

Вейвлет-анализ взаимосвязи между ценами на энергоресурсы и индексами акций компаний с высокими ESG рейтингами: возможности диверсификации инвестиций

Соколова Т.В.^{1,*}, Гуров С.В.^{1,**}, Медведев В.А.^{1,***}, Лысенко В.В.^{1,****}

¹Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Российская Федерация, г. Москва

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00740,
<https://rscf.ru/project/23-28-00740/>.

* tv.sokolova@hse.ru, ** sgurov@hse.ru, *** medvedev.v@hse.ru, **** vlysenko@hse.ru

Аннотация. Мы впервые выявляем взаимосвязи между ценами на нефть Brent и природный газ и индексами акций компаний с высокими ESG рейтингами во временной и частотной областях. Мы применяем такие методы вейвлет-анализа как анализ квадратичной вейвлет-когерентности и разности фаз между рядами данных. Исследование строится на ежедневных данных с 2018 по начало 2024 гг., что позволяет охватить периоды относительной макроэкономической стабильности (до 2020 г.), пандемии коронавируса COVID-19 (2020–2021 гг.) и роста геополитической напряженности в мире (с 2022 г.). Мы рассматриваем ESG-индексы глобального рынка, рынков США и ЕС.

В нашем исследовании показаны области низкой и высокой согласованности цен на энергоресурсы и ESG-ориентированных индексов для трех рассматриваемых периодов, выявлены соотношения запаздывания и опережения между рассматриваемыми классами активов. Выявление областей низкой согласованности позволяет разработать стратегии диверсификации инвестиций, в т.ч. для хеджирования от падений цен на нефть и газ в условиях глобальных кризисов. Мы пришли к выводу, что индексы акций компаний-лидеров ESG глобального рынка и рынка США предоставляют возможности для диверсификации инвестиций во фьючерсы на природный газ.

Ключевые слова: энергоресурсы; акции; ESG; диверсификация инвестиций; вейвлет-анализ; вейвлет-когерентность

Классификация JEL: C61; G11; G15

Wavelet analysis of the relationship between energy prices and stock indices of companies with high ESG ratings: Investment diversification opportunities

Sokolova T.V.^{1,*}, Gurov S.V.^{1,**}, Medvedev V.A.^{1,***}, Lysenko V.V.^{1,****}

¹ National Research University Higher School of Economics / HSE University, Russian Federation, Moscow

The research was supported by the Russian Science Foundation under grant 23-28-00740, <https://rscf.ru/project/23-28-00740/>.

* tv.sokolova@hse.ru, ** sgurov@hse.ru, *** medvedev.v@hse.ru, **** vlysenko@hse.ru

Abstract. Our research is the first attempt to identify relationships between Brent oil and natural gas prices and indices of stocks of companies with high ESG ratings (ESG leaders) in the time and frequency domains. We use such methods in the wavelet analysis framework as analysis of quadratic wavelet coherence and phase difference between data series. Our study is based on daily data from 2018 to the beginning of 2024, which allows us to cover periods of relative macroeconomic stability (until 2020), the COVID-19 coronavirus pandemic (2020-2021) and growing geopolitical tensions in the world (from 2022). We consider ESG indices of the global market, US and EU markets.

Our study shows areas of low and high consistency between energy prices and ESG leaders' indices for the three periods under examination and identifies lag and lead relationships between the two considered asset classes. Identifying areas of low consistency allows an investor to develop investment diversification strategies, including hedging against drops in oil and gas prices during global crises. We find that global and US ESG leaders' indices provide opportunities for diversifying investments in natural gas futures.

Keywords: energy resources; stock; ESG; risk diversification; wavelet analysis; wavelet coherence

JEL Classification: C61; G11; G15

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 2010 гг. общественные движения и государственная политика сначала в развитых, а затем и в развивающихся странах создают вектор на ESG-трансформацию. Парадигма ESG подразумевает ответственное отношение компаний к окружающей среде, учет ими социальных вопросов в своей деятельности, следование стандартам качества корпоративного управления. Происходит переход от концепции наращивания рыночной стоимости компании к решению многокритериальной задачи устойчивого развития через консенсус интересов финансовых стейкхолдеров, социума, контрагентов и работников компании (Teplova et al., 2023).

В последние десятилетия нарастала тенденция к интеграции глобальных финансовых рынков и усилению переливов шоков между различными классами активов, что привело к снижению возможностей диверсификации рисков (Gubareva et al., 2023). Экзогенные шоки, такие как вспышка пандемии COVID-19 и российско-украинский геополитический конфликт, беспрецедентные антироссийские санкции со стороны США и ЕС способствуют росту экономической неопределенности, ухудшению макропоказателей (например, росту инфляции во многих странах), нарушению и реформатированию цепочек поставок, что влияет на взаимосвязи различных классов финансовых активов (Bossman et al., 2023). Как следствие, актуальной проблемой становится выявление активов, предоставляющих инвесторам возможности диверсификации в различных условиях.

Цель нашей работы – исследовать взаимосвязи между доходностью энергоресурсов и ESG-ориентированных индексов акций в частотно-временной перспективе в условиях макроэкономической стабильности и финансовых кризисов. Мы предпринимаем попытку ответить на открытые исследовательские вопросы: 1) как изменились взаимосвязи между ценами на энергоресурсы и ESG-индексами в условиях распространения пандемии и нарастания геополитической напряженности? 2) возможно ли глобальному инвестору, вкладывающему средства во фьючерсы на энергоресурсы, снизить риски за счет диверсификации путем инвестиций в ESG-фонды глобального рынка и развитых стран?

Сектор энергетики является драйвером мирового экономического развития: энергия используется для промышленного производства, отопления и транспорта, при этом доля нефти в глобальном потреблении энергии достигает 75% (Marín-Rodríguez et al., 2022). Деривативы являются основным инструментом для инвесторов, желающих получить экспозицию на сырьевые товары: они ликвидны и не налагают на участников рынка дополнительных налоговых обязательств и затрат на транспортировку, страхование и хранение физического актива. Основные виды деривативов, которые используются хеджерами на рынке нефти, природного газа и других сырьевых товаров: фиксированные и

базисные своп контракты, “ванильные” опционы, а также форвардные и фьючерсные контракты (Deloitte, 2018). Экспозиция на данные рынки может быть достигнута и с помощью других инструментов: взаимные и трастовые фонды, инвестирующие в конкретные сырьевые отрасли; СТА – управляемые фонды, которые осуществляют направленные инвестиции преимущественно в товарные фьючерсы; биржевые фонды и биржевые ноты. Li et al. (2020) приводят следующую классификацию факторов, влияющих на ценообразование товарных фьючерсов: макроэкономические факторы (например, инфляция, валютные курсы, рост ВВП), рыночные факторы (например, динамика спроса и предложения, рыночный сентимент) и факторы, связанные с производством (добычей) базовых активов (например, сезонность, изменение климата, технологии производства).

Рынки углеводородного сырья в последние десятилетия переживают инвестиционный бум, растут притоки капитала во фьючерсы на нефть и природный газ. Эти процессы усиливают взаимосвязанность рынка углеводородного сырья с другими финансовыми рынками, включая рынки акций (Jiang et al., 2021). С одной стороны, поскольку источники возобновляемой энергии являются заменителями для углеводородного сырья (Omri, 2015), можно ожидать, что с ростом цен на нефть и газ компании будут сокращать их потребление и переключаться на возобновляемые источники энергии, и цены акций ESG-ориентированных компаний будут расти. С другой стороны, рост цен на нефть и газ может усиливать инфляционное давление, что уменьшает величину спроса на товары и услуги, и может приводить к снижению цен акций различных компаний (Melek, 2018). Marín-Rodríguez et al. (2022) на основе обзора эмпирических работ пришли к выводу, что взаимосвязи между рынками нефти и акций меняются во времени, и существует переток волатильности с рынка нефти на рынки акций. Jiang et al. (2021) выявили, что рынок газа демонстрирует независимость от акций компаний возобновляемой энергетики. В ряде эмпирических исследований демонстрируется, что инвесторы со среднесрочным или долгосрочным горизонтом инвестирования могут захеджировать свои позиции в товарных фьючерсах посредством покупки акций с высокими рейтингами ESG (например, Andersson et al., 2022). Выводы предыдущих работ позволяют предполагать, во-первых, лидирующую роль рынка нефти по сравнению с рынками акций ESG-ориентированных компаний; во-вторых, большие возможности для диверсификации инвестиций во фьючерсы на газ акциями компаний с высокими ESG-рейтингами; в-третьих, повышение возможности хеджирования рыночного риска фьючерсов на нефть и природный газ с использованием ESG-индексов в периоды кризисов.

Наше исследование вносит свой вклад и расширяет растущий объем литературы, касающейся вопросов устойчивого развития, по трем направлениям. Во-первых, мы

расширяем существующую литературу, изучая взаимосвязь между доходностью энергоресурсов и ESG-индексов с применением методологии вейвлет-анализа. В качестве энергоресурсов мы рассматриваем нефть Brent и природный газ Henry Hub. В предыдущих исследованиях было показано, что цены на нефть и природный газ оказывают значимое влияние на глобальные финансовые рынки, включая рынки акций и облигаций, рынки других сырьевых товаров (Balcilar et al., 2020; Mensi et al., 2021; Magazzino et al., 2023). Традиционно для выявления взаимосвязей между временными рядами финансовых активов, включая ESG-индексы и сырьевые товары, используются такие подходы как тест Грейнджера на наличие причинно-следственной связи, модели класса ARCH, тест Йохансена на коинтеграцию и модели коррекции ошибок (ECM) (Jain et al., 2019). Вышеуказанные подходы не позволяют выявить динамически изменяющиеся взаимосвязи, что критично при рассмотрении длительных временных периодов, охватывающих финансовые кризисы. В ряде современных работ для преодоления этого недостатка применяется подход TVP-VAR (модели векторной авторегрессии с изменяющимися во времени параметрами). Так, Cagli et al. (2023), используя подход TVP-VAR, выявляют, что ESG-индексы развитых и развивающихся рынков являются чистыми передатчиками шоков волатильности, тогда как сырьевые товары (за исключением нефти и меди) являются чистыми получателями этих шоков в период 2011–2021 гг. В других работах применяется квантильный анализ или синтез различных методов для учета особенностей динамики цен финансовых активов в различных рыночных условиях. Так, Jiang et al. (2021) с применением квантиль-квантильных регрессий (quantile-on-quantile, QQ) и анализа причинности в квантилях выявляют положительные взаимосвязи между ценовой динамикой на рынке нефти и акциями компаний сектора возобновляемой энергетики. Yahya et al. (2023) используют двухрежимные пороговые векторные модели коррекции ошибок (TVECM) в комбинации с DCC-GARCH для выявления нелинейной и зависимой от рыночных условий долгосрочной взаимосвязи между ценами нефти и акций компаний чистой энергетики. В отличие от большинства предыдущих работ, мы выявляем взаимосвязи между доходностями нефти и фьючерсов на природный газ и ESG-ориентированными индексами акций не только во временной, но и в частотной области, т.е. учитываем инвестиционный горизонт.

Во-вторых, мы рассматриваем и сопоставляем взаимосвязи между доходностью энергоресурсов и ESG-индексов по трем периодам: относительной макроэкономической стабильности (2018–2019 гг.), пандемии коронавируса COVID-19 (2020–2021 гг.) и геополитического конфликта между Россией и Украиной (с 2022 г. по начало 2024 г.). Во многих работах период роста геополитической напряженности не рассматривался (Andersson et al., 2022; Cagli et al., 2023). Неопределенность в отношении перспектив мировой

экономики и изменение глобальных цепочек поставок влияют на спрос и предложение энергоресурсов и, таким образом, на предпочтения инвесторов в отношении сырьевых товаров и акций компаний, ориентированных на устойчивое развитие. Выводы предыдущих работ относительно устойчивости ESG-ориентированных инвестиций в периоды кризисов неоднозначны. В ряде исследований подчеркивается меньшая волатильность доходности ESG-ориентированных индексов в кризисные периоды по сравнению с традиционными фондовыми индексами, нефтью и криптовалютами (Piserà & Chiappini, 2024). В других работах выявляются перепады риска между индексами ESG и традиционными фондовыми индексами (Ameur et al., 2020).

В-третьих, с применением вейвлет-анализа мы выявляем области высокой и низкой согласованности динамики доходности энергоресурсов и ESG-индексов и соотношения опережения и/или запаздывания между двумя рассматриваемыми классами активов. Области низкой согласованности во временно-частотном пространстве представляют инвесторам возможности диверсификации и могут использоваться в качестве основы для стратегий хеджирования как в условиях макроэкономической стабильности, так и в условиях финансовых кризисов.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вейвлет-анализ является одним из популярных методов изучения совместных изменений различных временных рядов финансовых переменных. С помощью данной методологии возможно получить более детальные представления о таких процессах на финансовых рынках, как перепады волатильности и эффекты заражения в частотно-временной перспективе (Zaremba et al., 2019). Особый интерес для академических исследователей, регуляторов и участников фондового рынка представляет совместная динамика доходностей активов в кризисные периоды (Umar et al., 2022).

В работе Ferrer et al. (2021) анализируется взаимосвязанность между индексами зеленых акций и зеленых облигаций и другими классами активов (суверенные облигации США, корпоративные облигации, сырая нефть, золото и др.) на различных инвестиционных горизонтах. Авторы статьи показывают, что не существуют значимой взаимосвязи между индексами зеленых акций и зеленых облигаций. Зеленые активы имеют слабую взаимосвязь с высокодоходными облигациями и сырой нефтью, что может обеспечивать диверсификационный потенциал для инвесторов. Во время рыночной турбулентности, вызванной, например, кризисом суверенного долга в Еврозоне или пандемией COVID-19, взаимосвязи между традиционными (конвенциональными) и зелеными активами становятся

Bhattacharjee et al. (2023) о том, что после начала пандемии COVID-19 нефть демонстрировала опережающую динамику по отношению к рынку акций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост обеспокоенности относительно изменения климата и сопутствующих негативных последствий для человечества и мира в целом привел к повышенному интересу со стороны участников рынка к ESG-парадигме в контексте ее включения в процесс принятия инвестиционных решений. В настоящей статье впервые исследуются взаимосвязи между доходностями фьючерсов на нефть марки Brent и природный газ Henry Hub и ESG-ориентированных индексов акций в частотно-временной перспективе при различных макроэкономических условиях (с 2018 г. по начало 2024 г.).

По результатам эмпирического анализа мы получили ряд оригинальных выводов. С 2022 г. по конец января 2024 г. значимые области взаимного согласованного изменения доходностей между ценами на нефть марки Brent и ESG-индексом европейского рынка в средне- и долгосрочной перспективе не фиксировались. В среднесрочной перспективе согласованность между ценами на нефть Brent и ESG-индексом американского рынка была выше, что свидетельствует о менее значимом потенциале для хеджирования. Мы также подтвердили предположение о высокой эффективности хеджирования портфеля, состоящего из фьючерсов на природный газ в США, с помощью акций компаний с высокими ESG рейтингами.

После начала пандемии COVID-19 произошло снижение уровня согласованности изменения доходностей нефти Brent и ESG-ориентированных индексов на среднесрочном инвестиционном горизонте, что указывает на увеличение потенциала для хеджирования рыночных рисков. После усиления геополитической напряженности между Россией и Украиной в 2022 г. индексы акций компаний с высокими ESG-рейтингами предоставили возможности для диверсификации инвестиций во фьючерсы на нефть марки Brent.

В кратко- и среднесрочной перспективе в синхронном изменении рядов доходностей ESG-индексов и нефти Brent во время кризисных событий на рынке чаще лидировала нефть. Мы объясняем это тем, что данный сырьевой товар реагировал на шоковые события раньше котировок акций компаний, входящих в рассматриваемые индексы.

Настоящая работа предлагает различные направления для будущих эмпирических работ с применением вейвлет-анализа. Например, исследование целесообразности использования зеленых облигаций в качестве хеджирующих активов как во время кризисов, так и в течение периодов с ограниченной рыночной волатильностью может являться полезным инструментом для консервативных инвесторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Albuquerque R., Koskinen Y., Yang S., Zhang C. (2020). Resiliency of environmental and social stocks: An analysis of the exogenous COVID-19 market crash // *The Review of Corporate Finance Studies*. Vol. 9. P. 593–621.
2. Alnafrah I. (2024). ESG practices mitigating geopolitical risks: Implications for sustainable environmental management // *Journal of Environmental Management*. Vol. 358. Article 120923.
3. Aguiar-Conraria L., Azevedo N., Soares M. J. (2008). Using wavelets to decompose the time–frequency effects of monetary policy // *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. Vol. 387, No 12. P. 2863–2878.
4. Ameer H.B., Jawadi F., Jawadi N., Cheffou A.I. (2020). Assessing downside and upside risk spillovers across conventional and socially responsible stock markets // *Economic Modelling*. Vol. 88. P. 200–210.
5. Andersson E., Hoque M., Rahman M.L., Uddin G.S., Jayasekera R. (2022). ESG investment: What do we learn from its interaction with stock, currency and commodity markets? // *International Journal of Finance and Economics*. Vol. 27. P. 3623–3639.
6. Balcilar M., Gabauer D., Umar Z. (2020). Crude Oil futures contracts and commodity markets: New evidence from a TVP-VAR extended joint connectedness approach // *Resources Policy*. Vol. 73. Article 102219.
7. Bhattacharjee P., Mishra S., Kang S.H. (2023). Does market sentiment and global uncertainties influence ESG-oil nexus? A time-frequency analysis // *Resources Policy*. Vol. 86, Part. A. Article 104130.
8. Bossman A., Gubareva M., Teplova T. (2023). Economic policy uncertainty, geopolitical risk, market sentiment, and regional stocks: asymmetric analyses of the EU sectors // *Eurasian Economic Review*. Vol. 13. P. 321–372.
9. Broadstock D.C., Chan K., Cheng L.T.W., Wang X. (2021). The role of ESG performance during times of financial crisis: Evidence from COVID-19 in China // *Finance Research Letters*. Vol. 38. Article 101716.
10. Cagli E.C.C., Mandaci P.E., Taşkın D. (2023). Environmental, social, and governance (ESG) investing and commodities: dynamic connectedness and risk management strategies // *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*. Vol. 14, No. 5. P. 1052-1074.

11. Chen Y., Wei Y., Bai L., Zhang J. (2023). Can Green economy stocks hedge natural gas market risk? Evidence during Russia-Ukraine conflict and other crisis periods // *Finance Research Letters*. Vol. 53. Article 103632.
12. Ferrer R., Benítez R., Bolós V.J. (2021). Interdependence between Green Financial Instruments and Major Conventional Assets: A Wavelet-Based Network Analysis // *Mathematics*. Vol. 9, No. 8. Article 900.
13. Frikha W., Béjaoui A., Bariviera A.F., Jeribi A. (2024). What matters for comovements among gold, Bitcoin, CO2, commodities, VIX and international stock markets during the health, political and bank crises? // *Risks*. Vol. 12, No. 3. Article 47.
14. Gubareva M., Umar Z., Sokolova T., Antonyuk V. (2023). For whom does it pay to be a moral capitalist? Sustainability of corporate financial performance of ESG investment // *PLoS ONE*. Vol. 18, No 5. Article e0285027.
15. Jain M., Gagan D.S., Srivastava M. (2019). Can sustainable investment yield better financial returns: A comparative study of ESG indices and MSCI indices // *Risks*. Vol. 7. Article 15.
16. Jiang Y., Wang J., Lie J., Mo B. (2021). Dynamic dependence nexus and causality of the renewable energy stock markets on the fossil energy markets // *Energy*. Vol. 233. Article 121191.
17. Liu T., Hamori S. (2020). Spillovers to Renewable Energy Stocks in the US and Europe: Are They Different? // *Energies*. Vol. 13, No. 12. Article 3162.
18. Li J., Li G., Zhu X., Yao Y. (2020) Identifying the influential factors of commodity futures prices through a new text mining approach // *Quantitative Finance*. Vol. 20, No. 12. P. 1967–1981.
19. Liu T., Nakajima T., Hamori S. (2021). Which Factors Will Affect the ESG Index in the USA and Europe: Stock, Crude Oil, or Gold? // *SpringerBriefs in Economics, in ESG Investment in the Global Economy*. Chapter 0. P. 53–70.
20. Liu H., Pata U.K., Zafar M.W., Kartal M.T., Karlilar S., Caglar A.E. (2023). Do oil and natural gas prices affect carbon efficiency? Daily evidence from China by wavelet transform-based approaches // *Resources Policy*. Vol. 85, Part B. Article 104039.
21. Magazzino C., Giolli L. (2024). Analyzing the relationship between oil prices and renewable energy sources in Italy during the first COVID-19 wave through quantile and wavelet analyses // *Renewable Energy Focus*. Vol. 48. Article 100544.
22. Magazzino C., Shahbaz M., Adamo M. (2023). On the relationship between oil market and European stock returns // *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 30. P. 123452–123465.

23. Marín-Rodríguez N.J., González-Ruiz J.D., Botero S. (2022). Dynamic relationships among green bonds, CO2 emissions, and oil prices // *Frontiers in Environmental Sciences*. Vol. 10. Article 992726.
24. Melek N.C. (2018). The response of U.S. investment to oil price shocks: Does the shale boom matter? // *Economic Review*. Vol. 103, No 4. P. 39-61.
25. Mensi W., Al-Yahyaee K.H., Vo X.V., Kang S.H. (2021). Dynamic spillover and connectedness between oil futures and European bonds // *The North American Journal of Economics and Finance*. Vol. 56. Article 101342.
26. Omri A., Daly S., Nguyen D.K. (2015). A robust analysis of the relationship between renewable energy consumption and its main drivers // *Applied Economics*. Vol. 47. P. 2913–2923.
27. Pedini L. and Severini S. (2022). Exploring the hedge, diversifier and safe haven properties of ESG investments: A cross-quantilogram analysis // *Munich Personal RePEc Archive Paper № 112339*. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/112339/>.
28. Piserà S., Chiappini H. (2024). Are ESG indexes a safe-haven or hedging asset? Evidence from the COVID-19 pandemic in China // *International Journal of Emerging Markets*. Vol. 19, No. 1. P. 56–75.
29. Teplova T., Sokolova T., Kissa D. (2023). Revealing stock liquidity determinants by means of explainable AI: The role of ESG before and during the COVID-19 pandemic // *Resources Policy*. Vol. 86, Part B. Article 104253.
30. Torrence C., Compo G.P. (1998). A practical guide to wavelet analysis // *Bulletin of the American Meteorological Society*. Vol. 79. P. 61–78.
31. Torrence C., Webster P.J. (1999). Interdecadal changes in the ENSO–Monsoon system // *Journal of Climate*. Vol. 12. P. 2679–2690.
32. Umar Z., Gubareva M., Teplova T., Tran D.K. (2022). Covid-19 impact on NFTs and major asset classes interrelations: Insights from the wavelet coherence analysis // *Finance Research Letters*. Vol. 47, No. B. Article 102725.
33. Yahya M., Kanjilal K., Dutta A., Uddin G.S., Ghosh S. (2023). Can clean energy stock price rule oil price? New evidences from a regime-switching model at first and second moments // *Energy Economics*. Vol. 95. Article 105116.
34. Yu H. (2022). Does sustainable competitive advantage make a difference in stock performance during the Covid-19 pandemic? // *Finance Research Letters*. Vol. 48. Article 102893.
35. Zarembo, A., Umar, Z., Mikutowski, M. (2019). Inflation hedging with commodities: A wavelet analysis of seven centuries worth of data // *Economics Letters*, Vol. 181. P. 90–94.