



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

**по результатам подготовленной
научно-квалификационной работы (диссертации)
на тему: «Оценка факторов, влияющих на спрэд доходности
корпоративных облигаций стран БРИКС»**

ФИО Султанов Искандер Рамилевич

Направление подготовки 38.06.01 Экономика

**Профиль (направленность) программы 08.00.10 Финансы, денежное
обращение и кредит**

Аспирантская школа по экономике

Аспирант _____ /ФИО /
подпись

Научный руководитель _____ /ФИО /
подпись

Директор Аспирантской школы _____ /ФИО /
подпись

Москва, 2019 год

Актуальность исследования. Одним из ключевых условий, способствующих росту экономики страны, является возможность для компаний привлекать средства инвесторов путем размещения облигаций на внутреннем рынке. Ключевым показателем стоимости заимствований по размещаемым облигациям являются их спред доходности. Спред доходности облигации отражают премию за риск, связанный с инвестициями в облигации. Чем меньше спред доходности, тем дешевле компания привлекает средства инвесторов путем размещения облигаций. Поэтому, важно понимать какие факторы (экономические показатели) определяют величину будущих спредов доходности на рынке корпоративных облигаций. Однако, большая часть научных исследований по данной тематике относится к рынку облигаций США. В то время, как развивающиеся рынки облигаций, в частности рынки облигаций стран БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай, Южная Африка) не так хорошо исследованы. Надо отметить, что влияние большинства экономических показателей на спреды доходности корпоративных облигаций, рассмотренных на других рынках облигаций, не исследовалось на данных по рынкам корпоративных облигаций стран БРИКС. Данное исследование призвано закрыть этот пробел. Ранее, проведение подобных исследований являлось проблематичным в виду отсутствия достаточного количества статистических данных по рынкам корпоративных облигаций этих стран. Увеличение количества размещений корпоративных облигаций в странах БРИКС, наблюдавшееся в последние годы, позволило накопить достаточный статистический материал для проведения соответствующих исследований.

Объект, предмет исследования. Объектом исследования являются корпоративные облигации, размещенные на внутреннем рынке облигаций стран БРИКС. Предметом исследования являются спреды доходности корпоративных облигаций при их размещении. При этом, под спредом доходности понимается разница в доходности к погашению между корпоративной облигацией и государственной облигацией (государства расположения компании эмитента) с таким же сроком до погашения.

Исследования проводились на двух разных наборах данных, взятых из разных источников. В первый набор данных входят только российские рублевые корпоративные облигации, представленные в базе данных CBonds. В второй набор данных входят корпоративные облигации, размещавшиеся на внутренних рынках облигаций стран БРИКС, представленные в базе данных Compustat. Так как вторичные рынки корпоративных облигаций стран БРИКС недостаточно ликвидны, все исследования проводились на данных по первичному рынку корпоративных облигаций.

Исследования на данных по России. В исследованиях на данных по России период выборки составляет с 2007 по 2016 год. Исследование проводилось на данных по облигациям, размещенным компаниями реального сектора экономики. Из выборки были исключены 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. Далее, из выборки были исключены выпуски облигаций, по которым нет каких-либо необходимых данных. Итоговая выборка составила 470 выпусков на сумму 2,2 трлн рублей. Доля выборки среди российских рублевых облигаций, размещавшихся компаниями реального сектора экономики, составляет 29,19% по объему и 40% по количеству размещений.

Спред доходности в исследованиях на данных по России рассчитывался, как разница между доходностью к погашению корпоративной облигации взятой из

базы CBonds и доходностью государственной облигации с таким же сроком до погашения. Доходность государственных облигаций бралась из кривой бескупонной доходности по государственным облигациям, рассчитываемой Московской биржей.

Исследования на данных по странам БРИКС. В исследованиях на данных по странам БРИКС период выборки составляет с 2005 по 2016 год. Исследования проводилось на данных по облигациям компаний реального сектора экономики, размещавшимся на внутреннем рынке. В выборку были включены только облигации с фиксированным купоном. Облигации со встроенными опционами и с плавающей ставкой купона были исключены из выборки. Для обеспечения большей однородности выборки и улучшения точности результатов исследования были удалены следующие наблюдения, где: не удалось рассчитать спред доходности (недостаточно данных для расчета); спред доходности больше 0.5; размер выпуска больше 4 млрд долларов США; срок до погашения больше 40 лет; возраст компании больше 200 лет; величина активов компании больше 50 млрд долларов США; кредитное плечо больше 1; покрытие процентов больше 1 или меньше -0.5; показатель DD1 больше 2; показатель DD2 больше 0.15; показатель PPE (Property Plant & Equipment) больше 1; рентабельность продаж больше 1 или меньше -0.5; соотношение долгосрочных долгов к сумме активов компании больше 1. Итоговый размер выборки составил 3386 выпусков облигаций. По структуре выборки 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. Касательно даты размещения: большинство размещений облигаций в выборке ~83% приходится на период с 2011 по 2016. Что касается валюты размещения, то большая часть облигаций в выборке ~73% номинирована в национальной валюте страны эмитента, так же некоторая часть облигаций в выборке ~19% номинирована в долларах США. Спред доходности в исследованиях на данных по всем странам БРИКС рассчитывался, как разница в доходности к погашению между корпоративной

облигацией и государственной облигацией с таким же сроком до погашения. Доходности государственных облигаций рассчитываемые Thompson Reuters брались из базы данных Thompson Reuters DataStream, недостающие значения получались путем линейной интерполяции. Поскольку по большей части выпусков облигаций в базе данных Compustat не указаны доходности к погашению, доходности к погашению по корпоративным облигациям рассчитывались на основе имеющихся данных по следующим формулам:

$$P = \left(\frac{c}{f} \right) * \left(\frac{a * f}{(1+y)^a} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+y)^{i/f+a}} \right) + \frac{1}{(1+y)^m} \quad (1) \quad \text{— для купонной облигации;}$$

$$P = \frac{1 + c * m}{(1+y)^m} \quad (2) \quad \text{— для облигации с выплатой при погашении. Где: } P \text{ — цена облигации при размещении (выраженная в долях от номинала); } c \text{ — показатель Coupon Rate; } f \text{ — количество купонных платежей в год; } a \text{ — продолжительность первого, не полного купонного периода в долях года; } n \text{ — число полных купонных периодов; } m \text{ — срок до погашения в долях года; } y \text{ — доходность к погашению при размещении. Соответствующие значения доходности к погашению подбирались при помощи солвера. В качестве базы (года) для расчётов бралось значение 360, так как это обеспечивало наименьшее среднеквадратичное отклонение рассчитанных доходностей от доходностей, которые уже указаны в Compustat (для тех облигаций, для которых указана доходность к погашению). Из ~5000 облигаций по странам БРИКС представленных в Compustat, данные по доходности были только по ~200. Удалось рассчитать доходности только для ~3000 облигаций из ~5000 облигаций.}$$

Цель и задачи исследования. Целью исследования является изучение влияния различных экономических показателей на спреды доходности корпоративных облигаций стран БРИКС. Задачами исследования являются: 1) выявление показателей, существенно и значимо влияющих на спреды доходности корпоративных облигаций стран БРИКС; 2) выявление существующих различий во влиянии этих переменных по странам, сравнение с результатами полученными в других исследованиях; 3) построение моделей, позволяющих прогнозировать спреды доходности корпоративных облигаций БРИКС.

Исследования на данных по России. В исследованиях на данных по России, рассматривалось влияние на спреды доходности (корпоративных облигаций) следующих показателей: 1) ставка рефинансирования ЦБ РФ; 2) предложение государственных ценных бумаг (объем находящихся в обращении государственных облигаций в денежном выражении, деленное на величину ВВП); 3) показатель денежного обращения (процентное изменение величины $M2 - M0$ относительно значений прошлого года); 4) сезонность (месяц размещения); 5) доходность фондового индекса ММВБ за последние 30 дней; 6) волатильность фондового рынка (стандартное отклонение значений фондового индекса ММВБ) за последние 30 дней; 7) индекс промышленного производства; 8) доходность государственных облигаций (с таким же сроком до погашения); 9) прирост ВВП относительно значений прошлого года; 10) ставка дефолта (Default Rate по российским корпоративным облигациям); 11) кредитное плечо; 12) размер компании (суммарная величина активов компании в денежном выражении); 13) показатель покрытия процентов; 14) индустрия к которой относится компания; 15) срок до погашения; 16) объем выпуска (в денежном выражении); 17) формат выпуска; 18) вид облигации (классическая или биржевая); 19) тип организатора размещения; 20) цены на нефть (марки Brent в долларах США); 21) курс доллара; 22) временные эффекты (влияние различных экономических периодов). Данные для исследований по России брались следующих источников: 1) CBonds.info; 2)

spark-interfax.ru; 3) сайт Московской биржи – MOEX.com; 4) сайт ЦБ РФ – cbr.ru; 5) сайт Госкомстата – gks.ru; 6) терминал Bloomberg.

Исследования на данных по странам БРИКС. В исследованиях по странам БРИКС рассматривалось влияние на спреды доходности (корпоративных облигаций) следующих показателей: 1) объем выпуска (в денежном выражении); 2) срок до погашения; 3) дюрация; 4) доходность государственных облигаций (с таким же сроком до погашения); 5) возраст компании (в годах); 6) размер компании (суммарная величина активов компании в денежном выражении); 7) Property Plant & Equipment (показатель PP&E в Compustat); 8) кредитное плечо; 9) долгосрочный долг компании (в долях от величины активов компании); 10) структуры выплаты долгосрочного долга (величина долгосрочных долгов погашаемых в следующие 1 – 2 года); 11) показатель рентабельности продаж; 12) показатель покрытия процентов; 13) показатели денежного потока компании; 14) спред доходности государственных облигаций (разница в доходности к погашению между 10 летними государственными облигациями страны и 10 летними US Treasury); 15) прирост ВВП относительно значений прошлого года; 16) показатель инфляции (CPI – Consumer Price Index); 17) индекс индустриального производства; 18) показатель денежного обращения (процентное изменение величины M2 – M1 относительно значений прошлого года); 19) курс национальной валюты к доллару США; 20) доходность фондового индекса за последние 30 дней; 21) волатильность фондового индекса (стандартное отклонение значений фондового индекса) за последние 30 дней; 22) индекс волатильности фондового рынка США (индекс VIX); 23) цены на нефть (марки Brent в долларах США); 24) валюта размещения; 25) год размещения; 26) страна размещения. Данные для исследований по странам БРИКС брались из следующих источников: 1) Compustat; 2) Thompson Reuters DataStream; 3) Bloomberg Terminal.

Степень разработанности темы исследования.

Достаточно много исследований по данной тематике проводилось на развитых рынках облигаций. Подавляющее большинство исследований проводилось на данных по США. Исследования по остальным рынкам корпоративных облигаций представлены в значительно меньшей степени. Одним из объяснений этого является то, что рынок облигаций США является самым крупным и развитым рынком облигаций в мире, а так же, по США доступно значительно больше статистических данных, чем по какой-либо другой стране.

Большая часть исследований (~70% всех исследований) по корпоративным облигациям рассматривает влияние на спреды доходности показателей, непосредственно относящихся к выпуску облигации и к компании эмитенту, выпустившему облигации. Значительно меньше исследований (~30% всех исследований) рассматривает влияние внешних экономических показателей на спреды доходности корпоративных облигаций.

По методу расчета, спред доходности облигации представляет из себя разницу между доходностью самой облигации и эталонной доходностью менее рискованного финансового инструмента. Чаще всего, в научных исследованиях в качестве эталонной доходности используется доходность к погашению государственных облигаций (страны компании эмитента), имеющих такой же срок до погашения, как и у самой облигации.

По типу данных, использованных при проведении исследований, можно отметить следующее: исследования, рассматривающие влияние показателей непосредственно относящихся к выпуску облигаций и к компании эмитенту, осуществлялись, в основном, с использованием панельных данных и данных по первичному рынку облигаций. Это объясняется тем, что эти типы данных наилучшим образом подходят для подобных исследований. В то же время, достаточно много исследований, рассматривающих влияние внешних показателей, осуществлялось с использованием данных по индексам облигаций. Это объясняется тем, что использование данных по индексам облигаций имеет ряд преимуществ: 1) использование подобного типа данных

убирает необходимость учитывать свойства отдельного выпуска облигаций; 2) использование данных по индексам позволяет получать более длинные временные ряды, нежели данные по отдельным облигациям.

Стоит отметить, что большинство показателей, рассматриваемых в научных работах, имеет однозначное влияние на доходности и спреды доходности корпоративных облигаций. Однако, влияние части показателей все же остаётся неоднозначным.

Если исследования по данной тематике на развитых рынках облигаций представлены довольно широко, то по развивающимся ранкам облигаций представлено значительно меньше исследований. Касательно рынков корпоративных облигаций стран БРИКС, на момент проведения обзора литературы, было обнаружено всего два исследования (публикации) по Российскому рынку облигаций. Влияние большей части экономических показателей на спреды доходности корпоративных облигаций, исследованных на данных по развитым рынкам облигаций, ранее не рассматривалось на данных по странам БРИКС. Так же не были обнаружены исследования выявляющие сходства и различия, которые наблюдаются на рынках корпоративных облигаций стран БРИКС. Данное исследования призвано закрыть этот пробел.

Основные результаты исследования и положения, выносимые на защиту.

Исследования на данных по России. В исследовании на данных по российским рублевым корпоративным облигациям было обнаружено, что статистически значимо на спреды доходности влияют следующие показатели: 1) ставка рефинансирования ЦБ РФ (влияние не линейно); 2) доходность фондового рынка (влияет отрицательно); 3) доходность государственных облигаций (влияет отрицательно); 4) прирост ВВП (влияет отрицательно); 5) кредитное плечо (влияет отрицательно); 6) размер компании (влияет отрицательно); 7) покрытие процентов (влияет отрицательно); 8) срок до погашения (влияет отрицательно); 9) объем выпуска (влияет отрицательно); 10) вид размещения (спред доходности ниже для облигаций, размещающихся по закрытой подписке); 11) вид облигации (спред доходности ниже для биржевых облигаций); 12) организатор размещения (спред доходности ниже для выпусков организованных организаторами первого эшелона); 13) курс доллара к рублю (влияет отрицательно).

Влияние части показателей совпадает с результатами, полученным в более ранних исследованиях по Российскому рынку корпоративных облигаций, в частности влияние таких показателей как: доходность государственных облигаций; прирост ВВП; срок до погашения; объем размещения; вид облигации; тип организатора размещения; курс доллара (частичное совпадение). Влияние остальных показателей на ранее на российском рынке корпоративных облигаций не рассматривалось, по этим переменным результаты согласуются с результатами, обнаруженными в исследованиях на других рынках корпоративных облигаций. Влияние ставки рефинансирования ЦБ РФ ранее в аналогичных исследованиях не рассматривалось.

Исследования на данных по странам БРИКС. В исследовании на данных по корпоративным облигациям стран БРИКС было обнаружено, что статистически значимо на спреды доходности влияют следующие показатели: 1) размер выпуска (влияние отрицательное); 2) дюрация (влияние отрицательное); 3) доходность государственных облигаций (влияние отрицательное); 4) размер компании (влияние отрицательное); 5) величина

долгосрочных долгов (влияние отрицательное); 6) покрытие процентов (влияние отрицательное); 7) величина денежного потока компании за последний квартал (влияние отрицательное); 8) спред доходности государственных облигаций (влияние отрицательное); 9) показатель инфляция Consumer Price Index (влияние отрицательное); 10) индекс индустриального производства (влияние отрицательное); 11) показатель денежного обращения (влияние положительное); 12) доходность фондового рынка (влияние положительное); 13) индекс волатильности VIX (влияние положительное); 14) курс валюты (влияние положительное); 15) стоимость нефти Brent (влияние положительное); 16) валюта размещения (спреды доходности ниже для облигаций номинированных в Евро и в Долларах США); 17) временные эффекты (зависимость спреда доходности от года размещения); 18) страна размещения (наименьшие спреды доходности для эмитентов из Бразилии).

Влияние следующих переменных совпадает с результатами, наблюдавшимися на исследованиях по России: 1) размер выпуска облигаций; 2) дюрация; 3) доходность государственных облигаций; 4) размер компании.

Влияние следующих переменных отличается от результатов на исследованиях по России: 1) доходность фондового рынка; 2) курс национальной валюты; 3) стоимость нефти марки Brent. Одним из объяснений получившихся различий может быть объяснено, тем, что в выборке по странам БРИКС, большая часть выпусков облигаций приходится на рынок Китая.

Влияние остальных переменных ни в исследованиях по России, не в исследованиях по остальным странам БРИКС не рассматривалось. Среди оставшихся переменных, влияние следующих переменных совпадает с результатами, полученными на других рынках облигаций: 1) величина долгосрочных долгов компании; 2) покрытие процентов; 3) величина денежного потока компании за последний квартал; 4) показатель инфляции (согласуется с Debt deflation theory); 5) индекс индустриального производства; 6) показатель денежного обращения; 7) индекс волатильности VIX.

Влияние остальных экономических показателей на спреды доходности ранее не проверялось на рынках корпоративных облигаций.

Далее были проведены тесты на различия в влиянии некоторых экономических показателей на спреды доходности. Для тестирования были отобраны показатели, влияние которых на спреды доходности может быть не однозначным (т.е. те показатели, которые показывали разное влияние в разных исследованиях), в частности такие показатели как: 1) доходность фондового рынка; 2) волатильность фондового рынка; 3) стоимость нефти марки Brent; 4) дюрация; 5) размер выпуска; 6) курс доллара к национальной валюте; 7) доходность государственных облигаций; 8) спреды доходности государственных облигаций.

По результатам тестов было обнаружено следующее:

- 1) Доходность фондового рынка отрицательно влияет на спреды доходности корпоративных облигаций эмитентов из России и положительно влияет на спреды доходности корпоративных облигаций эмитентов из Бразилии.
- 2) Влияние волатильности фондового рынка на спреды доходности отрицательно для рынков корпоративных облигаций Бразилии, России и Индии. В то время как влияние этого показателя положительно для рынков корпоративных облигаций Китая.
- 3) Влияние стоимости нефти марки Brent на спреды доходности отрицательно для рынков корпоративных облигаций Бразилии и Индии. В то время, как влияние этого показателя положительно для рынков корпоративных облигаций Китая.
- 4) Влияние дюрации и размера выпуска облигаций на спреды доходности корпоративных стран одинаково для рынков корпоративных облигаций всех стран БРИКС.
- 5) Влияние курса доллара (к национальной валюте) на спреды доходности положительно для рынка корпоративных облигаций Китая и отрицательно для рынка корпоративных облигаций Бразилии.
- 6) Влияние доходности государственных облигаций и спреда доходности государственных облигаций на спреды доходности корпоративных облигаций одинаково для рынков корпоративных облигаций всех стран БРИКС.

Из вышесказанного следует, что влияние только следующих переменных отличается в зависимости от страны расположения компании эмитента: доходность фондового рынка; волатильность фондового рынка; стоимость нефти марки Brent; курс валюты. Влияние остальных рассматривавшихся в исследованиях по БРИКС экономических показателей на спреды доходности корпоративных облигаций одинаково для рынков корпоративных облигаций всех стран БРИКС.

Так же дополнительно проводилось исследование наличия сезонности на рынке корпоративных облигаций БРИКС. Было выявлено наличие зависимости спреда доходности в зависимости от месяца размещения. Наименьшие спреды доходности получались для выпусков, размещенных в июне, июле и октябре. Однако гипотеза об обусловленности этого влияния существующим налоговыми периодами не подтвердилась.

Прогнозирование спредов доходности корпоративных облигаций. Кроме эконометрических моделей описывающих влияния различных показателей на спреды доходности, большой интерес для эмитентов и инвесторов в корпоративные облигации могут представлять модели позволяющие прогнозировать спреды доходности корпоративных облигаций. Поэтому в этом исследовании так же предпринимались попытки построить модели позволяющие прогнозировать спреды доходности, наблюдаемые при размещении корпоративных облигаций.

Прогнозирование на данных по России. Наилучшие результаты прогнозирования на данных по России получилась при применении байесовских методов оценивание коэффициентов модели. Прогнозирование осуществлялось следующим образом, в начале, коэффициенты модели оценивались байесовскими методами на данных за предыдущие периоды (за предыдущие (5 – 6 лет), далее строились прогнозы на данных за текущий год. После построения прогнозов считались ошибки прогноза. Наиболее точные результаты получались при применении метода Gibbs (из пакета MCMCpack для R), результаты представлены на Рисунке 1.

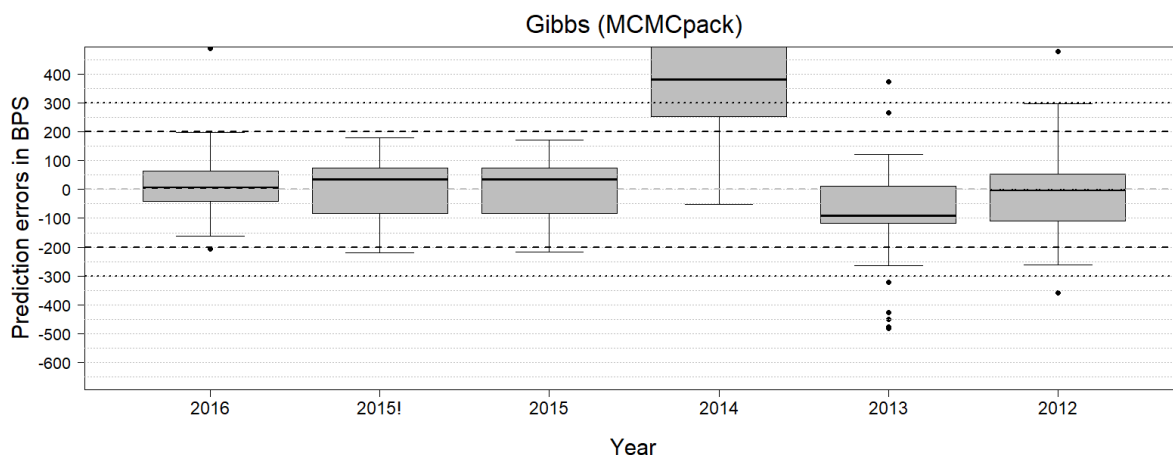


Рисунок 1.

В качестве зависимых переменных в модели входили следующие переменные: 1) показатель денежного обращения; 2) кредитное плечо; 3) логарифм от срока до погашения; 4) логарифм от размера выпуска; 5) логарифм от размера компании; 6) тип облигаций (биржевая или не биржевая); 7) организатор размещения (из первого эшелона или не из первого эшелона); 8) показатель покрытия процентов; 9) бинарная переменная (принимает значение 1 для индустрии строительство и девелопмент).

Прогнозирование на данных по странам БРИКС. Прогнозирование осуществлялось следующим образом: в начале модель, применяемая для прогнозирования, обучалась на данных за предыдущие 5 – 6 лет, затем строились прогнозы на данных за текущий год (т.е. за пределами обучающей выборки). После чего считались ошибки прогноза. При прогнозировании на данных по БРИКС, приемлемые результаты прогнозирования получались только при применении некоторых методов машинного обучения. В частности, неплохих результатов удалось добиться при применении нейронной сети структура которой представлена на рисунке 2 (с использованием параметров Batch size=3000, epochs=7000 и с добавлением Dropout слоев между слоями 1 и 2, а также 3 и 4 с значениями 0,45 и 0,2 соответственно).

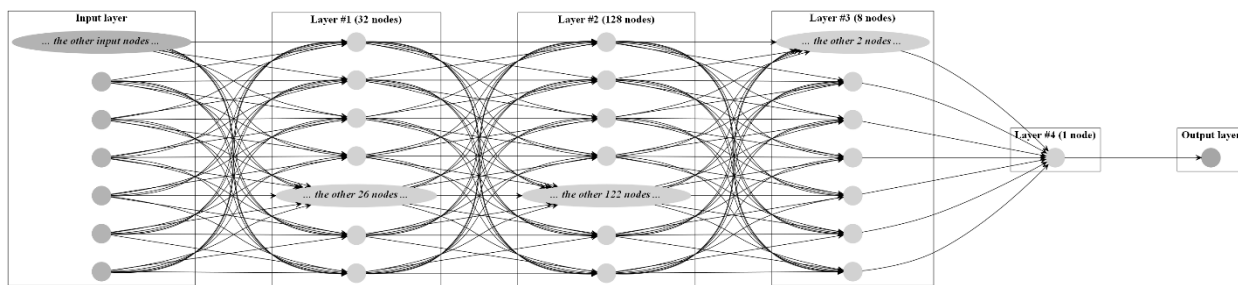


Рисунок 2.

Из остальных методов машинного обучения хорошие результаты прогнозирования получались при применении следующих методов машинного обучения: 1) BaggingRegressor; 2) RandomForestRegressor; 3) ExtraTreesRegressor; 4) GradientBoostingRegressor; 5) XGBRegressor. Все перечисленные методы относятся к Ensembled алгоритмам, основанным на алгоритмах построения бинарных деревьев выбора.

Наилучших результатов прогнозирования удалось добиться при комбинировании следующих методов: BaggingRegressor; ExtraTreesRegressor; GradientBoostingRegressor; нейронной сети (представленной выше). При этом итоговый прогноз считался, как взвешенная сумма прогнозов, полученных (перечисленными выше алгоритмами) с весами 0.07; 0.53; 0,2 и 0,2 соответственно. Результаты, полученные этим комбинированным методом представлены на рисунке 3.

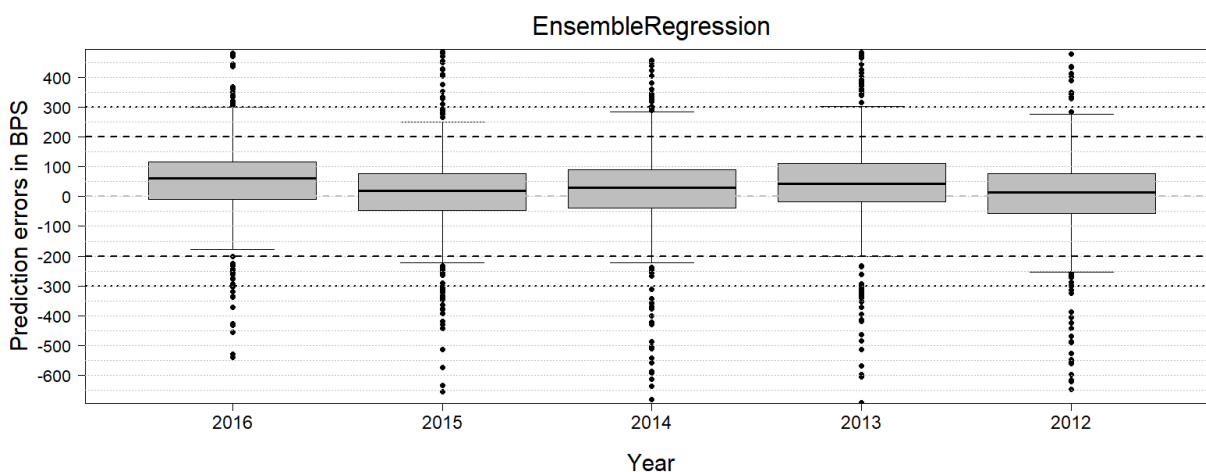


Рисунок 3.

В модель прогнозирования по странам БРИКС в качестве независимых переменных входили следующие экономические показатели: 1) доходность государственных облигаций; 2) индекс потребительских цен (CPI – Consumer Price Index); 3) индекс индустриального производства; 4) логарифм от показателя денежного обращения; 4) доходность фондового рынка; 5) логарифм от показателя волатильности фондового рынка; 6) индекс VIX; 7) курс национальной валюты к доллару США; 8) стоимость нефти марки Brent в долларах США; 9 – 12) набор бинарных переменных, принимающих значение 1 для соответствующей валюты размещения (доллары США, Евро, Национальная валюта страны, Другая не национальная валюта); 13 – 16) набор бинарных переменных, принимающих значение 1 для соответствующей страны расположения компании эмитента (Бразилия, Россия, Индия, Южная Африка); 17) спред доходности государственных облигаций; 18) размер выпуска в долларах США; 19) срок до погашения.

Расширенная модель прогнозирования на данных по странам БРИКС. В представленной выше модели не учитывалось влияние существенных показателей, напрямую связанных с выпуском облигаций и компанией эмитентом, так как по этим показателям значительно меньше наблюдений. Поэтому была предпринята попытка расширить модель прогнозирования. Предыдущую модель прогнозирования можно представить как: $Y_i = F(X_i) + \eta_i$ (3), где Y_i – зависимая переменная (спред доходности); X_i – вектор независимых переменных; $F(\dots)$ – функция описывающая влияние независимых переменных на зависимую; η_i – необъясненная моделью часть; i – номер наблюдения. Расширенную версию модель можно представить следующим образом: $Y_i = F(X_i) + G(Z_i) + \varepsilon_i$ (2), где Z_i – вектор дополнительных независимых переменных (экономических показателей), по которым мало наблюдений, $G(\dots)$ – функция, описывающая влияние этих переменных на зависимую переменную; ε_i – необъясненная расширенной моделью часть наблюдений. В качестве функции $F(\dots)$ применялся метод, дававший

наилучшие прогнозы в предыдущем исследовании (комбинированный метод), в качестве функции $G(\dots)$ брался метод ExtraTreesRegression. Прогнозирование с применением расширенной модели осуществлялось следующим образом: в начале, на всех данных за предыдущие 5 – 6 лет обучалась функция F , далее считались ошибки прогноза, как $E_i = Y_i - F(X_i)$. После чего, на сокращенном наборе данных (т.е. на данных по тем выпускам облигаций, где хотя бы одна переменная из вектора Z не равняется нулю) за предыдущие 5 – 6 лет обучалась функция G , следующим образом $E_i = G(Z_i) + \varepsilon_i$ т.е. функция G предназначена для прогнозирования ошибок прогноза, полученных при применении более ранней модели и улучшения результатов прогнозирования полученные с применением функции F . Далее, после обучения обеих функций на данных за текущий год (т.е. за пределами обучающей выборки строился прогноз). Результаты прогнозирования полученные на сокращенном наборе данные представлены на рисунке 4.

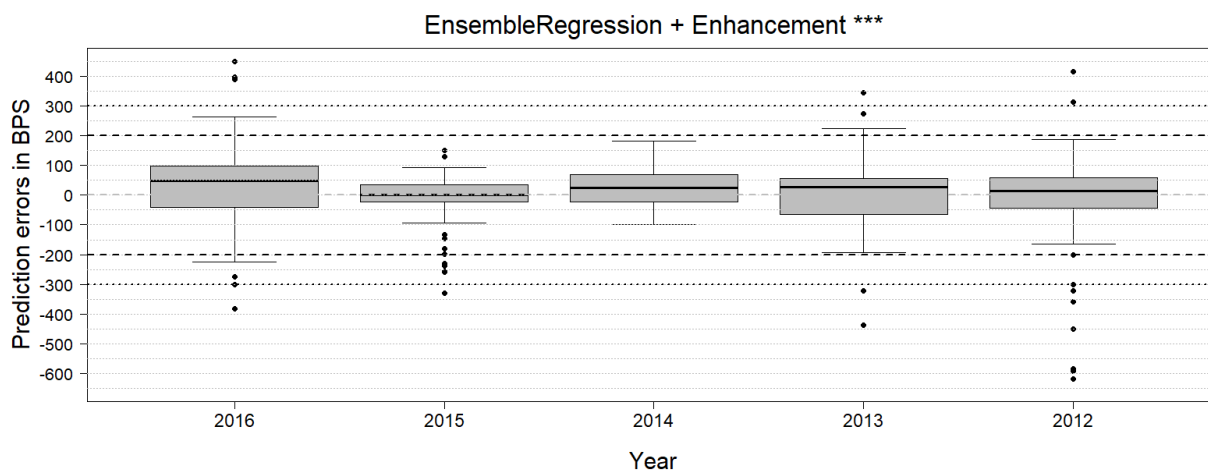


Рисунок 4.

Было обнаружено, что применение расширенной модели позволяет получать значительно более точные прогнозы для облигаций, по которым имеются данные о показателях входящих в вектор Z по сравнению с более ранней моделью. В вектор Z включались следующие экономические показатели: 1) размер компании эмитента; 2) кредитное плечо компании эмитента; 3)

величина долгосрочных долгов компании, выплаты по которым предстоят на следующий год; 4) величина капитальных активов компании; 5) величина долгосрочных долгов компании эмитента; 6) показатель операционной рентабельности компании эмитента. Отсутствующие значения (наблюдения) в векторе Z заменялись на ноль.

Апробация результатов исследования (конференции, научные публикации).

Результаты исследований были представлены в следующих научных публикациях:

- 1) Султанов И.Р. Анализ влияния различных экономических показателей на спреда доходности российских рублевых корпоративных облигаций // Финансы и кредит. - 2018а. - Vol. 24. - Is. 7. - P. 1669–1688.
- 2) Султанов И.Р. Влияние сезонности на первичном рынке корпоративных облигаций стран БРИКС // Финансы и кредит. - 2018b. - Vol. 24. - Is. 11. - P. 2523–2534.
- 3) Султанов И.Р. Прогнозирование спредов доходности корпоративных облигаций стран БРИКС с применением искусственных нейронных сетей. // Финансы и кредит. - 2019а. - Vol. 25. - Is. 3. - P. 635–654.
- 4) Султанов И.Р. Прогнозирование спредов доходности корпоративных облигаций стран БРИКС с применением машинных методов обучения. // Горизонты экономики. - 2019b. - Vol. 49. - Is. 3. - P. 120–130.
- 5) Султанов И.Р. Прогнозирование спредов доходности на первичном рынке российских рублевых корпоративных облигаций. // Горизонты экономики. - 2019с. - Vol. 47. - Is. 1. - P. 62–73.
- 6) Султанов И.Р. Экономические показатели, влияющие на спреда доходности корпоративных облигаций стран БРИКС. // Финансы и кредит. - 2019d. - Vol. 25. - Is. 5. - P. 1141–1165.
- 7) Султанов И.Р. Корпоративные облигации: показатели, влияющие на спреда доходности: обзор научных исследований: монография. Москва: Экономика, 2019. P. 79.
- 8) Sultanov I.R. Analyzing the Impact of Various Economic Metrics on Yield Spreads of the Russian Ruble Denominated Corporate Bonds. // Digest Finance, 2018, vol. 23, iss. 3, pp. 336–349.
- 9) Султанов И.Р. Влияние рынка акций на рынок облигаций. // Фондовый рынок: современное состояние и возможности для частного инвестора. XIII Межвузовская научная конференция, Москва, 13 апреля 2016г. – С. 306 – 316.