ближайшая равновесная ожидаемая девальвация ε_0^e имеет наименьшее значение. Это дает нам динамику ожидаемого уровня девальвации: неинформированные агенты продолжают выбирать низкий уровень до тех пор, пока предполагаемая вероятность дефолта не станет достаточно высокой и не останется единственное равновесие с наибольшим значением, как показано на рисунке 15. Начиная с этого момента, ожидаемая девальвация растет согласно (2.13), и только очень высококачественный сигнал (или, возможно, необмен, совершенный олигархом) может остановить неизбежную цепь обменов и, в конечном итоге, валютный кризис, переместившись в ситуацию, отраженную на рисунке 13. Подобная динамика с присутствием олигархов - богатых агентов показана на рисунке 16 (Приложение А).

Государство в модели не способно получить предпочитаемое им равновесие, если рыночные ожидания объединятся около худшего равновесия с наивысшим значением, вызвав цепь обмена. Даже один-единственный обмен или необмен может сдвинуть обменный курс с позиции, на которой он уязвим лишь для наиболее плохих реализаций u на позицию, в которой выпуск в отсутствие девальвации настолько низок, что даже средних масштабов шоки начнут цепь обменов.

Сила фундаментальных переменных, отраженная в государственных предпотчениях инфляции, структуре экономики и остатках резервов, влияет на множественность равновесий совместно с предполагаемой вероятностью дефолта. Падение естественного уровня выпуска $\overline{y}$ относительно y^*, скорее всего, вызовет сдвиг кривой налево, тем самым увеличивая вероятность возникновения цепи обмена и индуцируя более высокий уровень девальвации в стране.

II-3. Дополнения

Medvedev & Kolodyazhny (2001) нашли эмпирически, что нерезиденты страны, подверженной валютному кризису, обычно ведут себя более агрессивно и начинают цепь обменов раньше резидентов. Этому есть несколько объяснений. Во-первых, нерезиденты обычно имеют более привлекательные альтернативные инвестиционные возможности, чем резиденты, которые приводят к их чрезмерной реакции на изменения в рыночных фундаментальных переменных. В терминах базовой модели поведения толпы, выигрыш нерезидентов от обмена, таким образом, не является чисто спекулятивным: возможность реинвестиций должна быть включена в обменный выигрыш. Во-вторых, нерезиденты обычно имитируют поведение лидера – крупнейшего иностранного инвестора. Наконец, резиденты страны могут быть гораздо более обеспокоены девальвацией, обязательно следующей за кризисом.

Обеспокоенность репрезентативного местного агента девальвацией можно объяснить так: во-первых, девальвация серьезно нарушает экономическую активность как внутри страны, так и на мировом рынке, причиняя ущерб местному агенту. Например, экономические и финансовые кризисы приводят к падению кредитных рейтингов фирм, банков, государства до уровней “junk”, уменьшая инвестиционные возможности. Во-вторых, говоря об обычных людях, заявления государственных представителей по телевизору и в газетах о разрушительных последствиях внутренней инфляции (особенно в случае, если государство задает большой вес инфляции в функции общественных потерь) заставляют всех поверить в то, что инфляция в стране – плохо. Наконец, репрезентативный местный агент в экономике частично являет собой государство (за счет того, что часть агентов – государственные представители), чья работа – управлять инфляцией. Местный агент, таким образом, интересуется выигрышем от обмена местной валюты (это – чисто «спекулятивная» часть его функции полезности) и девальвацией следующим образом:

$$U_t(\varepsilon_t^*,\varepsilon_t^e) = V_t(\varepsilon_t^e) - \gamma\varepsilon_t^{*2} = F\left(e^{\varepsilon_t^e}\{\Pr_t(B) + (1-\pi)\Pr_t(G)\} - 1\right) - c - \gamma\varepsilon_t^{*2} \quad [8] \qquad (2.14)$$

Иностранный агент – просто стандартный спекулятивный агент, подверженный влиянию толпы, его обенный выигрыш - (2.4). Очевидно, при таких условиях иностранный агент, только что получивший сигнал о «плохом» государстве, обменяет скорее, чем местный агент: $V_t(\varepsilon_t^e) - U_t(\varepsilon_t^e) > 0,\ \forall\varepsilon_t^e > 0$. Больше «плохих» сигналов или более высокая равновесная ε_t^e потребуются для того, чтобы заставить местных агентов последовать за созданной нерезидентами цепью обменов. Это – мменно тот самый эффект, который описан в Medvedev & Kolodyazhny (2001). Хотя сложно найти явное решение для такой задачи (в процессе решения возникает трансцендентное уравнение для нижней и верхней границ обмена $\underline{u}_t, \overline{u}_t$), численное решение дает результаты и

[8] Результаты модели остаются неизменными в предположении, что репрезентативный агент в эеономике решает следующую задачу: $U_t(\varepsilon_t,\varepsilon_t^e) = V_t(\varepsilon_t^e) - \gamma W(\varepsilon_t^*,\varepsilon_t^e) = F\left(e^{\varepsilon_t^e}\{\Pr_t(B)+(1-\pi)\Pr_t(G)\}-1\right) - c - \gamma\left((y_t^*-y^*)^2+\xi\varepsilon_t^{*2}\right)$; то есть, если агент интересуется обменным выигрышем, получаемым при спекуляции, и общественными потерями – так называемый альтруистический тип агента.

динамику ожидаемой девальвации, которые очень схожи с результатами базовой модели части II. Как и ожидалось, резиденты страны, подверженной кризису, включаются в цепь позже нерезидентов – только тогда, когда ожидаемая девальвация уже стала настолько высокой, что фиксированный обменный курс не представляется возможным удержать, или когда предполагаемая вероятность дефолта очень высока.

ЧАСТЬ III. Инфекция (contagion) и поведение толпы

III-1. Введение

Эффекты от экономических кризисов являются разрушительными для экономик, исрытывающих их, однако на самом деле проблема еще более сложна – обычно не одна, а сразу много стран становятся объектом спекулятивных атак одновременно и испытывают общий кризис. Это – так называемая инфекция (contagion). В 90-е гг. было три региональных волны валютных кризисов: ERM-кризис в Европе 992-1993 гг., латиноамериканский кризис 1994-1995 гг. и азиатский кризис 1998-1999 гг.

Существует несколько разумных объяснений инфекции, согласно Krugman (1999). Во-первых, валютный кризис в стране А ухудшает фундаментальные переменные в стране В. Это было прежде всего справедливо для азиатских кризисов, экономики которых продавали похожие продукты на мировых экспортных рынках, а потому были тесно взаимосвязаны во многих отношениях. Этот эффект был также значителен и для таких стран, как Великобритания и Франция во время ERM-кризиса. Однако, для некоторых стран торговые связи слабы; более того, страны, подверженные одной волне кризисов, такие, как, например, Мексика и Аргентина, вообще были мало связаны друг с другом.

Drazen (1997) объясняет кризисную инфекцию между, казалось бы, несвязанными экономиками. Страны рассматриваются как группа с некоторыми общими, но несовершенно наблюдаемыми характеристиками. Например, латиноамериканские страны имеют общую культуру и, возможно, темперамент. Как только одна из таких стран девальвирует валюту, инвесторы пересматривают в сторону понижения свои оценки желания остальных стран этой группы защищать фиксированные обменные курсы.

Помимо этого, политическое обязательство поддерживать фиксированный обменный курс может само по себе быть подвержено эффекту толпы. Пример – волна европейских кризисов: как только Великобритания и Италия решили отпустить курс, Швеции оказалось менее политически затратно оставить свою привязку к немецкой марке.

Наконец, эффект толпы среди инвесторов может быть причиной инфекции валютных кризисов. Когда одна страна девальвирует валюту, шанс, что другая страна сможет защитить фиксированный обменный курс благодаря взаимному соглашению о помощи с дружественными мировыми экономиками, уменьшается, а значит, уменьшаются и веры инвесторов в то, что государство действительно способно удержать привязку своей валюты. Мы дадим объяснение этому эффекту в рамках базовой модели поведения толпы. Возможно, единственная статья в этом же

направлении - Zeckhauser (1986), в которой автор разработал концепцию «репутационных экстерналий» для объяснения изменчивости ожиданий инвесторов и наблюдений общих структурных условий и уязвимостей в остальных странах после кризиса в одной. Обзор Summers (2000) финансовых кризисов – также важный источник информации об инфекционных кризисах.

III-2. Модель инфекции с поведением толпы и ее следствия

Предположим, в простейшем случае, что существуют две идентичных экономики, потенциально подверженные экономическим кризисам, «дом» и «гости». Существует также «остальной мир», который играет пассивную роль «заемщика в последней инстанции» - “lender of last resort” в том случае, если оба государства окажутся «хорошими» в смысле определения, данного в части 1. То есть, если «хорошему» государству когда-либо понадобится защитить фиксированный обменный курс и оно решит использовать помощь Центральных Банков «остального мира», удача сопутствует ему с вероятностью $\underline{\pi}$. Однако, это – не единственная возможность займа для кажлого из государств: они могут войти во взаимное соглашение о помощи в случае нужды.

Инвесторы в обеих странах предполагаются однородными и идентичными; они совершают действия согласно базовой модели поведения толпы, описанной в части I статьи. Однако, теперь предполагаемая вероятность того, что «хорошее» государство защитит фиксированный обменный курс, меняется во времени: она зависит от вероятности на прошлой стадии «хорошей» соседней страны. Конкретнее, если мы живем в «доме», а «гости» только что объявили дефолт, вероятность «хороших гостей» равна нулю, и единственная возможность займа для «дома» - «остальной мир»; таким образом, инвесторы считают, что предполагаемая вероятность того, что «хорошее» государство защитит фиксированный обменный курс, равна $\underline{\pi}$. С другой стороны, если вера на прошлой стадии о «хороших гостях» была на максимуме 1, агенты полагают, что соседняя страна стабильна и поднимают свои веры о том, что «хорошее» государство защитит фиксированный обменный курс, до $\overline{\pi}$. Между этими двумя концами предполагаемая вероятность того, что «хорошее» государство защитит фиксированный обменный курс на стадии t достаточно логично доопределяется как:

$$\pi_t = p^*_{t-1}\overline{\pi} + (1 - p^*_{t-1})\underline{\pi} \tag{3.1}$$

где p^*_{t-1} - вероятность «хороших гостей» на прошлой стадии. Для «гостей» формула аналогична:

$$\pi^*_t = p_{t-1}\overline{\pi} + (1 - p_{t-1})\underline{\pi} \tag{3.2}$$

p_{t-1}, p^*_{t-1} предполагаются общим знанием среди агентов в экономике. Это верно для тех инвесторов, которые заинтересованы в рынках обеих стран и желают сделать деньги во время валютных кризисов. Инвесторы, заинтересованные лишь в одной из стран получают эту информацию достаточно быстро благодаря системе близких к рациональным рынков до начала кризиса.

(3.1) и (3.2) используются для формирования стандартной функции обменного выигрыша; последующая динамика практически аналогична той, что была в части I статьи. Каковы же следствия этой простой надстройки над базовой моделью поведения толпы?

Пример, представленный на рисунке 17, был симулирован, используя следующий набор параметров:

$$\alpha = 0.56,\ F = 5,\ c = 1,\ \underline{\pi} = 0.65,\ \overline{\pi} = 1,\ \varepsilon = 0.33,\ R = 40,\ \mu_G = 0.2\,.$$

Во-первых, кк можно видеть на рисунке 17 (Приложение А), даже в случае, когда «дом» начал цепь необмена, цепь обмена у «гостей» и последующий кризис могут прервать «хорошую» цепь и даже обратить ее в «плохую» сторону. Результирующий инфекционный кризис в «доме» наступает с короткой задержкой по сравнению с «гостями». Каковы же причины такой инфекции? Очевидно, что, как только цепь обменов началась в «гостях», предполагаемая вероятность того, что «хорошее домашнее» государство защитит фиксированный обменный курс упала в глазах агентов. Она упала еще сильнее, до $\underline{\pi}$, после дефолта «гостей», тем самым повысив предполагаемую вероятность «домашнего» дефолта $Q_t = \Pr_t(B) + (1-\pi_t)\Pr_t(G)$ и сделав обмен «домашней» валюты гораздо более доходным для инвесторов, чем необмен, несмотря на то, что при стартовом значении π началась цепь необменов.

Обратный эффект также возможен: если дела в «гостях» идут хорошо, инвесторы начинают верить, что «гости» - «хорошие» и будут стараться защитить фиксированный обменный курс. Это, в свою очередь, повышает предполагаемую вероятность того, что «хорошее домашнее» государство защитит фиксированный обменный курс и может остановить «плохую» цепь в «домашней» стране и даже обратить ее в сторону необмена.

III-3. Выводы, Часть III

Модификация базовой модели поведения толпы, предложенная выше, - наиболее простой способ учесть эффекты инфекции в кризисах, используя «цепные» мотивы инвесторов. Среди множества возможных объяснений инфекции был использован самый прямой - предполагаемая вероятность того, что «хорошее» государство защитит фиксированный обменный курс при условии вер в «хорошее» государство других стран. Мы объяснили несколько простых следствий модели, например, «инфекционные разрывы кризисов», когда полхие цепи останавливаются из-за улучшения вер в возможность взаимной помощи между странами, подверженными спекулятивным атакам. Модель может быть дополнена эндогенным выбором уровня девальвации, как в части II, чтобы лучше учесть связь между чисто спекулятивными побуждениями агента и макроэкономическими фундаментальными переменными в экономике.

ЧАСТЬ IV. Калибровка

IV-I. Калибровка базовой модели поведения толпы

Эмпирически проблема поведения толпы как причины спекулятивных атак исследована очень слабо. В единственной статье на тему российского кризиса 1998 г. Medvedev & Kolodyazhny (2001)

обнаружили, что эффект поведения толпы является статистически значимым м различается для резидентов и нерезидентов страны. Несмотря на то, что наша модель очень стилизована, удается хотя бы представить себе силу спекулятивной атаки вследствие поведения толпы, принимая за факт то, что существование этого эффекта уже доказано.

Главная цель в этой части статьи – оценить граничное условие на веры агентов о «хорошем» государстве, которые были бы достаточны в 1998 г. для поддержания фиксированного обменного курса. Также, мы хотим узнать вероятность кризиса при определенном наборе параметров и оцененной предполагаемой вероятности «хорошего» государства. Мы используем откалиброванные параметры π and F/c и предполагаем $e^{\varepsilon} = 4$ - оценка того, насколько российский рубль девальвировал во время кризиса 1998 г. С конца августа по начало сентября 1998 г. обменный курс рубля по отношению к доллару вырос с 6 до 24, а затем достиг цифры около 30, хотя это обесценивание не может рассматриваться как рузультат самой спекулятивной атаки. Вероятность того, что государство в «хорошем» состоянии способно защитить фиксированный обменный курс π, меняется нами на отрезке 0.5 to 0.9, а F/c, обратная к проценту транзакционных издержек в количестве меняемой валюты, предполагается принимающей 3 различных значения: 2, 5 и 20. Дело в том, что транзакционные издержки согут быть действительно малы для обычных людей, не имеющих своего бизнеса и потому теряющих лишь свое время и разницу цен покупки и продажи на обмене. Ситуация коренным образом отличается для средних и крупных инвесторов, предпринимателей, менеджеров взаимных и хедж-фондов, принимающих решение об обмене местной валюты, поскольку довольно значительная доля предприятия и отношения с клиентами могут зависеть от потоков денежных средств в местной валюте. Для таких агентов в экономике процент транзакционных издержек в количестве обмениваемой валюты меняется со среднего до высокого.

Таблица 1 показывает граничную предполагаемую вероятность «хорошего» государства, необходимую для того, чтобы была хотя бы минимальная надежда на успешную защиту от цепей обмена. Учитывая то, что инвесторы заранее знали величину девальвации рубля российским государством, очевидно то, что они должны были быть крайне уверены в способности государства получить новые резервы, чтобы не атаковать фиксированный курс. Это верно практически для любой комбинации π и F/c. Принимая во внимание то, что макроэкономические параметры были также слабы накануне спекулятивной атаки, плохо верится в то, что предполагаемая $\Pr\{G\}$ действительно была настолько велика; как следствие, российский дефолт был достаточно предсказуемым и практически неизбежным с точки зрения инвесторов, обеспокоенных выигрышем от обмена, согласно нашим грубым оценкам. Неудивительно, конечно, что в России начались массовые обмены со стороны как резидентов, так и нерезидентов.

Таблица 2 показывает вероятность кризиса, учитывая то, что государство «плохое» и ранее полученные границы $\Pr\{G\}$. Результаты согласуются с открытием Medvedev & Kolodyazhny (2001) – эффект толпы, по всей видимости, был достаточно значим во время российского дефолта 1998 г. Вероятность кризиса вследствие поведения толпы изменяется с умеренной до высокой в зависимости

от качества сигналов, получаемых агентами, и становится еще более существенной при включении в оценку более информированных олигархов.

Таблицы 3 и 4 показывают вероятность кризиса в случае, если государство «плохое», но предположительно пытается найти необходимые ресурсы и защитить фиксированный курс в спешке прямо перед тем, как резервы действительно заканчиваются, без олигархов и с ними. Снова числа слишком велики для того, чтобы даже задумываться о каком-то неудачном стечении обстоятельств в августе 1998 г.; скорее, он был неизбежен. Единственной проблемой тогда было определение точного времени кризиса, которое в рамках нашей модели определено как период ухудшения макроэкономических параметров вместе со сдвигом вер агентов о вероятности дефолта.

Pr{G} необх. для поддерж. fixER	Pr{G}, F/c=2	Pr{G}, F/c=5	Pr{G}, F/c=20
π=0.9	0.694	0.777	0.819
π=0.8	0.781	0.875	0.922
π=0.7	0.893	1.000	-
π=0.6	-	-	-
π=0.5	-	-	-

Таблица 1: Вер-ть «хорошего» гос-ва, необходимая для поддержания фикс. курса

"Плох" гос-во	α=0.55	α=0.60	α=0.65	α=0.70	α=0.75
Pr{DB}, NO	0.400	0.479	0.552	0.620	0.698
Pr{DB}, O	0.846	0.858	0.871	0.900	0.863

Таблица 2: Вер-ть дефолта в случае «плохого» государства

"Плох" гос-во нет олигархов	Pr{DB}, α=0.55	Pr{DB}, α=0.60	Pr{DB}, α=0.65	Pr{DB}, α=0.70	Pr{DB}, α=0.75
π=0.9	0.040	0.048	0.055	0.062	0.070
π=0.8	0.080	0.096	0.110	0.124	0.140
π=0.7	0.120	0.144	0.166	0.186	0.209

π=0.6	0.160	0.192	0.221	0.248	0.279
π=0.5	0.200	0.240	0.276	0.310	0.349

Таблица 3: Вер-ть дефолта в случае плохого гос-ва, пытающегося защитить фикс. курс, нет олигархов

"Плох" гос-во олигархи, α=0.9	Pr{DB}, α=0.55	Pr{DB}, α=0.60	Pr{DB}, α=0.65	Pr{DB}, α=0.70	Pr{DB}, α=0.75
π=0.9	0.085	0.086	0.087	0.090	0.086
π=0.8	0.169	0.172	0.174	0.180	0.173
π=0.7	0.254	0.257	0.261	0.270	0.259
π=0.6	0.338	0.343	0.348	0.360	0.345
π=0.5	0.423	0.429	0.436	0.450	0.432

Таблица 4: Вер-ть дефолта в случае плохого гос-ва, пытающегося защитить фикс. курс, с олигархами

IV-II. Калибровка модели 2-го поколения валютных кризисов с поведением толпы

Теперь откалибруем усложненную модель из части II. Использовались те же самые параметры $F/c = 2;5;20$ и $\varepsilon = 1.4$ (так что $e^{\varepsilon} = 4$). Кроме того, добавилась грубая оценка параметров кривой Филлипса и государственной политики инфляции для России. Очевидно то, что получить состоятельную оценку параметров кривой Филлипса, используя простые модели и агрегированные данные, невозможно. На это есть множество причин. Во-первых, секторы российской экономики очень сильно различаются даже среди групп торгуемых и неторгуемых товаров (пример – нефть и газ). Во-вторых, безработица не имеет значимого эффекта на выпуск в России из-за специфики рынка труда. Наконец, существует большая асимметрия в трансмиссии инфляция-выпуск. Например, оценки показывают, что уменьшение инфляции приводит к достаточно существенному падению выпуска, а вот ее увеличение на ту же величину не приводит к значительному росту. Учитывая все это, мы рассматриваем три различных параметра $\psi = 2;3;4$ кривой Филлипса. Чем больше параметр кривой Филлипса, тем больше вреда отклонение в инфляции причиняет выпуску – предположительно тем более государство становится нетерпимым к инфляции, что отражается в параметре ξ.

Таблица 5 показывает предполагаемые вероятности дефолта, которые необходимы для того, чтобы дефолт случился наверняка - $Q(D)$, и для того, чтобы фиксированный обменный курс наверняка устоял - $Q(S)$ (здесь D - default, S - success), согласно модели. according to the model.

Таблицы 6 и 7 раскладывают Q в предполагаемые вероятности «хорошего» государства для того, чтобы результать можно было сравнить с калибровкой, сделанной выше. Из таблицы 6 можно видеть, что усложненная модель предсказывает настепление кризиса для относительно более низких вероятностей «хорошего» государства по сравнению с IV-1. Это согласуется с тем фактом, что макроэкономические параметры в стране были слабыми, что привело к падению $\Pr\{G\}$ средних и крупных инвесторов до очень низкого уровня, при котором фиксированный обменный курс оказался нежизнеспособным. Таблица 7 показывает предполагаемую вероятность «хорошего» государства, которая, согласно модели, была необходима для того, чтобы фиксированный обменный курс наверняка устоял. Легко видеть, что разрыв между вероятностями в таблицах 6 и 7 достаточно велик, особенно для больших значениц ψ, ξ; поведение толпы, таким образом, имеет значительный эффект согласно модели.

ε=1.4, Q(D)	ψ=4, ξ=6	ψ=6, ξ=9	ψ=8, ξ=12
F/c=2	0.822	0.826	0.899
F/c=5	0.658	0.661	0.719
F/c=20	0.575	0.579	0.629
ε=1.4, Q(S)	ψ=4, ξ=6	ψ=6, ξ=9	ψ=8, ξ=12
F/c=2	0.817	0.673	0.601
F/c=5	0.654	0.538	0.481
F/c=20	0.572	0.471	0.421

Таблица 5: Предполагаемая вер-ть дефолта, необх. для дефолта или защиты фикс. курса

	ψ=4, ξ=6			ψ=6, ξ=9			ψ=8, ξ=12		
Pr{G} обяз. D	Pr{G}, F/c=2	Pr{G}, F/c=5	Pr{G}, F/c=20	Pr{G}, F/c=2	Pr{G}, F/c=5	Pr{G}, F/c=20	Pr{G}, F/c=2	Pr{G}, F/c=5	Pr{G}, F/c=20
π=0.9	0.198	0.380	0.472	0.193	0.377	0.468	0.112	0.312	0.412
π=0.8	0.223	0.428	0.531	0.218	0.424	0.526	0.126	0.351	0.464
π=0.7	0.254	0.489	0.607	0.249	0.484	0.601	0.144	0.401	0.530

π=0.6	0.297	0.570	0.708	0.290	0.565	0.702	0.168	0.468	0.618
π=0.5	0.356	0.684	0.850	0.348	0.678	0.842	0.202	0.562	0.742

Таблица 6: Вер-ть «хорошего» гос-ва, необх. для дефолта

	ψ=4, ξ=6			ψ=6, ξ=9			ψ=8, ξ=12		
Pr{G} обяз. S	Pr{G}, F/c=2	Pr{G}, F/c=5	Pr{G}, F/c=20	Pr{G}, F/c=2	Pr{G}, F/c=5	Pr{G}, F/c=20	Pr{G}, F/c=2	Pr{G}, F/c=5	Pr{G}, F/c=20
π=0.9	0.203	0.384	0.476	0.363	0.513	0.588	0.443	0.577	0.643
π=0.8	0.229	0.433	0.535	0.409	0.578	0.661	0.499	0.649	0.724
π=0.7	0.261	0.494	0.611	0.467	0.660	0.756	0.570	0.741	0.827
π=0.6	0.305	0.577	0.713	0.545	0.770	0.882	0.665	0.865	0.965
π=0.5	0.366	0.692	0.856	0.654	0.924	-	0.798	-	-

Таблица 7: Вер-ть «хорошего» гос-ва, необх. для защиты фикс. курса

ЧАСТЬ V. Дальнейшие исследования

Хотя что модели, предложенные в статье, могут дать новый толчок к разработке более усовершенствованных сценариев валютных кризисов с микрооснованиями, они, конечно, не учитывают множество эффектов, наблюдаемых накануне спекулятивной атаки. Мы предлагаем еще несколько интересных направлений исследования эффекта толпы как причины валютных кризисов.

Во-первых, можно использовать подход поведенческой экономики для объяснения так называемых “panics” и “runs” на финансовых и экономических рынках. Следуя книге Shleifer (2000), арбитражеры, или в нашем случае крупные инвесторы, могут заработать, показывая пример или поступая так же, как нойз-трейдеры или инвесторы с «положительной отдачей» (noise traders, positive feedback investors) – иррациональные агенты. Как только ошибки в ожиданиях иррациональных агентов о размере девальвации увеличиваются, их поведением будет продажа или даже уход в короткую позицию по местной валюте. Работа и хлеб рациональных арбитражеров – сделать эти ошибки сильнее, совершая спекулятивные сделки на рынке. В такой модели цепи обмена

начинаются не только из-за изменений в предполагаемой вероятности дефолта, но и потому, что поведенческие стратегии рациональных и иррациональных агентов на рынке различаются.

Во-вторых, хорошим расширением модели стал бы переход к большому количеству активов, длним из которых остался бы обменный курс. Согласно Krugman (2001), стремительный рост технологий, некоторые действия Президента или премьер-министра и вообще почти все что угодно может привести к падению цен на активы. Падение цен, влияя на инвестиции, дефлирует экономику; в некоторых случаях Центральный Банк не способен останосить двтжение к плохому равновесию даже понижая процентные ставки до нуля. Цепи обмена и последующие финансовые и экономические кризисы в такой экономике финансовых рынков могут начаться не только из-за валютных транзакций в смысле базовой модели, но и из-за интенсивной торговли важных бумаг на рынке и флуктуаций цен на активы.

Приложение А

Обозначения в названиях рисунков:

Динамика $[xx,\ yy,\ zz]$ – число “бедных”, “средних”, “олигархов” в экономике:

$[00\ \ 10\ \ 00]$ - 10 из 10 - “средние”

$[00\ \ 09\ \ 01]$ - 9 из 10 - “средние”, 1 из 10 – “олигарх”

$[00\ \ 09\ \ 01f]$ - 9 из 10 - “средние”, 1 из 10 – “олигарх”, получающий сигнал первым

$[00\ \ 09\ \ 01i]$ - 9 из 10 - “средние”, 1 из 10 – “олигарх”, который информирован, в то время как остальные – нет; остальные также не знают об информированности «олигарха»

$R = 40$ – начальное количество резервов

$T = 10$ – длина периода

$\varepsilon = 0.33$ - постоянный параметр девальвации во время кризиса

$m = 0.2$ - априорная вера о государстве; с вероятностью m государство «хорошее»

$l = 0.7$ – известная вероятность удачной защиты фиксированного обменного курса

$F = [1\ \ 5\ \ 25]$ - доход “бедных”, “средних”, “олигархов” в экономике

$c = [1\ \ 1\ \ 5]$ - транзакционные издержки “бедных”, “средних”, “олигархов” в экономике

$al = 0.56$ - чистота низкокачественного сигнала для “бедных” и “средних” в экономике; используется в рисунках с динамикой

$ah = 0.76$ - чистота высококачественного сигнала для “олигархов” в экономике; используется в рисунках с динамикой

$al \in [0.52;\ 0.72]$ - ось X чистоты низкокачественного сигнала для “бедных” и “средних” в экономике; используется в рисунках с распределениями

$ah \in [0.72;\ 0.92]$ - ось Y чистота низкокачественного сигнала для “бедных” и “средних” в экономике; используется в рисунках с распределениями

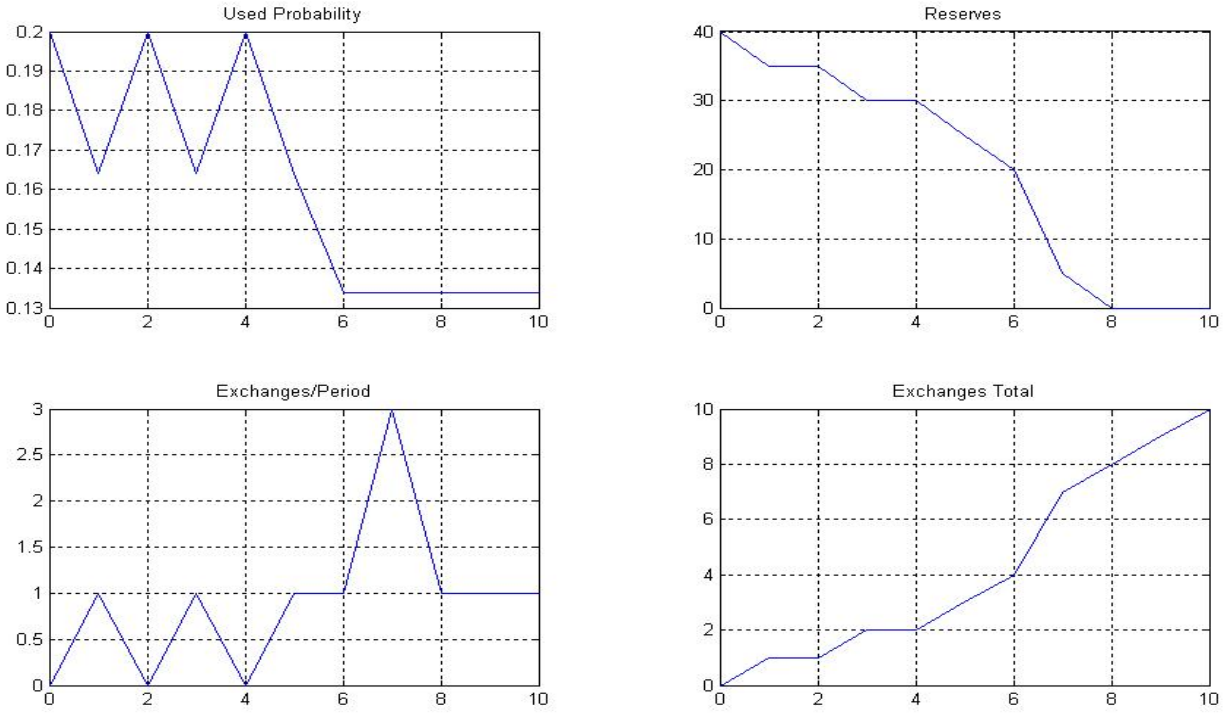

Рисунок 5: Динамика [00 10 00], R=40, T=10, ε=0.33, m=0.2, l=0.7, F=[1 5 25], c=[1 1 5], al=0.56, ah=0.76

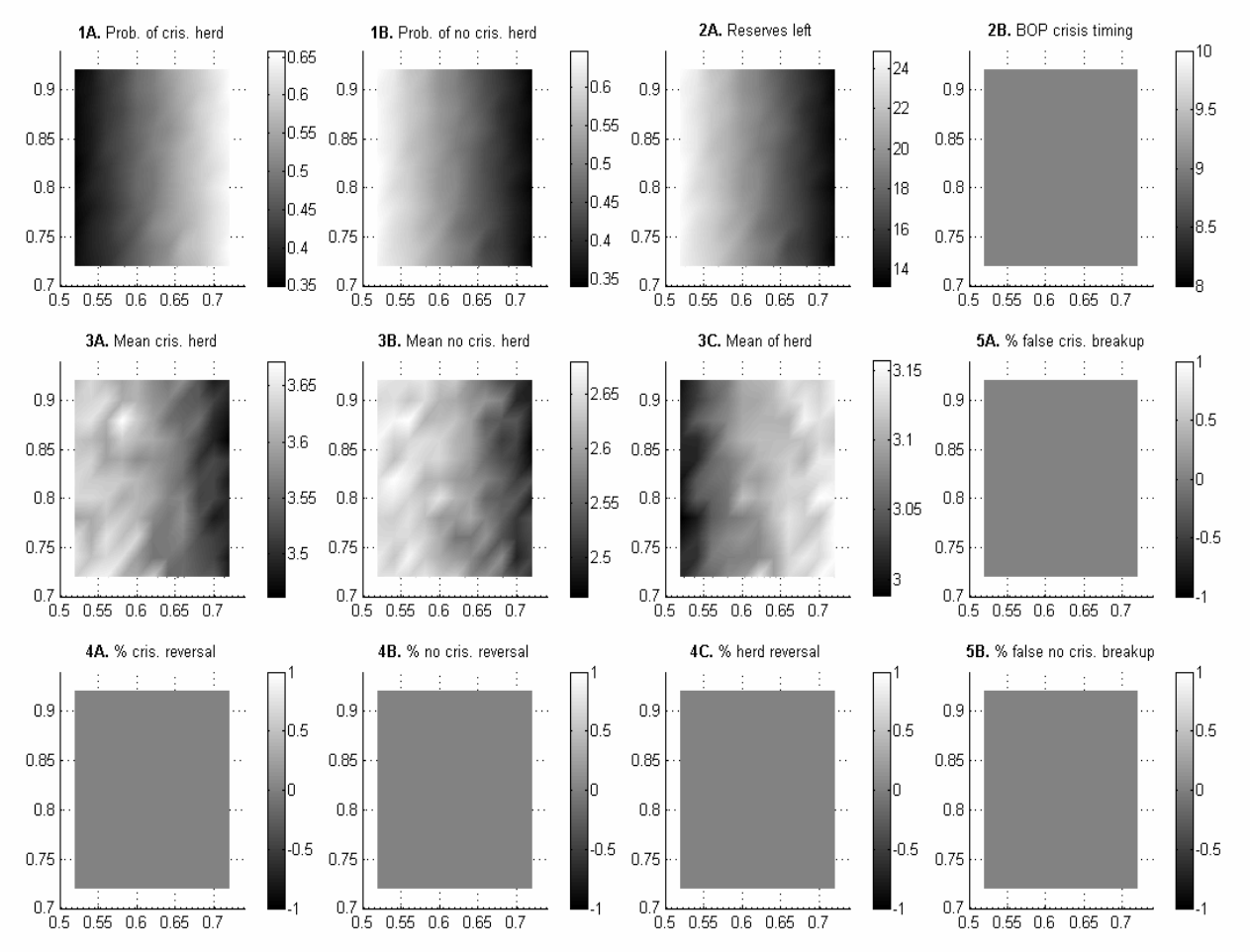

Рисунок 6: Распределения [00 10 00], al∈[0.52; 0.72], ah∈[0.72; 0.92]

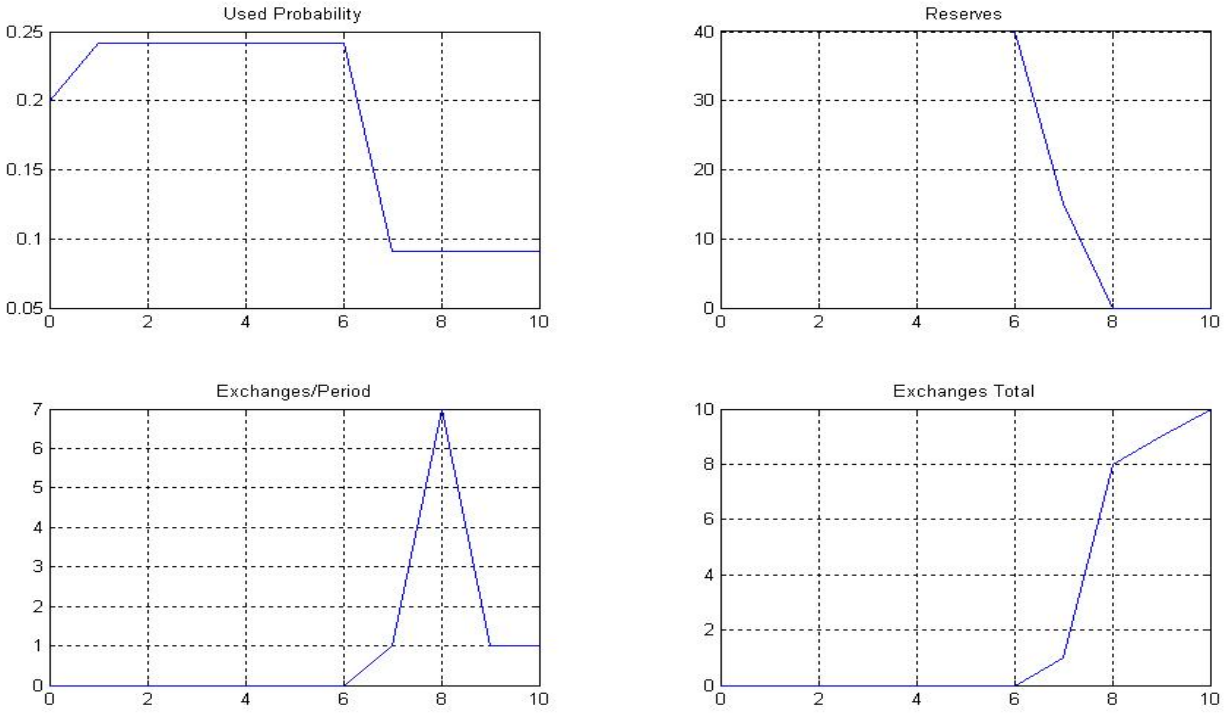

Рисунок 7: Динамика [00 09 01], R=40, T=10, ε=0.33, m=0.2, l=0.7, F=[1 5 25], c=[1 1 5], al=0.56, ah=0.76

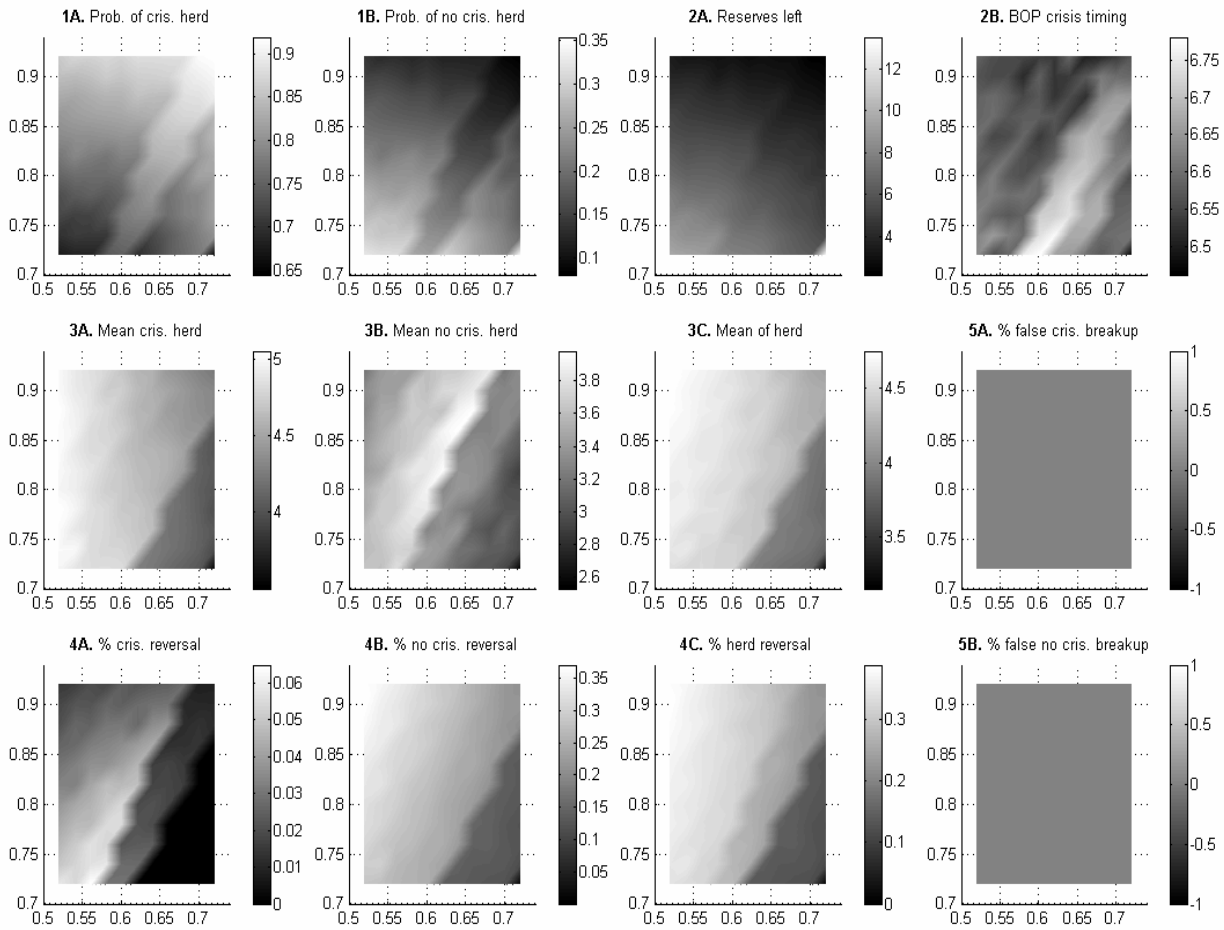

Рисунок 8: Распределения [00 09 01], al∈[0.52; 0.72], ah∈[0.72; 0.92]

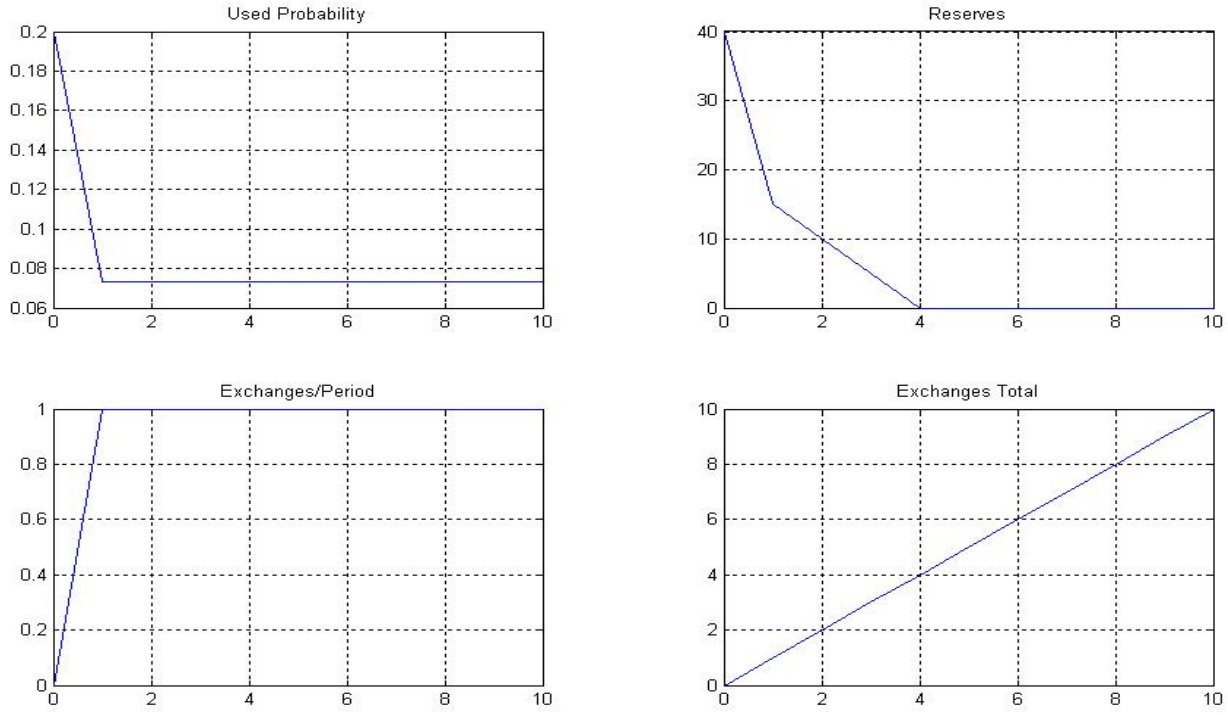

Рисунок 9: Динамика [00 09 01f], R=40, T=10, ε=0.33, m=0.2, l=0.7, F=[1 5 25], c=[1 1 5], al=0.56, ah=0.76

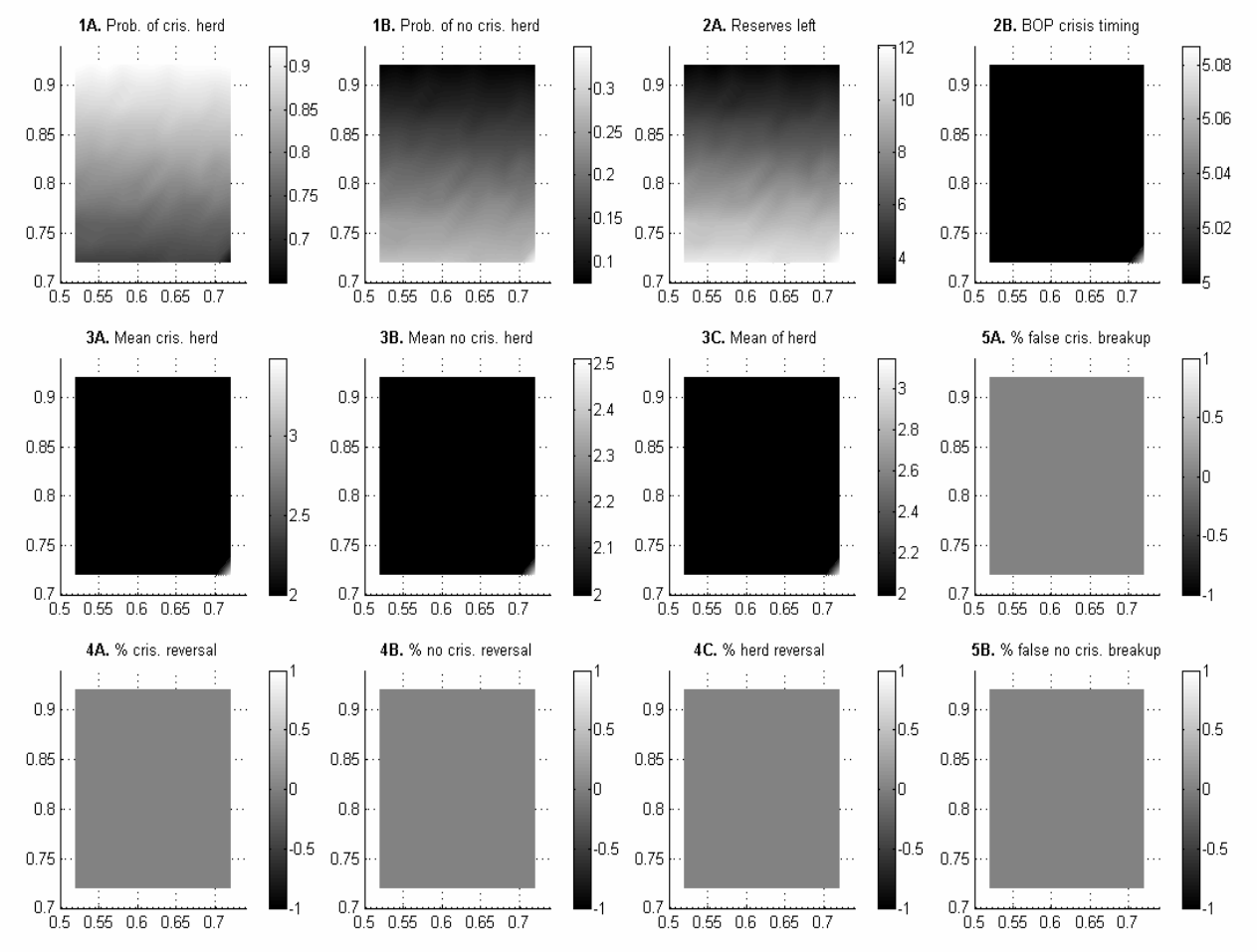

Рисунок 10: Распределения [00 09 01f], al∈[0.52; 0.72], ah∈[0.72; 0.92]

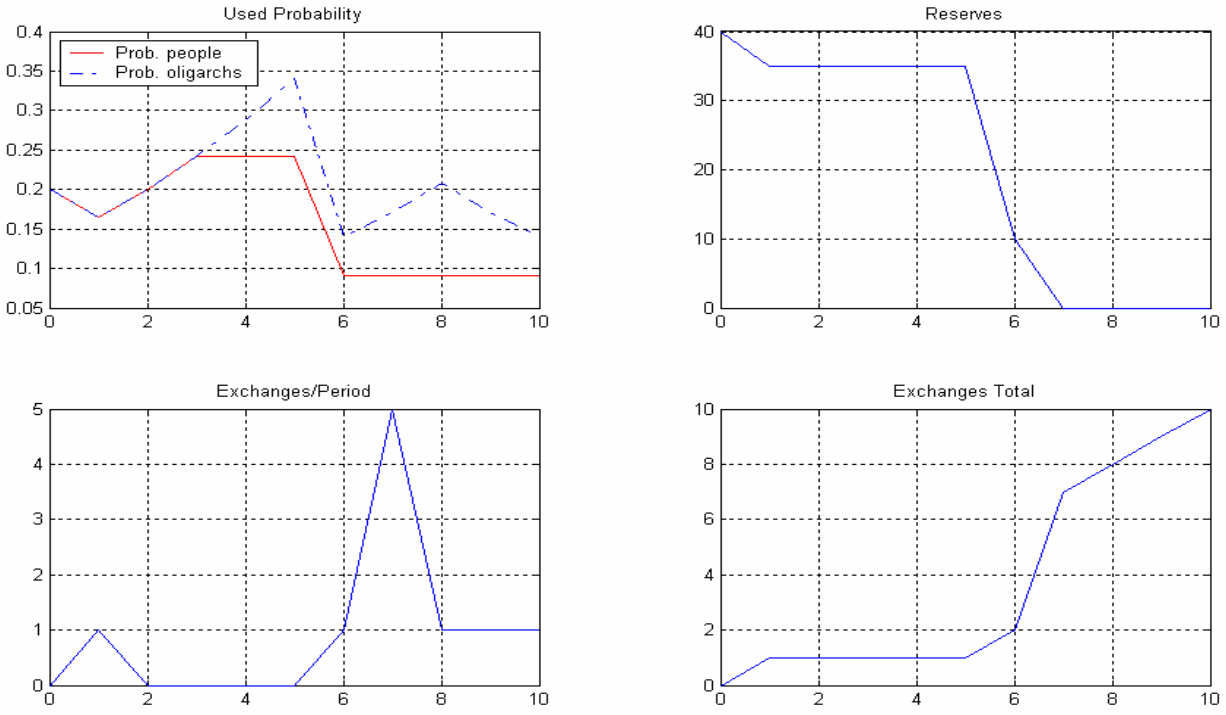

Рисунок 11: Динамика [00 09 01i], R=40, T=10, ε=0.33, m=0.2, l=0.7, F=[1 5 25], c=[1 1 5], al=0.56, ah=0.76

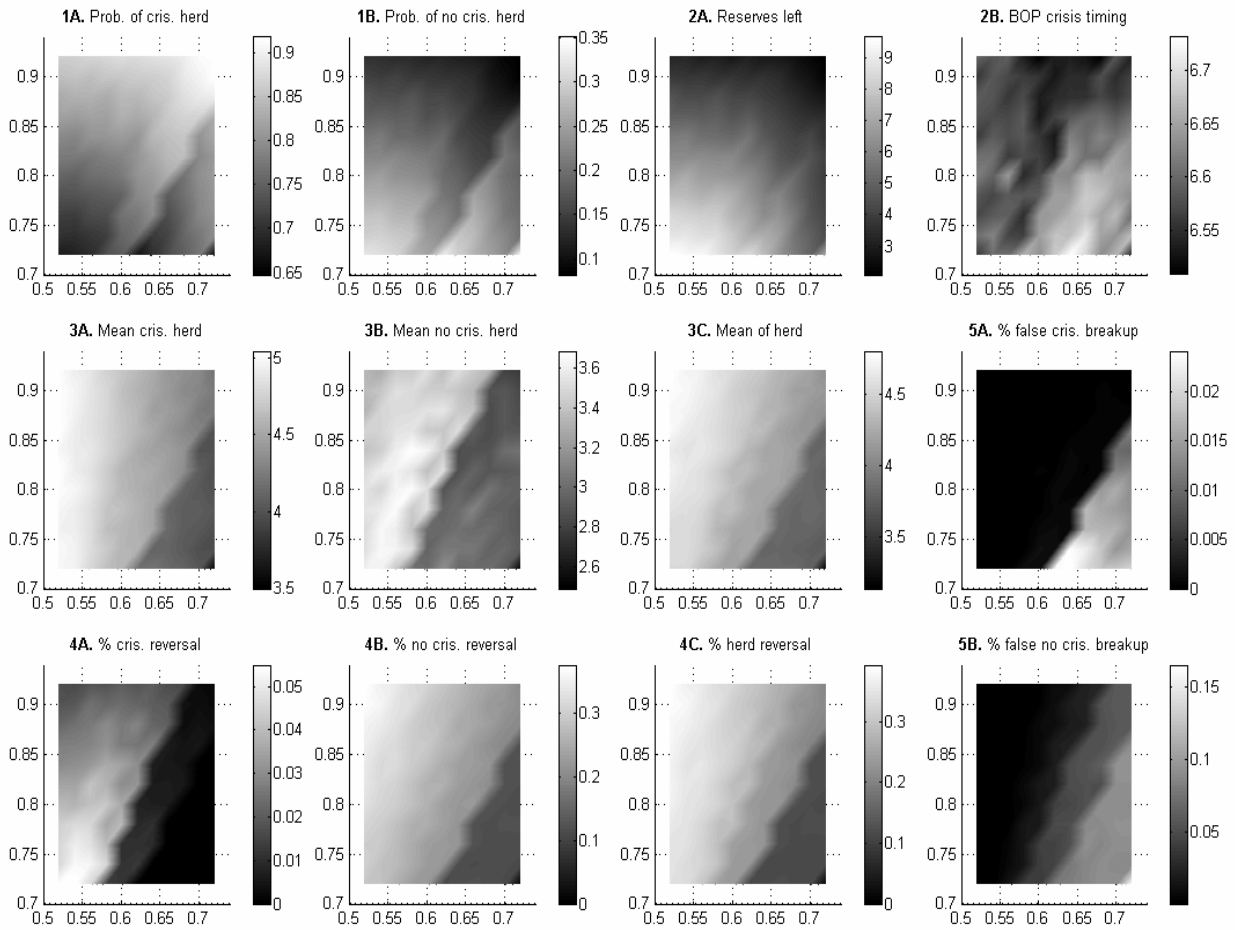

Рисунок 12: Распределения [00 09 01i], al∈[0.52; 0.72], ah∈[0.72; 0.92]

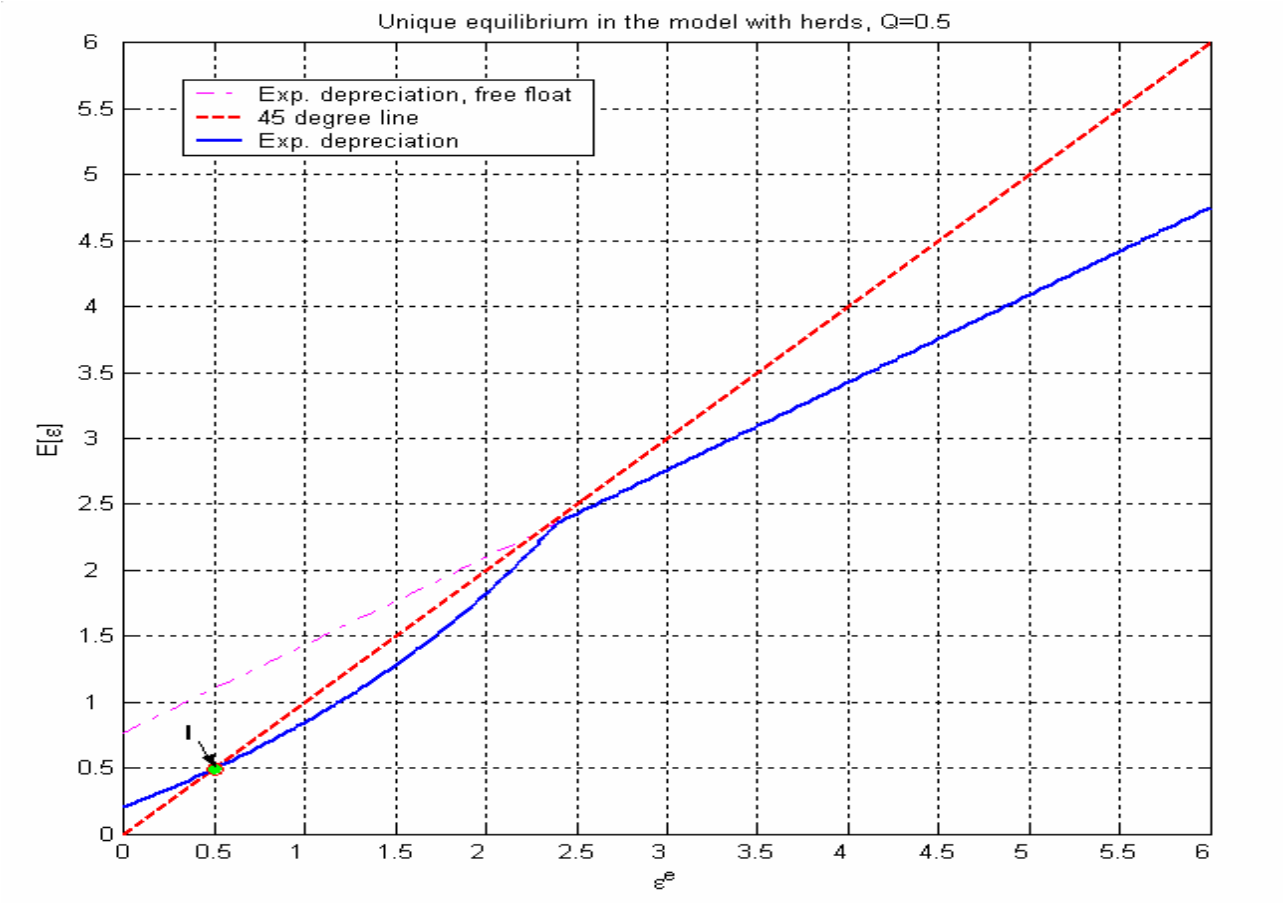

Рисунок 13: Ед. равновесие в модели 2-го поколения валютных кризисов с повед. толпы, Q=0.5

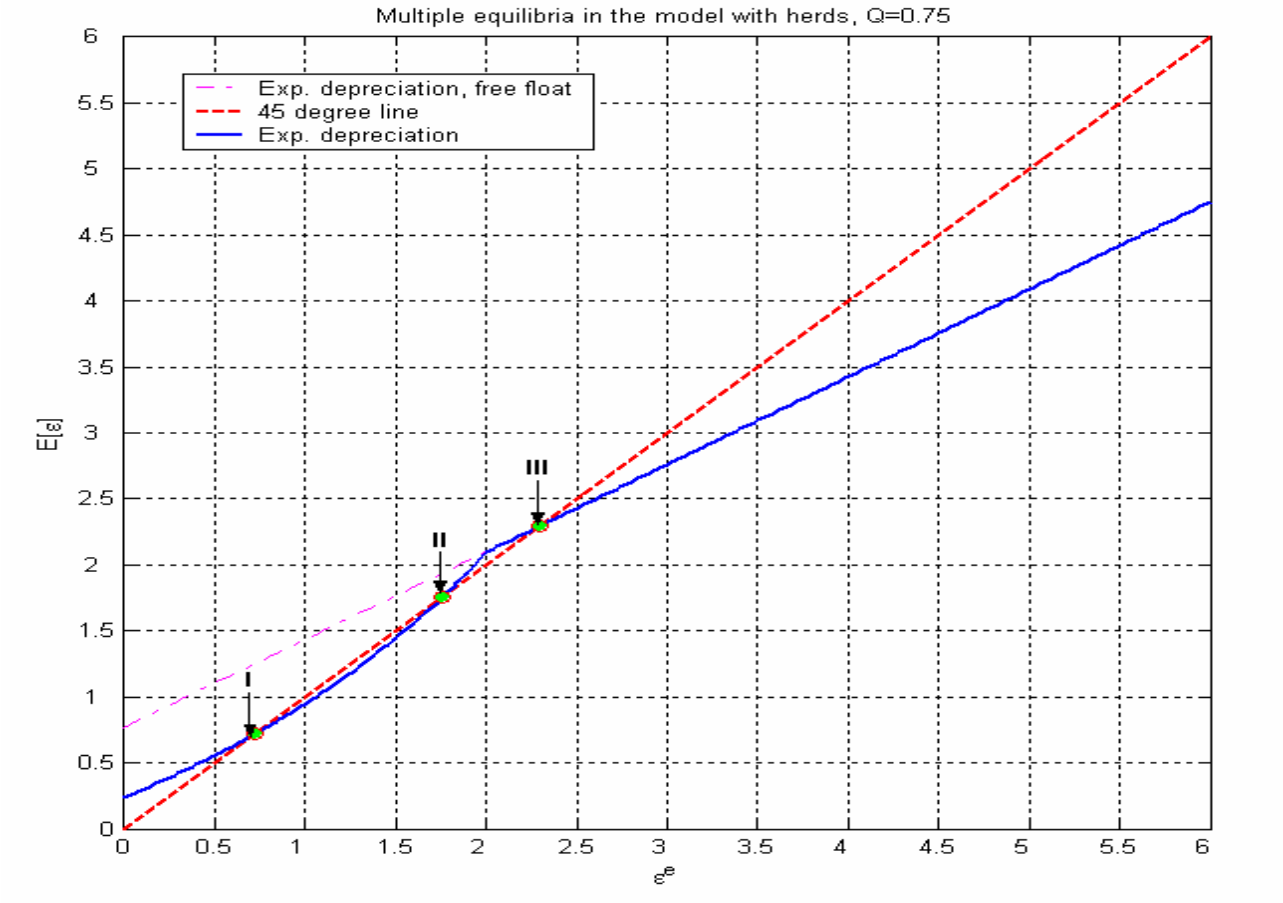

Рисунок 14: Множ. равновесие в модели 2-го поколения валютных кризисов с повед. толпы, Q=0.75

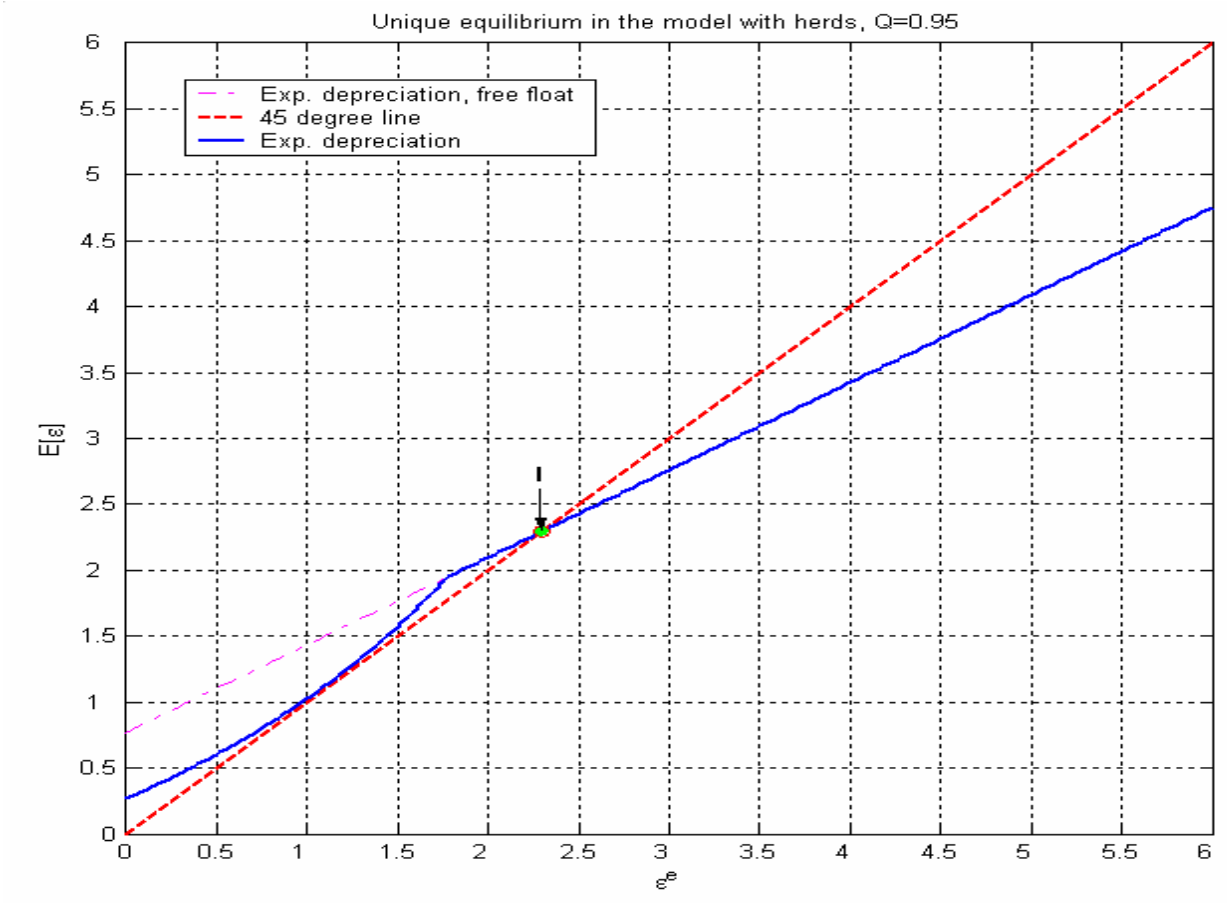

Рисунок 15: Ед. равновесие в модели 2-го поколения валютных кризисов с повед. толпы, Q=0.95

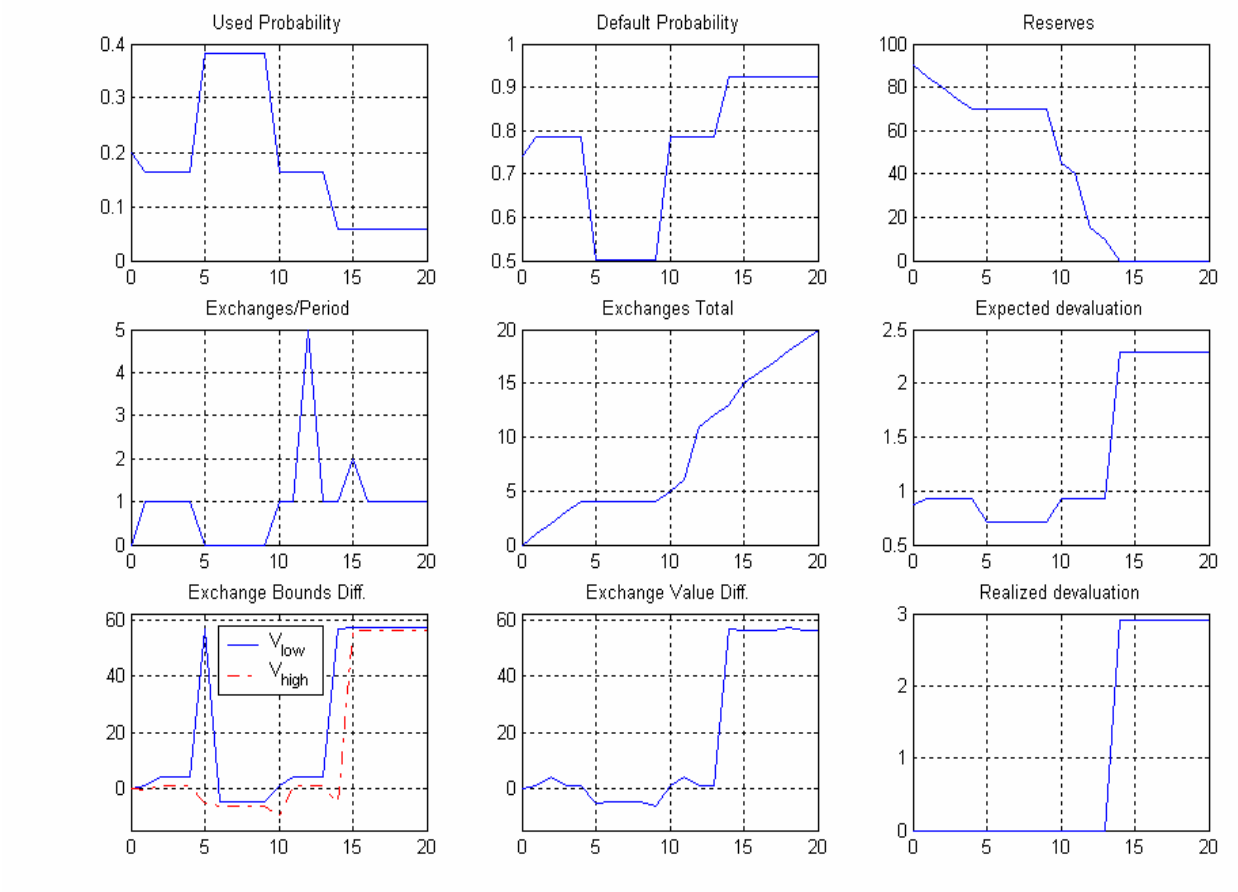

Рисунок 16: Динамика модели валютных кризисов 2-го поколения: [0 17 3], al=0.56, ah=0.76

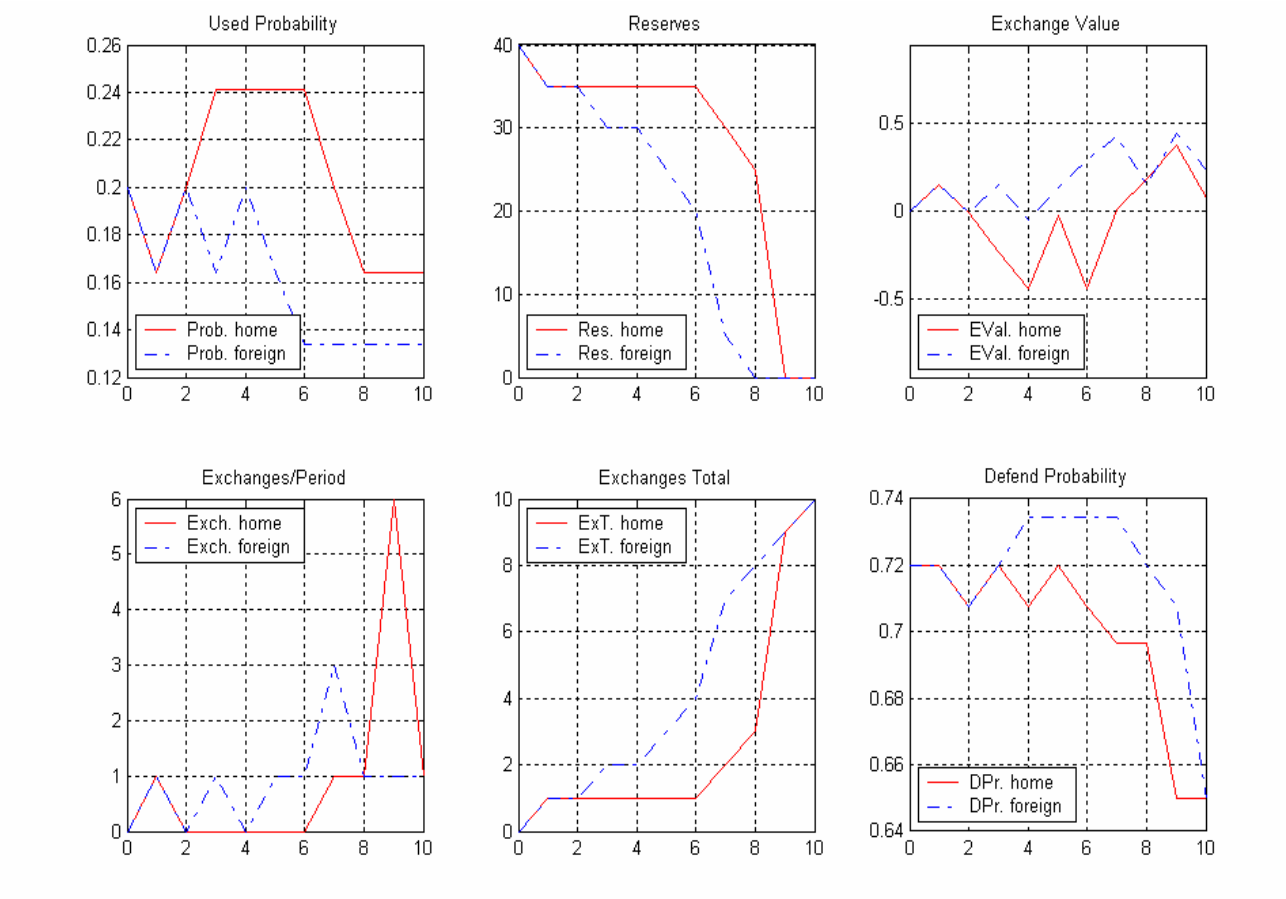

Рисунок 17: Динамика модели поведения толпы с инфекцией: [0 10 0], al=0.56, ah-0.76

Приложение B

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 1. Уровень отсечения $p(\cdot)$ для обмена различается для неинформированных и новоинформированных агентов.

Доказательство. Уровень отсечения для обмена обязательно ниже для неинформированных агентов, чем для новоинформированных агентов.

Предположим сначала, что оба типа агентов меняют, если их веры меньше либо равны $p(-1)$, и первый сигнал на стадии 0 - B. Теперь рассмотрим отклонение в сторону ожидания неинформированного агента на стадии 1 с верами $p(-1)$. Поскольку новоинформированный агент меняет тогда и только тогда, когда сигнал плохой, отклоняющийся неинформированный агент узнает значение сигнала. По (1.8), это отклонение увеличивает его выигрыш.

Теперь предположим, что уровень отсечения для обоих типов агентов - $p(-2)$. Новоинформированный агент на стадии 0 будет тогда ждать независимо от сигнала. Априорная вероятность для неинформированного агента, таким образом, остается равной $p(0)$ и все новоинформированные агенты на любой последующей стадии тоже ждут. Но после плохого сигнала

новоинформированный агент на стадии 1 должен иметь априорную веру $p(-1)$. По (1.7), отклонение в сторону обмена увеличивает его выигрыш.

Предложение доказано.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 2. При (1.6)-(1.8) стратегии и веры в (1.9)-(1.11) составляют совершенное равновесие Байеса. Это – единственное симметричное стационарное равновесие.

Доказательство. Разделим доказательство на две части:

Часть I: совершенное равновесие Байеса.

По построению, веры в (1.11) удовлетворяет правилу Байеса. В процессе доказательства мы будем использовать общее обозначение: для каждой истории h_{it}, $p_t(h_{it}) = p(k)$ для некоторого целого k.

Определим *обнаружимые и необнаружимые отклонения*.

Необнаружимые отклонения: если новоинформированные агенты действуют отлично от специфицированных для них стратегий, такие отклонения не могут быть обнаружены неинформированными агентами – если стратегии неинформированных агентов предполагают обмен в случае плохого сигнала и необмен в случае хорошего – веры неинформированных агентов дополняются так, как будто бы информированные агенты не отклонялись.

Обнаружимые отклонения: если новоинформированные агенты действуют отлично от специфицированных для них стратегий, такие отклонения обнаруживаются и игнорируются как неравновесные (иррациональные) неинформированными агентами – если веры неинформированных агентов уже находятся в наиболее оптимистическом или пессимистическом состоянии $p(-2)$ или $p(1)$ - веры неинформированных агентов остаются неизменными.

Рассмотрим оптимальность для историй без обнаружимых отклонений.

a) Рассмотрим стратегии неинформированных агентов с разными историями h_{it}. Если $p_t(h_{it}) \geq p(0)$, то по (1.6) ожидание оптимально. Если $p_t(h_{it}) = p(-1)$, то по (1.8)ожидание оптимально.

Если $p_t(h_{it}) = p(-2)$: в равновесии неинформированный агент меняет и получает $F\left(e^{\varepsilon}Q(-2)-1\right)-c$. Пусть агент вместо равновесной стратегии хочет отклониться и ждать. Если для всех будущих историй агент в итоге меняет, то ожидание просто увеличивает риск не успеть выгодно обменять и остаться в пост-кризисном периоде с местной валютой. Таким образом, отклонение может быть выгодно только если есть такие будущие истории, при которых агент никогда не меняет.

Рассмотрим теперь наиболее оптимистичную информацию, которую агент может получить и при которой он, возможно, не захочет менять. Не забудем, что для такой истории все остальные агенты не отклоняются и меняют во время t. Ожидая, неинформированный агент мог бы получить сигнал в будущум. Но, даже если будущий сигнал $s = G$, вера агента будет равна $p(-1)$, и по (1.7) агент поменяет. Итак, даже при наиболее оптимистичной информации обмен оптимален; ожидание невыгодно, потому что новая информация не влияет на выбор агента и риск остаться с местной валютой при том, что все остальные поменяли, растет. Для историй $p_t(h_{it}) \leq p(-2)$ обмен, конечно, тоже оптимален.

b) Рассмотрим стратегии новоинформированных агентов для некоторой истории h_{it}. Если $p_t(h_{it}) \geq p(0)$ то по (1.6) ожидание оптимально. Если $p_t(h_{it}) \leq p(-2)$, то в равновесии все неинформированные агенты уже поменяли, так что больше не осталось никакой потенциальной информации, доступной в будущем, поэтому по (1.7) обмен оптимален.

Гораздо более интересно посмотреть на истории, в которых веры неинформированных агентов - $p(-1)$ или $p(0)$, а новоинформированный агент только что получил плохой сигнал, так что его вера стала равна $p(-2)$ или $p(-1)$. Тогда стратегия для новоинформированного агента подразумевает обмен. Предположим, что агент отклоняется и ждет, возможно, для того, чтобы получить дополнительную информацию благодаря действиям других агентов. Если для каждой возможной будущей истории агент меняет, то, опять же, ожидание просто увеличивает риск не успеть выгодно обменять и остаться в пост-кризисном периоде с местной валютой. Отклонение может быть выгодно только если есть такие будущие истории, при которых агент никогда не меняет. После такого отклонения вера новоинформированного агента становятся на 2 единицы ниже вер неинформированных агентов: новоинформированный агент имеет веру $p(k-2)$, а неинформированные - $p(k)$. Причина этого – приватный сигнал новоинформированного агента понизил его веру на единицу, его же отклонение никак не повлияло на его веру, зато повысило веры неинформированных агентов на единицу.

Рассмотрим теперь историю h_{it}, в которой веры неинформированных агентов - $p(0)$, а новоинформированный агент получает плохой сигнал, понижающий его веру до $p(-1)$. Если новоинформированный агент отклоняется и ждет, это отклонение запускает цепь необменов. Это легко заметить, ведь выры неинформированных агентов навсегда становятся равными $p(1)$, поэтому они никогда не меняют. Будущие новоинформированные агенты могут дополнить свои веры как максимум до $p(0)$ и, соответственно, тоже не меняют. Поэтому такое отклонение не дает агенту

новой информации, и его веры остаются равными $p(-1)$. По предположению (1.7) при таких верах оптимальным действием для новоинформированного агента будет обмен на стадии t.

Далее, рассмотрим историю h_{it}, в которой веры неинформированных агентов равны $p(-1)$ и новоинформированный агент опять получает плохой сигнал, понижающий его веру до $p(-2)$. Предположим, что он отклоняется и ждет. Тогда на следующей стадии веры неинформированных агентов вырастут до $p(0)$. В то же время, веры информированного агента останутся равными $p(-2)$. Снова, априорная вера отклоняющегося агента на 2 единицы ниже вер неинформированных агентов и цепь необменов начнется, когда веры неинформированных агентов достигнут $p(1)$. Итак, наиболее оптимистичная информация, которую вгент может получить и при которой он, возможно, захотел бы не менять, приводит к вере $p(-1)$. При этой вере оптимален обмен, поэтому отклонение невыгодно.

Наконец, для историй с обнаружимыми отклонениями и на стадии n легко проверить, что агенты не имеют стимулов к отклонению.

Часть I предложения доказана.

Часть II: единственное симметричное стационарное равновесие.

Теперь покажем, что то равновесие, которое мы построили – единственное. Набор стратегий и вер является симметричным стационарным равновесием, если это равновесие - совершенное байесово, а стратегии имеют форму правила отсечения. Точнее, существуют множества I и I' такие, что для $t \le n-1$ стратегии неинформированных и староинформированных агентов имеют вид $x_t(h_{it}) = 1$ тогда и только тогда, когда $p_t(h_{it}) \in I$, а стратегии новоинформированных агентов - вид $x_t(h_{it}) = 1$ тогда и только тогда, когда $p_t(h_{it}) \in I'$. Стратегии в n могут отличаться от стратегий в $t \le n-1$. Определим веры так же, как и раньше.

Рассмотрим задачу агента на стадии n. Предположения (1.6) и (1.7) подразумевают, что все агенты меняют тогда и только тогда, когда их веры ниже либо равны $p(-1)$. Рассмотрим теперь задачу агента на стадии $n-1$. Новоинформированный агент не может ничего узнать, ожидая, так что он решает менять тогда и только тогда, когда его веры выше либо равны $p(-1)$. Поэтому множество I' - множество целых с $k \le -1$. Ожидая, неинформированный агент, приходящий на эту стадию с верой $p(-1)$, узнает сигнал новоинформированного агента. И, по (1.8), ожидание оптимально. Неинформированный агент, приходящий на эту стадию с верами меньше либо равными

$p(-2)$, меняет на стадии n независимо от действий новоинформированного агента. Поэтому для этого агента ожидание лишь откладывает обмен, а значит, оптимально менять сразу. Итак, множество I - множество целых с $k \leq -2$.

Часть II предложения доказана.

Библиография

1. Banerjee, Abhijit V. "A Simple Model of Herd Behavior." *QJE* 107 (August 1992).

2. Barro, R. J.; Gordon, D. B. "A Positive Theory of Monetary Policy in a Natural Rate Model." *JPE 91* (1983).

3. Bikhchandani, Sushil; Hirshleifer, David; and Welch, Ivo. "A Theory of Fads, Fashion, Custom, and Cultural Change as Informational Cascades." *JPE* 100 (October 1992).

4. Calvo, S.; Reinhart, C. "Capital Flows to Latin America: Is There Evidence of Contagion Effects?" *Working Paper, IMF, Washington* (1995).

5. Calvo, Guillermo A.; Vegh, Carlos A. "Inflation Stabilization and BOP Crises in Developing Countries." *NBER Working Paper 6925* (February 1999).

6. Chari, V. V.; Kehoe, Patrick. "On the Robustness of Herds." *FRB of Minneapolis, Research Department Working Paper* 622 (May 2002).

7. Chari, V. V.; Kehoe, Patrick. "Hot Money." *FRB of Minneapolis, Research Department Staff Report* 228 *(March 2003).*

8. Chari, V. V.; Kehoe, Patrick. "Financial Crises as Herds: Overturning the Critiques." *NBER Working Paper* 9658 (April 2003).

9. Devenow, Andrea; Welch, Ivo. "Rational Herding in Financial Economics." *EER* 40 (1996).

10. Diamond, Douglas W.; Dybvig Philip H. "Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity." *JPE 91* (June 1983).

11. Drazen, A. "Contagious Currency Crises" (1997).

12. Eichengreen, B; Rose, A. K.; and Wyplosz, C. "Exchange Market Mayhem: The Antedecents and Aftermath of Speculative Attacks." *Economic Policy 21* (1995).

13. Flood, Robert P.; Garber, Peter M.; Kramer, Charles. "Collapsing Exchange Rate Regimes: Another Linear Example." *NBER Working Paper 5318* (October 1995).

14. Flood, Robert; Marion, Nancy. "Perspectives on the Recent Currency Crisis Literature." *NBER Working Paper* 6380 (January 1998).

15. Gali, Jordi; Gertler, Mark. "Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis." *NBER Working Paper 7551* (February 2000).

16. Hirshleifer, David; Welch, Ivo. "An Economic Approach to the Psychology of Change: Amnesia, Inertia, and Impulsiveness." *JEMS 11* (Fall 2002).

17. Krugman, Paul. "A Model of Balance-of-Payments Crises." *J. Money, Credit and Banking* 11 (August 1979).

18. Krugman, Paul. "Are Currency Crises Self-fulfilling?" *NBER Macroeconomics Annual* (1996).

19. Krugman, Paul. "Crises: the Next Generation?" (March 2001).

20. Krugman, Paul. "Currency Crises". (1999).

21. Medvedev, Alexei; Kolodyazhny, Georgy. "Financial Crisis in Russia: The Behavior of Non-Residents." (2001).

22. Obstfeld, Maurice. "Models of Currency Crises with Self-Fulfilling Features." *NBER Working Paper* 5285 (October 1995).

23. Obstfeld, Maurice; Rogoff, Kennet. "The Mirage of Fixed Exchange Rates." *JEP* 9 (Autumn 1995).

24. Scharfstein, David S.; Stein, Jeremy C. "Herd Bahavior and Investment." *AER 80* (June 1990).

25. Shleifer, Andrei. "Inefficient Markets: an Introduction to Behavioral Finance." *Oxford University Press* (2000).

26. Strebulaev, Ilya. "A Timing Model of the Russian Currency Crisis: Cases of Non-Linear Behavior, Uncertainty, and Devaluation Expectations." (1999).

27. Summers, Lawrence H. "International Financial Crises: Causes, Prevention, and Cures." AER 90 (May 2000).

28. Vlaar, Peter J. G. "Currency Crisis Models for Emerging Markets." (January 2000).

29. Welch, Ivo. "Sequential Sales, Learning and Cascades." *J. Finance* 47 (June 1992).

30. Zeckhauser, Richard. "The Muddled Responsibility of Public and Private America", *in Winthrop Knowlton and Richard Zeckhauser, eds., American society: Public and private responsibilities. Cambridge, MA: Ballinger*, pp. 45-77 (1986).