



Working Paper

Jan, 25, 2006

*Модель банкротств государственных субъектов РФ по финансовым и экономическим показателям**

Помазанов М.В. ,

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

Петрук Т.В.,

финансовый аналитик

Предложена кредит-скоринговая модель банкротств, основанная на финансовых и экономических показателях, определяемых из месячных отчетов об исполнении бюджета субъектов Российской Федерации и данных Госкомстата. Модель дает формулу для вычисления вероятности банкротства. Модель калибровалась по открытым субъектам, у которых есть долговые рыночные инструменты (облигации) с котировками, отражающими кредитный риск. Далее модель предполагается применять для оценки вероятности банкротства (премии за риск) любых субъектов.

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

<http://www.CreditRisk.ru>
Michael.Pomazanov@egartech.com

* Опубликовано: журнал «"Управление финансовыми рисками",» N1, 2006

1. ВВЕДЕНИЕ

Субфедеральные облигации являются одними из самых надежных ценных бумаг. Они хотя и уступают в доходности корпоративным облигациям, но их своевременное погашение гарантируется администрацией субъекта.

До кризиса 1998 года на рынке ценных бумаг наблюдалась стабильная ситуация в муниципальном секторе. После августа 1998 года многие субъекты федерации оказались неплатежеспособными и не смогли выполнить свои обязательства. Однако, с конца 2003 года число регионов, выходящих на фондовый рынок, постоянно растет. У многих субъектов увеличиваются инвестиционные потребности, что приводит к росту рынка регионального долга.

Кроме того, наблюдается рост уровня кредитных активов и в среднем портфеле банка, относящихся к субъектам. Для целей наиболее рационального резервирования, а также для выбора оптимальной рыночной премии за риск является актуальным создание модели банкротств с комплексной оценкой кредитоспособности.

От чего зависит финансовая устойчивость субъекта РФ

Кредитоспособность региона, муниципального образования (Субъекта РФ) или его способность обслуживать свои обязательства в установленные сроки и в полном объеме, зависит от различных факторов, среди них бюджетная политика субъекта федерации, объем государственного долга, административно-политическое устройство, качество управления, социально-экономическое положение и т.д.

Одним из показателей, определяющих кредитоспособность субъекта Федерации, является отношение государственного долга к собственным доходам бюджета, который определяет долговую нагрузку на бюджет. Увеличение государственного долга отрицательно сказывается на кредитоспособности.

Показателем, характеризующим способность субъекта выполнять обязательства, также является отношение дефицита бюджета к доходам бюджета. Если у региона большой дефицит бюджета, то есть расходы значительно превышают доходы, для покрытия такого дефицита администрации региона необходимо привлекать дополнительные средства, что приводит к увеличению долга.

Доля собственных доходов в общем объеме доходов определяет степень независимости субъекта от финансовой помощи федерального центра. Большая зависимость от перечислений из бюджетов других уровней негативно влияет на кредитоспособность региона, так как нет никаких гарантий, что данные средства поступят в срок и в полном объеме.

Доля средств, направляемых в бюджеты других уровней, расходах определяет размер финансовой помощи, которую администрация субъекта должна оказывать территориальным образованиям в регионе. Чем выше этот показатель, тем выше риск неисполнения субъектом своих обязательств перед кредитором.

Важным показателем, определяющим уровень экономического развития региона, является доля прибыльных предприятий в общем количестве зарегистрированных на территории региона. Данный показатель определяет уровень поступления в бюджет региона налога на прибыль предприятий, на который приходится значительная часть доходов.

Сальдо прибылей и убытков предприятий также определяет уровень поступлений налога на прибыль в бюджет субъекта.

И, наконец, денежные доходы населения в расчете на одного жителя косвенно определяют уровень поступлений налога на доходы физических лиц, которые занимают значительную долю в доходах бюджета. Снижение денежных доходов приводит к уменьшению доходов бюджета, как следствие увеличивается кредитный риск.

Аналогичные финансовые и экономические показатели, использовались в исследовании относительной кредитоспособности регионов России рейтингового центра «АК&М»¹.

Задача построения модели оценки вероятности банкротства

Задача разработки эффективной методики вычисления кредитного риска (вероятности дефолта или премии за кредитный риск) субъекта сводится к разработке методики для вычисления базовой формулы вероятности дефолта по количественным экономическим показателям и методики коррекции базовой величины после дополнительного анализа качественных факторов деятельности субъекта.

Базовая вероятность банкротства должна вычисляться как функция от финансово-экономических показателей, которые в большей степени определяют финансовую устойчивость региона. Для полноты методики базовая вероятность банкротства дополняется еще и качественной оценкой эмитента. Она использует более широкий спектр данных о деятельности субъекта, который невозможно охватить только финансовыми и экономическими показателями. Качественная оценка определяет коэффициент поправки к базовой вероятности дефолта, масштаб воздействия которой настраивается так, чтобы потенциально иметь возможность компенсировать отличие вероятности дефолта, получаемой по формуле, от рыночной. Это отличие объясняется существованием неколичественных риск-факторов, которые оказывают дополнительное влияние на кредитный риск эмитента. Предметом исследования, представленного в настоящей работе была разработка базовой формулы.

2. ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ БАНКРОТСТВА ОТ ФИНАНСОВЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Подход к оценке вероятности банкротства, положивший начало кредит-скоринговым моделям, предложил Эдвард Альтман в 1968 году, разработав индекс кредитоспособности².

Этот метод был разработан для оценки вероятности банкротства промышленных компаний. Индекс кредитоспособности Альтмана строится на основе многофакторного регрессионного уравнения. В качестве факторов используются пять наиболее значимых показателей, характеризующих экономический потенциал предприятия и результаты его работы за истекший период.

Целью данного исследования стало построение формулы для вычисления вероятности банкротства государственного субъекта по финансовым и экономическим показателям, которые в наибольшей степени характеризуют его кредитоспособность.

Принципы верификации и калибровки модели

Основная проблема, возникающая при разработке формулы для вероятности банкротства субъекта, заключается в отсутствии достоверных статистических данных о количестве и качестве банкротств (проблема отсутствия «правых частей»). Здесь имеются в виду как банкротства субъектов в целом, так и их неспособность выполнить какую-либо

¹ Рейтинговый центр «АК&М», <http://www.akm.ru>

² Altman, Edward I., 1968. Financial ratios, discriminant analysis, and the prediction of corporate bankruptcy. Journal of Finance 4, 589-609.

часть долговых обязательств. Это делает практически невозможным верификацию построенной модели по фактическим данным.

В данной работе сделана попытка обойти эту проблему путем верификации модели по косвенным данным о вероятности банкротства субъектов, у которых есть котируемые на фондовом рынке облигации.

В качестве основной гипотезы принимается положение о том, что рынок в среднем адекватно реагирует на кредитный риск эмитента и, в целом, справедливо отражает его наличие в котировках ценных бумаг, после проведения фундаментального анализа финансовой устойчивости носителя риска³. «Нерыночная» формула вероятности банкротства строится таким образом, чтобы функция невязки предсказываемых по ней значений вероятности дефолта и рыночных значений (полученных по данным фондового рынка) принимала наименьшее значение. Далее делается предположение, что модель, верифицированная по субъектам, имеющим котируемые на рынке ценные бумаги, и не включающая в качестве факторов никакие другие показатели, кроме показателей, полученных из отчетов об исполнении бюджетов и данных Госкомстата, будет давать достаточно точный прогноз вероятности дефолта (премии за кредитный риск) и для других субъектов.

Используемые финансовые показатели

Формула вероятности банкротства субъекта является нелинейной функцией от существенных финансовых и экономических показателей, которые наиболее полно характеризуют кредитоспособность региона. Были выбраны следующие показатели:

1. отношение государственного долга к собственным доходам бюджета (FR_1);
2. отношение дефицита бюджета к доходам бюджета (FR_2);
3. доля собственных доходов в общем объеме доходов (FR_3);
4. доля средств, направляемых в бюджеты других уровней, в расходах (FR_4);
5. доля прибыльных предприятий в общем количестве зарегистрированных на территории субъекта (FR_5);
6. десятичный логарифм сальдо прибылей и убытков предприятий (FR_6);
7. десятичный логарифм денежных доходов населения в расчете на одного жителя/мес. (FR_7).

Выбранные показатели в принципе не могут быть независимыми (например, чем больше показатель FR_6 , тем больше должно быть и FR_7 , и т.д.). Это дает возможность сократить размерность регрессионных показателей путем выделения из семи исходных нескольких Главных линейных компонент, которые являются максимально статистически независимыми и характеризуют максимальную изменчивость всех показателей⁴.

Исходная информация

В качестве исходной информации для построения модели использовались данные месячных отчетов об исполнении бюджета субъектов Российской Федерации⁵, данные Госкомстата⁶ и рыночные данные⁷ девятнадцати субъектов за период с августа 2003 года

³ По положениям ФКЦБ все открытые компании обязаны своевременно публиковать в средствах массовой информации отчеты о своем финансовом состоянии

⁴ Колоколова О. В., Помазанов М. В. Разработка формулы вероятности банкротства компании на базе показателей бухгалтерской отчетности // Оперативное управление и стратегический менеджмент в коммерческом банке. 2004. № 6. С. 65—84.

⁵ Данные получены из открытых источников (например, с сервера Федерального Казначейства России <http://www.roskazna.ru/>)

⁶ Федеральная служба государственной статистики, <http://www.gks.ru/>

⁷ Временные ряды котировок и доходностей облигаций брались с открытой базы данных, размещенной на сервере <http://www.cbonds.info/ru/rus/>

по сентябрь 2005 года. Критерием отбора субъектов Российской Федерации служило наличие котируемых на рынке облигаций, а также наличие данных, необходимых для определения финансовых и экономических показателей. Финансовые показатели брались в годовом выражении. Мощность полученной выборки для каждого показателя составила 360 точек.

Общий вид выражения

Общий вид выражения для вычисления вероятности банкротства (PD) имеет вид:

$$PD = F(FR_1, \dots, FR_2) \quad (1)$$

Базовая вероятность дефолта определяется только значениями входных финансовых и экономических показателей.

Ниже дается пояснение к процессу вычисления и подготовки входных данных, являющихся аргументами данной формулы. На основании поведения соответствующих аргументов и соответствия решения наблюдаемым историческим данным рыночных эквивалентов PD (премии за риск), предлагается окончательный вид выражения для вычисления вероятности банкротства.

Стандартизация финансовых и экономических показателей

Прежде чем использовать финансовые показатели в расчетах они стандартизируются относительно средних по оцениваемой группе с учетом их статистического распределения. Это необходимо сделать для того, чтобы иметь возможность наложить их на одну весовую шкалу в линейных комбинациях с безразмерными параметрами.

В Таблице 2.1 приведены средние значения и стандартные отклонения финансовых и экономических показателей, рассчитанные стандартным образом по имеющейся выборке:

Таблица 2.1

Средние значения и стандартные отклонения финансовых и экономических показателей

	FR_1	FR_2	FR_3	FR_4	FR_5	FR_6	FR_7
$E[FR_i]$	0.31	0.009	0.78	0.33	0.62	10.19	3.75
$V[FR_i]^{1/2}$	0.16	0.088	0.14	0.12	0.08	0.60	0.19

Подготовка входных данных начинается с приведения всех входных FR к стандартному диапазону [0,1] с использованием функций стандартизации.

Выделение главных компонент

Несколько коэффициентов корреляции из матрицы $X'X$ стандартизованных финансовых и экономических показателей, заданных выборкой X , представлены в Таблице 2.2. Видно, что между некоторыми наблюдается существенная корреляция.

Таблица 2.2

Коэффициенты корреляции

	X_1	X_2	X_3	...	X_7
X_1	1.00				
X_2	-0.69	1.00			
X_3	-0.59	0.59	1.00		
X_4	-0.08	0.26	0.15	...	
X_5	-0.47	0.20	0.21	...	
X_6	-0.52	0.42	0.73	...	
X_7	-0.29	0.23	0.56	...	1.00

В Таблице 2.3 приведены собственные значения матрицы корреляции. Видно, что в основном эффект корреляции можно объяснить первыми несколькими компонентами, построенными на собственных векторах.

Таблица 2.3

Собственные значения матрицы $X'X$

	Собственные значения
1	3.25
2	1.56
3	0.91
4	0.43
5	0.41
6	0.23
7	0.17

Для построения главных компонент (независимых линейных комбинаций финансовых и экономических показателей) можно взять первые два собственных вектора, соответствующие первым двум собственным числам матрицы:

$$Y_1 = \sum_{i=1}^7 X_i \cdot S_1^i$$

$$Y_2 = \sum_{i=1}^7 X_i \cdot S_2^i$$

S_k^i – коэффициенты, вычисленные по калибровочной базе. Коэффициенты являются координатами собственных векторов матрицы корреляции с максимальными собственными значениями.

Построение PD(FR)

Регрессионная форма выбирается линейной для двух главных компонент:

$$Q = B_1 + B_2 \cdot Y_1 + B_3 \cdot Y_2$$

B_k – регрессионные коэффициенты, зависящие от PD-формы, которые вычисляются из условия наилучшего согласования спрэдов и PD(Q) для субъектов, входивших в калибровочную базу. Вероятность дефолта PD(Q), как функция от финансовых и экономических показателей, выбирается в логит-пробитном параметрическом виде, который находится в наилучшем согласии спрэдов дефолта и PD(Q) для субъектов, входивших в калибровочную базу.

Формирование правых частей

Модель калибровалась на спрэды (на спрэды дефолта) облигаций субъектов Российской Федерации. Спрэд доходности – разница между доходностью облигаций субъекта и спот-доходностью группы безрисковых облигаций.

В качестве группы безрисковых облигаций были выбраны облигации Мосгорзайма по причине их высокой ликвидности, строго рыночного размещения и соответствия доходности страновому и валютному риску.

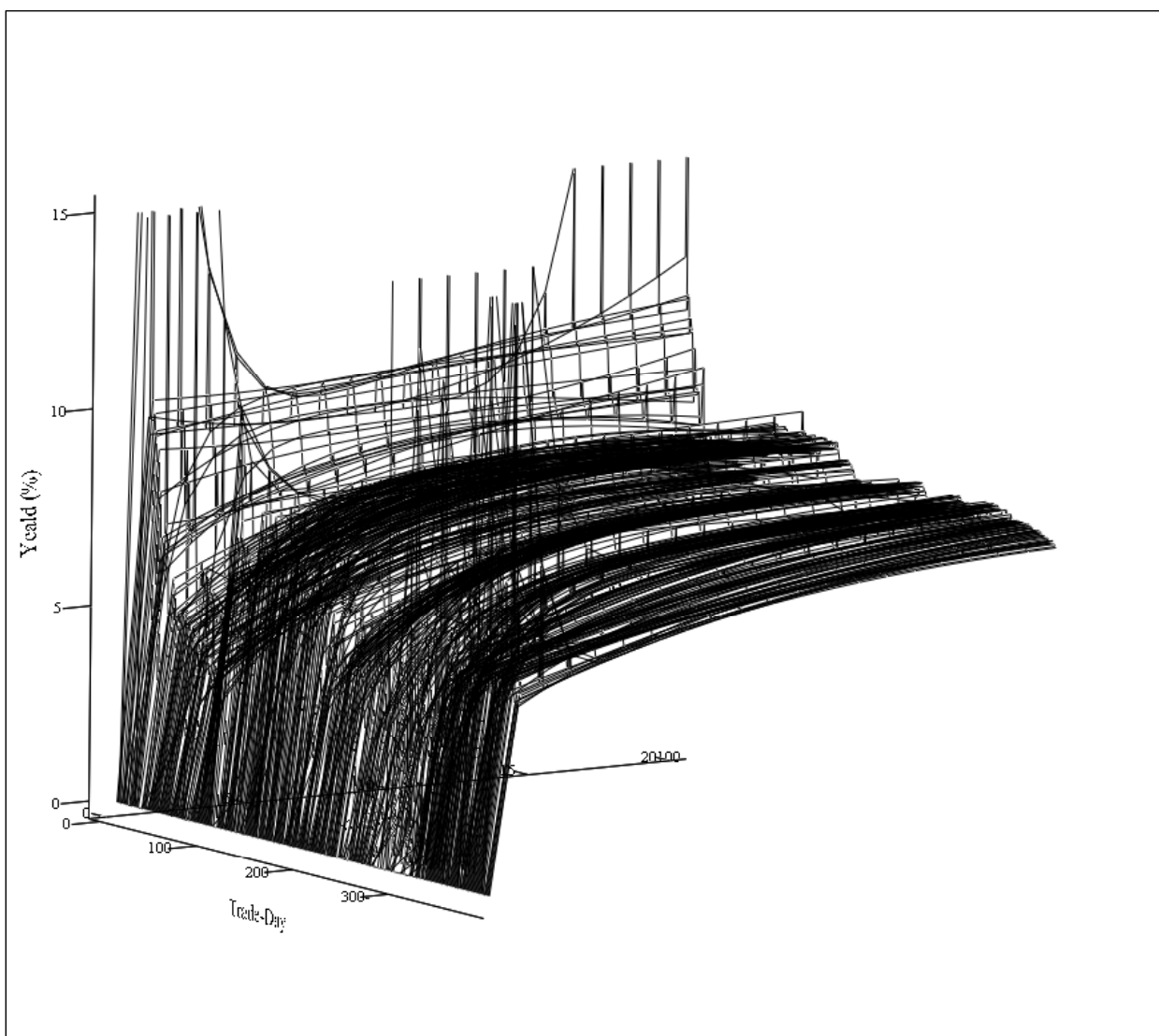
Кривая спот-доходности была рассчитана с использованием метода Нельсона-Сигеля⁸. Коэффициенты кривой калибровались так, чтобы наилучшим образом

⁸ Nelson, C.R. and Siegel, A.F. (1987), Parsimonious modelling of yield curves, //Journal of Business, 60 (4), 473-489.

приближать кривую доходности к точкам плоскости дюрация-доходность для базовых облигаций.

База данных котировок и расчетов дюрация-доходность бралась с открытой базы, представленной на сайте www.cbonds.ru. В ней присутствуют надежные данные начиная с 2003 года, для калибровки коэффициентов кривой Нельсона-Сигеля выбирались те дни, для которых в торгах участвовали 6 и более облигаций с разной дюрацией (сроком погашения).

Удалось рассчитать кривые на торговые дни промежутка дат (5.09.2003 – 01.09.2005). На рисунке 1 представлена совокупность расчетных кривых.



YLD

Рис. 1. Кривые спот-доходности за каждый торговый день периода 5.09.2003 – 01.09.2005.

Для расчета спрэдов доходности отбирались только те облигации, дюрация которых составляла более полугода. Если у субъекта на одну дату были данные по нескольким облигациям, то выбирались котировки той облигации, у которой дюрация была наибольшей. Спрэды усреднялись за месяц при условии наличия в этом месяце хотя бы 3 дней торгов с вычисленными спрэдами. Если средний спрэд получался отрицательным (2 раза у Санкт-Петербурга), то он полагался равным нулю.

Кроме калибровки на спрэды, была проведена калибровка на части спрэдов (спрэды дефолта), соответствующие премии за риск дефолта эмитента.

О спредах дефолта⁹

Сам спред 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 спред между свободной от риска ставкой (ожидаемой по рынку) и доходностью Treasuries (последняя чуть ниже, чем свободная от риска ставка¹⁰). Для решения «проблемы правых частей» с использованием спредов необходимо научиться выделять ту долю спреда, которая отвечает за дефолт.

Оказывается, что сопоставляя данные о спредах и рейтингах (с известными PD или премиями за дефолт) удастся построить параметрическую зависимость спреда дефолта $P(S)$ от спреда S . Зависимость получается в виде

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

Вид зависимости с большой точностью подтверждается на данных статистики рейтинг (Moody's, S&P) – средний спред по развитым странам. Параметры γ , S_{\max} определяются рынком облигаций. Параметр γ отвечает за вогнутость кривой (он больше единицы). Параметр S_{\max} означает предельный спред, начиная с которого покупатель облигации уже рискует больше, чем может покрыть спред на данном долговом рынке, т. е. очень высокодоходные облигации со спредом больше чем S_{\max} будут иметь отрицательную экстра-премию (рис.2).

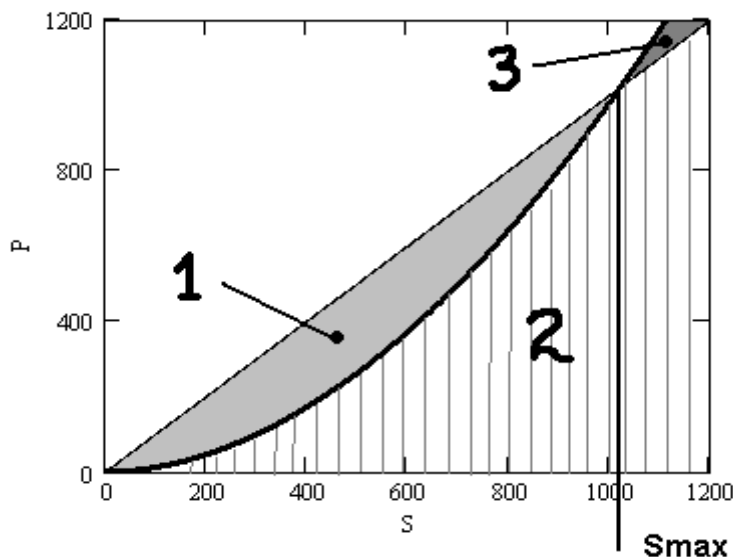


Рис. 2. Зависимость спреда дефолта от спреда.

⁹ Помазанов М.В.(2006), От спредов к дефолтам.// Рынок ценных бумаг., №1, (в печати)

¹⁰ 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

Для российского рынка облигаций удается определить параметр γ , он, оказывается, имеет порядок 1.5-1.7, параметр S_{\max} можно определить из статистики дефолтов, которая пока не достаточна для субъектов.

Согласованность модели с рынком

Ниже в Таблице 2.4 приведены средние по базе значения вероятностей банкротств, полученных с использованием формулы (FORMULA) после калибровки на спрэды (спрэды дефолта), а также средне-квадратичные отклонения. Средние сопоставляются с исходными значениями «правых частей» (MARKET) и дана их корреляция.

Таблица 2.4

Характеристика	FORMULA	MARKET
Среднее PD	2.81%	2.83%
Среднее отклонение PD	0.93%	1.28%
Корреляция	68.2%	1

Высокое, по исходной базе, значение коэффициента корреляции между значением вероятности банкротства (спрэда дефолта), вычисленным по формуле, и рыночным значением показывает, что удается выделить существенную часть зависимости. Это можно продемонстрировать и визуальнo рис.3.

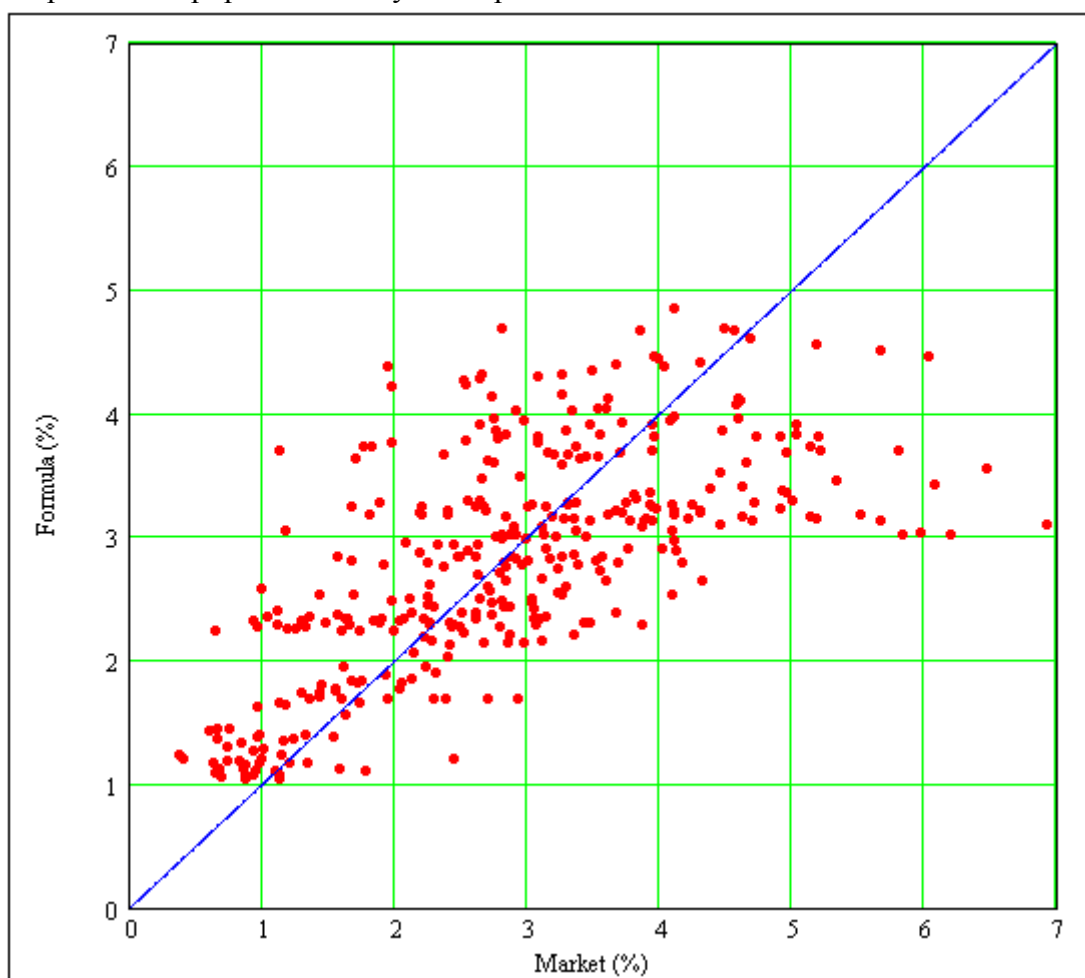


Рис. 3. Визуальное сопоставление спрэдов и расчетов по финансово-экономическим показателям

Точками на следующем графике являются субъекты с разными месяцами расчета среднего спрэда. По оси ОУ откладывается значение PD, рассчитанное по финансовым и

экономическим показателям, по оси ОХ – соответствующий кредитный спрэд. Идеальной является ситуация, когда все точки ложатся на прямую «у=х», однако в реальности такое невозможно. Но, чем ближе точки к прямой «у=х», тем лучше качество получившейся формулы. Однако, отклонение от идеала естественно связано с влиянием дополнительных качественных факторов, характеризующих кредитоспособность субъекта и особенности размещения его облигаций на рынке, влияющих на рыночные спрэды, но которые невозможно учесть используя только финансовые и экономические показатели.

В разработанной модели не нарушается принцип экономической непротиворечивости, который заключается в том, что ухудшение хорошего показателя должно приводить к росту PD и наоборот. Коэффициенты эластичности¹¹ вероятности банкротства по отношению государственного долга к собственным доходам бюджета (FR_1) и по отношению средств, направляемых в бюджеты других уровней, к расходам (FR_4) получились положительными, то есть при увеличении данных показателей вероятность банкротства возрастает. По остальным показателям (отношение дефицита к доходам бюджета (FR_2), доля собственных доходов в общем объеме доходов (FR_3), доля прибыльных предприятий в общем количестве зарегистрированных на территории региона (FR_5), сальдо прибылей и убытков предприятий (FR_6), денежные доходы населения в расчете на одного жителя (FR_7)) коэффициенты эластичности вероятности банкротства получились отрицательными, то есть при увеличении этих показателей вероятность банкротства уменьшается.

В Таблице 2.5 приведены значения коэффициентов эластичности вероятности банкротства по финансовым и экономическим показателям, рассчитанные для средних значений FR .

Таблица 2.5

Показатели эластичности по FR , используемым для расчета PD .

	Коэффициент эластичности
FR_1	0.114
FR_2	-0.107
FR_3	-0.093
FR_4	0.051
FR_5	-0.128
FR_6	-0.125
FR_7	-0.048

Знаки эластичностей вероятности дефолта по финансовым и экономическим показателям свидетельствуют об экономической оправданности и монотонности показателей, входящих в формулу. Тем самым подтверждается гипотеза, что рынок «в среднем» правильно оценивает финансовые и экономические показатели, наиболее полно характеризующие кредитоспособность государственного субъекта, то есть в целом эффективен.

Примеры расчета

¹¹ Коэффициенты эластичности рассчитываются стандартным образом по формуле $E_{\hat{PD}}^{FR_j} = \frac{\partial \hat{PD}}{\hat{PD}} / \frac{\partial FR_j}{V[FR_j]^{1/2}}$

В Таблице 2.6 для некоторых субъектов Российской Федерации, включенных в калибровочную базу, приведены рассчитанные по формуле значения вероятности дефолта и спрэды.

Таблица 2.6

Сравнение прогнозных и рыночных значений вероятности банкротства

Название субъекта	PD, %	Спрэд, %	Месяц
Санкт-Петербург	1.10	0.95	дек. 2004
Московская область	2.19	2.21	дек. 2003
Нижегородская область	2.79	3.68	дек. 2004
Краснодарский край	2.22	2.51	дек. 2004
Ханты-Мансийский АО	1.45	0.74	дек. 2003
Красноярский край	2.21	2.87	дек. 2004

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном выше исследовании рассматривался вопрос о возможности построения модели для оценки вероятности банкротства субъектов Российской Федерации по данным отчетов об исполнении бюджета и данным Госкомстата.

Построенная регрессионно-параметрическая модель оценки вероятности банкротства субъекта РФ, согласованная со спрэдами облигаций, выделяет достаточно существенную часть зависимости между спрэдами (спрэдами дефолта) и финансово-экономическими показателями. Поскольку на входе ее не используются данные открытых долговых инструментов, такую модель можно распространить на все субъекты, особенно на те, у которых нет котируемых рыночных инструментов.

В основе разработанной модели лежит принцип главных компонент. Полагается, что вероятность банкротства региона зависит от финансовых показателей не независимо, а через совокупность их независимых линейных комбинаций. Такой подход позволяет реализовать на практике принцип компенсации и взаимозаменяемости финансовых показателей: ухудшение одних показателей может быть скомпенсировано улучшением других, что в целом не приведет к изменению вероятности банкротства субъекта.

С помощью модели, откалиброванной на спрэды облигаций субъектов, можно оценить средне-ожидаемый спрэд. Модель, откалиброванная на части спрэдов, соответствующие премии за риск дефолта эмитента, можно применять для оценки вероятности банкротства субъектов.

Предложенную модель можно улучшить путем увеличения мощности калибровочной базы.

Остается открытой задача разработки наиболее эффективной качественной экспертной оценки, которая будет уточнять базовую вероятность банкротства. Качественная экспертиза должна включать в себя оценку политической ситуации в регионе, структуры администрации, демографической ситуации, социальной сферы, экономического положения, структуры государственного долга и других факторов.

Авторы выражают признательность сотрудникам EGAR Technology за глубокий интерес к проблематике статьи и поддержку в работе.