

ФИНАНСОВАЯ ЭКОНОМИКА

К.Г. Асатуров¹,

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(НИУ ВШЭ) (Москва, Россия),

Т.В. Теплова²,

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(НИУ ВШЭ) (Москва, Россия)

ЭФФЕКТЫ ПЕРЕТЕКАНИЯ ВОЛАТИЛЬНОСТИ И ЗАРАЖЕНИЯ НА ФОНДОВЫХ РЫНКАХ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ И ЛОКАЛЬНЫХ ЛИДЕРОВ (часть 2)

В работе представлена модель ARMA-DCC-GARCH для количественной оценки динамической корреляции фондовых рынков и выявления эффектов заражения (contagion), а также центров (очагов) заражения, распространяющих изменения на фондовых рынках в кризисных ситуациях в экономике. Модель использовалась применительно к 26 глобальным и локальным фондовым рынкам трех регионов (Америка, Европа и Азия) в период с 1995 по 2012 г. В ходе исследования было подтверждено перетекание эффектов заражения с американского рынка на большую часть рассматриваемых рынков капитала в течение кризиса доткомов 2000–2002 гг. и мирового финансового кризиса 2007–2009 гг. Также установлено, что немецкий, британский и французский фондовые рынки были источниками заражения для большинства анализируемых европейских рынков акций в течение финансового кризиса 2007–2009 гг. и долгового европейского кризиса 2010–2012 гг. Принятие евро как единой валюты 1 января 2002 г. способствовало возникновению эффектов заражения на немецком и французском рынках и их перетеканию на фондовые индексы большей части европейских стран. Для многих рынков Восточной и Северной Европы российский рынок являлся очагом заражения в период банковского кризиса 2004 г. в России и существенного падения российского фондового рынка во второй половине 2008 г. Второй по капитализации среди развивающихся рынков Восточной и Северной Европы польский рынок можно признать очагом заражения для меньшего числа рынков в регионе в период мирового финансового кризиса 2007–2009 гг. Вступление Польши 1 мая 2004 г. в ЕС не отразилось на ее взаимосвязях с другими европейскими фондовыми рынками.

¹ *Асатуров Константин Гарриевич*, аналитик проектно-учебной лаборатории анализа финансовых рынков (ЛАФР) ф-та экономики НИУ ВШЭ, аналитик департамента анализа рыночной конъюнктуры Газпромбанка; e-mail: kgsaturov@gmail.com

² *Теплова Тамара Викторовна*, докт. экон. наук, проф. кафедры фондового рынка и рынка инвестиций НИУ ВШЭ, руководитель проектно-учебной лаборатории анализа финансовых рынков (ЛАФР) ф-та экономики НИУ ВШЭ; e-mail: toma@sani-k.ru

Ключевые слова: DCC-GARCH, эффекты перетекания волатильности, эффекты заражения, мировые фондовые рынки.

K.G. Asaturov,

Higher School of Economics — National Research University (Moscow, Russia),

T.V. Teplova,

Higher School of Economics — National Research University (Moscow, Russia)

VOLATILITY SPILLOVER AND CONTAGION EFFECTS ON STOCK MARKETS: GLOBAL AND LOCAL LEADERS DETERMINATION (PART 2)

The paper presents an ARMA-DCC-GARCH model used for a quantitative analysis of dynamic linkages between 26 stock markets in three regions (Americas, Europe and Asia) over the period from 1995 to 2012. Dynamic conditional correlations between the international equity markets were tested to reveal contagion effects and its origins. It was found that the US market spreads shocks to the majority of international stock markets during the Dotcom crisis of 2000–2002 and the Financial Crisis of 2007–2009. The German, French and British markets are also proved to be contagion originators during the Financial Crisis of 2007–2009 and Eurozone Crisis of 2010–2012. The authors provide evidence that, the German and French markets transmitted a positive effect from euro currency adoption in 2002 through Europe. Concerning the linkages in Eastern and Northern European region Russia is found to be a source of contagion for the neighboring countries in time of Russian stock market index (RTSI) fall in 2008 and Banking Crisis in 2004, whereas Poland with the second biggest equity market capitalization affected much fewer countries in the area during the Financial Crisis of 2007–2009. Poland's entry into European Union in May 2004 had no impact on interrelationships between Polish and the other stock markets.

Key words: DCC-GARCH, volatility spillover effect, contagion effect, international stock markets.

1. Введение

Представленная работа посвящена анализу интеграционных процессов на рынке капитала, а именно роста волатильности (эффекты перетекания волатильности) и усилению корреляции (эффекты заражения) между рынками в отдельные периоды экономической динамики.

Появление эффекта финансового заражения (financial contagion) на различных финансовых рынках описано для шоковых событий и периодов кризисов в мировой экономике. Исследования, посвященные данной тематике, направлены в основном на поиск эффектов заражения, возникающих между фондовыми рынками [Forbes, Rigobon, 2002], между валютными рынками [Nagayasu, 2000],

долговыми рынками и рынками производных финансовых инструментов [Gravelle et al., 2006], различными сегментами рынков. Методы выявления эффектов заражения многообразны: анализ кросскорреляций [Longin, Solnik, 1995], одномерные GARCH-модели и анализ взаимовлияний волатильности [Karolyi, Stulz, 1996], пробит- и логит-модели [Eichengreen et al., 1996], оценка условной корреляции [Corsetti et al., 2005], модели с марковским переключением режимов [Fratzschler, 2002].

Однако исследователи, изучающие эффекты заражения, сталкиваются с рядом проблем. Оценить корреляцию рынков по традиционно используемым индикаторам (фондовым индексам) достаточно сложно, так как часто выявляется гетероскедастичность рядов доходности [Chiang et al., 2007]. Корреляция рынков сильно зависит от их волатильности. Анализ кризисных периодов порождает парадоксальный вывод: заключение о росте корреляции рынков базируется просто на росте волатильности, а не на учете усиления «чистой» связи между рынками. Соответственно проблемой становится построение корректного теста для определения наличия эффекта перетекания волатильности и эффекта заражения. Еще один типичный недостаток ранее опубликованных работ, посвященных интеграции рынков, состоит в следующем: даже при количественной оценке эффектов заражения авторы не могли объяснить, какой именно рынок являлся источником (очагом, эпицентром) данного заражения.

В представленной статье эффект перетекания волатильности определен как передача информации с одного рынка на другой в течение стабильного периода развития экономики и «нормальной волатильности», когда рост волатильности на одном рынке порождает повышенную волатильность на другом. Эффект заражения определен как распространение шока с одного рынка на другой (существенное изменение взаимосвязи рынков), причем рассмотрены как положительные, так и отрицательные шоки, увеличивающие каскадно корреляцию рассматриваемых рынков. В ранее проведенных исследованиях эффекты заражения оценивались исключительно во время кризисов, однако в данной работе проанализировано и то, как события глобального масштаба в спокойные периоды функционирования экономик повлияют на взаимосвязи фондовых рынков. Понятия «перетекание волатильности» (Volatility Spillover) и «заражение» (Contagion) трактуются авторами следующим образом: эффект перетекания волатильности определяет устойчивые долгосрочные связи между различными рынками или их сегментами, эффект заражения проявляется в усилении взаимосвязи рынков в течение краткосрочных периодов времени под влиянием тех или иных четко обозначенных событий или общих кризисных

явлений в экономике. В результате принятых в работе определенных будет корректно количественно оценить показатели эффектов перетекания и заражения независимо друг от друга, так как они определяют взаимозависимости рынков в разные периоды. Для принятия гипотезы о наличии эффекта заражения введен следующий критерий: эффект заражения и фиксация его очага (эпицентра) признаются только в том случае, если 1) на более длительном временном горизонте наблюдается эффект перетекания волатильности между рассматриваемыми рынками³ и 2) выявляется усиление связи рынков за анализируемый период времени.

В представленной статье предложена модель динамической условной корреляции ARMA–DCC–GARCH, которая позволяет оценить как эффекты перетекания волатильности, так и, подобно работе Й. Чо и А. Пархизгари [Cho, Parhizgari, 2008], выявить эффекты заражения. Помимо этого, в статье определяются источники (очаги) этих заражений. Модель используется применительно к 26 глобальным и локальным фондовым рынкам трех регионов (Америки, Европы и Азии) в период с 1995 по 2012 г. Различие динамических условных корреляций в течение относительно устойчивого спокойного периода и кризисных периодов выявлялось авторами с помощью трех тестов — t-теста Стьюдента на различие средних значений, теста Уилкоксона на различие медианных значений и теста Смирнова на различие распределений вероятностей.

Новизна работы состоит в том, что она комбинирует в себе анализ эффектов перетекания волатильности и эффектов заражения, которые ранее в литературе изучались независимо, что является большим упущением. Так, в статье разделены эти два понятия и определены связи между двумя этими эффектами. Более того, авторы использовали новейшую методологию оценки эффектов заражения, которая учитывает гетероскедастичность рядов доходности рынков (зачастую волатильность рынков растет в периоды кризисов, что увеличивает их корреляцию). Помимо этого выбранная выборка включает в себя посткризисный период, который был плохо исследован в литературе и анализ которого позволяет судить об изменчивости связей различных рынков в это время. Однако главное новаторство данной работы заключается в анализе рынков Восточной Европы с акцентом на рынки Польши и России. Исследуются ранее не рассматриваемые в литературе гипотезы о значимости этих двух рынков в регионе и порождаемом ими локальном финансовом заражении в ходе определенных событий.

В рамках работы проверяется наличие эффектов заражения в течение относительно продолжительных кризисных явлений (кри-

³ Эффекты перетекания волатильности были оценены в первой части работы.

зиса доткомов 2000–2002 гг., банковского кризиса 2004 г. в России, мирового финансового кризиса (МФК) 2007–2009 гг., финансового кризиса 2008–2010 гг. с падением фондового рынка России и долгового европейского кризиса (ДЕК) 2010–2012 гг.), а также их зависимость от двух существенных региональных событий (введение евро 1 января 2002 г. и вступление Польши в Европейский союз 1 мая 2004 г.). В результате проведенного исследования в статье выдвинуты следующие предположения: источником эффекта заражения в течение кризиса доткомов 2000–2002 гг. являлся американский фондовый рынок; в течение МФК 2007–2009 гг. — американский рынок для мировых фондовых рынков, немецкий, британский и французский рынки для европейских фондовых рынков, польский рынок для рынков стран Восточной и Северной Европы; в течение ДЕК 2010–2012 гг. — немецкий, британский и французский рынки; в течение банковского кризиса 2004 г. в России и финансового кризиса 2008–2010 гг. в России — российский рынок; после введения евро 1 января 2002 г. — немецкий и французский рынки, после вступления Польши в Европейский союз 1 мая 2004 г. — польский рынок. Таким образом, для каждого из предполагаемых источников заражения — США, Германия, Франция, Россия и Польша (кроме Великобритании) — анализируются два события, в результате которых упомянутые страны могли повлиять на колебания других фондовых рынков. При оценке эффектов заражения тестируется несколько гипотез, основанных на выводах предыдущих работ и предположений авторов.

2. Обзор результатов ранее проведенных исследований

Только с конца 2000-х гг. в круг интересов ученых вошло направление оценки динамической корреляции волатильности доходности рынков, выявления эффектов заражения, происходящих из некоего центра (очага) и распространяющихся по другим (часто локальным, в определенной степени сегментированным) рынкам [Chiang et al., 2007]. Мировой финансовый кризис 2007–2009 гг. привел к росту числа работ, выявляющих эффекты заражения на финансовых рынках в глобальном масштабе и на отдельных сегментах (акции, облигации, производные инструменты). В ряде статей проверялась гипотеза о том, что именно рынок США является очагом заражения, вызвавшим падение фондовых рынков других стран. Результаты исследования М. Дунгей с соавт. [Dungey et al., 2010] свидетельствуют о том, что российский фондовый рынок не был заражен во время кризиса доткомов, в то время как бразильский рынок облигаций подвергся заражению. Во время кризиса 2007–2009 гг. эффект заражения наблюдался на всех ана-

лизируемых рынках, и исходил он не из рынка акций, а из облигационного. В последние годы появилась серия работ, рассматривающих влияние долгового европейского кризиса 2010–2012 гг. на интеграционные процессы на фондовых рынках. В работе А. Самитаса и И. Тсакалоса [Samitas, Tsakalos, 2013] с помощью моделей ADCC и Copula были проанализированы эффекты заражения в течение долгового кризиса 2010–2012 гг. на выборке из фондовых рынков восьми европейских стран, греческий рынок тестировался как очаг заражения. Результаты этого исследования свидетельствуют о том, что Греция была не единственным источником заражения в ходе кризиса, а стала только триггером для подвижек на фондовых рынках более крупных экономик, которые уже распространили данное негативное влияние по всему Европейскому региону.

Эффекты заражения, порождаемые российским фондовым рынком, проанализированы в единичных работах. Все они посвящены кризису 1998 г. [Ismailescu, Kazemi, 2011; Dungey et al., 2006]. Авторы представленной статьи в рамках своего исследования протестировали гипотезы о наличии эффекта заражения и его распространения с российского рынка в период банковского кризиса 2004 г. и кризиса 2008–2010 гг. (существенное падение российского фондового рынка в конце 2008 г.). Также была протестирована гипотеза о наличии эффекта заражения повышенной волатильностью на польском рынке и его распространения от вступления Польши в Европейский союз (ЕС) по фиксированной дате 1 мая 2004 г. и в течение мирового финансового кризиса 2007–2009 гг.

3. Тестируемые гипотезы

В работе поставлено несколько гипотез относительно эффектов заражения, которые были разделены на 4 блока:

1. Заражение между американским и мировыми фондовыми центрами:

— эффект заражения наблюдается между американским рынком и мировыми фондовыми рынками в течение кризиса доткомов 2000–2002 гг.;

— эффект заражения наблюдается между американским рынком и мировыми фондовыми рынками в течение МФК 2007–2009 гг.

2. Заражение между немецким и европейскими фондовыми рынками:

— эффект заражения наблюдается между немецким и другими европейскими фондовыми рынками после принятия евро в качестве национальной валюты 1 января 2002 г.;

— эффект заражения наблюдается между немецким и европейскими фондовыми рынками в течение МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.

3. Заражение между британским и европейскими фондовыми рынками:
— эффект заражения наблюдается между британским и европейскими фондовыми рынками в течение МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.

4. Заражение между французским и европейскими фондовыми рынками:
— эффект заражения наблюдается между французским и другими европейскими фондовыми рынками после принятия евро в качестве национальной валюты 1 января 2002 г.;

— эффект заражения наблюдается между французским и европейскими фондовыми рынками в течение МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.

5. Заражение между российским рынком и рынками стран Восточной и Северной Европы:

— эффект заражения наблюдается между российским индексом и фондовыми индексами Восточной и Северной Европы в течение банковского кризиса 2004 г. в России;

— эффект заражения наблюдается между российским и фондовыми рынками Восточной и Северной Европы в течение МФК (предполагается, что российский рынок стал центром распространения волатильности).

6. Заражение между польским рынком и рынками стран Восточной и Северной Европы:

— эффект заражения наблюдается между польским и фондовыми рынками Восточной и Северной Европы после вступления Польши в Евросоюз 1 мая 2004 г.;

— эффект заражения наблюдается между польским и фондовыми рынками Восточной и Северной Европы в течение МФК 2007–2009 гг.

4. Описание и предварительный анализ данных

В качестве исходных данных взяты цены закрытия фондовых индексов (база Bloomberg) следующих стран в локальных валютах: США (S&P500), России (RTSI), Великобритании (FTSE100), Японии (Nikkei225), Германии (DAX), Гонконга (Hang Seng), Польши (WIG), Франции (CAC40), Бразилии (Bovespa), Голландии (AEX), Австрии (ATX), Чехии (PXI), Словакии (SAX), Швейцарии (SMI), Швеции (OMX), Южной Кореи (KOSPI), Индии (BSE100), Греции (ASE), Тайваня (TSEC), Украины (PFTS), Румынии (BET), Болгарии (SOFIX), Эстонии (TALSE), Венгрии (BUX), Литвы (VILSE) и Латвии (RIGSE). В качестве временного отрезка, используемого для анализа эффектов заражения, принят период с 1 января 1995 г. по 31 декабря 2011 г. (эффекты заражения между рынками России, Польши и Восточной и Северной Европы тестировались на вре-

менном отрезке с 1 января 2001 г. по 31 декабря 2011 г., для которого имели место значимые события, выделяемые в рамках настоящего исследования).

Для определения наличия эффектов заражения в течение кризиса доткомов 2000–2002 гг., банковского кризиса 2004 г. в России, МФК 2007–2009 гг., падения фондового рынка в России в 2008–2010 гг., ДЕК 2010–2012 гг., от введения единой валюты евро 1 января 2002 г. и вступления Польши в ЕС 1 мая 2004 г. проверялись различия в динамической условной корреляции во время устойчивого и кризисного периодов. За начало кризисного периода принималась та дата, когда фондовый индекс страны (предполагаемого очага заражения) начал падать. Это сделано для того, чтобы проанализировать, спровоцировало ли падение на данном рынке спад фондовых индексов других рынков, т.е. имел ли место эффект заражения. За устойчивый период принималось то время до кризиса, когда не происходило никаких значительных событий. За кризисный период был принят двухлетний отрезок времени с даты начала падения фондового индекса (по ряду ранее проведенных работ можно сделать вывод, что эффект заражения в ходе кризиса длился примерно два года).

В случае кризиса доткомов за устойчивый период функционирования рынка был принят 5-летний период с 1 января 1995 г. по 24 марта 2000 г. (по дате, с которой началось обвальное падение индекса S&P500). Хотя официальным началом кризиса доткомов считают падение индекса NASDAQ 10 марта 2000 г., в представленной работе проанализирован именно индекс S&P500 и зафиксирована дата 24 марта 2000 г. В случае МФК 2007–2009 гг. в рамках авторского исследования за устойчивый по волатильности (спокойный) период был взят временной интервал с 24 марта 2002 г. по 31 октября 2007 г. Последняя дата не является ни началом ипотечного кризиса в США (предвестником мирового финансового кризиса 2007–2009 гг.), ни официальной датой начала финансового кризиса (которой принято считать 9 августа 2007 г., когда французский банк BNP Paribas заявил, что он замораживает 2,2 млрд долл.). 31 октября 2007 г. индекс S&P500 достиг своего пика, после чего последовал продолжительный спад (соответственно именно эта дата рассматривается в исследовании как начало кризисного периода). В соответствии с общим алгоритмом проводимого анализа принято, что в данном случае кризисный период также длился два года.

Для выявления взаимосвязей между немецким, британским, французским и другими европейскими рынками и диагностирования эффекта заражения два кризиса (МФК и ДЕК) были рассмотрены как один продолжительный кризисный период (сложность анализа заключалась в том, что МФК 2007–2009 гг. перешел

в ДЕК 2010–2012 гг.). За дату начала данного длительного кризиса было принято 16 мая 2007 г. для немецкого, 19 мая 2007 г. для британского и 1 июня 2007 г. для французского рынка, так как именно с этих дат началось резкое снижение индексов указанных стран (хотя даты предшествуют официальной дате начала МФК 2007–2009 гг.). За спокойный период был взят трехлетний период до начала падения этих индексов. Для выявления заражения от принятия единой валюты евро анализировался двухлетний период с 1 января 2002 г. (официальной даты входа в обращение евро в ряде европейских стран). За спокойный период для выявления эффекта заражения от этого события был принят пятилетний период до данной даты.

Для тестирования гипотезы о наличии эффекта заражения на российском фондовом рынке и его распространения на другие рынки в качестве начальных дат российского банковского кризиса 2004 г. и падения фондового рынка РФ (кризис 2008–2010 гг.) были приняты 1 июня 2004 г. и 19 мая 2008 г. Последняя дата определяет момент, с которого началось обвальное падение индекса RTSI и который считается днем, когда МФК, хоть и с некоторым лагом, добрался до России (из-за этого лага традиционно финансовый кризис в РФ фиксируется с 2008 по 2010 г.). За спокойный временной отрезок в случае российского банковского кризиса 2004 г. был принят пятилетний период до начала кризиса, а в случае финансового кризиса 2008–2010 гг. — двухлетний отрезок.

При исследовании эффектов заражения на польском рынке и его распространения на фондовые рынки Восточной и Северной Европы были проанализированы следующие события: вступление Польши в Европейский союз 1 мая 2004 г. и МФК 2007–2009 гг. В рамках первого события анализировался период в один год, так как это событие не имело существенного значения для европейской экономики в течение продолжительного времени, его влияние не носило долгосрочного характера. Для второго события за точку отсчета была принята дата 6 июля 2007 г., когда польский индекс WIG достиг своего пика, после чего стал стремительно падать. За кризисный период, как и при оценке других кризисов в представленной работе, был принят двухлетний период. За спокойный этап при анализе эффектов заражения от вступления Польши в ЕС и МФК 2007–2009 гг. были приняты пятилетний и двухлетний периоды соответственно.

5. Методология исследования

В первой части работы с помощью модели DCC-GARCH были получены ряды динамической условной корреляции для каждой пары анализируемых индексов. В модели DCC-GARCH динами-

ческая условная корреляция строится на основе стандартизированных остатков, т.е. она не подвержена гетероскедастичности рядов самой доходности, что позволяет оценить эффекты заражения по «чистой» связи рынков, не искаженной повышенной волатильностью рынков в период шока. В этой части статьи показано, как тестировались эффекты заражения на основе динамических условных корреляций, полученных в предыдущей ее части.

Так, для неких индексов 1 и 2 в первой части работы был найден ряд динамической условной корреляции $p_{12,t}$, который был поделен на спокойные и кризисные периоды согласно принятым в работе точкам отсчета того или иного кризиса или события. Различие динамических условных корреляций в течение спокойного и кризисного периодов выявлялось с помощью трех тестов — t-теста Стьюдента на различие средних значений, теста Уилкоксона на различие медианных значений и теста Смирнова на различие распределений вероятностей.

T-тест Стьюдента оценивает, являются ли различия средних двух выборок статистически значимыми или нет. Если различие в средних значениях условных корреляций в спокойный и кризисный периоды незначимо, то отсутствие эффекта заражения подтверждается. Формализовано t-тест Стьюдента проверяет следующие гипотезы:

$$H_0 : \bar{P}_{stable} = \bar{P}_{turmoil}$$

$$H_1 : \bar{P}_{stable} < \bar{P}_{turmoil}$$

где \bar{P}_{stable} и $\bar{P}_{turmoil}$ — средние значения условной корреляции в течение спокойного и кризисного периодов соответственно.

Тест Уилкоксона, известный также как тест Манна–Уитни–Уилкоксона, проверяет, являются ли значения одной выборки в целом больше, чем значения другой, или, другими словами, тестируется различие медианных значений. В случае отсутствия различий медианных значений условных корреляций в спокойный и кризисный периоды наличие эффекта заражения авторами статьи отвергается. Нулевая и альтернативные гипотезы теста Уилкоксона могут быть представлены как

$$H_0 : \tilde{P}_{stable} = \tilde{P}_{turmoil}$$

$$H_1 : \tilde{P}_{stable} < \tilde{P}_{turmoil}$$

где \tilde{P}_{stable} и $\tilde{P}_{turmoil}$ — медианные значения условной корреляции в течение спокойного и кризисного периодов соответственно.

Последний используемый тест — критерий Смирнова (в некоторых источниках называется также критерием Колмогорова—

Смирнова). Он применяется для того, чтобы определить, различаются ли эмпирические распределения условной корреляции в спокойный и кризисный периоды времени. При отсутствии различий в эмпирических распределениях условной корреляции в спокойный и кризисный периоды наличие эффекта заражения авторами статьи отвергается. Критерий Смирнова тестирует следующие гипотезы:

$$H_0 : F_{stable} = F_{turmoil}$$

$$H_1 : F_{stable} \neq F_{turmoil},$$

где F_{stable} и $F_{turmoil}$ — эмпирические распределения условной корреляции в течение спокойного и кризисного периодов соответственно.

На основе трех тестов был сделан вывод о наличии эффекта заражения. Если первые два теста определяли, изменилась ли условная корреляция рынков в абсолютных значениях, то третий тест позволил выявить, характеризуется ли условная корреляция рынков разными распределениями в спокойный и кризисный периоды. По мнению авторов статьи, спокойный и кризисный периоды различаются не только возросшей условной корреляцией, но и совершенно разными характеристиками распределения (волатильность, эксцесс и т.д.), иначе простой тренд или циклический характер корреляции может быть ошибочно признан эффектом заражения. Таким образом, наличие эффекта заражения признается только в том случае, если на основе трех предложенных тестов его существование подтверждается и если параметр, отвечающий за эффект перетекания волатильности в рамках этой пары, будет статистически значим.

Математически вводимое условие продиктовано тем, что при определении эффектов заражения только на основе изменения динамической корреляции в рассматриваемый период можно просто подтвердить сам факт заражения. Не для всех исследуемых пар индексов очевидно, какой рынок являлся эпицентром (очагом) заражения (ряд опубликованных ранее работ не получил ответа на данный вопрос в рамках анализа, что является упущением). В случае если эффект перетекания волатильности между рынками был двусторонним, эффект заражения следует также признавать двусторонним. Если же эффекты перетекания волатильности не выявлены, но факт заражения подтверждается, то такой эффект заражения нужно рассматривать как косвенный, т.е. в данном случае оба рынка параллельно были заражены неким третьим индексом, что вызвало возросшую корреляцию между рассматриваемыми двумя рынками (фондовыми индексами). Это особенно важно при анализе эффектов заражения, пришедших с польского и российского

рынков в период глобальных событий, так как зачастую указанные рынки не порождают заражения сами, хотя факт роста корреляции с другими локальными рынками имеет место. Такая трактовка в выявлении эффектов, по мнению авторов статьи, сводит к минимуму ошибку принятия простых скачков во взаимозависимостях рынков за эффекты заражения, а также позволяет выявить очаг заражения в каждой рассмотренной паре индексов.

6. Результаты тестирования гипотез

Заражение между американским и мировыми фондовыми рынками

В табл. 1 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения во время кризиса доткомов 2000–2002 гг. между американским и мировыми фондовыми рынками.

Как видно из табл. 1, наличие эффекта заражения во время кризиса доткомов 2000–2002 гг. подтверждается почти для всех анализируемых пар. Из европейских рынков эффект заражения отсутствует для Австрии, Словакии и Швейцарии, а из азиатских — для Кореи и Тайваня. В случае с Австрией следует отметить, что два из трех тестов (Стьюдента и Уилкоксона) опровергли гипотезу о наличии эффекта заражения, в то время как тест Смирнова ее подтвердил. В этом случае распределение динамической корреляции различается, однако среднее и медианное значения корреляции в течение спокойного периода оказываются выше, нежели в течение кризисного периода, что математически (и исходя из здравого смысла) опровергает гипотезу о наличии эффекта заражения. Для остальных пар, в которых была отвергнута гипотеза о наличии эффекта заражения, динамическая корреляция оказалась стабильна для спокойного и кризисного периодов. В случае индексов Франции и Великобритании заражение носило обоюдный характер, так как, согласно показателю эффекта перетекания волатильности, взаимозависимость этих рынков с S&P500 двусторонняя.

В табл. 2 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения в течение МФК 2007–2009 гг. между американским и мировыми фондовыми рынками.

Из табл. 2 видно, что эффект заражения со стороны американского рынка наблюдается почти для всех европейских рынков и отсутствует для большинства азиатских (KOSPI и S&P500, Nikkei225 и S&P500). Из европейских рынков следует отметить словацкий рынок как единственный не подверженный эффекту заражения со

Эффекты заражения во время кризиса доткомов 2000–2002 гг. (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюденга | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|--------------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| AEX и S&P500 | 0,389 | 0,385 | 0,496 | 0,497 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ASE и S&P500 | 0,243 | 0,248 | 0,249 | 0,250 | 0,025 | 0,006 | 0,000 | Да |
| ATX и S&P500 | 0,249 | 0,256 | 0,215 | 0,223 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | Нет |
| Вovespa и S&P500 | 0,494 | 0,482 | 0,558 | 0,556 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| BSE100 и S&P500 | 0,150 | 0,156 | 0,160 | 0,156 | 0,001 | 0,019 | 0,022 | Да |
| САС40 и S&P500 | 0,498 | 0,516 | 0,517 | 0,531 | 0,003 | 0,004 | 0,000 | Да |
| DAX и S&P500 | 0,373 | 0,387 | 0,562 | 0,620 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| FTSE100 и S&P500 | 0,432 | 0,452 | 0,481 | 0,481 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| Hang Seng и S&P500 | 0,171 | 0,178 | 0,188 | 0,178 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| KOSPI и S&P500 | 0,158 | 0,160 | 0,165 | 0,161 | 0,004 | 0,036 | 0,407 | Нет |
| Nikkei225 и S&P500 | 0,177 | 0,177 | 0,177 | 0,177 | 0,015 | 0,002 | 0,008 | Да |
| OMX и S&P500 | 0,393 | 0,387 | 0,420 | 0,452 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Окончание табл. 1

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| PX1 и S&P500 | 0,238 | 0,243 | 0,246 | 0,250 | 0,035 | 0,001 | 0,000 | Да |
| RTSI и S&P500 | 0,177 | 0,176 | 0,260 | 0,259 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| SAX и S&P500 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,153 | 0,012 | 0,022 | Нет |
| SMI и S&P500 | 0,492 | 0,494 | 0,492 | 0,497 | 0,515 | 0,210 | 0,300 | Нет |
| TSEC и S&P500 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,109 | 0,150 | 0,150 | Нет |
| WIG и S&P500 | 0,159 | 0,171 | 0,228 | 0,234 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается между американским рынком и мировыми фондовыми рынками во время кризиса dotкомов 2000–2002 гг.» частично подтверждается.

стороны американского рынка. Что касается азиатских рынков, то Япония, Корея и Тайвань отвергают гипотезу о наличии эффекта заражения во время МФК 2007–2009 гг. Такой результат можно объяснить тем, что азиатские рынки довольно сильно интегрированы с американской экономикой, их связи не менялись в тот или иной период, в отличие от Европейского региона, где присутствуют несколько сильных локальных лидеров (согласно показателю общей капитализации). В случае рынков Франции и Великобритании заражение имело обоюдный характер, так как, согласно показателю эффекта перетекания волатильности, взаимозависимость этих рынков с S&P500 двусторонняя. Приняв во внимание выводы относительно эффектов перетекания волатильности, нужно сделать оговорку, что эффект заражения между рынками Франции и США, Великобритании и США двусторонний.

Заражение между немецким и европейскими фондовыми рынками

В табл. 3 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения от введения евро 1 января 2002 г.

Эффект заражения после введения валюты евро подтверждается для пар CAC40–DAX, FTSE100–DAX, ASE–DAX, AEX–DAX, OMX–DAX, SMI–DAX и WIG–DAX. Среди четырех «незараженных» стран три являются развивающимися рынками Европы — Россия, Чехия и Словакия. Четвертая «незараженная» страна — Австрия, которая одновременно с Германией приняла валюту евро. Этот факт можно объяснить тем, что был взят небольшой период для определения эффекта заражения (графические построения показывают, что с 2002 г. корреляция стала расти) и слишком большой период для определения спокойного периода. Относительно очага заражения в таких парах, как FTSE100–DAX, CAC40–DAX и SMI–DAX, однозначный вывод сделать нельзя, так как Великобритания, Швейцария и Франция оказывают влияние на волатильность немецкого индекса, как и он — на индексы этих трех стран.

В целом можно утверждать, что введение евро положительно отразилось на интеграции фондовых рынков Европы. Экономической подоплекой этому может служить следующее: введение евро как общеевропейской валюты способствовало увеличению межстрановых инвестиций и объемов экспорта. В результате интеграция между экономиками стран, принявших евро, усилилась, что отразилось на корреляции фондовых индексов. Кроме того, для стран, которые не приняли евро, введение единой валюты способствовало укреплению международной торговли со странами, при-

Эффекты заражения во время финансового кризиса 2007 г. (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|--------------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| AEX и S&P500 | 0,499 | 0,511 | 0,625 | 0,616 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ASE и S&P500 | 0,251 | 0,251 | 0,265 | 0,256 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ATX и S&P500 | 0,297 | 0,282 | 0,503 | 0,509 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| Вовесра и S&P500 | 0,557 | 0,554 | 0,671 | 0,689 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| BSE100 и S&P500 | 0,156 | 0,157 | 0,167 | 0,158 | 0,000 | 0,002 | 0,015 | Да |
| CAC40 и S&P500 | 0,522 | 0,539 | 0,575 | 0,579 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| DAX и S&P500 | 0,556 | 0,564 | 0,635 | 0,652 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| FTSE100 и S&P500 | 0,482 | 0,499 | 0,617 | 0,604 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| Hang Seng и S&P500 | 0,181 | 0,182 | 0,207 | 0,217 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| KOSPI и S&P500 | 0,163 | 0,164 | 0,166 | 0,166 | 0,058 | 0,055 | 0,056 | Нет |
| Nikkei225 и S&P500 | 0,177 | 0,177 | 0,177 | 0,177 | 0,135 | 0,198 | 0,019 | Нет |
| OMX и S&P500 | 0,452 | 0,479 | 0,578 | 0,583 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Окончание табл. 2

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| PXI и S&P500 | 0,244 | 0,249 | 0,269 | 0,261 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| RTSI и S&P500 | 0,223 | 0,226 | 0,311 | 0,286 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| SAX и S&P500 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,894 | 0,894 | 0,000 | Нет |
| SMI и S&P500 | 0,497 | 0,500 | 0,516 | 0,510 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| TSEC и S&P500 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,286 | 0,227 | 0,398 | Нет |
| WIG и S&P500 | 0,235 | 0,223 | 0,433 | 0,436 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения со стороны американского фондового рынка мировых фондовых рынков во время кризиса 2007–2009 гг.» подтверждается частично.

Эффекты заражения от введения евро 1 января 2002 г. (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна-Уитни-Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| ATX и DAX | 0,518 | 0,356 | 0,543 | 0,369 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | Нет |
| CASA40 и DAX | 0,749 | 0,857 | 0,781 | 0,862 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| FTSE100 и DAX | 0,682 | 0,736 | 0,695 | 0,737 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ASE и DAX | 0,285 | 0,423 | 0,284 | 0,427 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| AEX и DAX | 0,774 | 0,821 | 0,786 | 0,829 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| OMX и DAX | 0,704 | 0,756 | 0,727 | 0,763 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PXI и DAX | 0,333 | 0,317 | 0,333 | 0,320 | 0,986 | 0,947 | 0,000 | Нет |
| RTSI и DAX | 0,343 | 0,305 | 0,369 | 0,320 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | Нет |
| SAX и DAX | 0,006 | -0,006 | -0,006 | -0,006 | 0,106 | 0,191 | 0,468 | Нет |
| SMI и DAX | 0,674 | 0,755 | 0,693 | 0,771 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| WIG и DAX | 0,304 | 0,361 | 0,288 | 0,357 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается со стороны немецкого рынка европейских фондовых рынков после принятия евро как национальной валюты 1 января 2002 г.» частично подтверждается.

нявшими евро, по причине усиления стабильности валюты международных расчетов. Это подтверждается данными табл. 3.

В табл. 4 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения в Европейском регионе во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.

Заражение в течение МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. со стороны немецкого DAX статистически подтверждается для всех анализируемых пар, кроме пары индексов SAX–DAX. В этой паре связь оказалась стабильной как в докризисный, так и в кризисный период (результат малых значений остатков в паре, которые отражают рыночные колебания). Приняв во внимание значимые эффекты перетекания волатильности со стороны немецкого рынка, можно сказать, что результаты в целом подтверждают следующее: Германия с определенной долей условности может быть признана локальным очагом заражения в Европе во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. Стоит указать, что, как и при анализе реакции рынков от введения евро, заражение между Францией и Германией, Великобританией и Германией, Швейцарией и Германией носило двусторонний характер.

Заражение между британским и европейскими фондовыми рынками

В табл. 5 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.

Заражение во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. подтверждается для всех анализируемых пар, кроме пары SAX–FTSE100. Вместе со значимыми эффектами перетекания волатильности со стороны британского рынка полученные результаты говорят о том, что Великобритания, как и Германия, была локальным очагом заражения в Европе во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. Однако трудно определить, кто из этих двух стран являлся основным источником волатильности во время указанных кризисов.

Заражение между французским и европейскими фондовыми рынками

В табл. 6 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения от введения евро 1 января 2002 г.

Эффект заражения после введения валюты евро подтверждается для пар AEX–CAC40, ASE–CAC40, OMX–CAC40, SMI–CAC40 и WIG–CAC40 (а также в паре DAX–CAC40, указанной ранее).

Эффекты заражения во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| ATX и DAX | 0,625 | 0,782 | 0,621 | 0,780 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| CASA40 и DAX | 0,908 | 0,928 | 0,908 | 0,935 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| FTSE100 и DAX | 0,798 | 0,853 | 0,799 | 0,858 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ASE и DAX | 0,430 | 0,516 | 0,451 | 0,523 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| AEX и DAX | 0,875 | 0,903 | 0,875 | 0,914 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| OMX и DAX | 0,772 | 0,810 | 0,776 | 0,824 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PXI и DAX | 0,431 | 0,562 | 0,459 | 0,560 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| RTSI и DAX | 0,373 | 0,515 | 0,389 | 0,549 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| SAX и DAX | -0,006 | -0,006 | -0,006 | -0,006 | 0,821 | 0,966 | 0,021 | Нет |
| SMI и DAX | 0,769 | 0,815 | 0,758 | 0,819 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| WIG и DAX | 0,437 | 0,655 | 0,410 | 0,657 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдался со стороны немецкого рынка европейских фондовых рынков во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.» частично подтверждается.

Эти результаты очень схожи с полученными при анализе эффекта заражения, идущего с немецкого индекса DAX от введения евро. Как и в случае с немецким индексом, среди четырех не подверженных заражению рынков три являются развивающимися рынками Европы — Россия, Чехия и Словакия, а четвертый Австрия, которая одновременно с Францией ввела в обращение валюту евро. Что касается пары SMI—CAC40, то здесь заражение следует признать двусторонним, так как между этими биржами существует двусторонний эффект перетекания волатильности.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что введение евро усилило связь французского индекса с рядом индексов европейских рынков (причем не только с теми, которые перешли на евро). Возможное объяснение следующее: евро — более стабильная и удобная валюта, и ее введение положительно повлияло на торговые и инвестиционные связи рассматриваемых стран, что в свою очередь привело к росту корреляции фондовых индексов.

В табл. 7 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения во время МФК 2007—2009 гг. и ДЕК 2010—2012 гг.

Заражение во время МФК 2007—2009 гг. и ДЕК 2010—2012 гг. подтверждается для всех анализируемых пар, кроме пары индексов SAX—CAC40. Так как эффекты перетекания волатильности с французского рынка оказались значимы для всех пар индексов, можно сделать вывод, что Франция была еще одним локальным очагом заражения в Европе во время МФК 2007—2009 гг. и ДЕК 2010—2012 гг. наряду с Германией и Великобританией. Следует отметить, что, как и при анализе реакции рынков от введения евро, заражение между Францией и Швейцарией носило двусторонний характер.

В целом полученные результаты говорят о том, что Германия, Великобритания и Франция являлись источниками волатильности во время МФК 2007—2009 гг. и ДЕК 2010—2012 гг. В рамках представленного исследования невозможно ответить на вопросы: кто из этих стран был основным эпицентром заражения, а кто косвенно лишь передавал волатильность? или рынки этих стран параллельно служили триггерами для остальных европейских рынков?

Заражение с российского рынка рынков стран Восточной и Северной Европы

В табл. 8 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения во время

Эффекты заражения во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|-----------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| AEX и FTSE100 | 0,824 | 0,831 | 0,889 | 0,903 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ASE и FTSE100 | 0,413 | 0,415 | 0,501 | 0,519 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ATX и FTSE100 | 0,598 | 0,610 | 0,772 | 0,779 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| CAC40 и FTSE100 | 0,854 | 0,855 | 0,911 | 0,921 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| OMX и FTSE100 | 0,755 | 0,769 | 0,809 | 0,828 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PXI и FTSE100 | 0,462 | 0,468 | 0,554 | 0,562 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| RTSI и FTSE100 | 0,382 | 0,395 | 0,585 | 0,592 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| SAX и FTSE100 | 0,009 | 0,010 | 0,008 | 0,009 | 0,938 | 0,955 | 0,001 | Нет |
| SMI и FTSE100 | 0,773 | 0,778 | 0,826 | 0,847 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| WIG и FTSE100 | 0,428 | 0,435 | 0,628 | 0,623 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается между британским и европейскими фондовыми рынками во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.» частично подтверждается.

Таблица 6

Эффекты заражения от введения евро 1 января 2002 г. (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна-Уитни-Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| AEX и SAC40 | 0,787 | 0,809 | 0,922 | 0,923 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ASE и SAC40 | 0,297 | 0,288 | 0,452 | 0,458 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ATX и SAC40 | 0,481 | 0,503 | 0,341 | 0,331 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | Нет |
| OMX и SAC40 | 0,751 | 0,758 | 0,800 | 0,808 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PXI и SAC40 | 0,363 | 0,373 | 0,363 | 0,381 | 0,498 | 0,491 | 0,000 | Нет |
| RTSI и SAC40 | 0,319 | 0,324 | 0,323 | 0,326 | 0,228 | 0,753 | 0,000 | Нет |
| SAX и SAC40 | -0,010 | -0,010 | -0,010 | -0,010 | 0,193 | 0,186 | 0,678 | Нет |
| SMI и SAC40 | 0,677 | 0,719 | 0,832 | 0,850 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| WIG и SAC40 | 0,317 | 0,338 | 0,393 | 0,398 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается между французским и европейскими фондовыми рынками после принятия евро в качестве национальной валюты 1 января 2002 г.» частично подтверждается.

Эффекты заражения во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| AEX и SAC40 | 0,904 | 0,907 | 0,929 | 0,940 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ASE и SAC40 | 0,435 | 0,444 | 0,548 | 0,572 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| ATX и SAC40 | 0,588 | 0,597 | 0,797 | 0,798 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| OMX и SAC40 | 0,803 | 0,803 | 0,833 | 0,849 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PXI и SAC40 | 0,427 | 0,424 | 0,574 | 0,579 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| RTSI и SAC40 | 0,349 | 0,344 | 0,579 | 0,600 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| SAX и SAC40 | -0,010 | -0,010 | -0,010 | -0,010 | 0,730 | 0,973 | 0,005 | Нет |
| SMI и SAC40 | 0,799 | 0,801 | 0,852 | 0,862 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| WIG и SAC40 | 0,434 | 0,434 | 0,616 | 0,613 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается между французским и европейскими фондовыми рынками во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг.» частично подтверждается.

банковского кризиса 2004 г. в России между российским рынком и рынками Восточной и Северной Европы.

Эффекты заражения во время российского банковского кризиса подтверждаются для пар ВЕТ–RTSI, ВUX–RTSI, РХI–RTSI, SOFIX–RTSI и WIG–RTSI. Из рынков, не подверженных заражению, следует выделить три скандинавских рынка — Эстонии, Литвы и Латвии, с которыми Россия имеет менее тесные экономические и политические отношения по сравнению с другими странами Восточной и Северной Европы. Помимо этих рынков связь RTSI с фондовыми индексами Украины и Словакии не изменилась с началом кризиса в 2004 г.

В табл. 9 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения во время кризиса 2008–2010 гг. между российским рынком и рынками Восточной и Северной Европы.

Факт заражения подтверждается для всех пар, кроме ВUX–RTSI, RIGSE–RTSI, SAX–RTSI и TALSE–RTSI. Большая часть ближайших соседей России подверглась заражению с ее стороны в период 2008–2010 гг., кроме двух скандинавских рынков (Эстонии и Латвии), а также рынков Словакии и Венгрии. Заражение между Чехией и Россией было обоюдным (так же как и в период кризиса 2004 г.). Однако надо признать, что заражение со стороны американского и немецкого рынков носило более масштабный характер во время кризисного периода. Эти два рынка воздействуют и на связи анализируемой локальной выборки стран Восточной и Северной Европы, что, возможно, объясняет отсутствие заражения во многих парах индексов.

Заражение между польским рынком и рынками стран Восточной и Северной Европы

Вступление Польши в ЕС практически не повлияло на ее корреляцию с рынками Восточной и Северной Европы. Только динамическая корреляция польского WIG и болгарского SOFIX возросла на годовом отрезке с момента вступления Польши в Евросоюз. МФК 2007–2009 гг. сильно отразился на взаимосвязях Польши с Румынией, Украиной, Болгарией и Литвой. В этих парах корреляция сильно выросла в кризисный период. Корреляция с другими рынками меньше подверглась изменению. Надо отметить, что в целом корреляция польского индекса с другими европейскими индексами не так высока, как в случае корреляции с немецким DAX или американским S&P500.

В табл. 10 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения от вступле-

Эффекты заражения во время банковского кризиса 2004 г. в России между российским рынком и рынками Восточной и Северной Европы (проверка на 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| BET и RTSI | 0,093 | 0,110 | 0,091 | 0,103 | 0,014 | 0,050 | 0,006 | Да |
| BUX и RTSI | 0,314 | 0,381 | 0,271 | 0,421 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PFTS и RTSI | 0,003 | 0,000 | -0,005 | 0,012 | 0,788 | 0,038 | 0,000 | Нет |
| PXI и RTSI | 0,399 | 0,430 | 0,406 | 0,441 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | Да |
| RIGSE и RTSI | 0,126 | 0,128 | 0,128 | 0,128 | 0,060 | 0,108 | 0,551 | Нет |
| SAX и RTSI | 0,005 | -0,001 | 0,004 | 0,002 | 0,969 | 0,956 | 0,053 | Нет |
| SOFIX и RTSI | 0,054 | 0,066 | 0,042 | 0,077 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| TALSE и RTSI | 0,234 | 0,232 | 0,235 | 0,235 | 0,981 | 0,993 | 0,000 | Нет |
| VILSE и RTSI | 0,130 | 0,135 | 0,141 | 0,144 | 0,163 | 0,164 | 0,201 | Нет |
| WIG и RTSI | 0,410 | 0,447 | 0,407 | 0,436 | 0,000 | 0,003 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается между российским рынком и рынками стран Восточной и Северной Европы во время банковского кризиса 2004 г. в России» частично подтверждается.

Таблица 9
 Эффекты заражения во время финансового кризиса 2008–2010 гг. в России между российским рынком и рынками Восточной и Северной Европы (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| BET и RTSI | 0,229 | 0,507 | 0,253 | 0,533 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| BUX и RTSI | 0,507 | 0,515 | 0,514 | 0,546 | 0,151 | 0,140 | 0,016 | Нет |
| PFTS и RTSI | 0,262 | 0,477 | 0,240 | 0,487 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PXI и RTSI | 0,555 | 0,593 | 0,564 | 0,619 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| RIGSE и RTSI | 0,128 | 0,129 | 0,128 | 0,128 | 0,310 | 0,546 | 0,233 | Нет |
| SAX и RTSI | 0,006 | 0,002 | 0,004 | 0,004 | 0,887 | 0,596 | 0,803 | Нет |
| SOFIX и RTSI | -0,050 | 0,278 | -0,025 | 0,305 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| TALSE и RTSI | 0,235 | 0,238 | 0,235 | 0,235 | 0,022 | 0,117 | 0,010 | Нет |
| VILSE и RTSI | 0,191 | 0,238 | 0,198 | 0,239 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| WIG и RTSI | 0,574 | 0,613 | 0,554 | 0,637 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |

Гипотеза «Эффект заражения наблюдался со стороны российского рынка рынков стран Восточной и Северной Европы в период падения российского фондового рынка 2008–2010 гг.» частично подтверждается.

Эффекты заражения от вступления Польши в Евросоюз между польским рынком и рынками Восточной и Северной Европы (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| BET и WIG | 0,127 | 0,082 | 0,129 | 0,070 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | Нет |
| BUX и WIG | 0,518 | 0,531 | 0,548 | 0,522 | 0,037 | 0,638 | 0,003 | Нет |
| PFTS и WIG | 0,043 | 0,046 | 0,039 | 0,028 | 0,294 | 0,335 | 0,001 | Нет |
| PXI и WIG | 0,456 | 0,399 | 0,470 | 0,390 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | Нет |
| RIGSE и WIG | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,135 | 0,540 | 0,951 | Нет |
| SAX и WIG | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,549 | 0,436 | 0,930 | Нет |
| SOFIX и WIG | 0,001 | 0,118 | 0,000 | 0,127 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Нет* |
| TALSE и WIG | 0,229 | 0,223 | 0,230 | 0,229 | 0,953 | 0,935 | 0,020 | Нет |
| VILSE и WIG | 0,187 | 0,186 | 0,189 | 0,191 | 0,701 | 0,535 | 0,237 | Нет |

* Отсутствует соответствующий эффект перетекания, подтверждающий наличие очага заражения.

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается между польским рынком и рынками стран Восточной и Северной Европы после вступления Польши в Евросоюз 1 мая 2004 г.» отвергается.

ния Польши в Евросоюз 1 мая 2004 г. со стороны польского рынка рынков Восточной и Северной Европы.

На основе результатов, представленных в табл. 10, можно сделать вывод, что вступление Польши в ЕС практически не повлияло на связи индексов в Европейском регионе. Единственным рынком, который подвергся заражению, был рынок Болгарии. Скорее всего, данное заражение было косвенным, так как между рынками не наблюдаются эффекты перетекания волатильности. Однако учитывая, что большинство рынков не было заражено, гипотеза о наличии эффектов заражения с польского рынка отвергается. Экономически это можно обосновать тем, что вступление Польши в Евросоюз не способствовало интеграции ее экономики в европейскую, так как остались некоторые барьеры (например, сохранение национальной валюты).

В табл. 11 представлены результаты тестов Стьюдента, Уилкоксона и Смирнова для определения эффекта заражения во время МФК 2007–2009 гг. между польским рынком и рынками Восточной и Северной Европы.

МФК 2007–2009 гг. усилил связи между польским рынком и некоторыми рынками Восточной и Северной Европы (Румынии, Украины, Чехии, Болгарии, Эстонии и Литвы). Однако в случае с Эстонией, Болгарией и Литвой наличие заражения признать нельзя (между этими рынками и Польшей не наблюдается эффекта перетекания волатильности ни в одном из направлений, а значит, не представляется возможным определить очаги заражения в указанных парах). Скорее всего, это означает, что заражение Эстонии, Болгарии и Литвы было косвенным. Иными словами, указанные страны были заражены параллельно с польским рынком из другого источника, что проявилось в виде возросшей корреляции этих рынков в кризисный период. Поэтому эффект заражения с польского рынка следует признать только в парах ВЕТ–WIG, PFTS–WIG и PXI–WIG.

7. Выводы

В данной работе авторы проверили наличие эффектов заражения во время кризиса доткомов 2000–2002 гг., МФК 2007–2009 гг., ДЕК 2010–2012 гг. (с рынков США, Великобритании, Германии и Франции), российского банковского кризиса 2004 г., падения российского фондового рынка 2008–2010 гг. (с российского рынка) относительно рынков Восточной Европы. Также была изучена конкурирующая роль фондового рынка Польши и ее влияние на соседние рынки в общие кризисные периоды и при наступлении двух существенных событий (ведение евро 1 января 2002 г. и всту-

Эффекты заражения во время МФК 2007–2009 гг. между польским рынком и рынками Восточной и Северной Европы (проверка при 5%-м уровне значимости)

| Пары индексов | Динамическая условная корреляция (стабильный период) | | Динамическая условная корреляция (период шока) | | Т-тест Стьюдента | Тест Манна–Уитни–Уилкоксона | Тест Смирнова | Эффект заражения? |
|---------------|--|---------|--|---------|------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|
| | среднее | медиана | среднее | медиана | | | | |
| BET и WIG | 0,146 | 0,405 | 0,166 | 0,407 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| BUX и WIG | 0,600 | 0,597 | 0,607 | 0,617 | 0,682 | 0,131 | 0,002 | Нет |
| PFTS и WIG | 0,014 | 0,375 | 0,044 | 0,371 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| PXI и WIG | 0,573 | 0,677 | 0,582 | 0,688 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Да |
| RIGSE и WIG | 0,084 | 0,085 | 0,084 | 0,084 | 0,205 | 0,298 | 0,046 | Нет |
| SAX и WIG | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,686 | 0,911 | 0,007 | Нет |
| SOFIX и WIG | 0,018 | 0,164 | 0,041 | 0,180 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Нет* |
| TALSE и WIG | 0,229 | 0,237 | 0,229 | 0,236 | 0,009 | 0,000 | 0,000 | Нет* |
| VILSE и WIG | 0,195 | 0,245 | 0,194 | 0,237 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | Нет* |

* Отсутствует соответствующий эффект перетекания, подтверждающий наличие очага заражения.

Гипотеза «Эффект заражения наблюдается со стороны польского рынка рынков стран Восточной и Северной Европы во время МФК 2007–2009 гг.» **частично подтверждается.**

пление Польши в ЕС 1 мая 2004 г.). По принятой в статье терминологии, наличие эффекта заражения признавалось только в случае статистической значимости соответствующего эффекта перетекания волатильности⁴, подтверждающего то же направление влияния, что и изменение динамической корреляции.

Было подтверждено наличие эффектов заражения с американского рынка на большую часть рынков Европы и некоторые страны Азии и Южной Америки во время кризиса доткомов 2000–2002 гг. и МФК 2007–2009 гг. Также было доказано, что немецкий, британский и французский рынки оказались источниками заражения во время МФК 2007–2009 гг. и ДЕК 2010–2012 гг. для большинства анализируемых европейских стран. Результаты исследования позволяют утверждать, что принятие евро как единой валюты 1 января 2002 г. способствовало возникновению эффектов заражения со стороны немецкого и французского индексов фондовых индексов большей части европейских стран.

Что касается эффектов заражения в пределах Восточной и Северной Европы, то было выявлено, что российский и польский рынки выступили очагами заражения в период падения фондового рынка России и МФК 2007–2009 гг. соответственно. Тот же результат был получен при анализе эффектов заражения, возникших от российского банковского кризиса 2004 г., относительно эпицентра заражения: им был признан российский индекс. Вступление Польши 1 мая 2004 г. в ЕС не отразилось на взаимосвязи фондовых рынков.

Представленная на страницах журнала работа является существенным вкладом в изучение взаимосвязей мировых, региональных и локальных фондовых рынков. Выводы проведенного исследования позволят участникам финансового рынка понять сложившиеся связи фондовых рынков рассматриваемых стран, могут быть полезны для работы банков, хедж-фондов, инвестиционных и трейдинговых компаний при построении эффективных инвестиционных стратегий, структурировании финансовых продуктов и проведении диверсификации портфеля с учетом внешних шоков. Так, использованная методология позволяет оценить и прогнозировать⁵ корреляцию между различными рынками, усиление которой может стать предвестником наступления того или иного экономического шока. По мнению авторов, особое внимание нужно уделять изучению развивающихся рынков, так как они сильнее подвержены влиянию крупных по капитализации рынков, что может напря-

⁴ Представлены в первой части работы.

⁵ В данной работе не оцениваются вневыборочные прогнозы, однако предложенные модели позволяют их делать.

мую воздействовать на колебания фондовых индексов и притоки/оттоки капитала. Понимание направлений воздействия глобальных экономических шоков позволит снизить риски финансовым компаниям, регуляторам и другим участникам финансовых рынков, имеющим дело с международной торговлей и финансами.

Список литературы

Chiang T.C., Jeon B.N., Li H.M. Dynamic Correlation Analysis of Financial Contagion: Evidence from Asian Markets // J. of International Money and Finance. 2007. Vol. 26.

Cho J.H., Parhizgari A.M. East Asian Financial Contagion under DCC-GARCH // International J. of Banking and Finance. 2008. Vol. 6. N 1.

Corsetti G., Pericoli M., Sbracia M. Some Contagion, Some Interdependence: More Pitfalls in Tests of Financial Contagion // J. of International Money and Finance. 2005. Vol. 24.

Dungey M., Fry R., Gonzales-Hermosillo B., Martin V. Contagion in International Bond Markets during the Russian and LTCM Crises // J. of Financial Stability. 2006. Vol. 2. N 1.

Dungey M., Fry R., Gonzalez-Hermosillo B. et al. Are Financial Crises Alike? // International Monetary Fund Working Paper. 2010. N 10/14. January.

Eichengreen B., Rose A.K., Wyplosz C. Contagious Currency Crises: First tests // Scandinavian J. of Economics. 1996. Vol. 98. N 4.

Gravelle T., Kichian M., Morley J. Detecting Shift-Contagion in Currency and Bond Markets // J. of International Economics. 2006. Vol. 68. N 2.

Forbes K.J., Rigobon R. No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements // The J. of Finance. 2002. Vol. 57.

Fratzscher M. On Currency Crises and Contagion// European Central Bank Working Paper Series. 2002. N 139.

Ismailescu I., Kazemi H. Contagion or Interdependence in Emerging Debt Markets // Banking and Finance Rev. 2011. Vol. 3. Issue 2.

Karolyi A., Stulz R.M. Why Do Markets Move Together? An Investigation of US-Japan Stock Returns Comovements // The J. of Finance. 1996. Vol. 51.

Longin F., Solnik B. Is the Correlation in International Equity Returns Constant: 1960–1990? // J. of International Money and Finance. 1995. Vol. 14.

Nagayasu J. Currency Crisis and Contagion — Evidence from Exchange Rates and Sectoral Stock Indices of the Philippines and Thailand // IMF Working Papers. 2000. N 00/39.

Samitas A., Tsakalos I. How Can a Small Country Affect the European Economy? // J. of International Financial Markets, Institutions & Money. 2013. Vol. 25.