

Научная статья

УДК 338.2

doi: 10.17223/19988648/59/17

Оценка влияния «углеродного» риска на российскую финансовую систему

Роман Михайлович Качалов¹, Ольга Владимировна Кудрявцева²,
Сергей Владимирович Чернявский³, Лилия Темуровна Альчикова⁴

^{1, 3} Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия

^{2, 4} МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

¹ kachalovlya@yandex.ru

² olgakud@mail.ru

³ vols85-85@mail.ru

⁴ olgakud@mail.ru

Аннотация. Глобальное изменение климата и переход стран к низкоуглеродной модели экономики ставят перед компаниями вызовы, связанные с климатическими рисками. Некорректная оценка рисков и неготовность компаний функционировать в новых условиях могут привести к крупным финансовым потерям. Цель данной работы – оценить влияние «углеродного» риска на российский финансовый рынок, а также определить наличие премии за данный риск с помощью регрессионных моделей и методов портфельного анализа. Полученные авторами оценки чувствительности секторов российской экономики к «углеродному» риску сигнализируют о том, что все секторы в той или иной степени подвержены риску, связанному с переходом к низкоуглеродной экономике. Наибольший вклад в чувствительность российской экономики к данному риску составляют нефтегазовая и энергетическая отрасли. Наименее чувствительны к риску компании, занимающиеся производством товаров широкого потребления, сферы здравоохранения и недвижимости. Авторами не было найдено статистически значимой премии за «углеродный» риск для российского финансового рынка. При интерпретации результатов необходимо принимать во внимание, что в силу недостатка данных о деятельности российских компаний при оценке моделей использовались факторы, отражающие тренды в мировой экономике. Несмотря на то, что полученные до настоящего момента оценки не учитывают региональных особенностей России, использованный авторами подход может представлять интерес для инвесторов и исследователей, занимающихся анализом ситуации на рынках, в которых также наблюдается недостаток или отсутствуют нефинансовые данные о компаниях.

Ключевые слова: изменение климата, антропогенное воздействие, низкоуглеродная экономика, климатические риски, «углеродный» риск, портфельный анализ

Источник финансирования: данное исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-010-00403-А).

Для цитирования: Качалов Р.М., Кудрявцева О.В., Чернявский С.В., Альчикова Л.Т. Оценка влияния «углеродного» риска на российскую финансовую систему // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. № 59. С. 275–289. doi: 10.17223/19988648/59/17

Original article

Assessment of the influence of carbon risk on the Russian financial system

Roman M. Kachalov¹, Olga V. Kudryavtseva²,
Sergey V. Chernyavskiy³, Lilia T. Alchikova⁴

^{1, 3} *Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russian Federation*

^{2, 4} *Moscow State University, Moscow, Russian Federation*

¹ *kachalovlya@yandex.ru*

² *olgakud@mail.ru*

³ *vols85-85@mail.ru*

⁴ *olgakud@mail.ru*

Abstract. Global climate change and the transition of countries to a low-carbon model of the economy pose challenges for companies to quantify factors associated with climate risks. Incorrect risk assessment and companies' unwillingness to function in the new conditions can lead to large financial losses. Carbon pricing drives down the value of shares of carbon-intensive companies, forcing them to lower production volumes, which challenges investors who are increasingly concerned about climate change risks to assess climate risks in order to manage them in their portfolios. The aim of this article is to assess the impact of carbon risk on the Russian financial market, as well as to determine the presence of a premium for this risk, which is a compensation that investors can already currently demand for their exposure to carbon risk, using regression models and portfolio analysis methods. The assessments of the sensitivity of sectors of the Russian economy to carbon risk obtained by the authors indicate that all sectors are more or less exposed to the risk associated with the transition to a low-carbon economy. The largest contribution to the sensitivity of the Russian economy to this risk is made by enterprises in the oil and gas and energy industries. Companies in the consumer goods, healthcare and real estate sectors are the least risk sensitive. The authors did not find a statistically significant premium for the carbon risk for the Russian financial market, which is consistent with the data of other researchers about the absence of a similar premium in other regions of the world (USA, Europe and Asia). When interpreting the results, it should be taken into account that, due to the lack of data on the activities of Russian companies, the models were evaluated using factors that reflect trends in the global economy. Despite the fact that the estimates obtained so far do not take into account the regional characteristics of Russia, the approach used by the authors may be of interest to investors and researchers involved in the analysis of the situation in markets that also lack non-financial data on companies. The results obtained indicate that the transition to a low-carbon economy can have a significant impact on the activities of various industries, which confirms the importance of research in this direction. Already, international companies are actively setting themselves the goal of achieving full carbon neutrality by using renewable energy sources in the production of their products.

Keywords: climate change, anthropogenic exposure, low carbon economy, climatic risks, “carbon” risk, portfolio analysis

Financial Support: The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, Project No. 20-010-00403-A.

For citation: Kachalov, R.M., Kudryavtseva, O.V., Chernyavskiy, S.V. & Alchikova, L.T. (2022) Assessment of the influence of carbon risk on the Russian financial system. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics*. 59. pp. 275–289. (In Russian). doi: 10.17223/19988648/59/17

Переход к низкоуглеродной экономике и сопутствующие ему «углеродные» риски

Переход к низкоуглеродной экономике несет для компаний финансовые риски, связанные с необходимостью адаптации к новым условиям. Таким образом, «углеродный» риск «...представляет собой оценку риска, который субъект экономической деятельности должен нести, делая свой стратегический выбор в отношении учета внешних факторов окружающей среды, связанных с его деятельностью» [1]. Введение цены на углерод влечет за собой снижение стоимости акций углеродоемких компаний, вынуждая снижать объемы производства, что ставит перед инвесторами задачу оценки климатических рисков с целью их контроля в своих портфелях. Одним из классических подходов для оценки финансовых рисков являются регрессионные многофакторные модели. Из наиболее известных работ, посвященных этим вопросам, является работа Ю. Фамы и К. Френча, описывающая построение трехфакторной модели, которая позволила объяснить разницу в доходностях активов не только с помощью рыночного риска, как было принято до этого в модели CAPM, но и с помощью двух других ранее не учтенных факторов, связанных с риском из-за капитализации компании и ее стоимости, опубликованная в 1992 г. [3]. Ю. Фама и К. Френч заметили, что для акций, на которых проводилось исследование¹, лучший объясняющий эффект имеет комбинация двух переменных – величина рыночной капитализации компании и показатель, отражающий отношение цены актива к его рыночной стоимости.

Многофакторная модель Фамы–Френча

Акции компаний были сгруппированы в 25 портфелей исходя из их размера и отношения балансовой стоимости к рыночной. Компании были независимо разделены на две равные группы по медиане капитализации (small и big), а также на три группы по показателю book-to-market equity: нижние – 30% (low), средние – 40% (medium) и верхние – 30% (high). Получившиеся портфели представлены в табл. 1.

¹ Акции компаний (за исключением финансовых), торгуемых на NYSE, Amex, NASDAQ с 1963 по 1990 г.

Таблица 1. Портфели, составленные по рыночной капитализации и соотношению book-to-market

	Low	Medium	High
Small	S/L	S/M	S/H
Big	B/L	B/M	B/H

Источник: составлено авторами на основе статьи Fama, French (1993).

В этих условиях уравнение трехфакторной модели Фамы–Френча имеет следующий вид:

$$R_i(t) = R_f(t) + \beta_{mkt,i} * MKT(t) + \beta_{smb,i} * SMB(t) + \beta_{hml,i} * HML(t), \quad (1)$$

где R_i – ожидаемая доходность актива; R_f – доходность безрискового актива; MKT (market) – премия за рыночный риск; $\beta_{mkt,i}$, $\beta_{smb,i}$, $\beta_{hml,i}$ – коэффициенты чувствительности к соответствующим факторам.

Фактор SMB (small minus big) по своей сути представляет имитирующий портфель (портфель безрискового заимствования) для отражения риска, связанного с размером компании. Он рассчитывается как разница средних доходностей портфелей с маленькой и большой капитализацией и примерно одинаковым отношением book-to-market:

$$SMB = 1/3 * (S/L + S/M + S/H) - 1/3 * (B/L + B/M + B/H). \quad (2)$$

Фактор HML (high minus low) отражает риск, связанный с оценкой компании рынком. Рассчитывается аналогично предыдущему фактору – как разница средних доходностей портфелей акций с самой высокой и самой низкой стоимостью к рыночной:

$$HML = 1/2 * (S/H + B/H) - 1/2 * (S/L + B/L). \quad (3)$$

Таким образом, имитирующий портфель – это портфель активов, построенный для отражения чувствительности актива к какому-либо фактору риска.

Методика построения BMG-фактора

Процесс построения BMG-фактора, предложенный в рамках проекта CARIMA (carbon risk management) для анализа чувствительности доходностей активов к «углеродному» риску [3], представлял собой доходности имитирующего портфеля и основывался на общедоступных рыночных данных о ценах акций компаний. Для определения составляющих портфеля предварительно необходимо разделить компании на группы по степени их экологичности, для чего авторы составили собственный экологический рейтинг, вычислив для каждой компании индивидуальный BGS (brown-green-score)-фактор. В рейтинг были включены только те компании, акции которых размещены на локальном рынке (т.е. выполнено условие первичного листинга), также компании с высокой капитализацией (т.е. обеспечено условие ликвидности активов) и компании нефинансового сектора (финансовый сектор меньше других отраслей подвержен «углеродному» риску). Использованные данные были получены из 4 основных баз данных

ESG¹ за период с января 2010 г. по декабрь 2017 г. Из 785 ESG-переменных авторы исключили факторы, отвечающие за социальные и управленческие аспекты, получив 363 фундаментальные переменные, потенциально описывающие экологические риски. Среди них только 131 переменная напрямую относится к углероду и проблеме изменения климата.

Для построения BGS было выбрано 10 экологических переменных, потенциально имеющих наибольшее влияние на финансовый рынок. Эти переменные были разделены на три группы, являющиеся факторами подверженности компании «углеродному» риску: «цепочка ценности» (value chain), «общественная оценка экологичности» (public perception) и «адаптационная гибкость производства» (adaptability). При вычислении BGS выделение переменных в разные группы позволило установить различные весовые коэффициенты для каждой из групп, считая переменные внутри группы в равной степени весовыми друг относительно друга.

Под «цепочкой ценности» авторы понимают переменные, отражающие текущий уровень выбросов углерода в производственном цикле и в последующей цепочке поставок компании. Снижение текущего уровня выбросов компаний является основной целью потенциального введения мер регулирования выбросов.

«Адаптационная гибкость производства» объединяет переменные, отражающие способность компании быстро приспосабливать производство к новым условиям, в частности при введении ограничений на выбросы углерода.

Каждой из 10 отобранных переменных авторы присвоили бинарные значения, сравнивая величину для отдельной компании с медианой среди всех компаний (больше, чем медиана, – 1, меньше – 0) и усредняя для каждого месяца внутри трех групп, получили показатели каждой группы для каждой компании за обозначенный период времени. Эти показатели используются в уравнении (4) для оценки BGS для каждой компании. Уравнение представляет собой взвешенную сумму полученных показателей, где веса отражают силу влияния конкретного фактора на подверженность компании риску. Предполагалось, что наибольший вес должна иметь «цепочка ценности» (value chain), так как именно она в первую очередь связана с финансовыми потерями от введения мер регулирования. Остальным показателям присвоены равные веса²:

$$BGS_{i,t} = 0,70 \text{ Value Chain}_{i,t} + 0,15 \text{ Public Perception}_{i,t} + 0,15 \text{ Adaptability}_{i,t}. \quad (4)$$

Полученные для каждой компании значения BGS лежат в интервале от нуля до единицы, где 0 – это «зеленые» компании, а 1 – «коричневые».

После определения уровня экологичности отдельно взятых компаний авторы делят их на портфели, чтобы впоследствии получить BMG-фактор. Это соответствует подходу Фамы-Френча, в рамках которого с помощью

¹ The Carbon Disclosure Project (CDP) Climate Change questionnaire dataset; the MSCI ESG Stats and the IVA ratings; the Sustainalytics ESG Ratings data and carbon emissions datasets; the Thomson Reuters ESG dataset.

² По предварительным оценкам, результаты устойчивы к изменению весов.

независимых сортировок компаний по двум признакам выделяется 6 портфелей: две равные группы, разделенные по медиане капитализации (small и big), а также на три группы по показателю book-to-market equity: нижние – 30% (low), средние – 40% (medium) и верхние – 30% (high).

Таблица 2. Портфели, составленные по рыночной капитализации и уровню экологичности компании

	Green	Neutral	Brown
Small	S/G	S/N	S/B
Big	B/G	B/N	B/B

Источник: составлено авторами на основе статьи Gorgen (2019).

Выделив акции в 6 портфелей (табл. 2), авторы посчитали их доходности, а затем определили сам BMG-фактор:

$$BMG = \frac{1}{2} * (S/B + B/B) - \frac{1}{2} * (S/G + B/G), \quad (5)$$

где доходности каждого портфеля одинаковым образом средневзвешены по рыночной капитализации компаний, что, в отличие от равных весов, лучше отражает ситуацию на рынке. Так, BMG-фактор является имитирующим портфелем, который отражает риск, связанный с уровнем экологичности компании, и может быть включен в качестве дополнительного фактора риска для лучшего объяснения доходности акций. Данные представлены в виде месячных доходностей с января 2010 г. по декабрь 2018 г.

Учет и анализ чувствительности к «углеродному» риску

Для учета BMG-фактора нами были загружены месячные доходности факторных портфелей для глобальной модели Фамы–Френча, опубликованные на сайте К. Френча. Рыночные котировки акций российских компаний, торгуемых на Московской бирже, были получены с помощью сервиса Yahoo Finance. Рыночные цены были конвертированы в американский доллар по биржевому курсу. Всего котировки были получены для 206 компаний, из которых было отобрано 100 самых ликвидных.

Будем использовать модель Фамы–Френча с добавлением BMG-фактора:

$$R_i(t) = \alpha_i + \beta_{mkt,i} * MKT(t) + \beta_{smb,i} * SMB(t) + \beta_{hml,i} * HML(t) + \beta_{bmg,i} * BMG(t) + \varepsilon_i. \quad (6)$$

Под оценкой подверженности и чувствительности к «углеродному» риску будем понимать β_{bmg} – оценку коэффициента при BMG-факторе в модели (6).

Отметим, что нами используются факторы, составленные по выборке компаний со всего мира. Согласно статье Фамы и Френча глобальные многофакторные модели имеют худшую объясняющую способность по сравнению с моделями, индивидуально построенными для имеющейся выборки [4]. Тем не менее для корректного использования BMG-фактора необходимо, чтобы все факторы риска в модели были построены с применением

ем одинаковой выборки данных, что обязывает нас учитывать глобальные факторы Фамы–Френча. Также в связи с тем, что нами используются глобальные факторы риска, соответствующие коэффициенты в модели имеют смысл чувствительности к глобальным экономическим явлениям, которые, согласно нашим предположениям, должны оказывать эффект и на российские компании.

Начнем анализ с объяснения доходностей фондового индекса MSCI Russia с помощью модели (6). Индекс торгуется в американских долларах и представляет взвешенный по капитализации портфель 24 крупнейших российских компаний, составляющих 85% капитализации рынка России.

При оценке классической модели Фамы–Френча (1) значимыми оказываются только факторы, связанные с рынком и стоимостью компании. В модели (6) также значим рыночный фактор (на 1% уровне) и BMG-фактор (на 1% уровне) с коэффициентом β_{bm} , равным 1,55, но при этом не значим ни один из факторов модели Фамы–Френча. Исправленный R^2 у модели (6) больше на 0,1, критерий Акаике меньше на 18 единиц, что позволяет заключить об относительно лучшей объясняющей способности модели, включающей в себя BMG-фактор.

Таблица 3. Сравнение моделей Фамы–Френча с BMG-фактором и без него

	Зависимая переменная:	
	MSCI Russia	
	(1)	(2)
MKT	1,519*** (0,188)	1,445*** (0,171)
SMB	0,479 (0,502)	–0,113 (0,472)
HML	0,678* (0,378)	0,178 (0,359)
BMG		1,555*** (0,339)
Constant	–0,008 (0,007)	–0,004 (0,006)
Observations	95	95
R^2	0,435	0,542
Adjusted R^2	0,417	0,522
AIC	–252,033	–269,953
Residual Std. Error	0,062 (df = 91)	0,056 (df = 90)
F Statistic	23,398*** (df = 3; 91)	26,653*** (df = 4; 90)

Источник: составлено авторами. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Далее приведем численные оценки чувствительности к «углеродному» риску секторов российского рынка в виде диаграммы размаха. Данные оценки получены путем регрессий доходностей отдельных компаний с помощью модели (6), выделения значимых (по F-статистике) моделей и объединения полученных оценок β_{bm} по секторам. Результаты приведены на рис. 1. Секторы отсортированы по возрастанию медианы β_{bm} , посчитанной

внутри каждого сектора. Пунктирная черта обозначает медианное значение коэффициента $\beta_{\text{bmг}}$ среди всех компаний в выборке.

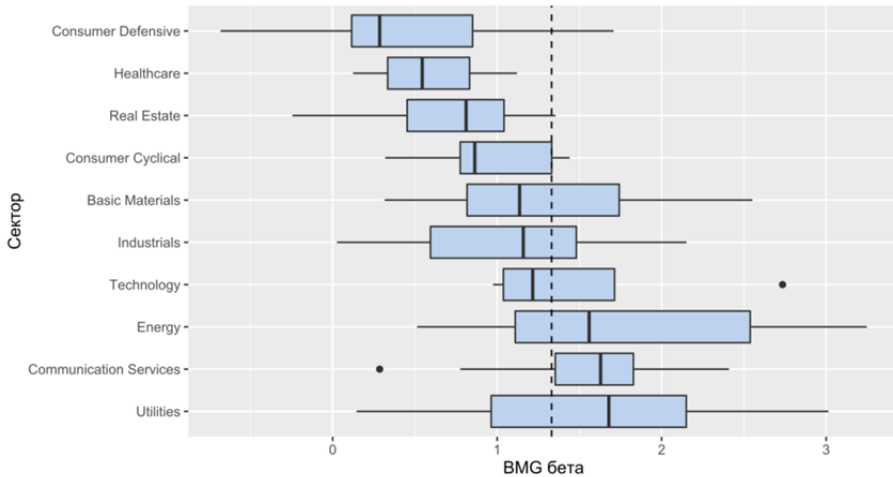


Рис. 1. Чувствительность секторов к «углеродному» риску.

Источник: составлено авторами

Заметим, что все сектора имеют медиану $\beta_{\text{bmг}}$ больше нуля, что означает, что компании всех секторов в той или иной степени подвержены риску, связанному с процессом перехода к низкоуглеродной экономике. Три сектора имеют медианы выше, чем медиана по всем компаниям: Utilities, Communication Services и Energy. При этом Energy имеет самые высокие значения в рамках интерквартильного размаха. Данные наблюдения ожидаемы для Utilities и Energy секторов, так как они представляют поставщиков и независимых производителей электроэнергетики, а также нефтегазовый сектор соответственно, для которых характерны большие объемы выбросов углерода. Самые низкие медианы $\beta_{\text{bmг}}$ соответствуют секторам Consumer Defensive, Healthcare и Real Estate.

На следующем этапе рассмотрим связи между будущими доходностями компаний и чувствительностью к BMG-фактору. Данный этап будет включать построение регрессий по формуле (6) для доходностей отдельных компаний, поперечный (cross-sectional) анализ полученных оценок $\beta_{\text{bmг}}$, проверку их стабильности при оценивании на непересекающихся интервалах времени, а также применение портфельного анализа для выявления связи между чувствительностью к BMG-фактору и будущими доходностями компании, т.е. для выявления премии за риск фактора, основанного на $\beta_{\text{bmг}}$.

Для полноты анализа будем получать оценки $\beta_{\text{bmг}}$, используя интервалы времени различной длины, исходя из соображений, что экологичность компании непостоянна и меняется со временем в зависимости от деятельности компании. В таком случае выбор слишком длинного интервала для

оценивания захватил бы различные состояния деятельности компании, это привело бы к тому, что оценка перестала бы быть релевантной, что важно для анализа связи с будущими доходностями. При этом слишком короткий интервал, наоборот, может быть недостаточен для того, чтобы получить достаточно устойчивую оценку.

Будем рассматривать интервалы промежутком 3, 4 и 5 лет. В рамках поперечного анализа вычислим минимум, максимум, квартили, среднее арифметическое, медиану и стандартное отклонение. Для этого в первую очередь вычислим оценки для всевозможных интервалов заданной длины. Затем в рамках каждого интервала вычислим указанные выше характеристики и после этого возьмем их среднее значение по всем интервалам. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4. Описательная статистика оценок β_{bmg}

Промежуток	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	SD
3 года	-0,2699	0,8953	1,4158	1,4323	1,9710	3,2553	0,9416
4 года	0,0096	0,9599	1,4676	1,5031	1,9841	3,2351	0,8606
5 лет	0,2740	1,0100	1,5031	1,5423	1,9776	3,1518	0,7815

Источник: составлено авторами.

Заметим, что с ростом длины рассматриваемых интервалов падает стандартное отклонение оценок, становится меньше интерквартильный размах, а минимумы и максимумы принимают менее экстремальные значения. Среднее значение оценок β_{bmg} имеет магнитуду порядка 1,5, что согласуется с полученным нами результатом при построении модели (6) для доходностей индекса MSCI Russia.

Далее для каждого из промежутков (3, 4, 5 лет) проверим стабильность оценок β_{bmg} . Получим набор оценок на непересекающихся интервалах времени и вычислим корреляции между ними. Сначала оценки вычисляются для первого доступного интервала заданной длины, а затем для интервалов такой же длины, получаемых с помощью последовательных сдвигов данных на год. Далее последовательно вычисляются корреляции между оценками, полученными на первом интервале, и оценками, полученными на каждом последующем. При этом все интервалы, пересекающиеся с первым, игнорируются с целью исключить корреляцию, возникающую из-за использования одинаковых наблюдений. При расчете корреляций выбираются только те компании, у которых доступны необходимые наблюдения для оценки β_{bmg} на двух соответствующих интервалах.

Ожидается, что для каждого промежутка (3, 4, 5 лет) максимальная корреляция будет наблюдаться в строке с ближайшим доступным интервалом (наименьшим сдвигом) и монотонно падать с каждым последующим интервалом, так как за большие промежутки времени изменение характеристик компаний более вероятно, из чего и следует уменьшение корреляции с оценками, произведенными на самом первом доступном интервале.

Таблица 5. Корреляции между оценками, посчитанными на различных промежутках

Сдвиг	3 года	Промежуток	
		4 года	5 лет
1 год			
2 года			
3 года	0,3387		
4 года	0,4419	0,4245	
5 лет	0,4066	0,2945	0,2850

Источник: составлено авторами.

Заметим, что ожидаемое поведение не выполняется для первого столбца, соответствующего трехлетнему промежутку времени. Предположительно эта особенность связана с выбросами в данных и шумностью оценок, что сигнализирует о том, что интервал в три года недостаточен. Уменьшение корреляции при использовании промежутка в 5 лет предположительно связано либо с тем, что данный интервал слишком велик, либо с тем, что после сдвига интервала на 5 лет доступными остаются 4 года, что включает меньше информации, чем в рассматриваемом промежутке. В целом приведенные в таблице значения от 0,29 до 0,44, с учетом изначального предположения об изменчивости уровня экологичности компании, говорят о том, что данная характеристика относительно стабильна и может быть использована для анализа связи с будущими доходностями компаний.

Премия за «углеродный» риск

В общем случае премия за риск представляет собой прибыль, которую инвестор может рассчитывать сверх уровня дохода от инвестиций с нулевыми рисками, т.е. представляет собой оценку уровня риска предполагаемых инвестиций, выраженную в деньгах. Таким образом, премия за углеродный риск – это компенсация, которую инвесторы уже в настоящее время могут требовать за подверженность их вложений риску выбросов углерода.

При помощи методики портфельного анализа проверим, есть ли связь между оцененной нами $\beta_{\text{bmг}}$ и будущими доходностями компаний. Данный подход аналогичен подходу, который был использован Фамой и Френчем для построения имитирующих портфелей, за исключением того, что сортировка производится по одной переменной. В зарубежной литературе данный метод называется *univariate portfolio analysis*, а при сортировке по двум переменным, как при построении факторов в модели Фамы–Френча, – *bivariate*. Портфельный анализ позволяет сделать вывод о связи двух переменных без дополнительных предположений о характере функциональной зависимости между ними, что является преимуществом по сравнению с классическими параметрическими методами, такими как регрессия.

Проведем сортировку компаний по оцененной для них $\beta_{\text{bmг}}$, разделим их на равные части с помощью квантилей и рассчитаем доходности соответствующих этим частям портфелей. Основной интерес представляет доходность портфеля, полученного как разность портфеля, соответствующего наибольшей квантили $\beta_{\text{bmг}}$, и портфеля, соответствующего наименьшей квантили $\beta_{\text{bmг}}$. По построению доходности данного разностного портфеля будут выражать разницу между доходностями компаний с высокой $\beta_{\text{bmг}}$ и компаниями с низкой $\beta_{\text{bmг}}$, что и означает премию за риск. Например, если доходности нулевые или статистически незначимы, то премия за риск отсутствует, а если значимо положительны, то инвестор может ожидать дополнительный доход за взятие на себя риска, связанного с высокой $\beta_{\text{bmг}}$.

Отметим, что портфельный анализ в нашей работе несколько отличается от классического подхода тем, что величиной, представляющей наш интерес, является не непосредственно наблюдаемая характеристика компаний, такая как интенсивность выбросов или позиция в экологическом рейтинге, а мера, зависящая от изменения анализируемых доходностей и доходностей портфеля, имитирующего фактор (т.е. $\beta_{\text{bmг}}$). Наше предположение заключается в том, что если доходность наиболее неэкологичных компаний в среднем выше, чем наиболее экологичных, т.е. положительна доходность BMG-фактора, то в том случае, если анализируемые доходности принадлежат неэкологичной компании, ее доходности должны, при прочих равных, испытывать больший прирост за счет роста фактора, чем доходности более экологичной компании, из чего следует большая величина «углеродной» беты для более неэкологичных компаний. Таким образом, следуя нашим рассуждениям, сортировка компаний по возрастанию «углеродной» беты в теории должна соответствовать сортировке согласно фундаментальной оценке экологичности компании (BGS в случае BMG-фактора).

В работе «Почему высокая подверженность бета-факторам не приносит ожидаемую прибыль?» [5] сравниваются доходности факторов, построенных по характеристикам компаний, с доходностями факторов, построенных по оцененным бетам, аналогично нашему портфельному анализу $\beta_{\text{bmг}}$. Авторы приходят к выводу, что в большинстве случаев факторы, оценивающие влияние общей ситуации на рынке, не имеют премии за риск, но полезны для управления рисками в портфеле. Также показано, что в случае высокой корреляции между оценками общей ситуации на рынке и характеристикой, лежащей в основе оригинального фактора, результаты сортировок по бетам и характеристике схожи, что приводит к построению идентичных портфелей и, как следствие, идентичным доходностям факторов. В таком случае фактор, построенный по бетам, и фактор, построенный по характеристике компаний, можно считать взаимозаменяемыми.

В [3] была проведена оценка премии за «углеродный» риск для мирового рынка, а также США, Европы и Азии. Во всех случаях авторами не было найдено статистически значимой премии за риск. Согласно авторам, одним из возможных объяснений является то, что в рассматриваемый пе-

риод инвесторы не были способны адекватно оценить «углеродный» риск. Далее мы дополним их результаты, применив оценки β_{bmg} для поиска премии за риск на российском рынке.

В табл. 6 приведены результаты построения разностных портфелей для рассматриваемых промежутков. Оценки β_{bmg} рассчитываются на первом доступном интервале, формируется соответствующий разностный портфель, доходности которого рассматриваются на оставшемся интервале данных, не включающем интервал, использованный для оценок β_{bmg} . Данная процедура выполняется для каждого из 3 промежутков. В таблице приведены средние доходности полученных портфелей, а также р-значения для проверки гипотезы о том, что средние доходности отличны от нуля.

Таблица 6. Будущие доходности разностных портфелей

Промежуток для оценки β_{bmg}	Средняя доходность	р-значение
3 года	0,0034	0,6393
4 года	0,009	0,2339
5 лет	0,0094	0,2584

Источник: составлено авторами.

Таким образом, вне зависимости от используемого для оценки промежутка мы не находим статистически значимой отличной от нуля доходности фактора, построенного на основе оценок β_{bmg} . Средние доходности, полученные при использовании промежутков в 4 года и 5 лет, немного выше, чем средняя доходность, соответствующая промежутку в 3 года. Тем не менее в силу незначимости результатов нельзя сделать выводы о том, является ли это действительным трендом или следствием шума в оценках. Кроме того, в случае значимости результатов дополнительно потребовалось бы провести поправку доходностей на систематические риски, чтобы выяснить, связана ли доходность рассматриваемого портфеля с анализируемой переменной или же зависит от других факторов.

Заключение

Отсутствие премии за «углеродный» риск для российского финансового рынка согласуется с результатами [3] об отсутствии аналогичной премии в других регионах, а также глобальной выборке. Для более точного ответа на этот вопрос для российского рынка необходимо провести исследование, анализирующее фактор, связанный с экологичностью компаний, построенный на основе фундаментальных характеристик, а не косвенно оцениваемых коэффициентов чувствительности. Тем не менее К. Брайтман и др. приходят к выводу, что факторы, построенные на основе коэффициентов чувствительности, не менее важны для управления рисками, чем их фундаментальные аналоги [5].

Таким образом, рассматриваемый подход может представлять интерес для инвесторов и исследователей, занимающихся анализом ситуации на рынках, в которых наблюдается недостаток требуемых нефинансовых данных о компаниях. Так как, согласно исследованиям, инвесторы все больше

обеспокоены рисками, связанными с изменением климата, то данный подход может позволить им получить численную оценку подверженности их портфеля «углеродному» риску, например, с целью его хеджирования. Принимая во внимание полученную нами значимость фактора при объяснении доходностей российских компаний, мы получаем эмпирическое подтверждение существенности данного риска для российской экономики в целом, а также ее секторов.

Переход к низкоуглеродной экономике может оказать значительное влияние на деятельность различных отраслей [6, 7], что подтверждает значимость исследований в данном направлении. Международные компании активно ставят перед собой цели достижения полной углеродной нейтральности, используя в производстве своей продукции возобновляемые источники энергии (например, известная компания по производству продуктов питания и напитков Нестле и др.).

Полученные оценки чувствительности секторов российской экономики к «углеродному» риску сигнализируют о том, что все они в той или иной мере подвержены рискам, связанным с переходом к низкоуглеродной экономике. Наибольший вклад в чувствительность российской экономики к данному риску составляют нефтегазовая и энергетическая отрасли. Наименее чувствительны к риску компании, занимающиеся производством товаров широкого потребления, сферы здравоохранения и недвижимости.

Для интерпретации данных результатов следует учитывать, что при оценке моделей использовались факторы, отражающие тренды в мировой экономике, поэтому полученные оценки не учитывают региональных особенностей России. К сожалению, предложенный в [3] подход принципиально не может разрешить эту проблему, поэтому в рамках будущих исследований было бы оправдано построение региональной модели, основанной на выборке исключительно из российских компаний. Необходимым условием для подобного исследования является наличие нефинансовых данных об экологичности на уровне отдельно взятых компаний. На данный момент все больше российских компаний публикуют соответствующие отчеты, а также появляются перспективные экологические рейтинги, которые можно было бы использовать для исследований в будущем и впоследствии отказаться от компромиссных подходов, связанных с недостатком данных.

Список источников

1. *Углеродный риск* // frwiki.wiki. URL: http://ru.frwiki.wiki/wiki/Risque_carbone
2. Brightman C., Henslee F., Kalesnik V., Feifei Li, Linnainmaa Ju. Why Are High Exposures to Factor Betas Unlikely to Deliver Anticipated Returns? // The Journal of Portfolio Management QES Special Issue. 2022. № 48 (2). P. 144–163. doi: 10.3905/jpm.2021.1.310
3. Fama E.F., French K.R. The cross-section of expected stock returns // The Journal of Finance. 1992. № 47 (2). P. 427–465. doi: 10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x
4. Fama E.F., French K.R. Size, value, and momentum in international stock returns. // Journal of financial economics. 2012. № 105 (3). P. 457–472. doi: 10.1016/j.jfineco.2012.05.011

5. Görgen M., Jacob A., Nerlinger M., Riordan R., Rohleder M., Wilkens M. Carbon risk. // SSRN Electronic Journal. 2019. doi: 10.2139/ssrn.2930897

6. Kudryavtseva O.V., Baraboshkina A.V. Low-carbon development: challenges for Russia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2021. № 5.1. P. 301–306. doi: 10.5593/sgem2021/5.1/s20.038

7. Тулупов А.С. Оценка риска загрязнения окружающей среды: обзор и систематизация методологических подходов и методического обеспечения // Вестник Московского университета. Экономика. 2021. № 4. С. 3–27.

References

1. Frwiki.wiki. (n.d.) *Uglerodnyy risk* [Carbon risk]. [Online] Available from: http://ru.fwiki.wiki/wiki/Risque_carbone.

2. Brightman, C. et al. (2022) Why Are High Exposures to Factor Betas Unlikely to Deliver Anticipated Returns? *The Journal of Portfolio Management QES Special Issue*. 48 (2). pp. 144–163. DOI: 10.3905/jpm.2021.1.310

3. Fama, E.F. & French, K.R. (1992) The cross-section of expected stock returns. *The Journal of Finance*. 47 (2). pp. 427–465. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x

4. Fama, E.F. & French, K.R. (2012) Size, value, and momentum in international stock returns. *Journal of Financial Economics*. 105 (3). pp. 457–472. DOI: 10.1016/j.jfineco.2012.05.011

5. Görgen, M. et al. (2019) Carbon risk. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.2930897

6. Kudryavtseva, O.V. & Baraboshkina, A.V. (2021) [Low-carbon development: challenges for Russia]. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*. Proceedings of the International Conference. 5.1. Albena. 26 June – 5 July 2021. Albena: SGEM. pp. 301–306. DOI: 10.5593/sgem2021/5.1/s20.038

7. Tulupov, A.S. (2021) Environmental risk assessment: review and systematization of methodology and methodical support. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ekonomika – Moscow University Economics Bulletin*. 6. pp. 3–27. (In Russian). DOI: 10.38050/0130010520216.1

Сведения об авторах:

Качалов Р.М. – доктор экономических наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН (Москва, Россия). E-mail: kachalovlya@yandex.ru

Кудрявцева О.В. – доктор экономических наук, профессор, МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия). E-mail: olgakud@mail.ru

Чернявский С.В. – доктор экономических наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН (Москва, Россия). E-mail: vols85-85@mail.ru

Альчикова Л.Т. – экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия). E-mail: olgakud@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

R.M. Kachalov, Dr. Sci. (Economics), Professor. Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS) (Moscow, Russian Federation). E-mail: kachalovlya@yandex.ru

O.V. Kudryavtseva, Dr. Sci. (Economics), Professor, Moscow State University (Moscow, Russian Federation). E-mail: olgakud@mail.ru

S.V. Chernyavskiy, Dr. Sci. (Economics), Professor. Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS) (Moscow, Russian Federation). E-mail: vols85-85@mail.ru

L.T. Alchikova, Moscow State University (Moscow, Russian Federation). E-mail: olgakud@mail.ru

The authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию 14.06.2022;
одобрена после рецензирования 01.07.2022; принята к публикации 12.09.2022.*

*The article was submitted 14.06.2022;
approved after reviewing 01.07.2022; accepted for publication 12.09.2022.*