

ISSN 0424-7388

Том 53, Номер 3

Июль–Август–Сентябрь 2017



ЭКОНОМИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ



<http://www.naukaran.com>



“НАУКА”

Российская академия наук

ЭКОНОМИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Том 53 № 3 2017

Журнал основан в январе 1964 г.
Выходит 4 раза в год
ISSN 0424-7388

*Журнал издается под руководством
Отделения общественных наук РАН*

Главный редактор
В.Л. Макаров

Редакционная коллегия:

А.А. Афанасьев, С.А. Афонцев, В.А. Волконский, Н.А. Волчкова,
Ю.Н. Гаврилец, Е.Г. Гольштейн (зам. главн. ред.), В.Г. Гребенников,
А.А. Гусев, В.Е. Дементьев (зам. главн. ред.), Г.В. Егоров, Р.С. Ениколопов,
А.В. Захаров, С.Б. Измалков (зам. главн. ред.), В.Л. Квинт,
Г.Б. Клейнер, М. Кубонива, А.М. Либман, В.Н. Лившиц,
Ю.В. Овсиенко (зам. главн. ред.), В.М. Полтерович, А.Б. Поманский,
А.В. Савватеев, Е.В. Устюжанина, И.С. Шитова (зам. главн. ред.)

Зав. редакцией Н.С. Виноградова

Адрес редакции:

117418 Москва, Нахимовский просп., 47
Тел.: (499) 129-39-33

Москва
Издательство "Наука"

Содержание

Том 53, номер 3, 2017

Народнохозяйственные проблемы

- Позамантир Э.И.** Иерархическая система моделей межотраслевого баланса и территориального размещения производства. Часть 2. Структурно-математические и вычислительные аспекты модели, алгоритм решения задачи 3
-

Региональные проблемы

- Ермаков В.В.** Оценка воздействия межбюджетных трансфертов на социально-экономическое развитие регионов 18
-

Отраслевые проблемы

- Плещинский А.С.** Анализ конкуренции и сотрудничества при разработке технологических инноваций в отраслях промышленности 38
-

Математический анализ экономических моделей

- Смоляк С.А.** Оптимизация скорости морского грузового судна в регулярных линейных рейсах 59
- Шелемех Е.А.** Расчет экзотических опционов на неполных рынках 78
- Белоусов Ф.А.** Модель сообществ с двумя способами воспроизводства продукта (модель «кочевников» и «землепашцев») 93
- Теплова Т.В., Соколова Т.В.** Непараметрический метод оболочечного анализа для портфельных построений на российском рынке облигаций 110
-

Contents

Vol. 53, No. 3, 2017

Problems of national economy

- Pozamantir E.I.** Hierarchical system of intersectoral balance models and the models of territorial production distribution. Part 2. Enunciation of the task and a general approach to its decision 3

Regional problems

- Yermakov V.V.** Estimates of the impact of inter-budgetary government grants on regional development in the Russian Federation 18

Industrial problems

- Pleschinskiy A.S.** Analysis of the competition and cooperation in industries technological innovation development 38

Mathematical analysis of economic models

- Smolyak S.A.** Regular oceangoing cargo ship speed optimization 59
Shelemekh E.A. Calculation of exotic options in incomplete markets 78
Belousov F.A. Model of civilization with two types of reproduction product (model of nomads and plowmen) 93
Teplova T.V., Sokolova T.V. The non-parametric data envelopment analysis method for portfolio design in the Russian bond market 110

Сдано в набор 05.04.2017 г. Подписано к печати 28.06.2017 г. Дата выхода в свет 28.07.2017 г. Формат 60 × 88¹/₈
Цифровая печать Усл.печ.л. 16.0 Усл.кр.-отт. 3.2 тыс. Уч.-изд.л. 16.0 Бум.л. 8.0
Тираж 193 экз. Зак. 1244 Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Центральный экономико-математический институт, Институт проблем рынка

Издатель: ФГУП «Издательство «Наука», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099 Москва, Шубинский пер., 6

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБОЛОЧЕЧНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОРТФЕЛЬНЫХ ПОСТРОЕНИЙ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ОБЛИГАЦИЙ

© 2017 г. Т.В. Тепловаⁱ, Т.В. Соколоваⁱⁱ

Аннотация. В статье впервые производится построение и тестирование портфелей на рынке облигаций с применением непараметрического метода оболочечного анализа (Data Envelopment Analysis, DEA). С помощью DEA строится интегральная оценка и ранжирование по оптимальности (эффективности) обращающихся на рынке выпусков облигаций российских компаний с точки зрения частного инвестора. Оригинальный алгоритм построения оптимального портфеля облигаций строится на двух аналитических процедурах: сначала выявляются детерминанты доходности к погашению рублевых корпоративных облигаций (КО) для диверсифицированной выборки компаний реального сектора на отрезке с 2008 по 2015 г., а затем на выборке обращающихся облигаций применяется метод DEA для формирования оптимального пакета облигаций в портфеле. На заключительном этапе для периода 2014–2015 гг. тестируется инвестиционная стратегия портфельного построения из тех рублевых корпоративных облигаций, которые оказались на границе эффективности. Для выявления детерминант доходности КО российского рынка эконометрическими методами анализируется совокупность макроэкономических и корпоративных (финансовых и нефинансовых) факторов, характеристик выпуска. При этом впервые для российского рынка рассматриваются не только текущие, но и ожидаемые значения инфляции, темпа роста ВВП, индикаторов риска (как прокси-показатель – индекс волатильности RTS (VIX)).

При выявлении оптимальных (достигших границы эффективности) выпусков облигаций учитывается совокупность разноплановых факторов: доходность к погашению, дюрация, ликвидность выпуска, показатели кредитного риска эмитента. Подтвердились гипотезы нашего исследования о том, что на уровень доходности к погашению значимо влияет размер выручки компании-эмитента, признак включения выпуска облигаций в Ломбардный список Банка России, доля участия государства в собственном капитале эмитента, показатели долговой нагрузки эмитента, уровень текущей и ожидаемой инфляции. Границы эффективности (оптимальности) достигли преимущественно займы крупных компаний с государственным участием в собственном капитале. Гипотезы нашего исследования о том, что инвестиции в выпуски облигаций на границе эффективности могут опередить облигационные индексы-бенчмарки по доходности и отношению «доходность / волатильность», подтвердились частично, для периода 2014 г., характеризующегося снижением цен на рублевые облигации.

Ключевые слова: рублевые корпоративные облигации, активные стратегии инвестирования, метод Data Envelopment Analysis.

Классификация JEL: C51, C61, G11, G12.

ВВЕДЕНИЕ

В период после глобального финансового кризиса 2008–2009 гг. в России относительно устойчивым сектором финансового рынка оставался рынок корпоративных рублевых облигаций (КО): непрерывно росли объемы первичных размещений и вторичного рынка (так, с 2007 по 2015 г. объем рынка обращающихся рублевых корпоративных облигаций вырос с 3,9 до 10,0%

ⁱ **Тамара Викторовна Теплова** – д.э.н., профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», руководитель проектно-учебной лаборатории анализа финансовых рынков, профессор департамента финансов факультета экономических наук; Москва, tteplova@hse.ru.

ⁱⁱ **Татьяна Владимировна Соколова** – к.ф.-м.н., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», аналитик проектно-учебной лаборатории анализа финансовых рынков, старший преподаватель департамента финансов факультета экономических наук; Москва, tv.sokolova@hse.ru.

ВВП). В 2014–2016 гг. на фоне ограничения возможности рефинансирования кредитов за рубежом для ключевых российских заемщиков (с государственным участием в капитале) шел процесс замещения валютного долга рублевым, что создавало для внутреннего рынка облигаций дополнительные стимулы роста.

Понимание важности сдерживания эмиссионных процессов в экономике (через наращивание государственного долга, прямое кредитование ЦБ банков и проектов частного бизнеса) приводит к необходимости активизировать привлечение уже имеющегося капитала на руках населения и компаний. Так как долевой рынок (акций) не получил устойчивого признания со стороны экономических агентов РФ, то целесообразно рассмотреть возможности построения привлекательных инвестиционных портфелей на рынке облигаций. В данной работе мы предлагаем разработку алгоритма отбора облигаций вторичного рынка для формирования привлекательного инвестиционного портфеля. Вопрос о том, какие облигации являются наиболее привлекательными для инвесторов, неочевиден, так как в связи с возросшими финансовыми рисками инвесторам представляется необходимым учитывать не только доходность к погашению (YTM) и спред к безрисковой ставке, но и дюрацию облигаций¹, ликвидность выпуска и показатели долговой нагрузки эмитента (характеризующие риск потенциального дефолта). При расчете спреда доходности выпуска облигаций в качестве безрисковой ставки в нашей работе выбрана доходность к погашению по ГКО-ОФЗ с таким же сроком до погашения.

Рынок рублевых облигаций представляет большой интерес, так как на нем фиксируется значительная доля биржевых торгов (более 90%), тогда как на большей части зарубежных рынков преобладают внебиржевые торги (например, доля последних на рынке Китая – более 97%, на рынке США – более 90%). Такая особенность российского рынка позволяет использовать в расчетах рыночные котировки и доходность к погашению для подавляющего числа обращающихся облигаций. Объект нашего исследования – вторичный рынок облигаций. Из-за того что на подавляющем числе зарубежных рынков обращение облигаций сосредоточено на внебиржевом рынке, большая часть исследований проводится для выборки первичных размещений (т.е. по новым выпускам).

Вопрос о возможности построения активной инвестиционной стратегии, позволяющей обыграть тот или иной индекс облигационного рынка, является дискуссионным на глобальном рынке. Среди зарубежных исследователей нет единого ответа на данный вопрос: так, в работах (Cici, Gibson, 2012; Silva et al., 2003; Ferson et al., 2006; Gutierrez et al., 2008; Huij, Derwall, 2008) показано, что, в отличие от фондов акций, фонды облигаций американского и европейского рынков демонстрировали доходность, не превышающую уровень доходности индексов-бенчмарков. Напротив, в исследовании (Bruslerie, 2004) утверждается, что стратегии активного инвестирования на рынке облигаций позволяют опередить индексы-бенчмарки по доходности. На российском рынке подобных исследований не проводилось, оригинальная методология отбора облигаций в портфель на базе DEA не тестировалась.

Целью нашей работы является тестирование инвестиционной стратегии на российском рынке облигаций, заключающейся в отборе в портфель рублевых корпоративных облигаций (КО), находящихся на границе эффективности с точки зрения частного инвестора (с учетом совокупности факторов – доходности к погашению, дюрации, ликвидности, долговой нагрузки эмитента).

Наше исследование состоит из трех этапов.

1. Выявление эконометрическими методами факторов, значимо влияющих на доходность к погашению (YTM) КО по широкой выборке компаний реального сектора в динамике (2008–2015 гг.). В качестве факторов рассматривается несколько групп: характеристики займов облигаций (дюрация, ликвидность, признак включения в Ломбардный список Банка России и т.д.); финансовые и нефундаментальные показатели эмитентов (размер компании, доля участия государства в собственном капитале, отрасль, показатели рентабельности и долговой нагрузки);

¹ Дюрация облигаций представляет собой средневзвешенный срок до погашения денежных потоков по облигациям (купонных выплат, номинала). При этом в качестве весов берутся приведенные (дисконтированные) стоимости этих денежных потоков.

макроэкономические показатели (фактический и ожидаемый темп инфляции, темп роста ВВП) и индекс волатильности RTS VIX.

Достоинство нашего исследования – построение диверсифицированной выборки компаний реального сектора российской экономики (включая нефтегазовую промышленность, машиностроение, энергетику, черную металлургию, пищевую промышленность и АПК, торговлю) с рублевыми облигациями, обращающимися на Московской бирже в 2008–2015 гг. В качестве метода применяется многофакторный регрессионный анализ панельных данных.

2. Интегральная оценка и ранжирование по оптимальности (эффективности по DEA) выпусков облигаций с точки зрения частного инвестора с учетом совокупности факторов: YTM, дюрации, ликвидности, а также показателей долговой нагрузки эмитентов, статистически значимо влияющих на YTM (выбор конкретных показателей осуществляется по итогам первого этапа). Оценка оптимальности облигационных выпусков проводится непараметрическим методом оболочечного анализа (Data Envelopment Analysis, DEA).

Преимуществом такого подхода является возможность задавать разноплановые целевые показатели (например, максимизация доходности к погашению при минимизации показателей долговой нагрузки, рисков ликвидности). Результатом является построение границы эффективности облигационных выпусков.

3. Анализ активной инвестиционной стратегии на российском рынке облигаций, основанной на отборе в портфель выпусков, находящихся на границе эффективности. Согласно предлагаемой стратегии оцениваются показатели доходности и «доходность / волатильность», далее эти показатели сопоставляются с индексами-бенчмарками корпоративных (MICEX CBI CP, MICEX CBI TR) и государственных (RGBI, RGBI TR) рублевых облигаций. Рассматриваются два различных временных периода: с 30 апреля по 31 июля 2014 г., для которого было характерно снижение цен рублевых корпоративных и государственных облигаций (без учета накопленного купонного дохода и купонных выплат), и с 30 апреля по 31 июля 2015 г., для которого, напротив, был характерен рост цен рублевых облигаций после падения в IV квартале 2014 г. – I квартале 2015 г.

В разд. 1 представлен обзор ранее проведенных работ по теме исследования. В разд. 2 выдвигаются гипотезы и детально описываются методы настоящего исследования. В разд. 3 показана описательная статистика по выборке рублевых КО. В разд. 4 представлены результаты расчетов для всех этапов нашего исследования.

1. ОБЗОР РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В экономической литературе представлены два направления исследований характеристик привлечения капитала и инвестиций в облигационные займы. Во-первых, анализ факторов, влияющих на доходность и дюрацию размещаемых облигаций (в большинстве работ – первичные размещения), а во-вторых – анализ эффективности (оптимальности) привлечения средств и/или инвестиций с учетом различных факторов (доходности, дюрации, финансовых показателей эмитента). Первое направление традиционно реализуется посредством исследования влияния различных факторов на стоимость заемного капитала методом регрессионного анализа. Для анализа эффективности привлечения средств в литературе описан метод оболочечного анализа (Data Envelopment Analysis, DEA). Прокомментируем более подробно эти два направления и укажем их слабые места.

В исследовании факторов влияния (макроэкономических, институциональных и специфических для компании, финансовых и нефинансовых) на стоимость заемного капитала компаний, включая облигационные выпуски (как пример торгуемого на рынке долга), преобладают методы регрессионного анализа (Anderson et al., 2003; Boubakri, Ghouma, 2010; Mansi et al., 2011; Wald, Long, 2007; Теплова, Соколова, 2011). В большинстве современных зарубежных работ акцент делается на выявление нефундаментальных факторов (качества корпоративного управления (Anderson et al., 2003), структуры акционерного капитала (Boubakri, Ghouma, 2010), значимости институциональной среды и защиты прав инвесторов (Wald, Long, 2007), мнений аналитиков инвестиционных компаний (Mansi et al., 2011)). Это связано с тем, что по большей

части макроэкономических и финансовых факторов компаний сложилось согласованное мнение. При этом большая часть исследований проведена на развитых рынках капитала. Развивающиеся рынки зачастую малы, низколиквидны и не позволяют провести полноценное исследование. Таким образом, априори предполагается, что те факторы, которые определяют уровни доходности на развитых рынках, также успешно работают и на развивающихся рынках. С исследовательской позиции этот тезис требует подтверждения.

Второе отличие нашей работы от большинства предыдущих – рассмотрение вторичного облигационного рынка. В большей части более ранних исследований проведен анализ факторов, определяющих доходность на первичном рынке облигаций. Практически нет исследований динамики доходности по широкой выборке облигаций российского рынка. Мы проводим анализ доходности обращающихся рублевых КО компаний реального сектора для периода с 2008 по 2015 г., который захватывает как кризисный период (2008–2009 гг.), так и период относительного восстановления (с понижением ставок на рынке в 2010–2013 гг.) и период вторичных шоков (2014–2016 гг.). Наличие временных периодов разной экономической динамики требует их учета в спецификациях моделей. Мы вводим как контрольные макроэкономические переменные в регрессионную модель, так и дамми-переменные, фиксирующие тот или иной год.

Относительно новым направлением исследования на облигационном рынке стали вопросы оценки эффективности инвестирования с позиции игроков рынка и привлечения средств компаниями посредством непараметрических методов, к классу которых принадлежит оболочечный анализ (DEA)². Согласно методу DEA эффективность трактуется как отношение взвешенной суммы выходных параметров (результатов, выгод) к взвешенной сумме входных параметров (ресурсов, затрат, рисков). Метод DEA в постановке этих двух задач по анализу облигационного рынка характеризуется следующими достоинствами:

1) является непараметрическим, а значит, не требует формулирования гипотез о вероятностном распределении параметров (большая часть которых не укладывается в предположение о нормальности распределения) и не накладывает ограничений на мультиколлинеарность параметров (в отличие от регрессионного анализа);

2) не требует предварительного задания весовых коэффициентов для входных и выходных параметров, в том числе на основе экспертных оценок (веса определяются автоматически в ходе решения оптимизационных задач);

3) позволяет выявить облигационные выпуски с наивысшими оценками эффективности (оптимальности) с одновременным учетом совокупности различных факторов (т.е. позволяет построить для выборки облигаций границу эффективности).

Хотя примеры использования метода DEA в экономических исследованиях имеют длительную историю (Charnes et al., 1978; Banker et al., 1984)³, но для анализа финансового рынка и финансовых инструментов применение метода оказалось немасштабным. Возможно, это связано с тем, что подход позволяет выявить только недооцененные активы, а переоцененные будут находиться на границе эффективности.

В приложении к финансовым рынкам отмечаем применение DEA для сопоставления финансовых институтов (в особенности кредитных организаций). В работе (Fethi, Pasiouras, 2010) систематизировано 136 исследований, в которых с помощью DEA оценивается эффективность банков, и 28 исследований, посвященных анализу эффективности филиалов банков.

Вызовом для нашего исследования является малое число работ, посвященных анализу облигаций методом DEA, а также относительно малое число выпусков в анализируемых выборках. Так, в работе (Malhotra et al., 2010) DEA предлагается в качестве альтернативы методикам рейтинговых агентств (S&P, Moody's) для ранжирования облигаций 34 компаний американского

²См. перевод Data Envelopment Analysis, например в (Алескеров, Белоусова, Петрущенко, 2015).

³В работе (Banker et al., 1984) оценки деятельности некоммерческих организаций, участвующих в государственных программах, приведены в контексте «используемые ресурсы – достигнутые показатели». Для более детального ознакомления следует обратиться к работе (Zhou et al., 2008). В ней содержится обзор более 100 исследований, в которых метод DEA применялся для оценки эффективности деятельности компаний с точки зрения использования энергии и защиты окружающей среды.

рынка по кредитному качеству. В работе (Robbins, Simonsen, 2002) метод DEA применяется для оценки эффективности привлечения 44 займов эмитентами муниципальных облигаций в США (эмитенты – муниципальные образования штата Орегон).

В нашей работе впервые приводится оценка эффективности (оптимальности) инвестиций на российском облигационном рынке посредством метода DEA (в отличие от работ (Robbins, Simonsen, 2002; Malhotra et al., 2010), где рассматривался рынок США). Метод применяется для сопоставления финансовых инструментов (облигаций) по таким параметрам, как доходность к погашению, дюрация, ликвидность, показатели кредитного риска эмитента. Наш выбор показателей кредитного риска эмитента базируется не на кредитных рейтингах и общих представлениях о значимости тех или иных показателей, а на выявлении статистически значимых индикаторов российского рынка, влияющих на доходность к погашению облигационных займов (по результатам регрессионного анализа на первом этапе исследования).

В нашей работе впервые анализируется возможность построения портфеля облигаций с доходностью выше индекса российских выпусков облигаций с помощью алгоритма отбора на базе DEA. На завершающем этапе нашего исследования формируются портфели из рублевых корпоративных облигаций, находящихся на границе эффективности. Оценивается доходность инвестиций в такие портфели и соотношение «доходность / волатильность доходности» по сравнению с индексами облигаций – бенчмарками. В качестве бенчмарков выбраны индексы рублевых корпоративных облигаций MICEX CBI CP и MICEX CBI TR, индексы государственных облигаций RGBI и RGBI TR.

2. ГИПОТЕЗЫ И МЕТОДЫ НАШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе нашего исследования статистически проверяются следующие гипотезы.

Гипотеза 1. Различия в доходности к погашению YTM обращающихся рублевых облигационных займов и спреда YTM к безрисковой ставке объясняются размером компании-эмитента, финансовыми показателями (рентабельностью продаж, показателями кредитного риска) и нефундаментальными факторами (участием государства в собственном капитале).

Гипотеза 2. Различия в доходности YTM обращающихся рублевых облигационных займов и спреда YTM к безрисковой ставке объясняются характеристиками займов облигаций – дюрацией, фактом включения в Ломбардный список Банка России, уровнем ликвидности.

Гипотеза 3. Различия в YTM обращающихся рублевых займов облигаций и в спреде YTM к безрисковой ставке объясняются динамикой макропоказателей – фактическими и ожидаемыми темпами инфляции и роста ВВП РФ и индексом волатильности $RTS VIX$.

Доходность к погашению по облигации YTM является ставкой дисконтирования, уравнивающей приведенную оценку будущих выплат по облигации (купоны, номинал) с текущей ценой облигации; она рассчитывается на основе формулы:

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+YTM)^t} + \frac{N}{(1+YTM)^n}, \quad (1)$$

где P – текущая цена облигации, YTM – искомая (расчетная) доходность к погашению, n – число лет до погашения облигации, C_t – купонные выплаты в период времени t ($t = 1, \dots, n$), N – номинал облигации.

Из формулы (1) видно, что при росте текущей цены облигации P доходность к погашению YTM снижается, а при снижении цены облигации доходность к погашению YTM , напротив, возрастает.

Метод проверки гипотез (1–3) – многофакторные регрессии по панельным данным. Перечень объясняемых и объясняющих переменных приведен в табл. 1. Во всех регрессиях используется набор отраслевых дамми. Регрессии, соответствующие модели (3), построены с набором годовых дамми, а регрессии, соответствующие модели (2), – с набором макропоказателей.

Расчеты с зависимой переменной $Spread$ дополнены регрессиями без вышеназванных дамми. Для проверки влияния новых переменных (макропоказателей) они добавляются в оптимальные

Таблица 1. Используемые обозначения и описание переменных модели

Переменная	Описание переменной
Объясняемые переменные	
<i>Ln_YTM</i>	Логарифм доходности к погашению, средневзвешенной по объему обращающихся облигационных займов компании-эмитента (в период с 15 апреля по 15 мая соответствующего года)
<i>Ln_Spread</i>	Логарифм спреда доходности к погашению <i>YTM</i> к безрисковой ставке $Spread = YTM - Risk\ Free\ Rate$
Объясняющие переменные	
<i>LN_Dur</i>	Логарифм дюрации обращающихся облигационных займов (средневзвешенной с учетом объема займов)
<i>LN_Sales</i>	Логарифм выручки компании-эмитента КО, тыс. руб.
<i>LN_Sales_median</i>	Разность логарифма выручки и медианного значения <i>LN (Sales)</i> по соответствующей отрасли в соответствующем году
<i>gov</i>	Доля государства в собственном капитале компании-эмитента КО
<i>NetDebt_EBIT</i>	Отношение чистого долга к <i>EBIT (Net Debt / EBIT)</i> по эмитенту КО
<i>NetDebt_EBITDA</i>	Отношение чистого долга к <i>EBITDA (Net Debt / EBITDA)</i>
<i>EBIT_Interest</i>	Покрытие процентных выплат операционной прибылью (как <i>EBIT / Interest</i>)
<i>EBITDA_Interest</i>	Покрытие процентных выплат <i>EBITDA (EBITDA / Interest)</i>
<i>D_EBITDA</i>	Отношение долга к <i>EBITDA (D / EBITDA)</i> по эмитенту КО
<i>D_E</i>	Финансовый рычаг как отношение балансовых оценок общего долга к собственному капиталу (<i>D / E</i>). Общий долг = <i>LTD + STD</i>
<i>LD_E</i>	Отношение долгосрочного долга к собственному капиталу (<i>LD / E</i>)
<i>EBIT_Sales</i>	Рентабельность продаж (<i>EBIT / Sales</i>) по эмитенту КО
<i>k_std</i>	Коэффициент краткосрочного долга как (Краткосрочный долг – Денежные средства и эквиваленты) / (Краткосрочный долг + Долгосрочный долг)
<i>IssueVol_sales</i>	Отношение объема эмиссии облигации к выручке, т.е. размер облигационного выпуска, по которому исследуется <i>YTM</i>
<i>Lombard</i>	Признак включения рублевых КО эмитента в Ломбардный список Банка России (1 – да, 0 – нет), по состоянию на 30 апреля соответствующего года
<i>N_Payments</i>	Число купонных выплат в год (медиана по выпускам компании-эмитента)
<i>N_Trade</i>	Число торговых дней облигацией за год / 256 (либо к периоду торгов), медиана по выпускам эмитента
<i>GDP</i>	Фактический темп роста ВВП России за отчетный год, %
<i>GDP_e</i>	Ожидаемый темп роста ВВП в текущем году, % (на основе консенсус-прогноза Центра развития НИУ ВШЭ за I кв. года)
<i>CPI</i>	Фактический темп инфляции в России (на базе индекса потребительских цен), %
<i>CPI_e</i>	Ожидаемый темп инфляции в текущем году, % (на основе консенсус-прогноза Центра развития НИУ ВШЭ за I кв. года)
<i>VIX1</i>	Индекс страха – <i>RTS VIX</i> , среднее значение за апрель – май соответствующего года
<i>VIX2</i>	<i>RTS VIX</i> , среднее значение за I кв. соответствующего года
<i>Ln_VIX1</i>	$\ln(VIX1)$
<i>Ln_VIX2</i>	$\ln(VIX2)$
<i>Year Dummy: y2007, y2008, y2009, y2010, y2012, y2013, y2014</i>	Дамми-переменные года (по одной дамми-переменной для 2007–2014 гг.); в качестве базового года выбран 2011 г.
<i>Sector Dummy</i>	Дамми-переменные отрасли: <i>Dummy_energy</i> – признак принадлежности эмитента к энергетике, <i>Dummy_machine</i> – к машиностроению, <i>Dummy_food</i> – к пищевой промышленности, <i>Dummy_retail</i> – к торговле. В качестве базовой выбрана нефтегазовая отрасль

регрессии вместо набора годовых дамми. В качестве зависимых переменных используются последовательно YTM , Ln_YTM , $Spread$, Ln_Spread для поиска наиболее адекватной спецификации модели, объясняющей различия в доходностях обращающихся на бирже КО.

Наиболее адекватные результаты получены нами по объясняемой переменной Ln_Spread . Основные расчеты проводятся после преобразования, сглаживающего проблему мультиколлинеарности. Вместо Ln_Sales используется переменная Ln_Sales_median , которая рассчитывается как отклонение Ln_Sales от медианного значения по соответствующей отрасли в соответствующем году.

Переменные, так или иначе характеризующие долговую нагрузку, включаются сначала по одной, а затем строятся регрессии одновременно с $Net\ debt/EBIT$ и $EBIT/Interest$, $Net\ Debt/EBITDA$ и $EBITDA/Interest$. Затем к ним добавляется и объясняющая переменная k_std . Сильной мультиколлинеарности при этом не возникает.

В заключение строятся отдельные cross-section регрессии по годам для зависимой переменной Ln_Spread (как наиболее адекватной). Из всех показателей долговой нагрузки в регрессию включается только одна переменная. Произведены расчеты как с отраслевыми дамми, так и без них (в связи с большим числом переменных для имеющегося числа наблюдений, от 29 до 59).

В исследовании (Bao et al., 2011) для рынка КО США в период с 2003 по 2009 г. показано, что агрегированный уровень ликвидности облигационного рынка статистически значимо коррелирует с индексом волатильности VIX Чикагской биржи (Chicago Board Options Exchange Volatility Index); при этом регрессии обладают высокой объясняющей силой ($R^2 = 0,67$)⁴. В связи с этим мы включили в набор такой оригинальный фактор рыночного риска, как индекс волатильности (как средние значения $RTS\ VIX$ за апрель – май и за I квартал того года, за который рассчитывается доходность к погашению облигационного выпуска). Кроме того, в качестве объясняющих переменных впервые для российского рынка рассматриваются не только текущие макроэкономические показатели, но и их ожидаемые значения (консенсус-прогнозы инфляции, темпа роста ВВП).

Таким образом, на первом этапе нашего исследования осуществляется построение линейных многофакторных регрессионных моделей двух видов (2)–(3):

– с включением макропоказателей и без дамми-переменных года

$$\begin{aligned} \ln(\text{Bond RETURN}) = & \alpha + \sum_i \beta_{1,i} \text{Issuer Financial Indicator}_i + \beta_2 \text{gov} + \\ & + \sum_j \beta_{3,j} \text{Bond Characteristic}_j + \sum_k \beta_{4,k} \text{Macroeconomic Indicator}_k + \beta_5 \text{VIX} + \\ & + \sum_l \beta_{6,l} \text{Sector Dummy}_l + \varepsilon, \end{aligned} \quad (2)$$

– без макропоказателей и с включением дамми-переменных года

$$\begin{aligned} \ln(\text{Bond RETURN}) = & \alpha + \sum_i \beta_{1,i} \text{Issuer Financial Indicator}_i + \beta_2 \text{gov} + \\ & + \sum_j \beta_{3,j} \text{Bond Characteristic}_j + \beta_4 \text{VIX} + \sum_l \beta_{5,l} \text{Sector Dummy}_l + \sum_m \beta_{6,m} \text{Year Dummy}_m + \varepsilon, \end{aligned} \quad (3)$$

где Bond RETURN – доходность облигации к погашению, или спрэд доходности к безрисковой ставке; $\text{Issuer Financial Indicator}_i$ – финансовый показатель эмитента с номером i ; gov – доля участия государства в собственном капитале эмитента, $\text{Bond Characteristic}_j$ – характеристика облигационного выпуска с номером j ; $\text{Macroeconomic Indicator}_k$ – макроэкономический показатель k ; Sector Dummy_l – дамми-переменная отрасли l ; Year Dummy_m – дамми-переменная года m ;

⁴ Коэффициент детерминации, показывающий долю дисперсии зависимой переменной, объясняемой рассматриваемой моделью.

VIX – среднее значение индекса RTS VIX за апрель – май или за I квартал. Уравнения регрессий (2)–(3) представлены в векторной форме.

На втором этапе нашего исследования с помощью метода DEA для апреля – мая 2014 и 2015 г. выявляются выпуски с оптимальной совокупностью показателей. При этом в качестве показателей кредитного риска выбраны показатели, значимо влияющие на YTM облигаций (по результатам регрессионного анализа на первом этапе исследования).

Максимизируются преимущества по каждой облигации (взвешенная сумма выходных параметров в числителе) при минимизации рисков (взвешенной суммы входных параметров в знаменателе) – целевая функция (4). Мы применяем DEA с постоянной отдачей от масштаба (CRS-модель, предложенную в работе (Charnes et al., 1978)), иными словами, предполагается, что изменение входных параметров вызывает пропорциональное изменение выходных параметров.

Нами решается оптимизационная задача вида (Cooper et al., 2007):

$$\max_{v,u} \theta_o = \frac{u_1 y_{1o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo}}, \quad o = 1, \dots, n \quad (4)$$

с ограничением

$$\frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad (5)$$

$$v_1, \dots, v_m \geq 0; \quad u_1, \dots, u_s \geq 0, \quad (6)$$

где n – число облигационных займов; $x_{1j}, \dots, x_{mj} \geq 0$, $y_{1j}, \dots, y_{sj} \geq 0$ – набор m входных и набор из s выходных параметров для займа j соответственно; v_1, \dots, v_m и u_1, \dots, u_s – веса входных и выходных параметров соответственно; θ_o – показатель эффективности для займа o .

Целевая функция отражает интегральную меру преимуществ, приходящихся на единицу риска по каждой облигации. Ограничения (5) задают область весовых коэффициентов целевой функции. Ограничения определяют такие наборы весов, чтобы эффективность каждого объекта из выборки (в нашем случае – облигационного займа) с данными весами не превысила единицы. Набор весов уникален для каждой оптимизационной задачи в отдельности (т.е. для каждого выпуска облигации).

Оптимизационную задачу (4)–(6) можно представить в виде эквивалентной задачи линейного программирования в векторно-матричной форме (Cooper et al., 2007):

$$\theta_o = \max_{v,u} u y_o, \quad o = 1, \dots, n \quad (7)$$

при условиях:

$$v x_o = 1; \quad (8)$$

$$-vX + uY \leq 0; \quad (9)$$

$$v \geq 0, u \geq 0, \quad (10)$$

где X – матрица входных параметров размера $m \times n$; x_{ij} – значение входного параметра i для займа j ; Y – матрица выходных параметров размера $s \times n$; y_{kj} – значение выходного параметра k для займа j ; $x_o \geq 0$ – вектор входных параметров для займа o ; $y_o \geq 0$ – вектор выходных параметров для займа o ; вектор входных $v \geq 0$ и вектор выходных $u \geq 0$ параметров.

Для нахождения решения задачи (7)–(10) мы решаем двойственную задачу линейного программирования вида (Cooper et al., 2007, p. 43):

$$\theta_o = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad (11)$$

при условиях

$$\theta x_0 - X\lambda \geq 0; Y\lambda \geq y_0; \lambda \geq 0, \quad (12)$$

где $\lambda \geq 0$ – вектор весовых коэффициентов.

При решении оптимизационных задач (11)–(12) выбор наиболее эффективного облигационного займа осуществляется путем назначения унифицированного набора весов λ , применяемого ко всем остальным займам.

В качестве входных параметров выбраны: 1) показатель кредитного риска эмитента *Net Debt / EBITDA*, 2) дюрация выпуска, 3) доля участия частных инвесторов в собственном капитале эмитента (рассчитывается как $1 -$ доля участия государства в собственном капитале). В качестве выходных параметров выбраны: 1) доходность к погашению по облигационному выпуску, 2) показатель кредитного риска эмитента *EBIT / Interest*, 3) доля дней с ненулевым объемом торгов за предыдущий год (в % от общего числа торговых дней в году).

Приведем пример одной из задач (4)–(6). Число ограничений (5) в условии задачи (4)–(6) в точности соответствует числу займов. В этой связи для простоты и наглядности рассмотрим подвыборку из семи облигационных займов (полная выборка включает более 100 займов – см. разд. 3). В табл. 2 показаны входные и выходные параметры для подвыборки из семи займов.

Оптимизационная задача (4)–(6) для первого займа из подвыборки ($o = 1$) – Балтийский берег, 01 (табл. 2) – будет выглядеть следующим образом:

$$\max_{v,u} \theta_1 = \frac{14,30u_1 + 1,75u_2 + 0,74u_3}{3,66v_1 + 0,63v_2 + 100v_3}, \quad (13)$$

$$\frac{14,30u_1 + 1,75u_2 + 0,74u_3}{3,66v_1 + 0,63v_2 + 100v_3} \leq 1, \quad (14)$$

Таблица 2. Входные и выходные данные для подвыборки из семи займов

№ займа	Название займа (эмитент, серия)	Входные параметры			Выходные параметры		
		<i>Net Debt / EBITDA</i>	Дюрация выпуска, лет	Доля частных инвесторов, %	<i>YTM</i>	<i>EBIT / Interest</i>	Доля дней с ненулевым объемом торгов
o		x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3
1	Балтийский берег, 01	3,66	0,63	100,00	14,30	1,75	0,74
2	Гидромашсервис, 02	2,82	0,77	100,00	14,62	2,33	0,76
3	Группа Черкизово, БО-04	5,94	1,82	100,00	9,86	3,76	0,30
4	ИРКУТ, БО-04	2,15	3,66	31,31	10,10	2,29	0,45
5	Ленэнерго, 04	1,81	0,96	75,44	9,24	3,17	0,21
6	МРСК Центра и Приволжья, БО-01	0,82	1,50	65,80	10,25	3,31	0,34
7	Русгидро, 02	0,70	1,86	18,73	10,35	8,18	0,22

$$\begin{aligned}
 \frac{14,62u_1 + 2,33u_2 + 0,76u_3}{2,82v_1 + 0,77v_2 + 100v_3} &\leq 1, & \frac{9,86u_1 + 3,76u_2 + 0,30u_3}{5,94v_1 + 1,82v_2 + 100v_3} &\leq 1, \\
 \frac{10,10u_1 + 2,29u_2 + 0,45u_3}{2,15v_1 + 3,66v_2 + 31,31v_3} &\leq 1, & \frac{9,24u_1 + 3,17u_2 + 0,21u_3}{1,81v_1 + 0,96v_2 + 75,44v_3} &\leq 1, \\
 \frac{10,25u_1 + 3,31u_2 + 0,34u_3}{0,82v_1 + 1,5v_2 + 65,8v_3} &\leq 1, & \frac{10,35u_1 + 8,18u_2 + 0,22u_3}{0,7v_1 + 1,86v_2 + 18,73v_3} &\leq 1, \\
 v_1, v_2, v_3 &\geq 0, & u_1, u_2, u_3 &\geq 0,
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

где $v_1, v_2, v_3 \geq 0$ — веса входных, $u_1, u_2, u_3 \geq 0$ — веса выходных параметров; θ_1 — показатель эффективности для первого займа.

Результат решения задачи (13)—(15): первый заем находится на границе эффективности, $\theta_1 = 1$ (оптимальные веса: $u_1 = 0, u_2 = 0, u_3 = 1,351, v_1 = 0, v_2 = 1,587, v_3 = 0$). Необходимо отметить, что число рассматриваемых входных параметров потенциально может быть большим, но при расширении набора параметров снижается различительная сила модели (большее число займов признаются эффективными). Например, в работе (Bowlin, 1998) показано, что число объектов, для которых проводится оценка эффективности (компаний, займов и т.д.), должно, как минимум, вдвое превышать совокупное число входных и выходных параметров. Таким образом, для каждого выпуска облигации мы получаем набор весов входных и выходных параметров и получаем интегральную оценку эффективности (от нуля до единицы).

На третьем этапе нашего исследования проверяются следующие гипотезы.

Гипотеза 4. Облигационные выпуски, лежащие на границе эффективности (оценка равна единице), опережают облигационные индексы рублевых корпоративных облигаций MICEX CBI TR, MICEX CBI CP (с учетом кредитного рейтинга) и рублевых государственных облигаций RGBI TR, RGBI по доходности на трехмесячных временных отрезках с 30 апреля по 31 июля 2014 и 2015 г.

Гипотеза 5. Облигационные выпуски, лежащие на границе эффективности, опережают облигационные индексы рублевых корпоративных облигаций MICEX CBI TR, MICEX CBI CP (с учетом кредитного рейтинга) и рублевых государственных облигаций RGBI TR, RGBI по соотношению «доходность / волатильность доходности» на трехмесячных временных отрезках с 30 апреля по 31 июля 2014 и 2015 г.

Гипотезы 4 и 5 проверялись для:

- 1) облигационных выпусков, лежащих на границе эффективности, по отдельности;
- 2) портфелей облигационных выпусков, состоящих из облигационных выпусков на границе эффективности, взятых с весами, пропорциональными объему выпусков (т.е. по аналогии с методикой расчета индексов MICEX CBI TR, MICEX CBI CP);
- 3) портфелей облигационных выпусков, состоящих из облигационных выпусков на границе эффективности, взятых с равными весами.

Гипотезы проверялись в отдельности для следующих методов расчета доходности:

- 1) «чистых цен», т.е. доходность вложений в облигации / портфели облигаций оценивалась без учета накопленного купонного дохода и купонных выплат. В этом случае в качестве бенчмарков выбирались индексы MICEX CBI CP, RGBI;
- 2) «совокупного дохода», т.е. доходность вложений в облигации / портфели облигаций оценивалась с учетом накопленного купонного дохода и купонных выплат. В этом случае в качестве бенчмарков выбирались индексы MICEX CBI TR, RGBI TR.

3. ДАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА ПО ВЫБОРКЕ

Выборка состоит из 465 наблюдений по 143 нефинансовым компаниям за 2007–2015 гг., выборка достаточно диверсифицирована по отраслям. Большинство компаний — эмитентов КО (106 из 143) являются публичными. В выборку были включены как частные компании, так и компании с государственным участием (среднее значение доли государства в капитале в 2012–2014 гг.

Таблица 3. Выборка компаний – эмитентов облигаций

Год	Компании по отраслям					
	Машино-строение	Нефтегазовая отрасль	Пищевая промышленность и АПК	Ритейлеры	Черная металлургия	Энергетика
2007	13	6	18	29	4	18
2014	8	8	8	9	3	10

Таблица 4. Медианная доходность к погашению по займам (апрель – май соответствующего года), % годовых

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
По всем компаниям выборки	10,00	19,00	8,82	7,36	8,82	8,55	9,97	14,06
По компаниям с долей государственного участия в капитале выше 50%	8,64	22,51	7,76	7,47	8,69	8,15	9,42	13,21
По компаниям с долей государственного участия в капитале 0%	11,28	14,69	10,12	7,36	9,17	9,62	10,81	14,76
Всего компаний в выборке	83	56	58	54	50	58	59	46

Источник: CBONDS⁵, расчеты авторов.

более 23%, до 2012 г. – 13–22%). Сведения о выборке эмитентов, вошедших в анализ доходности облигаций, приведены в табл. 3.

В качестве доходности к погашению (оферте) рассматривалась средняя эффективная доходность облигаций в период с 15 апреля по 15 мая года, следующего за годом с финансовой отчетностью компании. В выборку включались облигационные займы, для которых фиксировалось не менее двух торговых дней за месяц (с 15 апреля по 15 мая), т.е. займы только с индикативными котировками исключались из рассмотрения. Далее рассчитывалась по каждому эмитенту доходность КО как средневзвешенная (с учетом объема заимствований) доходность к погашению по всем котируемым в указанный период облигационным займам компании. Выбранный период является периодом публикации годовой отчетности, что позволяет нам учесть влияние на УТМ финансовых показателей, фиксирующих состояние компании-эмитента на декабрь предыдущего года.

Медианная доходность к погашению по займам представлена в табл. 4, что позволяет оценить динамику стоимости заимствования по крупным компаниям российского рынка (которые выходят на облигационный рынок).

Расчет показателей кредитного риска производился на основе опубликованной компаниями финансовой отчетности и ежеквартальных отчетов. При наличии отчетности по международным стандартам (МСФО) ей отдавалось предпочтение. Если облигации выпускались с привлечением SPV (таких компаний, как «Газ-финанс»), а по группе компаний не публиковалась консолидированная отчетность, то такие компании исключались из выборки.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

4.1. Результаты регрессионного анализа зависимости доходности к погашению по облигационным займам от набора показателей. В табл. 5 приведены сопоставления результатов по регрессиям с наибольшей объясняющей силой с годовыми дамми, соответствующим модели (3), и с данными табл. 6 по регрессиям с макропоказателями, соответствующими модели (2).

⁵Источники данных: сайты компаний, ресурс cbonds.ru.

Таблица 5. Результаты регрессионного анализа (без учета макропоказателей, с дамми-переменными времени, 2007–2014 гг.)

Зависимая переменная	t-статистика коэффициента и уровень значимости												N	R ² _{adj}
	Constant	Dummy _{energy}	Dummy _{machine}	Dummy _{food}	Dummy _{retail}	LN_Dur	LN_Sales _{median}	Lombard	gov	NetDebt _{EBIT}	EBIT _{Interest}	EBIT		
Ln_YTM	27,4***	-1,9*	1,1	1,9*	2,5**	1,4	-3,4***	-4,0***	-2,3**	4,3***	319	0,7825		
Ln_Spread	3,8***	-0,4	2,6**	3,0***	3,5***	-2,1**	-4,3***	-3,1***	-1,7*	2,5**	320	0,6416		
Зависимая переменная	EBIT _{Interest}	N_Payments	y2007	y2008	y2009	y2010	y2012	y2013	y2014					
Ln_YTM	-2,1**	2,7***	0,1	17,2***	-0,4	-4,3***	0,7	3,5***	11,5***					
Ln_Spread	-2,5**	1,2	2,6**	8,9***	2,2**	0,0	2,9***	-3,9***	4,3***					

Примечание. Для Ln_YTM: N=319, R² adj=0,7825; для Ln_Spread: N=302, R² adj = 0,6416. В таблице символами «***», «**», «*» обозначены оценки, значимые на уровне 1, 5 и 10% соответственно.

Таблица 6. Результаты регрессионного анализа (с учетом макропоказателей)

Зависимая переменная	N	R ² _{adj}	t-статистика коэффициента и уровень значимости													
			Constant	Dummy _{machine}	Dummy _{food}	Dummy _{retail}	LN_Dur	LN_Sales _{median}	IssueVol _{sales}	Lombard	gov	NetDebt _{EBIT}	EBIT _{Interest}	N_Payments	GDP _e	CPI _e
Ln_YTM	319	0,5946	24,8***	0,6	0,8	1,8*	0,0	-0,5	2,2**	-6,9***	-1,1	2,6***	-1,4	3,3***	-16,4***	-****
		0,6516	19,1***	0,9	1,2	2,0**	0,8	-1,7*	1,2	-4,8***	-1,5	3,3***	-1,4	2,6***	-10,9***	7,1***
Ln_Spread	302	0,5614	0,0	2,2**	2,9***	3,3***	-2,2**	-4,6***	1,1	-2,8***	-0,9	1,8*	-1,9*	0,9	-****	9,8***
		0,5601	0,1	2,2**	2,9***	3,2***	-2,2**	-4,4***	1,1	-2,8***	-0,9	1,8*	-1,9*	1,0	-0,4	8,2

Примечание. В таблице символами «***», «**», «*» обозначены оценки, значимые на уровне 1, 5 и 10% соответственно; **** пропущенные переменные не включались в регрессию.

На объясняемую переменную доходности облигаций вторичного рынка Ln_YTM значительно отрицательно влияют Ln_Sales_median , $Lombard$. Уровень долговой нагрузки (по всем рассматриваемым нами индикаторам) влияет значимо положительно. Среди них наибольшее воздействие имеют три схожих по смыслу: $Net\ Debt/EBIT$, $Net\ Debt/EBITDA$, $D/EBITDA$. При включении в одну регрессию $Net\ Debt/EBIT$ и $EBIT/Interest$ оба показателя оказываются значимыми. Но при включении $Net\ Debt/EBITDA$ и $EBITDA/Interest$ значим только $Net\ Debt/EBITDA$.

Коэффициент при объеме торгов N_Trade во всех регрессиях оказался незначим. Коэффициент при $EBIT_Sales$ незначим в подавляющем большинстве регрессий. Влияние других переменных нестабильно, а в отдельных регрессиях коэффициент оказывается незначим, в том числе и на 10%-ном уровне значимости. Ln_Dur , $IssueVol_sales$ и $N_Payments$ имеют устойчивые положительные коэффициенты, переменная государственного участия в капитале (gov) — отрицательные.

Годовые дампы в регрессиях Ln_Spread имеют выражено значимые коэффициенты, т.е. год от года меняется не только безрисковая ставка, но и сама величина спреда (разности наблюдаемых значений YTM и ставки по государственным займам).

Основные выводы по регрессиям Ln_Spread схожи с выводами по регрессиям Ln_YTM . Отличия заключаются в том, что теперь переменная gov стабильно отрицательно статистически значима, а часть переменных долговой нагрузки незначимы (например, D/E , k_std). Переменная Ln_Dur отрицательно значима, а коэффициент при $N_Payments$ незначим в большинстве регрессий.

В отдельных cross-section регрессиях по годам основные результаты сохраняются: наиболее выражено отрицательное влияние Ln_Sales_median , $Lombard$, gov и положительное влияние показателей долговой нагрузки (т.е. чем больше долг, тем больше кредитный риск и выше наблюдаемая доходность по КО). Макропоказатели заметно хуже объясняют различия в доходности к погашению и спреде облигаций, чем годовые дампы. Выявлено стабильное положительное влияние текущей и ожидаемой инфляции (чем выше инфляция, тем выше ставка по облигационным выпускам), причем влияние ожидаемой инфляции более выражено. Данный результат является устойчивым и имеет ясный экономический смысл. А вот воздействие темпа роста ВВП, как текущего, так и ожидаемого, на доходность облигационных выпусков является неопределенным. Текущий темп роста ВВП незначим во всех регрессиях без добавления инфляции. При добавлении инфляции он становится положительно значимым. Ожидаемый темп роста ВВП, напротив, значим в регрессиях без инфляции (причем влияние отрицательное), но теряет значимость в регрессиях с инфляцией.

Проверка влияния «индекса страха» VIX реализовывалась через включение этой переменной в регрессии с наибольшей объясняющей силой. Заметим, что информация по VIX доступна по российскому рынку только с 2010 г. и это существенно сокращает выборку (до 200 наблюдений). В регрессиях, в которых «индекс страха» VIX используется в качестве единственного макропоказателя, прослеживается значимое положительное влияние этого показателя на YTM и Ln_YTM всех четырех вариантов задания объясняющей переменной ($VIX1$, $VIX2$, Ln_VIX1 , Ln_VIX2). При этом влияние $VIX2$ и Ln_VIX2 заметно сильнее.

4.2. Результаты ранжирования облигационных займов по интегральному показателю, характеризующему соотношение «доходность — дюрация — ликвидность — кредитный риск». По результатам регрессионного анализа (см. табл. 5–6) были выделены основные показатели долговой нагрузки, значимо влияющие на уровни доходности к погашению по облигационным займам — чистый долг к $EBITDA$ ($Net\ Debt / EBITDA$) и коэффициент покрытия процентов ($EBIT / Interest$). Доля государства в собственном капитале компаний является фактором, значимо отрицательно влияющим на доходность к погашению по КО (см. табл. 5), и также может характеризовать кредитный риск эмитента. Так как знак в регрессиях коэффициента при gov отрицательный, то чем больше присутствие государства, тем ниже наблюдаемая доходность КО.

Далее с помощью модели DEA облигационные займы, включенные в выборку в апреле — мае по двум годам (2014 и 2015 г.), были ранжированы по показателю эффективности, характеризующему соотношение между доходностью, дюрацией, ликвидностью облигационного

Таблица 7. Доходность и соотношение «доходность / волатильность» для облигационных выпусков на границе эффективности

Выпуск	Расчет по методу чистых цен		Расчет по методу совокупного дохода, т.е. с учетом накопленного купонного дохода и купонных выплат в соответствующие даты	
	Доходность квартальная, %	Доходность / волатильность	Доходность квартальная, %	Доходность / волатильность
2014 г.				
Башнефть, 04	-0,901	-0,52	1,346	0,79
Газпром Капитал, 04	-3,827	-1,40	-1,849	-0,68
Газпром Капитал, 06	0,804	0,22	2,712	0,70
Газпром нефть, 04	3,632	0,32	5,811	0,48
Газпром нефть, 10	-1,005	-0,20	1,249	0,30
Газпром нефть, 11	-0,341	-0,17	1,733	0,94
Газпром нефть, 12	0,784	0,15	2,889	0,51
Мосэнерго, 03	-1,188	-0,46	0,972	0,42
Сибметинвест, 02	-0,139	-0,14	3,273	3,30
ФСК ЕЭС, 15	-0,775	-0,55	1,439	1,02
ХК Металлоинвест, 01	-0,100	-0,05	2,170	1,33
НПК Уралвагонзавод, 02	-0,922	-0,66	1,479	1,08
РусГидро, 07	-1,130	-0,10	1,075	0,18
РусГидро, 08	0,031	0,03	2,203	0,42
2015 г.				
Газпром Капитал, 04	4,599	0,70	6,631	1,01
Газпром Капитал, 05	-2,107	-0,17	-0,118	0,04
Газпром Капитал, 06	1,861	0,97	3,791	1,99
Газпром, БО-21	0,543	0,22	3,287	0,28
Магнит, 01	1,445	0,33	3,624	0,82
Магнит, БО-07	1,477	0,33	3,752	0,80
Микояновский мясокомбинат, БО-01	-2,514	-0,54	2,571	0,61
МОЭСК, БО-01	1,249	0,68	3,492	1,89
Транснефть, 03	1,377	1,00	4,205	2,94
Транснефть, БО-03	2,065	0,60	4,919	1,41
НПК Уралвагонзавод, 02	0,140	0,05	2,701	0,44
РусГидро, 09	1,482	0,69	4,711	2,14
Гражданские самолеты Сухого, 01	-0,209	-0,18	3,905	3,38

Примечание. Расчет по методу совокупного дохода, т.е. с учетом накопленного купонного дохода и купонных выплат в соответствующие даты. Полужирным шрифтом выделены показатели, по которым портфели опережают облигационный индекс-бенчмарк.

Таблица 8. Доходность и соотношение «доходность / волатильность» для портфелей облигационных выпусков, находящихся на границе эффективности

Период	Веса облигационных выпусков в портфеле	Расчет по методу чистых цен		Расчет по методу совокупного дохода	
		Доходность квартальная, %	Доходность / волатильность	Доходность квартальная, %	Доходность / волатильность
С 30 апреля по 31 июля 2014 г.	Веса пропорциональны объему выпусков в портфеле	-0,135	-0,07	2,110	1,31
	Равные веса для всех выпусков	-0,376	-0,26	1,877	1,37
С 30 апреля по 31 июля 2015 г.	Веса пропорциональны объему выпусков в портфеле	1,221	0,34	3,935	1,09
	Равные веса для всех выпусков	0,845	0,27	3,636	1,14

займа, кредитным риском эмитента, долей государства. Рассматриваемая выборка включала 123 и 111 облигационных займов для 2014 и 2015 г. соответственно.

На границе эффективности в 2014 г. оказались займы таких компаний, как Атомэнергопром, Мосэнерго, ФСК ЕЭС, Газпром Капитал, Газпром нефть, Сибметинвест, КОМОС Групп, Мираторг, ММК, НЛМК, Башнефть, ХК Металлоинвест, Русгидро, Транснефть, НПК Уралвагонзавод, Завод Ремпутьмаш, ПО УОМЗ. В 2015 г. границы эффективности достигли займы Транснефти, Газпрома, МОЭСК, Магнита, Микояновского мясокомбината, НПК Уралвагонзавода, Русгидро, ЗАО «Гражданские самолеты Сухого»⁶.

4.3. Результаты анализа показателей «доходность» и «доходность – риск» для построенных портфелей с КО на границе эффективности в сопоставлении с индексами облигаций. Для облигационных займов, достигших границы эффективности в апреле – мае 2014–2015 гг., были проверены гипотезы 4 и 5 (см. разд. 2). Из рассмотрения были исключены займы, для которых число торговых дней с 30 апреля по 31 июля составляло менее 15. Данные гипотезы были проверены и для портфелей, составленных из облигационных займов на границе эффективности и взятых: 1) с весами, пропорциональными объему займов в обращении (по аналогии с методикой расчета индексов MICEX CBI CP и MICEX CBI TR, применяемой Московской биржей); 2) с равными весами.

При расчетах по методу «чистых цен» в период с 30 апреля по 31 июля 2014 г. (табл. 7) большинство выпусков, оказавшихся на границе эффективности, опередили индекс MICEX CBI CP (с учетом кредитного рейтинга) по доходности и соотношению «доходность / волатильность», а также индекс RGBI по доходности. Напротив, в период с 30 апреля по 31 июля 2015 г. лишь два выпуска из оказавшихся на границе эффективности превзошли индекс MICEX CBI CP (с учетом кредитного рейтинга) по доходности, и ни один из выпусков не превзошел индекс по соотношению «доходность / волатильность». Схожие выводы можно сделать и для метода совокупного дохода.

В период с 30 апреля по 31 июля 2015 г. ни один из портфелей (табл. 8) не смог переиграть индексы-бенчмарки по показателям доходности и «доходность / волатильность». Для аналогичного периода 2014 г. характерна принципиально другая картина: оба портфеля (с равными весами и с весами, пропорциональными объему выпусков) продемонстрировали более

⁶ В 2016 г. произошло реформирование общества, текущее название ПАО «Сухой» (см. <http://www.sukhoi.org/>).

высокие показатели доходности по сравнению с индексом MICEX CBI TR и RGBI TR. Также оба портфеля показали более высокие значения «доходность / волатильность» по сравнению с индексом RGBI TR.

ВЫВОДЫ

Представлены результаты тестирования алгоритма отбора облигаций в портфель инвестора на основе метода DEA на рублевом вторичном рынке КО. Метод используется для отбора облигаций с целью максимизации двух показателей эффективности по портфелю инвестора: доходности и соотношения доходности к риску. По выявленным значимым характеристикам кредитного риска эмитента и учитываемым характеристикам КО инвесторами российского рынка для каждого выпуска облигации оценивается интегральная оценка эффективности, которая позволяет отобрать выпуски в портфель. В нашей работе на первом этапе проведен эконометрический анализ зависимости доходности к погашению по обращающимся рублевым облигационным займам от макроэкономических факторов, корпоративных показателей эмитентов и характеристик выпуска. Рассматривались как традиционные показатели (темпы роста ВВП, фиксируемые на момент инфляция), так и оригинальные (консенсус прогнозы и «индекс страха»). Исследование проводилось для широкой выборки облигаций компаний реального сектора за 2008–2015 гг.

Результаты регрессионного анализа показали, что на логарифм доходности к погашению значимо отрицательно влияет размер выручки компании-эмитента, признак включения облигационного выпуска в Ломбардный список Банка России, доля участия государства в собственном капитале эмитента. Уровень долговой нагрузки эмитента (по всем индикаторам) на доходность к погашению влияет значимо положительно. Среди рассматриваемых факторов наибольшее воздействие оказывают $Net\ Debt / EBIT$, $Net\ Debt / EBITDA$, $D / EBITDA$. Аналогичные результаты фиксируются и для случая, когда в качестве объясняемой переменной рассматривается логарифм спреда доходности к безрисковой ставке. Макропоказатели заметно хуже объясняют различия в доходности к погашению и спреде облигаций компаний, чем годовые дамми. Таким образом, подтвердились гипотезы 1 и 2 нашего исследования.

На втором этапе исследования с помощью DEA проведена оценка эффективности (оптимальности) займов выборки с точки зрения частного инвестора. Сопоставление результатов 2014 и 2015 г. показало, что на границе эффективности преимущественно находятся займы крупных компаний с государственным участием в собственном капитале.

На завершающем этапе нашего исследования из облигаций, находящихся на границе эффективности согласно методу DEA, на временных отрезках с 30 апреля по 31 июля для 2014 и для 2015 г., построены облигационные портфели с заданием разных весов, которые по доходности и по соотношению «доходность / волатильность» сопоставлялись с заданными бенчмарками (облигационными индексами). Гипотезы 4 и 5 нашего исследования о том, что инвестиции в облигационные выпуски на границе эффективности могут опередить облигационные индексы-бенчмарки по доходности и отношению «доходность / волатильность доходности», подтвердились частично – для периода с 30 апреля по 31 июля 2014 г. (период снижения цен рублевых облигаций). Для периода растущих цен (с 30 апреля по 31 июля 2015 г.) данные гипотезы не подтвердились. Одним из возможных объяснений представленных результатов является то, что на границе эффективности оказались преимущественно облигационные выпуски высокого кредитного качества, эмитентами которых являлись крупные компании с государственным участием. В результате при снижении цен на облигационном рынке в 2014 г. цены на такие выпуски снижались медленнее рынка, а при росте цен в 2015 г. цены на данные выпуски, напротив, росли медленнее рынка.

Таким образом, предложенный нами подход (с применением метода DEA) позволяет отобрать облигации в защитный портфель, обладающий меньшей чувствительностью к макроэкономическим показателям, чем традиционные облигационные индексы российского рынка (MICEX CBI, RGBI). Инвестиционной привлекательностью (с точки зрения доходности, коэффициента

«доходность — волатильность» по отношению к индексам-бенчмаркам) такой портфель обладает при отрицательной динамике цен на облигационном рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алескеров Ф.Т., Белоусова В.Ю., Петрущенко В.В. (2015). Модели оболочечного анализа данных и анализа за стохастической границы в задаче оценки эффективности деятельности университетов // *Проблемы управления*. № 5. С. 2–19.
- Теплова Т.В., Соколова Т.В. (2011). Моделирование стоимости корпоративного заимствования на российском рынке // *Управление корпоративными финансами*. № 5. С. 198–220.
- Anderson R., Mansi S., Reeb D. (2003). Founding Family Ownership and the Agency Cost of Debt // *Journal of Financial Economics*. No. 68. P. 263–285.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis // *Management Science*. No. 30(9). P. 1078–1092.
- Bao J., Pan J., Wang J. (2011). The Illiquidity of Corporate Bonds // *The Journal of Finance*. No. LXVI (3). P. 911–946.
- Boubakri N., Ghouma H. (2010). Managerial Opportunism, Cost of Debt Financing and Regulation Changes: Evidence from the Sarbanes–Oxley Act Adoption. Working Paper. HEC Montreal.
- Bruslerie H. (2004). Active Bond Strategies: What Link between Forecasting Ability, Excess Return and Performance? // *Journal of Asset Management*. No. 5(2). P. 105–119.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision-Making Units // *European Journal of Operation Research*. No. 2(6). P. 429–444.
- Cici G., Gibson S. (2012). The Performance of Corporate Bond Mutual Funds: Evidence Based on Security-Level Holdings // *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. No. 47. P. 159–178.
- Cooper W., Seiford L., Tone K. (2007). Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. N.Y.: Springer.
- Ferson W., Henry T.R., Kisgen D.J. (2006). Evaluating Government Bond Funds Using Stochastic Discount Factors // *Review of Financial Studies*. No. 19. P. 423–455.
- Fethi M.D., Pasiouras F. (2010). Assessing Bank Efficiency and Performance with Operational Research and Artificial Intelligence Techniques: A Survey // *European Journal of Operational Research*. No. 204 (2). P. 189–198.
- Gutierrez R., Maxwell W., Xu D. (2008). Persistent Performance in Corporate Bond Mutual Funds. Working Paper. Eugene: University of Oregon.
- Huij J., Derwall J. (2008). Hot Hands' in Bond Funds // *Journal of Banking and Finance*. No. 32. P. 559–572.
- Malhotra R., Malhotra D.K., Russel P.S. (2010). Using Data Envelopment Analysis to Rate Bonds // *Journal of Business & Economic Studies*. No. 16(1). P. 58–76.
- Mansi S., Maxwell W., Miller D. (2011). Analyst Forecast Characteristics and the Cost of Debt // *Review of Accounting Studies*. No. 16. P. 116–142.
- Robbins M.D., Simonsen W. (2002). Using Data Envelopment Analysis to Evaluate the Performance of Municipal Bond Issuers // *State & Local Government Review*. Vol. 34. No. 1. P. 20–28.
- Silva F., Cortez M.C., Armada M.R. (2003). Conditioning Information and European Bond Fund Performance // *European Financial Management*. Vol. 9. No. 2. P. 201–230.
- Wald J.K., Long M.S. (2007). The Effects of State Laws on Capital Structure // *Journal of Financial Economics*. No. 82. P. 297–319.
- Zhou P., Ang B.W., Poh K.L. (2008). A Survey of Data Envelopment Analysis in Energy and Environmental Studies // *European Journal of Operational Research*. Vol. 189. No. 1. P. 1–18.

Поступила в редакцию
12.04.2016 г.

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Aleskerov F.T., Belousova V. Yu., Petrushchenko V.V.** (2015). Measuring Higher Education Institutions' Efficiency: Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Approach. *Problemy Upravleniya*, 5, 2–19 (in Russian).
- Anderson R., Mansi S., Reeb D.** (2003). Founding Family Ownership and the Agency Cost of Debt. *Journal of Financial Economics*, 68, 263–285.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W.** (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092.
- Bao J., Pan J., Wang J.** (2011). The Illiquidity of Corporate Bonds. *The Journal of Finance*, LXVI(3), 911–946.
- Boubakri N., Ghouma H.** (2010). Managerial Opportunism, Cost of Debt Financing and Regulation Changes: Evidence from the Sarbanes–Oxley Act Adoption. Working Paper. HEC Montreal.
- Bruslerie H.** (2004). Active Bond Strategies: What Link between Forecasting Ability, Excess Return and Performance? *Journal of Asset Management*, 5(2), 105–119.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.** (1978). Measuring the Efficiency of Decision-Making Units. *European Journal of Operation Research*, 2(6), 429–444.
- Cici G., Gibson S.** (2012). The Performance of Corporate Bond Mutual Funds: Evidence Based on Security-Level Holdings. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 47, 159–178.
- Cooper W., Seiford L., Tone K.** (2007). Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. N.Y.: Springer.
- Ferson W., Henry T.R., Kisgen D.J.** (2006). Evaluating Government Bond Funds Using Stochastic Discount Factors. *Review of Financial Studies*, 19, 423–455.
- Fethi M.D., Pasiouras F.** (2010). Assessing Bank Efficiency and Performance with Operational Research and Artificial Intelligence Techniques: A Survey. *European Journal of Operational Research*, 204(2), 189–198.
- Gutierrez R., Maxwell W., Xu D.** (2008). Persistent Performance in Corporate Bond Mutual Funds. Working Paper. Eugene: University of Oregon.
- Huij J., Derwall J.** (2008). Hot Hands' in Bond Funds. *Journal of Banking and Finance*, 32, 559–572.
- Malhotra R., Malhotra D.K., Russel P.S.** (2010). Using Data Envelopment Analysis to Rate Bonds. *Journal of Business & Economic Studies*, 16(1), 58–76.
- Mansi S., Maxwell W., Miller D.** (2011). Analyst Forecast Characteristics and the Cost of Debt. *Review of Accounting Studies*, 16, 116–142.
- Robbins M.D., Simonsen W.** (2002). Using Data Envelopment Analysis to Evaluate the Performance of Municipal Bond Issuers. *State & Local Government Review*, 34 (1), 20–28.
- Silva F., Cortez M.C., Armada M.R.** (2003). Conditioning Information and European Bond Fund Performance. *European Financial Management*, 9 (2), 201–230.
- Teplova T.V., Sokolova T.V.** (2011). Modeling the Cost of Corporate Debt in the Russian Market. *Corporate Finance Management*, 5, 198–220 (in Russian).
- Wald J.K., Long M.S.** (2007). The Effects of State Laws on Capital Structure. *Journal of Financial Economics*, 82, 297–319.
- Zhou P., Ang B.W., Poh K.L.** (2008). A Survey of Data Envelopment Analysis in Energy and Environmental Studies. *European Journal of Operational Research*, 189 (1), 1–18.

Received 12.04.2016

THE NON-PARAMETRIC DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHOD FOR PORTFOLIO DESIGN IN THE RUSSIAN BOND MARKET

T.V. Teplovaⁱ, T.V. Sokolovaⁱⁱ

Abstract. In this paper for the first time on the base of the non-parametric Data Envelopment Analysis (DEA) method the authors build and test portfolios in the Russian bond market. Using DEA we perform integral evaluation and rank by optimality (efficiency) outstanding ruble corporate bonds from the perspective of a private investor. Our original algorithm for building an optimal bond portfolio includes two analytical procedures: firstly, we identify the determinants of the yield to maturity of ruble corporate bonds for a diversified sample of real sector companies from 2008 to 2015, and then we apply the DEA method for this sample in order to find the optimal set of bonds for the portfolio. At the final stage we test (for 2014–2015) an investment strategy based on picking for the portfolio the ruble corporate bonds that reached the efficiency frontier. In order to identify the determinants of ruble corporate bond yields we analyze a set of macroeconomic and firm-level (financial and non-fundamental) factors, characteristics of bond issues using econometric methods. For the first time in the Russian bond market, we consider not only current but also expected inflation and GDP growth, risk indicators (the volatility index RTS VIX as a proxy). We identify the optimal bond issues (the bond issues that reached the efficiency frontier) taking into account a set of different factors: yield to maturity, duration and liquidity of bond issues, credit risk indicators of bond issuers. The results of a regression analysis confirm our hypothesis that yield to maturity is significantly influenced by revenue of a bond issuer, the repo eligible factor (inclusion of a bond issue in the Lombard list of the Bank of Russia), the government's share in the equity, the bond issuer's debt burden indicators, the level of current and expected inflation. The efficiency (optimality) frontier mainly consists of bond issues of large companies with the government's participation in the equity. Our hypothesis that investing in the bond issues on the efficiency frontier can beat the bond benchmarks' returns and "return / volatility" ratios are partly confirmed, for the period of 2014 characterized by a decrease in prices of ruble bonds.

Keywords: ruble corporate bonds, active investment strategies, Data Envelopment Analysis.

JEL Classification: C51, C61, G11, G12.

ⁱ**Tamara V. Teplova** – Doct. Sc. (Economic), Professor, National Research University Higher School of Economics, Head of Research and training laboratory of financial markets analysis, Faculty of Economics; Professor, Department of Finance, Faculty of economics sciences; Russia, Moscow, tteplova@hse.ru.

ⁱⁱ**Tatiana V. Sokolova** – Cand. Sc. (Physics & Maths), National Research University Higher School of Economics, Analyst of Research and training laboratory of financial markets analysis, Faculty of Economics; Senior Lecturer, Department of Finance, Faculty of economics sciences; Russia, Moscow, tv.sokolova@hse.ru.