



## *Working Paper*

*Oct, 15, 2005*

# **Методика выделения спреда дефолта из спреда доходности облигаций<sup>1</sup>**

*Помазанов М.В. ,*

*к.ф.-м.н., старший финансовый аналитик*

Предложена функциональная связь спреда облигаций между доходностью и безрисковой ставкой со спредом дефолта. Зависимость статистически подтверждается на данных, полученных из сопоставления средних спредов, частот дефолтов и рейтингов для западных компаний. Сделана попытка определения параметров этой зависимости по данным рынка российских еврооблигаций. Указан оптимальный по риск-доходности спред.

EGAR Technology, Inc.  
4 Luchevoy Prosek, Pav. 5  
107113 Moscow, Russia  
+7 095 1053388 ext. 126

<http://www.CreditRisk.ru>  
[Michael.Pomazanov@egartech.com](mailto:Michael.Pomazanov@egartech.com)

---

<sup>1</sup> Опубликовано: Помазанов М. В. От спредов к дефолтам // Рынок ценных бумаг. — 2006. — №1.

Оценка кредитного риска компании-заемщика для кредитной организации является одной из первостепенных задач на этапе принятия решения об объемах кредитования и дальнейшего сопровождения рисков по кредитным сделкам в портфеле банка. Такая оценка должна производиться на основе модели банкротств на вход которой должны поступать финансовые показатели заемщика и оценки качественных факторов его бизнеса. В настоящее время существуют модели вероятности дефолтов (PD), поставляемые ведущими рейтинговыми агентствами (см., например, методики Moody's KMV<sup>2</sup>). Подробная структура формул PD, лежащих в основе моделей, не раскрывается, однако принципы их получения базируются на выявлении статистических закономерностей между частотами банкротств и финансовыми показателями компаний. Причем параметры таких зависимостей явно привязываются к той стране, в которой располагается анализируемая компания. Для построения полноценных моделей вероятности банкротств необходим, с одной стороны, временной ряд финансовых показателей компаний за длительный период времени (левые части), с другой стороны - точные данные о дефолте/не дефолте этих компаний за этот период (правые части). Для достаточной статистической значимости полученных зависимостей необходимо рассмотрение баз данных из десятков, сотен тысяч групп финансовых показателей и тысяч дефолтов. Трудности получения такой базы делают такую задачу в полной мере разрешимой только для небольшой группы развитых стран, в которой дисциплина сбора финансовой информации и ее достоверность была на должном уровне на протяжении последних десятков лет.

К сожалению, в странах с переходной экономикой, таких как Россия, такую базу использовать пока невозможно, поскольку не прошло достаточного времени для накопления опыта в относительно стабильном периоде рыночных отношений. Однако, отсутствие достаточной статистики «кладбища дефолтов» отнюдь не умаляет важности задачи оценки рисков при кредитовании и получения объективной количественной модели банкротств, способной определять ожидаемую вероятность дефолта компании по ее финансовым и качественным показателям. Поэтому, для решения «проблемы правых частей» является уместным обратиться к косвенным показателям вероятности дефолта, которые можно получить с открытого рынка, а именно с тех открытых компаний, которые представляют достаточно достоверную финансовую отчетность с одной стороны и имеют котируемые рыночные инструменты – с другой. Фундаментальная гипотеза, оправдывающая такой подход, заключается в предположении, что рынок «в целом» является объективной мерой расстояния до дефолта открытой компании. Попытка калибровки формулы PD на модельные вероятности дефолтов, вычисляемые из статистики поведения рыночных котировок акций, привела к получению экономически валидной формулы<sup>3</sup>, которая косвенно подтвердила, что рынок «в среднем» в правильном направлении реагирует на величины финансовых показателей. Сама модельная вероятность дефолта вычислялась в предположении, что дефолт есть падение случайной величины активов компании ниже уровня долга, при этом характеристики случайного квази-диффузионного процесса изменения активов предполагаются жестко связанными с поведением индекса капитализации акций компании на открытом рынке<sup>4</sup>. Такое

<sup>2</sup>[http://www.moodykmv.com/products/files/RiskCalc\\_v3\\_1\\_Model.pdf](http://www.moodykmv.com/products/files/RiskCalc_v3_1_Model.pdf),

[http://www.creditrisk.ru/publications/files\\_attached/modeling\\_default\\_risk.pdf](http://www.creditrisk.ru/publications/files_attached/modeling_default_risk.pdf)

<sup>3</sup> Колоколова О. В., Помазанов М. В.; / Оперативное управление и стратегический менеджмент в коммерческом банке. 2004. № 6. С. 65—84. "Разработка формулы вероятности банкротства компании на базе показателей бухгалтерской отчетности"

<sup>4</sup> CreditGrades Technical Document. (2002). См. <http://www.creditgrades.com/resources/pdf/CGtechdoc.pdf>

предположение является классическим<sup>5</sup> и лежит в основе структурной модели риска дефолта, однако использование его в «чистом» виде активно критикуется по результатам исследований<sup>6</sup>.

Другой метод косвенного наблюдения за уровнем вероятности дефолта компании базируется на сравнении доходности облигаций компании со спот-доходностью группы безрисковых облигаций, в качестве которых обычно признают облигации госзайма США (USA Treasures). Разница в доходности (спрэд) объясняется частично наличием дополнительного риска, связанного с возможностью банкротства компании-эмитента. Преимущества такого подхода заключаются в использовании более понятной связи между величиной спреда, диктуемого рынком, и вероятностью дефолта (точнее ожидаемых потерь по облигации, связанных с дефолтом), поскольку эта вероятность непосредственно закладывается в спрэд. Все остальные финансовые риски, связанные с возможностью инфляции, процентные риски и т.д. уже учтены в базовой доходности спот и не участвуют в спреде. Если модель PD настраивается только на риски компаний, расположенных в одной стране, то имеет смысл исключить страновой риск, который можно наблюдать по спреду между государственными облигациями и USA Treasures. Для такой модели имеет смысл использовать спрэд корпоративных облигаций в валюте страны относительно государственных облигаций внутреннего займа, например, для России - с облигациями Мосгорзайма.

Однако сам спрэд не является непосредственной мерой риска дефолта, поскольку он состоит из двух частей; в первую входит компенсация за риск дефолта (равная ожидаемым потерям по облигации при дефолте), во вторую - экстра-премия, связанная с риском ликвидности и рынком в целом, а также дополнительный спрэд между свободной от риска ставкой (ожидаемой по рынку) и доходностью Treasures (последняя ниже, чем свободная от риска ставка)<sup>7</sup>. Для решения «проблемы правых частей» с использованием спредов необходимо научиться выделять ту долю спреда, которая отвечает за дефолт.

### **Зависимость спреда дефолта от спреда**

Взяв за основу данные, представленные в работе J.Hull and all<sup>6</sup>, можно составить следующую таблицу, в которой часть спреда, компенсирующая потери вычисляется из интенсивности дефолтов путем умножения на LGD=60% (среднестатистические потери в случае дефолта), а безрисковая ставка считается как доходность Treasures плюс 43 б.п. (б.п.=0.01%).

**Таблица 1. Усредненная зависимость спредов и интенсивности дефолтов от надежности облигаций**

Рейтинг	Среднегодовая интенсивность дефолтов (б.п.)	Часть спреда, компенсирующая потери при дефолте (б.п.)	Средний спрэд облигаций с Treasures USA (б.п.)	Средний спрэд облигаций с безрисковой ставкой (б.п.)
Aaa	4	2	83	40
Aa	6	4	90	47
A	13	8	120	77
Baa	47	28	186	143

<sup>5</sup> Merton R. (1974). On the pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates//Journal of Finance. 29, pp. 449-470.

<sup>6</sup> Jarrow, R., D. van Deventer, and X. Wang, 2002, "A Robust Test of Merton's Structural Model for Credit Risk," working paper, Cornell University and Kamakura Corporation.

<sup>7</sup> John Hull, Mirela Predescu, and Alan White (2005) Bond Prices, Default Probabilities, and Risk Premiums// Journal of Credit Risk, Vol 1, No. 2, 53-60, Volume 1/Number 2

Ва	240	144	347	304
В	749	449	585	542
Саа и ниже	1690	1014	1321	1278

Из таблицы видно, что за спрэд отвечает в основном экстра-премия для высоко надежных облигаций и компенсация дефолта - для низко надежных. Если предположить, в первом приближении, что спрэд  $S$  с безрисковой ставкой зависит только от спреда дефолта  $P$ , то естественным будет линейная связь изменения спреда с изменением спреда дефолта в виде

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{\Delta P}{P} \quad (1)$$

При величине параметра  $\gamma > 1$  такая зависимость будет указывать на более медленный рост спреда относительно роста вероятности дефолта инструмента (уменьшения надежности), что можно объяснить «давлением» рынка, т.е. естественным ограничением цены, при равновесии спроса и предложения на кредитном рынке. По простому - это то, что кредитор не даст средств под совсем малый спрэд даже для высоконадежных облигаций, а потребитель кредита (эмитент) не будет давать обязательства при очень высоком спрэде, несмотря на свою низкую надежность.

Формула (1) даст параметрическую зависимость в виде

$$P(S) = S \cdot \left( \frac{S}{S_{\max}} \right)^{\gamma-1} \quad (2)$$

Параметр  $S_{\max}$  означает предельный спрэд, начиная с которого покупатель облигации уже рискует больше, чем может покрыть спрэд на данном долговом рынке. Т.е. очень высокодоходные облигации со спрэдом больше чем  $S_{\max}$ , оказывается, будут иметь отрицательную экстра-премию рис. 1.

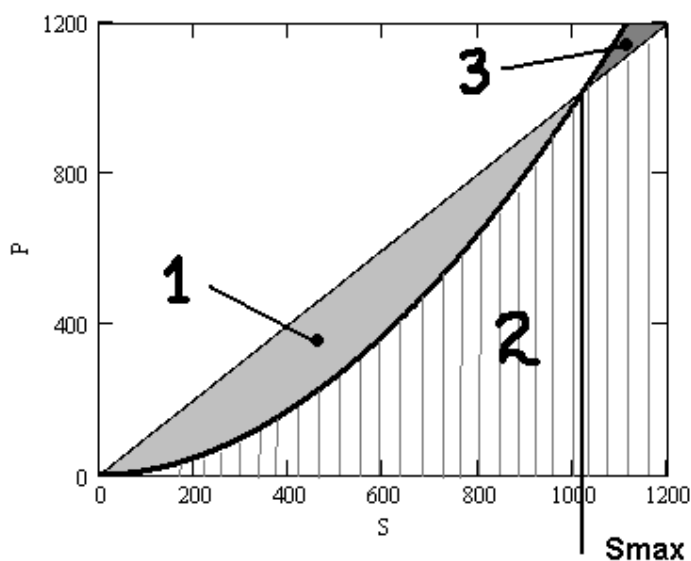


Рисунок 1. Зависимость спреда дефолта от спреда. 1 – экстра-премия. 2 – спрэд дефолта. 3 – отрицательная экстра-премия.

Такую зависимость можно проверить на данных из Таблицы 1. В логарифмическом масштабе зависимость (2) переписывается в виде линейной  $\ln(P) = \gamma \cdot \ln(S) + \beta$ , где  $\beta = -(\gamma - 1) \ln(S_{\max})$ , которая и проверяется с помощью метода наименьших квадратов. На рис.2. представлен результат.

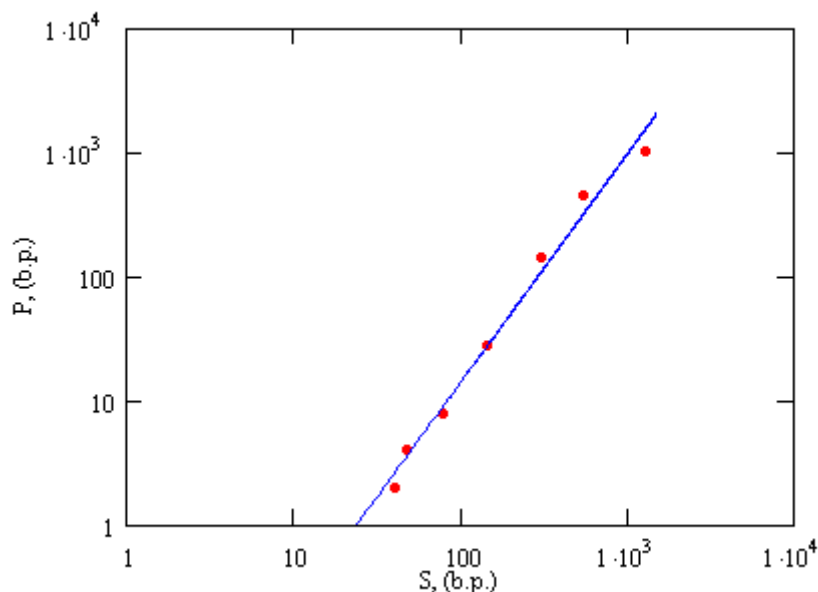


Рисунок 2. Зависимость спреда дефолта от спреда с безрисковой ставкой.

Для этой зависимости, которая подтверждает линейную (1) со стандартным показателем качества регрессии  $R^2 = 0.987$ , величина  $\gamma = 1.84$ ,  $S_{\max} = 1022$  б.п.

Аналогичную картину можно наблюдать из зависимости кредитных спредов, расщепленных для разных временных горизонтов рейтингованных по шкале облигаций Standard&Poor's (S&P). В таблице 2. представлены средние спреды для разных рейтингов<sup>8</sup>.

Таблица 2. КРЕДИТНЫЕ СПРЕДЫ

Срок до погашения	Средний разрыв в доходности, б. п.					
	AAA	AA	A	BBB	BB	B
2 года	51	62	88	133	220	321
3 года	47	55	87	130	225	328
4 года	50	57	92	138	241	358
5 лет	61	68	108	157	266	387
6 лет	53	61	102	154	270	397
7 лет	45	53	95	150	274	407
8 лет	45	50	94	152	282	420
9 лет	51	56	98	161	291	435
10 лет	59	66	104	169	306	450
15 лет	55	61	99	161	285	445
20 лет	52	66	99	156	278	455

<sup>8</sup> Данные по состоянию на декабрь 1998 г. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. //Под ред. А.А.Лобанова, А.В.Чугунова. Альпина паблишер, Москва, 2003, 761 с.

Для получения спреда дефолта можно использовать кумулятивные вероятности дефолтов  $PD(t)$ , поставляемые в открытых публикациях агентства S&P<sup>9</sup>. Среднегодовые вероятности дефолта, соответствующие временному горизонту  $t$  вычисляются по формуле

$$PD_{year} = 1 - (1 - PD(t))^{1/t} \quad (3)$$

для каждого рейтинга S&P. Спред дефолта получается из  $PD_{year}$  путем умножения на  $LGD=60\%$ . Получается зависимость, изображенная на рис. 3.

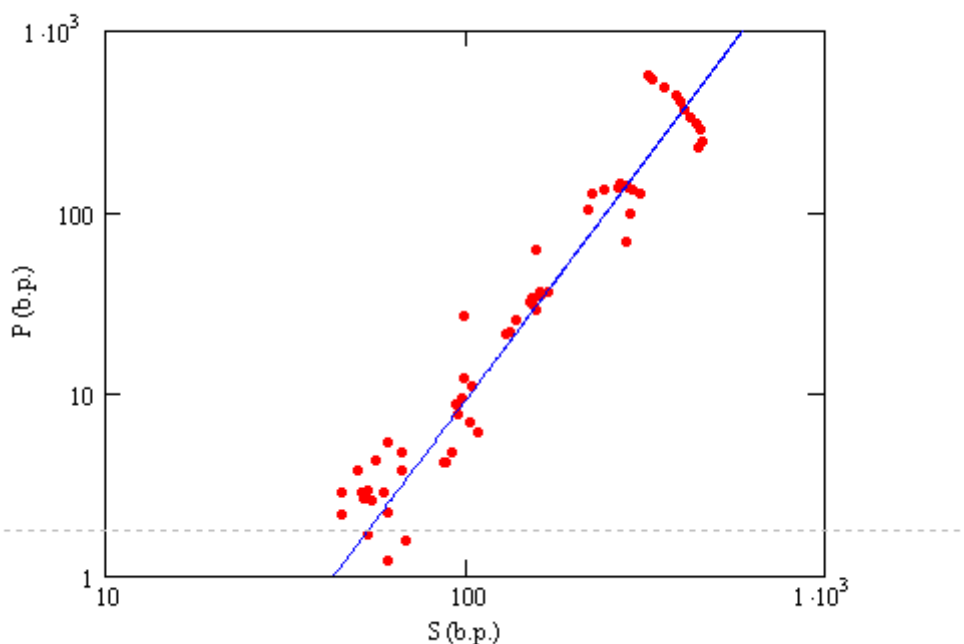


Рисунок 3. Зависимость спреда дефолта S&P от кредитного спреда.

Зависимость рис.3 демонстрирует достаточно точное согласие с уравнением (1), при котором показатель  $R^2 = 0.92$ , и параметры  $\gamma = 2.64$ ,  $S_{max} = 427$  б.п. Метрическая разница с результатом рис.2, видимо, объясняется различиями между рынками, источниками статистики, и субъективными факторами методики рейтингования S&P. Подобное исследование возможно провести и для российского долгового рынка, однако, необходимо договориться для какой его части.

### **Параметры зависимости для российского рынка**

Самая большая сложность заключается в отсутствии статистики дефолтов для российских корпоративных облигаций и достаточно малого числа представителей этого долгового рынка. Поэтому невозможно сделать привязку каких бы то ни было групп к реальной средней частоте дефолтов. Привязку возможно сделать только к рейтингам, даваемым агентствами Moody's или S&P. Однако здесь существуют двойные стандарты – международный рейтинг и внутренний рейтинг. Согласно первому – он не может дать рейтинг эмитента выше рейтинга страны (за небольшими исключениями), согласно второму – по нему нет и пока не может быть тоже никаких соответствующих частот дефолтов. Поэтому, на наш взгляд, привязать спреды к дефолтам возможно только для рынка российских еврооблигаций через их международные рейтинги по шкале, например,

<sup>9</sup> Special report S&P.Ratings performance 2003.<http://www.standardandpoors.com>

Moody's. Соответствие рейтинга и спреда к Treasures USA берется из открытых отчетов по облигациям<sup>10</sup>, которые объединяются за несколько последних периодов.

Для вычисления среднегодовой вероятности дефолта  $PD_{year}$ , в зависимости от рейтинга и горизонта  $t$ , берется нормированная матрица Moody's<sup>11</sup> одно-годовых транзакций, представленная в Таблице 3, из которой вычисляются кумулятивные вероятности дефолта  $PD(t)$  путем возведения матрицы в степень  $t$ .

**Таблица 3. Одно-годовая матрица транзакций по корпоративным рейтингам по данным Moody's (%)**

Ratings	Aaa	Aa1	Aa2	Aa3	A1	A2	A3	Baa1	Baa2	Baa3	Ba1	Ba2	Ba3	B1	B2	B3	CaaC	DDD
Aaa	90,1	6,61	2,62	0,24	0,25	0,05	0,05	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0
Aa1	3	80,5	7,62	6,96	1,49	0,37	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aa2	1,1	2,09	81,8	9,32	3,95	1,08	0,33	0,12	0,09	0	0	0	0,06	0,06	0	0	0	0
Aa3	0,19	0,24	2,61	81,7	10,2	3,45	0,83	0,22	0,15	0,11	0	0,05	0,12	0	0	0	0	0,09
A1	0,05	0,09	0,54	4,83	81,7	8,09	2,99	0,73	0,28	0,04	0,14	0,32	0,07	0,07	0,02	0	0	0
A2	0,03	0,03	0,19	0,78	5,2	81,1	7,76	3,08	0,71	0,43	0,26	0,09	0,15	0,03	0,09	0	0,03	0
A3	0,05	0,1	0,06	0,32	0,98	8,54	76	6,98	4,05	1,39	0,62	0,24	0,2	0,37	0,06	0,04	0	0
Baa1	0,1	0,02	0,16	0,22	0,16	2,08	8,09	75,3	7,76	3,38	1,06	0,47	0,34	0,67	0,12	0	0,02	0,07
Baa2	0	0,12	0,16	0,23	0,11	0,78	3,18	7,04	76,3	7,88	1,81	0,45	0,69	0,52	0,36	0,33	0,02	0,07
Baa3	0,04	0	0	0,06	0,22	0,55	0,64	2,91	10,3	71,4	6,78	2,77	2,37	0,99	0,12	0,19	0,19	0,49
Ba1	0,06	0	0	0,03	0,22	0,15	0,56	0,87	2,9	9,3	71,6	5,55	4,17	1,19	1,29	0,99	0,37	0,79
Ba2	0	0	0	0,04	0,04	0,26	0,23	0,49	0,86	2,24	9,69	70,5	7,42	1,9	4,11	1,01	0,67	0,57
Ba3	0	0,03	0	0	0,06	0,22	0,15	0,24	0,22	0,65	3,08	6	71,2	6,18	5,88	2,59	0,87	2,6
B1	0,02	0	0,03	0	0,08	0,14	0,1	0,08	0,36	0,41	0,35	2,4	6,45	73	6,33	4,49	1,64	4,09
B2	0	0	0,09	0,02	0,15	0	0,08	0,18	0,12	0,22	0,37	1,24	3,04	6,41	68,5	8,01	4,03	7,58
B3	0	0	0,09	0	0,03	0,06	0,08	0,16	0,17	0,31	0,25	0,49	1,01	5,04	4,19	66,4	7,86	13,9
CaaC	0	0	0	0	0	0	0	0	0,68	0,68	0,9	0	1,21	1,85	1,72	3,96	63,8	25,2

После построения, по статистике Moody's, функции  $PD_{year}(t, Rating)$  для каждой облигации в качестве  $t$  выбирается модифицированная дюрация (используются только те инструменты, у которых дюрация более полугодика), в качестве рейтинга – рейтинг Moody's. Полученное значение PD сопоставляется со спрэдом к Treasures рис.4.

#### Котировки российских еврооблигаций

	Maturity	Size, mln	Coupon, %	Rating	Bid	Offer	YTM, %	Modified Duration	Spread to Treasury, bp
<b>Oil &amp; Gas</b>									
Gazprom-34 \$	4/28/2034	1 200	8,63	Baa2 /+/-/BB-/BB /+/-	130,41	130,66	6,306	12,18	191
Sibneft-07 \$	2/13/2007	400	11,50	Ba3/BB-	108,60	108,85	5,012	1,30	120
Sibneft-09 \$	1/15/2009	500	10,75	Ba3/BB-	115,40	115,65	5,576	2,80	169
TNK-07 \$	11/6/2007	700	11,00	Ba2/BB/BB+	111,61	111,86	5,137	1,86	127
Rosneft-06 \$	11/20/2006	150	12,75	Baa3 /+/-/B-	109,02	109,20	4,712	1,07	92
<b>Telecommunications</b>									
MTS-08 \$	1/30/2008	400	9,75	Ba3/BB-	108,70	108,95	5,719	2,10	185
MTS-10 \$	10/14/2010	400	8,38	Ba3/BB-	108,53	108,78	6,352	4,02	242
MTS-12 \$	1/28/2012	400	8,00	Ba3/BB-	106,94	107,19	6,62	4,95	264
Vimpelcom-09 \$	6/16/2009	450	10,00	B1/BB	110,82	111,07	6,65	3,08	275
Vimpelcom-10 \$	2/11/2010	300	8,00	B1/BB	104,44	104,69	6,78	3,66	287
Vimpelcom-11 \$	10/22/2011	300	8,38	(P)B1/BB	106,37	106,62	7,046	4,63	308
Megafon-09 \$	12/10/2009	375	8,00	B2/B+	104,25	104,50	6,789	3,50	288
<b>Industrials</b>									
Sistema-08 \$	4/14/2008	350	10,25	B/B+	108,90	109,15	6,395	2,19	252
Sistema-11 \$	1/28/2011	350	8,88	B3/B/B+	107,71	108,08	7,079	4,23	314
Nornickel-09 \$	9/30/2009	500	7,13	Ba2/BB+	103,86	104,11	5,999	3,38	210

**Рисунок 4. Фрагмент отчета по средневзвешенным котировкам российских еврооблигаций**

<sup>10</sup> Банк Зенит. Ежедневный обзор долговых рынков. <http://www.zenit.ru/investserv/analytics/>

<sup>11</sup> Rating Changes in the U.S. Asset-Backed Securities Market: First-Ever Transition Matrix Indicates Rating Stability... To Date//STRUCTURED FINANCE. Special Report.Moody's Investor Service. 2001. <http://www.moody's.com>

Вроде было бы достаточно использовать напрямую рейтинги Moody's, однако практические расчеты показывают, что в среднем рейтинги Moody's и S&P сильно занижены, по сравнению с теми котировками, которые дает рынок для всех эмитентов. Т.е. средние спреды по этим инструментам достаточно малы, несмотря на их относительно низкий номинальный рейтинг. Это, видимо, связано с заниженным рейтингом страны в целом и при решении повысить рейтинг страны автоматически монотонно повысятся и рейтинги всех эмитентов. Чтобы это учесть, необходимо рассмотреть сценарии сдвига рейтингов как на несколько позиций вверх, так и на позицию вниз у всех эмитентов одновременно. В Таблице 4. представлены результаты расчетов по выборке из отчетов за период с начала 2005 года.

**Таблица 4. Регрессионные параметры для рынка еврооблигаций при изменении базового рейтинга**

Рейтинги Эмитентов по стандарту Moody's	Рейтинг Суверенных еврооблигаций	Параметр $\gamma$	Параметр $S_{\max}$ б.п.	Параметр $R^2$
Понижение на 1 пункт	Ba1	1.37	58	0.44
Текущий	Baa3	1.36	310	0.36
Повышение на 1 пункт	Baa2	1.63	629	0.46
Повышение на 2 пункта	Baa1	1.55	2034	0.40
Повышение на 3 пункта	A3	1.99	1481	0.40
Повышение на 4 пункта	A2	2.02	2528	0.42

Видно, что текущий базовый рейтинг показывает такой параметр максимального спреда  $S_{\max}$  (3.1%), с которым трудно согласиться, поскольку он предполагает, что более половины эмитентов находятся в области отрицательной экстра-премии. Более правдоподобным выглядит сценарий того, что за базовый рейтинг лучше предположить Baa2 или выше. В любом случае основной параметр  $\gamma$  зависимости PD от спреда находится скорее всего в пределах величины 1.4-1.7 и это можно использовать. Для вычисления вероятности дефолта (спреда дефолта) для российского рынка облигаций необходимо дополнительно уточнить параметр  $S_{\max}$ , это можно сделать используя равенство среднего по всем эмитентам спреда дефолта и относительной величины среднегодовых кредитных потерь, при дефолтах.

Низкий параметр согласия регрессии с предполагаемой зависимостью видимо объясняется наличием внутренних расхождений в стандартах оценки российских и западных компаний, а так же тем, что заранее не усреднялся спред по российским компаниям в разбиении рейтинг-срок до погашения, как это было сделано в таблице 2, тем самым не были нивелированы спекулятивный и арбитражный факторы.

На рис.5 представлен график зависимости вероятности дефолта (по рейтингу, повышенному на 1 пункт) от спреда, полученный из регрессии по выборке российских еврооблигаций.



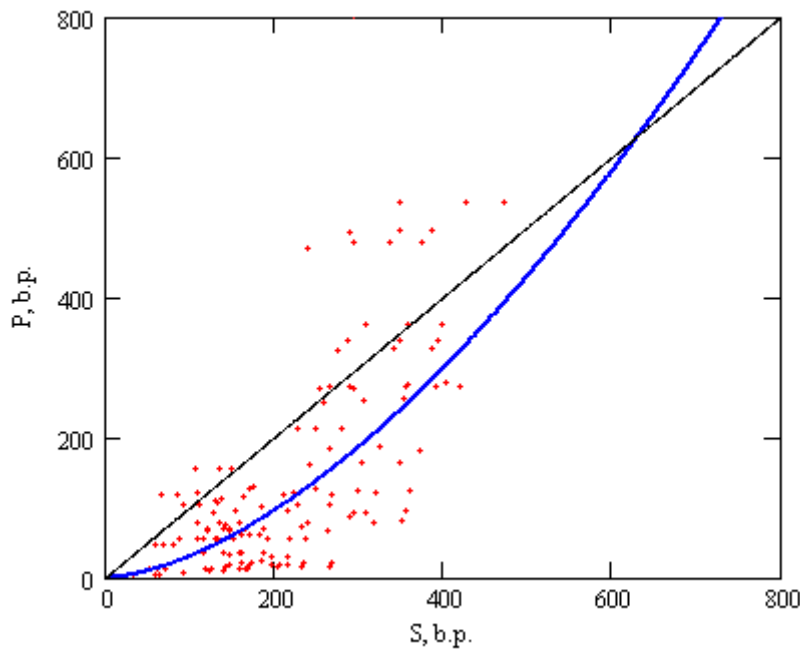


Рисунок 5. График зависимости вероятности дефолта (по рейтингу, повышенному на 1 пункт) от спреда, полученный из регрессии по выборке российских еврооблигаций.

### Оптимальный спрэд

Зависимость (2) дает возможность оценить спрэд облигаций, которые следует приобретать так, чтобы получить наиболее оптимальный показатель отношения доход/риск. Подобный показатель существует в мировой практике риск-менеджмента и имеет название RAROC (Risk Adjustment Return On Capital). В нашем случае его можно упрощенно представить как отношение доходности облигации сверх расходов на фондирование к ожидаемым потерям по инструменту. Капитал под риском на инструмент в годовом эквиваленте будет незначительно выше ожидаемых потерь (спрэда дефолта) в случае, если сумма всех долговых инструментов данного эмитента составляет малую долю в кредитном портфеле. Предполагая, что ставка фондирования превосходит безрисковую ставку (данную Treasuries или Гос. облигациями и т.д.) на величину  $\Delta$ , можно представить RAROC в виде

$$RAROC(S) = \frac{S - \Delta}{P(S)} \quad (4)$$

Где  $S$  – спрэд, а  $P(S)$  –спрэд дефолта, согласно соотношению (2). График функции (4) для параметров  $\gamma = 1.7$ ,  $S_{\max} = 700$  б.п.,  $\Delta = 200$  б.п. изображен на рис.6.

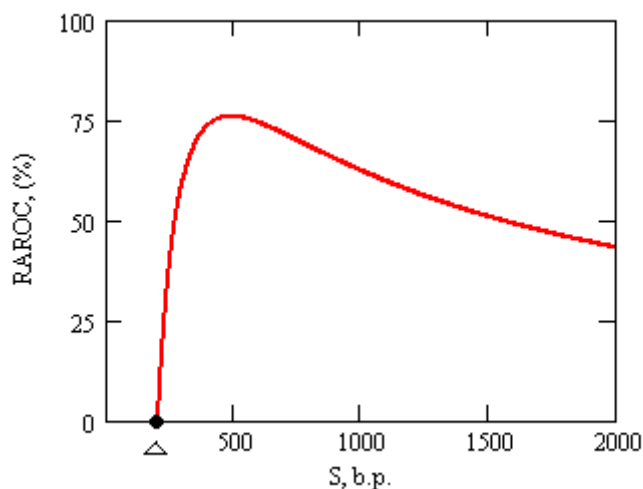


Рисунок 6. График зависимости показателя RAROC инструмента от спреда для параметров  $\gamma = 1.7$ ,  $S_{\max} = 700$  б.п.,  $\Delta = 200$  б.п.

Функция (4) имеет максимум в точке оптимального спреда

$$S_{opt} = \Delta \cdot \frac{\gamma}{\gamma - 1} \quad (5)$$

для которого максимальный RAROC будет равен

$$RAROC_{\max} = \frac{1}{\gamma} \cdot \left( \frac{S_{\max}}{S_{opt}} \right)^{\gamma-1}$$

Для параметра  $\gamma = 1.7$  оптимальное значение спреда составляет  $S_{opt} = 2.4\Delta$  и для параметров рис.6  $RAROC_{\max} = 76\%$ . Поведение графика рис.6 подчеркивает, что приобретение облигаций со спрэдом ниже оптимального менее выгодно по риск-доходности, чем приобретение облигаций с большим спрэдом. Однако, самым выгодным является предельный случай фондирования по безрисковой ставке ( $\Delta = 0$ ) и приобретения максимально надежных облигаций, но это себе может позволить, к сожалению, лишь государство.

## Заключение

Предложенная зависимость спреда дефолта от спреда с достаточной степенью точности подтверждается на базе данных по западной статистике, и имеются основания утверждать, что есть смысл применять ее и для российского рынка при существенных оговорках, что это выполняется только «в среднем». Для рынка рублевых облигаций открытым остается вопрос о величине параметра  $S_{\max}$ , который можно разрешить определив среднюю частоту дефолтов и LGD по широкой группе компаний статистически эквивалентной группе эмитентов долгового рынка. Тот факт, что параметр «вогнутости»  $\gamma$  оказался достаточно устойчив при монотонном пересмотре рейтингов, показывает, что его можно использовать на практике со значением, близким к 1.7. Значения этого параметра, в принципе, достаточно для определения разумного значения спреда облигаций, которых наиболее приемлемо покупать с учетом стоимости фондовых средств.

Однако, основной смысл получения подобной зависимости заключается в продвижении на пути решения «проблемы правых частей» для калибровки моделей банкротств. Один из которых, на наш взгляд, есть путь калибровки по базе компаний, имеющих открыто котируемые долговые инструменты.