

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Портфельные построения на рынке акций на основе методов оболочечного анализа и стохастической границы

© 2024 г. Т.В. Теплова, Т.В. Соколова, А.И. Ханиев

Т.В. Теплова,

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва;
e-mail: teplova@hse.ru*

Т.В. Соколова,

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва;
e-mail: tv.sokolova@hse.ru*

А.И. Ханиев,

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва;
e-mail: ahaniev@hse.ru*

Поступила в редакцию 25.08.2023

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

Аннотация. В работе сопоставлены результаты применения параметрического метода анализа стохастической границы (Stochastic Frontier Analysis, SFA) и непараметрического метода оболочечного анализа данных с корректировкой на асимметричное смещение (Bias-corrected Data Envelopment Analysis, DEA) для формирования интегральных метрик отбора акций в портфель на основе разноплановых финансовых и нефинансовых показателей компаний-эмитентов США. Реализован авторский подход, при котором «входные» и «выходные» показатели для моделей анализа стохастической границы и оболочечного анализа данных предварительно отбираются с помощью регрессионного анализа. Учитывается отклонение выявленных показателей компаний выборки от медианных отраслевых значений. Выявлено, что значимыми характеристиками корпоративного управления в объяснении доходности акций являются размер совета директоров, доля независимых директоров, посещаемость заседаний совета директоров, а среди финансовых и биржевых характеристик — отношение чистого долга к EBITDA и прошлая доходность акций (эффект импульса). Показано, что портфели из 20–30 ценных бумаг, построенные на основе авторских интегральных метрик, оказались более эффективными по доходности и по соотношению риск—доходность, чем индекс S&P 500 и равно-взвешенный портфель всех рассматриваемых акций. Проверка устойчивости выводов проведена путем сопоставления с портфелями, построенными случайным образом (метод Монте-Карло). Полученные результаты устойчивы как для периода до пандемии коронавируса COVID-19 (2008–2019 гг.), так и для периода пандемии и роста геополитической напряженности в 2020–2022 гг. С 2008 по 2019 г. портфели, созданные с применением метода оболочечного анализа данных, были более эффективными, чем те, которые основаны на моделях анализа стохастической границы. В период с 2020 по 2022 г. — наоборот; последние продемонстрировали лучшие результаты.

Ключевые слова: анализ среды функционирования (Data envelopment analysis, DEA); анализ стохастической границы (Stochastic frontier analysis, SFA); портфель акций; совет директоров; корпоративное управление.

Классификация JEL: C51, C61, G11.

УДК: 336.763.2.

Для цитирования: Теплова Т.В., Соколова Т.В., Ханиев А.И. (2024). Портфельные построения на рынке акций на основе методов оболочечного анализа и стохастической границы // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 2. С. 123–138. DOI: 10.31857/S0424738824020102

ВВЕДЕНИЕ

Отбор инвестиционно-привлекательных акций в портфель с целью превышения доходности, или коэффициента Шарпа, над традиционными пассивными стратегиями инвестирования в индекс остается не простой задачей. В работе (Fama, French, 2010) показано, что только около 2% активных фондов могут превзойти по доходности индексы фондового рынка (после вычета комиссионных платежей). Также открытым исследовательским вопросом является возможность отбора в портфель акций посредством непараметрического метода оболочечного анализа данных с корректировкой на асимметричное смещение (Data Envelopment Analysis, DEA) или метода анализа стохастической границы (Stochastic Frontier Analysis, SFA). В нашей работе с применением двух методов DEA и SFA мы строим интегральные индексы, которые позволяют ранжировать акции по привлекательности включения в портфель. Эти два метода позволяют включить в анализ большое число разноплановых показателей финансового состояния компаний и качества корпоративного управления, а также биржевых характеристик акций. Ряд работ демонстрирует эффективность применения непараметрического метода DEA для портфельных построений на рынках акций и облигаций (Теплова, Соколова, 2017; Pătări, Karell, Luukka, 2018; Chen et al., 2021). В этой работе мы сопоставляем результаты, полученные с помощью DEA и SFA, и предлагаем авторский алгоритм отбора входных и выходных параметров, который, насколько нам известно, ранее не применялся.

Мы развиваем направление работ (Chen et al., 2021; Maiti, 2021; Cesarone, Martino, Carleo, 2022) с учетом финансовых и нефинансовых показателей компаний-эмитентов. Мы предлагаем оригинальный подход к построению интегральной метрики (индекса) инвестиционной привлекательности с учетом широкого набора показателей по трем проекциям: 1) финансового состояния (причем не по абсолютным значениям относительных показателей, а по превышению над отраслевыми медианными уровнями), 2) качеству корпоративного управления (КУ) компаний-эмитентов, 3) биржевым характеристикам акций. Авторы работ (Faridi et al., 2023; Behera et al., 2023) сопоставляют параметрические методы отбора ценных бумаг в портфель с непараметрическими, но они используют ряд стандартных финансовых показателей компаний-эмитентов в качестве входных и выходных параметров в рамках DEA без предварительной оценки их способности объяснить различия в доходности акций. В нашей работе реализован двухэтапный алгоритм: 1) отбор значимых факторов влияния на доходность, 2) применение SFA и DEA для построения авторских интегральных метрик, по которым будут ранжироваться акции выборки.

Совет директоров (далее — СД) играет центральную роль в обеспечении эффективности компании, определяя стратегические направления развития и контролируя деятельность менеджмента. Согласно агентской теории (Agency theory) одной из важных функций СД является мониторинг деятельности менеджмента компании (Jensen, Meckling, 1976). Агентская теория сосредоточена на надзорной и контрольной функциях СД (Gul, Leung, 2004; Pucheta-Martínez, Gallego-Álvarez, 2020). В работе (García-Sánchez et al., 2021) эмпирически показано, что независимые директора обеспечивают более строгое соблюдение регуляторных требований. А в статье (Kanagaretnam, Lobo, Whalen, 2013) обнаружено положительное влияние доли независимых директоров в составе СД на будущую доходность акций компании и на будущую операционную прибыль. Но существуют и эмпирические работы с противоположными результатами, например, (Agrawal, Knoeber, 1996) показали, что высокая доля независимых директоров негативно влияет на коэффициент Q-Тобина, что может быть обусловлено политическими причинами назначения таких директоров (примеры включают политиков, защитников окружающей среды и активистов в области защиты прав потребителей).

Согласно теории стейкхолдеров (stakeholder theory) большая численность СД и его разнообразный состав способствуют повышению корпоративной устойчивости и созданию долгосрочной стоимости компании путем учета интересов широкого круга заинтересованных сторон (Freeman, 1984; Макеева и др., 2022). Эмпирическое исследование (Pucheta-Martínez, Gallego-Álvarez, 2020) на выборке компаний из 34 стран показывает, что доля независимых членов СД и численность СД положительно влияют на Q-Тобина. Однако в (Chu, Yang, 2021) авторы приходят к противоположному выводу относительно влияния размера СД на рынке США.

Д. Ермак (Yermack, 1996) на примере рынка США находит эмпирические доказательства того, что численность СД отрицательно влияет на Q-Тобина. В исследовании (Lipton, Lorsch, 1992) утверждается, что, даже если возможности мониторинга расширяются с численностью СД, преимущества перевешиваются такими издержками, как более медленное принятие решений, менее открытое обсуждение эффективности менеджмента и предубеждения против принятия риска.

Авторы (Ben Fatma, Chouaibi, 2023) находят сильную отрицательную связь между стоимостью финансовых компаний в Европе и числом членов СД.

Основной канал информации, через который директора (члены СД) получают необходимые сведения для выполнения своих обязанностей, — посещение заседаний СД (Adams, Ferreira, 2009). В работе (Cai, Garner, Walkling, 2009) показано, что рыночные инвесторы обращают особое внимание на посещаемость заседаний СД при голосовании. Однако авторы (Pandey, Vithessonthi, Mansi, 2015) не находят значимого влияния посещаемости заседаний СД на Q-Тобина, отдачу на активы и рентабельность продаж.

Поскольку выводы предыдущих работ относительно влияния характеристик СД на доходность акций противоречивы, актуальным представляется дальнейшее изучение данного вопроса с использованием современных данных. Нами рассматривается период более длительный, чем в большинстве предыдущих работ (Francis, Hasan, Wu, 2012; Kanagaretnam, Lobo, Whalen, 2013; Chu, Yang, 2021): с 2007 по 2022 г. В этот период произошел глобальный финансовый кризис 2008–2009 гг., Европейский долговой кризис 2010–2012 гг., период снижения цен на нефть 2014–2015 гг., кризис, вызванный пандемией коронавируса 2020–2021 гг., и рост геополитической напряженности (2014 и 2022 г.). Это обуславливает необходимость включения макропоказателей как контрольных переменных.

1. ОБЗОР РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Мы выделяем два направления нашего анализа инвестиционной привлекательности акций: выявление факторов—детерминант доходности и портфельные построения с применением регрессионного анализа и с учетом выявленных показателей влияния.

В рамках первого направления в большинстве современных работ акцент делается на выявление роли нефундаментальных факторов, включая качество корпоративного управления (Chu, Yang, 2021; Rahman, Talukdar, Bhuyan, 2021), поскольку роль финансовых факторов детально исследовали ранее (Basu, 1983; Titman, Wei, Xie, 2004; Fama, French, 2015; Navratil, Taylor, Vecer, 2021). В настоящем исследовании анализируется влияние таких факторов корпоративного управления, как численность членов СД, независимость СД и посещаемость заседаний СД. В работе (Chu, Yang, 2021) анализ рынка США показывает отрицательную связь между числом членов СД и эффективностью деятельности компании. Исследование (Ben Fatma, Chouaibi, 2023) обнаружило сильное отрицательное влияние численности СД на стоимость финансовых компаний на рынке Европы. В работе (Francis, Hasan, Wu, 2012) на рынке США выявлена положительная и значимая связь между независимостью СД и посещаемостью заседаний СД, с одной стороны, и кумулятивной доходностью акций — с другой стороны. Авторы (Kanagaretnam, Lobo, Whalen, 2013) на примере рынка США показали, что фирмы с более независимыми СД имеют более высокие показатели ROA и доходности акций в период после принятия закона Сарбейнса—Оксли (Sarbanes—Oxley Act). И, наконец, (Rahman, Talukdar, Bhuyan, 2021) выявили отрицательную связь между долей независимых директоров и короткими продажами. Вышеперечисленные выводы более ранних работ указывают на благоприятные перспективы использования нефинансовых показателей в качестве факторов—детерминант доходности акций.

В нашей работе в русле предыдущих исследований (Chu, Yang, 2021; Francis, Hasan, Wu, 2012) рассматриваются компании США, акции которых включены в индекс S&P 500.

С точки зрения методологии в рамках первого направления традиционно применяются модели регрессионного анализа. Отличие нашей работы от большинства предыдущих исследований заключается в том, что мы *выявляем зависимости с учетом отраслевой специфики*. Из финансовых показателей и показателей корпоративного управления (КУ) вычитается медианное значение по отрасли. Это важно, поскольку в ряде предыдущих работ показаны значимые различия между финансовыми показателями и показателями КУ по отраслям (Francis, Hasan, Wu, 2012; Rahman, Talukdar, Bhuyan, 2021). Помимо этого, мы используем для анализа более длительный период времени.

В рамках второго направления для сопоставления компаний по привлекательности включения в портфель разработаны модели, основанные на DEA (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978; Banker, Charnes, Cooper, 1984) и SFA (Aigner, Lovell, Schmidt, 1977; Meeusen, Den Broeck, 1977). Согласно методу DEA эффективность трактуется как отношение взвешенной суммы выходных параметров (результатов, выгод) к взвешенной сумме входных параметров (ресурсов, затрат, рисков). Согласно

методу SFA эффективность оценивается как отношение наблюдаемой производительности к максимально возможной.

К преимуществам непараметрического метода DEA можно отнести: а) отсутствие необходимости формулирования гипотез о вероятностном распределении параметров, б) отсутствие необходимости предварительного задания весовых коэффициентов для входных и выходных параметров, в том числе на основе экспертных оценок (веса определяются автоматически в ходе решения оптимизационных задач), в) возможность выявить акции с наивысшими оценками эффективности (оптимальности) инвестирования средств с одновременным учетом совокупности различных факторов (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978; Banker, Charnes, Cooper, 1984; Теплова, Соколова, 2017).

К преимуществам параметрического метода SFA можно отнести: способность обеспечить большую гибкость в определении технологии производства (функциональная форма) и моделирование внешних эффектов / экзогенных переменных.

В работе (Pätäri, Leivo, Honkapuro, 2012) для анализа фондового рынка Финляндии сначала с применением DEA проводится ранжирование и разбиение на квантили акций компаний, затем оценивается эффективность соответствующих поквантильных портфелей. Авторы приходят к выводу, что портфели с наибольшими оценками эффективности согласно DEA значительно превосходят портфели с наименьшими оценками по метрикам риск-доходности. При этом доходность портфелей с наибольшими оценками эффективности согласно DEA увеличивается, если в набор переменных DEA включается моментум-характеристика акций (т.е. ее прошлая динамика). В нашем анализе также применяется моментум-фактор.

В работе (Edirisinghe, Zhang, 2008) авторы предложили использовать показатель устойчивости фирмы, построенный с применением DEA-модели на основе широкого спектра финансовых показателей, для анализа рынка США. Авторы приходят к выводу, что показатель устойчивости для заданного квартала коррелирует с доходностью акций того же квартала, а также сильно коррелирует с лагированной доходностью, подтверждая гипотезу, что реакция может наблюдаться через некоторое время после опубликования отчетности. Портфель акций с наивысшим показателем устойчивости превзошел индекс S&P 500 в коэффициенте Шарпа. В работе (Edirisinghe, Zhang, 2008) также сопоставлены текущие показатели компании с будущей доходностью акций, что представляет интерес для прогноза цен акций.

В работе (Pätäri, Karell, Luukka, 2018) для рынка США показано, как на первом этапе в портфели отбираются акции с применением ряда методов многокритериального принятия решений, включая DEA. На втором этапе оцениваются доходности и риски построенных портфелей. Показано, что все рассмотренные методы подходят для построения портфеля, способного превзойти индекс-бенчмарк (эталон) по метрикам соотношения риска к доходности; при этом авторы отмечают высокую эффективность метода DEA для построения инвестиционной стратегии. А исследование (Chen et al., 2021) продемонстрировало, что, совмещая нефинансовые показатели ESG с финансовыми методом DEA, можно сформировать портфели, которые превосходят индекс S&P 500 по доходности с поправкой на риск.

В исследовании (Neukirchen et al., 2022) была найдена высокая положительная статистически значимая связь между оценкой эффективности компаний как методом DEA, так и SFA и доходностью акций США во время падения фондового рынка в период кризиса, связанного с COVID-19. Наиболее эффективные портфели, сформированные методами DEA и SFA, значительно обогнали фондовый индекс по доходности. Однако авторы рассмотрели только один кризисный период, мы же применяем эти методы на значительно более длительном интервале времени.

В отличие от предыдущих работ (Edirisinghe, Zhang, 2008; Pätäri, Leivo, Honkapuro, 2012; Pätäri, Karell, Luukka, 2018; Chen et al., 2021; Neukirchen et al., 2022) в нашем исследовании предварительно отбираются «входные» и «выходные» параметры для применения методов DEA и SFA: мы отбираем показатели, значимо влияющие на «избыточную» доходность акций (по сравнению с медианной оценкой). Кроме того, оригинальность нашего подхода заключается в том, что мы сопоставляем построенные инвестиционные стратегии по доходности и риску не только с фондовым индексом, но и с портфелями, сформированными случайным образом методом Монте-Карло. Помимо этого, в нашей работе сопоставляются результаты применения вышеописанных методов.

2. ГИПОТЕЗЫ

Мы выдвигаем две группы гипотез.

Первая группа гипотез касается влияния нефундаментальных факторов на доходность акций компаний с учетом отрасли эмитента.

Гипотеза 1.1. Число членов СД значимо отрицательно влияет на доходность акций компании-эмитента.

Гипотеза 1.2. Посещаемость заседаний СД значимо положительно влияет на доходность акций компании-эмитента.

Таблица 1. Переменные, используемые для построения регрессионных моделей (объясняемая переменная — *Return*)

Переменная	Описание	Исследования, в которых применялась переменная	Ожидаемое направление влияния («+» — положительное, «-» — отрицательное)
Объясняемая переменная			
<i>Return</i>	Доходность акций за год за вычетом медианной доходности по отрасли	Asness et al., 2000	
Нефундаментальные показатели (все переменные берутся за вычетом медианного показателя отрасли)			
<i>BD_Meeting</i>	Посещаемость заседаний СД, %	Fich, Shivdasani, 2006; Francis, Hasan, Wu, 2012; Lin, Yeh, Yang, 2014; Liu, Wang, Wu, 2016	+
<i>BD_Size</i>	Число членов СД	Yermack, 1996; Pucheta-Martínez, Gallego-Álvarez, 2020; Chu, Yang, 2021; Ben Fatma, Chouaibi, 2023	-
<i>BD_Indep</i>	Доля независимых членов в СД, %	Kanagaretnam, Lobo, Whalen, 2013; Pucheta-Martínez, Gallego-Álvarez, 2020; Rahman, Talukdar, Bhuyan, 2021; Макеева и др., 2022	+
Контрольные переменные — финансовые показатели (все переменные берутся за вычетом медианного показателя отрасли)			
<i>NetMargin</i>	Маржа чистой прибыли	Soliman, 2008	+
<i>GrAvgRev</i>	Средний годовой рост выручки за последние три года	Pástor, Vorsatz, 2020	+
<i>CapExAsset</i>	Отношение капитальных расходов к активам	Titman, Wei, Xi, 2004; Cooper, Gulen, Schill, 2008	+
<i>ROA</i>	Отдача на активы как отношение чистой прибыли к активам на конец года	Francis, Hasan, Wu, 2012; Song, Yeon, Lee, 2021	+
<i>ND_EBITDA</i>	Отношение чистого долга к EBITDA	Dimitrov, Jain, 2006; Penman, Richardson, Tuna, 2007; Navratil, Taylor, Vecer, 2021	-
<i>P/E</i>	Мультипликатор Цена / Прибыль	Basu, 1983; Navratil, Taylor, Vecer, 2021	-
<i>MC</i>	Рыночная капитализация. В отличие от других показателей после вычитания медианной капитализации отрасли полученная величина также делится на медианную капитализацию отрасли	Basu, 1983	-
Контрольные переменные — биржевые характеристики акций			
<i>Return_lag</i>	Доходность акции за прошлый год	Daniel, Moskowitz, 2016	+
Контрольные переменные — макроэкономические показатели			
<i>CPIIY</i>	Темп роста индекса потребительских цен за год	Jareño, Ferrer, Miroslavova, 2016	?
<i>GDP</i>	Темп прироста ВВП за год	Sawhney, Annoruo, Feridun, 2006	?

Источник: составлено авторами.

Гипотеза 1.3. Доля независимых директоров в СД значимо положительно влияет на доходность акций компании-эмитента.

Вторая группа гипотез касается возможности, применяя методы DEA и SFA, построить инвестиционные стратегии, превосходящие бенчмарки.

Гипотеза 2.1. Метод DEA позволяет построить интегральный индекс эффективности (индекс инвестиционной привлекательности) и сформировать на его основе портфель акций с более высокими показателями доходности и соотношения доходности к риску, чем бенчмарки.

Гипотеза 2.2. Метод DEA является более предпочтительным для инвестора инструментом для построения интегрального показателя при отборе акций в портфель по заданному набору факторов, чем SFA.

Перечень объясняемых и объясняющих переменных приведен в табл. 1. В ней также представлены исследования, в которых тестировалось влияние рассматриваемых независимых переменных на доходность акций.

3. МЕТОДОЛОГИЯ

Предлагаемый нами авторский алгоритм состоит из трех этапов применения. На первом этапе проводится регрессионный анализ влияния характеристик СД и финансовых показателей компаний-эмитентов, а также моментум-эффекта¹ на доходность акций.

Мы очищаем от отраслевой медианы и зависимую, и независимые переменные (см. табл. 1) в отличие от работ (Rahman, Talukdar, Bhuyan, 2021; Kanagaretnam, Lobo, Whalen, 2013), в которых рассматривались традиционные показатели, а также доходность акций без учета отраслевой специфики.

Мы строим регрессионную модель с применением взвешенного метода наименьших квадратов (ВМНК):

$$Return = \alpha + \sum_i \beta_{1,i} FIN_i + \sum_j \beta_{2,j} CORP_j + \sum_r \beta_{4,r} Momentum_r + \sum_k \beta_{3,k} Macro_k + e, \quad (1)$$

где *Return* — зависимая переменная (доходность акции за год за вычетом медианной доходности акций компаний данной отрасли); *FIN* — финансовые показатели компании-эмитента; *CORP* — характеристики СД компании-эмитента; *Momentum* — доходность акций за прошлый год за вычетом медианной доходности по отрасли; *Macro* — темп роста ВВП или индекса потребительских цен (см. табл. 1).

На втором этапе мы строим модели DEA и SFA, для которых в качестве входных и выходных параметров используются значимые показатели, отобранные на этапе регрессионного анализа.

Модель DEA основана на решении следующей задачи оптимизации (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978):

$$\max_{v,u} \theta_o = \frac{u_1 y_{1o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo}}, \quad o = 1, \dots, n \quad (2)$$

с ограничениями:

$$\frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad (3)$$

$$v_1, \dots, v_m \geq 0; \quad u_1, \dots, u_s \geq 0, \quad (4)$$

где *n* — число компаний; $x_{1j}, \dots, x_{mj} \geq 0$ и $y_{1j}, \dots, y_{sj} \geq 0$ — значения *m* входных и *s* выходных параметров для компании *j* соответственно; $v_1, \dots, v_m$ и $u_1, \dots, u_s$ — веса входных и выходных параметров соответственно; θ_o — коэффициент эффективности для компании *o*.

¹ Рыночная ценовая аномалия, которая бросает вызов существующей теории эффективности рынка (см. (Назарова, Лешев, 2023)).

Набор весов уникален для каждой оптимизационной задачи в отдельности (т.е. для каждой компании и заданного периода времени). Оптимизационные задачи решаются методами линейного программирования (Cooper, Seiford, Tone, 2007). В настоящей работе применяется модель DEA, предложенная (Simar, Wilson, 1998); модель позволяет провести коррекцию смещения оценок технической эффективности. Такой подход применялся в исследовании (Besstremyannaya, Simm, 2019), в результате авторы предложили программное обеспечение, которое было ими же доработано в (Besstremyannaya, Simm, 2023) и использовано нами для построения моделей в настоящей работе.

Значимость и направление воздействия показателей на доходность акций определяются на первом этапе в рамках регрессионного анализа. Если показатель значимо положительно влияет на доходность акций, то он включается в модель DEA в качестве выходного параметра, а если — отрицательно, то — в качестве входного. Таким образом, полученная с помощью DEA оценка эффективности является также мерой инвестиционной привлекательности компании (для заданного периода времени).

Л. Симар и П. Уилсон (Simar, Wilson, 2008) предложили тест, определяющий, какая модель DEA — с переменной или с постоянной отдачей от масштаба — подходит для данной выборки данных. Такой тест проверяет нулевую гипотезу (о постоянной отдаче от масштаба), и, если она отвергается, принимается альтернативная гипотеза (о переменной отдаче от масштаба). Данный тест был использован в нашей работе для выбора модели.

Мы используем модель SFA (Aigner, Lovell, Schmidt, 1977; Meeusen, Den Broeck, 1977) с граничной производственной функцией вида

$$Y_i = x_i b + (V_i - U_i), \quad i = 1, \dots, N, \quad (5)$$

где Y_i — является выходной переменной, в нашем исследовании это показатель, который положительно влияет на будущую доходность; x_i представляет собой вектор входных параметров фирмы i . В нашей работе это — показатели, которые отрицательно влияют на будущую доходность акций; β — вектор коэффициентов; V_i — случайные величины, которые считаются независимыми и одинаково распределенными, не зависящими от U_i — неотрицательных величин, которые, как предполагается, учитывают издержки неэффективности компании.

На завершающем этапе строятся портфели акций. Выбираются от 20 до 30 самых эффективных (согласно DEA и SFA) компаний. Название портфеля соответствует числу акций. Например, DEA 25 и включает 25 наиболее инвестиционно-привлекательных акций. Портфели строятся с равными весами, ребалансировка происходит раз в год 1 июня. Далее портфели сравниваются по средней доходности, волатильности доходности, коэффициентам Шарпа, α -Дженсена, β -коэффициентам, а также — перцентилю коэффициента Шарпа между построенными методом Монте-Карло случайными портфелями. Коэффициент Шарпа показывает, какую доходность, сверх безрисковой, приносит портфель на единицу риска, выраженную волатильностью. Коэффициент α -Дженсена указывает на избыточную доходность портфеля над рынком, он рассчитывается классическим способом, предложенным в (Jensen, 1967). При построении случайных портфелей методом Монте-Карло в состав каждого включается то же число акций с равными весами, как и в портфеле, согласно DEA- или SFA-модели.

4. ВЫБОРКА ДАННЫХ

Выборка включает 491 нефинансовую компанию рынка США из индекса S&P 500 за период с 2007 по 2022 г. Рассматривается 41 отрасль, в каждом году исключаются отрасли с менее чем тремя компаниями. Данные по всем компаниям являются полными, выборка сбалансирована. Для сбора информации использовалась база данных Bloomberg.

Мы выделяем два периода: первый (2008–2019 гг.) охватывает мировой финансовый кризис 2008–2009 гг., долговой кризис в еврозоне и период относительно стабильного роста фондового рынка. Второй (2019–2022 гг.) период связан с пандемией COVID-19, посткризисным восстановлением и снижением фондового рынка в 2022 г. из-за роста геополитической напряженности. Портфели строятся на основе анализа значимости показателей за период 2008–2019 гг. Доходность портфелей оценивается отдельно по двум периодам.

Таблица 2. Описательная статистика за период с 2008 по 2022 г. (число наблюдений = 3043)

Переменная	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Стандартное отклонение
<i>Return</i>	0,0035	−0,5	0,5	0,1824
<i>Return_lag</i>	0,0048	−0,5	0,5	0,1834
<i>BD_Meeting</i>	3,3380	−20	25	9,1000
<i>BD_Size</i>	0,0187	−4	4,5	1,7081
<i>BD_Indep</i>	−1,4769	−18	10	5,1655
<i>NetMargin</i>	0,0067	−0,4	0,4	0,1000
<i>GrAvgRev</i>	0,9402	−20	25	7,0814
<i>ROA</i>	0,5340	−13	20	4,8293
<i>ND_EBITDA</i>	0,1004	−6	8	1,8611
<i>MC</i>	0,5587	−0,9	8	1,7505
<i>P/E</i>	2,1077	−50	60	16,9414
<i>CapExAsset</i>	−0,0049	−0,12	0,06	0,0255
<i>CPIIY</i>	0,0204	−0,013	0,086	0,0232
<i>GDP</i>	0,0173	−0,034	0,0567	0,0208

Примечание. Все переменные приведены за вычетом отраслевой медианы.

Рассматривается доходность акций за период с 1 июня прошлого года по 1 июня следующего года, финансовые показатели и показатели корпоративного управления берутся за предыдущий календарный год (табл. 2).

5. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

5.1. Регрессионный анализ

В табл. 3 представлены результаты регрессионного анализа на данных 2008–2019 гг. и с 2019–2022 гг. Тест Вайта выявил наличие гетероскедастичности, в связи с этим был применен ВМНК, что сделало оценки состоятельными. Фактор инфляции дисперсии (variance inflation factor, VIF) показал отсутствие мультиколлинеарности. В Приложении приведены корреляционные матрицы для двух рассматриваемых периодов.

Как следует из данных в табл. 3, гипотезы 1.1–1.3 нашего исследования относительно влияния факторов корпоративного управления за период 2008–2019 гг. подтвердились. Компании с большей численностью СД демонстрировали меньшую доходность акций по сравнению с отраслью в оба периода, что свидетельствует об устойчивости данной связи и согласуется с ранее проведенными исследованиями (Yermack, 1996; Chu, Yang, 2021).

Посещаемость заседаний СД также положительно повлияла в первом периоде, что подтверждает выводы (Fich, Shivdasani, 2006; Francis, Hasan, Wu, 2012). Однако на втором отрезке времени значимой связи не наблюдается.

Высокая доля независимых директоров положительно влияла на доходность акций по сравнению с отраслью в обоих периодах, что свидетельствует об устойчивости влияния и соответствует результатам (Kanagaretnam, Lobo, Whalen, 2013; Rahman, Talukdar, Bhuyan, 2021).

Среди финансовых показателей отрицательное значимое влияние на доходность акций в оба периода продемонстрировала долговая нагрузка (отношение чистого долга к EBITDA), что соответствует корпоративным финансам и эмпирическим тестам (Dimitrov, Jain, 2006; Penman, Richardson, Tuna, 2007; Chu et al., 2021). Авторы (Navratil, Taylor, Vecer, 2021) также приходят к выводу, что высокий долг отрицательно влиял на доходность акций США во время пандемии COVID-19.

В первом периоде подтверждается значимый моментум-эффект. Это соответствует результатам работ (Daniel, Moskowitz, 2016). Во втором периоде прошлая доходность акций отрицательно влияла

Таблица 3. Результаты регрессионного анализа

Переменная	ВМНК, основной расчет	ВМНК, проверка устойчивости
	Июнь 2008 — июнь 2019 г.	Июнь 2019 — июнь 2022 г.
	Коэффициент (стандартная ошибка)	
<i>const</i>	0,0085*** (0,0031)	−0,0007 (0,0026)
<i>Return_lag</i>	0,0288* (0,0149)	−0,0233** (0,0103)
<i>BD_Meeting</i>	0,0004* (0,0002)	−0,0003 (0,0002)
<i>BD_Size</i>	−0,0033*** (0,0012)	−0,0030** (0,0014)
<i>BD_Indep</i>	0,0009* (0,0005)	0,0030*** (0,0006)
<i>NetMargin</i>	−0,0016 (0,0346)	0,5167*** (0,0216)
<i>GrAvgRev</i>	−0,0003 (0,0003)	0,0020*** (0,0002)
<i>ROA</i>	−0,0010 (0,0006)	−0,0052*** (0,0005)
<i>ND_EBITDA</i>	−0,0045*** (0,0010)	−0,0049*** (0,0009)
<i>MC</i>	−0,00219 (0,0016)	0,0016 (0,0014)
<i>P/E</i>	0,0001 (0,0001)	−0,0004*** (0,0001)
<i>CapExAsset</i>	0,1104 (0,0722)	0,0634 (0,0864)
<i>CPIIY</i>	0,1352 (0,1591)	0,2389*** (0,0534)
<i>GDP</i>	−0,2496 (0,1524)	−0,0948 (0,0717)

Примечание. Символами «*», «**», «***» отмечены оценки, значимые на уровне 10, 5 и 1% соответственно. В круглых скобках приведены стандартные ошибки.

на будущую, что соответствует выводам (Daniel, Moskowitz, 2016) об отрицательном влиянии этого показателя в период восстановления после кризиса.

По другим финансовым показателям не выявлено значимого влияния на доходность в обоих периодах. Однако во втором периоде наблюдается значимое положительное влияние маржи чистой прибыли (*NetMargin*), что согласуется с (Soliman, 2008), который выявил прогностическую ценность данного показателя. По нашему мнению, это может быть частично связано с опасениями инвесторов по поводу высокой инфляции и, соответственно, выбором компаний с наиболее высокой маржой в отрасли.

Во втором периоде мультипликатор цена / прибыль (*P/E*) негативно влиял на доходность акций (переоцененные компании росли слабее). Это согласуется с выводами (Basu, 1983). Аналогичные результаты получили (Navratil, Taylor, Vecer, 2021), исследуя пандемию COVID-19.

Рост выручки (*GrAvgRev*) позитивно влиял на доходность акций во втором периоде. (Pástor, Vorsatz, 2020) показали, что фонды, ориентированные на акции роста, были более эффективными, чем те, которые разместили средства в акции стоимости во время вспышки COVID-19, что соответствует нашим результатам.

Рентабельность активов на втором временном отрезке вопреки нашим ожиданиям влияла негативно. В (Song, Yeon, Lee, 2021) авторы обнаружили, что высокий показатель ROA усилил отрицательное влияние COVID-19 на доходность акций в ресторанной отрасли США. Интересно, что авторы (Francis, Hasan, Wu, 2012) находят аналогичную связь во время кризиса 2008–2009 гг. По всей видимости, этот эффект устойчиво наблюдается в периоды повышенной волатильности. Мы объясняем это тем, что высокий ROA может быть связан с инвестициями в высокорисковые проекты, а инвесторы негативно оценивают такие вложения в периоды кризисов.

Из макроэкономических показателей во втором периоде оказался положительно значимым уровень инфляции. Инфляция резко снизилась во время пандемии, что сопровождалось также и резким падением фондового рынка. Далее, в период до начала 2022 г., они синхронно росли. С ростом инфляции растёт разброс уровней доходности бумаг.

Проведенный нами анализ демонстрирует, что даже в последние годы качество корпоративного управления является определяющим для доходности акций. Учет этих характеристик может помочь инвесторам принять более обоснованные решения и определить компании с лучшим потенциалом роста.

5.2. Выявление и отбор в портфель акций на границе эффективности с применением DEA- и SFA-моделей

Согласно результатам регрессионного анализа, DEA-модель строилась со следующими выходными параметрами: а) *BD_Meeting* — посещаемость заседаний СД; б) *BD_Indep* — доля независимых членов СД; в) *Return_lag* — доходность акций за прошлый год (все указанные параметры взяты за вычетом медианы отрасли). В качестве входных параметров (значимо отрицательно влияющие на доходность акций) выбраны: а) *BD_Size* — размер СД; б) *ND_EBITDA* — отношение чистого долга к EBITDA (все указанные параметры взяты за вычетом медианы отрасли).

Для SFA применялись те же показатели и тот же принцип построения модели и портфелей. Отличие метода от DEA заключается в том, что SFA позволяет использовать только один выходной параметр. В качестве выходной переменной выбрана доходность за прошлый год, а в роли входных — все остальные; при этом посещаемость и доля независимых членов СД (для соблюдения логики входных переменных) были взяты с обратным знаком.

Тест на определение предпочтительной модели, предложенный (Simar, Wilson, 2008), указывает на то, что для наших данных оптимальной является модель с постоянной отдачей от масштаба (constant returns to scale). Коэффициент корреляции между оценками методами DEA и SFA составляет 46%, что несколько ниже результата (Neukirchen et al., 2022), которые получили 60%.

5.3. Оценка доходности и соотношения риска к доходности в портфелях акций

Для сопоставления портфелей оценены годовые данные доходности. Для более объективной оценки результаты построенных нами портфелей сопоставляются с результатами: а) индекса S&P 500; б) среднего портфеля, сформированного как портфель рассматриваемых нами акций с равными весами (без учета акций финансовых компаний); в) 200 портфелями, сформированными случайным образом методом Монте-Карло. Выявлено, что в среднем рассматриваемые в исследовании компании (табл. 4, средний портфель) показали более высокую доходность, чем индекс S&P 500.

Таблица 4. Результативность авторских портфелей с 2008 по 2019 г.

Портфель	Средняя годовая доходность, %	Волатильность	Коэффициент Шарпа	Бета	Альфа Джensenа годовая, %	Процентиль по коэффициенту Шарпа среди построенных методом Монте-Карло случайных портфелей, %
Авторские портфели						
DEA 20	12,5	0,19	0,60	1,08	4,04*	93
DEA 25	12,1	0,19	0,59	1,10	3,60*	91
DEA 30	12,0	0,19	0,57	1,11	3,35*	83
SFA 20	7,8	0,18	0,38	1,00	0,05	34
SFA 25	8,4	0,17	0,44	0,95	1,02	42
SFA 30	8,3	0,17	0,44	0,95	0,94	43
Индексы-бенчмарки (эталон)						
Средний портфель	8,8	0,17	0,46	0,99	1,12	—
S&P 500	7,8	0,17	0,40	1,00	0,00	—

Таблица 5. Результативность портфелей, 2019–2022 гг.

Портфель	Средняя годовая доходность, %	Волатильность	Коэффициент Шарпа	Бета	Альфа Дженсена годовая, %	Процентиль по коэффициенту Шарпа среди построенных методом Монте-Карло случайных портфелей, %
Авторские портфели						
DEA 20	5,58	0,07	0,72	0,71	3,00	79
DEA 25	4,21	0,07	0,56	0,69	1,65	47
DEA 30	4,16	0,07	0,58	0,65	1,58	45
SFA 20	6,87	0,09	0,72	0,84	3,78	79
SFA 25	6,54	0,08	0,83	0,67	4,05*	93
SFA 30	6,24	0,07	0,90	0,61	3,98*	93
Индексы-бенчмарки (эталон)						
Средний портфель	3,88	0,06	0,59	0,65	1,47	—
S&P 500	3,68	0,06	0,55	1,00	0,00	—

Портфели, составленные методом DEA, на интервале с июня 2008 по июнь 2019 г. показали лучшие результаты, чем индекс S&P 500 и средний портфель (по среднегодовой доходности, коэффициентам Шарпа), они также показали положительную и значимую альфу Дженсена. Портфель DEA 20 оказался лучше 93% случайно сформированных портфелей по коэффициенту Шарпа (см. табл. 4).

Анализ эффективности портфелей проводился на квартальных данных доходности для периода с июня 2019 по июнь 2022 г. (табл. 5).

Из данных в табл. 5 видно, что для периода 2019–2022 гг. портфели, основанные на модели SFA, оказались эффективнее портфелей DEA и индексов-бенчмарков (эталон) по средней доходности, коэффициенту Шарпа, α -Дженсена и эффективнее абсолютного большинства случайно сформированных портфелей. В свою очередь, DEA 20 по тем же показателям показал более высокую эффективность по сравнению со средним портфелем и индексом S&P 500.

Учитывая, что портфель DEA 20 был лучшим на промежутке с 2008 по 2018 г. и оказался эффективнее индексов-бенчмарков (эталон) в период с 2019 по 2022 г., хотя и уступил SFA портфелям, именно он, по нашему мнению, является оптимальным выбором для инвестора среди представленных портфелей. В Приложении представлена доходность портфеля DEA 20 за вычетом доходности индексов-бенчмарков (эталон) по годам.

Эффективность портфеля DEA 20 подтверждает гипотезу 2.1 нашего исследования и согласуется с выводами (Edirisinghe, Zhang, 2008; Pätäri, Karell, Luukka, 2018; Pätäri, Leivo, Honkapuro, 2012). Гипотеза 2.2 не подтверждена, в первом периоде результаты портфелей DEA были выше, во втором эффективнее оказались портфели SFA.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашей работе на новых данных о рынке США, включающих периоды пандемии COVID-19 и роста геополитической напряженности, показано, что инвестиционная привлекательность акций определяется не только финансовыми показателями компаний-эмитентов, но и характеристиками корпоративного управления. Исследование показало, что и до 2019 г., и в период 2020–2022 гг. размер СД и доля независимых директоров значимо влияли на доходность акций за вычетом медианной отрасли. А вот статистическая значимость посещаемости заседаний СД наблюдалась только в первом периоде, а с 2020 по 2022 г. была невысокой.

Мы показали, что непараметрический метод DEA позволяет построить авторский интегральный индекс для отбора акций в портфель таким образом, чтобы превзойти по доходности и соотношению риска к доходности индекс S&P 500, портфель акций из S&P 500 с равными весами

и большую часть сформированных случайным образом портфелей. В портфели, построенные нами на основе метода DEA, входит 20–30 ценных бумаг из индекса S&P 500. Полученный результат представляет практическую значимость для инвесторов и портфельных управляющих. Мы отмечаем, что оптимальный DEA-портфель включает 20 ценных бумаг, результаты портфелей из 25 и 30 ценных бумаг несколько хуже. Вопрос об оптимальном числе ценных бумаг в портфеле представляет интерес для будущих исследований.

Портфели, основанные на модели DEA, более эффективны по показателям доходности и соотношению риска к доходности, чем портфели, основанные на модели SFA в период с 2008 по 2018 г., однако с 2019 по 2022 г. портфели на основе SFA оказались более эффективными.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1. Корреляционная матрица для периода 2019–2022 гг.

	<i>Return</i>	<i>Return_lag</i>	<i>BD_Meeting</i>	<i>BD_Size</i>	<i>BD_Indep</i>	<i>NetMargin</i>	<i>GrAvgRev</i>	<i>CapExAsset</i>	<i>ROA</i>	<i>ND_EBITDA</i>	<i>MC</i>	<i>P/E</i>
<i>Return</i>	1,000	−0,098	−0,016	0,011	0,072	0,352	0,054	−0,019	−0,028	−0,021	0,018	−0,045
<i>Return_lag</i>		1,000	0,039	0,013	0,030	−0,153	−0,020	−0,041	0,007	−0,048	0,146	0,135
<i>BD_Meeting</i>			1,000	0,069	0,031	0,023	−0,071	0,009	0,002	0,050	0,099	−0,015
<i>BD_Size</i>				1,000	0,209	−0,038	−0,018	0,025	−0,192	0,089	0,261	0,002
<i>BD_Indep</i>					1,000	−0,015	−0,018	−0,001	−0,069	0,054	0,148	−0,002
<i>NetMargin</i>						1,000	−0,028	−0,016	0,225	−0,025	0,002	−0,124
<i>GrAvgRev</i>							1,000	−0,084	0,017	0,016	0,001	0,244
<i>CapExAsset</i>								1,000	−0,083	0,131	−0,030	−0,029
<i>ROA</i>									1,000	−0,301	0,043	−0,107
<i>ND_EBITDA</i>										1,000	−0,043	−0,098
<i>MC</i>											1,000	0,118
<i>P/E</i>												1,000

Таблица П2. Корреляционная матрица для периода 2019–2022 гг.

	<i>Return</i>	<i>Return_lag</i>	<i>BD_Meeting</i>	<i>BD_Size</i>	<i>BD_Indep</i>	<i>NetMargin</i>	<i>GrAvgRev</i>	<i>CapExAsset</i>	<i>ROA</i>	<i>ND_EBITDA</i>	<i>MC</i>	<i>P/E</i>
<i>Return</i>	1,000	−0,098	−0,016	0,011	0,072	0,352	0,054	−0,019	−0,028	−0,021	0,018	−0,045
<i>Return_lag</i>		1,000	0,039	0,013	0,030	−0,153	−0,020	−0,041	0,007	−0,048	0,146	0,135
<i>BD_Meeting</i>			1,000	0,069	0,031	0,023	−0,071	0,009	0,002	0,050	0,099	−0,015
<i>BD_Size</i>				1,000	0,209	−0,038	−0,018	0,025	−0,192	0,089	0,261	0,002
<i>BD_Indep</i>					1,000	−0,015	−0,018	−0,001	−0,069	0,054	0,148	−0,002
<i>NetMargin</i>						1,000	−0,028	−0,016	0,225	−0,025	0,002	−0,124
<i>GrAvgRev</i>							1,000	−0,084	0,017	0,016	0,001	0,244
<i>CapExAsset</i>								1,000	−0,083	0,131	−0,030	−0,029
<i>ROA</i>									1,000	−0,301	0,043	−0,107
<i>ND_EBITDA</i>										1,000	−0,043	−0,098
<i>MC</i>											1,000	0,118
<i>P/E</i>												1,000

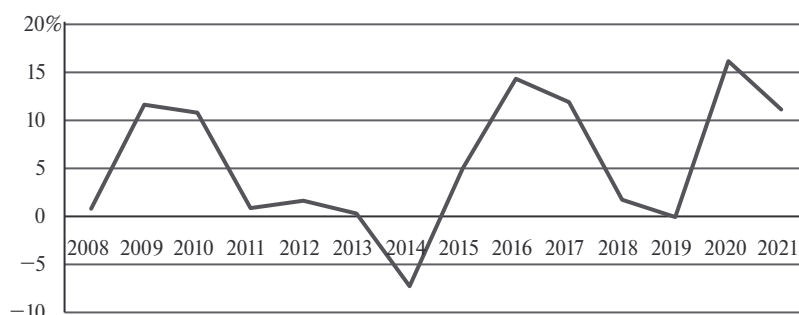


Рис. П1. Доходность портфеля DEA 20 за вычетом доходности индекса S&P 500

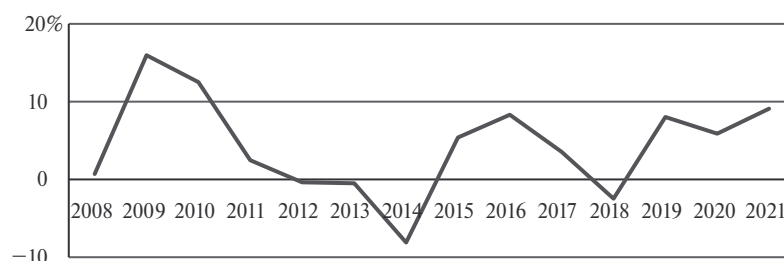


Рис. П2. Доходность DEA 20 за вычетом доходности среднего портфеля

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/ REFERENCES

- Макеева Е.Ю., Попов К.А., Дихтярь А.А., Судакова А.В.** (2022). Взаимосвязь характеристик совета директоров с ESG-рейтингами и стоимостью российских компаний // *Российский журнал менеджмента*. Т. 20. Вып. 4. С. 498–523. [Makeeva E. Yu., Popov K.A., Dikhtyar A.A., Sudakova A.V. (2022). The relationship between board characteristics, ESG ratings, and the value of Russian companies. *Russian Management Journal*, 20, 4, 498–523 (in Russian).]
- Назарова В.В., Лещев С.И.** (2023). Исследование моментум-эффекта в динамике цен высоколиквидных акций на российском рынке ценных бумаг // *Финансовый журнал*. Т. 15. № 1. С. 58–73. DOI: 10.31107/2075-1990-2023-1-58-73 [Nazarova V.V., Leshchev S.I. (2023). Study of the momentum effect in the price dynamics of highly liquid shares on the Russian securities market. *Financial Journal*, 15 (1), 58–73. DOI: 10.31107/2075-1990-2023-1-58-73 (in Russian).]
- Теплова Т.В., Соколова Т.В.** (2017). Непараметрический метод оболочечного анализа для портфельных построений на российском рынке облигаций // *Экономика и математические методы*. Т. 53. № 3. С. 110–128. [Teplova T.V., Sokolova T.V. (2017). Nonparametric data envelopment analysis method for portfolio construction in the Russian bond market. *Economics and Mathematical Methods*, 53, 3, 110–128 (in Russian).]
- Adams R., Ferreira D.** (2009). Women in the boardroom and their impact on governance and performance. *Journal of Financial Economics*, 94, 291–309.
- Agrawal A., Knoeber C.R.** (1996). Firm performance and mechanisms to control agency problems between managers and shareholders. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 31, 3, 377–397.
- Aigner D., Lovell C.K., Schmidt P.** (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6, 1, 21–37.
- Asness C.S., Porter R.B., Stevens R.L.** (2000). *Predicting stock returns using industry-relative firm characteristics*. Available at: SSRN213872.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W.** (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 9, 1078–1092.
- Basu S.** (1983). The relationship between earnings yield, market value and return for NYSE common stocks. *Journal of Financial Economics*, 12, 129–156.
- Behera J., Pasayat A.K., Behera H., Kumar P.** (2023). Prediction based mean-value-at-risk portfolio optimization using machine learning regression algorithms for multi-national stock markets. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 120, 105843.
- Ben Fatma H., Chouaibi J.** (2023). Corporate governance and firm value: A study on European financial institutions. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72, 5, 1392–1418.

- Besstremyannaya G., Simm J.** (2019). Estimation of cost efficiency in non-parametric frontier models // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5. Экономика*. Т. 35. С. 3–21 (на англ.). [**Besstremyannaya G., Simm J.** (2019). Estimation of cost efficiency in non-parametric frontier models. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 35, 3–21 (in English).]
- Besstremyannaya G., Simm J.** (2023). *Robust data envelopment analysis (DEA) for R*. (Package ‘rDEA’, Version 1.2–8). 2023–06–29. Available at: <https://github.com/jaak-s/rDEA>
- Cai J., Garner J.L., Walkling R.A.** (2009). Electing directors. *Journal of Finance*, 64, 2389–2421.
- Cesarone F., Martino M.L., Carleo A.** (2022). Does ESG impact really enhance portfolio profitability. *Sustainability*, 14, 4, 2050.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.** (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.
- Chen L., Zhang L., Huang J., Xiao H., Zhou Z.** (2021). Social responsibility portfolio optimization incorporating ESG criteria. *Journal of Management Science and Engineering*, 6, 1, 75–85.
- Chu C., Yang Z.** (2021). The relationship between board size and firm performance. *E3S Web Conf.*, 257, 02079.
- Cooper M.J., Gulen H., Schill M.J.** (2008). Asset growth and the cross-section of stock returns. *Journal of Finance*, 63, 4, 1609–1651.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K.** (2007). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. 2nd ed. N.Y.: Springer.
- Daniel K., Moskowitz T.** (2016). Momentum crashes. *Journal of Financial Economics*, 122, 2, 221–247.
- Dimitrov V., Jain P.** (2006). The value relevance of changes in financial leverage. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.708281
- Edirisinghe N., Zhang X.** (2008). Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: Case of US industries. *Journal of the Operational Research Society*, 59, 6, 842–856.
- Fama E.F., French K.R.** (2010). Luck versus skill in the cross-section of mutual fund returns. *The Journal of Finance*, 65, 5, 1915–1947.
- Fama E.F., French K.R.** (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116, 1, 1–22.
- Faridi S., Madanchi Zaj M., Daneshvar A., Shahverdiani S., Rahnamay Roodposhti F.** (2023). Portfolio rebalancing based on a combined method of ensemble machine learning and genetic algorithm. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 21, 1, 105–125.
- Fich E.M., Shivdasani A.** (2006). Are busy boards effective monitors. *The Journal of Finance*, 61, 2, 689–724.
- Francis B., Hasan I., Wu Q.** (2012). Do corporate boards affect firm performance? New evidence from the financial crisis. *Bank of Finland Research Discussion Papers*, 11/2012. Bank of Finland.
- Freeman R.E.** (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Boston: Pitman.
- Gul F.A., Leung S.** (2004). Board leadership, outside directors’ expertise and voluntary corporate disclosures. *Journal of Accounting and public Policy*, 23, 5, 351–379.
- Jareño F., Ferrer R., Miroslavova S.** (2016). US stock market sensitivity to interest and inflation rates: A quantile regression approach. *Applied Economics*, 48, 26, 2469–2481.
- Jensen M.** (1967). The performance of mutual funds in the period 1945–64. *Journal of Finance*, 23, 2, 389–416.
- Jensen M.C., Meckling W.H.** (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3, 4, 305–360.
- Kanagaretnam K., Lobo G.J., Whalen D.J.** (2013). Relationship between board independence and firm performance post Sarbanes Oxley. *Corporate Ownership & Control*, 11, 1, 65–80.
- Lin Y.F., Yeh Y.M.C., Yang F.M.** (2014). Supervisory quality of board and firm performance: A perspective of board meeting attendance. *Total Quality Management Business Excellence*, 25, 3–4, 264–279.
- Lipton L., Lorsch J.** (1992). A modest proposal for improved corporate governance. *The Business Lawyer*, 48, 59–77.
- Liu H., Wang H., Wu L.** (2016). Removing vacant chairs: Does independent directors’ attendance at board meetings matter. *Journal of Business Ethics*, 133, 2, 375–393.
- Maiti M.** (2021). Is ESG the succeeding risk factor. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 11, 3, 199–213.
- Meeusen W., Den Broeck J. van** (1977). Efficiency estimation from Cobb–Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18, 2, 435–444. DOI: 10.2307/2525757
- Navratil R., Taylor S., Vecer J.** (2021). On equity market inefficiency during the COVID-19 pandemic. *International Review of Financial Analysis*, 77, 101820.

- Neukirchen D., Engelhardt N., Krause M., Posch P.N. (2022). Firm efficiency and stock returns during the COVID-19 crisis. *Finance Research Letters*, 44, 102037.
- Pandey R., Vithessonthi C., Mansi M. (2015). Busy CEOs and the performance of family firms. *Research in International Business and Finance*, 33, 144–166.
- Pástor L., Vorsatz M.B. (2020). Mutual fund performance and flows during the COVID-19 crisis. *The Review of Asset Pricing Studies*, 10, 4, 791–833.
- Pätäri E., Karell V., Luukka P. (2018). Comparison of the multicriteria decision-making methods for equity portfolio selection: The U.S. evidence. *European Journal of Operational Research*, 265, 2, 655–672.
- Pätäri E., Leivo T., Honkapuro S. (2012). Enhancement of equity portfolio performance using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 220, 3, 786–797.
- Penman S.H., Richardson S.A., Tuna I. (2007). The book-to-price effect in stock returns: Accounting for leverage. *Journal of Accounting Research*, 45, 2, 427–467.
- Pucheta-Martínez M.C., Gallego-Álvarez I. (2020). Do board characteristics drive firm performance? An international perspective. *Review of Managerial Science*, 14, 6, 1251–1297.
- Rahman A., Talukdar B., Bhuyan R. (2021). Board independence and short selling. *Finance Research Letters*, 39, 101616.
- Sawhney B., Annoruo E., Feridun M. (2006). Long-run relationship between economic growth and stock returns: An empirical investigation on Canada and the United States. *Journal of Economics*, 54, 6, 584–596.
- Simar L., Wilson P.W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models. *Management Science*, 44 (1), 49–61.
- Simar L., Wilson P.W. (2008). Statistical inference in nonparametric frontier models: Recent developments and perspectives. In: *The measurement of productive efficiency and productivity growth*. N.Y.: Oxford University Press, 421–521.
- Soliman M.T. (2008). The use of DuPont analysis by market participants. *The Accounting Review*, 83, 3, 823–853.
- Song H.J., Yeon J., Lee S. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic: Evidence from the US restaurant industry. *International Journal of Hospitality Management*, 92, 102702.
- Titman S., Wei K.C. J., Xie F. (2004). Capital investments and stock returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 39, 4, 677–700.
- Yermack D. (1996). High market valuation of companies with a small board of directors. *Journal of Financial Economics*, 40, 185–211.

Portfolio constructions in the stock market based on Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis

© 2024 T.V. Teplova, T.V. Sokolova, A.I. Haniev

T.V. Teplova,

*National Research University “Higher School of Economics” (HSE University), Moscow, Russia;
e-mail: tteplova@hse.ru*

T.V. Sokolova,

*National Research University “Higher School of Economics”, (HSE University), Moscow, Russia;
e-mail: tv.sokolova@hse.ru*

A.I. Haniev,

*National Research University “Higher School of Economics”, (HSE University), Moscow, Russia;
e-mail: ahaniev@hse.ru*

Received 25.08.2023

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

Abstract. The study compares the results of applying the parametric method of Stochastic Frontier Analysis (SFA) and the non-parametric Bias-corrected Data Envelopment Analysis (DEA) for forming integrated stock selection metrics in portfolios based on diverse financial and non-financial indicators of U.S. issuing companies. The authors implement a novel approach in which “input” and “output” indicators for both stochastic frontier analysis and data envelopment analysis models are pre-selected using regression analysis. Deviations of identified company indicators from median industry values are considered. Significant characteristics in explaining stock returns include board size, proportion of independent directors, board meetings attendance, and among financial and market characteristics — the net debt to EBITDA ratio and past stock returns (momentum-effect). It is demonstrated that portfolios consisting of 20–30 securities, constructed on the authors’ integrated metrics, outperform in terms of returns and risk–return ratio compared to the S&P 500 index and an equal-weighted portfolio of all considered stocks. The stability of conclusions is verified through comparison with randomly generated portfolios (Monte Carlo method). The obtained results remain stable for both the pre-Covid-19 pandemic period (2008–2019) and the period including the pandemic and geopolitical tensions from 2020 to 2022. From 2008 to 2019, portfolios created using the data envelopment analysis method were more effective than those based on stochastic frontier analysis models. Conversely, during the period from 2020 to 2022, the latter demonstrated superior performance.

Keywords: DEA; data envelopment analysis; SFA; stochastic frontier analysis; portfolio; stocks; board of directors; corporate governance.

JEL Classification: C51, C61, G11.

UDC: 336.763.2.

For reference: **Teplova T.V., Sokolova T.V., Haniev A.I.** (2024). Portfolio constructions in the stock market based on Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis. *Economics and Mathematical Methods*, 60, 2, 123–138. DOI: 10.31857/S0424738824020102 (in Russian).