

## Финансовое заражение рынков биржевых товаров от фондового рынка в период пандемического и новых санкционных шоков

М. Ю. Малкина  

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,  
г. Нижний Новгород, Россия

 [mmuri@yandex.ru](mailto:mmuri@yandex.ru)

**Аннотация.** В условиях финансовой глобализации наблюдается передача глобальной турбулентности между различными рынками, что увеличивает общую финансовую нестабильность. Целью исследования является идентификация финансового заражения рынка биржевых товаров от рынка фондовых активов в 20-х гг. XX в. Гипотеза исследования — заражение проявляется в период пандемических шоков 2020–2021 гг. и новых санкционных шоков 2022–2023 гг. На основе данных за 2016–2023 гг. о межсессионной среднедневной доходности глобального индекса S&P GLOBAL 100 и фьючерсов 22 биржевых товаров строятся DCC GARCH модели. Существенное увеличение динамических условных корреляций тестируемых пар биржевых товаров с биржевым индексом в период воздействия внешних шоков расценивается как потенциальное заражение. Окончательный вывод о наличии или отсутствии заражения делается на основе динамического теста Стьюдента о равенстве корреляций в дошоковом периоде и в скользящем окне внутри шокового и межшокового периодов. В результате проведенного исследования подтверждено разное по силе и продолжительности заражение рынков 22 биржевых товаров от фондового рынка как в период пандемического, так и новых санкционных шоков. Доказано, что наибольшему заражению в рассматриваемом периоде подвергся рынок металлов, особенно рынок золота. Медь и цинк оказались демпферами риска в период новых санкций. Среди продовольственных товаров наибольшую склонность к заражению продемонстрировал рынок сахара, однако в период относительной стабильности он доказал способность гасить системные риски. Ряд сельскохозяйственных товаров (например, соевые бобы и продукты из сои, кукуруза, пшеница), а также нефть марки Brent показали относительную устойчивость к заражению и рекомендованы как инструменты хеджирования. Результаты и выводы исследования могут быть полезными инвесторам при управлении оптимальными портфелями, а государству при корректировке антикризисной финансовой политики в период воздействия внешних шоков.

**Ключевые слова:** межрыночные эффекты заражения; фьючерсы биржевых товаров; индекс S&P GLOBAL 100; DCC GARCH модель; пандемия COVID-19; санкции.

### 1. Введение

В условиях глобализации и интеграции финансовых рынков шоки, возникающие в одних секторах экономики и рыночных сегментах, передаются другим секторам экономики и рыночным сег-

ментам, увеличивая общую нестабильность финансовой системы.

Под финансовым заражением, согласно определению, данному Forbes & Rigobon [1], понимается не просто совместное движение двух или нескольких

рынков под влиянием их общей реакции на одни и те же дестабилизирующие факторы, а необъяснимое этими факторами увеличение степени их взаимосвязи. Поэтому исследователи разграничивают совместное движение рынков (co-movement) и истинное заражение, когда происходит атипичное изменение рыночных взаимосвязей (shift-contagion).

В настоящее время существует целый пласт исследований, изучающих передачу финансового заражения между одними и теми же рынками разных стран, реже исследуется заражение между разными рынками (фондовыми, валютными, долговыми, банковскими, страховыми, товарными и пр.). Эти исследования охватывают различные кризисы и выборки стран, а для подтверждения заражения в них используется целый арсенал методов. Важность подобных исследований объясняется как необходимостью выработки обоснованных подходов к формированию оптимальных инвестиционных портфелей в условиях рыночной турбулентности, так и разработки обоснованной антистрессовой финансовой политики в условиях кризиса.

К последним наиболее сильным шокам, приведшим к распространению системного риска между рынками, следует отнести пандемический шок 2020 г. и шоки, связанные со специальной военной операцией России на Украине, введением новых антироссийских санкций и ростом глобальной турбулентности, сопровождающейся широкомасштабными продовольственным и энергетическим кризисами 2022–2023 гг. Далее, делая некоторое допущение, мы будем называть эти шоки новыми санкционными.

*Целью исследования* является идентификация с помощью DCC GARCH моделей передачи финансового заражения от мирового фондового рынка рынкам биржевых товаров в периоды глобальной турбулентности рынков в 2020–2023 гг.

*Гипотеза исследования:* во время пандемического шока 2020–2021 гг. и новых санкционных шоков 2022–2023 гг. происходило финансовое заражение мировых рынков биржевых товаров от фондового рынка, что проявлялось в виде роста условной корреляции их доходностей.

*Структура исследования.* В разделе «Обзор литературы» представлен анализ теоретико-методологических подходов и эмпирических исследований процессов финансового заражения. В разделе «Данные» описаны применяемые переменные и обоснован период исследования. В разделе «Методы» представлены используемая для тестирования заражения DCC GARCH модель и тест на заражение, обоснован подход со скользящим окном для динамической диагностики заражения. В разделе «Результаты» обобщены и проанализированы полученные данные о заражении разных биржевых рынков от фондового рынка в период 2020–2023 гг. В разделе «Обсуждение» проведено сравнение полученных результатов с результатами других авторов, сделан вывод о подтверждении исследовательской гипотезы исследования, а также охарактеризованы ограничения исследования и перспективы его будущего развития. В разделе «Заключение» обобщены результаты и сделаны выводы из проведенного исследования, раскрыта его практическая значимость.

## 2. Обзор литературы

Исследователей финансового заражения интересует прежде всего вопрос о его механизмах. Guidolin & Pedio [2] выделяют и подробно изучают следующие альтернативные каналы финансового заражения: бегство в качество, бегство в ликвидность, премия за риск и коррелированные информационные каналы. Например, Grillini et al. [3] находят

доказательства статической и динамической передачи шоков через канал ликвидности во время кризисов в еврозоне.

Другой важный вопрос в теории финансового заражения — обоснование методов его правильной идентификации.

Forbes & Rigobon [4] исследуют ряд альтернативных подходов к диагностике финансового заражения и оценке его масштабов: 1) метод моментов совместного распределения доходностей двух активов; 2) построение GARCH моделей (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity = обобщенная авторегрессионная условная гетероскедастичность) различных спецификаций; 3) создание коинтеграционных моделей; 4) разработка пробит-моделей и пр. Авторы показывают преимущества и ограничения этих методов.

Одним из наиболее популярных способов диагностики финансового заражения является метод центральных моментов совместного распределения доходностей двух активов, предложенный Forbes & Rigobon [1]. Авторы для оценки заражения предложили использовать второй момент распределения — коэффициент корреляции, скорректированный на рост гетероскедастичности в шоковом периоде.

Fry et al. [5] дополнили этот метод расчетом более высокого (третьего) момента совместного распределения доходностей двух активов — коасимметрии.

Fry-McKibbin & Hsiao [6] ввели четвертые моменты распределения — кокуртозис и коволатильность. Вывод о заражении делается при статистически значимых изменениях этих моментов в период воздействия внешнего шока, не обусловленных влиянием других факторов.

Aue et al. [7] показывают, что данный метод несложен в исполнении и имеет хорошую объяснительную силу. Это подтверждает и наше собствен-

ное исследование [8], где с помощью метода моментов доказано разное заражение российских отраслевых фондовых индексов от нефтяных шоков в период пандемии.

Однако метод моментов сталкивается с рядом проблем. Одной из них является необходимость выделения с помощью какого-либо специального инструментария периода воздействия внешнего шока и отделения его от периода относительной стабильности.

Для решения этой проблемы Fry-McKibbin et al. [9] использовали метод движущегося окна для кризисного периода, который позволяет точно установить, когда происходит заражение. При всей привлекательности этого метода он также не учитывает меняющихся корреляций внутри периодов, когда происходит тестирование заражения. Эту проблему не решают и другие методы (например, построение векторных авторегрессий — VAR моделей).

Varigozzi et al. [10] убедительно показали, что безусловным достоинством VAR моделей перед другими является возможность точного определения вклада переменной — потенциального источника заражения в вариацию переменной — тестируемого приемника заражения.

С помощью построения VAR моделей Malkina & Rogachev [11] показали разное заражение акций российских компаний от нефтяного, фондового и долгового рынков в период пандемии.

В настоящем исследовании мы отдаем предпочтение другому методу — построению DCC GARCH модели (dynamic conditional correlation = динамическая условная корреляция), впервые разработанной Engle [12]. Ее преимущество перед другими моделями состоит в том, что она позволяет точно отслеживать моменты воздействия внешних шоков на основе изменения условной корреля-

ции двух активов во времени. Поэтому DCC GARCH модели в настоящее время успешно применяются в тестировании финансового заражения рядом ученых.

Например, Nguyen et al. [13] с их помощью доказывают передачу финансового заражения между фондовыми рынками развитых и развивающихся стран в период глобального финансового кризиса 2007–2009 гг. и пандемии COVID-19, обнаруживают различия в силе и направленности заражения во время этих кризисов.

Пивницкая & Теплова [14] с помощью построения DCC GARCH моделей доказывают влияние кредитных рейтингов на передачу финансового заражения между фондовыми рынками развивающихся стран в период с 2000 по 2020 г.

DCC GARCH модели активно используются для диагностирования и оценки финансового заражения между фондовыми рынками разных стран во время разных кризисов.

Например, Chiang et al. [15] с их помощью оценивали передачу финансового заражения между азиатскими фондовыми рынками 9 стран в период Азиатского кризиса 1997–1998 гг.

Kenourgios et al. [16] на основе построения AG-DCC GARCH моделей (обобщенной условной гетероскедастичности) провели диагностику заражения как на фондовых, так и валютных рынках четырех азиатских стран (Таиланда, Малайзии, Индонезии, Южной Кореи) и США в период Азиатского кризиса 1997–1998 гг. Свидетельством заражения стало значительное увеличение условных корреляций между тестируемыми рынками.

Gomez-Gonzalez & Rojas-Espinosa [17], используя асимметричные DCC GARCH модели в сочетании с функциями типа копул, исследовали передачу заражения между валютными рынками стран Азиатско-Тихоокеанского региона

в период с 1991 по 2017 г., охватывающем несколько кризисов (кризис на азиатских рынках 1997–1998 гг., глобальный финансовый кризис 2008–2009 гг. и пр.).

Метод построения DCC GARCH моделей оказывается эффективным при анализе динамики финансового заражения в длительных временных интервалах, включающих несколько кризисов. В частности, с его помощью Syllignakis & Kouretas [18] изучали заражение семи развивающихся фондовых рынков Центральной и Восточной Европы от фондовых рынков США, Германии и России в 1997–2009 гг., а Bonga-Bonga [19] исследовал передачу финансового заражения между Южной Африкой и другими странами БРИКС в 1996–2012 гг. Этот период охватывал, кроме уже упомянутого кризиса 1997–1998 гг. на азиатских рынках, также глобальный финансовый кризис 2008–2009 гг., что позволило провести их сравнение друг с другом.

Nemche et al. [20] с помощью построения DCC GARCH моделей исследовали финансовое заражение 10 развитых и развивающихся фондовых рынков от фондового рынка США в период ипотечного кризиса.

Celik [21] диагностировала заражение валютных рынков в период ипотечного кризиса в США 2007–2008 гг. с использованием DCC GARCH моделей. Автор пришла к выводу о большем заражении валютных рынков развивающихся стран, чем развитых стран во время ипотечного кризиса в США.

Alexandre et al. [22] на основе DCC GARCH моделей анализировали совместную динамику рынков суверенного долга и фондовых рынков Германии, Португалии и Греции в период долговых кризисов 2009–2015 гг.

Campos-Martins & Amado [23] построение изменяющейся во времени мультипликативной STCC-GARCH мо-

дели применяли для исследования заражения рынков государственных облигаций европейских стран во время европейского долгового кризиса 2007–2017 гг. Полученные авторами результаты свидетельствуют о долгосрочном эффекте заражения в периферийных странах после прохождения острой фазы кризиса суверенного долга.

Кроме заражения на фондовых, валютных и долговых рынках, исследователи изучают также передачу системного риска в разных секторах экономики, на разных сегментах финансового и товарного рынков.

Так, например, передаче заражения внутри банковского сектора посвящена статья Akhtaruzzaman et al. [24], в которой доказывается, что крах в марте 2023 г. американского банка Silicon Valley Bank стал катализатором финансового заражения в странах G7, а также в Бразилии, Китае, Индии и Южной Африке. При этом данное событие повлияло в большей степени на банковские организации, в меньшей степени — на небанковские финансовые организации.

С использованием DCC GARCH моделей также выявлялось финансовое заражение рынков биржевых товаров друг от друга.

Например, Wang et al. [25] с применением GARCH-EVT исследовали передачу заражения между рынками благородных металлов (золота, серебра, платины и палладия) в периоде, охватывающем январь 2000 г. — май 2018 г. Авторы пришли к выводу о большей заразности на временных интервалах 16 и 32 дня золота и серебра и наименьшей заразности палладия, но не получили доказательств увеличения финансового заражения четырех рынков драгоценных металлов в период экстремального риска.

Yildirim et al. [26] тестировали «заражение доходностью» и «заражение во-

латильностью» на рынках нефти и драгоценных металлов на начальном этапе пандемии COVID-19. Усиление отрицательной корреляции между нефтью и золотом, а также отрицательной связи между нефтью и серебром позволило авторам рекомендовать инвесторам золотые и серебряные активы для диверсификации портфелей и хеджирования рисков в условиях шоков пандемического типа.

Mishra & Ghate [27] с помощью VP-VAR и DCC GARCH моделей анализировали финансовое заражение на рынках цветных металлов Индии в 2011–2020 гг. и пришли к выводу, что олово, алюминий и цинк являются постоянными чистыми передатчиками шоков волатильности в сети, а никель и свинец — чистыми получателями этих шоков.

Shiferaw [28] с использованием байесовской DCC MGARCH модели исследовал совместную динамику цен на энергоносители и сельскохозяйственную продукцию.

Обычно заражение рассматривается между однотипными рынками разных стран или одной страны. Однако существует ряд исследований, где анализируется передача заражения между разными видами рынков.

Например, Zhang et al. [29] с использованием метода копул и DCC GARCH модели исследовали передачу заражения в 2009–2021 гг. между секторами финансового рынка Китая: банковским, фондовым, страховым, рынком недвижимости.

Salem et al. [30] с помощью DCC-GARCH-CONNECTEDNESS подхода изучали совместное движение цен на нефть и обменных курсов в 10 странах в 2018–2023 гг. и доказали влияние пандемии COVID-19 и российско-украинского конфликта на эту связь.

При этом заражению фондовыми рынками товарных рынков уделяется не-

достаточно внимания в экономической литературе.

Отметим работу He & Zhang [31], где изучались сетевые эффекты и передача риска между суверенными кредитно-дефолтными свопами (SCDS), валютными, фондовыми и товарными рынками на примере ряда развитых и развивающихся стран.

Wen et al. [32] анализировали распространение риска на международном рынке нефти, китайских рынках сырья и фондовых активов. Авторы пришли к выводу о большем влиянии рынка нефти на китайские рынки биржевых товаров, нежели на китайские рынки акций.

Отдельно в контексте нашего исследования следует упомянуть многочисленные работы, в которых анализировалась передача заражения между различными рынками в период пандемического шока COVID-19.

Например, Chen et al. [33] с использованием комбинированной технологии Copula-VAR-BEKK-GARCH-X исследовали заражение волатильностью фондового индекса Baltic Dry Index, цен железной руды и нефти марки Brent в период COVID-19. Обычно считается, что фондовые активы передают возмущения товарным фьючерсам. Однако авторы пришли к неожиданному выводу, что источником заражения на исследуемых рынках в период пандемии скорее выступала железная руда.

Akhtaruzzaman et al. [34] показывают, что, если во время глобального финансового кризиса 2008–2009 гг. заражение между фондовыми рынками шло в основном от США к развитым к развивающимся странам, то в период COVID-19 основными источниками заражения стали рынки Японии и Китая.

Гораздо меньший пласт исследований охватывает период российско-украинского конфликта, новых анти-

российских санкций и роста глобальной турбулентности в 2022–2023 гг.

В частности, Kayani et al. [35] исследовали передачу волатильности между Индексом волатильности нефти Чикагской биржи опционов (CBOE OVX) и европейскими фондовыми индексами. В нем показана важная роль в этом процессе рынков энергоресурсов (прежде всего нефти).

Исследователи приходят к противоречивым выводам. Например, Mohammed et al. [36] на основе данных стран G5+ показали, что энергетический кризис, разыгравшийся в период российско-украинского конфликта, оказал значительно большее влияние на передачу заражения между ценами на нефть марки Brent и фондовыми индексами, чем пандемия COVID-19.

Напротив, Izzeldin et al. [37] пришли к выводу, что заражение мировых товарных и фондовых рынков во время глобальных энергетического и продовольственного кризисов периода русско-украинского конфликта было менее интенсивным, чем во время глобального финансового кризиса 2008–2009 гг. и пандемии COVID-19.

Наша статья опирается на методологические подходы, используемые в представленных выше исследованиях. Она посвящена исследованию малоизученной проблемы передачи финансового заражения от глобального фондового рынка (состояние которого характеризует индекс S&P GLOBAL 100) целому ряду товарных биржевых рынков (включая рынок нефти, благородных и цветных металлов, «мягких» и сельскохозяйственных товаров) в период пандемии COVID-19 и новых антироссийских санкций.

Отличием нашего исследования от предыдущих является как использование глобальных индексов, так и широкого спектра товарных фьючерсов,

тестируемых на предмет заражения от мирового фондового рынка. Также мы задаемся целью выявить различия заражения этих товаров как в период пандемии COVID-19, так и глобального кризиса 2022–2023 гг.

Для этого применяется подход, основанный на построении DCC GARCH моделей, позволяющий в динамике уловить передачу шока, оценить интенсивность и продолжительность финансового заражения биржевых товарных рынков. На основе полученных результатов можно выработать рекомендации относительно эффективного управления инвестиционными портфелями и проведения антикризисной финансовой политики в период воздействия шоков нового типа.

### 3. Данные

В анализе использовались данные за 2016 г. — июнь 2023 г. о глобальном индексе S&P GLOBAL 100. В S&P Global 100 входят 100 крупных транснациональных компаний из глобального индекса S&P Global 1200. Этот индекс отвечает потребностям инвесторов, желающих отслеживать эффективность глобальных компаний. Компании представляют 29 местных рынков и взвешиваются в индексе по их рыночной капитализации<sup>1</sup>.

В анализе также использовались данные о средневзвешенных ценах фьючерсов 22 биржевых товаров, торгующихся на международных биржах:

1) ICE (Intercontinental Exchange) — крупнейшая глобальная сеть бирж и клиринговых палат США, Канады и Европы;

2) NYMEX (New York Mercantile Exchange) — Нью-Йоркская товарная (фьючерсная) биржа;

3) LME (London Metal Exchange) — Лондонская биржа металлов. Источни-

ком данных послужил международный сайт финансовой информации и новостей Investing.com.

Перечень товаров и используемые для них обозначения приведены в таблице 1.

На основе биржевых цен фьючерсных контрактов ( $P_t$ ) определяются межсессионные средневзвешенные логарифмические доходности биржевых товаров:

$$r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}), \quad (1)$$

которые далее применяются в расчетах условной волатильности. Аналогичным образом рассчитывается и межсессионная средневзвешенная доходность индекса S&P GLOBAL 100.

### 4. Методы

Тестирование заражения рынков биржевых товаров от фондового рынка осуществляется на основе построения DCC GARCH моделей, автором которых является Engle [12]. При построении DCC GARCH моделей мы воспользовались видеоресурсом и программой Excel, представленными компанией NEDL<sup>2</sup>. Это построение включает несколько этапов.

**I этап.** Построение регрессий доходности каждого актива следующего типа:

$$r_t = \mu + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где  $\mu$  — константа (межвременное среднее значение доходности),  $\varepsilon_t$  — остатки в период  $t$ .

Расчет условной вариации остатков:

$$v_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta v_{t-1}^2, \quad (3)$$

где  $\omega$  — безусловная вариация доходности (омега),  $\alpha$  — ARCH процесс (альфа),

<sup>1</sup> URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/S%26P\\_Global\\_100](https://en.wikipedia.org/wiki/S%26P_Global_100)

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=d1qE-HNlpGog>

Таблица 1. Товары, участвующие в тестировании заражения от S&amp;P GLOBAL 100

Table 1. Commodities Participating in S&amp;P GLOBAL 100 Contagion Test

Товар	Обозначение	Товар	Обозначение
Нефть марки Brent	BRENT	Апельсиновый сок	ORANGE JUICE
Золото	GOLD	Какао	CACAO
Платина	PLT	Пиломатериалы	LUMBER
Палладий	PAU	Грубый рис	ROUGH RICE
Медь	HGU	Пшеница	WHEAT
Цинк	MZN	Кукуруза	CORN
Никель	NICKEL	Соевые бобы	SOYBEANS
Олово	TIN	Соевая мука	SOYBEAN MEAL
Свинец	MPB	Соевое масло	SOYBEAN OIL
Хлопок	COTTON	Скот на откорме	FEEDER CATLE
Сахар	SUGAR	Постная свинина	LEAN HOGS

Примечание: группы товаров «энергия», «металлы», «мягкие товары», «сельскохозяйственные товары» представлены последовательно и окрашены в один цвет.

Note. Commodity groups “energy”, “metals”, “soft goods”, “agricultural goods” are presented sequentially and painted in one colour

Источник: авторская разработка / Source. Author’s development

$\beta$  — GARCH процесс (бета),  $\varepsilon_{t-1}^2$  — лагированные квадратичные остатки;  $v_{t-1}^2$  — лагированные условные вариации остатков;  $v_{t=0}^2 = \omega / (1 - \alpha - \beta)$ . Сначала  $\alpha$  и  $\beta$  принимаются равными нулю, поэтому  $v_{t=0}^2 = \omega$ . Потом они выводятся из модели путем оптимизации.

**II этап.** Расчет матрицы условной ковариации:

$$H_t = D_t \cdot R_t \cdot D_t, \quad (4)$$

где  $D_t = \text{diag}(v_t)$  — диагональная матрица условной (GARCH) волатильности, то есть стандартного отклонения остатков

$v_t = \sqrt{v_t^2}$ ;  $R_t$  матрица динамической условной корреляции с единицами на основной диагонали:

$$R_t = Q_t^{*-1} \cdot Q_t \cdot Q_t^{*-1}, \quad (5)$$

$$Q_t = (1 - a - b) \cdot \bar{Q} + a \cdot \varepsilon_{t-1} \cdot \varepsilon_{t-1}^T, \quad (6)$$

$$Q_t^* = \text{diag}(Q_t^{1/2}), \quad (7)$$

где  $Q_t$  — симметричная положительно определенная условная ковариационная матрица  $\varepsilon_t$ ;  $a$  и  $b$  — неотрицательные скалярные параметры, удовлетворяющие условию  $a + b < 1$  (подбираются в результате оптимизации на следующем этапе);  $\bar{Q}$  — начальная (а также долгосрочная) безусловная ковариационная матрица, при условии  $a = 0$  и  $b = 0$ .

**III этап.** Подбор параметров модели ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\omega$ ,  $a$  и  $b$ ) осуществляется на основе максимизации функции логарифмического правдоподобия:

$$\log L = \sum_{t=1}^T -\frac{1}{2} \left( n \ln \pi + \ln(\det H_t) + \varepsilon_t H_t^{-1} \varepsilon_t^T \right) \rightarrow \max. \quad (8)$$

**IV этап.** Построение динамических рядов условной корреляции на основе полученных диагональных значений  $R_t$ . Резкие всплески условных корреляций в отдельные периоды позволяют сделать предположение о возможном заражении одним активом другого актива.

**V этап.** Проведение теста на заражение осуществляется путем сравнения средней выборочной условной корреляции двух активов в докризисном периоде ( $\hat{\rho}_x$ ) и средней выборочной условной корреляции в шоковом периоде ( $\hat{\rho}_y$ ). Для этого рассчитывается следующий тест Стьюдента [32]:

$$ST = \frac{\hat{\rho}_y - \hat{\rho}_x}{\sqrt{\frac{Var(\hat{\rho}_y)}{T_y} + \frac{Var(\hat{\rho}_x)}{T_x}}}, \quad (9)$$

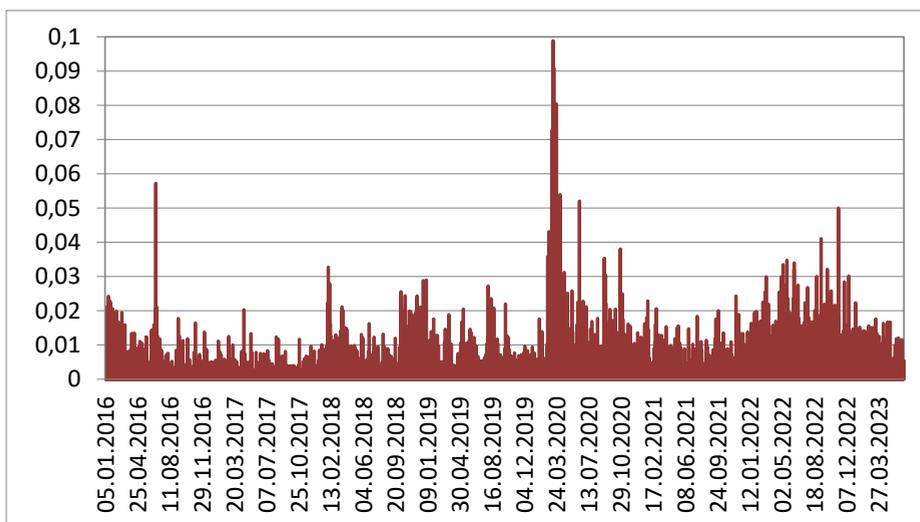
где  $Var(\hat{\rho}_x)$  и — выборочная вариация коэффициентов условной корреляции в докризисном «x» и кризисном «y» периодах соответственно,  $T_x$  и  $T_y$  — количество наблюдений в этих периодах.

Критическое значение  $ST$ -статистики Стьюдента определяется табличным пу-

тем для  $T_x + T_y$  — 4 степеней свободы при заданном уровне значимости (в нашем случае  $\alpha = 0,05$ ). Если  $ST > ST_{\text{крит}}$ , нельзя отрицать передачу заражения от одного актива другому активу.

Как мы уже отмечали в обзоре литературе, при проведении подобных тестов важным является точное разграничение докризисного и кризисного периодов. Поскольку нами тестируется заражение товарных фьючерсов от фондового рынка, предварительное определение кризисного периода осуществляется на основе динамики показателя «реализованной волатильности» индекса S&P GLOBAL 100, представляющего собой квадрат остатков доходности ( $\epsilon_t^2$ ) этого индекса.

Рис. 1 убедительно свидетельствует о росте рыночной волатильности глобального фондового рынка в период острой фазы пандемии (между 20 февраля 2020 г., началом обвала фондовых рынков, и 21 апреля 2020 г.). Это, собственно, и определило первый кризисный период, включающий 43 наблюдения (чуть более двух месяцев).



**Рис. 1.** Реализованная волатильность индекса S&P GLOBAL 100 ( $\epsilon_t^2$ )

**Figure 1.** Realized volatility of the S&P GLOBAL 100 index ( $\epsilon_t^2$ )

Источник: авторская разработка / Source: Author's development

Также краткосрочные всплески волатильности наблюдаются в июне, сентябре и октябре 2020 г. Очередной рост волатильности индекса S&P GLOBAL 100 (меньший по силе и с более низкими пиками, чем в период пандемического шока февраля-марта 2020 г.) характерен для периода 2022 г., совпадающего с началом специальной военной операции России на Украине, введением жестких антироссийских санкций и ростом глобальной нестабильности. Однако четко определить границы второго периода нестабильности представляется затруднительным.

Поэтому в дальнейшем исследовании мы применяем динамический подход со скользящим окном. Первое окно соответствует докризисному периоду и включает наблюдения от 01.07.2016 г. до 19.02.2020 г. включительно.

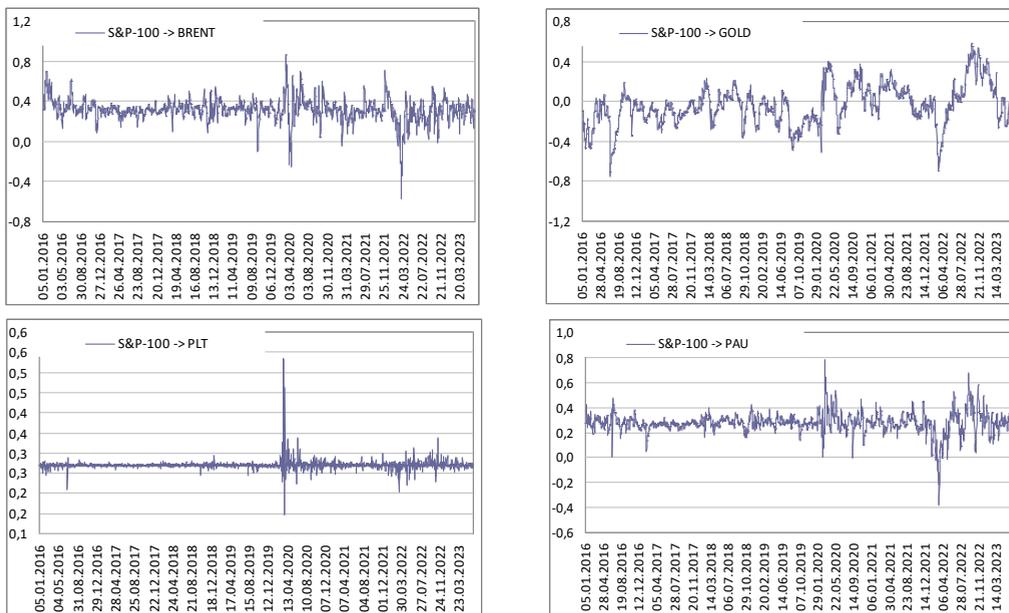
Количество наблюдений в этом периоде для разных тестируемых пар не-

сколько отличается и зависит от числа торговых сессий:  $T_x = 946$  для нефти,  $T_x = 942$  для металлов,  $T_x = 918$  для сельскохозяйственных и так называемых «мягких» биржевых товаров. Второе окно является скользящим, включает 43 последовательных наблюдения кризисного (и/или межкризисного) периода ( $T_y = 43$ ), начинается с 20.02.2020 и далее сдвигается на одно наблюдение вперед.

Тест на заражение каждый раз относится к первой дате второго окна. Такой подход позволяет диагностировать нарастание и затухание процессов заражения на исследуемых рынках.

### 5. Результаты

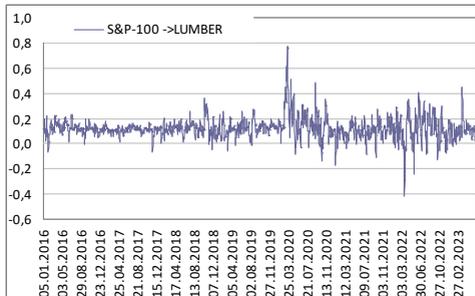
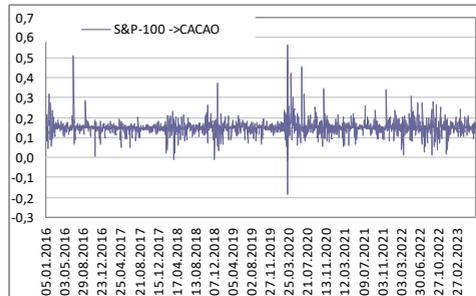
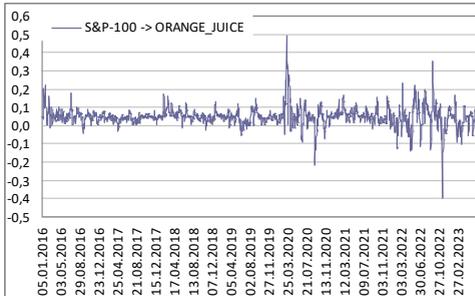
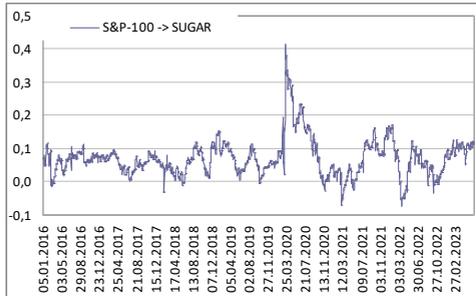
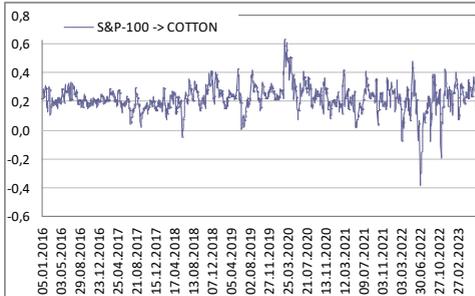
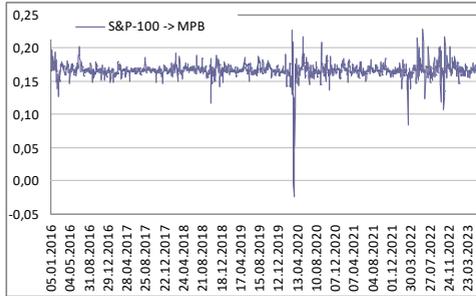
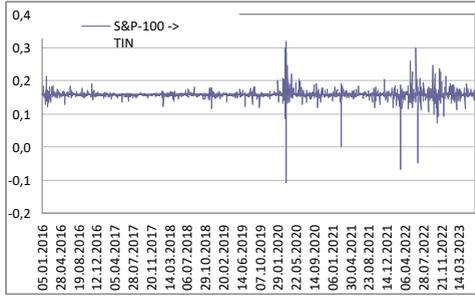
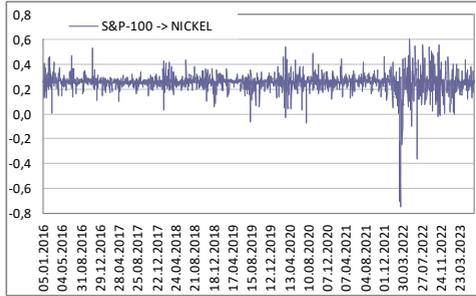
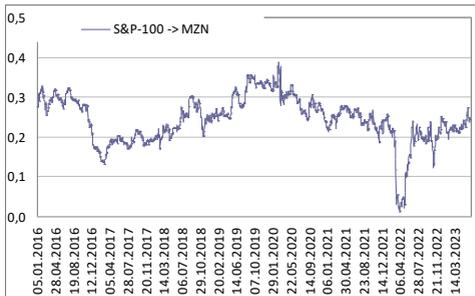
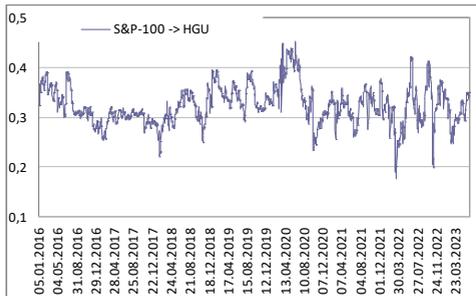
На основе формул (1)–(8) рассчитаны динамические условные корреляции доходности индекса S&P GLOBAL 100 и исследуемых товарных фьючерсов. Они представлены на рис. 2.



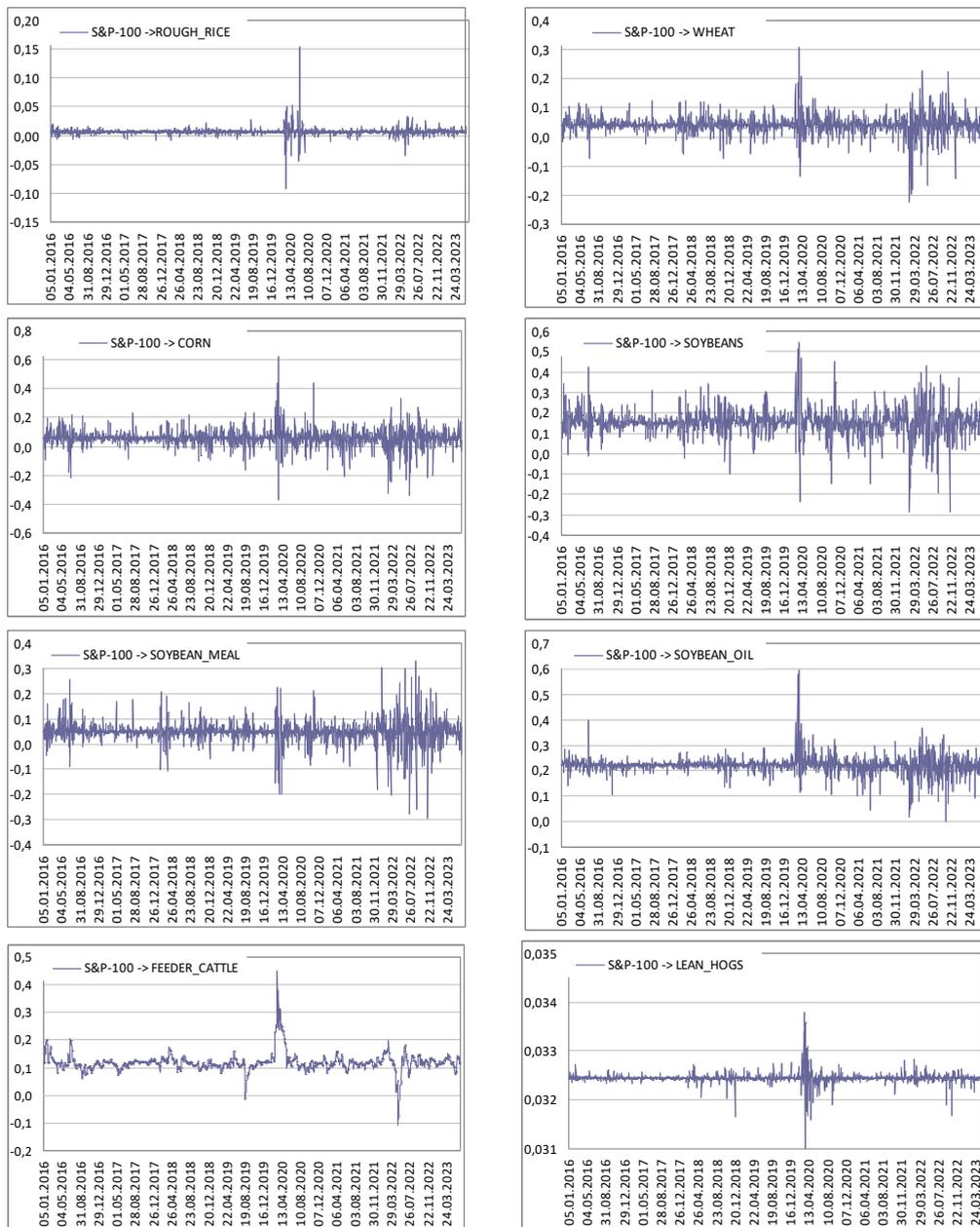
**Рис. 2.** Динамические условные корреляции доходности индекса S&P GLOBAL 100 и фьючерсов биржевых товаров (начало, окончание на с. 463)

**Figure 2.** Dynamic conditional correlations of index returns S&P GLOBAL 100 and commodity futures

Источник: авторская разработка / Source: Author’s development



Продолжение рис. 2



Окончание рис. 2

Полученные данные убедительно свидетельствуют о значительном изменении условной корреляции доходности индекса S&P GLOBAL 100 и фьючерсов большинства биржевых товаров во время двух типов шоков: 1) пандемического шока; 2) новых санкционных шоков.

Однако реакция различных рынков на повышение волатильности на глобальном фондовом рынке была разной. Так, пандемический шок практически для всех исследуемых товаров носил краткосрочный характер. Для отдельных рынков биржевых товаров (меди, сахара, скота на откорме) резкий рост корреляции

с фондовым рынком сменился относительно равномерным и быстрым ее снижением. Для рынков других биржевых товаров (нефти, платины, палладия, олово, свинец, какао, кукурузы, соевой муки, постной свинины) условная корреляция продемонстрировала колебания в достаточно большом диапазоне, всплески ее роста сменялись такими же резкими падениями.

Новые санкционные шоки, в отличие от пандемического шока, оказали менее однородное влияние на биржевые товары. Это может объясняться разным влиянием глобальной нестабильности на производителей анализируемых товаров. Наибольший рост условной корреляции с доходностью фондового рынка в этот период отмечается для золота, палладия, никеля, свинца, пшеницы, соевых бобов и соевой муки. Причем для золота, никеля, соевой муки пики условной корреляции оказываются выше, чем в период пандемического шока. Для ряда товаров (никель, олово, свинец, какао, пиломатериалы, пшеница, кукуруза, соя) изменчивость корреляции распространяется на гораздо более продолжительный период времени глобальной турбулентности, чем в случае с пандемическим шоком.

Для более четкой идентификации присутствия/отсутствия финансового заражения нами проведены расчеты динамических тестов на заражение товарных рынков от фондового рынка в скользящем окне с использованием формулы (9). Полученные результаты представлены на рис. 3 и 4 в виде разницы тестовых статистик и их критических значений с накоплением для тестируемых на заражение товаров. О заражении свидетельствует положительное значение этой разницы. Отрицательное значение означает отсутствие заражения.

Оба рисунка демонстрируют три периода увеличения заражения: 1) во время острой фазы пандемии (в феврале-июне 2020 г.); 2) в восстановительном периоде (феврале-августе 2021 г. — для металлов и нефти; июне-декабре 2021 г. — для сельскохозяйственных и «мягких» товаров); 3) в период роста глобальной турбулентности (с апреля по декабрь 2022 г. — для некоторых металлов; с ноября 2022 г. до конца исследуемого периода, то есть до июня 2023 г., — для некоторых сельскохозяйственных и «мягких» товаров). При этом заражение разных товаров было весьма различным.

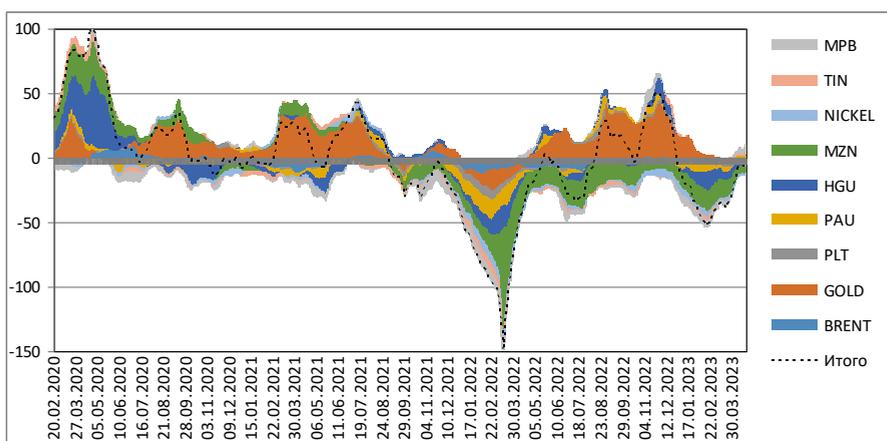


Рис. 3. Заражение рынков фьючерсов нефти и металлов от фондового рынка

Figure 3. Contagion of oil and metals futures markets from the stock market

Источник. Авторская разработка / Source. Author's development

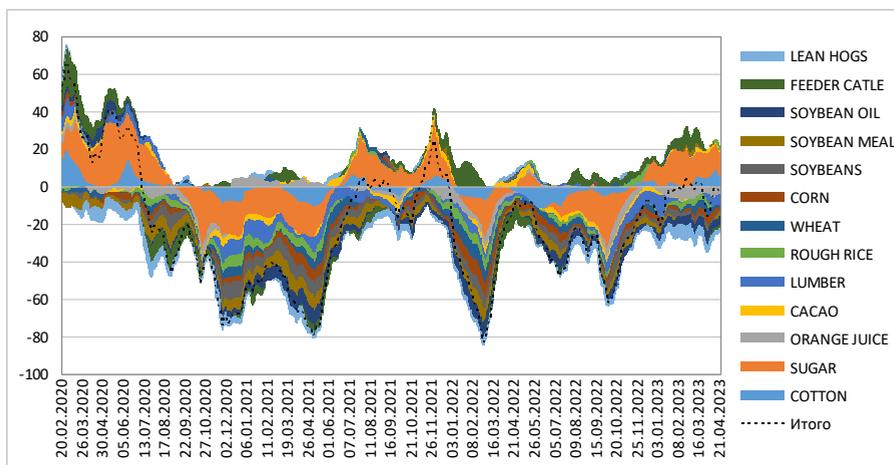


Рис. 4. Заражение рынков фьючерсов сельскохозяйственных и мягких биржевых товаров от фондового рынка

Figure 4. Contagion of agricultural and soft commodities futures markets from the stock market

Источник: авторская разработка / Source: Author's development

Среди металлов наибольшую подверженность заражению продемонстрировало золото (79 % подтвержденных тестов), далее с большим отрывом идет медь (44 %). Наименьшую склонность к заражению от фондового рынка показали никель (21,5 %) и свинец (27,1 %). Приблизительно в том же диапазоне находится уровень заражения рынка нефти (25,4 %).

Во время пандемического шока заражение от фондового рынка передавалось в основном рынкам меди, цинка и золота. В восстановительном периоде наибольшую чувствительность к заражению от индекса S&P GLOBAL 100 продемонстрировал рынок золота. В период нового санкционного шока основным реципиентом заражения снова оказалось золото.

Это свидетельствует об утрате золотом функции хеджирования рисков фондового рынка во время современных шоков. Обращает на себя внимание и то, что медь и цинк в период новых антироссийских санкций, в отличие от периода пандемического шока, показали наименьшую склонность к заражению, что позволяет их рекомендовать в каче-

стве инструментов хеджирования инвестиционных портфелей в этом периоде.

Среди сельскохозяйственных и «мягких» биржевых товаров наибольшую подверженность заражению за весь рассматриваемый период продемонстрировали фьючерсы таких биржевых товаров, как скот на откорме (58,4 % подтвержденных тестов), сахар (52 %), хлопок (45,9 %) и какао (42,5 %). При этом наиболее интенсивным и продолжительным оказалось заражение рынка сахара. В периоды относительной стабильности рынок сахара, наоборот, оказывался основным демпфером системных рисков. Наименьшую подверженность заражению во всем рассматриваемом периоде показали соевая мука (8 %), соевые бобы (11,8 %), соевое масло (17,3 %), пшеница (17 %) и постная свинина (19,4 %). Соевые бобы, мука и масло также продемонстрировали наименьшую интенсивность заражения.

Несмотря на то, что условные корреляции их рынков с фондовым рынком сильно колебались в новом санкционном периоде (рис. 1), фьючерсы этих товаров, вместе с фьючерсами на постную

свинину, можно рекомендовать в данном периоде для страхования инвестиционных рисков.

## 6. Обсуждение

Проведенное исследование доказало присутствие заражения рынка биржевых товаров от фондового рынка в период пандемического и новых санкционных шоков. В то же время оно показало наличие заражения и в межшоковом периоде, когда также отмечается турбулентность на ряде рынков. Возможной причиной этого является уже начавшийся в 2021 г. энергетический кризис.

В то же время разные биржевые товары показали разную подверженность заражению от фондового рынка, что может объясняться как разной включенностью компаний, торгующих данными товарами, в фондовый рынок и поэтому разной чувствительностью к нему, так и разными стратегиями поведения биржевых игроков, пересматривающих инвестиционные портфели в период кризиса.

В силу вышесказанного, гипотезу о том, что в период пандемического шока 2020–2021 гг. и новых санкционных шоков 2022–2023 гг. происходило финансовое заражение мировых рынков биржевых товаров от фондового рынка, в целом можно считать подтвержденной.

Полученные результаты согласуются с результатами ряда предшествующих исследований. Например, в работе Ayadi et al. [38] ранее были найдены подтверждения заражения рынка шестнадцати биржевых товаров от фондовых рынков США, Западной Европы и БРИКС в период глобального финансового кризиса, ирландского банковского кризиса и европейского долгового кризиса. В другой работе Ozcelebi & Kang [39] с использованием TVP-VAR моделей доказано заражение товарных фьючерсов от американского индекса S&P 500 в период пандемии COVID-19. Наше

исследование подтвердило подобное заражение от глобального индекса S&P GLOBAL 100 в период пандемического кризиса и новых санкций.

Сделанный нами вывод о наибольшей подверженности золота заражению от фондового рынка согласуется с выводом Mejri et al. [40] о том, что индексы S&P 500 и DJIA выступают в качестве опережающих индикаторов цены на золото, и наоборот. Заражение рынка золота от фондового рынка в 2005–2015 гг. ранее подтверждалось также в статье Roy & Roy [41]. Этому есть свое объяснение. На протяжении многих кризисов золото традиционно использовалось для корректировки инвестиционных портфелей (выполняя роль тихой гавани — safe haven). Это привело к тому, что доходность золотых активов во время последних шоков стала изменяться однонаправленно с доходностью фондового рынка, и фьючерсы на золото утратили роль эффективного инструмента хеджирования инвестиционных портфелей, что подтвердилось как в работе Bei et al. [42], так и в нашем исследовании.

В то же время наше исследование пришло к выводам, несколько отличным от выводов в работе Izzeldin et al. [37], где утверждалось, что пшеница и никель показали наибольшую уязвимость к глобальным кризисам периода российско-украинского военного конфликта. Авторы объяснили это тем, что Россия и Украина являются основными экспортёрами пшеницы и никеля.

Действительно, как показывает рис. 2, волатильность доходности фьючерсов пшеницы и никеля резко возрастает в период конфликта. Однако на временных интервалах в несколько дней положительные и отрицательные всплески корреляции взаимно гасят друг друга, и данные товары вполне годятся для хеджирования среднесрочных инвестиционных портфелей.

Наконец, выводы нашего исследования звучат в унисон с исследованием по индийской экономике Soni & Nandan [43], где также обнаружено заражение товарных рынков от рынков акций не только во время острой фазы пандемии, но и в восстановительном (межшоковом) периоде и предложено использование фьючерсов отдельных товаров для хеджирования инвестиционных портфелей в этом периоде.

Ограниченность проведенного нами исследования заключается в применении достаточно простой методологии исследования, тогда как более точные результаты дают разные спецификации DCC GARCH моделей и их комбинации с другими методами. Развитие методологии исследования в перспективе позволит получить более точные результаты.

Кроме того, расширение исследования в будущем видится в анализе заражения биржевых товарных рынков от фондовых рынков разных стран и обратной передачи заражения от товарных рынков фондовым рынкам.

## 7. Заключение

В условиях финансовой глобализации передача возмущений с одних сегментов финансового рынка на другие и из одних стран в другие стало повсеместным явлением. Под влиянием внешних шоков происходит увеличение степени взаимодействия разных рынков, это явление получило название финансового заражения. Проблеме финансового заражения в настоящее время посвящены тысячи работ, которые отличаются периодом исследования, изучаемыми кризисами, охваченными странами, анализируемыми рынками, применяемыми методами.

В исследовании тестировалось заражение фьючерсных рынков 22 биржевых товаров (включая энергетические товары, металлы, «мягкие» и сельскохозяй-

ственные товары) от глобального индекса S&P GLOBAL 100 (представляющего рыночную капитализацию крупнейших транснациональных корпораций). Для исследования использовалось построение DCC GARCH моделей, расчет тестовых статистик в динамическом окне, что позволило четко вывить периоды заражения и его интенсивность.

Исследование подтвердило три эпизода заражения рынка биржевых товаров от фондового рынка: во время пандемического шока февраля-июня 2020 года, в восстановительном 2021 г. и в период новых антироссийских санкций и роста глобальной турбулентности, сопровождающейся энергетическим и продовольственным кризисами 2022–2023 гг.

В то же время исследование показало разное влияние этих кризисов на разные биржевые рынки. Так, например, рынки золота и сахара оказались основными приемниками заражения от фондового рынка во время всех трех эпизодов. Фьючерсы на медь и цинк продемонстрировали низкую склонность к заражению в период новой глобальной турбулентности и могут быть рекомендованы в качестве инструментов хеджирования инвестиционных портфелей в этом периоде. Хорошую способность к хеджированию показал и ряд сельскохозяйственных товаров, в частности соевые бобы, продукты из сои и пшеница.

Таким образом, используемые методы и полученные с их помощью результаты могут применяться биржевыми игроками при оптимизации инвестиционных стратегий и формировании оптимальных портфелей в период кризисов. Они также полезны регулирующим органам, проводящим корректировку антикризисной политики в условиях глобальной турбулентности и передачи рисков внутри финансовой системы, для защиты национальных интересов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Forbes K., Rigobon R.* No contagion, only interdependence: Measuring stock market comovements // *Journal of Finance*. 2002. Vol. 57, Issue 5. Pp. 2223–2261. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
2. *Guidolin M., Pedio M.* Identifying and measuring the contagion channels at work in the European financial crises // *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*. 2017. Vol. 48. Pp. 117–134. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.01.001>
3. *Grillini S., Ozkan A., Sharma A.* Static and dynamic liquidity spillovers in the Eurozone: The role of financial contagion and the Covid-19 pandemic // *International Review of Financial Analysis*. 2022. Vol. 83. 102273. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102273>
4. *Forbes K., Rigobon R.* Measuring Contagion: Conceptual and Empirical Issues // *International Financial Contagion*. Edited by S. Claessens, K. J. Forbes New York, NY: Springer, 2001. Pp. 43–66. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3314-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3314-3_3)
5. *Fry R., Martin V. L., Tang C.* A new class of tests of contagion with applications // *Journal of Business and Economic Statistics*. 2010. Vol. 28, Issue 3. Pp. 423–437. <https://doi.org/10.1198/jbes.2010.06060>
6. *Fry-McKibbin R., Hsiao C. Y.L.* Extremal dependence tests for contagion // *Econometric Reviews*. 2018. Vol. 37, Issue 6. Pp. 626–649. <https://doi.org/10.1080/07474938.2015.1122270>
7. *Aye G. C., Christou C., Gupta R., Hassapis C.* High-Frequency Contagion between Aggregate and Regional Housing Markets of the United States with Financial Assets: Evidence from Multichannel Tests // *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 2022. <http://dx.doi.org/10.1007/s11146-022-09919-8>
8. *Малкина М. Ю.* Финансовое заражение отраслей российской экономики от нефтяных шоков в период пандемии // *Terra Economicus*. 2023. Т. 21, № 2. С. 6–22. <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-2-6-22>
9. *Fry-McKibbin R., Greenwood-Nimmo M., Hsiao C. Y.-L., Qi L.* Higher-order comoment contagion among G20 equity markets during the COVID-19 pandemic // *Finance Research Letters*. 2022. Vol. 45. 102150. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102150>
10. *Barigozzi M., Hallin M., Soccorsi S., von Sachs R.* Time-varying general dynamic factor models and the measurement of financial connectedness // *Journal of Econometrics*. 2021. Vol. 222, Issue 1, Part B. Pp. 324–343. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.07.004>
11. *Malkina M.Yu., Rogachev D. Yu.* Financial Contagion of Russian Companies during the COVID-19 Pandemic // *Journal of Corporate Finance Research*. 2023. Vol. 17, No. 3. Pp. 55–71. <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.17.3.2023.55-71>
12. *Engle R.* Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models // *Journal of Business & Economic Statistics*. 2002. Vol. 20, Issue 3. Pp. 339–350. <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>
13. *Nguyen T. N., Hoa P., Nguyen T. L., McMillan D.* Financial contagion during global financial crisis and Covid-19 pandemic: the evidence from DCC-Garch model // *Cogent Economics & Finance*. 2022. Vol. 10, Issue 1. 2051824. <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2051824>
14. *Пивницкая Н. А., Теплова Т. В.* DCC-GARCH-модель для выявления долгосрочного и краткосрочного эффектов финансового заражения в ответ на обновление кредитного рейтинга // *Экономика и математические методы*. 2021. Т. 57, № 1. С. 113–123. <https://doi.org/10.31857/S042473880014080-7>
15. *Chiang T. C., Jeon B. N., Li H.* Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from Asian markets // *Journal of International Money and Finance*. 2007. Vol. 26, Issue 7. Pp. 1206–1228. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2007.06.005>
16. *Kenourgios D., Asteriou D., Samitas A.* Testing for asymmetric financial contagion: New evidence from the Asian crisis // *The Journal of Economic Asymmetries*. 2013. Vol. 10, Issue 2. Pp. 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2014.02.001>

17. Gomez-Gonzalez J. E., Rojas-Espinosa W. Detecting contagion in Asian exchange rate markets using asymmetric DCC-GARCH and R-vine copulas // *Economic Systems*. 2019. Vol. 43, Issues 3–4. 100717. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2019.100717>
18. Syllignakis M. N., Kouretas G. P. Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from the Central and Eastern European markets // *International Review of Economics & Finance*. 2011. Vol. 20, Issue 4. Pp. 717–732. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2011.01.006>
19. Bonga-Bonga L. Uncovering equity market contagion among BRICS countries: An application of the multivariate GARCH model // *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 2018. Vol. 67. Pp. 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.04.009>
20. Hemche O., Jawadi F., Maliki S. B., Cheffou A. I. On the study of contagion in the context of the subprime crisis: A dynamic conditional correlation–multivariate GARCH approach // *Economic Modelling*. 2016. Vol. 52, Part A. Pp. 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.09.004>
21. Celik S. The more contagion effect on emerging markets: The evidence of DCC-GARCH model // *Economic Modelling*. 2012. Vol. 29, Issue 5. Pp. 1946–1959. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.06.011>
22. Alexandre P., Heliodoro P., Dias R. The contagion effect in Europe: a DCC GARCH approach // *Proceedings 5<sup>th</sup> International Scientific-Business Conference—LIMEN 2019. Leadership, Innovation, Management and Economics*. Belgrade: SKRIPTA International, 2019. Pp. 73–79. <https://doi.org/10.31410/LIMEN.2019.73>
23. Campos-Martins S., Amado C. Financial market linkages and the sovereign debt crisis // *Journal of International Money and Finance*. 2022. Vol. 123. 102596. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2021.102596>
24. Akhtaruzzaman M., Boubaker S., Goodell J. W. Did the collapse of Silicon Valley Bank catalyze financial contagion? // *Finance Research Letters*. 2023. Vol. 56. 104082. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104082>
25. Wang X., Liu H., Huang S., Lucey B. Identifying the multiscale financial contagion in precious metal markets // *International Review of Financial Analysis*. 2019. Vol. 63. Pp. 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.04.003>
26. Yildirim D. Ç., Esen Ö., Ertuğrul H. M. Impact of the COVID-19 pandemic on return and risk transmission between oil and precious metals: Evidence from DCC-GARCH model // *Resources Policy*. 2022. Vol. 79. 102939. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102939>
27. Mishra A. K., Ghate K. Dynamic connectedness in non-ferrous commodity markets: Evidence from India using TVP-VAR and DCC-GARCH approaches // *Resources Policy*. 2022. Vol. 76. 102572. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102572>
28. Shiferaw Y. A. Time-varying correlation between agricultural commodity and energy price dynamics with Bayesian multivariate DCC-GARCH models // *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2019. Vol. 526. 120807. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.043>
29. Zhang P., Lv Z.-X., Pei Z., Zhao Y. Systemic risk spillover of financial institutions in China: A copula-DCC-GARCH approach // *Journal of Engineering Research*. 2023. Vol. 11, Issue 2. 100078. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100078>
30. Salem L. B., Zayati M., Noura R., Rault C. Volatility spillover between oil prices and main exchange rates: Evidence from a DCC-GARCH-connectedness approach // *Resources Policy*. 2024. Vol. 91. 104880. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104880>
31. He Z., Zhang S. Risk contagion and diversification among sovereign CDS, stock, foreign exchange and commodity markets: Fresh evidence from G7 and BRICS countries // *Finance Research Letters*. 2024. Vol. 62, Part B. 105267. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105267>
32. Wen F., Liu Z., Dai Z., He S., Liu W. Multi-scale risk contagion among international oil market, Chinese commodity market and Chinese stock market: A MODWT-Vine quantile regression approach // *Energy Economics*. 2022. Vol. 109. 105957. <https://doi.org/10.1016/j.ene-co.2022.105957>

33. *Chen Y., Xu J., Miao J.* Dynamic volatility contagion across the Baltic dry index, iron ore price and crude oil price under the COVID-19: A copula-VAR-BEKK-GARCH-X approach // *Resources Policy*. 2023. Vol. 81. 103296. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103296>
34. *Akhtaruzzaman M., Boubaker S., Sensoy A.* Financial contagion during COVID-19 crisis. // *Finance Research Letters*. 2021. Vol. 38. 101604. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101604>
35. *Kayani U. N., Hassan M K., Moussa F., Hossain G. F.* Oil in crisis: What can we learn // *The Journal of Economic Asymmetries*. 2023. Vol. 28. e00339. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2023.e00339>
36. *Mohammed K. S., Tedeschi M., Mallek S., Tarczyńska-Luniewska M., Zhang A.* Realized semi variance quantile connectedness between oil prices and stock market: Spillover from Russian-Ukraine clash // *Resources Policy*. 2023. Vol. 85, Part A. 103798. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103798>
37. *Izzeldin M., Muradoğlu Y. G., Pappas V., Petropoulou A., Sivaprasad S.* The impact of the Russian-Ukrainian war on global financial markets // *International Review of Financial Analysis*. 2023. Vol. 87. 102598. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102598>
38. *Ayadi A., Gana M., Goutte S., Guesmi K.* Equity-commodity contagion during four recent crises: Evidence from the USA, Europe and the BRICS // *International Review of Economics & Finance*. 2021. Vol. 76. Pp. 376–423. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.06.013>
39. *Ozcelebi O., Kang S. H.* Extreme connectedness and network across financial assets and commodity futures markets // *The North American Journal of Economics and Finance*. 2024. Vol. 71. 102099. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2024.102099>
40. *Mejri S., Aloui C., Khan N.* The gold stock nexus: Assessing the causality dynamics based on advanced multiscale approaches // *Resources Policy*. 2024. Vol. 88. 104395. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104395>
41. *Roy R. P., Roy S. S.* Financial contagion and volatility spillover: an exploration into Indian commodity derivative market // *Economic modelling*. 2017. Vol. 67. Pp. 368–380. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2017.02.019>
42. *Bei Z., Lin J., Zhou Y.* No safe haven, only diversification and contagion — Intraday evidence around the COVID-19 pandemic // *Journal of International Money and Finance*. 2024. Vol. 143. 103069. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2024.103069>
43. *Soni R. K., Nandan T.* Modeling Covid-19 contagious effect between asset markets and commodity futures in India // *Resources Policy*. 2022. Vol. 79. 103061. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103061>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

### Малкина Марина Юрьевна

Доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра макро- и микроэкономики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия (603000, Россия, г. Нижний Новгород, пер. Университетский, 7); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3152-3934> e-mail: [mmuri@yandex.ru](mailto:mmuri@yandex.ru)

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00453, <https://rscf.ru/project/23-28-00453/>

## **ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ**

Малкина М. Ю. Финансовое заражение рынков биржевых товаров от фондового рынка в период пандемического и новых санкционных шоков // Journal of Applied Economic Research. 2024. Т. 23, № 2. С. 452–475. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2024.23.2.018>

## **ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ**

Дата поступления 13 апреля 2024 г.; дата поступления после рецензирования 26 апреля 2024 г.; дата принятия к печати 15 мая 2024 г.

# Financial Contagion of the Commodity Markets from the Stock Market during Pandemic and New Sanctions Shocks

Marina Yu. Malkina  

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,  
Nizhny Novgorod, Russia

 mmuri@yandex.ru

**Abstract.** In the context of financial globalization, there is an increasing transmission of global turbulence between different markets, which enhances overall financial instability. The purpose of this study is to identify the financial contagion of the commodity market from the stock market in the 1920s. The research hypothesis is that contagion manifested itself during the period of pandemic shocks of 2020–2021 and new sanctions shocks of 2022–2023. Based on 2016–2023 data on the intersessional average daily return of the S&P GLOBAL 100 index and 22 commodity futures, DCC GARCH models are built. Significant increases in these correlations during periods of external shocks indicate potential contagion. A dynamic Student's t-test for the equality of correlations in the pre-shock period and in the sliding window within the shock and inter-shock periods is used to definitively prove the presence or absence of contagion. The study confirmed the contagion of 22 commodity markets from the stock market of varying strength and duration, both during the pandemic and new sanctions shocks. It proved that the metals market, especially the gold market, was the most susceptible to contagion during the period under review. Copper and zinc turned out to be risk dampers during the period of new sanctions. Among food products, the sugar market has demonstrated the greatest propensity to contagion, but during a period of relative stability it has proven its ability to mitigate systemic risks. A number of agricultural commodities (e. g., soybeans and soybean products, corn, wheat), as well as Brent oil, have shown relative resistance to contagion and are recommended as hedging tools. The results and conclusions of the study can be useful to investors in managing optimal portfolios, and to the state when adjusting anti-crisis financial policy during the period of external shocks affecting the economy.

**Key words:** cross-market contagion effects; commodity futures; S&P GLOBAL 100 index; DCC GARCH model; COVID-19 pandemic; sanctions.

JEL G01, O11, C46

## References

1. Forbes, K., Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: Measuring stock market comovements. *Journal of Finance*, Vol. 57, Issue 5, 2223–2261. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
2. Guidolin, M., Pedio, M. (2017). Identifying and measuring the contagion channels at work in the European financial crises. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Vol. 48, 117–134. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.01.001>
3. Grillini, S., Ozkan, A., Sharma, A. (2022). Static and dynamic liquidity spillovers in the Eurozone: The role of financial contagion and the Covid-19 pandemic. *International Review of Financial Analysis*, Vol. 83, 102273. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102273>
4. Forbes, K., Rigobon, R. (2001). Measuring Contagion: Conceptual and Empirical Issues. In: *International Financial Contagion*. Edited by S. Claessens, K. J. Forbes New York, NY, Springer, 43–66. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3314-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3314-3_3)

5. Fry, R., Martin, V.L., Tang, C. (2010). A new class of tests of contagion with applications. *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 28, Issue 3, 423–437. <https://doi.org/10.1198/jbes.2010.06060>
6. Fry-McKibbin, R., Hsiao, C.Y.L. (2018). Extremal dependence tests for contagion. *Econometric Reviews*, Vol. 37, Issue 6, 626–649. <https://doi.org/10.1080/07474938.2015.1122270>
7. Aye, G.C., Christou, C., Gupta, R., Hassapis, C. (2022). High-Frequency Contagion between Aggregate and Regional Housing Markets of the United States with Financial Assets: Evidence from Multichannel Tests. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. <https://doi.org/10.1007/s11146-022-09919-8>
8. Malkina, M.Yu. (2023). Financial contagion from oil shocks during the pandemic: A cross-sector analysis. *Terra Economicus*, Vol. 21, No. 2, 6–22. (In Russ.). <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2023-21-2-6-22>
9. 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*, Vol. 45, 102150. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102150>
10. Barigozzi, M., Hallin, M., Soccorsi, S., von Sachs, R. (2021). Time-varying general dynamic factor models and the measurement of financial connectedness. *Journal of Econometrics*, Vol. 222, Issue 1, Part B, 324–343. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.07.004>
11. Malkina, M.Yu., Rogachev, D.Yu. (2023). Financial Contagion of Russian Companies during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Corporate Finance Research*, Vol. 17, No. 3, 55–71. <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.17.3.2023.55-71>
12. Engle, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 20, Issue 3, 339–350. <https://doi.org/10.1198/073500102288618487>
13. Nguyen, T.N., Hoa, P., Nguyen, T.L., McMillan, D. (2022). Financial contagion during global financial crisis and Covid-19 pandemic: the evidence from DCC-Garch model. *Cogent Economics & Finance*, Vol. 10, Issue 1, 2051824. <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2051824>
14. Pivnickaya, N., Teplova, T. (2021). DCC-GARCH-model for identifying long-term and short-term effects of financial contagion in response to the credit rating updates. *Economics and Mathematical Methods*, Vol. 57, No. 1, 113–123. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S042473880014080-7>
15. Chiang, T.C., Jeon, B.N., Li, H. (2007). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from Asian markets. *Journal of International Money and Finance*, Vol. 26, Issue 7, 1206–1228. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2007.06.005>
16. Kenourgios, D., Asteriou, D., Samitas, A. (2013). Testing for asymmetric financial contagion: New evidence from the Asian crisis. *The Journal of Economic Asymmetries*, Vol. 10, Issue 2, 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2014.02.001>
17. Gomez-Gonzalez, J.E., Rojas-Espinosa, W. (2019). Detecting contagion in Asian exchange rate markets using asymmetric DCC-GARCH and R-vine copulas. *Economic Systems*, Vol. 43, Issues 3–4, 100717. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2019.100717>
18. Syllignakis, M. N., Kouretas, G. P. (2011). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from the Central and Eastern European markets. *International Review of Economics & Finance*, Vol. 20, Issue 4. 717–732. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2011.01.006>
19. Bonga-Bonga, L. (2018). Uncovering equity market contagion among BRICS countries: An application of the multivariate GARCH model. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 67, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.04.009>
20. Hemche, O., Jawadi, F., Maliki, S.B., Cheffou, A.I. (2016). On the study of contagion in the context of the subprime crisis: A dynamic conditional correlation–multivariate GARCH approach. *Economic Modelling*, Vol. 52, Part A, 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.09.004>
21. Celik, S. (2012). The more contagion effect on emerging markets: The evidence of DCC-GARCH model. *Economic Modelling*, Vol. 29, Issue 5, 1946–1959. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.06.011>

22. Alexandre, P., Heliodoro, P., Dias, R. (2019). The contagion effect in Europe: a DCC GARH approach. *Proceedings 5th International Scientific-Business Conference — LIMEN 2019. Leadership, Innovation, Management and Economics*. Belgrade, SKRIPTA International, 73–79. <https://doi.org/10.31410/LIMEN.2019.73>
23. Campos-Martins, S., Amado, C. (2022). Financial market linkages and the sovereign debt crisis. *Journal of International Money and Finance*, Vol. 123, 102596. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2021.102596>
24. Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., Goodell, J.W. (2023). Did the collapse of Silicon Valley Bank catalyze financial contagion? *Finance Research Letters*, Vol. 56, 104082. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104082>
25. Wang, X., Liu, H., Huang, S., Lucey, B. (2019). Identifying the multiscale financial contagion in precious metal markets. *International Review of Financial Analysis*, Vol. 63, 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.04.003>
26. Yıldırım, D.Ç., Esen, Ö., Ertuğrul, H.M. (2022). Impact of the COVID-19 pandemic on return and risk transmission between oil and precious metals: Evidence from DCC-GARCH model. *Resources Policy*, Vol. 79, 102939. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102939>
27. Mishra, A.K., Ghate, K. (2022). Dynamic connectedness in non-ferrous commodity markets: Evidence from India using TVP-VAR and DCC-GARCH approaches. *Resources Policy*, Vol. 76, 102572. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102572>
28. Shiferaw, Y.A. (2019). Time-varying correlation between agricultural commodity and energy price dynamics with Bayesian multivariate DCC-GARCH models. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol. 526, 120807. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.043>
29. Zhang, P., Lv, Z.-X., Pei, Z., Zhao, Y. (2023). Systemic risk spillover of financial institutions in China: A copula-DCC-GARCH approach. *Journal of Engineering Research*, Vol. 11, Issue 2, 100078. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100078>
30. Salem, L.B., Zayati, M., Nouira, R., Rault, C. (2024). Volatility spillover between oil prices and main exchange rates: Evidence from a DCC-GARCH-connectedness approach. *Resources Policy*, Vol. 91, 104880. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104880>
31. He, Z., Zhang, S. (2024). Risk contagion and diversification among sovereign CDS, stock, foreign exchange and commodity markets: Fresh evidence from G7 and BRICS countries. *Finance Research Letters*, Vol. 62, 105267. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105267>
32. Wen, F., Liu, Z., Dai, Z., He, S., Liu, W. (2022). Multi-scale risk contagion among international oil market, Chinese commodity market and Chinese stock market: A MODWT-Vine quantile regression approach. *Energy Economics*, Vol. 109, 105957. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105957>
33. Chen, Y., Xu, J., Miao, J. (2023). Dynamic volatility contagion across the Baltic dry index, iron ore price and crude oil price under the COVID-19: A copula-VAR-BEKK-GARCH-X approach. *Resources Policy*, Vol. 81, 103296. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103296>
34. Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., Sensoy, A. (2021). Financial contagion during COVID-19 crisis. *Finance Research Letters*, Vol. 38, 101604. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101604>
35. Kayani, U.N., Hassan, M K., Moussa, F., Hossain, G.F. (2023). Oil in crisis: What can we learn. *The Journal of Economic Asymmetries*, Vol. 28, e00339. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2023.e00339>
36. Mohammed, K.S., Tedeschi, M., Mallek, S., Tarczyńska-Łuniewska, M., Zhang, A. (2023). Realized semi variance quantile connectedness between oil prices and stock market: Spillover from Russian-Ukraine clash. *Resources Policy*, Vol. 85, Part A, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103798>
37. Izzeldin, M., Muradoğlu, 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*, Vol. 87, 102598. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102598>

38. Ayadi, A., Gana, M., Goutte, S., Guesmi, K. (2021). Equity-commodity contagion during four recent crises: Evidence from the USA, Europe and the BRICS. *International Review of Economics & Finance*, Vol. 76, 376–423. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.06.013>
39. Ozcelebi, O., Kang, S.H. (2024). Extreme connectedness and network across financial assets and commodity futures markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, Vol. 71, 102099. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2024.102099>
40. Mejri, S., Aloui, C., Khan, N. (2024). The gold stock nexus: Assessing the causality dynamics based on advanced multiscale approaches. *Resources Policy*, Vol. 88, 104395. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104395>
41. Roy, R.P., Roy, S.S. (2017). Financial contagion and volatility spillover: an exploration into Indian commodity derivative market. *Economic modelling*, Vol. 67, 368–380. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2017.02.019>
42. Bei, Z., Lin, J., Zhou, Y. (2024). No safe haven, only diversification and contagion — Intraday evidence around the COVID-19 pandemic. *Journal of International Money and Finance*, Vol. 143, 103069. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2024.103069>
43. Soni, R.K., Nandan, T. (2022). Modeling Covid-19 contagious effect between asset markets and commodity futures in India. *Resources Policy*, Vol. 79, 103061. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103061>

## INFORMATION ABOUT AUTHOR

### Marina Yurievna Malkina

Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher, Centre for Macro and Microeconomics, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia (603000, Nizhny Novgorod, per. Universitetskiiy, 7); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3152-3934> e-mail: [mmuri@yandex.ru](mailto:mmuri@yandex.ru)

## ACKNOWLEDGMENTS

The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-28-00453, <https://rscf.ru/project/23-28-00453/>

## FOR CITATION

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*, Vol. 23, No. 2, 452–475. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2024.23.2.018>

## ARTICLE INFO

Received April 13, 2024; Revised April 26, 2024; Accepted May 15, 2024.

