

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Т. М. Ерофеева

аспирант базовой кафедры инфраструктуры финансовых рынков Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Москва)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ И ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРЕДА ДОХОДНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ОБЛИГАЦИЙ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Введение

На протяжении последних пятнадцати лет российский облигационный рынок демонстрирует устойчивый рост, увеличивая свой вес в ВВП с 7,3% в 2002 г. до 18,8% в 2018 г. Наиболее активно развивающимся, несмотря на череду экономических кризисов последних двадцати лет, является рынок корпоративных облигаций. Объем рынка корпоративных облигаций вырос с 0,1 трлн руб. в 2002 г. до 11,6 трлн руб. в 2018 г. Доля российского рынка облигаций в соотношении с ВВП остается еще довольно скромной в сравнении с развитыми рынками, но уже приближается к значениям доли из числа развивающихся стран, потому имеется потенциал для дальнейшего роста.

Сегодняшние реалии в мировой и отечественной экономике, нестабильность на финансовых рынках, связанная как с экономическими, так и с политическими процессами, многообразие факторов, влияющих на оценку риска/доходности инструментов долгового рынка, а также возросший интерес инвесторов и эмитентов к рынку обуславливают необходимость дальнейшего исследования российского долгового рынка.

Целью данного исследования является изучение факторов, наиболее существенно влияющих на доходность корпоративных облигаций на российском рынке, и построение прогнозной модели, позволяющей максимально близко к фактическому значению прогнозировать спред доходности по корпоративным облигациям российских эмитентов.

В зарубежной литературе достаточно большое внимание уделено данной теме, однако большая часть исследований проведена на развитых рынках капитала, развивающиеся рынки остаются еще малоисследованными. В силу того, что развивающиеся рынки, к которым следует отнести и российский, слишком малы, неликвидны, недостаточно развиты институционально, по ним часто не хватает аналитической информации для проведения полноценного исследования, получить устойчивые результаты очень сложно.

По мере развития российского долгового рынка тема исследования причин и факторов, определяющих доходность корпоративных облигаций, становится все более актуальной, а результаты исследований — все более обоснованными. Также требуют подтверждения для российского рынка гипотезы о значимости факторов и выводы, полученные по данному вопросу из исследований на развитых рынках.

Основной задачей исследования является поиск и апробация метода, который бы позволил построить модель с высокой прогнозной силой. В работе используется

модель *множественной регрессии* и применяется *метод кросс-валидации (cross-validation)* — метод оценки аналитической модели и ее поведения на независимых данных с разработкой программного кода на языке Python. В рамках метода (суть которого подробнее описана в разделе методологии исследования) производится обучение модели на части данных и ее тестирование в динамике на другой части данных. В результате получается более взвешенная оценка эффективности разработанной модели с использованием имеющихся данных.

По мнению автора, модель должна учитывать специфику исследуемого рынка на современном этапе его развития и содержать достаточное количество значимых объясняющих переменных, но не быть излишне «перегружена» двумя десятками различных регрессоров, что в конечном итоге снижает ее прогнозную силу и затрудняет ее применение на практике.

Увеличение числа объясняющих переменных, используемых в ходе изучения вопроса разными исследователями, не приводило к появлению универсальной модели оценки доходности облигаций для всех рынков и при любых ситуациях на них. При этом ряд объясняющих переменных демонстрировали неустойчивость своей объясняющей силы или в различные периоды меняли знак зависимости с объясняемой переменной на противоположный.

Отличительной особенностью данного исследования является включение в модель ограниченного количества регрессоров (не более 5–7), но обладающих высокой объясняющей способностью, стабильностью и внятной экономической интерпретацией зависимости объясняемую переменную от регрессора. При этом *ключевой объясняющей переменной* является уровень рейтинга эмитента во взаимосвязке его с уровнем PD (*Probability of Default*) — вероятностью дефолта эмитента. Это стало возможным в силу активного развития отечественной рейтинговой индустрии в России в течение последних 4–5 лет, а также сформировавшейся 20-летней статистики рейтинговых агентств по частоте дефолтов эмитентов каждой группы рейтинга на российском долговом рынке.

Далее в первой части работы будет проведен краткий обзор проведенных ранее исследований по данной теме. Во второй части будут отражены основные подходы и методологическая основа исследования. Описание данных и эмпирический анализ будут представлены в третьей части работы, затем по результатам проведенного исследования будут сделаны основные выводы в заключительной части работы.

1. Обзор ранее проведенных исследований по теме

Исследование причин и факторов, определяющих доходность облигаций, берет свое начало в середине прошлого столетия. Большинство исследований проведены на основе данных западных рынков, что во многом объясняется степенью развитости, объемами и периодом существования этих рынков. Сделанные по результатам эмпирических исследований выводы авторов в западной литературе во многом верны и актуальны и для российского долгового рынка. Однако, учитывая длительность существования последнего, его специфику, связанную с особенностью развития как самого рынка, так и экономики страны, стоит отметить существование некоторых особенностей и специфических факторов, изучением которых занимались российские исследователи последнее десятилетие.

Одной из первых работ, посвященных исследованию данной тематики, и ставшей классическим примером, стала работа Фишера “Determinants of Risk Premiumson Corporate Bonds”, опубликованная в 1959 г. (Fisher, 1959). В ней автор выдвинул

гипотезу, а в последующем эмпирически доказал, что на премию за риск, определяющую доходность, существенное влияние оказывают два фактора: ликвидность облигаций и риск дефолта фирмы. При этом для определения риска дефолта использовались четыре основных показателя: величина колебания доходов фирмы, период деятельности без потерь для кредиторов, отношение рыночной стоимости собственного капитала к размеру ее долга, рыночная стоимость обращающихся долговых обязательств фирмы (показатель ликвидности). Работа Фишера послужила основой для последующих исследований детерминантов доходности облигаций.

Дальнейшее исследование вопроса о величине доходности облигации, включающей в себя часть безрисковой ставки и часть премии за риск, лежало в плоскости определения величины этого риска и измерения доходности, которая бы покрывала этот риск. Огромная часть исследований экономистов была проведена в направлении раннего предсказания дефолта фирмы и выявления тех факторов, что позволяли это предугадать до момента фактического наступления дефолта. К этим исследованиям относятся работы следующих авторов: Хикман (Hickman, 1958), Альтман (Altman, 1968), Бивер (Beaver, 1968), Фабозци (Fabbozi, 1994), Фридсон, Гарман (Fridson, Garman, 1998), Кэмпбелл, Такслер (Campbell, Taksler, 2003), Гунтей, Хакбарт (Guntay, Hackbarth, 2010) и др.

В течение многих десятилетий экономисты вели поиск наиболее эффективных способов выборки финансовых коэффициентов, которые бы в большей мере отражали вероятность будущего неплатежа по облигации. Были разработаны специальные методы для прогнозирования неплатежей. При одновариантном анализе пытаются найти единственный наилучший показатель, а при многовариантном анализе ищут комбинацию из нескольких показателей.

Разработанная система финансовых коэффициентов количественного и качественного характера легла в основу оценки при присвоении компаниям кредитного рейтинга международными рейтинговыми агентствами. Кредитный рейтинг, по сути, отражает комплексную оценку платежеспособности эмитента и взаимосвязан с уровнем вероятности банкротства. С введением рейтинговой шкалы появилась возможность разделять эмитентов на уровни: инвестиционный и спекулятивный. Этот вопрос исследуют авторы: Альтман (Altman, 1989), Фридсон, Гарман (Fridson, Garman, 1998), Венкитешваран (Venkiteshwaran, 2013), Милицкова (Милицкова, 2013), Задорожная (Задорожная, 2015).

Дальше перед исследователями встал вопрос: с какими фактами неуплаты может столкнуться инвестор в долгосрочном периоде и как эти факты связаны с рейтингами? Хикман (Hickman, 1958), изучив множество выпусков облигаций, пришел к выводу, что чем более рискованной является облигация, тем выше обещанная в момент выпуска доходность и выше доля облигаций, платежные обязательства по которым впоследствии были не выполнены.

Э. Альтман (Altman, 1989), изучив случаи неплатежа по корпоративным облигациям, пришел к заключению: 1. Совокупная доля неплатежей по облигациям растет при отдалении от даты выпуска; 2. Чем ниже рейтинг, тем выше процент неплатежей; 3. Процент неплатежей для облигаций спекулятивного уровня поразительно высок. В последующем Альтманом была разработана 7-факторная регрессионная модель, включающая финансовые коэффициенты и характеристики денежного потока эмитента, которые рассматривались как основные показатели возможного невыполнения обязательств в будущем. Пороговое значение суммарного Z-балла в этой модели позволяло оценить вероятность банкротства эмитента. Эта модель позволяла на горизонте 5 лет выявлять банкротство с точностью до 70%.

В поздних своих работах Альтман также исследовал доходность корпоративных облигаций от уровня кредитного рейтинга. Выявил, что рейтинг немаловажен, и чем ниже рейтинг, тем выше вероятность потерь инвестора и тем выше доходность облигации.

Значительная часть работ исследователей посвящена изучению соотношения риска/доходности облигации, кредитного рейтинга и статистических данных об их функционировании. Среди них можно отметить: (Altman, 1989; Милицкова, 2013; Берзон, 2014; Абрамов и др., 2016) и др.

Последующие работы исследователей в этом направлении выявляли все большее количество детерминантов, оказывающих влияние на спред доходности облигаций. Модели охватывали все большую по объему статистическую выборку, учитывали специфику конкретного долгового рынка и текущую макроэкономическую ситуацию.

У. Шарп, Г. Александер и Дж. Бэйли утверждают, что при оценке облигаций наиболее важны шесть основных характеристик: время до погашения, купонная ставка, оговорки об отзыве, налоговый статус, ликвидность и вероятность неплатежа (Шарп, Александер, Бэйли, 1998, с. 420–452). Они выявили прямую зависимость обещанной доходности к погашению от вероятности неплатежа, времени до погашения, налогового статуса и оговорки об отзыве. И существует обратная зависимость доходности от ликвидности. При этом отметили, что рейтинги определяют лишь относительные, а не абсолютные уровни риска и могут быть использованы индикативно.

Одним из важных фундаментальных трудов в направлении исследования свойств корпоративных облигаций является серия работ Ф. Фабоцци в 1997–2016 гг. (Фабоцци, Уилсон, 2016). Автор исследует структуру корпоративных облигаций и основные методы оценки. С течением времени корпоративные облигации, как инструмент, претерпели изменение, все более усложняясь в части различных условий и оговорок в рамках эмиссии. Появились в их условиях опционы (call, put); плавающая ставка купона с привязкой к различным базовым активам и индикативным ставкам, появилось понятие субординации (старшинство) долга, появились сложно структурированные продукты — конвертируемые в акции облигации. Помимо стандартных ранее известных параметров, влияющих на спред доходности, Фабоцци отмечает зависимость доходности от опциона: опцион call (отзывные облигации) повышает доходность, поскольку может быть отозван в любой момент по инициативе эмитента и несет риск недополучения запланированного дохода для инвестора; опцион put — наоборот снижает теоретическую доходность, поскольку инициатива предъявить бумагу к досрочному погашению есть у инвестора, несет риск для эмитента. Автор вводит понятие волатильности процентной ставки для инструментов с плавающей ставкой купона и усложняет расчет ожидаемого денежного потока, выстраивая биноминарное дерево.

Поскольку фондовый рынок напрямую связан с текущим состоянием экономики страны и состоянием мировых рынков, кризисные явления в экономике также оказывали свое влияние и на рынок ценных бумаг. Перед экономистами закономерно встал вопрос: как, посредством какого механизма и каких экономических показателей можно оценить их степень влияния на процесс ценообразования на долговом рынке в конкретный момент времени? Потому большое внимание исследователей двух последних десятилетий было уделено оценке макроэкономических показателей, характеризующих в целом текущее состояние экономики и влияющих на спред доходности облигаций. Это, к примеру, работы авторов:

Фридсон, Гарман (Fridson, Garman, 1998), Дубовый (Dubovy, 1998), Кавалло, Валенцуэла (Cavallo, Valenzuela, 2007), Берзон, Милицкова (Берзон, Милицкова, 2013), Сувейка (Сувейка, 2016), Теплова, Соколова (Теплова, Соколова, 2017), Султанов (Султанов, 2018) и др.

Отдельно стоит отметить недавние работы исследователей по данной теме на российском рынке. Милицкова (Милицкова, 2013) выдвигала версию о наличии ряда специфических для российского рынка факторов. К ним относились: формат размещения выпуска (букбилдинг/голландский аукцион), тип облигации (биржевая/небиржевая), тип организатора размещения (1/2 эшелон), валютный курс, стоимость нефти Юралс. Исследовались корпоративные облигации российских эмитентов за период 2006–2011 гг. Все факторы разбивались по трем основным группам: макроэкономического уровня, характеристики эмитента и условия займа. Объясняющей силой в регрессионной модели обладали показатели всех трех групп. Ввиду различий корреляций в выборке она разбивалась на три периода: докризисная, кризисная, посткризисная модель.

Ввиду того, что долговой рынок России за последующие 5 лет претерпел существенные изменения, перечисленные «специфические» факторы оказались в настоящий момент малозначимы и в основу гипотез данной работы не легли. Так, например, формат размещений в большей степени на рынке стал в виде букбилдинга, усилилась степень концентрации организаторов размещений (более 83% всех размещений — андеррайтеры первого эшелона), а тип сделки превалирует биржевой (Берзон, Ерофеева, 2018).

Тему со спецификой факторов для российского долгового рынка в дальнейшем развивает Султанов (Султанов, 2018), исследуя более поздние данные (2007–2016 гг.). В предложенных моделях участвует порядка двух десятков регрессоров с разной степенью значимости по результатам исследования. Автором выдвигается обоснование нестабильности оценок наличием временных изломов в кризисных периодах на рынке.

Сувейка (Сувейка, 2016) в своей работе наряду с другими развивающимися рынками анализирует российский рынок корпоративных облигаций. При этом выделяет два основных канала, влияющих на спред доходности: через суверенный риск и через риск на уровне эмитента. Помимо основных выводов относительно разницы спреда на развивающихся и развитых рынках, автор выявляет особую взаимосвязь между риском дефолта и премией за риск в виде спреда доходности за суверенный риск на развивающихся рынках.

Задорожная (Задорожная, 2015) исследует на российском рынке корпоративных облигаций и еврооблигаций влияние ковенантов (определенных условий и ограничений в отношении действий эмитента), включаемых в эмиссионные документы (данные 2008–2013 гг.). Результаты исследования подтвердили наличие отрицательной зависимости между ковенантами и доходностью только на рынке еврооблигаций. Сделан вывод, что ковенанты являются одним из механизмов защиты интересов инвесторов и способны нивелировать риски и снизить стоимость привлекаемых средств (доходность еврооблигаций).

В работе Тепловой и Соколовой (Теплова, Соколова, 2017) предлагается алгоритм построения оптимального портфеля облигаций в два этапа: сначала с помощью многофакторной регрессии выявляются детерминанты доходности к погашению (данные по корпоративным облигациям реального сектора России за период 2008–2015 гг.); затем применяется метод DEA (Data Envelopment Analysis) для формирования оптимального пакета облигаций в портфеле. С помощью непараметрического метода оболочного анализа (DEA) строится интегральная

оценка и ранжирование по оптимальности обращающихся на рынке выпусков облигаций. Это позволяет не только выявить ряд значимых в оценке доходности облигации факторов макроэкономического, корпоративного уровня и уровня выпуска, но и протестировать инвестиционную стратегию портфельного построения.

Основной инструментарий, используемый практически всеми исследователями для объяснения степени влияния различных факторов на доходность корпоративных облигаций, — многофакторная регрессионная модель с небольшими вариациями используемых статистических методов. В нашей работе мы пошли несколько дальше и сделали попытку разработать более устойчивую модель с высокой прогностической способностью, опираясь на ограниченное количество регрессоров и используя процедуру кросс-валидации, суть которой отражена в разделе методологии.

2. Методология исследования

Объектом исследования являются рублевые корпоративные облигации российских эмитентов, выпущенные в период 2010–2018 гг. *Предмет исследования* — спред доходности корпоративных облигаций и определяющие его факторы.

Под *спредом доходности (yield spread)* понимается разница между доходностями двух облигаций, отличающихся какой-то характеристикой. Разница между доходностями облигаций разного кредитного качества называется *кредитный спред (credit spread)*, он отражает плату инвесторам за принятие большего кредитного риска. В данной работе рассматривается кредитный спред относительно доходности государственных ценных бумаг (ОФЗ) с сопоставимым сроком до погашения. Тогда кредитным спредом является некоторый *G*-спред, величину которого можно добавить ко всем ставкам государственной кривой процентных ставок для того, чтобы рассчитать рыночную цену корпоративной облигации.

Для этого следует решить следующее уравнение:

$$P = \sum_{i=1}^k \frac{CF}{(1 + r_i^G + G)^{t_i}}, \quad (1)$$

где P — цена облигации, CF — возвратный денежный поток по облигации на протяжении времени t_i , r_i^G — процентная ставка по государственным ценным бумагам, имеющая минимальный кредитный риск, G — спред доходности, состоящий из премии за риск. Основной инструментарий для анализа — мультифакторная регрессионная модель, где *G*-спред объясняемая переменная. Объясняющие переменные разбиты на несколько групп. Обоснование их выбора, выдвигаемые гипотезы и подходы к построению модели рассмотрены ниже.

В рамках исследования выделены *два основных уровня факторов*, премия по которым и определяет спред доходности, *внутренние (эндогенные)* по отношению к эмитенту факторы и *внешние (экзогенные)*. Внутренние определяют риск непосредственно по эмитенту и эмиссии и характеризуются его кредитным качеством, отраслевой принадлежностью и параметрами эмиссии. Внешние отвечают за системные риски, характерные в целом для российского рынка в определенный момент времени. Они определяются макроэкономическими показателями, отражающими текущее состояние развития национальной экономики, инвестиционного климата, также учитывается степень влияния на них внешних шоков на мировых рынках.

Внутренние показатели: на уровне эмитента и на уровне параметров эмиссии

Кредитный рейтинг эмитента — независимая комплексная оценка кредитного качества эмитента, присвоенная рейтинговым агентством и отражающая уровень риска неплатежа эмитента по облигации. Именно этот показатель с нашей точки зрения в большей степени отражает тот риск, когда инвестор может не только недополучить часть ожидаемого дохода по облигации в виде купонных платежей, но и потерять всю инвестированную сумму в виде номинала облигации в результате дефолта эмитента. Основанный на всесторонней оценке финансового состояния компании, результатов ее деятельности, структуры капитала, учитывающий все риски бизнеса эмитента, рейтинг позволяет более обоснованно судить об уровне надежности эмитента и риске неплатежа его по обязательствам.

Стоит отметить при этом, что никакие отдельно взятые и включенные в регрессионную модель показатели, характеризующие финансовое состояние эмитента (прибыльность, оборачиваемость, ликвидность, долговую нагрузку, риски и т. д.), не способны в полной мере дать адекватную взвешенную оценку уровня надежности эмитента. Хотя бы по той причине, что в рамках комплексной оценки финансового анализа верная интерпретация каждого из показателей возможна только во взаимосвязке его с другими показателями. К примеру, судить о долговой нагрузке (много это или мало) можно только с учетом показателей рентабельности и оборачиваемости, структуры капитала. Таким образом, доходность по облигации и G -спред — это прежде всего плата за риск, связанный с кредитным качеством эмитента. По мере развития отечественного фондового рынка и рейтинговой индустрии в России в последние годы стало возможным сформировать достаточную по количеству выборку эмитентов, имеющих рейтинг. *Ключевой гипотезой исследования* стало предположение о высокой степени влияния на доходность облигаций уровня рейтинга. Необходимо выяснить, насколько уровень доходности, ожидаемый на рынке инвесторами, обоснован уровнем рейтинга эмитента.

Гипотеза 1: чем выше кредитное качество эмитента (уровень рейтинга), тем ниже риск и меньше спред доходности.

Масштаб компании-эмитента (величина активов) — важный показатель на уровне компании-эмитента, позволяющий судить не только о масштабах бизнеса, но и об уровне потенциальной ликвидности бумаг этого эмитента на вторичном рынке. Считается, чем больше масштаб компании, тем больше сегмент определенного рынка она занимает, тем более устойчиво положение компании, выше узнаваемость на фондовом рынке.

Гипотеза 2: обратная зависимость спреда доходности от масштаба компании-эмитента.

Срок облигационного выпуска — показатель на уровне эмиссионного выпуска, отражающий длительность займа и соответствующий ему уровень риска. Считается, что чем дольше срок, тем больше неопределенность, тем большую доходность требуют инвесторы. Однако как это будет влиять на спред доходности (с учетом изменения безрисковой ставки G -кривой на этом же сроке), предстоит выяснить. При этом срок облигации рассчитывается с учетом наличия опционов (*coll* или *put*), т. е. срок до оферты, поскольку условия дальнейших купонных выплат по бумаге могут измениться по решению эмитента в день оферты, вынуждая инвесторов продавать бумаги. Поэтому предполагается, что инвесторы рассматривают горизонт инвестирования при наличии опционов как срок до оферты, а не срок погашения.

Гипотеза 3: прямая зависимость спреда доходности от срока выпуска.

Объем эмиссии — показатель эмиссионного выпуска, влияющий на уровень ликвидности бумаги на вторичном рынке, косвенно отражает масштаб самой компании. Инвесторы предпочитают более ликвидные бумаги, особенно если приобретают их в спекулятивных целях.

Гипотеза 4: обратная зависимость спреда доходности от объема эмиссии.

Отраслевая принадлежность эмитента — показатель, участвующий в модели как дампу-переменная, и отражающий риск-профиль компании в зависимости от принадлежности ее к конкретной отрасли, с присущими этой отрасли рисками. Отчасти этот риск уже оценен в рамках процедуры рейтингования. Тем не менее с учетом выявленных на российском долговом рынке диспропорций (Берзон, Ерофеева, 2018): доминирование доли эмитентов финансового и нефтегазового секторов (рис. 1), в т.ч. компаний с государственным участием, что приводит к ухудшению конкурентной среды и концентрации интересов инвесторов вокруг «голубых фишек», вопрос требует дополнительного исследования. В имеющейся выборке из 468 наблюдений компании-эмитенты отнесены к 14 промышленным отраслям. На данном объеме выборки введение такого количества дампу-переменных существенно снизит качество модели и не позволит получить значимый результат. С целью сокращения размерности регрессоров в модели эмитенты были разбиты на отраслевые сегменты с учетом исторических данных по количеству допущенных дефолтов в каждой отрасли за анализируемый период. Для более объективной оценки ранжирования эмитентов была рассчитана ЧРД (частота реализованных дефолтов) — метрика, используемая в риск-менеджменте для определения вероятности дефолта и равная отношению количества дефолтов (эмиссий) к общему количеству эмиссий в этой отрасли (табл. 1). В таблице отраслевые сегменты расположены по мере возрастания ЧРД и, соответственно, уровня риска от I до IV сегмента.

Гипотеза 5: Спред доходности будет выше для сегмента более рискованных отраслей.

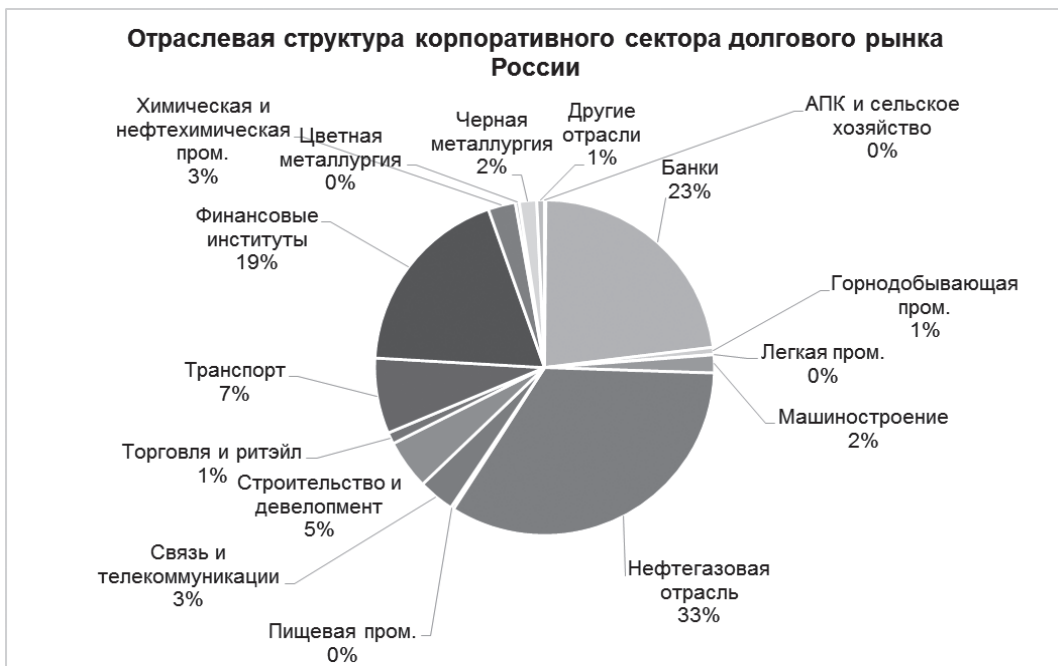


Рис. 1. Отраслевая структура корпоративного сектора долгового рынка России 2018 г.

Источник: информационный сайт cbonds.ru.

Таблица 1

Частота дефолтов по отраслям на российском долговом рынке

Отрасли	Дефолты (по эмитентам)	Дефолты (по эмиссиям)	количество эмиссий	Частота дефолтов	Отраслевой сегмент	dummy- переменные
1 Горнодобывающая промышленность	0	0	27	0,0000	I	БАЗА
2 Нефтегазовая отрасль	1	1	183	0,0055		
3 Энергетика	1	1	162	0,0062		
4 Связь и телекоммуникация	1	3	194	0,0155		
5 Химическая и нефтехим. промышл.	1	1	58	0,0172	II	IND1
6 Машиностроение	5	6	127	0,0472		
7 Черная металлургия	4	6	114	0,0526		
8 Цветная металлургия	3	3	31	0,0968		
9 Транспорт	12	15	142	0,1056	III	IND2
10 АПК и сельское хозяйство	6	6	55	0,1091		
11 Пищевая промышленность	11	14	110	0,1273		
12 Другие отрасли	11	14	117	0,1197		
13 Строительство и девелопмент	18	31	238	0,1303	IV	IND3
14 Торговля и ритейл	27	29	185	0,1568		

Источник: информационный сайт cbonds.ru и расчеты автора.

Внешние (макроэкономические) показатели

Темп роста ВВП (внутреннего валового продукта) и динамика изменения ИПП (индекса промышленного производства) — ключевые параметры, характеризующие текущее состояние национальной экономики и указывающие на определенную стадию экономического цикла. Будет выбран один из двух показателей, наиболее точно отражающий влияние на объясняемую переменную. Делается предположение, что в период подъема экономики снижается риск дефолта эмитента, рыночные процентные ставки снижаются, спред доходности сужается.

Гипотеза 6: обратная зависимость между темпом роста ВВП/динамикой изменения ИПП и спредом доходности.

Инфляция — также один из важных показателей, характеризующих текущую экономическую ситуацию в стране, степень успешности проводимой государством монетарной политики и инвестиционный климат. Предполагается, что с ростом уровня инфляции инвесторы на долговом рынке будут требовать большую доходность по облигациям, стремясь обеспечить приемлемую реальную доходность.

Гипотеза 7: прямая зависимость спреда доходности облигаций от уровня инфляции.

Ключевая ставка ЦБ — один из важнейших инструментов проводимой государством денежно-кредитной политики. Она играет ключевую роль при установлении процентных ставок по банковским кредитам и оказывает влияние на уровень инфляции, стоимость фондирования банков, ставки на долговом рынке.

Гипотеза 8: прямая зависимость спреда доходности облигаций от ключевой ставки.

Ставка Ruonia — индикативная взвешенная ставка однодневных рублевых кредитов на условиях “overnight”, отражающая стоимость необеспеченного рублевого заимствования для заемщика — российского банка с минимальным кредитным риском. Данный индикатор позволяет судить о текущих ценах заимствования на межбанковском рынке (рис. 2).

Гипотеза 9: прямая зависимость спреда доходности облигаций от ставки Ruonia.

Индекс IFX-Cbonds YTM eff — средневзвешенная эффективная доходность по индексу российского рынка корпоративных облигаций. Индекс IFX-Cbonds совместно рассчитывается и продвигается агентствами «Интерфакс» и Cbonds.ru, является правопреемником индекса RUX-Cbonds. Он рассчитывается на основе

цен сделок, совершенных на бирже, включает 30 бумаг, рыночная капитализация которых составляет не менее 5% общей рыночной стоимости облигаций, включенных в котировальные листы.

Гипотеза 10: прямая зависимость между Индексом IFX-Cbonds и спредом доходности.

Индекс MSCI Russia (Morgan Stanley Capital International Russia) — фондовый индекс российского рынка, входящий в группу индексов развивающихся рынков MSCI Emerging Markets. Индекс рассчитывается международной аналитической компанией MSCI Inc., служит ориентиром для международных инвесторов, вкладывающих деньги в российские активы. Вес акции компании в индексе MSCI Russia зависит от капитализации, количества акций в свободном обращении и их доступности для иностранных инвесторов.

Гипотеза 11: обратная зависимость спреда доходности облигаций от индекса MSCI Russia.

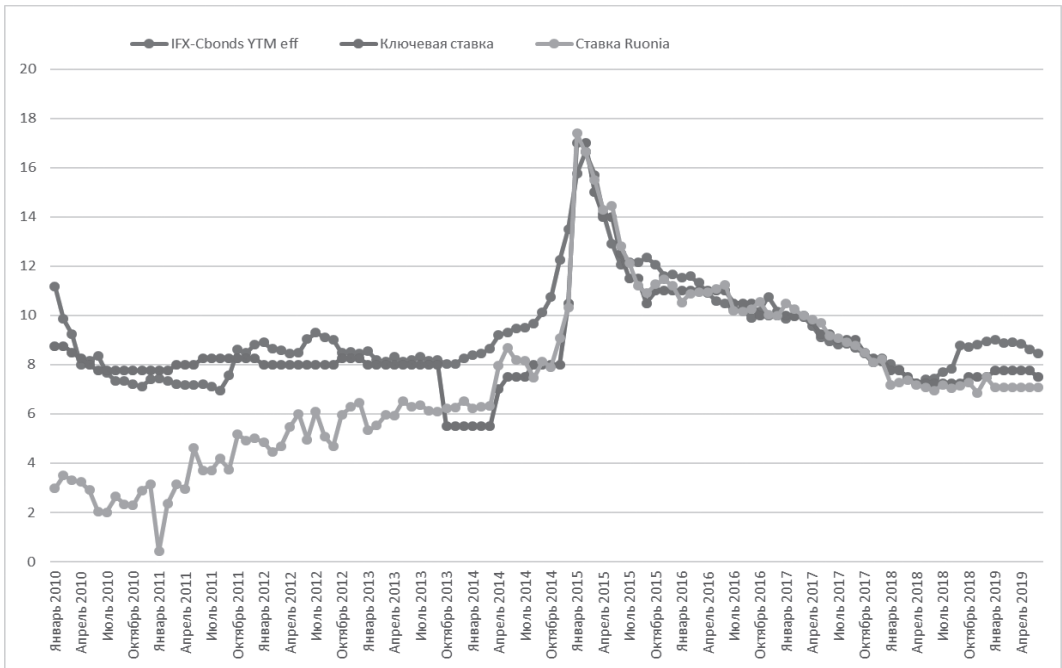


Рис. 2. Динамика изменений ключевой ставки, ставки Ruonia и индекса IFX-Cbonds

Источники: информационный сайт cbonds.ru, cbg.ru.

Как видно из графика, максимальные значения доходности по индексу IFX-Cbonds и ставки Ruonia за представленный период на внутреннем облигационном рынке были достигнуты в момент пика кризисной волны 2014–2015 гг., после установления ЦБ в декабре 2014 г. значения ключевой ставки 17%. Максимальное значение показатель IFX-Cbonds YTM Meff достигает в феврале 2015 г. — 16,63, Ruonia — 17,39 в январе 2015 г. Далее идет плавное снижение в течение двух последующих лет по мере нормализации ситуации на рынке и последовательного снижения ключевой ставки. Затем снова идет повышательный тренд, вызванный в большей степени беспокойством на финансовых рынках и обострением геополитической обстановки с обсуждением в 2018–2019 гг. перспектив ввода новых санкции США в отношении России.

Цены на нефть (марку Brent). Поскольку российская экономика является сырьевой и находится в большой зависимости от текущей конъюнктуры мирового рынка углеводородов, выдвигается предположение, что с ростом мировых нефтяных цен улучшаются показатели доходности крупнейших российских нефтяных компаний,

имеющих значительный вес в общем национальном продукте, посредством чего улучшаются в целом показатели национальной экономики.

Гипотеза 12: обратная зависимость между ценой на нефть и спредом доходности.

Валютный курс и его волатильность являются некими показателями, отражающими текущее состояние российской экономики и степень воздействия на нее внешних шоков. Ослабление национальной валюты ведет к повышению доходности рублевых долговых инструментов.

Гипотеза 13: с ростом курса валюты и ослаблением рубля спред доходности увеличивается.

Таблица 2

Краткое описание рассматриваемых в модели регрессоров

Обозначение	Объясняющая переменная	Описание переменной	Характеристика зависимости
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭМИТЕНТА			
Rating	Рейтинг	значение от 1 до 7, с увеличением группы рейтинга риск возрастает	прямая
Scale	Масштаб компании	Средняя величина активов за последние 3 года	обратная
ПАРАМЕТРЫ ЭМИССИОННОГО ВЫПУСКА			
Maturity	Срок облигации	Срок до погашения или до оферты, если есть оферта (в годах)	прямая
Volume	Объем эмиссии	в млрд руб.	обратная
ОТРАСЛЕВОЙ РИСК ПРОФИЛЬ КОМПАНИИ			
БАЗА	Горнодобывающая промышленность	Отраслевой сегмент с <i>низким риском</i>	Дамму-переменная
	Нефтегазовая отрасль		
	Энергетика		
	Связь и телекоммуникация		
IND1	Химическая промышленность	Отраслевой сегмент с <i>средним риском</i>	Дамму-переменная
	Машиностроение		
	Черная металлургия		
	Цветная металлургия		
IND2	Транспорт	Отраслевой сегмент с <i>высоким риском</i>	Дамму-переменная
	АПК и сельское хозяйство		
	Пищевая промышленность		
	Другие отрасли		
IND3	Строительство и девелопмент	Отраслевой сегмент с <i>самым высоким риском</i>	Дамму-переменная
	Торговля и ритейл		
МАКРОПОКАЗАТЕЛИ			
VVP	Темп роста ВВП	в % от квартала к кварталу, в квартал, когда состоялось размещение	обратная
IPP	Темп роста промыш.произв-ва	в % от месяца к месяцу, в месяц, когда состоялось размещение	обратная
Inf	Инфляция	в % в месяц, когда состоялось размещение	прямая
key	Ключевая ставка ЦБ	в % в месяц, когда состоялось размещение	прямая
Ruonia	Ставка Ruonia	в % в месяц, когда состоялось размещение	прямая
IFX-Cbonds	Индекс IFX-Cbonds	в % в день, когда состоялось размещение	прямая
MSCI	Индекс MSCI Russia	значение индекса в момент размещения	обратная
Brent	Цена на нефть	цена в долл. США в момент размещения	обратная
exch	Валютный курс	рубля в долл. США в момент размещения	прямая
goldD	Курс золота	цена в долл. США в момент размещения	прямая

Курс золота (в долларах) — характеризует настроение инвесторов, поскольку золото считается наиболее защищенным активом. В период финансовой нестабильности инвесторы предпочитают вкладываться в золото, уходя с рынков капитала и долгового рынка.

Гипотеза 14: выдвигается предположение, что существует прямая связь между курсом золота и спредом доходности.

Краткое описание всех переменных отражено в табл. 2. Из каждой группы перечисленных переменных в последующем были проанализированы и включены в конечную модель лишь те, которые наилучшим образом объясняют изменение спреда доходности. Для этих целей был проведен графический анализ, проанализирована корреляционная зависимость объясняющих переменных, протестированы однофакторные модели на некоторые регрессоры. Выбор переменных для модели определялся не только статистическими соображениями о повышении значимости модели, но и их экономическим содержанием. Далее была проведена кросс-валидация разработанной модели, основная цель которой выявить, насколько успешно модель способна работать на независимом наборе данных. Для оценки степени влияния каждой из групп факторов на изменение спреда доходности был проведен анализ вариации компонентов построенной модели. В завершение дана экономическая интерпретация полученных результатов.

Методология кросс-валидации

Кросс-валидация (cross-validation) или скользящий контроль — процедура эмпирического оценивания обобщающей способности модели. При оценке модели имеющиеся в наличии данные разбиваются на k частей. Затем на $k - 1$ частях данных проводится обучение модели, а оставшаяся часть данных используется для тестирования. Процедура повторяется k раз; при этом каждая из k частей данных поочередно используется для тестирования (рис. 3). Оценкой кросс-валидации называется средняя по всем разбиениям величина ошибки на контрольных подвыборках. Если выборка независима, то средняя ошибка скользящего контроля дает несмещенную оценку вероятности ошибки. Это выгодно отличает ее от средней ошибки на обучающей выборке, которая может оказаться смещенной (оптимистически заниженной) оценкой вероятности ошибки, что связано с явлением «переобучения модели». В итоге получается оценка эффективности выбранной модели с наиболее равномерным использованием имеющихся данных. Такая кросс-валидация важна для защиты от гипотез, навязанных данными, и используется на практике, когда важно повысить предсказательную силу модели.

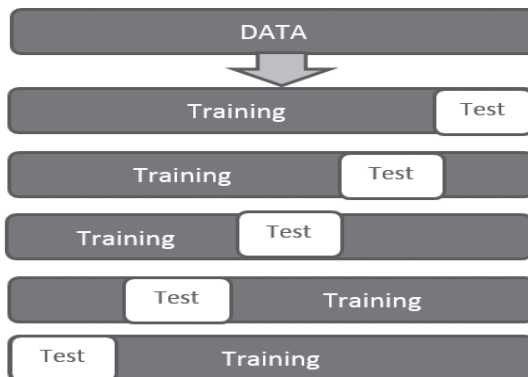


Рис. 3. Схема этапов кросс-валидации

Основные типы кросс-валидации

Кросс-валидация по K блокам (K -fold cross-validation). Набор данных разбивается на K одинаковых по размеру блоков. В результате проведенной K раз валидации получаются K результатов, по одному на каждый блок, они усредняются или комбинируются каким-либо другим способом и дают одну оценку. Преимущество такого способа перед случайным сэмплированием в том, что все наблюдения используются и для тренировки, и для тестирования модели, и каждое наблюдение используется для тестирования точно один раз.

Валидация последовательным случайным сэмплированием (random subsampling). Набор данных случайным образом разбивается на тренировочный и тестовый наборы. Для каждого такого разбиения модель обучается на тренировочных данных, а точность предсказания оценивается на тестовом наборе. Результаты затем усредняются по всем разбиениям. Преимущество такого метода перед кросс-валидацией на K блоках в том, что пропорции тренировочного и тестового наборов не зависят от числа повторений (блоков). Недостаток метода в том, что некоторые наблюдения могут ни разу не попасть в тестовый набор, тогда как другие могут попасть в него более чем один раз. Таким образом, тестовые наборы могут перекрываться, и поскольку разбиения проводятся случайно, результаты будут отличаться в случае повторного анализа.

Поэлементная кросс-валидация (Leave-one-out, LOO). В этом случае отдельное наблюдение используется в качестве тестового набора данных, а остальные наблюдения из исходного набора — в качестве тренировочного. Цикл повторяется, пока каждое наблюдение не будет использовано один раз в качестве тестового. Это то же самое, что и K -блочная кросс-валидация, где K равно числу наблюдений в исходном наборе данных.

В данной работе выбран первый тип кросс-валидации по K -блокам ($K = 5$), разбивка произведена случайным образом примерно на равные блоки. При таком подходе исключены дублирования и пропуски элементов выборки в ходе перекрестной проверки, получается более взвешенный результат.

3. Описание исходных данных и эмпирический анализ

Исследование проводилось на основе данных российского облигационного рынка, полученных с сайта cbonds¹. Интересовал как можно более полный набор эмиссионных выпусков рублевых корпоративных облигаций за максимально продолжительный период времени при условии доступности всех необходимых для исследования данных. Рассматривался реальный сектор экономики, облигации кредитных и финансовых организаций исключены в силу существенных различий их с реальным сектором. *Объясняемая переменная* — спред доходности корпоративной облигации рассчитывался как разница между доходностью первичного размещения (в дату окончания размещения выпуска) и соответствующим по сроку значением на кривой бескупонной доходности по государственным облигациям.

Поскольку одной из *ключевых переменных* выбран рейтинг компании-эмитента, в выборку включены только те выпуски, по которым присутствовал рейтинг эмитента в национальной валюте на момент размещения эмиссии хотя бы одного из рейтинговых агентств. В первоначальную выборку, включающую корпоративные облигации реального сектора и имеющую идентификационный код ISIN, вошло

¹ Официальный сайт информационного агентства Cbonds: <http://cbonds.ru>

1933 выпуска в период с 2001–2018 гг., из них 782 имело рейтинг, и 543 выпусков имело и рейтинг, и доходность при размещении. Далее из выборки были исключены *нерыночные* выпуски, доходность по которым существенно отличалась в большую или меньшую сторону от аналогичных по условиям бумаг. При исключении бумаг учитывались также условия государственной поддержки в виде обеспечения, конвертируемость, амортизируемый номинал облигации. Анализируемый период с учетом доступности информации сократился и составил 2010–2018 гг. В конечную выборку вошло 468 выпусков на общий объем 4857,86 млрд руб. Таким образом, исследуемая выборка составила порядка 45% от первоначальной за этот период по количеству эмиссий и 64% — по объему размещений.

Стоит отметить активное развитие рейтинговой индустрии в России в последние 7–8 лет, что связано не только с переключением рынка рейтингового бизнеса в России в пользу российских агентств после санкционных событий в 2014 г., но и с возросшей потребностью инвесторов во взвешенной оценке рисков инвестирования после череды банкротств эмитентов в период финансовых кризисов. Так, в исследовании Задорожной (Задорожная, 2015) отмечается, что если в 2008 г. большинство выпусков (73,8%) долгового российского рынка не имело рейтинговой оценки, то с 2009 г. ситуация кардинально изменяется ввиду ухудшения макроэкономической ситуации, стремительного роста дефолтов и трудностей с реструктуризацией долга по нерейтинговым облигациям. Инвесторы стали более чувствительны к рискам и требовательны к наличию рейтинга эмитента. И уже в 2011 г. более 50% выпусков имели рейтинговую оценку, а в 2018 г. это цифра составила 85%. В результате динамичного развития в последние годы как рынка корпоративных облигаций, так и рейтинговой индустрии в России стала доступна на российском рынке достаточная для проведения исследования база данных по присвоенным рейтингам и историческим данным о частоте дефолтов эмитентов. Это позволило сформировать статистику по российскому рынку и взаимозвязать уровень рейтинга эмитента с вероятностью дефолта *PD (Probability of Default)*, что определяет количественную оценку меры риска.

Количественная оценка кредитных рисков, подходы в их оценке — одна из самых актуальных тем мирового финансового риск-менеджмента в настоящее время. После череды мировых финансовых кризисов ужесточились требования к оценке рисков, что нашло отражение в Базельских соглашениях и международных стандартах финансовой отчетности (IFRS9). Банк России в рамках рекомендаций по применению требований Базельского комитета разработал ряд документов, в т.ч. «Сценарии стресс-тестирования финансовой устойчивости негосударственных пенсионных фондов» (приложение к приказу Банка России от 4 сентября 2018 г. № ОД-2306). В данном документе отражена некая систематизация рейтингов различных рейтинговых агентств *во взаимозвязке со средней исторической годовой частотой дефолтов*, что обосновано историческими данными по уровню дефолтов каждой группы кредитного качества (рейтинга). Попытки систематизировать и привести в сопоставимый вид рейтинговые оценки неоднократно проводились исследователями. В данной работе использовался вариант регулятора как один из самых заслуживающих доверия (табл. 3).

Таким образом, были систематизированы рейтинги эмитентов в национальной валюте как международных, так и российских рейтинговых агентств. Разбивка облигаций из выборки по группе кредитного качества эмитента (группам риска) дало такое распределение (рис. 4). Однофакторный анализ, где объясняемая переменная — спред доходности, а регрессор — уровень рейтинга, дал хороший результат (табл. 4).

Таблица 3

Распределение рейтингов по группам кредитного качества (Rating)

Группа кредитного качества Rating	Standard & Poor's	Moody's	Fitch Ratings	Эксперт РА	АКРА	Средняя историческая частота дефолтов
1	BBB- и выше	Baa3 и выше	BBB- и выше	ruAAA	AAA(RU)	0%–0,28%
2	BB+	Ba1	BB+	ruAA+, ruAA	AA+(RU), AA(RU)	0%–0,28%
3	BB	Ba2	BB	ruAA-, ruA+	AA-(RU), A+(RU)	0,4%–0,7%
4	BB-	Ba3	BB-	ruA, ruA-	A(RU), A-(RU)	0,7%–1,25%
5	B+	B1	B+	ruBBB+, ruBBB	BBB+(RU), BBB(RU)	1,25%–2,0%
6	B	B2	B	ruBBB-, ruBB+	BBB-(RU), BB+(RU)	2%–4%
7	B-	B3	B-	ruBB	BB(RU)	4%–10%
8	CCC-C	Caа-C	CCC-C	ruBB- и ниже	BB-(RU) и ниже	10%–100%
9	Нет рейтинга	Нет рейтинга	Нет рейтинга	Нет рейтинга	Нет рейтинга	нет данных
10	D	D	D	ruD	D(RU)	100%

Ключевая гипотеза исследования о значимости рейтинга эмитента в объяснении доходности облигации подтвердилась уже при построении однофакторной модели с регрессором *Rating* ($R^2 = 0,47\%$). Дальнейший эмпирический анализ также подтвердил: чем выше группа рейтинга и уровень риска, тем выше спред доходности.

Таблица 4

Результаты однофакторного анализа

R-квадрат	0,468688033			Значимость F
Нормир. R-квадрат	0,467547879			5,46365E-66
Наблюдения	468			
		Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение
Y-пересечение	0,184678565	0,092265358	2,001602429	0,045906749
Переменная X 1	0,596163599	0,029403929	20,27496401	5,46365E-66

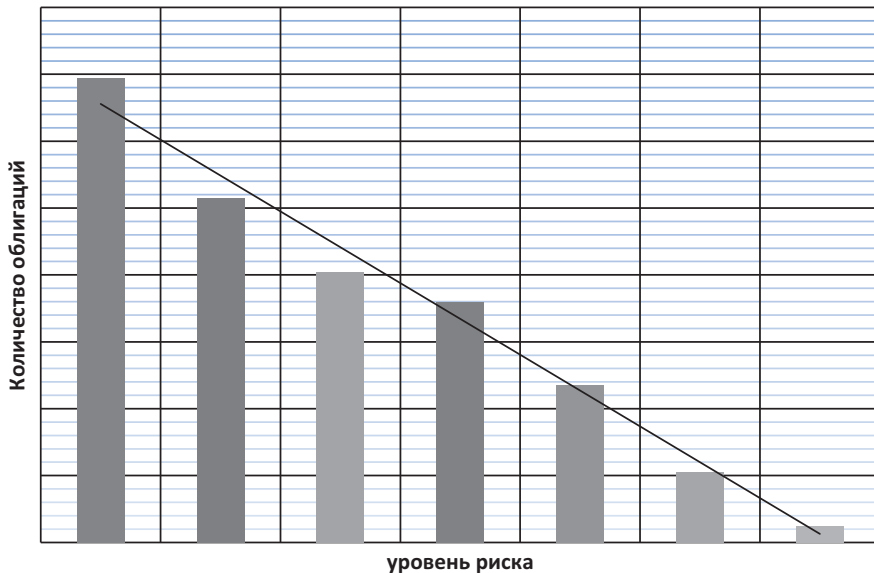


Рис. 4. Распределение облигаций выборки по группам риска

Стоит отметить, что ранее проведенные на российском рынке исследования зависимости спреда от рейтинга не давали подобных результатов в силу отсутствия достаточной информации для исследования. Так, в работе (Милицкова, 2013) анализируются рейтинги только международных рейтинговых агентств, при этом в выборку включены эмитенты и без рейтинга, что существенно снизило качественную оценку полученных результатов. В работе (Задорожная, 2015) по тем же причинам был учтен только уровень рейтинга: «инвестиционный» и «ниже инвестиционного», исключая возможность оценить более детально поведение спреда в зависимости от рейтинга.

Далее основной задачей было выявить все остальные значимые факторы и дополнить модель наиболее существенными из них с точки зрения влияния на объясняемую переменную.

Срок облигации. Предполагалось, что чем выше срок, тем больше спред доходности по облигации. Однако эта гипотеза оказалось верна лишь для показателя доходности, спред с увеличением срока сужается и демонстрирует отрицательную корреляционную зависимость. Это связано с тем, что доходность по государственным бумагам с течением срока прирастает быстрее, чем доходность по корпоративным облигациям. Наглядно это отображено на рис. 5. Данная закономерность ранее отмечалась в исследовании на данных 2006–2011 гг. (Берзон, Милицкова, 2013). В наших моделях на данных 2010–2018 гг. показатель оказался незначим. При этом срок облигации до погашения имеет большую корреляционную зависимость, чем срок до оферты. Это говорит о том, что инвесторы в большинстве своем ориентированы все-таки на срок до погашения при оценке рисков инвестирования.

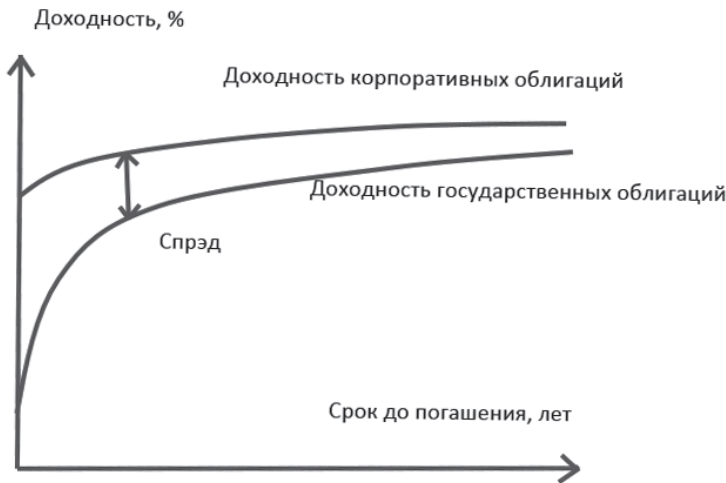


Рис. 5. Изменение спреда доходности с течением срока

Объем эмиссии. Фактор показал корреляционную зависимость с объясняемой переменной с ожидаемым знаком, но в моделях оказался незначим.

Масштаб компании. Показатель оказался значим в моделях на 1% и 5% уровне значимости, выбрана логарифмическая зависимость показателя. Подтвердилось предположение о том, что с увеличением масштаба компании снижается спред доходности.

Отраслевая принадлежность эмитента. dummy-переменные, включенные в модель и отражающие принадлежность компании к отраслевому сегменту, показали ясный результат. Сделан вывод о значимости данного показателя в оценке кредитного риска и его влиянии на стоимость привлекаемых эмитентом средств.

По двум более рисковым отраслевым сегментам во всех моделях на 1% уровне значимости стоимость привлечения средств будет выше, а в самом рисковом, где выше частота дефолтов, более всего. Это компании отраслей «Строительство и девелопмент» и «Торговля и ритейл». При этом оказалась незначима дамму-переменная для второго по уровню риска отраслевого сегмента, который незначительно отличается от базы — самого надежного отраслевого сегмента, куда входят предприятия нефтегазовой и горнодобывающей отрасли, энергетики и связи. Это позволяет сделать вывод, что инвесторы не видят существенных различий между 1 и 2 отраслевыми сегментами (разбивка по отраслям в табл. 1), но реагируют повышением ставки по более рисковым отраслевым сегментам.

Макроэкономические показатели. В ходе построения модели подтвердились практически все гипотезы о степени влияния данных показателей на объясняемую переменную. Включаемые в модель в различных комбинациях и функциональной зависимости, они показывали разную степень значимости. С целью избежать мультиколлинеарности в модели, проанализирована матрица корреляционной зависимости всех регрессоров и протестирована финальная модель на правильность спецификации. Получены следующие результаты по первоначальным гипотезам.

Темп роста ВВП и динамика изменения ИПП в разных моделях значимы на 1% и 5% уровне, подтвердилась обратная зависимость между показателями и спредом. В конечную модель вошел второй — динамика ИПП, как более точный и имеющий ежемесячно учитываемую статистику, в отличие ежеквартальной статистики по изменению ВВП.

Показатель *инфляции* продемонстрировал в соответствии с гипотезой прямую зависимость, значим на 1% уровне, включен в итоговую модель.

Ключевая ставка, Ставка Ruonia, Индекс IFX-Cbonds YTM eff демонстрируют высокую корреляционную зависимость между собой (рис. 2) и индексом MSCI Russia. Первоначальные гипотезы подтвердились по всем показателям. Во избежание мультиколлинеарности в конечную модель включен только последний показатель, как наиболее информативный для инвестора, имеющий внятную экономическую интерпретацию и значимость на 1% уровне практически во всех промежуточных моделях.

Показатели *цены на нефть, валютного курса и курса золота* также демонстрировали высокую корреляционную зависимость между собой (порядка 0,8–0,9). В финальную модель включен курс золота. Гипотеза о прямой зависимости со спредом доходности подтвердилась для курса в долларах за унцию. Курс золота в рублевом эквиваленте демонстрировал «неверный знак», объяснение тому — высокая волатильность самого курса рубля, что дает смешанный эффект в действии данного показателя.

В результате, в финальную модель из макропоказателей были включены: индекс ИПП, индекс MSCI Russia, курс золота в долларах и уровень инфляции.

Разработанная модель приняла вид:

$$Gspread = \alpha + \beta_1 Rating + \beta_2 LnScale + \beta_3 IPP + \beta_4 MSCI + \beta_5 GoldD + \beta_6 Inf + \beta_1 IND1 + \beta_1 IND2 + \beta_1 IND3, \quad (2)$$

где *Gspread* — объясняемая переменная спред доходности; *Rating* — рейтинг эмитента в национальной валюте; *LnScale* — масштаб компании-эмитента (логарифм переменной); *IPP* — темп роста индекса промышленного производства; *MSCI* — индекс MSCI Russia; *GoldD* — курс золота в долларах; *Inf* — уровень инфляции; *IND1*, *IND2*, *IND3* — дамму-переменные по отраслевым сегментам (табл. 1).

Разработка мультирегрессионной модели велась в статистическом пакете Stata 15 и параллельно в программной среде с использованием языка Python. Ниже отражены результаты построения финальной регрессионной модели, выбранной из всех промежуточных моделей как наиболее предпочтительной исходя из ранее озвученных целей и принципов построения.

Таблица 5.1

Результаты регрессии финальной модели (выгрузка Stata)

```
. reg Gspread Rating ScaleLn IPP MSCI goldD Inf IND1 IND2 IND3, robust
```

Linear regression

Number of obs	=	468
F(9, 458)	=	36.93
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.5635
Root MSE	=	.91194

Gspread	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Rating	.477954	.0495351	9.65	0.000	.3806097	.5752984
ScaleLn	-.0792752	.0368371	-2.15	0.032	-.1516658	-.0068846
IPP	-4.737383	1.903631	-2.49	0.013	-8.478317	-.9964487
MSCI	-.0015425	.0003922	-3.93	0.000	-.0023132	-.0007717
goldD	.0012569	.0003095	4.06	0.000	.0006487	.0018651
Inf	.651195	.2244192	2.90	0.004	.210176	1.092214
IND1	-.125422	.107262	-1.17	0.243	-.3362086	.0853646
IND2	.3532921	.1219471	2.90	0.004	.113647	.5929373
IND3	.6860635	.1639918	4.18	0.000	.3637938	1.008333
_cons	5.206858	2.006717	2.59	0.010	1.263344	9.150373

Таблица 5.2

Результаты регрессии финальной модели (аналитическое обобщение)

обозначение переменной	Регрессор	Коэффициент при регрессоре	Стандартная ошибка	P-value	Уровень значимости
const		5,2069	2,0103	0,0099	1%
Характеристики эмитента					
Rating	рейтинг эмитента	0,4780	0,0401	0,0000	1%
LnScale	логариф переменной масштаба компании	-0,0793	0,0356	0,0265	5%
Отраслевые сегменты					
IND1	Отраслевой сегмент с средним риском	-0,1254	0,1236	0,3107	незначим
IND2	Отраслевой сегмент с высоким риском	0,3533	0,1304	0,0070	1%
IND3	Отраслевой сегмент с самым высоким риском	0,6861	0,1352	0,0000	1%
макропоказатели					
IPP	Темп роста промышл.производства	-4,7374	1,8428	0,0105	1%
MSCI	Индекс MSCI Russia	-0,0015	0,0004	0,0001	1%
goldD	Курс золота в долларах	0,0013	0,0003	0,0002	1%
Inf	Инфляция	0,6512	0,1665	0,0001	1%
	R-квадрат	0,5635			
	Нормированный R-квадрат	0,5549			
	Значимость F	0,0000			
	Наблюдения	468			

Интерпретация полученных результатов построенной модели позволяет сделать некоторые выводы.

Показатели на уровне характеристик эмитента: рейтинг и масштаб компании значимы на 1% и 5% соответственно. С увеличением группы рейтинга на 1 ступень и ухудшением категории качества риски эмитента возрастают, спред доходности в среднем увеличивается на 0,5%. Увеличение масштаба компании (величины его активов) влечет снижение спреда доходности.

Показатели на уровне отраслевых сегментов указывают, что инвесторы не видят существенных различий по риску/доходности для первых двух менее рискованных сегментов и реагируют повышением ставки по двум более рискованным отраслевым сегментам, по которым наблюдалась более высокая историческая частота дефолтов. Последний сегмент — более всего (отрасли «Строительство и девелопмент» и «Торговля и ритейл») (см. табл. 1).

Макропоказатели. С увеличением темпа роста индекса ИПП на 1% спред снижается на 0,05%, увеличение инфляции на 1% дает прирост спреда в среднем на 0,7%. Изменение индекса MSCI Russia и курс золота также оказывают ощутимое воздействие на спред.

3.1. Анализ вариации

Для оценки степени влияния каждой из групп показателей на объясняемую переменную был проведен анализ вариации разработанной модели. Были рассчитаны ковариации спреда доходности с каждым регрессором или группой регрессоров, взвешенных с учетом полученных коэффициентов в регрессионной модели. Отношение полученных ковариаций к дисперсии спреда доходности позволяет оценить, насколько каждая группа регрессоров объясняет изменение спреда (табл. 6).

Таблица 6

Анализ вариации по группам показателей

Показатель	Ковариация показателя	Отношение ковариации показателя к дисперсии спреда доходности, %
Рейтинг	0,7003	37,48
Все остальные факторы без рейтинга	0,3526	18,87
Макропоказатели	0,0757	4,05
Отраслевые сегменты	0,1599	8,56
Масштаб компании	0,1057	5,66
Дисперсия спреда доходности	1,8685	

Результаты расчетов показали, что наиболее влиятельным регрессором в определении спреда доходности является рейтинг, он на 37,5% объясняет вариацию, все остальные вместе взятые показатели — на 19%. Макропоказатели, включенные в модель, объясняют спред доходности на 4%, отраслевые сегменты дают 8,6% объясненной вариации, масштаб компании — 5,6%. *Исходя из полученных результатов можно утверждать, что спред доходности определяется в основном уровнем риска, соответствующим уровню рейтинга эмитента, а также его отраслевой спецификой и масштабами компании.*

3.2. Результаты кросс-валидации

Оценка кросс-валидации дает несмещенную оценку качества разработанной модели. Проведенная по K -блокам ($K = 5$) кросс-валидация на тестовых выборках

дает следующие средние значения R^2 по каждому блоку и среднее значение в целом по всем блокам:

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	$R_{\text{сред}}$
0,5902	0,5809	0,4570	0,4878	0,4611	0,5417

Все расчеты, обработка и разбивка данных по блокам в случайном порядке производились в программной среде на языке Python. Результаты расчетов в рамках процедуры кросс-валидации показали, что средняя оценка на тестовой выборке по всем блокам, равная 0,5417, несущественно отличается от значения $R^2 = 0,5635$ — на обучающей выборке. Малая разница этих двух чисел свидетельствует о том, что модель не является переобученной и демонстрирует на тестовых данных ту же прогностическую способность, что и на обучающей выборке.

Основная цель кросс-валидации, заключающаяся в оценке соответствия поведения модели на обучающей выборке и валидационной выборке, достигнута. Для оценки такого соответствия также может быть использована еще одна метрика — абсолютное отклонение оцененного параметра модели (спреда доходности) от его фактического значения. Ниже в таблице представлены результаты кросс-валидации с данным параметром, усредненным по каждому блоку тестовой выборки, и среднее по всем блокам:

$\bar{\varepsilon}_1$	$\bar{\varepsilon}_2$	$\bar{\varepsilon}_3$	$\bar{\varepsilon}_4$	$\bar{\varepsilon}_5$	$\bar{\varepsilon}_{\text{сред}}$
0,6023	0,6209	0,7157	0,7179	0,6577	0,6629

При этом дисперсия этой оценки (абсолютного отклонения) равна 0,0474, что также позволяет сделать вывод о несмещенности оценки качества разработанной модели. Таким образом, сделанные выводы по перекрестной проверке модели не навязаны нам данными и обладают заявленной прогностической силой.

Ниже на рис. 6 отображен график сопоставления значений спрогнозированной моделью спреда доходности и фактически наблюдаемого значения спреда. На рис. 7 отражена разница спрогнозированного и наблюдаемого спреда, по сути, это необъясненная часть регрессии.

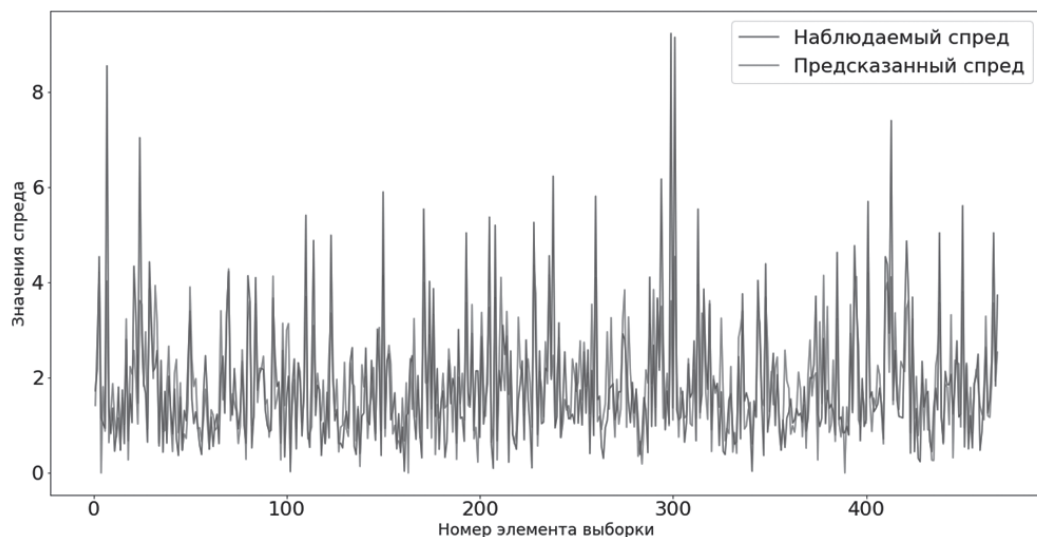


Рис. 6. График значений спрогнозированного спреда и наблюдаемого

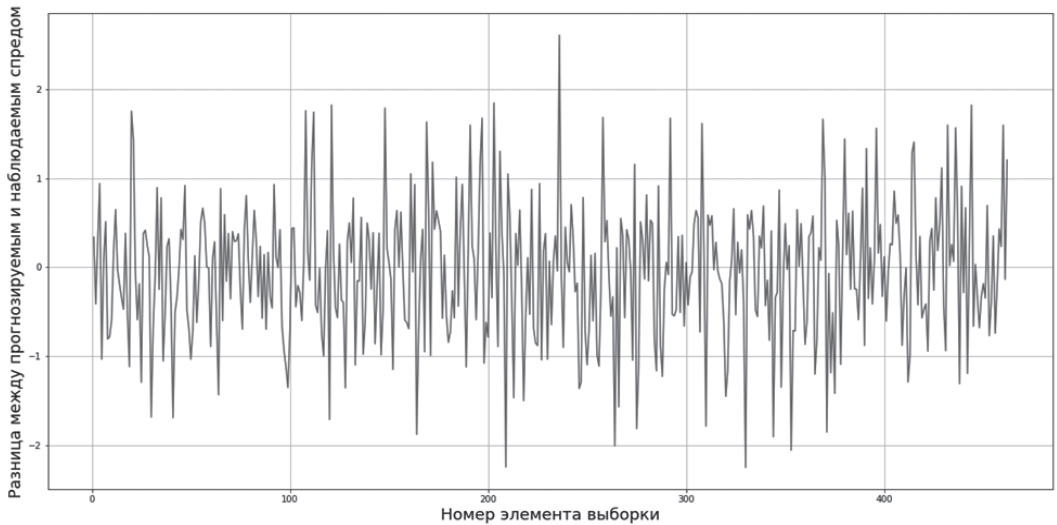


Рис. 7. Разница значений спреда (спрогнозированного и наблюдаемого)

Заключение

В работе проведен эмпирический анализ по исследованию и выявлению наиболее устойчивых по степени влияния факторов, объясняющих изменение спреда доходности при размещении рублевых корпоративных облигаций. Исследование проведено на российском рынке корпоративных облигаций реального сектора экономики за период 2010–2018 гг. *Ключевым моментом*, отличающим данное исследование от предыдущих работ на российском рынке, было тестирование гипотезы о высокой степени влияния на спред доходности уровня рейтинга эмитента. Для развивающегося российского фондового рынка гипотеза требовала подтверждения. Достаточная для такого исследования база данных стала доступна на российском рынке лишь в последние годы по причине динамичного развития как самого рынка корпоративных облигаций, так и отечественной рейтинговой индустрии.

В ходе эмпирического анализа была разработана мультифакторная регрессионная модель. *Важной особенностью данного исследования* является включение в модель ограниченного количества регрессоров, но обладающих высокой объясняющей способностью, устойчивой функциональной зависимостью со спредом доходности и внятной экономической интерпретацией этой зависимости. Отказ от излишней «перегруженности» модели массой различных регрессоров позволил увеличить прогнозную силу модели и облегчить ее применение на практике.

В работе применен метод кросс-валидации (перекрестной проверки), представляющий собой процедуру эмпирического оценивания обобщающей способности модели. *Преимуществом такого подхода* является более взвешенная оценка эффективности работы построенной модели. По результатам кросс-валидации сделан вывод о том, что модель не является «переобученной» и обладает заявленной прогнозной силой.

На основании полученных результатов сделаны выводы, что спред доходности по корпоративным облигациям на российском рынке определяется в основном уровнем риска, соответствующим уровню рейтинга эмитента, а также его отраслевой спецификой и масштабами компании. Ключевая гипотеза подтвердилась, спред доходности на 38% объясняется уровнем рейтинга эмитента, все остальные

вместе взятые показатели объясняют спред на 19%. Включенные в модель макропоказатели дают объяснение спреда доходности лишь на 4%. Данный факт объясняется тем, что влияние факторов макросреды, в которой функционирует российский долговой рынок, отражается как на изменении кривой доходности по корпоративным облигациям, так и на кривой доходности по государственным облигациям (*G*-кривой), оставляя минимум влияния на спреде (их разнице). Таким образом, закономерен вывод, что спред доходности по корпоративным облигациям на российском рынке — это прежде всего плата инвесторов за кредитный риск. В оценке рисков инвестирования и определении доходности облигации при размещении участники российского рынка опираются в первую очередь на оценку уровня надежности эмитента, сделанную рейтинговым агентством.

Относительная простота модели, ее стабильность поведения на различных данных определяют практическую значимость работы и возможность использования модели для прогнозирования спреда доходности на практике. Предложенные в работе подходы, алгоритмы построения и валидации модели могут быть полезны в дальнейших исследованиях в выборе методов построения прогнозных моделей данного класса.

Источники

Абрамов А. Е., Радыгин А. Д., Чернова М. И. Акции против облигаций в стратегиях долгосрочных инвесторов // Финансовый журнал. 2016. № 3. С. 26–44.

Берзон Н. И. Оценка финансовых активов по критерию «риск–доходность» с учетом длительности инвестирования // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Сер. I: Экономика и управление. 2014. № 2 (8). С. 39–52.

Берзон Н. И., Ерофеева Т. М. Российский рынок корпоративных облигаций: история развития, текущие тенденции, проблемы и перспективы // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2018. № 44. С. 150–165.

Берзон Н. И., Милицкова Т. М. Детерминанты доходности рублевых корпоративных облигаций при их размещении // Финансы и кредит. 2013. № 16 (544). С. 24–32.

Воронцов К. В. Комбинаторный подход к оценке качества обучаемых алгоритмов // Математические вопросы кибернетики / под ред. О. Б. Лупанова. М., 2004. Т. 13. С. 5–36.

Задорожная А. Н. Влияние ковенантов на доходность корпоративных облигаций // Корпоративные финансы. 2015. № 7 (631). С. 34–44.

Милицкова Т. М. Влияние специфических факторов на спреда доходности корпоративных облигаций // Корпоративные финансы. 2013. № 2 (26). С. 50–71.

Российский фондовый рынок: 2017 год. События и факты. Аналитический обзор Национальной Ассоциации участников фондового рынка. М., 2018.

Сувейка Ш. М. Детерминанты спреда доходности: комплексный анализ // Экономика и управление: проблемы, решения. 2016. № 10. С. 207–217.

Султанов И. Р. Анализ влияния различных экономических показателей на спреда доходности российских рублевых корпоративных облигаций // Финансы и кредит. 2018. № 7. С. 1669–1688.

Теплова Т. В., Соколова Т. В. Непараметрический метод оболочного анализа для портфельных построений на российском рынке облигаций // Экономика и математические методы. 2017. Т. 53. № 3. С. 110–128.

Фабоцци Ф., Уилсон Р. Корпоративные облигации. Структура и анализ / пер. с англ. 2-е изд. М., 2016.

Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции / пер. с англ. М., 1998.

Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. М., 1988.

Altman E. Financial Ratios. Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy // Journal of Finance. 1968. N 4. P. 589–609.

Altman E. Measuring Corporate Bond Mortality and Performance // Journal of Finance. 1989. N 4. P. 909–922.

Beaver W. Market Prices. Financial Ratios and the Prediction of Failure // Journal of Accounting Research. 1968. N 2. P. 179–192.

- Hickman W. *Corporate Bond Quality and Investor Experience*. Princeton, 1958.
- Fabozzi F. J. *Valuation of Fixed Income Securities*. Summit. N. J., 1994.
- Fisher L. Determinants of Risk Premiums on Corporate Bonds // *Journal of Political Economy*. 1959. Vol. 67. N 3. P. 217–237.
- Fridson M., Garman C. Determinants of Spreads on New High-Yield Bonds // *Financial Analysts Journal*. 1998. Vol. 54. N 2. P. 28–39.
- Guntay L., Hackbarth D. Corporate Cond Credit Spreads and Forecast Dispersion // *Journal of Banking and Finance*. 2010. N 34. P. 2328–2345.
- Campbell J., Taksler G. Equity Volatility and Corporate Bond Yields // *The Journal of Finance*. 2003. Vol. 58. N 6. P. 2321–2350.
- Cavallo E., Valenzuela P. *The Determinants of Corporate Risk in Emerging Markets: An Option-Adjusted Spread Analysis* / IMF Working Paper. 2007.
- Dubovy E. *The Determinants of Interest Rates on High-Yield Bonds*. F Dissertation / The City University of New York. 1998.
- Venkiteshwaran V. *Are Underrated Bonds Underpriced? Biased Ratings and Corporate Bond Pricing* // *Banking & Finance Review*. 2013. Vol. 5. Iss. 1. P. 77–89.

References

- Abramov A. E., Radygin A. D., Chernova M. I. Aktsii protiv obligatsii v strategiyah dolgosrochnyh investirov [Shares against bonds in long-term investor strategies]. *Finansovyi Jurnal [Financial Journal]*, 2016, N 3, pp. 26–44. (In Russian).
- Altman E. Financial Ratios. Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *Journal of Finance*, 1968, N 4, pp. 589–609.
- Altman E. Measuring Corporate Bond Mortality and Performance. *Journal of Finance*, 1989, N 4, pp. 909–922.
- Beaver W. Market Prices. Financial Ratios and the Prediction of Failure. *Journal of Accounting Research*, 1968, N 2, pp. 179–192.
- Berzon N. I. Otsenka finansovykh aktivov po kriteriyu «risk-dohodnost'» s uchetom dlitel'nosti investirovaniya [Valuation of financial assets by the criterion of «risk-return», taking into account the duration of investment]. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S. Yu. Witte [Bulletin of the Moscow University named after S. Yu. Witte. Series I: Economics and Management]*, 2014, N 2 (8), pp. 39–52. (In Russian).
- Berzon N. I., Erofeeva T. M. Rossiiskii rynek korporativnykh obligatsii: istoriya rasvitiya, tekushchie tendentsii, problemy i perspektivy [Russian corporate bond market: history of development, current trends, problems and prospects]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika [Tomsk State University Bulletin. Economy]*, 2018, N 44, pp. 150–165. (In Russian).
- Berzon N. I., Militskova T. M. Determinanty dohodnosti rublyovykh korporativnykh obligatsii pri ih razmeshchenii [Determinants of the yield of ruble corporate bonds when they are placed]. *Finansy i kredit [Finance and credit]*, 2013, N 16 (544), pp. 24–32. (In Russian).
- Campbell J., Taksler G. Equity Volatility and Corporate Bond Yields. *The Journal of Finance*, 2003, vol. 58, N 6, pp. 2321–2350.
- Cavallo E., Valenzuela P. *The Determinants of Corporate Risk in Emerging Markets: An Option-Adjusted Spread Analysis*. IMF Working Paper. 2007.
- Dubovy E. *The Determinants of Interest Rates on High-Yield Bonds*. F Dissertation. The City University of New York. 1998.
- Efron B. *Netraditsionnye metody mnogomernogo statisticheskogo analiza [Nontraditional methods of multidimensional statistical analysis]*. Moscow, 1988. (In Russian).
- Fabozzi F., Wilson R. *Korporativnye obligazii. Struktura i analiz: per. s angl. 2-e izdanie [Corporate Bonds. Structure and analysis: trans. from English 2nd edition]*. Moscow, 2016. (In Russian).
- Fisher L. Determinants of Risk Premiums on Corporate Bonds. *Journal of Political Economy*, 1959, vol. 67, N 3, pp. 217–237.
- Fabozzi F. J. *Valuation of Fixed Income Securities*. Summit. N. J., 1994.
- Fridson M., Garman C. Determinants of Spreads on New High-Yield Bonds. *Financial Analysts Journal*, 1998, vol. 54, N 2, pp. 28–39.
- Guntay L., Hackbarth D. Corporate Cond Credit Spreads and Forecast Dispersion. *Journal of Banking and Finance*, 2010, vol. 34, pp. 2328–2345.
- Hickman W. *Corporate Bond Quality and Investor Experience*. Princeton University Press, 1958.
- Militskova T. M. Vliyaniye spetsificheskikh faktorov na spred y dohodnosti korporativnykh obligatsii [Influence of specific factors on corporate bond yield spreads]. *Korporativnye finansy [Corporate Finance]*, 2013, N 2 (26), pp. 50–71. (In Russian).
- Rossiiskij fondovyy rynek: 2017 god. Sobytiya i fakty. Analiticheskij obzor Natsional'noy Assotsiatsii uchastnikov fondovogo rynka [Russian stock market: 2017. Events and facts. Analytical review of the National Association of Stock Market Participants]. Moscow, 2018. (In Russian).

Sharp U., Alexander G., Bailey J. *Investitsii: per. s angl. [Investments: trans. from English]*. Moscow, 1998. (In Russian).

Sultanov I. R. Analiz vliyaniya razlichnykh ekonomicheskikh pokazateley na spred y dohodnosti rossiiskikh rublyovykh korporativnykh obligatsii [Analysis of the impact of various economic indicators on the yield spreads of Russian ruble corporate bonds]. *Finansy i kredit [Finance and Credit]*, 2018, N 7, pp. 1669–1688. (In Russian).

Suveika Sh. M. Determinanty spread dohodnosti: kompleksnyi analiz [Yield Spread Determinants: Comprehensive Analysis]. *Ekonomika i upravlenie: problemy i resheniya [Economics and Management: Problems, Solutions]*. 2016, N 10, pp. 207–217. (In Russian).

Teplova T. V., Sokolova T. V. Neparаметричeskij metod obolochnogo analiza dlya portfel'nykh postroenii na rossiiskom rynke obligatsii. [Nonparametric method of shell analysis for portfolio constructions on the Russian bond market]. *Ekonomika i matematicheskie metody [Economy and Mathematical Methods]*, 2017, vol. 53, N 3, pp. 110–128. (In Russian).

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

Vorontsov K. V. Kombinatornyi podhod k otsenke kachestva obuchaemykh algoritmov [Combinatorial approach to assessing the quality of learning algorithms. Mathematical problems of cybernetics]. *Matematicheskie voprosy kibernetiki. Pod red. O. B. Lupanov [Mathematical issues of cybernetics. Ed. by O. B. Lupanov]*, 2004, vol. 13, pp. 5–36. (In Russian).

Zadorozhnaya A. N. Vliyanie kovenantov na dohodnost' korporativnykh obligatsii. [The influence of covenants on the yield of corporate bonds]. *Korporativnye finansy [Corporate Finance]*, 2015, N 7 (631), pp. 34–44. (In Russian).