

### 1. Цель и задачи работы

#### Цель работы:

Построение единой макроэкономической модели финансового заражения.

#### Задачи работы:

1. Анализ теоретических работ по финансовому заражению на предмет теоретической модели.
2. Построение макроэкономической модели финансового заражения.
3. Исследование модели рациональных ожиданий финансового заражения М. Притскера [1].
4. Формулировка гипотез на основе макроэкономической модели для последующей проверки на реальных данных.

**Финансовое заражение (слабое определение)** – это передача различных шоков от одной страны к другой.

**Финансовое заражение (строгое определение)** – это такая передача шоков от одной страны к другим странам, при которой межстрановая корреляция по основным макроэкономическим показателям выше любой фундаментальной связи между странами (С. Шмуклер, World Bank)

### 2. Финансовое заражение. Классификация теоретических исследований в данной области

См. приложение 1.

**Плохо изученная область:** Отсутствие четко сформулированной единой макроэкономической модели финансового заражения.

### 3. Макроэкономическая модель финансового заражения.

#### Предпосылки модели:

Ограниченная мобильность капитала.

- Три страны: две страны, не имеющие между собой прямых экономических связей, и «страна-перемычка», тесно связанная с каждой из первых двух стран.
- Пусть одна из стран будет считаться «большой открытой экономикой» (БОЭ), а остальные две – «малыми открытыми экономиками» (МОЭ)
- Ограниченная мобильность капитала



Рисунок 1. Схема макроэкономической модели финансового заражения.

$$NFI_i = NFI(r_i, r_2) \quad i = 1, 3 \quad (1.1)$$

$$NFI_2 = NFI(r_2, (r_1, r_3)) \quad (1.2)$$

#### Основные соотношения модели:

Таблица 1. Основные соотношения макроэкономической модели.

Зависимость	Страна 1	Страна 2	Страна 3
Производственная функция (ПФ)	$Y_1 = F(K_1, L_1)$	$Y_2 = F(K_2, L_2)$	$Y_3 = F(K_3, L_3)$
Функция потребления (ФП)	$C_1 = f(Y_1 - T_1)$	$C_2 = f(Y_2 - T_2)$	$C_3 = f(Y_3 - T_3)$
Функция внутренних инвестиций (ФВИ)	$I_1 = I(r_1)$	$I_2 = I(r_2)$	$I_3 = I(r_3)$
Экзогенная бюджетно-налоговая политика (БНП)	$T_1 = \bar{T}_1$ $G_1 = \bar{G}_1$	$T_2 = \bar{T}_2$ $G_2 = \bar{G}_2$	$T_3 = \bar{T}_3$ $G_3 = \bar{G}_3$
Чистые зарубежные инвестиции (ЧЗИ)	$NFI_1(r_1, r_2)$	$NFI_2 =$ $NFI_2^{(1)}(r_2, r_1) +$ $+ NFI_2^{(2)}(r_2, r_3)$	$NFI_3(r_3, r_2)$
Чистый экспорт (ЧИ)	$NX_1(\varepsilon_{r21})$	$NX_2(\varepsilon_{r21}, \varepsilon_{r23})$	$NX_3(\varepsilon_{r23})$
Спрос на деньги (СД)	$L_1(r_1, Y_1)$	$L_2(r_2, Y_2)$	$L_3(r_3, Y_3)$

#### Финансовое заражение:



Рисунок 2. Нейтральность шоков страны 3 для страны 2. Определение финансового заражения.

**Сдвиг кривой IS в стране 1:**

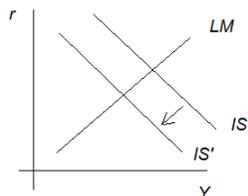


Рисунок 3. Возможный вариант негативного шока в стране 1 – шок на товарном рынке.

(страна 1)  $Y_1 \downarrow, r_1 \downarrow$  (сдвиг  $IS_1$  вниз)  $\Rightarrow NFI_2^{(1)} \downarrow$  сдвиг  $\Rightarrow$

(страна 2) 1 этап: падение выпуска и ставки процента

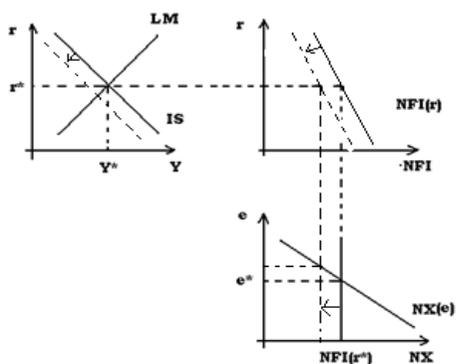


Рисунок 4. Результат падения выпуска  $Y_1$  и ставки  $r_1$  в стране 2 (этап 1).

(страна 2) 2 этап: изъятие кредитных средств из страны 1 и страны 3

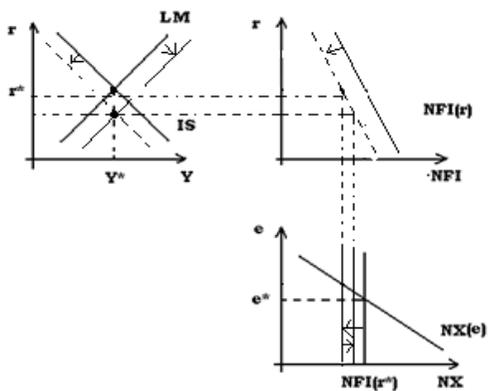


Рисунок 5. Результат падения выпуска  $Y_1$  и ставки  $r_1$  в стране 2 (этап 2).

(страна 3) сдвиг  $LM_3$  вверх  $\Rightarrow$

$Y_3 \downarrow, r_3 \uparrow$  – финансовое заражение

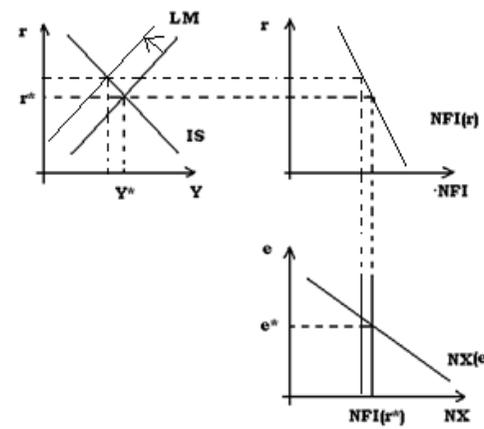


Рисунок 5. Результат падения выпуска  $Y_1$  и ставки  $r_1$  в стране 3.

**Сдвиг кривой LM в стране 1:**

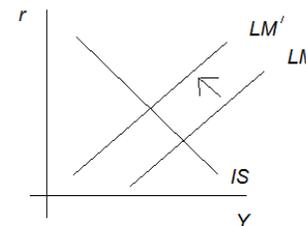


Рисунок . Возможные варианты негативных шоков в стране 1.

(страна 1)  $Y_1 \downarrow, r_1 \uparrow$  (сдвиг  $LM_1$  влево)  $\Rightarrow$

Рост привлекательности инвестиций в активы страны 1  $\Rightarrow$

$NFI_2^{(1)} \uparrow$  сдвиг  $\Rightarrow$

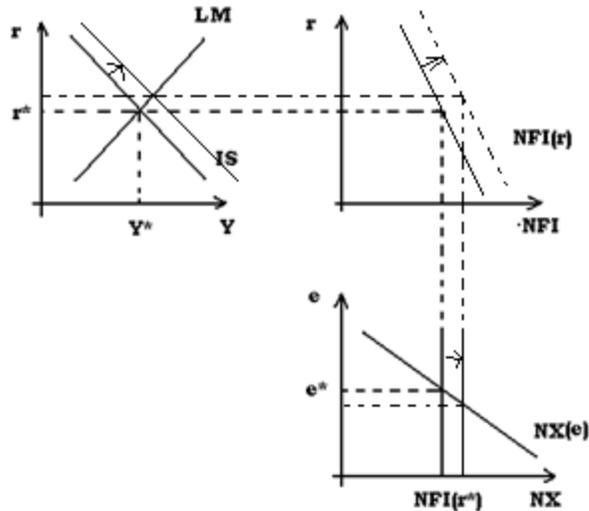


Рисунок 6. Результат падения выпуска  $Y_1$  и ставки  $r_1$  в стране 2.

(страна 3) повышательное давление на  $r_3 \Rightarrow$

сдвиг  $NFI_3$  вверх  $\Rightarrow$

сдвиг  $IS_3$  вверх  $\Rightarrow Y_3 \uparrow, r_3 \uparrow$

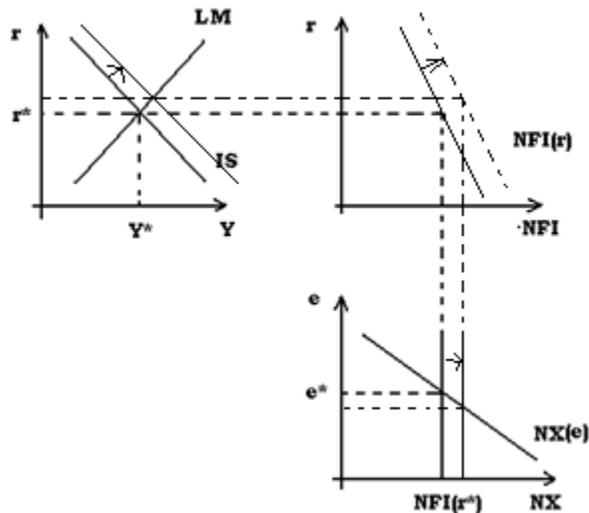


Рисунок 7. Результат падения выпуска  $Y_1$  и ставки  $r_1$  в стране 3.

### Условия снижения подверженности страны 3 финансовому заражению:

1. инвесторы страны 2 не видят в стране 3 угрозу нового кризиса
2. финансовая система страны 3 достаточно развита, чтобы изъятие иностранных кредитов не вылилось в экономический кризис.

### Возможность расширения модели на большое число стран.

### 4. Модель рациональных ожиданий финансового заражения (rational expectation model of financial contagion)

#### Предпосылки модели:

- $t = 1, 2$  - два периода в модели
- в экономике существует  $N$  рискованных активов, которые в экономике имеются в ограниченном количестве в объеме  $X_T$
- существует безрисковый актив, имеющийся в избытке
- на рынке есть три типа участников: информированные инвесторы, неинформированные инвесторы и «шумовые» трейдеры.
- в первом периоде инвесторы торгуют активами экономики, после чего потребляют ликвидационную стоимость всех активов во втором периоде.
- цены, по которым происходит торговля в первом периоде, определяются  $N \times 1$  вектором  $P$ .
- ликвидационная стоимость активов во втором периоде задается случайным вектором  $v$ :

$$v = \theta + u \quad (1.3)$$

где  $\theta$  – математическое ожидание  $v$ ,

$u$  – случайный член, некоррелированный с  $\theta$ .

Безусловное совместное распределение  $\theta$  и  $u$ :

$$\begin{pmatrix} \theta \\ u \end{pmatrix} \sim N \left[ \begin{pmatrix} \bar{\theta} \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \Sigma_\theta & 0 \\ 0 & \Sigma_u \end{pmatrix} \right] \quad (1.4)$$

где  $\Sigma_u$  – некая ковариационная матрица  $u$ , а

$\Sigma_\theta$  – некая ковариационная матрица  $\theta$ .

- информированные инвесторы обладают знанием о  $\bar{\theta}$
- вводится число инвесторов:  $\mu_I$  информированных инвесторов и  $\mu_{UI}$  неинформированных.
- у каждого имеется первоначальный запас богатства  $W_1$ .
- любой инвестор может неограниченно давать и брать в долг по безрисковой ставке, положенной равной нулю

**Основные соотношения модели:**

У каждого инвестора есть своя функция полезности с постоянным абсолютным неприятием риска с параметром неприятия риска  $\tau$  :

$$U(W_2) = -\exp(-W_2 / \tau) \quad (1.5)$$

**Решение задачи информированных инвесторов.**

$X_I(P, \theta)$  - позиция по  $N$  рисковым активам

$$E[-\exp(-W_2 / \tau) | \theta] \xrightarrow{X_I} \max \quad (1.6)$$

где  $W_2 = W_1 + X_I^T \cdot (v - P)$

Оптимальное решение:

$$X_I(P, \theta) = \tau \text{Var}(v | \theta)^{-1} (E(v | \theta) - P) \quad (1.7)$$

или

$$X_I(P) = \tau \Sigma_u^{-1} (\bar{\theta} - P) \quad (1.8)$$

**Решение задачи неинформированных инвесторов.**

Функция полезности неинформированных инвесторов аналогична (1.25), однако, они не обладают знаниями о  $\theta$ , их знания ограничиваются вектором цен.

$$E[-\exp(-W_2 / \tau) | P] \xrightarrow{X_{UI}} \max \quad (1.9)$$

где  $W_2 = W_1 + X_{UI}^T \cdot (v - P)$

Решение:

$$X_{UI}(P) = \tau \text{Var}(v | P)^{-1} (E(v | P) - P) \quad (1.10)$$

**Решение задачи «шумовых» трейдеров.**

$$\epsilon \sim N(0, \Sigma_\epsilon) \quad (1.11)$$

**Состояние равновесия**

Равенство спроса и предложения:

$$X_T = \mu_{UI} X_{UI}(P) + \mu_I X_I(P, \theta) + \epsilon \quad (1.12)$$

или

$$X_T = \mu_{UI} \tau \text{Var}(v | P)^{-1} (E(v | P) - P) + \mu_I \tau \Sigma_u^{-1} (\theta - P) + \epsilon$$

**Вектор цен в явном виде:**

$$P = M_0 + M_1 E(v | P) + M_2 \theta + M_3 \epsilon \quad (1.13)$$

где

$$M_0 = -\psi^{-1} X_T$$

$$M_1 = \psi^{-1} \mu_{UI} \tau [\text{Var}(v | P)]^{-1}$$

$$M_2 = \psi^{-1} \mu_I \tau \Sigma_u^{-1}$$

$$M_3 = \psi^{-1}, \text{ а под } \psi \text{ подразумевается выражение}$$

$$\psi = \mu_{UI} \tau [\text{Var}(v | P)]^{-1} + \mu_I \tau \Sigma_u^{-1}$$

**Финансовое заражение:**

Шок цен – сумма «компоненты ожиданий» и «компонента баланса инвестиционного портфеля»

$$\text{Шок ликвидности: } \frac{\partial P}{\partial \epsilon} = M_1 \frac{\partial E(v | P)}{\partial \epsilon} + M_3 \quad (1.14)$$

$$\text{Информационный шок: } \frac{\partial P}{\partial \theta} = M_1 \frac{\partial E(v | P)}{\partial \theta} + M_2 \quad (1.15)$$

**Частный случай модели: пример для трех стран:**

Дополнительная предпосылка для существования финансового заражения:

$$\Sigma_\theta \text{ и } \Sigma_\epsilon \text{ диагональные, а } \Sigma_u \text{ не диагональная.}$$

Для выполнения предпосылки видоизменим компоненту  $u$ :

$$u = Bf + \eta \quad (1.16)$$

где  $f$  – это  $M \times 1$  вектор общего фактора,

$B$  – матрица факторных нагрузок размерности  $N \times M$ , элементами которой являются коэффициенты чувствительности ликвидационных стоимостей к общему фактору  $f$ .

$$\begin{pmatrix} f \\ \eta \end{pmatrix} \sim N \left[ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & \Sigma_\eta \end{pmatrix} \right]$$

**Соотношения для трех стран:**

$$\begin{aligned} v_1 &= \theta_1 + \beta_1 f_1 + \eta_1 \\ v_2 &= 0.5 f_1 + 0.5 f_2 \\ v_3 &= \theta_3 + \beta_3 f_2 + \eta_3 \end{aligned} \quad (1.17)$$

где

$$u = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ 0.5 \\ 0 \end{pmatrix} f_1 + \begin{pmatrix} 0 \\ 0.5 \\ \beta_3 \end{pmatrix} f_2 + \begin{pmatrix} \eta_1 \\ 0 \\ \eta_3 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_u = \begin{pmatrix} \beta_1^2 + 1 & 0,5\beta_1 & 0 \\ 0,5\beta_1 & 0,5 & 0,5\beta_3 \\ 0 & 0,5\beta_3 & \beta_3^2 + 1 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_\theta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \Sigma_\epsilon = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

### Последствия шоков в модели для трех экономик.

Таблица 3. Результаты расчетов модели.

	Страна 1	Страна 2	Страна 3
Влияние негативного информационного шока в стране 1			
Компонента ожиданий	-0,594	1,67 E-17	-0,396
Компонента баланса портфеля	-0,012	3,04 E-18	0,002
<b>Суммарный эффект</b>	<b>-0,606</b>	<b>1,97 E-17</b>	<b>-0,394</b>
Влияние негативного шока ликвидности в стране 1			
Компонента ожиданий	-1,97	5,55 E-18	0,197
Компонента баланса портфеля	-0,024	-0,005	0,004
<b>Суммарный эффект</b>	<b>-0,221</b>	<b>-0,005</b>	<b>0,201</b>
Дисперсия цен			
<b>Дисперсия</b>	<b>0,612</b>	<b>4,90 E-5</b>	<b>0,612</b>

Источник: [Kodres, Pritsker 2002]

### Анализ чувствительности модели:

$$\begin{aligned} v_1 &= \theta_1 + \beta_1 f_1 + \eta_1 \\ v_2 &= \beta_{21} f_1 + \beta_{22} f_2 \\ v_3 &= \theta_3 + \beta_3 f_2 + \eta_3 \end{aligned} \quad (1.18)$$

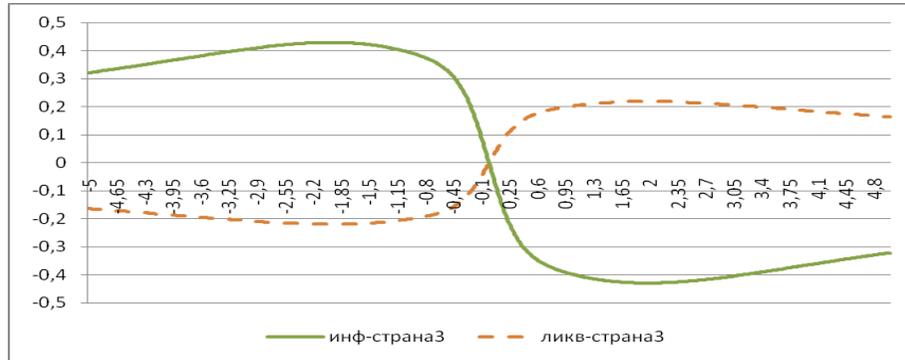


Рисунок 8. Изменение  $\beta_1$  при неизменном  $\beta_3$ . По оси абсцисс приведены значения  $\beta_1$ . По оси ординат приведены соответствующие эффекты на результирующие показатели.

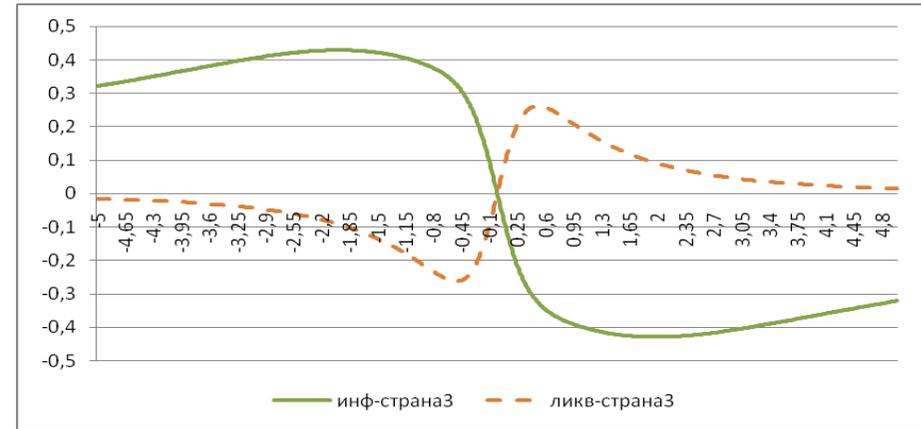


Рисунок 9. Изменение  $\beta_3$  при неизменном  $\beta_1$ . По оси абсцисс приведены значения  $\beta_3$ .

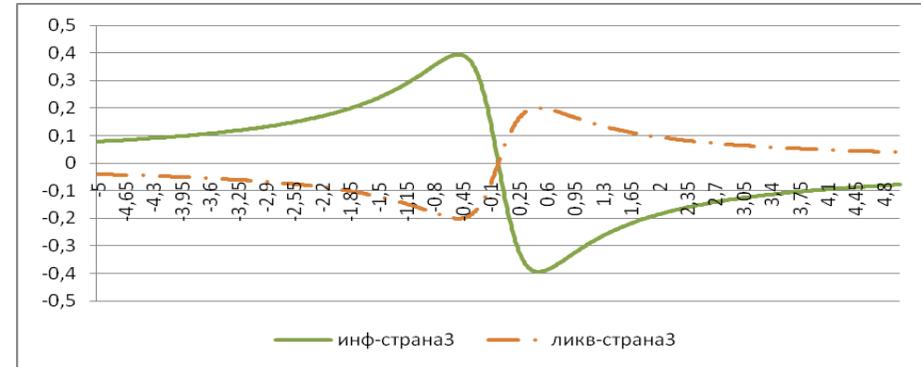


Рисунок 10. Изменение  $\beta_{21}$  при неизменном  $\beta_{22}$ . По оси абсцисс приведены значения  $\beta_{21}$ .

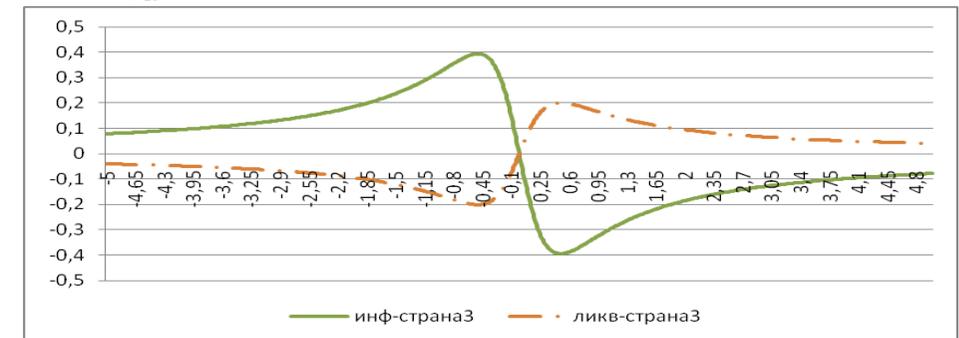


Рисунок 11. Изменение  $\beta_{22}$  при неизменном  $\beta_{21}$ . По оси абсцисс приведены значения  $\beta_{22}$ .

### 5. Обобщенная макроэкономическая модель финансового заражения.

$N$  стран, выпуск  $v_i$  в каждый период – сумма  $\theta_i$  (результат внутренних макроэкономических процессов) и  $u_i$  – результат неких общих процессов, затрагивающих одновременно все страны.

$$v_i = \theta_i + u_i \quad (1.19)$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$u_i = B_i f + \eta_i \quad (1.20)$$

Придем модель к виду:

$$y_{i,t} = f_{i,t}^{country} + \lambda_i f_t^{global} \quad (1.21)$$

Для каждой страны  $i = 1, \dots, N$  в каждый период времени  $t = 1, \dots, T$  выпуск  $y_{i,t}$  может быть разложен на  $f_{i,t}^{country}$  и  $\lambda_i f_t^{global}$ , где коэффициент  $\lambda_i$  называется «факторной нагрузкой» или теснотой связи между рассматриваемым рядом и глобальным фактором.

$$Var(y_i) = Var(f_i^{country}) + \lambda_i^2 Var(f^{global}) \quad (1.21)$$

$$\frac{Var(f_i^{country})}{Var(y_i)} \text{ и } \frac{\lambda_i^2 Var(f^{global})}{Var(y_i)}$$

### 6. Формулировка гипотез

**Гипотеза 1:** Страны, подверженные финансовому заражению, отличаются по уровню экономического развития от стран, не подверженных ему.

**Гипотеза 2:** Подверженность финансовому заражению усиливается при избыточной реакции международных инвесторов в ответ на случившийся кризис.

**Гипотеза 3:** Период мирового экономического кризиса сопровождался ростом подверженности всех стран, развивающихся и развитых, финансовому заражению.

Таблица 4. Классификация стран по двум факторной нагрузке и доле общего фактора в дисперсии.

Доля дисперсии глобального фактора	Низкая доля	Высокая доля (БОЭ)	Высокая доля (МОЭ)
Значение факторной нагрузки			
Отрицательное значения	Страна не связана с глобальными фактором	«Локомотив» глобального фактора с явным контрциклическим эффектом	«Последователь» глобального фактора с контрциклическим эффектом
Низкое положительное значения (не больше 1)	Страна слабо связана с глобальными фактором и не подвержена влиянию его шоков	«Локомотив» глобального фактора, слабо подверженный его шокам	«Последователь» глобального фактора, слабо подверженный его шокам
Высокое положительное значения (больше 1)	Страна слабо связана с глобальными фактором и подвержена влиянию его шоков	«Локомотив» глобального фактора, сильно подверженный его шокам	«Последователь» глобального фактора, сильно подверженный его шокам

## 7. Научная новизна исследования и существенные результаты

1. Проведен подробный анализ теоретических и практических исследований по финансовому заражению, исследования лучшего опыта.
2. Построена сводная таблица для теоретических работ в данной области, из которых видны плохо изученные области.
3. Предложена и обоснована макроэкономическая модель финансового заражения, способная лечь в основу теории финансового заражения.
4. Впервые предложено формальное определение финансового заражения в терминах макроэкономической модели.
5. Подробно разобраны основные методы оценки финансового заражения, построена сводная таблица эмпирических исследований
6. Обоснован выбор модели с латентной переменной в качестве основного для верификации финансового заражения.
7. С использованием предложенного метода впервые были проведены расчеты по большому количеству стран на основе квартальных данных.
8. На основе проведенных расчетов наглядно показана подверженность различных стран финансовому заражению.
9. Проведена классификация стран по степени их подверженности финансовому заражению.
10. С использованием статистических данных была получена интерпретация различий между странами и их принадлежности к той или иной группе.
11. Впервые с использованием модели с латентной переменной расчеты были проведены для двух временных промежутков, один из которых содержал мировой экономический кризис.
12. На основе анализа торговых и инвестиционных связей стран было получено подтверждение теоретических выводов, полученных из макроэкономической модели финансового заражения.

## 8. Список использованной литературы

1. Aghion Philippe, Bolton Patrick, Dewatripont Mathias, Contagious bank failures in a free banking system// *European Economic Review* 44 (2000) 713-718, 2000
2. Allen Franklin, Gale Douglas, *Financial Intermediaries and Markets// Econometrica*, Vol. 72, No. 4 (Jul., 2004), pp. 1023-1061, July 2004
3. Caballero Ricardo J., Krishnamurthy Arvind, *Emerging Market Crises: An Asset Markets Perspective// NBER Working Paper No. W6843*, December 1999
4. Clark Peter B., Huang Haizhou, *International Financial Contagion and the Fund: A Theoretical Framework// IMF Working Paper 01/137.*, October 2001
5. Dornbusch Rudiger, Park Yung Chul, Claessens Stijn, *Contagion: Understanding How It Spreads// The World Bank Research Observer*, Vol. 15, No. 2, pp. 177-197, August 2000
6. Fratzscher Marcel, *What Causes Currency Crises: Sunspots, Contagion or Fundamentals?// EUI Working Papers; No. 99/39*, December 1999
7. Huang Haizhou, *Financial Contagion: ABC Channels// IMF Research Bulletin; 1 No. 2*, September 2000
8. Huang Haizhou, Xu Chenggang, *Financial Institutions, Financial Contagion, and Financial Crises// William Davidson Working Paper Number 444*, November 2001
9. Kodres Laura E., Pritsker Matthew, *A Rational Expectations Model of Financial Contagion // The Journal of Finance*, Vol. 57, No. 2, pp. 769-799, April 2002
10. Morris Stephen, *Contagion// The Review of Economic Studies*, Vol. 67, No. 1, pp. 57-78, January 2000
11. Olivier Jeanne, Masson Paul, *Currency crises, sunspots and Markov-switching regimes// Journal of International Economics* 50 (2000) 327-350, 2000
12. Pritsker Matt, *The Channels for Financial Contagion// The World Bank Research Observer*, August 2000

**Приложение 1. Классификация теоретических работ по финансовому заражению.**

Наличие/ отсутствие модели	Тип модели	Основной канал финансового заражения		
		Канал финансовых рынков	Банковский канал	Валютный канал
<b>Описание каналов финансового заражения</b>		[Dornbusch, Park, Claessens 2000], [Huang 2000]		
<b>Описана теоретическая модель</b>	<b>«Игровая» модель</b>	[Pritsker 2000]	[Allen, Gale 2004]	[Pritsker 2000]
		[Morris 2000]		
	<b>Экономическая модель</b>	[Kodres, Pritsker 2002], [Caballero, Krishnamurthy 1999]	[Clark, Huang 2001], [Huang, Xu 2001], [Aghion, Bolton, Dewatripont 2000]	[Fratzscher 1999], [Olivier, Masson 2000]

**Приложение 2.** Средние значения показателей для трех групп в 2007 году.

	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Россия	Мексика	Финляндия
исходящий поток прямых иностранных инвестиций (доля в ВВП)	4.6	4.3	9.6	2.9	0.7	4.6
входящий поток прямых иностранных инвестиций (доля в ВВП)	8.5	3.3	9.4	1.9	2.3	7.5
сумма государственного долга (доля в ВВП)	31.5	42.9	79.7	3.3	18.4	49.8
отношение импорта к потреблению (в реальных ценах при реальных обменных курсах, базовый год 2000)	75.1	41.0	48.1	56.9	35.5	45.1
доля экспорта в ВВП (в реальных ценах при реальных обменных курсах, базовый год 2000)	73.9	38.7	48.1	49.5	33.2	50.5
доля в мировом рынке товаров и услуг (в реальных ценах при реальных обменных курсах, базовый год 2000)	3.3	12.1	81.0	2.6	3.2	1.0
отношение торговли к ВВП (в реальных ценах при реальных обменных курсах, базовый год 2000)	143.3	80.6	95.0	103.5	69.8	91.3

*Примечание: По показателю  $wt\_share$  была найдена не средняя, а простая сумма, чтобы показать суммарную долю группы в мировом рынке товаров и услуг. Значения для Люксембурга можно считать «особыми» точками в выборке, поэтому в расчете средних они не участвуют.*

**Группа 1** (страны, склонные к финансовому заражению): Словакия, Турция и Ирландия;

**Группа 2** (страны, не склонные к финансовому заражению): Греция, Норвегия, Польша, Н. Зеландия, Австралия, Чили, Израиль, Дания, Корея, Люксембург;

**Группа 3** (локомотивы глобального фактора): Чехия, Япония, Португалия, США, Канада, Швейцария, Швеция, Германия, Италия, Нидерланды, Бельгия, Великобритания, Австрия, Франция, Испания;