pISSN 2073-8005
eISSN 2311-9438

Ценные бумаги и финансовые рынки

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРЕДОВ ДОХОДНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ОБЛИГАЦИЙ СТРАН БРИКС С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ*

Искандер Рамилевич СУЛТАНОВ

Независимый исследователь,
Москва, Российская Федерация
BigIskander@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-1226-3791
SPIN-код: 3228-3932

История статьи:
Рег. № 12/2019
Получена 15.01.2019
Получена в доработанном виде 31.01.2019
Одобрена 14.02.2019
Доступна онлайн 30.03.2023

УДК 336.763.35
JEL: G12, G18, E43, E44

Ключевые слова:
корпоративные облигации, спред доходности, БРИКС, рынок облигаций, прогнозирование, нейронные сети

Аннотация

Предмет. Прогнозирование значений спредов доходности на первичном рынке корпоративных облигаций стран БРИКС. Выборка включает в себя облигации из всех стран БРИКС. Исследование проводилось на данных по облигациям компаний реального сектора экономики.

Цели. Выбрать подходящую конфигурацию искусственной нейронной сети и список входных переменных (экономических показателей) для прогнозирования спредов доходности. Проверить способность полученной нейронной сети прогнозировать спреды доходности корпоративных облигаций на данных по странам БРИКС и по России в частности.

Методология. Исследование проводилось на двух не связанных между собой наборах данных, полученных из разных источников. В первый набор данных входят только российские рублевые корпоративные облигации. Во второй — облигации компаний из всех стран БРИКС. Вначале была выбрана конфигурация нейронной сети, позволяющая получать приемлемые прогнозы на данных по России. Далее как на данных по России, так и на данных по странам БРИКС отбирались модели (списки независимых переменных), позволяющие получить наиболее точные прогнозы. Прогнозирование осуществлялось следующим образом: вначале нейронная сеть обучалась на данных за пять лет, затем на данных за шестой год строился прогноз. После построения прогноза оценивалось качество получаемого прогноза.

Результаты. В модели, рассчитываемой на наибольшем числе наблюдений и не учитывающей особенностей компании эмитента, для ~75% наблюдений ошибка прогноза не превышает 200 базисных пунктов. В остальных моделях результаты еще лучше.

Выводы. Выбранный способ прогнозирования применим на данных как по России, так и на данных по странам БРИКС.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Султанов И.Р. Прогнозирование спредов доходности корпоративных облигаций стран БРИКС с применением искусственных нейронных сетей // Дайджест-Финансы. – 2023. – Т. 28, № 1. – С. 73 – 98.
https://doi.org/10.24891/df.28.1.73

Введение

Целью данного исследования является оценка эффективности применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования спредов доходности на первичном рынке корпоративных облигаций стран БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай, Южная Африка). Задача исследования состоит в том, чтобы выявить, позволяют ли нейронные сети получать качественные прогнозы на рынке корпоративных облигаций стран БРИКС. В данной работе исследование проводилось на двух разных наборах данных, полученных из разных источников. Первый набор данных включает в себя только российские рублевые корпоративные облигации, представленные в базе данных Cbonds.info. Второй набор данных включает в себя облигации компаний из всех стран БРИКС, представленные в базе данных Compustat.

Работ, посвященных теме прогнозирования на рынках облигаций, достаточно мало. Для целей данной статьи рассматривались только те публикации, в которых модели прогнозирования тестировались за пределами обучающей выборки (то есть проводились out-of-sample тесты). Среди недавних можно выделить работы: Y. Hong, H. Lin, C. Wu [1]; A. Shynkevich [2]; H. Lin, J. Wang, C. Wu [3]. В работе A. Shynkevich [2] строятся краткосрочные прогнозы доходности инвестиций в облигации на основе простых технических правил торговли. Авторы проводили исследование на дневных данных по индексам облигаций США из Bank of America Merrill Lynch за период с 30 июня 1994 г. по 30 июня 2011 г. Было установлено, что предсказуемость инвестиций в портфели корпоративных облигаций и в портфели казначейских облигаций гораздо выше в периоды экономического роста, нежели в периоды рецессии. Отмечается, что предсказуемость доходности инвестиций в облигации снижалась со временем. В работе Y. Hong, H. Lin, C. Wu [1] строились модели векторной авторегрессии (Vector AutoRegression, VAR), затем проводились out-of-sample тесты полученных моделей. Исследование выполнялось с использованием дневных данных по индексам корпоративных облигаций США из NASD-Bloomberg и данных по индексу S&P 500 (и фьючерсу на индекс S&P 500) за период с 1 октября 2002 г. по 31 декабря 2010 г. Полученная модель позволяет составлять out-of-sample прогнозы точнее прогнозов, основанных на простой средней. В работе H. Lin, J. Wang, C. Wu [3] строятся прогнозы доходности портфелей облигаций с использованием месячных данных по отдельным выпускам корпоративных облигаций США за период с января 1973 г. по декабрь 2010 г. Портфели формировались как по рейтингу, так и по дюрации облигаций. Сначала строились обычные МНК-регрессии, после чего коэффициенты корректировались исходя из размера выборки, а также значений коэффициентов детерминации, полученных в парных и множественных регрессиях. В дальнейшем скорректированные коэффициенты использовались для прогнозирования в out-of-sample тестах, после чего оценивалась

[*] Статья подготовлена по материалам журнала «Финансы и кредит». 2019. Т. 25. Вып. 3.

статистическая и экономическая значимость моделей прогнозирования. Авторы пришли к выводу о том, что доходности портфелей облигаций более предсказуемы, чем доходности акций. Наиболее предсказуемы доходности портфелей краткосрочных облигаций и портфелей облигаций с низким рейтингом.

Эта работа отличается от предыдущих тем, что в данном исследовании прогнозные модели строятся на данных по развивающимся рынкам облигаций. Здесь прогнозируется спред доходности к погашению при размещении различных выпусков облигаций. Прогнозная модель оценивается с применением искусственных нейронных сетей.

Во второй части работы дается описание методологии исследования. В третьей части описываются используемые экономические показатели и данные для расчетов. Затем, в четвертой части, представляются результаты эмпирического исследования. В заключении подводятся итоги и производится сопоставление полученных результатов с результатами, представленными в других научных работах.

Методология исследования

Исследование проводилось следующим образом. В начале подбиралась модель и нейронная сеть (для оценивания модели) позволяющая получать приемлемые прогнозы на наборе данных по России. После этого построенная нейронная сеть тестировалась на наборе данных по всем странам БРИКС. Все модели оценивались с одной и той же конфигурацией нейронной сети, различалось только количество входных узлов (то есть переменных). Использованная конфигурация нейронной сети представлена на *рис. 1*. В качестве функции активации отдельного нейрона применялась функция tanh, в качестве функции ошибок использовалось среднеквадратическое отклонение, при обучении сети применялся оптимизатор Adam.

Прогнозирование с применением нейронной сети строилось следующим образом. В начале сеть обучалась на данных за пять лет, затем на данных за шестой год (то есть за пределами обучающей выборки) строился прогноз. Далее оценивалось качество полученного прогноза.

Описание данных и используемых переменных

В этой работе все расчеты производились с использованием данных по первичному рынку облигаций. Данное исследование проводилось с применением двух разных наборов данных. Ранее эти данные уже использовались[1]. Но методология

[1] *Султанов И.Р.* Анализ влияния различных экономических показателей на спреды доходности российских рублевых корпоративных облигаций // Финансы и кредит. Т. 24. № 7. С. 1669—1688; *Он же.* Влияние сезонности на первичном рынке корпоративных облигаций стран БРИКС // Финансы и кредит. 2018. Т. 24. № 11. С. 2523—2534.

исследования, применяемая в настоящей работе, очень сильно отличается от той, что применялась в указанных исследованиях.

В первый набор данных, в первую выборку, входят российские рублевые корпоративные облигации, размещавшиеся в период с января 2007 г. по декабрь 2016 г и представленные в базе данных Cbonds.info. Из выборки были исключены следующие виды облигаций: конвертируемые облигации; облигации со встроенными опционами; облигации, по которым хотя бы часть купонов определяется после размещения; облигации с плавающей ставкой купона; облигации с дисконтированием номинала исходя из внешних показателей; облигации с государственной гарантией.

Для обеспечения большей однородности выборки и улучшения точности результатов исследования были удалены следующие наблюдения:

1) где кредитное плечо компании эмитента больше, чем 1,2;

2) где срок до погашения больше 10 лет или меньше 1 года;

3) где размер выпуска превышает 20 млрд руб.;

4) где величина активов компании превышает 2 трлн руб.

Выборка составила 433 выпуска облигаций на сумму 1,828 трлн руб. Доля выборки среди российских корпоративных облигаций реального сектора экономики составляет 24,26% по объему и 36,85% по количеству размещений, проводимых в этот период (по данным с сайта Cbonds.info). Остальные данные в этом наборе брались из следующих источников: Cbonds[2]; СПАРК[3]; сайт Московской биржи; сайт Банка России; сайт Госкомстата; терминал Bloomberg.

Во второй набор данных входят корпоративные облигации нефинансовых компаний стран БРИКС, размещавшиеся на внутреннем рынке. В выборку входят облигации компаний из всех стран БРИКС. Данные по отдельному выпуску облигаций и по компании эмитенту брались из базы данных Compustat. В выборку были включены только облигации с фиксированным купоном. Облигации со встроенными опционами и с плавающей ставкой купона были исключены из выборки. Период выборки — с 2005 по 2016 г. Для обеспечения большей однородности выборки и улучшения точности результатов исследования были удалены следующие наблюдения: где не удалось рассчитать спред доходности (недостаточно данных для расчета); где спред доходности больше 0,5; где размер выпуска больше 4 млрд долл. США; где срок до погашения больше 40 лет; где возраст компании больше 200 лет; где величина активов компании больше 50 млрд долл. США; где кредитное плечо больше 1. Значения остальных показателей в этом наборе данных брались из баз

[2] Cbonds.info. URL: http://ru.cbonds.info/

[3] СПАРК Интерфакса. URL: http://spark-interfax.ru/

данных Thomson Reuters DataStream и Bloomberg Terminal. По структуре выборки (*табл. 1*) большая часть облигаций ~67% приходится на рынок Китая, далее по числу размещений идет рынок Индии ~15%, остальные рынки облигаций в выборке представлены в меньшей степени. Что касается валюты размещения (*табл. 2*), большая часть облигаций в выборке ~73% номинирована в национальной валюте страны эмитента, некоторая часть облигаций в выборке ~19% номинирована в долларах США.

Спред доходности

В этом исследовании спред доходности является зависимой переменной. Спред доходности представляет собой разницу в доходности к погашению между облигацией и государственной облигацией с таким же сроком до погашения. В зависимости от набора данных спред доходности рассчитывался по-разному.

Для исследования на данных только по России спред доходности рассчитывался как разница в доходности к погашению между доходностью корпоративной облигации, взятой с сайта Cbonds.info, и доходностью государственной облигации (с таким же сроком до погашения), взятой из кривой бескупонной доходности, рассчитываемой Московской биржей. Разброс значений спреда доходности корпоративных облигаций в этом наборе данных составляет от –4,65% до 12,24%.

Для исследования на данных по всем странам БРИКС сначала рассчитывалась доходность к погашению корпоративной облигации на данных из Compustat, подробнее о том, как это делалось написано в работе[4]. Затем рассчитывалась разница в доходности к погашению между доходностью корпоративной облигации и доходностью государственной облигации (с таким же сроком до погашения). Значения доходности государственных облигаций, рассчитанные Thomson Reuters, брались из базы данных Thompson Reuters DataStream. Для получения недостающих значений применялась линейная интерполяция. Разброс значений спреда доходности корпоративных облигаций в этом наборе данных составляет от –11,73% до 13,16%.

Срок до погашения

В исследованиях на рынках облигаций этот показатель часто используется в качестве контрольной переменной для учета временных рисков. В работах K. Matsui [4], D. Michayluk, R. Zhao [5], H.H. Huang, H.-Y. Huang, J.J. Oxman [6], K. Shaw [7], A. Shuto, N. Kitagawa [8], V. Venkiteshwaran [9], Tsung-Kang Chen, Yi-Ping Liao [10], S. Han, W. Moore, Y. Shin, S. Yi [11] наблюдается положительное влияние срока до погашения на спреды доходности. В то время как в других работах, таких авторов как A. Nashikkar, M.G. Subrahmanyam, S. Mahanti [12], C.-L. Chiou, M.-W. Hung,

[4] *Султанов И.Р.* Влияние сезонности на первичном рынке корпоративных облигаций стран БРИКС // Финансы и кредит. 2018. Т. 24. № 11. С. 2523—2534. URL: https://doi.org/10.24891/fc.24.11.2523

P.-G. Shu [13], E. Blankespoor, T.J. Linsmeier, K.R. Petroni, C. Shakespeare [14], Н.И. Берзон и Т.М. Милицкова[5], Т.М. Милицкова [15] наблюдается отрицательное влияние срока до погашения на спреды доходности.

Дюрация

Дюрация представляет собой средневзвешенный срок до погашения облигации и может оказывать такое же влияние на спреды доходности, какое оказывает срок до погашения облигации. Этот показатель использовался в качестве контрольной переменной в работах авторов A. Kecskés, S.A. Mansi, A. Zhang (Jianzhong) [16] — влияние отрицательное; S. Mansi, W. Maxwell, D. Miller [17] — влияние незначимо; I. Oikonomou, C. Brooks, S. Pavelin [18] — не указано, каким образом влияет. Данный показатель рассчитывался на основе данных из Compustat, подробнее о том, как это делалось, написано в работе[6].

Доходность государственных облигаций

Доходность по Treasuries (то есть по государственным облигациям США) часто используется в качестве контрольной переменной в работах по рынку США. В работах K. Shaw [7], A.M. Hibbert, I. Pavlova, J. Barber, K. Dandapani [19] и H.H. Huang, H.-Y. Huang, J.J. Oxman [6] берется изменение доходности 10-летних Treasuries, влияние отрицательное. В работе Y.C. Jin и G. Gerard [20] берется доходность Treasuries со сроком до погашения равным сроку до погашения корпоративной облигации, влияние отрицательное. В работе Т.М. Милицковой [15] доказано отрицательное влияние доходности российских государственных облигаций, а именно ОФЗ на спреды доходности по российским корпоративным облигациям. Для целей этого исследования бралась доходность государственной облигации с таким же сроком до погашения, как и у самой облигации. Для исследования на данных только по России доходность государственных облигаций бралась из кривой бескупонной доходности, рассчитываемой Московской биржей. Для исследования на данных по всем странам БРИКС бралась доходность государственных облигаций рассчитываемая Thomson Reuters (из базы данных Thomson Reuters DataStream), недостающие значения получались путем линейной интерполяции.

Кредитное плечо

Данный показатель является одним из показателей, используемых в качестве прокси для риска эмитента. Считается кредитное плечо как общая сумма долга компании, деленная на общую сумму активов компании. Он используется в качестве

[5] *Берзон Н.И., Милицкова Т.М.* Детерминанты доходности рублевых корпоративных облигаций при их размещении // Финансы и кредит. 2013. № 16. С. 24—32.

[6] *Султанов И.Р.* Влияние сезонности на первичном рынке корпоративных облигаций стран БРИКС // Финансы и кредит. 2018. Т. 24. № 11. С. 2523—2534. URL: https://doi.org/10.24891/fc.24.11.2523

контрольной переменной в работах следующих авторов J. Elliott, A. Ghosh, D. Moon [21], T.-K. Chen, H.-H. Liao, H.-C. Huang [22], A. Kecskés, S.A. Mansi, A. Zhang (Jianzhong) [16], H.H. Huang, H.-Y. Huang, J.J. Oxman [6], S. Mansi, W. Maxwell, D. Miller [17], T. Chuluun, A. Prevost, J. Puthenpurackal [23], A. Nashikkar, M.G. Subrahmanyam, S. Mahanti [12], C.-L. Chiou, M.-W. Hung, P.-G. Shu [13], Tsung-Kang Chen, Yi-Ping Liao [10]. Во всех перечисленных работах влияние величины кредитного плеча на спреды доходности значимо и положительно.

Долгосрочный долг компании

Этот показатель рассчитывается как величина долгосрочного долга компании, деленная на величину общих активов компании. Показатель использовался в качестве контрольной переменной в работах авторов: K. Shaw [7], V. Venkiteshwaran [9], G. Batta, A. Ganguly, J. Rosett [24], T. Mählmann [25], H.H. Huang, H.-Y. Huang, J.J. Oxman [6]. Во всех перечисленных работах влияние данного показателя на спреды доходности положительно, однако не во всех значимо.

Спред доходности государственных облигаций

Он рассчитывался как разница в доходности к погашению между 10-летней государственной облигацией страны и 10-летней US Treasury (государственной облигацией США). Является прокси для суверенного риска страны. Данные по доходности государственных облигаций, рассчитанные Thomson Reuters, брались из базы данных Thomson Reuters DataStream, недостающие значения получались путем линейной интерполяции.

Инфляция

В работе J. Kang, C.E. Pflueger [26] отмечается, что компании могут быть подвержены проблеме «дефляции долга» (debt deflation), когда неожиданное снижение инфляции ведет к увеличению реальных долгов и увеличению риска дефолта компании. Поэтому снижение инфляции — это не всегда хорошо. В статье показано, что волатильность инфляции и ее цикличность существенно влияют на спреды доходности корпоративных облигаций. В данном исследовании также было решено рассматривать влияние инфляция на спреды доходности корпоративных облигаций.

В качестве показателя, отражающего изменение инфляции (или покупательной силы национальной валюты), использовался индекс потребительских цен CPI (Consumer Price Index).

Индустриальное производство

Индекс индустриального производства использовался в качестве одной из объясняющих переменных в работе T. Cenesizoglu и B. Essid [27], где было показано отрицательное и значимое влияние данного показателя на спреды доходности корпоративных облигаций.

Денежное обращение

В работе F.K. Reilly, D.J. Wright, и J.A. Gentry [28] показывается положительное влияние изменения показателя денежного обращения на спреды доходности корпоративных облигаций на рынке США. Показатель денежного обращения рассчитывался при этом, как

$$\frac{\left(M2_t - M1_t\right)}{\left(M2_{(t-4)} - M1_{(t-4)}\right)} - 1, \quad (1)$$

где $M2$ и $M1$ — агрегированные денежные показатели;

t — номер квартала.

В данной работе для исследования на данных по всем странам БРИКС показатель денежного обращения так же рассчитывался по формуле (1). Для исследования на данных только по России рассчитывался альтернативный показатель денежного обращения по следующей формуле:

$$\frac{\left(M2_t - M0_t\right)}{\left(M2_{(t-4)} - M0_{(t-4)}\right)} - 1. \quad (2)$$

Курсы национальных валют

В работе Т.М. Милицковой [15] было установлено статистически значимое отрицательное влияние курса USD/RUB на спреды доходности российских корпоративных облигаций, поскольку доходы компаний, занимающихся экспортом либо импортом товаров, существенным образом зависят от курса национальной валюты. В данном исследовании также рассматривалось влияние курсов национальных валют на спреды доходности корпоративных облигаций. Для исследования брались значения курсов национальных валют к доллару США: USD/BRL — для Бразилии; USD/RUB — для России; USD/INR — для Индии; USD/CNY — для Китая; USD/ZAR — для Южной Африки. Для сопоставимости все курсы валют были приведены к единому базису 1 января 2000 г. Делалось это по следующей формуле:

$$\frac{K_t}{K_b}, \quad (3)$$

где K_t — курс валюты, актуальный на дату t;

K_b — курс валюты, актуальный на 1 января 2000 г.

Доходность фондового рынка

В работе Y. Hong, H. Lin, и C. Wu [1] на расчетах с применением Granger Causality test доказывается отрицательное влияние доходности индекса S&P 500 на доходности корпоративных облигаций на рынке США. В работе A.M. Hibbert, I. Pavlova, J. Barber и K. Dandapani [19] доказывается отрицательное влияние индекса Russel 2000 на спреды доходности корпоративных облигаций на рынке США. В этой работе доходности фондового рынка рассчитывались по-разному в зависимости от используемого набора данных.

Для исследования на данных только по России рассчитывалась доходность индекса ММВБ за период в 30 дней до размещения по следующей формуле:

$$\frac{P_t - P_{t-30}}{P_{t-30}}, \quad (4)$$

где P_t — значения индекса ММВБ в день t;

P_{t-30} — значения индекса ММВБ в день t–30.

Для исследования на данных по всем странам БРИКС сначала брались значения следующих фондовых индексов: BRAZIL BOVESPA — для Бразилии; MOEX RUSSIA INDEX — для России; NIFTY 500 — для Индии; SHANGHAI SE COMPOSITE — для Китая; FTSE/JSE ALL SHARE — для Южной Африки. Далее для сопоставимости значения индексов были приведены к единому базису. Делалось это по следующей формуле:

$$P_t = \frac{I_t}{I_b}, \quad (5)$$

где P_t — преобразованное значение индекса;

I_t — значение индекса на закрытие дня t;

I_b — значение индекса на 01.01.2000.

После этого доходность фондового рынка рассчитывалась за период в 30 дней до размещения по следующей формуле:

$$\frac{P_t - P_{t-30}}{P_{t-30}}, \quad (6)$$

где нижний индекс обозначает номер дня.

VIX

Индекс волатильности фондового рынка США (VIX) в данном исследовании используется как одна из переменных, отражающих глобальные (общемировые) финансовые риски. Также данный показатель порой используется в качестве одной из объясняющих переменных при исследованиях на рынке США, например в работах авторов: A.M. Hibbert, I. Pavlova, J. Barber, K. Dandapani [19]; D. Jubinski, A.F. Lipton [29]; H.H. Huang, H.-Y. Huang, J.J. Oxman [6]; J. Bao, J. Pan, J. Wang [30]. Во всех перечисленных работах он положительно влияет на спреды доходности корпоративных облигаций.

Цены на нефть

В работе Т.М. Милицковой [15] показывается, что цены на нефть отрицательно влияют на доходности российских корпоративных облигаций. В данной работе для исследования брались значения цены нефти марки Brent из базы данных Bloomberg.

Валюта размещения

В работе M.R. McBrady, S. Mortal, и M.J. Schill [31] показано, что выбор валюты размещения может существенным образом влиять на спреды доходности облигации. Для целей данного исследования был введен набор бинарных переменных, принимающих значение 1 для соответствующей валюты: размещение номинировано в долларах США; размещение номинировано в евро; размещение номинировано в другой, не национальной валюте.

Страна размещения

Так как набор данных включает в себя облигации компаний всех стран БРИКС, для учета региональной специфики был введен набор бинарных переменных, принимающих значение 1 для соответствующей страны расположения эмитента.

Размер компании

Чем крупнее компания (по сравнению с объемом размещения облигаций), тем больше вероятность, что долг будет погашен. Данный показатель используется в качестве контрольной переменной в следующих работах: J. Elliott, A. Ghosh, D. Moon [21], R. Gopalan, F. Song, V. Yerramilli [32], A. Kecskés, S.A. Mansi, A. Zhang (Jianzhong) [16], T. Chuluun, A. Prevost, J. Puthenpurackal [23], K. Shaw [7], A. Shuto, N. Kitagawa [8], V. Venkiteshwaran [9], C.-L. Chiou, M.-W. Hung, P.-G. Shu [13]. Во всех перечисленных работах влияние показателя размера компании отрицательно.

Вид облигации (классическая или биржевая)

С 2008 г. у российских эмитентов, котируемых на ММВБ (на Московской бирже), появилась возможность размещать облигации (биржевые облигации) по упрощенной процедуре [15]. В работах Н.И. Берзона и Т.М. Милицковой[7], а также Т.М. Милицковой [15] доказано, что биржевые облигации при прочих равных имеют меньшую доходность. Для расчетов используется бинарная переменная, равная 1, для выпуска биржевых облигаций. Данный показатель применялся (и применим) только для проведения исследования на данных по России.

Тип организатора

В работах Н.И. Берзона и Т.М. Милицковой[8] [15] доказано, что при прочих равных, спред доходности российских корпоративных облигаций, размещаемых организаторами первого эшелона, ниже. Под организаторами первого эшелона при этом понимаются компании, организующие размещение облигаций чаще и на большие суммы, чем остальные участники рынка. В данном исследовании также ожидается, что доходность облигаций, размещенных организаторами первого эшелона, при прочих равных ниже. Для расчетов используется бинарная переменная, равная 1 для выпуска облигаций, в котором организатор размещения входит в список организаторов первого эшелона. К организаторам первого эшелона относятся: ВТБ, ИК «Тройка Диалог», Газпромбанк, Райффайзенбанк, ТрансКредитБанк, Ренессанс Капитал, Сбербанк России, ФК «Уралсиб», Росбанк, Банк Москвы. Список организаторов первого эшелона взят из работы Н.И. Берзона и Т.М. Милицковой[9]. Этот показатель применялся (и применим) только для проведения исследования на данных по России.

Способ размещения

Названный показатель применялся (и применим) только для проведения исследования на данных по России. Часть выпусков облигаций в наборе данных (в выборке) только по России размещались путем конвертирования из другого выпуска облигаций. Для того чтобы учитывать это, вводилась бинарная переменная, принимающая значение 1 для выпусков облигаций, размещенных путем конвертации.

Эмпирические результаты и выводы

Выбор наилучшей модели для прогнозирования осуществлялся следующим образом. В начале бралась некая базовая модель, затем добавлялась либо убиралась

[7] *Берзон Н.И., Милицкова Т.М.* Детерминанты доходности рублевых корпоративных облигаций при их размещении // Финансы и кредит. 2013. № 16. С. 24—32.

[8] Там же.

[9] *Берзон Н.И., Милицкова Т.М.* Детерминанты доходности рублевых корпоративных облигаций при их размещении // Финансы и кредит. 2013. № 16. С. 24—32.

из этой модели одна переменная. После чего все снова пересчитывалось, если изменение оказывалось удачным, оно сохранялось, если модель становилась хуже, осуществлялся возврат к предыдущей версии модели. Потом производилась попытка добавить или убрать еще одну переменную, и так до тех пор, пока не удавалось дальше улучшить модель. Совсем коротко модель можно описать следующим образом:

$$\hat{Y}_i = F(X_i), \quad (7)$$

где $\hat{Y}_i$ — прогнозируемое значение спреда доходности облигации;

X_i — вектор независимых переменных (экономических показателей) представляющих собой входной слой нейронной сети (то есть Input layer на *рис. 1*);

F — функция представляющая собой нейронную сеть. Результатом работы этой функции является значение, полученное на выходном слое нейронной сети (то есть на Output layer на *рис. 1*). После построения модели рассчитывались ошибки прогноза следующим образом:

$$\hat{Y}_i - Y_i, \quad (8)$$

где $\hat{Y}_i$ — прогнозируемые значения спреда доходности;

Y_i — реально наблюдаемые значения спреда доходности.

Затем строились графики (типа BoxPlot), отображающие распределение ошибок прогноза.

В начале рассчитывалась модель только на данных по России. В модель, использованную для прогнозирования на наборе данных только по российскому рынку, входят следующие переменные:

1) альтернативный показатель денежного обращения;

2) кредитное плечо;

3) логарифм от срока до погашения выраженного в месяцах;

4) логарифм от общей величины активов компании, выраженного в тыс. руб.;

5) бинарная переменная, принимающая значение 1 для биржевого выпуска облигаций;

6) доходность индекса ММВБ;

7) бинарная переменная, принимающая значение 1 для главного организатора размещения из числа первого эшелона;

8) бинарная переменная, принимающая значение 1 для случая размещения выпуска облигаций, путем конвертации из другого выпуска облигаций.

Полученные на данных по России результаты представлены на *рис. 2*. Как видно из результатов, медианные значения погрешностей прогноза получились несколько смещенными, но для 4 из 5 лет (за исключением 2014 г.) смещение не превышает 100 базисных пунктов. Что касается разброса значений ошибок прогноза, для 3 из 5 лет (для 2016, 2015 и 2013 гг.) хвосты распределения получились достаточно короткими. Плохие значения прогноза для 2014 г. могут быть связаны со следующими причинами: 1) малое число наблюдений за год (на этом наборе данных), всего 6 наблюдений; 2) модели прогнозирования на рынках облигаций значительно хуже работают в условиях рецессии (A. Shynkevich [2]). В целом на основе полученных результатов можно говорить о том, что выбранная модель неплохо работает на данных по российскому рынку облигаций.

Следующей рассчитывалась модель на наборе данных по всем странам БРИКС. Поскольку в этом наборе данных много пропусков данных и по многим выпускам облигаций нет данных, касающихся эмитента, было построено две модели. Первая модель считалась на данных по большему числу выпусков облигаций (где-то по ~3 000 выпусков облигаций). Вторая модель включала некоторые переменные, касающиеся эмитента, и считалась на данных по меньшему числу выпусков облигаций (где-то по ~500 выпускам облигаций). В первую модель, считаемую на данных по БРИКС, вошли следующие показатели:

1) дюрация в годах;

2) доходность государственных облигаций;

3) показатель инфляции (индекс CPI — Consumer Price Index);

4) индекс индустриального производства;

5) показатель денежного обращения;

6) доходность фондового рынка;

7) индекс волатильности (фондового рынка США) VIX;

8) курс национальной валюты страны-эмитента;

9) стоимость нефти марки Brent;

10) бинарные переменные, принимающие значение 1 для выпусков облигаций номинированных в соответствующей валюте размещения (в долларах США, в евро, в другой не национальной валюте);

11) бинарные переменные, принимающие значение 1 для соответствующей страны-эмитента (Бразилия, Россия, Индия, Южная Африка);

12) спред доходности государственных облигаций;

13) объем размещения в миллионах долларов США.

Результаты, полученные при применении первой модели на данных по странам БРИКС, представлены на *рис. 3*. По полученным результатам видно, что медианные значения ошибок прогноза находятся на значениях близких к нулю. Разброс ошибок прогноза приблизительно одинаковый за все 5 лет. Модель показывает стабильные результаты. Тем не менее наблюдается достаточно большое количество выбросов, предположительно, это может быть связано с тем, что в модели никак не учитываются свойства отдельного эмитента облигаций. Поэтому дополнительно рассчитывалось, какая доля от всех наблюдений находится в заданных рамках. Были получены следующие результаты: для ~75% наблюдений ошибка прогноза не превышает 200 базисных пунктов; для ~85% наблюдений ошибка прогноза не превышает 300 базисных пунктов. Из полученных результатов можно сделать выводы о том, что модель показывает относительно неплохую предсказательную способность при прогнозировании на данных по странам БРИКС.

Далее, чтобы проверить, позволяет ли добавление переменных, отражающих свойства эмитента (на данных по странам БРИКС), улучшить качество получаемых прогнозов, была посчитана еще одна модель, в которой учитываются некоторые свойства эмитента. Наилучшие результаты получались при добавлении в модель показателя долгосрочного долга компании-эмитента. Поэтому вторая модель по странам БРИКС отличается от первой лишь добавлением одной дополнительной переменной: долгосрочный долг компании. Для оценивания второй модели были доступны только ~500 наблюдений (за весь период выборки). Результаты оценивания второй модели представлены на *рис. 4*.

Для этой модели медианные значения ошибок прогноза получились чуть более смещенными, чем для первой модели. Тем не менее медианные значения по-прежнему для 4 из 5 лет (для 2013—2016 гг.) не превышают значение в 100 базисных пунктов, для 2012 г. медианное значение получилось немногим более 100 базисных пунктов. Что касается разброса значений ошибок прогноза, для части лет (для 2013 и 2014 гг.) прогнозы получились лучше, для других лет прогнозы получились хуже. Стоит отметить, что выбросов по сравнению с первой моделью стало меньше. Результаты могут быть обусловлены только меньшим числом наблюдений, на которых рассчитывалась вторая модель. Чтобы проверить, позволяет ли включение в модель величины долгосрочного долга компании улучшить получаемые результаты, первая модель по странам БРИКС была рассчитана с применением тех же наблюдений, на которых считалась вторая модель. Полученные при этом результаты представлены на *рис. 5*. Из сравнения результатов

(*рис. 4* и *5*) видно, что включение в модель показателя долгосрочного долга компании не позволяет существенным образом улучшить построенную модель.

Известно, что в некоторых исследованиях на рынках облигаций для расчета спреда доходности сопоставление облигаций осуществляется не по сроку до погашения, а по дюрации (например в работах таких авторов, как A. Kecskés, S.A. Mansi, A. Zhang (Jianzhong) [16], S. Mansi, W. Maxwell, D. Miller [17], T.-K. Chou, C.-S. Ou, S.-H. Tsai [33]). Поскольку при сопоставлении по дюрации могут получиться немного различные результаты, было решено проверить, позволяет ли сопоставление по дюрации улучшить модель. Для этого на наборе данных по странам БРИКС отдельно рассчитывались спреды доходности как разница в доходности до погашения между корпоративной облигацией и государственной облигацией с такой же дюрацией. Затем первая модель снова оценивалась с применением спредов доходности, расчитанных путем сопоставления по дюрации. Полученные результаты представлены на *рис. 6*. В целом результаты получились схожими, однако из сравнения результатов (*рис. 3* и *6*) видно, что для ряда лет (для 2013—2015 гг.) разброс значений ошибок прогноза немного увеличился, за 2012 г. значения получились сильно смещенными. Расчет спреда доходности путем сопоставления облигаций по дюрации не позволяет улучшить предсказательную способность построенной модели.

Заключение

В работе проверялось, позволяет ли применение искусственных нейронных сетей прогнозировать спреды доходности на первичном рынке корпоративных облигаций стран БРИКС. В статье предложена нейронная сеть и модели, позволяющие прогнозировать спреды доходности корпоративных облигаций стран БРИКС. Исследование проводилось на двух разных наборах данных, полученных из разных источников. Первый набор данных включает в себя только российские рублевые корпоративные облигации, представленные в базе данных Cbonds.info. Второй набор — облигации компаний по всем странам БРИКС, представленные в базе данных Compustat. Было оценено качество прогнозов, получаемых на разных наборах данных и с применением различного набора объясняющих переменных. В работе показано, что доходности корпоративных облигаций на рынке стран БРИКС предсказуемы, и можно получать качественные прогнозы при применении подходящей нейронной сети и набора объясняющих переменных (экономических показателей). Эти результаты согласуются с выводами, полученными на рынке корпоративных облигаций США [1—3]. Отличие от предыдущих исследований, касающихся прогнозирования на рынках облигаций [1—3], и оригинальность данной работы заключаются в том, что рассматривается прогнозирование на развивающихся рынках облигаций, а именно на рынке стран БРИКС и на рынке России в частности; прогнозируются спреды доходности к погашению на

первичном рынке облигаций; прогнозирование осуществляется с применением нейронных сетей.

Практическая значимость данного исследования заключается в том, что в работе предложена нейронная сеть и модели (оцениваемые с ее помощью), позволяющие прогнозировать спреды доходности при размещении корпоративных облигаций на рынках облигаций стран БРИКС. Результаты исследования могут быть полезными как для компаний — эмитентов из стран БРИКС, планирующих размещение облигации на внутреннем рынке, так и для инвесторов в облигации компаний стран БРИКС.

Таблица 1
Число наблюдений по странам во втором наборе данных

Table 1
Number of observations by country in the second data set

Страна	Число наблюдений
Бразилия	216
Россия	287
Индия	521
Китай	2 277
ЮАР	85

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2
Число наблюдений по валюте размещения во втором наборе данных

Table 2
Number of observations by currency of bond placement in the second data set

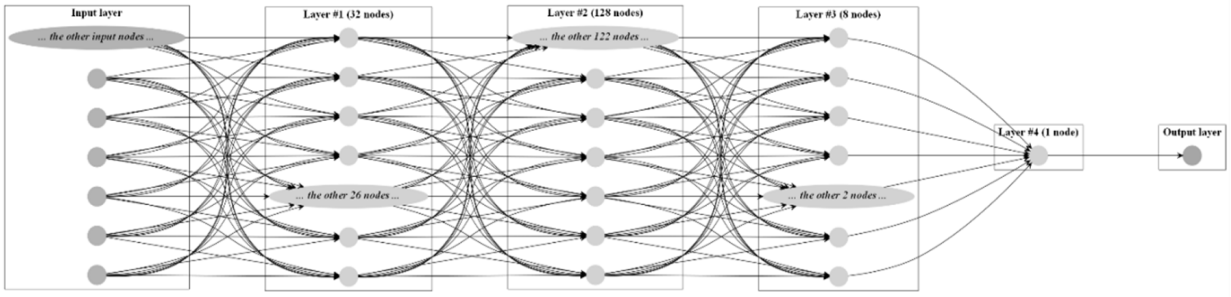
Валюта	Число наблюдений
Размещение номинировано в долларах США	667
Размещение номинировано в евро	84
Размещение номинировано в национальной валюте	2 504
Размещение номинировано в другой не национальной валюте	131

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1
Структура нейронной сети

Figure 1
A neural network structure

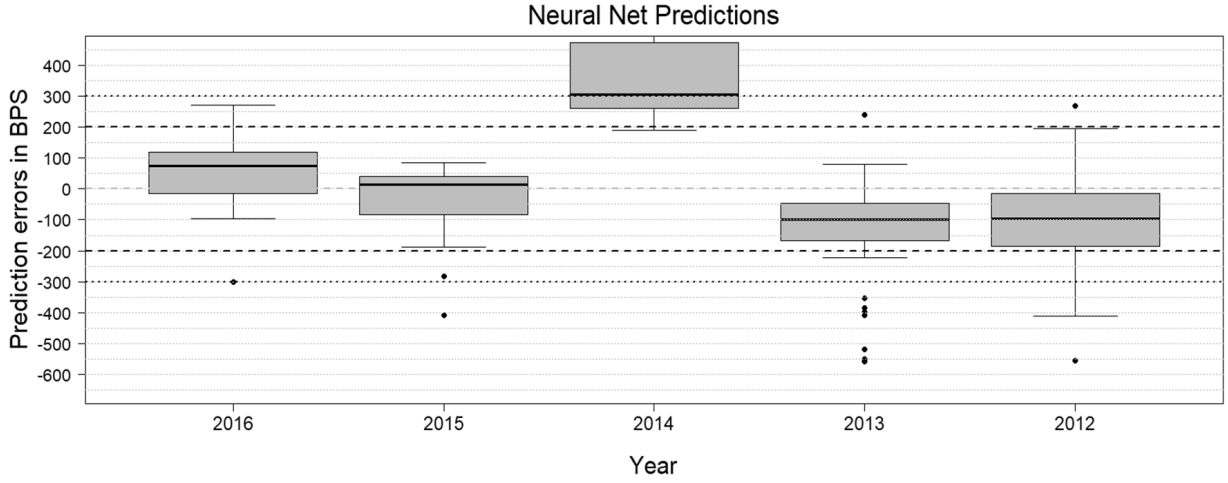


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2
Распределение ошибок прогноза для модели по России

Figure 2
Distribution of forecast errors for the model designed for Russia

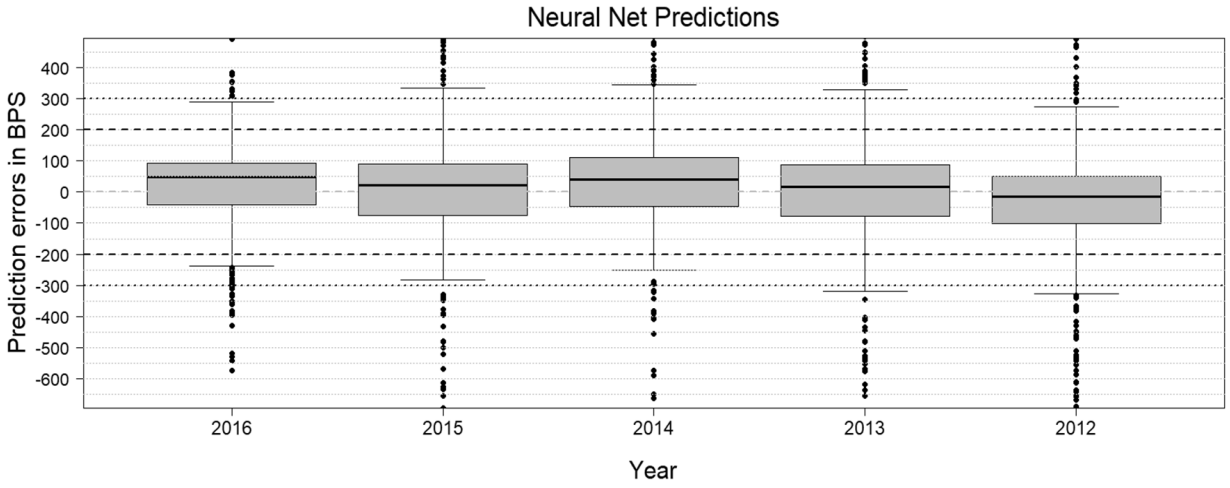


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3
Распределение ошибок прогноза для первой модели по БРИКС

Figure 3
Distribution of forecast errors for the first model designed for BRICS

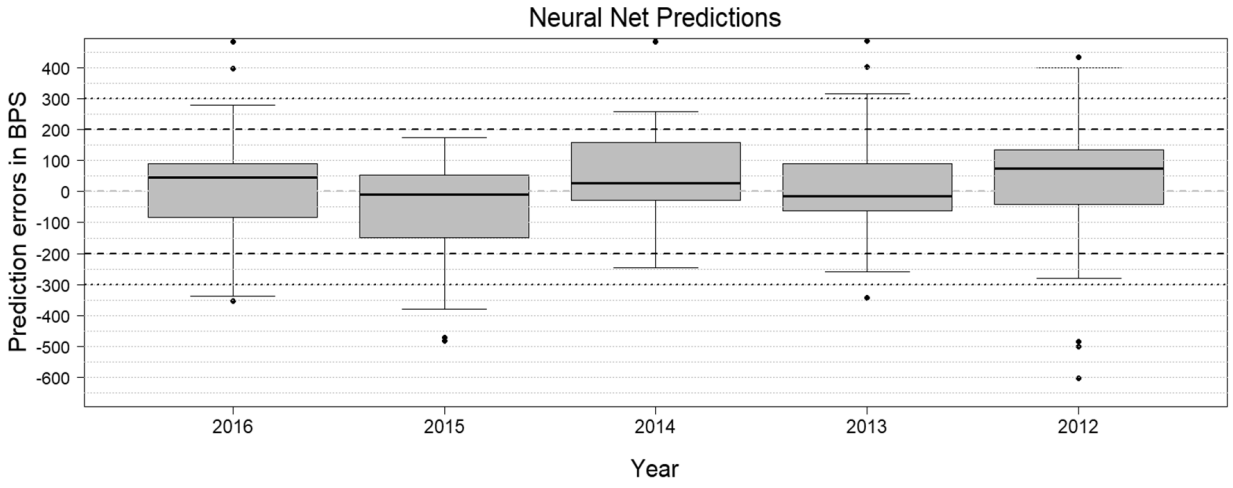


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 4
Распределение ошибок прогноза для второй модели по БРИКС

Figure 4
Distribution of forecast errors for the second model designed for BRICS

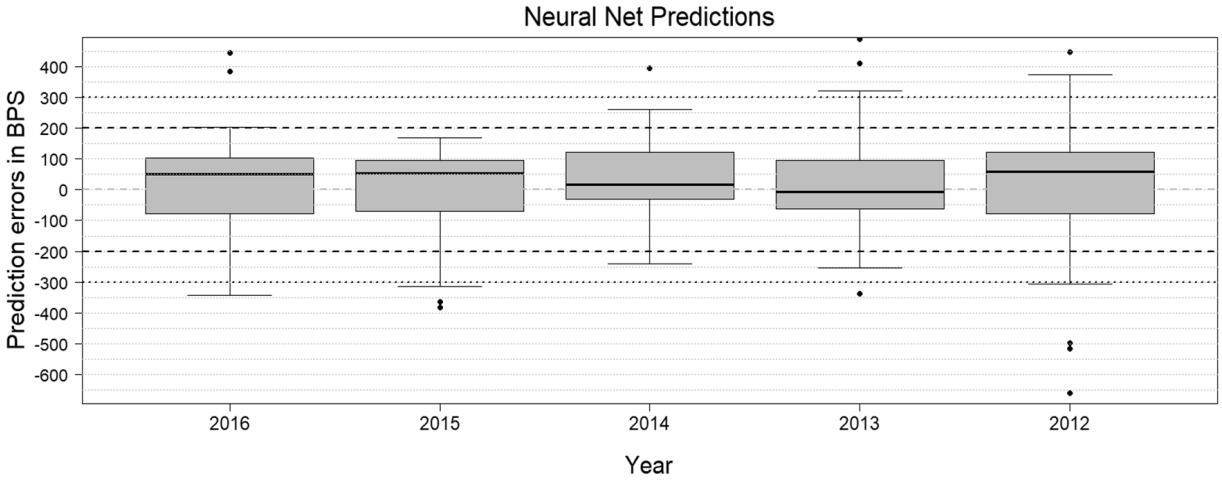


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 5
Распределение ошибок прогноза для первой модели по БРИКС для случая меньшего числа наблюдений

Figure 5
Distribution of forecast errors for the first model designed for BRICS, the fewer observations case

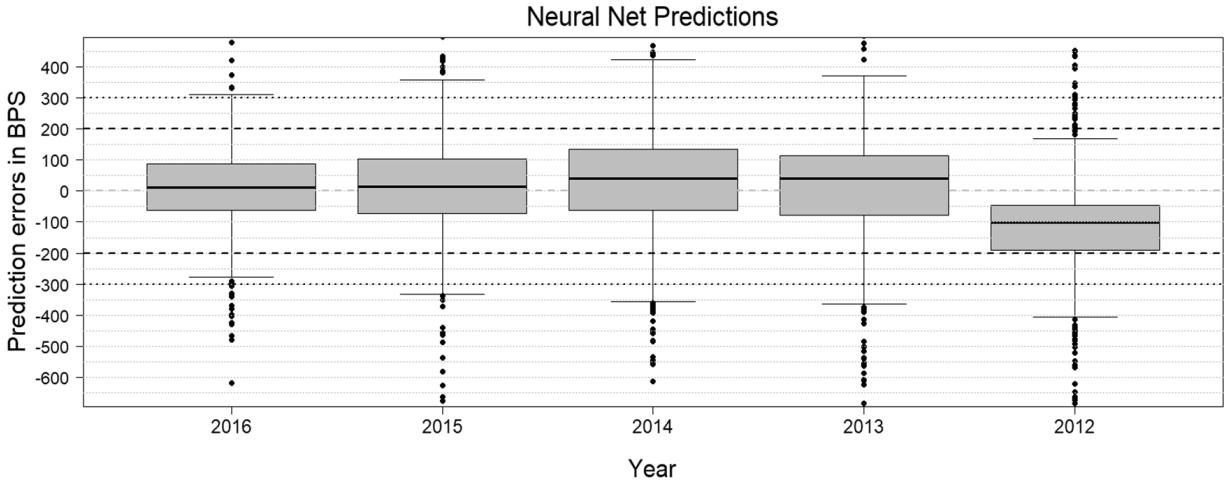


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 6
Распределение ошибок прогноза для первой модели по БРИКС для случая расчета спредов доходности путем сопоставления облигаций по дюрации

Figure 6
Distribution of forecast errors for the first model designed for BRICS, the case of yield spread calculation through bond duration matching



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Hong Y., Lin H., Wu C.* Are corporate bond market returns predictable? *Journal of Banking and Finance*, 2012, vol. 36, no. 8, pp. 2216–2232.

2. *Shynkevich A.* Predictability in bond returns using technical trading rules. *Journal of Banking and Finance*, 2016, vol. 70, pp. 55–69. URL: https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.06.010

3. *Lin H., Wang J., Wu C.* Predictions of corporate bond excess returns. *Journal of Financial Markets*, 2014, vol. 21, pp. 123–152. URL: https://doi.org/10.1016/j.finmar.2014.08.003

4. *Matsui K.* Accounting year-end dispersion and seasonality in the Japanese corporate bond market. *Applied Economics*, 2011, vol. 43, iss. 26, pp. 3733–3744. URL: https://doi.org/10.1080/00036841003705311

5. *Michayluk D., Zhao R.* Stock splits and bond yields: isolating the signaling hypothesis. *The Financial Review*, 2010, vol. 45, iss. 2, pp. 375–386. URL: https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00252.x

6. *Huang H.H., Huang H.-Y., Oxman J.* Stock liquidity and corporate bond yield spreads: Theory and evidence. *Journal of Financial Research*, 2015, vol. 38, iss. 1, pp. 59–91. URL: https://doi.org/10.1111/jfir.12052

7. *Shaw K.* CEO incentives and the cost of debt. *Review of Quantitative Finance & Accounting*, 2012, vol. 38, iss. 3, pp. 323–346. URL: https://doi.org/10.1007/s11156-011-0230-7

8. *Shuto A., Kitagawa N.* The effect of managerial ownership on the cost of debt: Evidence from Japan. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 2011, vol. 26, iss. 3, pp. 590–620. URL: https://doi.org/10.1177/0148558X11401553

9. *Venkiteshwaran V.* Are underrated bonds underpriced? Biased ratings and corporate bond pricing. *Banking & Finance Review*, 2013, vol. 5, iss. 1, pp. 77–89.

10. *Tsung-Kang Chen, Yi-Ping Liao*. The economic consequences of disclosure quality under SFAS No. 131. *Accounting Horizons*, 2015, vol. 29, iss. 1, pp. 1–22. URL: https://doi.org/10.2308/acch-50898

11. *Han S., Moore W., Shin Y., Yi S.* Unsolicited versus solicited: credit ratings and bond yields. *Journal of Financial Services Research*, 2013, vol. 43, iss. 3, pp. 293–319. URL: https://doi.org/10.1007/s10693-012-0137-z

12. *Nashikkar A., Subrahmanyam M.G., Mahanti S.* Liquidity and arbitrage in the market for credit risk. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 2011, vol. 46, no. 3, pp. 627–656.

13. *Chiou C.-L., Hung M.-W., Shu P.-G.* Foreign direct investment in emerging markets: bondholders' perspective. *Emerging Markets Finance & Trade*, 2013, vol. 49, iss. S4, pp. 5–16.

14. *Blankespoor E., Linsmeier T.J., Petroni K.R., Shakespeare C.* Fair value accounting for financial instruments: does it improve the association between bank leverage and credit risk? *Accounting Review*, 2013, vol. 88, iss. 4, pp. 1143–1177. URL: https://doi.org/10.2308/accr-50419

15. *Милицкова Т.М.* Влияние специфических факторов на спреды доходности корпоративных облигаций // Корпоративные финансы. 2013. Т. 7. № 2. С. 46–63. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-spetsificheskih-faktorov-na-spredy-dohodnosti-korporativnyh-obligatsiy

16. *Kecskés A., Mansi S.A., Zhang A. (Jianzhong).* Are short sellers informed? Evidence from the bond market. *The Accounting Review*, 2013, vol. 88, iss. 2, pp. 611–639. URL: https://doi.org/10.2308/accr-50313

17. *Mansi S.A., Maxwell W.F., Miller D.P.* Analyst forecast characteristics and the cost of debt. *Review of Accounting Studies*, 2011, vol. 16, iss. 1, pp. 116–142.

18. *Oikonomou I., Brooks C., Pavelin S.* The Effects of Corporate Social Performance on the Cost of Corporate Debt and Credit Ratings. *Financial Review*, 2014, vol. 49, iss. 1, pp. 49–75. URL: https://doi.org/10.1111/fire.12025

19. *Hibbert A.M., Pavlova I., Barber J., Dandapani K.* Credit spread changes and equity volatility: Evidence from daily data. *Financial Review*, 2011, vol. 46, iss. 3, pp. 357–383. URL: https://doi.org/10.1111 /j.1540-6288.2011.00304.x

20. *Jin Y.C., Gerard G.* Announcement Effect on the Credit Spreads of US Dollar Malaysian Bonds. *Review of Pacific Basin Financial Markets & Policies*, 2011, vol. 14, iss. 3, pp. 449–484. URL: https://doi.org/10.1142/S0219091511002202

21. *Elliott J., Ghosh A., Moon D.* Asymmetric valuation of sustained growth by bond- and equity-holders. *Review of Accounting Studies*, 2010, vol. 15, iss. 4, pp. 833–878.

22. *Chen T.-K., Liao H.-H., Huang H.-C.* Macroeconomic risks of supply chain counterparties and corporate bond yield spreads. *Review of Quantitative Finance & Accounting*, 2014, vol. 43, iss. 3, pp. 463–481. URL: https://doi.org/10.1007/s11156-013-0382-8

23. *Chuluun T., Prevost A., Puthenpurackal J.* Board ties and the cost of corporate debt. *Financial Management*, 2014, vol. 43, iss. 3, pp. 533–568. URL: https://doi.org/10.1111/fima.12047

24. *Batta G., Ganguly A., Rosett J.* Financial statement recasting and credit risk assessment. *Accounting & Finance*, 2014, vol. 54, iss. 1, pp. 47–82. URL: https://doi.org/10.1111/acfi.12002

25. *Mählmann T.* Is There a Relationship Benefit in Credit Ratings? R*eview of Finance*, 2011, vol. 15, iss. 3, pp. 475–510. URL: https://doi.org/10.1093/rof/rfq032

26. *Kang J., Pflueger C.E.* Inflation Risk in Corporate Bonds. *Journal of Finance*, 2015, vol. 70, iss. 1, pp. 115–162. URL: https://doi.org/10.1111/jofi.12195

27. *Cenesizoglu T., Essid B.* The effect of monetary policy on credit spreads. *Journal of Financial Research*, 2012, vol. 35, iss. 4, pp. 581–613.

28. *Reilly F.K., Wright D.J., Gentry J.A.* An analysis of credit risk spreads for high yield bonds. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2010, vol. 35, iss. 2, pp. 179–205. URL: https://doi.org/10.1007/s11156-009-0162-7

29. *Jubinski D., Lipton A.F.* Equity Volatility, Bond Yields, and Yield Spreads. *Journal of Futures Markets*, 2012, vol. 32, no. 5, pp. 480–503. URL: https://doi.org/10.1002/fut.20521

30. *Bao J., Pan J., Wang J.* The Illiquidity of Corporate Bonds. *Journal of Finance*, 2011, vol. 66, no. 3, pp. 911–946. URL: https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2011.01655.x

31. *McBrady M.R., Mortal S., Schill M.J.* Do Firms Believe in Interest Rate Parity? *Review of Finance*, 2010, vol. 14, iss. 4, pp. 695–726.

32. *Gopalan R., Song F., Yerramilli V.* Debt maturity structure and credit quality. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 2014, vol. 49, no. 4, pp. 817–842. URL: https://doi.org/10.1017/S0022109014000520

33. *Chou T.-K., Ou C.-S., Tsai S.-H.* Value of strategic alliances: Evidence from the bond market. *Journal of Banking & Finance*, 2014, vol. 42, pp. 42–59. URL: https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.01.033

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-8005
eISSN 2311-9438

Securities and Financial Markets

PREDICTING THE YIELD SPREAD OF CORPORATE BONDS IN BRICS COUNTRIES USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Iskander R. SULTANOV

Independent researcher,
Moscow, Russian Federation
BigIskander@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-1226-3791

Article history:
Article No. 12/2019
Received 15 January 2019
Received in revised form
31 January 2019
Accepted 14 Feb 2019
Available online
30 March 2023

JEL classification: G12, G18, E43, E44

Keywords: corporate bond, yield spread, BRICS, bond market, forecasting, neural network

Abstract

Subject. The article deals with predicting the corporate bond spread in the primary corporate bond market of BRICS countries.

Objectives. The study aims to choose a suitable configuration of artificial neural network and make a list of input variables to predict yield spread, to test the ability of the neural network to forecast the yield spread of corporate bonds based on the data for BRICS countries.

Methods. The study rests on two unrelated data sets obtained from different sources. At the baseline, I chose a configuration of neural network, which enabled to obtain reasonable forecasts on the data from corporate bond markets of BRICS member States and separately of Russia. Then I selected models (lists of independent variables), which provided the best forecasts. The neural network was trained on the data for five years, and then a forecast was made on the data for the sixth year. The quality of the forecast was thereafter assessed.

Results. In the model, which was calculated using the biggest number of observations and which disregarded the specifics of the issuer, the error of prediction does not exceed 200 basis points in seventy five percent of observations. Other models demonstrated even better results.

Conclusions. The chosen method of prediction is applicable to the corporate bond market data for Russia and for BRICS countries.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Sultanov I.R. Predicting the Yield Spread of Corporate Bonds in BRICS Countries Using Artificial Neural Networks. *Digest Finance*, 2023, vol. 28, iss. 1, pp. 73–98.
https://doi.org/10.24891/df.28.1.73

Acknowledgments

The article was adapted from the *Finance and Credit* journal, 2019, vol. 25, iss. 3.

References

1. Hong Y., Lin H., Wu C. Are corporate bond market returns predictable? *Journal of Banking and Finance*, 2012, vol. 36, no. 8, pp. 2216–2232.

2. Shynkevich A. Predictability in bond returns using technical trading rules. *Journal of Banking and Finance*, 2016, vol. 70, pp. 55–69. URL: https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.06.010

3. Lin H., Wang J., Wu C. Predictions of corporate bond excess returns. *Journal of Financial Markets*, 2014, vol. 21, pp. 123–152. URL: https://doi.org/10.1016/j.finmar.2014.08.003

4. Matsui K. Accounting year-end dispersion and seasonality in the Japanese corporate bond market. *Applied Economics*, 2011, vol. 43, iss. 26, pp. 3733–3744. URL: https://doi.org/10.1080/00036841003705311

5. Michayluk D., Zhao R. Stock Splits and Bond Yields: Isolating the Signaling Hypothesis. *The Financial Review*, 2010, vol. 45, iss. 2, pp. 375–386. URL: https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00252.x

6. Huang H.H., Huang H.-Y., Oxman J. Stock liquidity and corporate bond yield spreads: Theory and evidence. *Journal of Financial Research*, 2015, vol. 38, iss. 1, pp. 59–91. URL: https://doi.org/10.1111/jfir.12052

7. Shaw K. CEO incentives and the cost of debt. *Review of Quantitative Finance & Accounting*, 2012, vol. 38, iss. 3, pp. 323–346. URL: https://doi.org/10.1007/s11156-011-0230-7

8. Shuto A., Kitagawa N. The effect of managerial ownership on the cost of debt: Evidence from Japan. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 2011, vol. 26, iss. 3, pp. 590–620. URL: https://doi.org/10.1177/0148558X11401553

9. Venkiteshwaran V. Are underrated bonds underpriced? Biased ratings and corporate bond pricing. *Banking & Finance Review*, 2013, vol. 5, iss. 1, pp. 77–89.

10. Tsung-Kang Chen, Yi-Ping Liao. The economic consequences of disclosure quality under SFAS No. 131. *Accounting Horizons*, 2015, vol. 29, iss. 1, pp. 1–22. URL: https://doi.org/10.2308/acch-50898

11. Han S., Moore W., Shin Y., Yi S. Unsolicited versus solicited: Credit ratings and bond yields. *Journal of Financial Services Research*, 2013, vol. 43, iss. 3, pp. 293–319. URL: https://doi.org/10.1007/s10693-012-0137-z

12. Nashikkar A., Subrahmanyam M.G., Mahanti S. Liquidity and arbitrage in the market for credit risk. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 2011, vol. 46, no. 3, pp. 627–656.

13. Chiou C.-L., Hung M.-W., Shu P.-G. Foreign direct investment in emerging markets: Bondholders' perspective. *Emerging Markets Finance & Trade*, 2013, vol. 49, iss. S4, pp. 5–16.

14. Blankespoor E., Linsmeier T.J., Petroni K.R., Shakespeare C. Fair value accounting for financial instruments: Does it improve the association between bank leverage and credit risk? *Accounting Review*, 2013, vol. 88, iss. 4, pp. 1143–1177. URL: https://doi.org/10.2308/accr-50419

15. Militskova T.M. [The impact of specific determinants on corporate bond yield spreads]. *Korporativnye finansy = Corporate Finance*, 2013, vol. 7, no. 2, pp. 46–63. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-spetsificheskih-faktorov-na-spredy-dohodnosti-korporativnyh-obligatsiy (In Russ.)

16. Kecskés A., Mansi S.A., Zhang A. (Jianzhong). Are Short Sellers Informed? Evidence from the Bond Market. *The Accounting Review*, 2013, vol. 88, iss. 2, pp. 611–639. URL: https://doi.org/10.2308/accr-50313

17. Mansi S.A., Maxwell W.F., Miller D.P. Analyst forecast characteristics and the cost of debt. *Review of Accounting Studies*, 2011, vol. 16, iss. 1, pp. 116–142.

18. Oikonomou I., Brooks C., Pavelin S. The Effects of Corporate Social Performance on the Cost of Corporate Debt and Credit Ratings. *Financial Review*, 2014, vol. 49, iss. 1, pp. 49–75. URL: https://doi.org/10.1111/fire.12025

19. Hibbert A.M., Pavlova I., Barber J., Dandapani K. Credit spread changes and equity volatility: Evidence from daily data. *Financial Review*, 2011, vol. 46, iss. 3, pp. 357–383. URL: https://doi.org/10.1111 /j.1540-6288.2011.00304.x

20. Jin Y.C., Gerard G. Announcement Effect on the Credit Spreads of US Dollar Malaysian Bonds. *Review of Pacific Basin Financial Markets & Policies*, 2011, vol. 14, iss. 3, pp. 449–484. URL: https://doi.org/10.1142/S0219091511002202

21. Elliott J., Ghosh A., Moon D. Asymmetric valuation of sustained growth by bond- and equity-holders. *Review of Accounting Studies*, 2010, vol. 15, iss. 4, pp. 833–878.

22. Chen T.-K., Liao H.-H., Huang H.-C. Macroeconomic risks of supply chain counterparties and corporate bond yield spreads. *Review of Quantitative Finance & Accounting*, 2014, vol. 43, iss. 3, pp. 463–481. URL: https://doi.org/10.1007/s11156-013-0382-8

23. Chuluun T., Prevost A., Puthenpurackal J. Board ties and the cost of corporate debt. *Financial Management*, 2014, vol. 43, iss. 3, pp. 533–568. URL: https://doi.org/10.1111/fima.12047

24. Batta G., Ganguly A., Rosett J. Financial statement recasting and credit risk assessment. *Accounting & Finance*, 2014, vol. 54, iss. 1, pp. 47–82. URL: https://doi.org/10.1111/acfi.12002

25. Mählmann T. Is There a Relationship Benefit in Credit Ratings? R*eview of Finance*, 2011, vol. 15, iss. 3, pp. 475–510. URL: https://doi.org/10.1093/rof/rfq032

26. Kang J., Pflueger C.E. Inflation Risk in Corporate Bonds. *Journal of Finance*, 2015, vol. 70, iss. 1, pp. 115–162. URL: https://doi.org/10.1111/jofi.12195

27. Cenesizoglu T., Essid B. The effect of monetary policy on credit spreads. *Journal of Financial Research*, 2012, vol. 35, iss. 4, pp. 581–613.

28. Reilly F.K., Wright D.J., Gentry J.A. An analysis of credit risk spreads for high yield bonds. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2010, vol. 35, iss. 2, pp. 179–205. URL: https://doi.org/10.1007/s11156-009-0162-7

29. Jubinski D., Lipton A.F. Equity Volatility, Bond Yields, and Yield Spreads. *Journal of Futures Markets*, 2012, vol. 32, no. 5, pp. 480–503. URL: https://doi.org/10.1002/fut.20521

30. Bao J., Pan J., Wang J. The Illiquidity of Corporate Bonds. *Journal of Finance*, 2011, vol. 66, no. 3, pp. 911–946. URL: https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2011.01655.x

31. McBrady M.R., Mortal S., Schill M.J. Do Firms Believe in Interest Rate Parity? *Review of Finance*, 2010, vol. 14, iss. 4, pp. 695–726.

32. Gopalan R., Song F., Yerramilli V. Debt maturity structure and credit quality. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 2014, vol. 49, no. 4, pp. 817–842. URL: https://doi.org/10.1017/S0022109014000520

33. Chou T.-K., Ou C.-S., Tsai S.-H. Value of strategic alliances: Evidence from the bond market. *Journal of Banking & Finance*, 2014, vol. 42, pp. 42–59. URL: https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.01.033

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.