

В.А. Балаш

СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

А.Р. Файзлиев

СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

## Переливы волатильности на российском фондовом рынке: изменение во времени и реакция на экзогенные шоки<sup>1</sup>

**Аннотация.** Анализируются переливы волатильности на Российском фондовом рынке на примере отраслевых индексов Московской биржи за 2020–2024 гг. Переливы волатильности между отраслевыми индексами позволяют охарактеризовать структуру распространения рисков, выявить отрасли, являющиеся источниками и получателями рисков, а также уровень системного риска. В рассматриваемый период экономика и фондовый рынок России переживали существенную трансформацию, связанную с воздействием глобальных экономических и политических шоков. Мы предлагаем методику анализа чувствительности сети распространения рисков к наиболее существенным шокам, основанную на расчете индексов связности (мер переливов волатильности). Анализ показателей связности позволяет сделать выводы о влиянии внешних воздействий на динамику переливов. Полученные результаты позволяют оценить долю мер переливов, которая может быть отнесена к воздействию экстремальных событий, а также исследовать динамику трансформации сети распространения рисков на фондовом рынке России. Результаты исследования дают новую информацию о влиянии экстраординарных событий на переливы волатильности для российских отраслевых индексов.

**Ключевые слова:** *спилловер-эффекты, перетоки волатильности, модели векторной авторегрессии, одновременные аномалии, дополненные модели векторной авторегрессии, экономические и политические кризисы, отраслевые индексы.*

Классификация JEL: C31, G11, G14.

Для цитирования: Балаш В.А., Файзлиев А.Р. (2025). Переливы волатильности на российском фондовом рынке: изменение во времени и реакция на экзогенные шоки // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 2 (67). С. 65–84.

DOI: 10.31737/22212264\_2025\_2\_65-84

EDN: XMQDKD

### 1. Введение

Волатильность – естественная мера риска при инвестировании в финансовые инструменты. Взаимосвязь между рисками различных активов во многом определяется оценкой переливов волатильности (volatility spillovers) и является важной составляющей в задачах риск-менеджмента, управления активами, исследования устойчивости финансовых систем. Исследование спилловер-эффектов привлекало внимание зарубежных и российских специалистов. Далее мы будем ориентироваться на работы, в которых в качестве методологической основы используется расчет индексов переливов, предложенный Ф. Диеболдом и К. Йилмазом, и его дальнейшие обобщения (Diebold, Yilmaz, 2009, 2014; Gabauer, Gupta, 2018; Antonakakis et al., 2018) и др.

Переливы волатильности между фондовыми индексами стран «Большой семерки», Тихоокеанского бассейна, США и БРИКС и других рассматривались

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-21-00305).

в работах (Ng, 2000; McIver, Kang, 2020; Liow, 2015). Взаимосвязь между финансовыми, сырьевыми и энергетическими рынками анализировалась в статьях (Roy R., Roy S., 2017; Yip et al., 2020; Yoon et al., 2019; Al-Yahyaee et al., 2019). Переливы волатильности на рынках отдельных стран рассматривались многими авторами (например, (Geng et al., 2021; An et al., 2020; Karali, Ramirez, 2014; Chen, Li, Qu, 2019)).

На сегодняшний день существует обширная литература, связанная с исследованиями трансформации переливов рисков на уровне региональных или международных сырьевых, валютных или финансовых рынков в период пандемии COVID-19, Специальной военной операции и др. (Boungou, Yatié, 2022; Abbassi, Kumari, Pandey, 2022; Ahmed, Hasan, Kamal, 2022; Tosun, Eshraghi, 2022). Как правило, в периоды кризисов переливы волатильности на фондовых рынках усиливаются (Diebold, Yilmaz, 2014; Antonakakis et al., 2018; Antonakakis, Chatziantoniou, Gabauer, 2020).

В 2018–2020 гг. рынки нефти и золота являлись чистыми источниками побочных шоков в системе переливов волатильности между сырьевыми и финансовыми рынками (Ha, 2023), а с конца 2021 г. их роли изменились. Также в статье (Xing et al., 2023) отмечается, что в данный период произошли существенные изменения в величинах коэффициентов корреляции в многомерных временных рядах волатильности.

То, какое влияние геополитические риски оказали в первом пятилетии 2020-х годов на экономическую деятельность, товарные, валютные и финансовые рынки, привлекало внимание многих исследователей. В том числе много работ было посвящено эмпирическим исследованиям проявления спилловер-эффектов в период различных кризисов на международном, региональном или национальном уровнях.

Большинство исследований подтверждают гипотезу о том, что в периоды кризисов передача финансового стресса усиливается в результате существенной взаимной связанности рынков, что сопровождается возрастанием уровня системного риска во всех классах активов, включая рынки акций, сырья, валют, криптоактивов и т.д. Переливы рисков проявляются в распространении нестабильности и потрясений между отдельными странами, секторами или рынками во времена кризисов.

Так, в статье (Laborda, Olmo, 2021) анализируются вторичные эффекты волатильности между семью секторами экономической деятельности, входившими в индекс S&P 500 (здравоохранение, фармацевтика, биотехнологии, банковское дело и страхование, циклический сектор, технологии и энергетика) с июня 2003 г. по декабрь 2020 г. Банковское дело и страхование были источниками волатильности во время мирового финансового кризиса 2007–2009 гг., тогда как во время кризиса COVID-19 такими источниками стали энергетический сектор и технологии.

В (Tang, Aruga, 2021) рассматривается динамика взаимосвязей китайского и международных сырьевых рынков в периоды финансового кризиса 2008 г. и пандемии COVID-19. Авторы приходят к выводу, что переливы волатильности между китайским и международными сырьевыми рынками во время финансового кризиса 2008 г. проявлялись сильнее, чем в период пандемии COVID-19. В (Shahzad et al., 2021) изучаются переливы волатильности между

секторами китайского фондового рынка во время пандемии COVID-19. Авторы обнаруживают сильное асимметричное и непостоянное влияние COVID-19 на сеть переливов волатильности между фондовыми индексами различных секторов экономики Китая.

Работ российских авторов, посвященных данной проблематике, пока относительно немного (Асатуров, Теплова, 2014; Каратецкая, Лакшина, 2019; Аганин и др., 2023; Пересецкий, Аганин, 2022). В работах (Малкина, 2023, 2024; Малкина, Балакин, 2023) исследовалось финансовое заражение, понимаемое как распространение рыночных потрясений между различными сегментами финансового рынка или отраслями экономики, которое проявлялось в период пандемических шоков 2020–2021 гг. и санкционных шоков 2022–2023 гг. Заражение отраслей российской экономики под влиянием нефтяного шока во время пандемии COVID-19 рассматривалось в (Малкина, 2023). Наибольшему воздействию подверглись транспортная, нефтегазовая, энергетическая отрасли и потребительский сектор, тогда как металлургия, финансовый сектор и телекоммуникации оказались менее чувствительными. В работе (Малкина, 2024) выявлена зависимость волатильности композитного индекса RTSI от глобального индекса еврозоны STOXX 50. В статьях (Малкина, Балакин, 2023; Малкина, 2024) получены оценки масштабов и направленности переливов финансовых рисков между отраслями российской экономики в период пандемии и тестировалось заражение российского фондового рынка от европейского фондового рынка в период пандемического шока COVID-19.

В работе (Овчаров, Терехов, 2024) получены оценки внутри- и межрыночного распространения рисков на некоторых сырьевых рынках (энергоносители, драгоценные металлы, металлы как сырье для промышленного производства, продукция сельского хозяйства как сырье для пищевой промышленности). Анализ устойчивости сырьевых рынков к пандемическому шоку позволил сделать вывод, что самыми восприимчивыми к заражению оказались рынки обычных и драгоценных металлов.

В исследовании (Faizliev, 2023) подтверждается гипотеза о том, что существенная часть колебаний индексов связанности российской нефти и газа может быть объяснена воздействием неожиданных шоков и глобальных экономических и политических факторов. Соответственно, трансформация сетевой структуры передачи риска происходит достаточно плавно, без резких скачков и занимает значительное время.

Авторы статьи (Balash et al., 2021) показали, что значительная часть долгосрочных переливов волатильности на российском фондовом рынке может быть вызвана влиянием внешних экономических и политических факторов. Однако переливы волатильности, генерируемые внутренними российскими идиосинкразическими шоками, — краткосрочное явление.

В исследовании (Faizliev, 2023) проверяется гипотеза о структурных изменениях в сети распространения риска с течением времени и рассматриваются различные меры центральности для выявления активов, которые могут распространять негативные шоки по сети. Результаты показывают, что во время потрясений 2014 и 2020 г. российский фондовый рынок был подвержен большему системному риску и большей взаимной связанности между активами.

В статье (Щепелева, 2017) проведен анализ передачи межстрановых шоков для индексов акций и государственных облигаций 12 стран, в том числе России, за 2003–2015 гг. Наименее подвержены эффектам перелива в рассматриваемый период были финансовые рынки России, США и Китая, у которых большая часть колебаний была вызвана внутренними факторами нестабильности.

Большое число исследований посвящено анализу воздействия российско-украинского конфликта на переливы волатильности (Beraich et al., 2022; Izzeldin et al., 2023; Lin et al., 2024). Авторы этих работ констатируют, что российско-украинский конфликт спровоцировал значительное усиление интенсивности переливов волатильности на международных фондовых, валютных, сырьевых и энергетических рынках.

В (Ullah et al., 2023) проанализированы последствия российско-украинского конфликта для российского финансового рынка. Эмпирический анализ, проведенный с использованием моделей TVP-VAR и Quantile VAR для расчета показателей связности, позволил сделать вывод о значительном влиянии конфликта на российский фондовый рынок, что привело к существенному повышению рыночного риска.

В статье (Aizenman et al., 2024) отмечается, что российско-украинский конфликт вызвал значительные нарушения в основных звеньях глобальной цепочки поставок сельскохозяйственной продукции и констатируется влияние повышенного геополитического риска на рынки сельскохозяйственных и энергетических товаров.

При исследованиях воздействия кризисов на переливы рисков возникает проблема выделения реакции рынков на внешние шоки в колебаниях показателей переливов волатильности. Для решения этой проблемы чаще всего используется метод скользящего окна (sliding window) или модели с переменными во времени коэффициентами для определения начала и длительности кризисного периода (Fry-McKibbin et al., 2022). В некоторых работах даты наиболее сильных шоков задаются экзогенно. Особенностью исследования (Aizenman et al., 2024) является анализ текстов сообщений в новостном потоке для составления списка дат, когда были реализованы наиболее значимые события.

Цель нашей работы – исследование переливов волатильности между отраслевыми индексами Мосбиржи в 2020–2024 гг., в том числе анализ уровня общесистемного риска, отраслей источников и получателей волатильности, стабильности структуры переливов во времени, влияния неожиданных шоков в период пандемии COVID-19 и 2022–2024 гг. на сеть переливов.

Наш подход к анализу данных является модификацией методологии анализа сетей распространения рисков, предложенной в работах Ф. Диеболда и К. Йилмаза (Diebold, Yilmaz, 2009, 2014). Эта методология требует предварительно оценить параметры той или иной эконометрической модели для многомерного временного ряда волатильностей, а затем использовать разложение обобщенной дисперсии прогноза на заданный временной горизонт для расчета показателей интенсивности переливов волатильности.

Отличие нашего подхода от предыдущих исследований состоит в попытке явно учесть при спецификации эконометрической модели реакцию финансовых рынков на наиболее значимые внешние экономические или политические шоки. Такие шоки проявляются в резком и одновременном возрастании волатильности большинства финансовых активов под воздействием факторов риска, не явля-

ющихся специфическими для рассматриваемого сегмента финансового рынка. Разработанная нами методика основана на предварительном выделении дат одновременных аномальных наблюдений во многомерных временных рядах волатильности и использовании дополненных экзогенными переменными моделей векторной авторегрессии. Мы приводим результаты апробации предложенной методики исследования влияния экзогенных шоков на меры переливов волатильности по данным о динамике отраслевых индексов Московской фондовой биржи.

Структура работы: во введении представлен обзор литературы по тематике исследования и краткая сводка целей и задач исследовательских гипотез. В разд. 2 описана методология исследования, в том числе применяемые нами формализованные эконометрические модели временных рядов, а также методы расчета индексов связности. Разд. 3 содержит описание информационной базы исследования. В разд. 4 описана процедура формирования дамми-переменных для экстраординарных событий. В разд. 5 представлены результаты расчетов и проанализированы различия в значениях индексов переливов, полученных различными методами. В заключении приведены выводы, вытекающие из результатов исследования.

## 2. Методология

Для анализа переливов волатильности мы адаптируем методологию, разработанную в (Diebold, Yilmaz, 2014), в которой была предложена методика расчета индексов связности, основанных на обобщенном разложении дисперсии ошибки прогноза компонент многомерного временного ряда для модели векторной авторегрессии. Разложение дисперсии показывает, какая часть будущей неопределенности переменной  $i$  связана с шоками переменной  $j$ . Использование обобщенного разложения дисперсии ошибки прогноза позволяет рассчитать как меры направленного влияния, так и индексы входящих, исходящих и чистых переливов, а также общий уровень связности. Индексы связности естественно трактовать как меру передачи рисков между анализируемыми активами.

Наряду с моделью векторной авторегрессии (VAR) могут применяться и иные эконометрические модели, например векторная авторегрессия с переменными коэффициентами (TVP-VAR), многомерные модели условной гетероскедастичности (MGARCH), цифровые модели общего равновесия и др. В своем исследовании мы используем модель VAR, дополненную экзогенными переменными моделью векторной авторегрессии (VARX) и динамическую модель с переменными во времени коэффициентами (TVP-VAR).

Приведем формулировки используемых в нашем исследовании эконометрических моделей, а также формулы расчета индексов связности.

### 2.1. VAR

Пусть  $N$  – число рассматриваемых рядов волатильности;  $T$  – число наблюдений;  $x_{it}$ ,  $i = 1, \dots, N$ ;  $t = 1, \dots, T$  – значения реализованной волатильности актива  $i$  в момент  $t$ .

Модель VAR( $p$ ) может быть записана следующим образом:

$$x_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \Phi_i x_{t-i} + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

где  $\alpha$  обозначает  $N \times 1$  вектор свободных членов;  $x_t = (x_{1,t}, \dots, x_{N,t})'$  – зависимые переменные;  $\Phi_i$  – матрица коэффициентов;  $\varepsilon_t \sim (0, \Sigma)$  – вектор независимых и одинаково распределенных возмущений (белый шум с ковариационной матрицей  $\Sigma$ ).

Матрицы коэффициентов  $\Phi_i$  содержат полную информацию о взаимосвязях между переменными. Удобно работать с полиномиальной матрицей размерности  $N \times N$ :  $\Phi(L) = [I_N - \Phi_1 L - \dots - \Phi_p L^p]$ . Тогда модель можно переписать в виде:  $\Phi(L)x_t = \varepsilon_t$ . Предположим, что значения корней функции  $|\Phi(z)|$  находятся за пределами единичной окружности. В таком случае процесс VAR может быть представлен в виде векторной скользящей средней  $MA(\infty)$ :

$$x_t = \varphi + \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} = A(L)\varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T,$$

где матрицы коэффициентов  $A_i$  размерности  $N \times N$  вычисляются рекурсивно из соотношения  $\Phi(L) = [A(L)]^{-1}$ :  $A_i = \Phi_1 A_{i-1} + \dots + \Phi_p A_{i-p}$ ;  $A_0$  является единичной матрицей размерности  $N \times N$  и  $A_i = 0$  для  $i < 0$ ,  $\varphi = (I - \Phi_1 - \dots - \Phi_p)^{-1} \alpha$ .

## 2.2. VARX

В дополненные модели векторной авторегрессии (VARX) включаются экзогенные переменные.

Пусть  $z$  –  $M$ -мерный временной ряд значений экзогенных переменных. Векторная авторегрессия с экзогенными переменными  $\text{VARX}_{N,M}(p)$  может быть записана как

$$x_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \Phi_i x_{t-i} + \Psi z_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (2)$$

где  $x_t = (x_{1,t}, \dots, x_{N,t})'$  – зависимые переменные;  $z_t = (z_{1,t}, \dots, z_{M,t})'$  – экзогенные переменные;  $\Phi_i$  и  $\Psi$  – матрицы коэффициентов,  $\varepsilon_t \sim (0, \Sigma)$ .

При использовании модели VARX можно выразить текущее значение через лаги вектора ошибок и экзогенных переменных:

$$x_t = \varphi + \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{i=0}^{\infty} A_i \Psi z_{t-i} = \varphi + A(L)\varepsilon_t + A(L)\Psi z_t, \quad t = 1, \dots, T.$$

## 2.3. TVP-VAR

Модели векторной авторегрессии с переменными коэффициентами широко применяются для анализа динамики экономических явлений (Коор, Когобилис, 2013, 2014; Primiceri, 2005; Cogley, Sargent, 2005; Del Negro, Primiceri, 2015). Использованная нами спецификация TVP-VAR – аналогична предложенной в работах (Antonakakis et al., 2018; Gabauer, Gupta, 2018):

$$x_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \Phi_{it} x_{t-i} + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (3)$$

где в отличие от модели VAR  $\Phi_{it}$  – матрица изменяющихся во времени коэффициентов VAR.

Значения лаговых переменных удобно расположить в матрице  $X'_t \equiv I \otimes (1, x'_{t-1}, \dots, x'_{t-L})$ , где  $\otimes$  обозначает произведение Кронекера.  $\theta_t \equiv \text{vec}([\alpha \Phi_{1t} \Phi_{2t} \dots \Phi_{Lt}]')$  – вектор изменяющихся во времени коэффициентов модели. Тогда уравнение модели TVP-VAR (3) может быть переписано в виде:

$$x_t = X'_t \theta_t + \varepsilon_t. \quad (4)$$

Кроме того, модель TVP-VAR предполагает, что значения вектора коэффициентов  $\theta_t$  изменяются в соответствии с моделью случайного блуждания:

$$\theta_t = \theta_{t-1} + u_t, \quad (5)$$

где  $u_t \sim N(0, Q)$  и не зависит от  $\varepsilon_t$ .

#### 2.4. Индексы связности

Для удобства анализа результатов модели векторной авторегрессии часто рассчитываются импульсные характеристики модели (IRF) и декомпозиция ошибок прогнозов (FEVD). Разложение дисперсии позволяет оценить вклад шоков переменных  $x_j$  на будущие периоды. Для исключения зависимости результатов от порядка переменных в модели применяется методика KPPS, предложенная в (Koop, Pesaran, Shin, 1996; Pesaran, Shin, 1998), которая позволяет получить обобщенное разложение дисперсии ошибок прогнозов, инвариантное к порядку переменных в модели (GFEVD) (Koop, Pesaran, Shin, 1996; Pesaran, Shin, 1998).

Обозначим разложение дисперсии ошибки прогноза KPPS на  $H$ -шагов вперед через  $\theta_{ij}^g(H)$ :

$$\theta_{ij}^g(H) = \sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e'_i A_h \Sigma \varepsilon_j)^2 / \sum_{h=0}^{H-1} (e'_i A_h \Sigma A'_h e_i), \quad (6)$$

где  $\Sigma$  – ковариационная матрица вектора ошибки  $\varepsilon$ ;  $\sigma_{jj}$  – стандартное отклонение ошибки для уравнения  $j$ ;  $e_i$  – вектор, элемент  $i$  которого равен единице, остальные нули.

Мы применяем метод Diebold–Yilmaz для измерения корреляции между переменными системы и суммируем значения в  $\theta(H)$  от 1 до  $N$ . Поскольку сумма элементов в каждой строке матрицы разложения дисперсии не равна 1 ( $\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H) \neq 1$ ), элементы матрицы разложения дисперсии нормализуются для вычисления попарных индексов связности (connection index):

$$CI_{ij} = \tilde{\theta}_{ij}^g(H) = \theta_{ij}^g(H) / \sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H). \quad (7)$$

Для получения общего индекса переливов волатильности используется формула

$$TCI = \left( \sum_{i,j=1(i \neq j)}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) / \sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) \right) \times 100 = \left( \sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) \right) \times 100 / N. \quad (8)$$

Далее рассмотрим методы вычисления таких направленных показателей связности, как исходящие, входящие и чистые переливы:

- индексы чистых попарных направленных переливов –

$$NPDC_{ij} = CI_{ji} - CI_{ij}; \quad (9)$$

- индекс входящих переливов для актива  $i$  (среднее значение попарных входящих мер связности от всех остальных активов  $j$ ) –

$$TO_i = \left( \sum_{i,j=1(i \neq j)}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) / \sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) \right) \times 100 = \left( \sum_{i,j=1(i \neq j)}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) \right) \times 100 / N; \quad (10)$$

- индекс исходящих переливов (усредненные значения переливов, передаваемых активом  $i$  другим активам  $j$ ) –

$$FROM_i = \left( \sum_{i,j=1(i \neq j)}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) / \sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) \right) \times 100 = \left( \sum_{i,j=1(i \neq j)}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H) \right) \times 100 / N; \quad (11)$$

– индекс чистых переливов для актива  $i$  (разница между объемами входящих и исходящих переливов) –

$$NET_i = TO_i - FROM_i. \quad (12)$$

### 3. Исходные данные

В нашем исследовании мы использовали дневные данные о значениях отраслевых индексов, рассчитываемые Московской фондовой биржей<sup>2</sup> (рис. 1). Информация о названиях индексов и их кодах приведена в табл. 1.

Пусть  $P_{it}$  – величина индекса  $i$  в моменты времени  $t = 0, \dots, T$ ;  $p_t = \log(P_t)$ ;  $x_{it} = R_{it} = p_{i,t} - p_{i,t-1}$  – логарифмические

Таблица 1.

Список индексов

Тикер	Название индекса
МОЕХСН	Химия и нефтяной сектор
МОЕХТН	Транспорт
МОЕХЕУ	Электроэнергетика
МОЕХММ	Металлы и добыча
МОЕХСН	Потребительский сектор
МОЕХFN	Финансовый сектор
МОЕХТЛ	Телекоммуникация
МОЕХINN	Иновация
МОЕХОГ	Нефть и газ

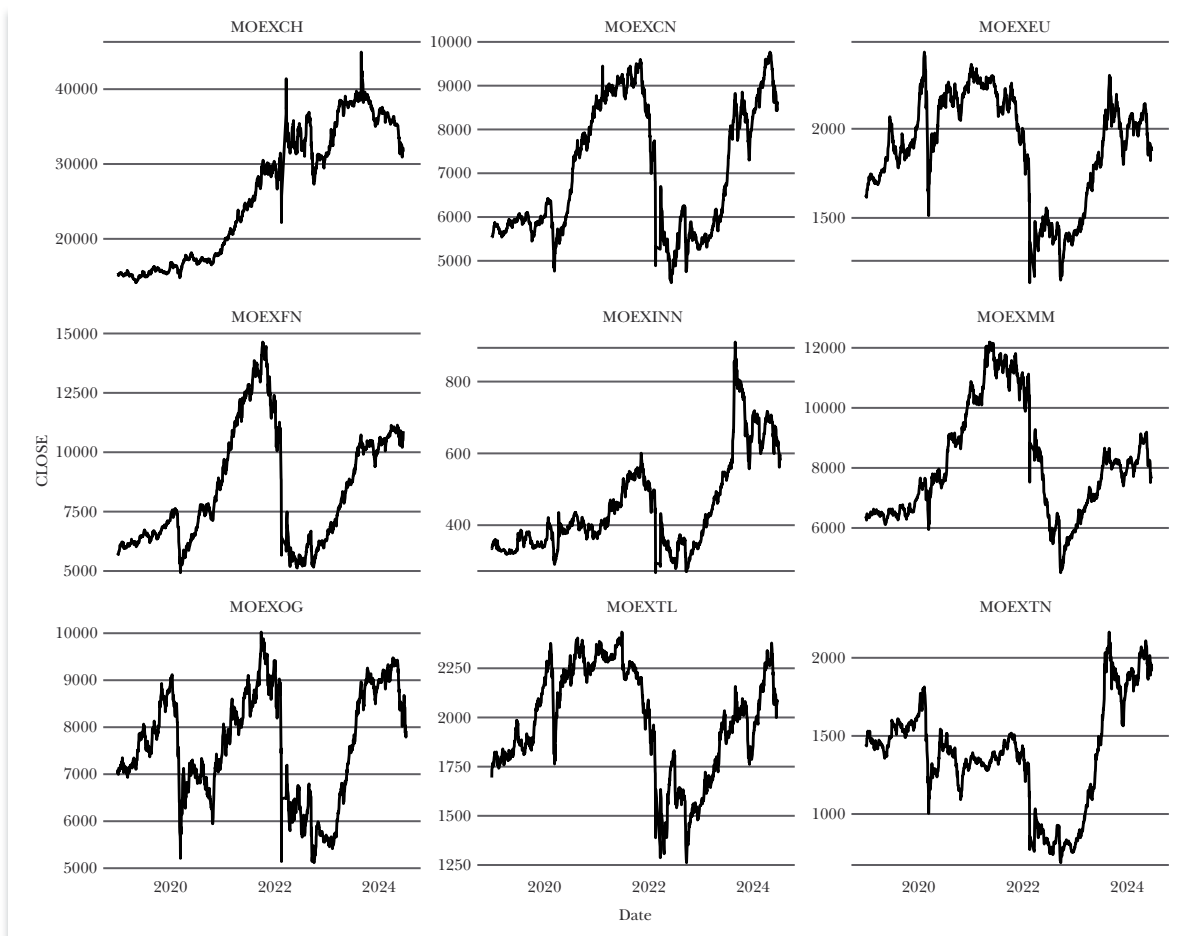
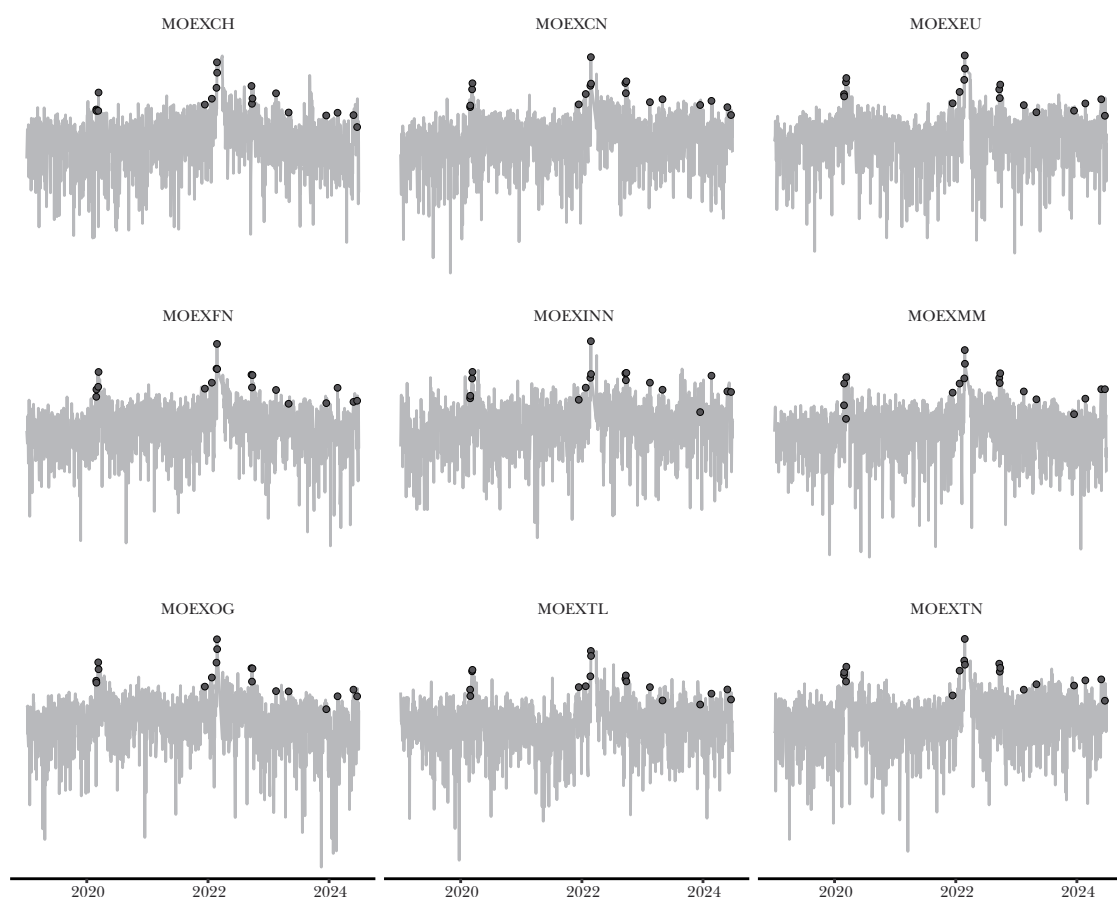


Рис. 1.

Динамика котировок индексов Московской биржи

<sup>2</sup> Временные ряды котировок для всех индексов за периоды с 01.01.2020 по 28.06.2024 были загружены с <https://finam.ru>

**Рис. 2**

Реализованная волатильность  $-\log(R_{it}^2)$

доходности. Реализованная волатильность рассчитывалась как логарифм квадрата логдоходностей  $RV_{it} = \log(R_{it}^2)$ .

К особенностям анализируемых данных можно отнести частые скачки волатильности котировок индексов (рис. 2). Большинство выбросов соответствуют anomalно низким значениям волатильности.

Отметим, что временным рядам волатильности свойственна относительная синхронность колебаний, присутствие резко выделяющихся значений. Такая синхронность колебаний волатильности может быть вызвана как переливами собственных шоков, так и влиянием общих для отраслевых индексов факторов, а именно реакций на последствия экстраординарных событий.

В настоящее время в научной литературе предложено значительное количество методов обнаружения различных типов аномальных наблюдений в многомерных временных рядах. На этапе предварительных расчетов мы тестировали некоторые из них. Однако в большинстве случаев резкий скачок волатильности

даже в одном из временных рядов приводил к тому, что наблюдение относилось к классу аномальных. Для определения моментов существенных шоков мы руководствовались следующими соображениями: колебания волатильности в отдельном временном ряду могут быть связаны с реализацией как специфических, так и общерыночных рисков. Лишь самые существенные изменения во внешней среде проявляются в резких и синхронных изменениях цен для всего множества или подавляющего большинства выбранных для анализа активов или индексов. Поэтому мы предлагаем использовать не все резко выделяющиеся значения, а только наблюдения, в которых аномальные скачки волатильности наблюдались одновременно во всех временных рядах волатильности.

#### 4. Формирование списка экзогенных переменных

Известно, что оценки моделей векторной авторегрессии VAR и TVP-VAR чувствительны к выбросам и сдвигам в данных. Присутствие аномальных наблюдений существенно влияет на результаты моделей VAR, а следовательно, и на оценки коэффициентов переливов.

Дамми-переменные для дат экстраординарных событий определялись следующим образом.

1. Для каждого рассматриваемого временного ряда проводилась оценка моделей ARMA( $p, q$ ). Выбор параметров для модели ARMA осуществлялся автоматически, исходя из значений информационного критерия Байеса (BIC).

2. Для каждого анализируемого временного ряда рассчитывались значения стандартизированных остатков.

3. Затем находились даты скачков волатильности в каждом временном ряду:  $e_{it} > St(T - p - q - 1, \alpha)$ , где  $T$  – длина временного ряда;  $p, q$  – параметры модели ARMA;  $St(T - p - q - 1, \alpha)$  – квантиль распределения Стьюдента;  $\alpha$  – выбранный уровень значимости.

4. К множеству  $S$  (даты одновременных возмущений волатильности) относились календарные даты наблюдений, для которых выполнялось условие – аномально высокие неожиданные колебания волатильности наблюдались в день  $t$  во всех временных рядах:

$$S : t | e_{it} > St(T - p - q - 1, \alpha), i = 1, \dots, N.$$

5. Для каждой даты  $S_j \in S$  определялась дамми-переменная:

$$D_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{если } t = S_j; \\ 0, & \text{если } t \neq S_j; \end{cases} j = 1, \dots, m,$$

где  $m$  – число элементов  $S$ .

В табл. 2 для некоторых дней, когда наблюдались наиболее интенсивные изменения волатильности, приведены описания событий, послуживших вероятными источниками экзогенных для финансового рынка шоков. Не для всех дат легко выделить единственную причину резких колебаний волатильности. Мы приводим ссылки на опубликованные агентством Interfax мнения аналитиков о причинах падения рынков в эти дни<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> См. <https://interfax.ru/business/886371>, [interfax.ru/business/899963](https://interfax.ru/business/899963), [interfax.ru/business/977175](https://interfax.ru/business/977175), [interfax.ru/business/947209](https://interfax.ru/business/947209), [interfax.ru/business/962560](https://interfax.ru/business/962560), [interfax.ru/business/966990](https://interfax.ru/business/966990)

Таблица 2.

## Важные события

Дата	Событие
12.03.2020	COVID-19 и падение цен на нефть
21.02.2022	Признание суверенитета и независимости ДНР и ЛНР
24.02.2022	Начало СВО
23.09.2022	Референдумы о вхождении ДНР, ЛНР, Херсонской и Запорожской областей в состав России
26.09.2022	Диверсия на газопроводах «Северный поток» и «Северный поток-2»
21.02.2024	Объявление очередных антироссийских санкций ЕС и США
18.06.2024	Ожидание дальнейшего монетарного ужесточения ЦБ РФ

## 5. Эмпирические результаты

Полученные по всей выборке матрицы направленных индексов связности для моделей VAR(2) и VARX(2) представлены в табл. 3–4. Горизонт прогнозирования установлен на уровне 100 торговых дней ( $H = 100$ ). В случае TVP-VAR матрица коэффициентов переливов пересчитывается каждый день, поэтому мы не приводим результатов усреднения коэффициентов по всей выборке.

Полученные значения  $TCI$  для модели VAR составили 36,14%, а для модели VARX – 28,18%, что свидетельствует об относительно низком уровне связности. Величина индекса  $TCI$  для модели VARX – на 8% меньше, чем для VAR. Следовательно, более одной пятой величины общего индекса связности можно отнести на переливы, вызванные экстраординарными шоками.

Для всех индексов наблюдается схожий уровень входящих и исходящих переливов волатильности (строка TO и столбец FROM в табл. 3–4). Индексы

Таблица 3.

## Направленные индексы связности для модели VAR(2) по всему диапазону данных

	MOEXCH	MOEXCN	MOEXEU	MOEXFN	MOEXIN	MOEXMM	MOEXOG	MOEXTL	MOEXTN	FROM
MOEXCH	74,5	2,41	3,03	4,13	2,98	2,78	3,74	4,37	2,06	25,5
MOEXCN	1,94	62,68	4,14	6,57	3,83	6,37	4,74	5,41	4,31	37,32
MOEXEU	2,23	4,35	66,55	3,64	2,01	2,84	6,29	5,03	7,05	33,45
MOEXFN	2,49	6,73	3,42	61,93	5,05	5,48	5,86	4,53	4,51	38,07
MOEXIN	3,17	4,57	2,1	5,01	75,25	2	1,85	2,94	3,12	24,75
MOEXMM	2,58	7,11	3,42	5,23	2,07	66,74	6,71	3,38	2,76	33,26
MOEXOG	2,56	5,29	5,77	5,78	1,31	6,42	65,05	4,77	3,04	34,95
MOEXTL	3,26	5,09	4,87	4,89	2,29	3,15	4,59	67,08	4,78	32,92
MOEXTN	1,6	4,91	5,63	4,91	1,93	2,28	3,34	4,27	71,13	28,87
TO	19,83	40,48	32,38	40,17	21,45	31,32	37,12	34,71	31,63	
NET	-5,67	3,17	-1,07	2,1	-3,3	-1,95	2,17	1,78	2,76	

Таблица 4.

Направленные индексы связности для модели VARX(2) по всему диапазону данных

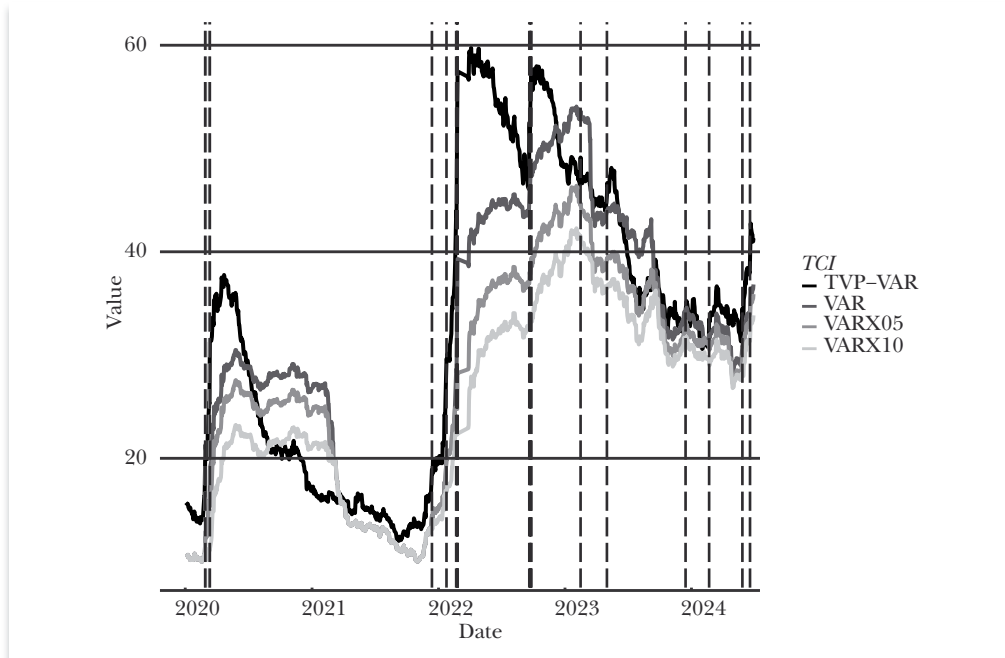
	MOEXCH	MOEXCN	MOEXEU	MOEXFN	MOEXINN	MOEXMM	MOEXOG	MOEXTL	MOEXTN	FROM
MOEXCH	82,05	1,64	1,97	3,25	2,15	1,91	2,62	3,26	1,15	17,95
MOEXCN	1,36	69,96	2,99	5,75	3,03	5,64	3,7	4,32	3,24	30,04
MOEXEU	1,61	3,4	73,77	2,72	1,28	2,05	5,31	3,89	5,94	26,23
MOEXFN	1,92	6,03	2,41	68,96	4,25	4,69	4,79	3,51	3,45	31,04
MOEXINN	2,55	3,62	1,21	4,15	82,16	1,26	1,01	1,95	2,1	17,84
MOEXMM	1,98	6,29	2,34	4,35	1,58	73,62	5,58	2,42	1,85	26,38
MOEXOG	1,95	4,45	4,89	4,88	0,8	5,53	71,47	3,75	2,28	28,53
MOEXTL	2,59	4,19	3,63	4,02	1,58	2,33	3,54	74,49	3,62	25,51
MOEXTN	1,04	3,99	4,48	3,98	1,29	1,49	2,39	3,22	78,11	21,89
TO	15	33,61	23,93	33,09	15,97	24,9	28,95	26,33	23,64	
NET	-2,95	3,57	-2,3	2,05	-1,87	-1,49	0,42	0,81	1,75	

MOEXCH, MOEXEU, MOEXNN, MOEXMM являлись чистыми получателями волатильности, поскольку соответствующие значения индекса NET – меньше нуля, а индексы MOEXCN, MOEXFN, MOEXOG, MOEXTL, MOEXTN – чистые источники волатильности.

На рис. 3 представлено изменение коэффициента общей связности  $S^g$  волатильности системы во времени для моделей VAR, TVP-VAR, VARX05 и VARX10 для дополненных дамми-переменными моделей с уровнем значимости  $\alpha = 5\%$  и  $\alpha = 10\%$ . Отметки времени на оси соответствуют концу каждого периода скользящего окна. Для моделей VAR(2), VARX(2) использовалось скользящее окно шириной в 250 торговых дней.

При использовании модели VAR(2) индекс  $TCI$  изменялся в пределах от 10 до 55%. Такой широкий диапазон колебаний коэффициента можно объяснить различной интенсивностью и скоростью, с которой шоки распространялись через систему. Например, в относительно спокойные периоды наблюдалось ослабление спilloвер-эффекта, тогда как во время политических и финансовых кризисов, а также пандемии, этот эффект усиливался. В моменты низкой волатильности общая связность имела тенденцию снижаться, в отличие от кризисных периодов, когда она возрастала. Самые значительные всплески переливов были связаны с неожиданными событиями. Однако продолжительность влияния неординарных шоков, выявленных с помощью модели VAR, оказалась завышенной.

Индексы связности, скорректированные с учетом экстраординарных событий, меняются более плавно. Отметим, что оценки, полученные при определении дат одновременных аномалий, достаточно согласованы. Далее мы приводим более подробную интерпретацию результатов для случая VARX(2),  $\alpha = 10\%$ . До начала Специальной военной операции уровень связности колебался прибли-

**Рис. 3.**

Общий индекс связности (*TCI*)

зительно на отметке 15%. Затем последовал период с высокой интенсивностью взаимных переливов в 2022–2023 гг. Этот уровень заметно снизился в 2024 г.

В периоды экстремальных событий показатели связности резко возрастают. Отклик на такие события ограничен промежутком времени, который определяется размером скользящего окна. Если соседние окна не фиксируют аномалии и показатели связности до и после события схожи, можно предположить, что шок не оказал длительного влияния на индекс *TCI*. Скорее всего это связано с тем, что коэффициенты модели VAR чувствительны к аномальным значениям. К тому же реакция на аномалии в отдельных временных рядах обычно менее выражена, чем при одновременном волатильном шоке, затрагивающем все анализируемые активы. Даты одновременных шоков отображены вертикальными линиями на рис. 3.

Амплитуда колебаний коэффициентов связности в модели VARX оказалась менее выраженной. Максимальное значение диапазона этих колебаний уменьшилось до 35%. Показатели индексов связности зафиксировались на более низком уровне в течение всех анализируемых периодов. Это стало возможным благодаря введению прокси-переменных для учета экстремальных событий, что способствовало исключению резких сдвигов.

Изменение общего коэффициента перелива, рассчитанного по модели TVP-VAR, имеет скачкообразный (пилообразный) характер. Общая связность скачкообразно возрастает, а затем возвращается к среднему уровню. Моменты всплесков хорошо соотносятся с датами экономической или политической турбулентностей. В отдельные дни или недели оценка коэффициента возрастала

более чем на 20% по сравнению с моделью VAR. Продолжительность периода возвращения к среднему уровню (время реакции на аномальные возмущения) составляла более одного года. Возможно, длительность периода последствия аномальных шоков отчасти является следствием предположения о случайном блуждании коэффициентов авторегрессионной модели TVP-VAR.

На рис. 4–6 представлены графики индексов входящих, исходящих и чистых переливов, рассчитанные с использованием моделей VAR, TVP-VAR и VARX. Особенно заметно, что в марте 2020 г. чистые направленные переливы по всем индексам, определенные с помощью VAR-модели, испытали резкое смещение в негативную сторону. Эти сдвиги синхронизируются с датами экстраординарных событий, приведенными в табл. 2. На соответствующих графиках эти моменты отмечены вертикальными пунктирными линиями. Индексы переливов волатильности, полученные по дополненной авторегрессионной модели, показывают значительно меньшие колебания. Хотя переходные процессы сохраняются, они обладают меньшей амплитудой и проходят более гладко. Эти явления подтверждают наше предположение о том, что распространенный метод Диеболда–Йилмаза излишне чувствителен к глобальным возмущениям и внешним рискам. Правильный выбор прокси-переменных позволяет получить более стабильные оценки, менее подверженные влиянию внешних коррелированных шоков.

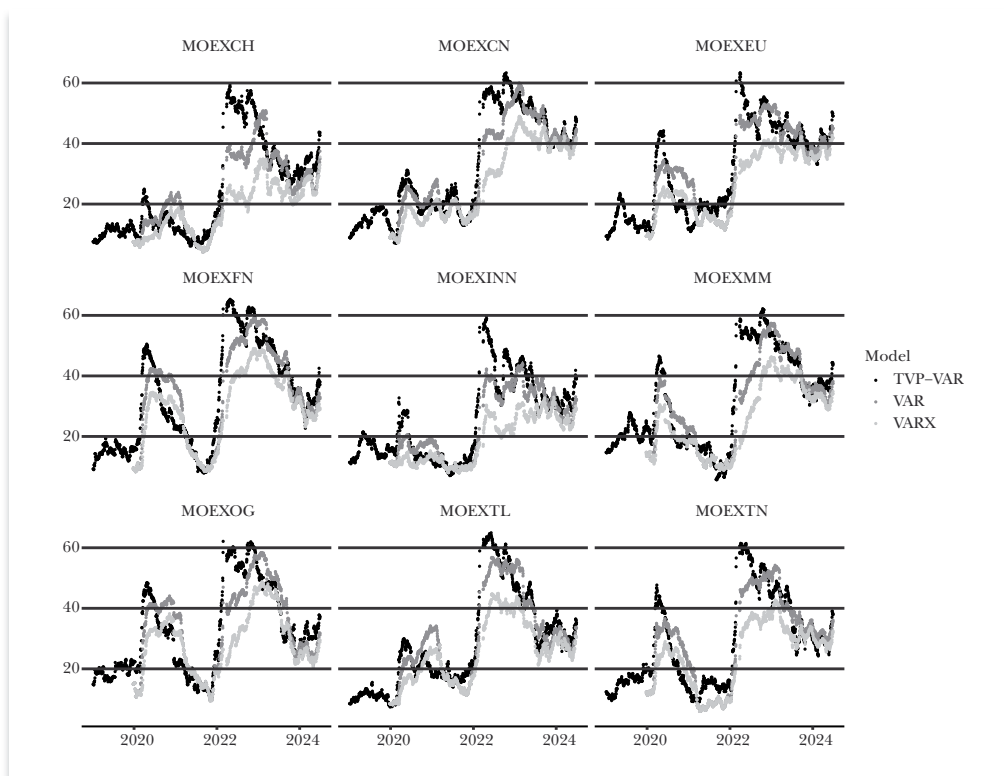
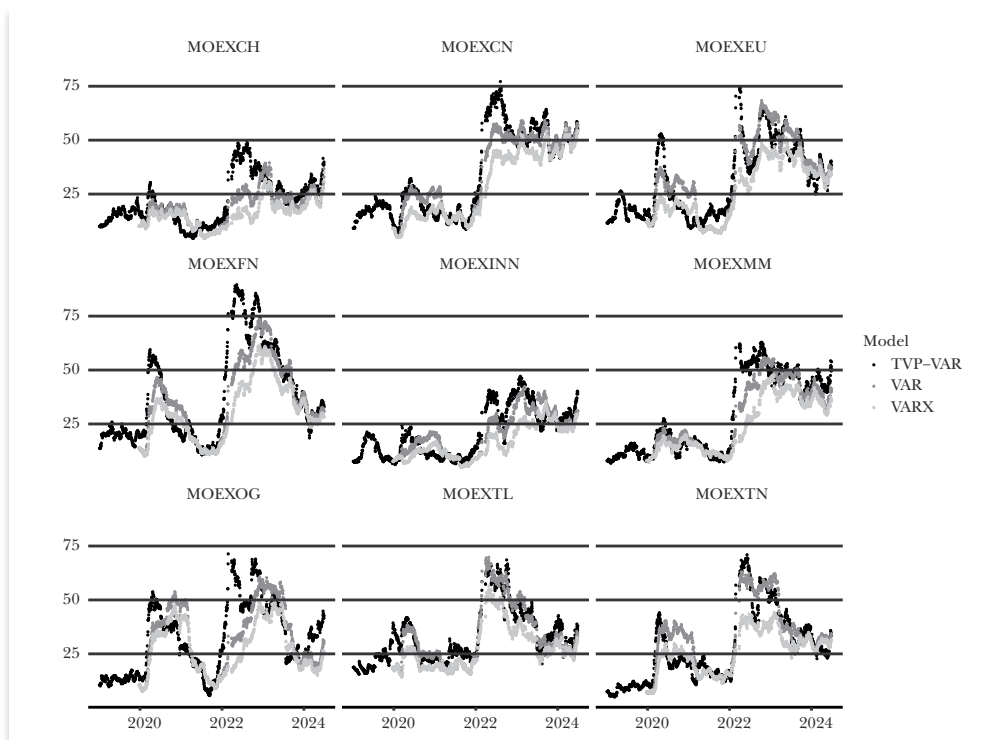


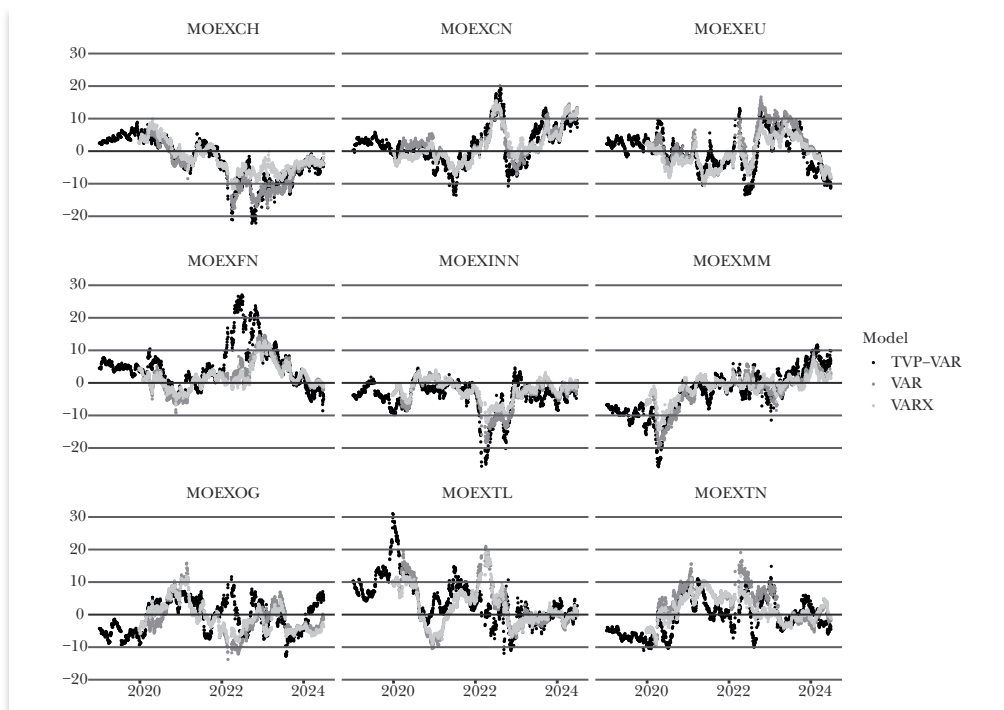
Рис. 4.

Динамика индекса исходящих переливов волатильности (FROM)



**Рис. 5.**

*Динамика индекса входящих перемены волатильности (TO)*



**Рис. 6.**

*Динамика индекса чистых перемены волатильности (NET)*

## 6. Заключение

В статье рассмотрено влияние экзогенных шоков на величину и динамику переливов волатильности между отраслевыми индексами Московской биржи.

Была выдвинута гипотеза, что значительная доля внезапных колебаний в мерах переливов может быть отнесена к глобальным экономическим или политическим изменениям. Нами было предложено расширить модели векторной авторегрессии за счет включения индикаторных переменных для дней, когда происходят одновременные аномалии. Под такими аномалиями понимаются случаи, когда в многомерных временных рядах наблюдаются синхронные скачки волатильности по всем анализируемым отраслевым индексам. Дополненные авторегрессионные модели позволяют получить очищенные от одновременных аномалий значения переливов и выявить, какая доля переливов связана с глобальными шоками.

В ходе исследования было выявлено, что потребительский сектор и сфера транспорта в среднем выступали в роли ключевых поставщиков переливов волатильности за анализируемый период.

Сопоставляя оценки спилловер-эффектов, полученные с использованием различных методов, включая модели VAR, TVP-VAR и VARX с прокси-переменными, мы пришли к выводу, что от 10 до 20% общего объема переливов можно объяснить воздействием внешней экономической ситуации. Значительное влияние внешних факторов на показатели связности было заметно во время пандемии COVID-19 и военно-политического кризиса 2022–2024 гг.

Кроме того, индексы переливов, рассчитанные при помощи моделей VAR и TVP-VAR, продемонстрировали чувствительность к одновременным выбросам в данных. На графиках, отражающих динамику показателей связности, заметны значительные изменения, совпадающие с датами экстраординарных событий. Включение в модель экзогенных дамми-переменных для дат синхронных пиков волатильности позволило проанализировать воздействие наиболее важных природных и политических событий на структуру распределения рисков в анализируемой подсистеме. Масштабы этого воздействия оказались сравнимы с эффектами внешней среды в периоды относительного спокойствия.

Таким образом, кризисные явления заметно повлияли на динамику распространения рисков на российском фондовом рынке. Но использование моделей VAR или TVP-VAR приводит к существенному завышению оценок индексов переливов волатильности и времени возврата к равновесному состоянию в кризисные периоды. Тогда как применение дополненных моделей векторной авторегрессии позволяет устранить краткосрочные эффекты внешних шоков и продемонстрировать, что изменения в структуре переливов рисков между секторами российской экономики происходят достаточно плавно и занимают существенное время.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

**Аганин А.Д., Маневич В.А., Пересецкий А.А., Погорелова П.В.** (2023). Сравнение моделей прогноза волатильности криптовалют и фондового рынка // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. Т. 27. № 1. С. 49–77. [Aganin A.D., Manevich V.A.,

- Peresetsky A.A., Pogorelova P.V.** (2023). Comparison of cryptocurrency and stock market volatility forecast models. *The HSE Economic Journal*, 27, 1, 49–77 (in Russian).]
- Асатуров К.Г., Теплова Т.В.** (2014). Эффекты перетекания волатильности и заражения на фондовых рынках: определение глобальных и локальных лидеров (часть 2) // *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*. № 6. С. 3–34. [Asaturov K.G., Teplova T.V. (2014). Volatility spillover and contagion effects on stock markets: Global and local leaders determination (part 2). *Moscow University Economic Bulletin*, 6, 3–34 (in Russian).]
- Каратецкая Е., Лакшина В.** (2019). Спациальная модель для оценки эффектов перетекания волатильности на рынке нефти и газа // *Quantile*. № 14. С. 83–95. [Karatetskaya E., Lakshina V. (2019). Volatility spillovers with spatial effects in the oil and gas market. *Quantile*, 14, 83–95 (in Russian).]
- Малкина М.Ю.** (2023). Финансовое заражение отраслей российской экономики от нефтяных шоков в период пандемии // *Terra Economicus*. Т. 21. № 2. С. 6–22. [Malkina M.Yu. (2023). Financial contagion from oil shocks during the pandemic: A cross-sector analysis. *Terra Economicus*, 21, 2, 6–22 (in Russian).]
- Малкина М.Ю.** (2024). Финансовое заражение рынков биржевых товаров от фондового рынка в период пандемического и новых санкционных шоков // *Journal of Applied Economic Research*. Т. 23. № 2. 452–475. [Malkina M.Yu. (2024). Financial contagion of the commodity markets from the stock market during pandemic and new sanctions shocks. *Journal of Applied Economic Research*, 23, 2, 452–475 (in Russian).]
- Малкина М.Ю., Балакин Р.В.** (2023). Межотраслевые эффекты заражения в российской экономике под влиянием пандемического шока // *Russian Journal of Economics and Law*. Т. 17. № 2. С. 307–326. [Malkina M.Yu., Balakin R.V. (2024). Intersectoral contagion effects in the Russian economy under the pandemic shock. *Russian Journal of Economics and Law*, 17, 2, 307–326 (in Russian).]
- Овчаров А.О., Терехов А.М.** (2024). Финансовое заражение на сырьевых рынках в период пандемии COVID-19 // *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*. № 3. С. 123–143. [Ovcharov A.O., Terekhov A.M. (2024). Financial contagion in raw materials markets during the COVID-19 pandemic. *Moscow University Economics Bulletin*, 3, 123–143 (in Russian).]
- Пересецкий А.А., Аганин А.Д.** (2018). Волатильность курса рубля: нефть и санкции // *Прикладная эконометрика*. № 52. С. 5–21. [Aganin A.A., Peresetsky A.D. (2018). Volatility of ruble exchange rate: Oil and sanctions. *Applied Econometrics*, 52, 5–21 (in Russian).]
- Щепелева М.А.** (2017). Финансовое заражение: трансграничное распространение системного риска // *Мировая экономика и международные отношения*. Т. 61. № 1. С. 17–28. [Shchepeleva M.A. (2017). Financial contagion: Global transmission of systemic risk. *World Economy and International Relations*, 61, 1, 17–28 (in Russian).]
- Abbassi W., Kumari V., Pandey D.K.** (2022). What makes firms vulnerable to the Russia–Ukraine crisis? *The Journal of Risk Finance*. (In print).
- Ahmed S., Hasan M.M., Kamal Md.R.** (2022). Russia–Ukraine crisis: The effects on the european stock market. *European Financial Management*, 29, 1078–1118.

- Aizenman J., Lindahl R., Stenvall D., Uddin G.S.** (2024). Geopolitical shocks and commodity market dynamics: New evidence from the Russia-Ukraine conflict. *European Journal of Political Economy*, 85, 102574.
- Al-Yahyaee K.H., Mensi W., Sensoy A., Kang S.H.** (2019). Energy, precious metals, and gcc stock markets: Is there any risk spillover? *Pacific-Basin Finance Journal*, 56, 45–70.
- An S., Gao X., An H., An F., Sun Q., Liu S.** (2020). Windowed volatility spillover effects among crude oil prices. *Energy*, 200, 117521.
- Antonakakis N., Chatziantoniou I., Gabauer D.** (2020). Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions. *JRFM*, 13 (4), 1–23, April.
- Antonakakis N., Gabauer D., Gupta R., Plakandaras V.** (2018). Dynamic connectedness of uncertainty across developed economies: A time-varying approach. *Economics Letters*, 166 (C), 63–75.
- Balash V., Faizliev A.** (2024). Volatility spillovers across Russian oil and gas sector. Evidence of the impact of global markets and extraordinary events. *Energy Economics*, 129, 107202.
- Balash V., Faizliev A., Sidorov S., Chistopolskaya E.** (2021). Conditional time-varying general dynamic factor models and its application to the measurement of volatility spillovers across Russian assets. *Mathematics*, 9 (19), October, 1–31.
- Beraich M., Amzile K., Laamire J., Zirari O., Fadali M.A.** (2022). Volatility spillover effects of the us, european and chinese financial markets in the context of the Russia–Ukraine conflict. *International Journal of Financial Studies*, 10 (4), 95.
- Boungou W., Yatié A.** (2022). The impact of the Ukraine–Russia war on world stock market returns. *Economics Letters*, 215, 110516.
- Chen X., Swanson N.R.** (2014). Causality, prediction, and specification analysis: Recent advances and future directions. *Journal of Econometrics*, 182 (1), 1–4.
- Chen Y., Li W., Qu F.** (2019). Dynamic asymmetric spillovers and volatility interdependence on China's stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 523, 825–838.
- Cogley T., Sargent T.J.** (2005). Drifts and volatilities: monetary policies and outcomes in the post WWII US. *Review of Economic Dynamics*, 8 (2), 262–302.
- Del Negro M., Primiceri G.E.** (2015). Time-varying structural vector autoregressions and monetary policy: A corrigendum. *The Review of Economic Studies*, 82 (4), 1342–1345.
- Diebold F.X., Yilmaz K.** (2009). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *The Economic Journal*, 119 (534), 158–171.
- Diebold F.X., Yilmaz K.** (2015). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics*, 182 (1), 119–134.
- Faizliev A.R.** (2023). Systemic risk in Russian financial market: A  $\Delta$  CoVaR approach. *Izvestiya of Saratov University. Economics. Management. Law*, 23 (3), 278–292.
- Fry-McKibbin R., Greenwood-Nimmo M., Hsiao C.Y.-L., Qi L.** (2022). Higher-order comoment contagion among G20 equity markets during the Covid-19 pandemic. *Finance Research Letters*, 45, 102150.
- Gabauer D., Gupta R.** (2018). On the transmission mechanism of country-specific and international economic uncertainty spillovers: Evidence from a TVP-VAR connectedness decomposition approach. *Economics Letters*, 171 (C), 63–71.
- Geng J.-B., Du Y.-J., Ji Q., Zhang D.** (2021). Modeling return and volatility spillover networks of global new energy companies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110214.

- Ha Le T.** (2023). Dynamic interlinkages between the crude oil and gold and stock during Russia-Ukraine war: Evidence from an extended tvp-var analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (9), 23110–23123.
- Izzeldin M., Muradoglu Y.G., Pappas V., Petropoulou A., Sivaprasad S.** (2023). The impact of the Russian-Ukrainian war on global financial markets. *International Review of Financial Analysis*, 87, 102598.
- Karali B., Ramirez O.A.** (2014). Macro determinants of volatility and volatility spillover in energy markets. *Energy Economics*, 46, 413–421.
- Koop G., Pesaran M.H., Potter S.M.** (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of Econometrics*, 74 (1), 119–147.
- Koop G., Korobilis D.** (2013). Large time-varying parameter vars. *Journal of Econometrics*, 177 (2), 185–198.
- Koop G., Korobilis D.** (2014). A new index of financial conditions. *European Economic Review*, 71, 101–116.
- Laborda R., Olmo J.** (2021). Volatility spillover between economic sectors in financial crisis prediction: Evidence spanning the great financial crisis and Covid-19 pandemic. *Research in International Business and Finance*, 57, 101402.
- Lin Y., Wang Y., Tony U.** (2024). The impact of the Russia-Ukraine war on volatility spillovers. *International Review of Financial Analysis*, 93, 103194.
- Liow K.H.** (2015). Volatility spillover dynamics and relationship across G7 financial markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 33, 328–365.
- McIver R.P., Kang S.H.** (2020). Financial crises and the dynamics of the spillovers between the U.S. and BRICS stock markets. *Research in International Business and Finance*, 54, 101276.
- Ng A.** (2000). Volatility spillover effects from Japan and the us to the Pacific-Basin. *Journal of International Money and Finance*, 19 (2), 207–233.
- Pesaran H.H., Shin Y.** (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics Letters*, 58 (1), 17–29.
- Primiceri G.E.** (2005). Time varying structural vector autoregressions and monetary policy. *The Review of Economic Studies*, 72 (3), 821–852.
- Roy R.P., Roy S.S.** (2017). Financial contagion and volatility spillover: An exploration into Indian commodity derivative market. *Economic Modelling*, 67, 368–380.
- Shahzad S.J.H., Naeem M.A., Peng Z., Bouri E.** (2021). Asymmetric volatility spillover among chinese sectors during Covid-19. *International Review of Financial Analysis*, 75, 101754.
- Tang C., Aruga K.** (2021). Effects of the 2008 financial crisis and Covid-19 pandemic on the dynamic relationship between the Chinese and international fossil fuel markets. *Journal of Risk and Financial Management*, 14 (5), 207.
- Tosun O.K., Eshraghi A.** (2022). Corporate decisions in times of war: Evidence from the Russia-Ukraine conflict. *Finance Research Letters*, 48, 102920.
- Ullah M., Sohag K., Khan S., Sohail H.M.** (2023). Impact of Russia-Ukraine conflict on Russian financial market: Evidence from TVP-VAR and quantile-VAR analysis. *Russian Journal of Economics*, 9, 284–305.
- Xing X., Xu Z., Chen Y., Ouyang W.P., Deng J., Pan H.** (2023). The impact of the Russia-Ukraine conflict on the energy subsector stocks in China: A network-based approach. *Finance Research Letters*, 53, 103645.

- Yip P.S., Brooks R., Do H.X., Nguyen D.K.** (2020). Dynamic volatility spillover effects between oil and agricultural products. *International Review of Financial Analysis*, 69, 101465.
- Yoon S.-M., Al Mamun M., Uddin G.S., Kang S.H.** (2019). Network connectedness and net spillover between financial and commodity markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 48, 801–818.

Поступила в редакцию 22.08.2024

Received 22.08.2024

V.A. Balash

Saratov State University, Saratov, Russia

A.R. Faizliev

Saratov State University, Saratov, Russia

## Volatility spillovers in the Russian stock market: Responses to exogenous shocks<sup>4</sup>

**Abstract.** This paper analyzes the effects of volatility spillovers in the Russian stock market for the Moscow Exchange sectors' indices for 2020–2024. Volatility spillovers between sectors' indices allow us to characterize the risk spread structure and identify sectors that are sources and recipients of risks, and the level of systemic risk. During the period under review, the Russian economy and stock market underwent a significant transformation associated with the influence of global economic and political shocks. A method for analyzing the sensitivity of the risk spread network to the most significant shocks is proposed, based on the identification of connectivity indices (volatility spillover measures). Analysis of connectivity indices allows us to make conclusions about the influence of external factors on the spillover dynamics. The results obtained allow us to estimate the share of spillover measures that can be attributed to the influence of extreme events, as well as to study the dynamics of the risk spread network transformation in the Russian stock market. The results of the study provide new information on the impact of extreme events on volatility effects for Russian sector indices.

**Keywords:** *spillover effects, volatility spillovers, vector autoregressive models, simultaneous anomalies, augmented vector autoregressive models, economic and political crises.*

JEL Classification: C31, G11, G14.

For reference: **Balash V.A., Faizliev A.R.** (2025). Volatility spillovers in the Russian stock market: Responses to exogenous shocks. *Journal of the New Economic Association*, 2 (67), 65–84 (in Russian).

DOI: 10.31737/22212264\_2025\_2\_65-84

EDN: XMQDKD

---

<sup>4</sup> This study was supported by the Russian Science Foundation (project 23-21-00305).