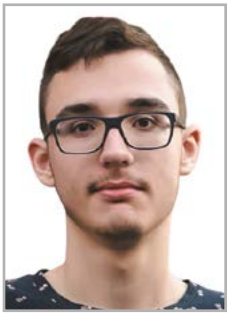
Факторная модель спредов доходности корпоративных облигаций

Никита БАРАМИЯ,
бакалавр экономики,
МГУ им. М. В. Ломоносова



Cbonds провел второй конкурс студенческих работ по теме рынка ценных бумаг. Одно из призовых мест занял бакалавр экономики МГУ им. М. В. Ломоносова Никита Барамия, в его работе представлена факторная модель спредов доходности корпоративных облигаций. На данных по облигациям российских эмитентов за период 2013–2021 была произведена оценка чувствительности спреда доходности к факторам кредитного риска, ликвидности и прочим характеристикам. Проведена кластеризация облигаций с дальнейшей оценкой влияния факторов в каждом отдельном кластере. Работа делает вклад в литературу по анализу детерминант облигационного спреда доходности на развивающихся финансовых рынках, одним из которых является и российский.

Эмитентами 66% облигаций в выборке выступают банки, около 10% — компании телекоммуникационного сектора, по 5% облигаций — компании из области энергетики и нефтегазовой отрасли

Рынок корпоративных облигаций, как биржевой, так и OTC-сегмент, стабильно растет. Российский рынок относится к развивающимся, и можно выделить мало работ, посвященных детерминантам спредов на развивающихся рынках (Cavallo, Valenzuela, 2010, Берзон, Милицкова, 2013), но они либо посвящены рынкам других стран, либо не совсем релевантны в сегодняшних реалиях.

В литературе существует ряд теоретических работ, посвященных разработке моделей кредитного риска: структурных (Merton, 1974, Black and Cox, 1976, Leland, 1994, Ericsson and Renault O., 2006) и сокращенных (Jarrow and Turnbull, 1995). Они получили развитие в практических приложениях, в частности в KMV-модели, являющейся одной из основных в оценке риска рейтинговыми агентствами (Crosbie and Bohn, 2019).

Отдельную нишу составляют работы по поиску детерминант неликвидности облигаций (Houweling and Mentink, 2005, Chen et al., 2007, Bao et all, 2011). Часть работ изучают менее традиционные виды риска: влияние рынка акций (Huang et al., 2015), системы налогообложения ценных бумаг (Elton et al., 2001) и неопределенности доходов (Hackbarth, 2010) на спреды.

В статье представлена факторная модель спредов, учитывающая влияние кредитного риска, риска ликвидности и прочих характеристик облигации на спред.

Компания может определить, какой вид риска она предпочитает принять, и на основе выявленных детерминант провести сортировку по отдельным облигациям или усреднять по эмитенту

ДАННЫЕ

Выборка состоит из корпоративных облигаций, размещенных на Московской бирже с 2012 по 2021 год. На основе материалов портала Cbonds была собрана общая информация (эмитент, отрасль компании, идентификаторы), из которой были получены данные по временным показателям облигаций: bid-ask-спред, оборот, даты оферт (при наличии) и т. д. Также была собрана информация по котировкам акций всех публичных компаний с марта 2013-го по апрель 2021 года.

В связи с невысокой активностью и, как следствие, отсутствием рыночных оценок за каждый день, чтобы иметь непрерывную динамику, было решено перейти от работы с ежедневной периодичностью к еженедельной. Более того, были удалены временные ряды, интересуемые данные по которым были в наличии по менее чем 40% наблюдаемой выборки и длиной менее 50 дневных точек (для кластеризации по статистикам и отбора более ликвидных облигаций). Были удалены облигационные ряды с оставшейся «рваной» (с пробелами в динамике) информацией. Все вышеупомянутые меры должны исключить из выборки наименее ликвидные облигации, которых достаточно много на рынке и которые могли бы исказить полученные результаты. Также проведена 95% винзоризация каждого временного ряда: процедура направлена на ряды с редкими случаями выбросов.

Итоговый размер выборки составил 40 500 наблюдений по облигациям из 43 публичных компаний 13 секторов экономики. Эмитентами 66% облигаций в выборке выступают банки (Сбербанк, ВТБ, МКБ, Росбанк), около 10% — компании телекоммуникационного сектора (АФК «Система», МТС, «Ростелеком», «МегаФон»), по 5% облигаций — компании из области энергетики и нефтегазовой отрасли. Таким образом, представленные далее результаты корректно обобщаются на надежные по российским меркам компании.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе литературы можно выделить три основных источника спреда облигаций: риск дефолта (кредитный риск), риск ликвидности и прочие характеристики, не отвечающие за риски конкретной облигации, а оказывающие влияние одновременно на весь рынок. Оцениваемые уравнения в общем виде выглядят таким образом:

$$Gspread_{it} = liquidity_{risk_{it}} + credit_{risk_{it}} + controls_{it},$$

где

$Gspread_{it}$ — G-спред облигации i в неделю t;

$liquidity_{risk_{it}}$ и $credit_{risk_{it}}$ — меры риска ликвидности и риска дефолта;

$controls_{it}$ — вектор контрольных переменных.

Для оценки кредитного риска будет использоваться KMV-модель[1]. Основана она на структурном подходе, вероятность дефолта оценивается на основе параметра «расстояние до дефолта» (DD):

$$DD_t = \frac{V_t - DPT_t}{V_t * \sigma_t},$$

где

V_t — стоимость активов в момент времени t;

σ_t — годовая волатильность активов в момент времени t;

DTP_t — точка дефолта в момент времени t, обычно сумма краткосрочных обязательств и половины долгосрочных обязательств.

Стоимость активов берется на основе средней капитализации компании за неделю, годовая волатильность в неделю t посчитана по формуле:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{4}\sum_{i_t=1}^{5}\left(r_{i_t} - \bar{r}\right)^2} * \sqrt{252},$$

где

r_{i_t} — доходность акции в день i недели t.

Расчет предполагает независимое распределение доходностей по дням, что не совсем корректно и является недостатком выбранной оценки.

Точка дефолта посчитана на основе эмиссий компании: на начало каждой недели проверялось существование и сумма по эмиссиям с погашениями до года, что считалось краткосрочными обязательствами, и сумма по эмиссиям с погашением более чем через год, что принималось долгосрочными обязательствами и далее делилось пополам в соответствии с методологией KVM. Здесь присутствует недостаток, связанный с недоучетом задолженности эмитента, так как игнорируются необлигационные займы (например, банковские), которые влияют на вероятность дефолта компании в целом.

Также мы рассмотрим и вероятность дефолта, полученную путем применения нормального распределения, свойственного модели Мёртона:

$$PD_t = N(-DD_t).$$

Теория предсказывает, что с ростом кредитного риска компании инвесторы берут на себя больший риск и, соответственно, требуют большую доходность.

В качестве основной меры ликвидности выбрана характеристика, предложенная в работе Кайла и Обижаевой 2016 года[2]:

$$\frac{1}{L_{jt}} = \left(\frac{C * \sigma_{jt}^2}{m^2 * P_{jt} * V_{jt}}\right)^{\frac{1}{3}},$$

где

σ^2_{jt} — дневная дисперсия в момент времени t;

P_{jt} — дневная доходность облигаций в момент времени t;

V_{jt} — объем в количестве облигаций в момент времени t;

C — ожидаемая стоимость решения купить случайный актив;

m — масштабирующий параметр.

$P_{jt} * V_{jt}$ присутствует в собранных данных как объем сделок в рублях. Дисперсия σ^2_{jt} считается на основе доходностей цен облигаций компаний как

$$\frac{1}{4}\sum_{i_t=1}^{5}\left(r_{i_t} - \bar{r}\right)^2.$$

Константы C и m не требуют подсчета, главное знать, что коэффициент при переменной будет учитывать в себе умножение на C/m^2. С падением ликвидности ожидается рост G-спреда в связи с ростом волатильности облигаций либо с уменьшением объема торговли ценными бумагами данной компании.

[1] Методология модели будет основываться на работе Crosbie, Bohn, 2019.

[2] В работе мера применяется к ежедневной динамике, мы применим недельное усреднение для внутренних составляющих метрики.

Таблица 1
Используемые в исследовании переменные и знаки влияния, предсказываемые теорией

Группа переменных	Переменная	Расшифровка	Знак влияния
Кредитный риск	dist_to_default	Расстояние до дефолта	–
Кредитный риск	prob_to_default	Вероятность дефолта	+
Риск неликвидности	illiquidity	Мера неликвидности Kyle, Obizhaeva	+
Риск неликвидности	turnover_norm	Среднедневной оборот в % от эмиссии	–
Риск неликвидности	prop_bid_ask	Пропорциональный bid-ask-спред, б. п.	+
Контроль	days_left	Количество дней до возможного погашения	+
Контроль	current_coupon	Купон	+
Контроль	zero_coupon_bond	Статус бескупонной облигации	+

Помимо представленной выше метрики риска неликвидности в работе будут рассмотрены еще две часто используемые прокси:

• Пропорциональный bid-ask-спред:

$$prop_{bid_{ask}} = \frac{ask - bid}{\left(\frac{ask + bid}{2}\right)}.$$

• Нормированный оборот (оборот в процентах от эмиссии):

$$turnover_{norm} = \frac{turnover}{issuance} * 100\%.$$

Берзон и Милицкова (2013) в статье использовали котировки цен на нефть, доходность ОФЗ и прочие макрохарактеристики. Обусловлено это тем, что исследователи работали с пространственными данными. Преимущество панельной структуры данных в этой работе состоит в том, что временные эффекты могут учесть практически все макроэкономические и страновые факторы, оказывающие влияние на все облигации в определенный момент времени.

В качестве контроля включены количество дней до возможного погашения, ставка купона и фиктивная переменная статуса бескупонной облигации: данные облигации чаще используются спекулянтами и обычно более рисковые.

В качестве мер кредитного риска рассмотрены и показали влияние переменные расстояния до дефолта. Самой надежной переменной риска ликвидности оказался оборот облигаций

Предполагаемые знаки влияния представлены в Таблице 1.

Оценивание чувствительности для каждой облигации не позволило бы использовать преимущества панельной структуры, однако можно разбить объекты на кластеры и получить более точные оценки, не теряя возможности использования панелей. В работе будет использоваться кластеризация на основе описательных статистик (дополнительно нормируются). Для каждого временного ряда рассчитываются:

- среднее значение;
- стандартное отклонение.

На их основе применяется K-Means и определяется оптимальное количество кластеров для дальнейшего анализа.

ЭМПИРИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В целом получены ожидаемые результаты почти по всем переменным (Таблица 2). Знаки коэффициентов перед прокси кредитного риска имеют предсказываемые теорией знаки и значимы на уровне 1%. Коэффициент перед days_left оказался отрицательным: одно из объяснений заключается в возможности отрицательной зависимости при высоком соотношении долговых обязательств к активам (Cavallo, Valenzuela, 2010).

Коэффициент перед prop_bid_ask отрицательный, что противоречит теории.

Таблица 2
ОМНК-оценки моделей со случайными эффектами (двунаправленными)

	Зависимая переменная: g_spread_bp					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
illiquidity	50.25***			47.95***		
	(0.23)			(0.23)		
turnover_norm		-1.22***			-1.18***	
		(0.003)			(0.003)	
prop_bid_ask			-2.87***			-2.83***
			(0.002)			(0.002)
dist_to_default	-46.62***	-46.53***	-44.99***			
	(0.05)	(0.05)	(0.05)			
prob_of_default				243.92***	243.66***	229.94***
				(0.19)	(0.19)	(0.19)
Controls	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	36.472	36.472	38.896	36.472	36.472	38.896
R^2	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Adjusted R^2	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01					

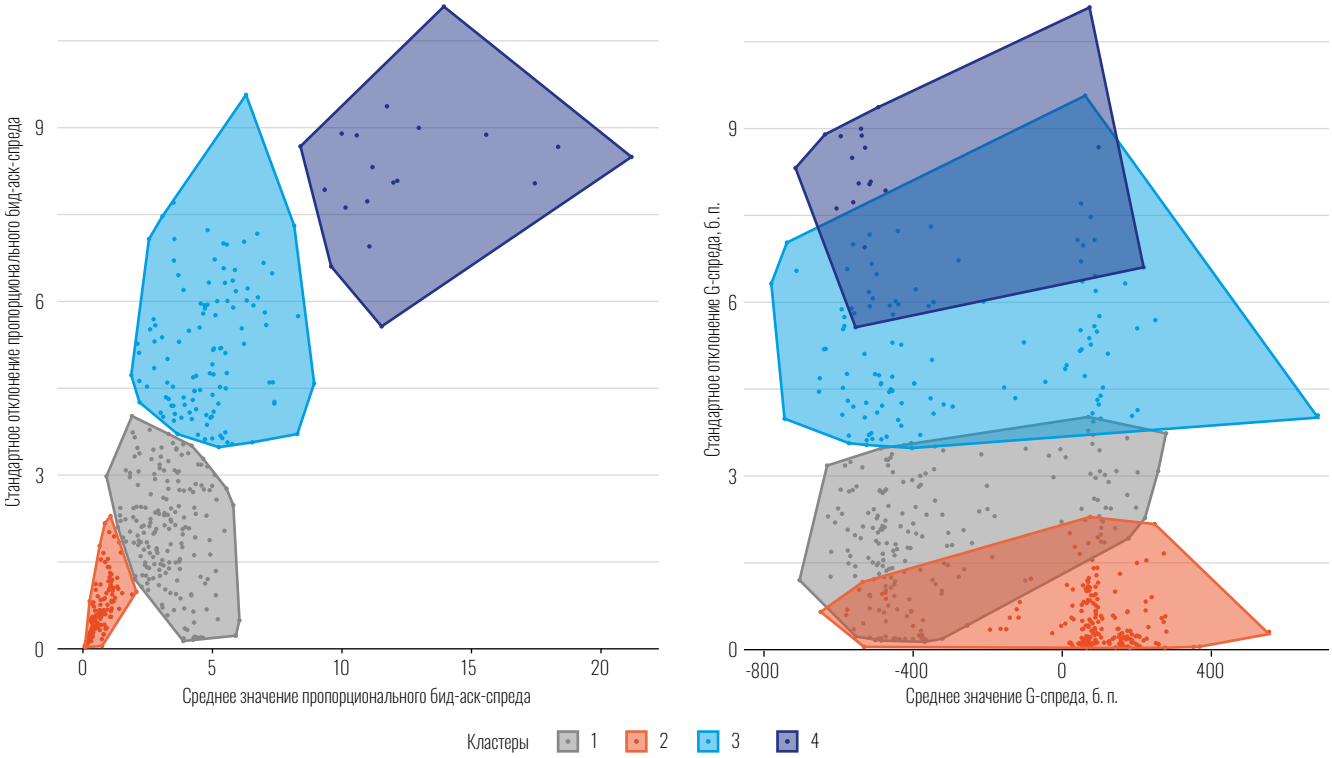


Рисунок 1
Кластеризация по пропорциальному bid-ask-спреду слева и соответствующее данным кластерам разбиение по G-спреду справа

Проведем кластеризацию по данной переменной и проверим устойчивость результата.

Графически итоговое оптимальное разбиение представлено на Рисунке 1.

Несколько результатов оценки моделей по кластерам представляют интерес.

Коэффициент перед пропорциональным bid-ask-спредом имеет устойчивый отрицательный знак, однако сильнее всего влияет на облигации во втором кластере, для которых характерна наименьшая волатильность как bid-ask-, так и G-спреда.

Для более волатильных групп облигаций (кластеры 1 и 3) чувствительность меры неликвидности соответствует ожиданиям по поводу знака влияния, но отрицательная зависимость возникла в случае наименее волатильных облигаций. Наибольшую стабильность продемонстрировал среднедневной оборот в процентах от эмиссии, оказывая отрицательное влияние на спред облигаций на 1%-ном уровне значимости.

Выбранные прокси кредитного риска и меры краткосрочной ликвидности устойчивы ко всем рассмотренным спецификациям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании была построена факторная модель спреда корпоративных облигаций и представлено свидетельство того, что в G-спреде российских облигаций заложены кредитный риск и риск ликвидности.

Результаты имеют полезное приложение при формировании портфеля облигаций. Финансовая компания может определять, какой из видов риска она предпочитает принять, и на основе выявленных детерминант проводить сортировку по отдельным облигациям или усреднять по эмитенту, получая возможность сравнивать компании.

В качестве мер кредитного риска были рассмотрены и показали статистически значимое влияние основанные на модели KMV переменные расстояния до дефолта и вероятности дефолта. Самой надежной переменной риска ликвидности оказался оборот облигаций. Противоречащий теории знак продемонстрировала характеристика bid-ask-спреда. Аномалия устойчива к разбиению переменной на кластеры.

Развитие работы может заключаться в следующих аспектах. Во-первых, стоит уделить больше внимания калибровке расширенных структурных моделей и моделей в сокращенной форме. Во-вторых, существуют еще меры ликвидности, демонстрирующие значимое влияние в литературе: их рассмотрение позволит выбрать наиболее подходящую для российского рынка детерминанту и, возможно, объяснить несоответствие теории с пропорциональным bid-ask. Также стоит озаботиться выбором прочих контрольных переменных, которые оказывают влияние на спред облигации и не объясняются ни кредитным, ни неликвидным риском.