**Национальный исследовательский университет**

**Высшая школа экономики**

**Факультет экономики**

**Магистерская программа**

**"Финансы"**

**Направление «Финансы и кредит»**

**Кафедра**

**фондового рынка и рынка инвестиций**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

***на тему: «Оценка кредитного риска корпоративных заемщиков (на примере публичных компаний)»***

**Выполнил**

**Студент группы № 71Ф**

**Кузьмин А.С.**

**Научный руководитель**

**профессор, Берзон Н. И.**

**Москва 2014**

**Аннотация**

Магистерская диссертация посвящена анализу моделей оценки кредитного риска публичных компаний и определению факторов, влияющих на вероятность дефолта. В исследовании использовались рыночные и фундаментальные данные эмитентов Московской биржи за период с 2007 по 2014 годы. Рассмотрены основные модели оценки вероятности дефолта: модели на основе финансовой отчетности, структурные и модели сокращенных форм. С учетом отсутствия статистики дефолтов российских публичных компаний в работе предложен адаптированный подход с применением предпосылок модели Мертона и моделей на основе финансовой отчетности для выявления наиболее значимых факторов, определяющих уровень вероятности дефолта. Получена модель бинарной классификации публичных заемщиков на компании с высоким и низким риском дефолта.

**Abstract**

This paper is dedicated to analyzing major credit risk models applicable to public companies and to determining factors effecting their probability of default. Market and financial data on issuers traded on Moscow Exchange for the period from 2007 to 2014 is used. Three major approaches to estimating probability of default examined: reduced-form, structural and fundamental data models. Taking into account the absence of a default statistics for the Russian public companies a tailored approach to applying the Merton model and fundamental models was proposed. As a result a binary model for classifying companies as those with high risk or low risk of default has been developed.

Содержание

[Введение 5](#_Toc389390319)

[Глава 1 Определение кредитного риска и параметры оценки 8](#_Toc389390320)

[1.1 Кредитный риск и область применения 8](#_Toc389390321)

[1.2 Параметры оценки кредитного риска 9](#_Toc389390322)

[Глава 2 Модели оценки вероятности дефолта компаний 11](#_Toc389390323)

[2.1 Модели сокращенных форм 14](#_Toc389390324)

[2.2 Модели с использованием финансовой отчетности 17](#_Toc389390325)

[2.2.1 Модель Альтмана 17](#_Toc389390326)

[2.2.2 Логит-модели Ольсона и CHS-модель 21](#_Toc389390327)

[2.3 Ограничения моделей с множеством переменных 24](#_Toc389390328)

[2.4 Структурные методы оценки вероятности дефолта 24](#_Toc389390329)

[2.4.1 Модель Мертона и ее развитие 25](#_Toc389390330)

[2.4.2 Достоинства и недостатки структурных моделей 32](#_Toc389390331)

[2.4.3 Структурная модель Moody’s KMV 33](#_Toc389390332)

[2.4.4 Оценка ненаблюдаемых величин: рыночная стоимость и риск активов 39](#_Toc389390333)

[2.4.5 Сравнение моделей в различных исследованиях 42](#_Toc389390334)

[Глава 3 Модель оценки вероятности дефолта российских публичных компаний 44](#_Toc389390335)

[3.1 Методика исследования на российском рынке публичных компаний 44](#_Toc389390336)

[3.2 Анализ данных и построение модели 47](#_Toc389390337)

[3.2.1 Создание базы «подразумеваемых дефолтов» 47](#_Toc389390338)

[3.2.2 Логит-модели оценки вероятности дефолта 53](#_Toc389390339)

[Библиографический список 66](#_Toc389390340)

[Приложение 1. Список компаний, попавших в конечную выборку 69](#_Toc389390341)

[Приложение 2. Корреляция между наборами параметров 72](#_Toc389390342)

[Приложение 3. Доля дефолтов на даты, полученная по результатам моделирования 73](#_Toc389390343)

[Приложение 4. Сравнение моделей оценки PD 74](#_Toc389390344)

# Введение

 Начиная с 1980-х годов, мир увидел взрывной рост финансовых активов, что стало следствием глобализации финансовых потоков. Согласно данным компании McKinsey [1] с 1980 по 2008 год в США их объем увеличился со 194% ВВП до 392% (увеличение на 198 п.п., рисунок 1), при том что рост за предыдущие 80 лет составил лишь 93 п.п. Значительно увеличилась глубина финансового рынка, сложность его инструментов, трансграничных связей. При этом во многих странах можно было наблюдать дерегулирование финансового рынка, практики риск-менеджмента в банках и других финансовых учреждениях не развивались. Одновременно, в 1980-1990-х прошла целая череда экономических кризисов, что сопровождалось множеством дефолтов и огромными потерями кредиторов. Причиной во многом были слабый контроль качества активов, отсутствие систем предупреждения и эффективных методов оценки рисков, что потребовало от банковских регуляторов разработки мер по предотвращению подобных ситуаций в будущем.



Рисунок 1. Рост финансовых активов резко ускорился с 1980-х годов

Источник: исследование McKinsey [1]

 Следствием данных процессов стала подготовка документа, опубликованного Базельским комитетом по банковскому надзору в 1997 году: «Основополагающие принципы эффективного банковского надзора» [2]. Согласно этому документу главным финансовым риском, с которым сталкиваются финансовые институты, назван кредитный риск. Развитие эффективных политик риск-менеджмента, моделей оценки качества кредитного портфеля и отдельных заемщиков стало приоритетом для регуляторов всего мира. В 2004 году был принят документ «New Basel Capital Accord» [3], который поощряет банки строить внутренние системы оценки рисков, так называемый IRB-подход (Internal Rating Based). В конце 2012 года ЦБ РФ опубликовал письмо № 192-T [4], в котором описываются основные требования и рекомендации к расчету кредитного риска согласно документам «Базеля II».

 Главными драйверами развития практик оценки кредитного риска за последние 30 лет являются:

* 1. Значительный рост долгового рынка
	2. Появление новых финансовых инструментов – кредитных производных инструментов
	3. Развитие рынка мусорных облигаций (junk bonds)
	4. Увеличение конкуренции на рынке корпоративного финансирования, как следствие – снижение рентабельности банков и необходимость более качественного управления портфелями.

 **Актуальность данной проблемы** вновь вышла на первый план во время последнего мирового кризиса 2008 года. Проблемы, начавшиеся в финансовом секторе, негативно отразились на росте реальной экономики, ценах активов, уровне безработицы, дефолтов и банкротств компаний. Последствия этого кризиса не преодолены до сих пор, что остается актуальным для России в связи с наметившимся в 2013 году снижением темпов роста экономики, переходу к стагнации в 2014 г.и риском существенного ухудшения финансового состояния крупнейших компаний.

 **Предметом исследования** является выявление наиболее значимых факторов для оценки вероятности дефолта, как основной метрики кредитного риска.

 **Объект оценки** – российские публичные компании, акции которых торгуются на Московской бирже.

 **Цели и задачи работы** – изучить методы оценки вероятности дефолта корпоративных заемщиков и возможности их применения, оценить наиболее значимые факторы с точки зрения влияния на вероятность дефолта для публичных компаний.

 **Данные для исследования** включают рыночные данные и финансовую отчетность компаний за период с 1 квартала 2007 по 1 квартал 2014 года по более чем 100 компаниям.

 **Новизна данной работы** заключается в том, что это первое исследование о российском рынке, известное автору, в котором будет использовано сочетание предпосылок структурных моделей и моделей, основанных на финансовой отчетности, для получения модели оценки вероятности дефолта публичных компаний.

# Глава 1 Определение кредитного риска и параметры оценки

# Кредитный риск и область применения

Кредитный риск – это риск изменения кредитного качества контрагента или эмитента. Несколько иное часто встречающееся определение: «Кредитный риск – риск понести потери в результате неспособности заемщика или эмитента обслуживать долг».

Таким образом можно выделить две основные составляющие кредитного риска:

1. Риск дефолта, т.е. неплатежа по любой запланированной плате (как по процентам/купону, так и по основному долгу)

2. Риск изменения стоимости актива в результате изменения оценки рынком будущего развития событий для эмитента долга

Кредитоспособность заемщика влияет на решение о предоставлении займа, стоимость заемного капитала, кредитный спрэд, цены кредитных производных инструментов. Определение вероятности дефолта заемщика – фундаментальная проблема в торговле кредитными деривативами и управлении портфелем активов.

Кредитный риск составляет большую часть рисков, которые несут в себе как ссудные портфели банков, так и портфели корпоративных облигаций. В результате, возможности качественного моделирования кредитного риска очень важны для эффективного управления портфелями инвестиций.

Событием, попадающим под определение кредитного риск-события, в общем случае является нарушение любого из условий (ковенант) предоставления долга. В законодательстве РФ условиями дефолта являются просрочка по возврату основного долга либо процентов, при этом кредитор может установить в договоре и другие условия, например, нарушение заёмщиком определенных финансовых показателей. Для исключения случайных «технических» дефолтов, как правило, считается, что заемщик допустил дефолт по своим обязательствам при просрочке более 90 дней.

Суммируя, можно сказать, что кредитный риск присутствует во всех сделках [5], у которых:

1. могут быть потери, связанные с дефолтом либо снижением кредитоспособности партнера
2. присутствуют отношения
	1. кредитор-заемщик (дебитор)
	2. поставщик (исполнитель) – заказчик
	3. лизингодатель – лизингополучатель
	4. страховщик – страхователь финансовых рисков

# Параметры оценки кредитного риска

Для количественной оценки кредитного риска заемщиков все современные методы, включая IRB-подход, используются следующие метрики:

1. Вероятность дефолта (Probability of Default – PD) в течение выбранного горизонта времени (например, 1, 3, 5 лет). Вероятность дефолта означает вероятность того, что эмитент понесет дефолт, т.е. не сможет выполнить свои контрактные обязательства по выплате долга. Обычно рассчитывается на горизонте одного года.
2. Потери при дефолте (Loss Given Default – LGD) – доля кредитного требования, которую потеряет кредитор/инвестор в случае дефолта. Дополнительной характеристикой выделяют также ставку восстановления при дефолте (Recovery Rate – RR), которая равна (1 – LGD).

На LGD/RR влияет старшинство обязательства, по которому произошел дефолт, а также наличие и качество обеспечения.

1. Сумма требования под риском (Exposure at Default – EAD) – оценочная сумма долга на момент дефолта. Применительно к облигациям, EAD – непогашенная номинальная стоимость облигации, применительно к ссудам – непогашенная часть основного долга.
2. Эффективный срок до погашения (Effective Maturity – M) – длительность кредитного требования.

В качестве отдельных факторов выделяют также:

1. Вероятность миграции рейтингов – это величины, характеризующие на сколько улучшилось или ухудшилось кредитное качество эмитента в терминах изменения вероятности дефолта. Применительно к облигациям этот факт отражается в спрэде между доходностью облигации и соответствующей безрисковой ставкой.
2. Иногда, как дополнительный фактор, влияющий на итоговую оценку риска, выделяется «Групповая принадлежность заемщиков» [5]

Конечная цель количественной оценки рисков заключается в расчете ожидаемых и непредвиденных потерь, которые могут возникнуть на заданном временном горизонте с определенной вероятностью. Для этого финансовые организации используют различные рейтинговые модели. Главной функцией таких систем является разделение заемщиков по степени риска относительно друг друга и в абсолютном выражении. В результате модели оценки кредитного риска в основном направлены на расчет именно вероятности дефолта как доминантного показателя неопределенности при принятии решений о покупке долгового инструмента.

Наиболее распространенные подходы к оценке PD включают: фундаментальный анализ, статистические модели, структурные модели, риск-нейтральный подход. Ни один из них не является универсальным, особенно когда речь идет о суверенном долге, финансовых компаниях, частных фирмах и муниципальных образованиях. В следующей главе будут рассмотрены наиболее часто используемые модели оценки PD для публичных компаний.

# Глава 2 Модели оценки вероятности дефолта компаний

Большая часть методов и моделей оценки кредитного риска компаний разработаны западными банками на основе собственных исследований, а также работ известных экономистов. Для выполнения требований Базель II банки европейских и некоторых других стран мира должны внедрить у себя одну из моделей оценки: это может быть стандартизированный подход (основан на использовании внешних рейтингов) и IRB-подход (internal rating based) – на основе внутренних кредитных рейтингов.

Применительно к российской практике использование стандартизированного подхода затруднено, поскольку большинство российских компаний не имеет присвоенного рейтинга одного из рейтинговых агентств.

В рамках IRB-подхода выделяют фундаментальный и продвинутый варианты:

1. При фундаментальном варианте финансовый институт должен рассчитывать только вероятность дефолта заемщика, как основной показатель кредитного риска
2. В продвинутом подходе банк должен оценивать все параметры кредитного риска

Подходы к определению PD можно разделить на две большие категории (рисунок 2):

1. Рыночные модели, основанные на использование цен акций, облигаций и других инструментов
2. Модели на основе фундаментальных данных. Такие модели могут включать в себя как данные бухгалтерской отчетности, так и качественные показатели компаний, макроэкономические индикаторы.

Часто отдельно выделяют также модели на основе рейтингов агентств, но сами эти рейтинги получены на основе данных, перечисленных выше.

Все модели, используемые на практике, в конечном итоге опираются на имеющуюся базу дефолтов/иных кредитных событий по компаниям, которая используется, по крайней мере, для калибровки моделей в соответствие с реальными данными (рыночные модели). В случае с фундаментальными моделями наличие такой базы является обязательным.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Рыночные модели** | Модели сокращенных форм | **Гибридные модели** | База дефолтов по корзинам эмитентов/заемщиков с одним рейтингом |
| Структурные модели |
| **Модели на основе фундаментальных данных** | Макроэкономические показатели |
| Финансовая отчетность |
| Качественные показатели бизнеса |
| Рейтинги агентств |

Рисунок 2. Классификация моделей оценки PD

Рыночные делят на структурные модели (structural models) и модели сокращенных форм (reduced-form models). Принципиальное отличие заключается в том, что структурные модели учитывают взаимосвязи между параметрами компании и вероятностью дефолта; модели сокращенных форм не интересуют причинно-следственные связи, вызвавшие дефолт.

В качестве инструментов реализации моделей используют:

1. линейные регрессии – в этом случае рассчитывается индекс, который соотносится с вероятностью дефолта и рейтингом
2. логистические и пробит-регрессии в случае, когда модель строится для бинарной выходной переменной «наличия/отсутствия дефолта»
3. нейронные сети, модели нечетких множеств – позволяют найти скрытые взаимосвязи между параметрами

На рынке коммерческих решений сегодня доминирует пять моделей оценки кредитного риска: CreditMetrics (J.P. Morgan), Credit Portfolio View (McKinsey’s), the CreditRisk+ (Credit Suisse), Moody’s KMV и Kamakura Risk Management. В таблице 1 перечислены различные коммерческие модели и исходные данные, которые они используют.

Таблица 1. Модели оценки вероятности дефолта

|  |  |
| --- | --- |
| **Исходные данные** | **Модели** |
| **Исторические данные** | S&P – CreditProTM |
| Moody’s Credit Research Database |
| Fitch Risk Management Loan Loss Database |
| Исследование Альтмана о «смертности» компаний |
| **Финансовая отчетность** | Z-модель Альтмана (позднее Zeta Services) |
| O-модель Олсона |
| S&P CreditModelTM |
| IQ Financial’s Default FilterTM |
| Fitch Risk Management CRS |
| Moody’s RiskCalcTM для частных компаний |
| CreditSights’ BondScoreTM |
| KMV’s Private Firm Model |
| **Рыночные данные (стоимость акций)** | KMV Credit Monitor |
| Moody’s RiskCalc для публичных компаний |
| **Кривые доходностей облигаций** | Kamakura KRM-cr |
| Savvysoft’s FreeCreditDerivatives.com |

# 2.1 Модели сокращенных форм

Модели сокращенных форм (RF-модели) относятся к рыночным и для определения PD используют данные о кредитных спрэдах и ценах инструментов.

В отличие от моделей структурных форм, они не имеют условие для дефолта, зависимое от стоимости компании. RF-модели предполагают, что у компании динамические и независимые PD и RR, причем последнее – экзогенная переменная. PD никогда не равна нулю и дефолт наступает под действием внешней случайной переменной, когда эта переменная пересекает некоторую границу. Эти модели трактуют дефолты как непредсказуемые пуассоновские события, т.е. внезапные события, происходящие «прыжком». Параметр интенсивности возникновения событий-дефолтов называют «интенсивностью дефолтов» (Default Frequency) и означает условную вероятность дефолта в единицу времени при условии, что компания ранее не была в дефолт.

Модели этого типа пытаются соотнести вероятности дефолта с временной структурой процентных спрэдов между корпоративными и безрисковыми облигациями. Кредитный спрэд – это компенсация за риск дефолта, заложенная в спрэд между доходностью рисковой и безрисковой облигаций (рисунок 3).

Первые варианты такого подхода были представлены Джонкартом (Jonkhart, 1979) [6], затем Ибеном и Литерманом (Iben and Litterman, 1989) [7]. Эти модели рассчитывают форвардные ставки на безрисковые и корпоративные облигации и используют их для оценки вероятности дефолта в будущем.



Спрэд со ставкой LIBOR

Спрэд с казначейской облигацией США

Рисунок 3. Спреды между рисковыми и безрисковыми облигациями (значения приведены исключительно для иллюстрации)

Подход основывается на следующих предположениях:

1. Теория ожидания процентных ставок
2. Малые транзакционные издержки
3. Отсутствие встроенных опционов
4. Для облигаций может быть построена процентная кривая

Другие варианты модели могут включать эффекты от риска изменения процентных ставок, рыночного риска (например, в работах Гренадьера и Холла (Grenadier and Hall, 1995) [8], Лонгстаффа и Швартца (Longstaff and Schwartz, 1993) [9], Даса и Туфано (Das and Tufano, 1996) [10].

В 1995 году Джерроу (Jarrow) и Турмбал (Turmbull) [11] опубликовали модель оценки кредитного риска, который получает PD из спрэда долговых обязательств компании.

Однако в реальности спрэд также должен включать премию за ликвидность: за менее ликвидные активы инвесторы будут требовать бо̀льшую премию; также в спрэд могут быть включены и другие параметры:

Спрэд облигации = премия за риск дефолта + премия за ликвидность + ???

Тем не менее, обычно принимают, что весь спрэд – это премия за имеющийся кредитный риск (риск дефолта). Тогда можно интерпретировать разницу в доходности (либо цене) корпоративной облигации и эквивалентной безрисковой облигации как компенсацию за риск дефолта:



Вероятность дефолта, полученную с помощью таких моделей называют «нейтральными к риску».

Стоимость однолетней бескупонной корпоративной облигации можно представить в виде:



где q – вероятность дефолта.

Цену бескупонной безрисковой облигации можно выразить следующим образом:

 

Тогда цена бескупонной облигации, несущей риск:

  (

где s – спрэд.

Используя полученные выражения можно показать, что вероятность дефолта: 

 Модель Джерроу-Турмбала и ее модификации активно используются для оценки риска, однако вероятности, полученные таким путем, обычно не используют в риск-менеджменте, поскольку они также содержат премию за ликвидность. К тому же, в данной модели необходимо отдельно оценивать коэффициент RR возврата в случае дефолта, что само по себе является нетривиальной задачей.

# 2.2 Модели с использованием финансовой отчетности

# 2.2.1 Модель Альтмана

Первой известной моделью оценки риска дефолта компании стала Z-модель Альтмана (Altman, 1968) [12]. Она, как и ее модификации, относится к моделям, основанным на данных финансовой отчетности и рыночных показателях компании.

Первоначальная спецификация модели выглядела следующим образом:

 

где Х1 = Рабочий капитал/Активы (WC/TA)

Х2= Нераспределенная прибыль/Активы (RE/TA)

Х3 = EBIT/Активы (EBIT/TA)

X4= Рыночная капитализация/Балансовая стоимость обязательств (MVE /TL)

Х5 = Выручка/Активы (Revenue/TA)

Z –значение индекса

Параметры Х1-Х5 – выражены в долях единицы.

Экономический смысл, определяющий выбор коэффициентов, помимо их статистической значимости, состоит в следующем:

1. X1 (WC/TA) – компании, переживающие постоянные операционные потери, будут иметь уменьшающуюся долю оборотного капитала к активам.
2. Х2 (RE/TA) – отражает рычаг компании. Фирмы с высоким значением коэффициента финансируют свои активы за счет собственной прибыли, а не привлечения долга. Неявным образом этот показатель также отражает возраст компании: более молодые компании, скорее всего, будут иметь низкий уровень RE/TA и они же, как показывает практика, чаще проходят процедуру банкротства по сравнению со старыми компаниями.
3. X3 (EBIT/TA) – отражает реальную отдачу от активов фирмы, независимо от налогового фактора и рычага компании. Исследование показало, что этот коэффициент лучше других показателей рентабельности отражает способность фирмы продолжать свою деятельность.
4. X4 (MVE/TL), MWE – рыночная стоимость обычных и привилегированных акций. Данный коэффициент показывает насколько может упасть стоимость компании (EV) до того, как стоимость обязательств превысит стоимость активов, и компания станет неплатежеспособной.
5. X5 (Revenue/TA) – оборачиваемость активов – отражает общую способность активов генерировать выручку.

 В таблице 2 приведены средние значения компаний без/с дефолтом.

Таблица 2. Средние значения и F-статистика для параметров Z-модели[[1]](#footnote-1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **Среднее значение для компаний-дефолтов\*** | **Среднее значение для компаний без дефолта\*** | **F-статистика\*\*** |
| X1 = Рабочий капитал / Активы | -6,10% | 41,40% | 32,6 |
| X2 = Нераспределенная прибыль / Активы | -62,60% | 35,50% | 58,86 |
| X3 = EBIT/ Активы | -31,80% | 15,40% | 26,56 |
| X4 = Рыночная капитализация / Балансовая стоимость обязательств | 40,10% | 247,70% | 33,26 |
| X5 = Выручка / Активы | 1,5 | 1,9 | 2,84 |
| \*выборка из 33 компаний |
| \*\*F-статистика значима на уровне 0,001 для всех параметров, кроме оборачиваемости активов |

Одним из главных недостатков полученной Z-модели была маленькая выборка компаний – всего 33 фирмы. Несмотря на это модель обладает значительной предсказательной силой и показывает достаточно устойчивые значения в течение многих лет (таблица 3).

|  |
| --- |
| Таблица 3. Соответствие среднего Z-индекса и рейтингов облигаций S&P: S&P500, 1992 - 2005 [[2]](#footnote-2) |
| **Рейтинг** | **2004-2005** | **1996-2001** | **1992-1995** |
| AAA | 5,31 | 5,6 | 4,8 |
| AA | 4,99 | 4,73 | 4,15 |
| A | 4,22 | 3,74 | 3,87 |
| BBB | 3,37 | 2,81 | 2,75 |
| BB | 2,27 | 2,38 | 2,25 |
| B | 1,79 | 1,8 | 1,87 |
| CCC | 0,45 | 0,33 | 0,4 |
| D | -0,19 | -0,2 | 0,05 |

Модель Альтмана стала настолько популярной, что даже спустя десятилетия многие банки строят свои модели на основе этой формулы. Однако с течением времени Альтман пересмотрел модель, заменив рыночную капитализацию на балансовую стоимость собственного капитала [13]:

 

где Z’<1.23 – Зона «проблемных» компаний; Z’>2.9 – зона финансово-здоровых компаний; значения от 1.23 до 2.9 – «серая зона».

Одним из недостатков такой спецификации модели было наличие коэффициента оборачиваемости активов Х5: данный показатель очень сильно отличается от отрасли к отрасли. Для адаптации модели к компаниям из необрабатывающих секторов промышленности, Альтман предложил иную спецификацию [13]:

 

Такая правка позволила минимизировать эффект отраслевой принадлежности фирмы на итоговую оценку. Классификация результатов идентична результатам Z’-модели.

В последствии модель Альтмана еще не раз перерабатывалась как самим автором, так и частными компаниями. В результате были получены коммерческие спецификации модели, которые не раскрывают весовые коэффициенты для объясняющих переменных, в частности, Zeta Credit Risk Model (1977) с семью входными переменными:

1. Рентабельность активов (EBIT/TA)
2. Стабильность выручки – нормализированное стандартное отклонение 5-10 летнего тренда рентабельности активов
3. Обслуживание долга – log(EBIT/Interest Payments)
4. Прибыльность компании – RE/TA
5. Ликвидность – коэффициент текущей ликвидности (CA/CL)
6. Капитализация – Собственный капитал/Капитал фирмы. В числителе имеется в виду пятилетнее среднее значение рыночной капитализации; в знаменателе добавляются также ликвидационная стоимость привилегированных акций, долгосрочный долг и финансовый лизинг.
7. Размер – log(активы компании)

Еще одна коммерческая модель: Z-Metrics™ - разработана совместно RiskMetrics Group и Альтманом [14]. Z-Metrics – комбинация модели оценки рыночных рисков RiskMetrics и исследований Альтмана и Риджекена (Rijken) разработанная для оценки публичных и частных компаний любых размеров. Модель представляет собой скоринговую модель с логит-преобразованием, в которой индекс рассчитывается по следующей формуле:

 

где CSi,t – Z-Metrics индекс, β – веса, Xi,t – набор фундаментальных, рыночных и макроэкономических переменных на квартальной основе, εi,t – независимая нормально распределённая ошибка.

# 2.2.2 Логит-модели Ольсона и CHS-модель

О-модель

В 1980 г. Джеймс А. Ольсон (James A. Ohlson) опубликовал работу «Financial ratios and the probabilistic prediction of Bankruptcy» [15], в которой он описывает O-модель. В основе модели лежит абсолютно тот же подход, что и у Альтмана, однако он использует статистику по более чем 2000 компаниям, что в итоге дает более робастную модель с 9 переменными (табл. 4).

Таблица 4. Входные данные О-модели

|  |  |
| --- | --- |
| **Переменная** | **Описание** |
| Скорректированный размер компании – активы компании с учетом инфляции | AS = log(Активы/ВНП индекс), где ВНП индекс = (Номинальный ВНП/Реальный ВНП)\*100 |
| Финансовый рычаг | LM = Обязательства/Активы |
| Рабочий капитал – компания должна иметь достаточно ликвидности для оплаты текущих расходов | WCM = Рабочий капитал/Всего активов |
| Обратный коэффициент текущей ликвидности | ICR = Текущие обязательства/Оборотные активы |
| ROA – прибыльность компании, предполагается, что имеет отрицательные значения у близких к дефолту компаний | ROA = Чистая прибыль/Активы |
| Коррекция на рычаг компании | Бинарная переменная, равная 1, если обязательства превышают стоимость активов компании |
| Funds to Debt Ratio (FTDR) – **отражает способность компании обслуживать долг используя только операционную прибыль** | FTDR = FFO/ОбязательстваFFO(Funds from operations) = Прибыль до налогов + амортизация |
| Коррекция на ROA | Бинарная переменная, равная 1, если компания терпела убытки (отрицательная прибыль) последние 2 года |
| Изменения Чистой прибыли | CINI = (ЧП(t) - ЧП(t-1)) / (ЧП(t) + ЧП(t-1)) |

Ольсон использовал данные по 2000 промышленным компаниям за период 1970-1976 гг., которые торговались на бирже хотя бы 3 года, и из которых 135 потерпели дефолт.

Полученная модель для предсказания дефолта на горизонте 1 года:

 

Если PD > 0.5, то компания считается рискованной, в противном случае безопасной для инвестиций.

CHS Модель

Была разработана в Гарварде в 2010 году [16] с целью объединить бухгалтерские и рыночные данные в одной модели для оценки кредитных рисков. **Используемые входные переменные перечислены в таблице 5.**

**Таблица 5. Переменные модели CHS**

|  |  |
| --- | --- |
| **Переменная** | **Описание** |
| **Взвешенная мера доходности** | WPM = Средневзвешенное (ЧП за квартал/MTA) , где MTA = Рыночная стоимость активов = Балансовая стоимость обязательств + Рыночная капитализация; ЧП – чистая прибыль**Дает больший вес последним кварталам** |
| **Рычаг** | LM = Обязательства/MTA |
| **Краткосрочная ликвидность** | STL = Денежные средства и эквивалент/MTA |
| **Взвешенная относительная доходность (Weighted Recent Relative Performance)** | WRRP = Средневзвешенное (log(валовая доходность акции)-log(валовая доходность FTSE))Доходность акций компании в сравнении с индексом. Последним кварталам дается больший вес |
| **Волатильность акций за последние 3 месяца** | RV = Stddev(цена) – за последние 3 месяца торгов. Проблемные компании, скорее всего, будут иметь повышенную волатильность |
| **Относительный размер** | RS = log(Рыночная капитализация /Капитализация индекса FTSE100)Маленькие компании, скорее всего, будут иметь трудности с привлечением временного финансирования, чтобы избежать дефолта  |
| **Фактор переоценки – нацелен на переоцененные компании, которые потерпели значительные убытки за последнее время** | OF = MTA/Adjusted book value Adjusted book value = Book value + 0.1\*(Market Cap – Book value),Market Cap – рыночная капитализация, Book value – балансовая стоимость |
| **Уровень цен акций – проблемные компании чаще всего имеют низкие цены акций. Фактору назначали верхний предел в 15$, т.к. оказалось, что более высокие цены не влияют на результат** | SPL = log(последняя стоимость акции) |

В результате модель представляет собой следующую спецификацию:

 

# 2.3 Ограничения моделей с множеством переменных

 Модели на основе фундаментальных показателей часто критикуют за то, что они «подгоняются» под конкретные эмпирические данные и при этом не имеют достаточного теоретического обоснования. Аргументов в пользу этого служит тот факт, что на данный момент написано множество работ по сравнению качества моделей, в которых авторы получают прямо противоположные результаты. Так, в своем исследовании Двайер (Dwyer, 2005) [17] показывает примеры из модели RiskCalc, дающих хорошие результат на использованных данных и при этом демонстрируют, скорее, подгонку данных, чем объясняют экономические взаимосвязи между показателями.

 На самом деле, можно сказать, что в основе моделей с финансовыми показателями лежит та же идея, что и у структурных моделей: слишком закредитованные компании допустят дефолт, если не будут иметь достаточно денежным потоков.

 Также нужно отметить, что для получения наиболее корректного результата необходимо использовать рыночные и финансовые данные за один и тот де момент времени, что не всегда возможно и может привести к искаженному результату [18].

#  Структурные методы оценки вероятности дефолта

Структурные модели впервые были представлены в работе Мертона 1974 года [19] и стали развитием идей, озвученных в статье Блэка и Шоулза «The pricing of options and corporate liabilities» 1973 года [20].

 В отличие от моделей сокращенных форм они используют взаимосвязи между различными параметрами для оценки риска дефолта. В основе идеи Мертона лежит идея о том, что стоимость и волатильность активов по отношению к долгу компании отражают ее кредитный риск. Статья Мертона стала основой для целого класса моделей, которые получили общемировое признание и используются всеми глобальными финансовыми институтами.

 При этом структурные модели, как рыночные, не используют для оценки PD частных компаний в связи с тем, что:

1. У таких фирм отсутствуют цены акции, по определению частных компаний
2. Механизмы дефолта для частных и публичных компаний могут быть разными: в одном и том же финансовом состоянии публичная компания может не пережить дефолта, т.к. имеет больше доступа к источникам финансирования. В результате частные компании должны иметь больше ликвидности, нераспределенной прибыли и меньше долга по сравнению со своими публичными аналогами.

# Модель Мертона и ее развитие

**Первое поколение структурных моделей**

В своей статье 1974 года Мертон предложил подход, в котором собственный капитал (СК) публичной компании рассматривается как опцион-кол на рыночную стоимость активов компании с ценой исполнения равной обязательствам компании (рисунок 4). Эта мысль отражает тот факт, что в случае дефолта акционеры смогут вернуть вложенные инвестиции только после выплаты всем кредиторам компании. Дефолт в этой модели происходит в срок погашения долга в случае, если стоимость активов меньше стоимости долга: PD = probability [AT < F], где At – стоимость активов компании, PD – вероятность дефолта, наступающего в момент погашения облигации T (рисунок 5).



Рисунок 4. Стоимость собственного капитала как опцион-кол на активы

дефолт

Рисунок 5. Изменение рыночной стоимости активов (MVA) и стоимости обязательств компании

Тогда по аналогии с формулой Блэка-Шоулза для стоимости опциона-колл на акцию можно произвести соответствующие замены:

 

где Share Price – стоимость акции – заменяется на Asset Value – стоимость активов, а Exercise Price – цена исполнения – заменяется на Default Point – точку дефолта компании.

В виде формальной записи:

  (1)

где VE – рыночная стоимость акционерного капитала фирмы, VA – рыночная стоимость активов, σA – волатильностьдоходности активов, Х – балансовая стоимость обязательств

 Базовая модель предполагает, что фирма фондируется долгом (единственной бескупонной облигации со сроком до погашения T) и собственным капиталом (рисунок 6). Активы компании торгуются, т.е. всегда известна их рыночная стоимость.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | **Активы** | **Обязательства** |
|  |  |  |
|   | Стоимость компании: V(t) | Долг: D(V,t) |
|   |   | СК: E(V,t) |
| Итого | **V(t)** | **V(t) = E(t) + D(t)** |

Рисунок 6. Баланс фирмы в модели Мертона

При таком подходе стоимость собственного капитала и волатильность собственного капитала будет являться функцией от следующих переменных:

  (2)

VA – рыночная стоимость активов, σА – стандартное отклонение доходности активов, rf – безрисковая ставка.

Таким образом структурные модели выделяют три главных детерминанты вероятности дефолта компании:

1. Рыночная стоимость активов: эта мера отражает перспективы компании и включает в себя информацию об отрасли компании и о ситуации в экономике в целом
2. Риск активов: отражает деловой и отраслевой риск компании; стоимость фирмы является ее оценкой и поэтому не детерминирована. В результате стоимость компании всегда должна рассматриваться в контексте ее рисков.
3. Финансовый рычаг: характеризует долю контрактных обязательств фирмы в стоимости ее активов.

При моделировании изменения стоимости активов компании в будущем периоды предполагается, что цены следуют броуновскому движению:

 

 – ожидаемая доходность активов за период; σA – стандартное отклонение доходности активов за период; z – переменная, следующая винеровскому процессу, стандартная нормальная случайная величина, отражает независимость и непрерывность движений цены.

Таким образом, стоимость активов в момент времени t представляют следующим выражением:

 

где μ – дрейф изменения стоимости активов, полученный путем усреднения дневных изменений логарифма стоимости активов за год (горизонт прогнозирования), ln(Si/Si-1).

Тогда вероятность дефолта можно представить следующим образом:

 

или PD = N(-DD), где

  , (3)

DD называют расстоянием до дефолта (distance-to-default).

 В конце описания модели Мертона подытожим основные упрощающие предложения, принятые при таком подходе:

1. Постоянные доходность и стандартное отклонение стоимости активов
2. Отсутствие транзакционных издержек
3. Отсутствие дивидендов по акциям
4. Отсутствие арбитража
5. Торговля акциями происходит непрерывно
6. Безрисковая ставка постоянна на всех сроках
7. Короткая торговля разрешена
8. Рынок эффективен и хорошо информирован

 **Недостатки метода**

1. Дефолт может произойти только в момент срока погашения долга, не учитывая возможность раннего дефолта.
2. Ограничение на структуру капитала компании, при которой фирма имеет только одну бескупонную облигацию. В реальности компании всегда имеют разнообразные по срокам и графикам погашений обязательства.
3. Поскольку обязательства компаний в общем случае не имеют вторичного рынка обращения, то рыночная стоимость, волатильность и ожидаемое значение активов фирмы неизвестны. Однако, торгуются акции компании.

С помощью леммы Ито можно показать, что:

  (4)

 Часто вместо ф.1.14 используют упрощенный вид зависимости:

– недостаток такой формулы заключается в том, что она оценивает только мгновенный эффект и при сильном изменении финансового рычага дает неправильную оценку.

**Второе поколение структурных моделей**

Постоянная процентная ставка: Black and Cox (1976)

Модель Блэка и Кокса – это второй вариант модели структурных форм, опубликованный в 1976 г [21].

Решение о банкротстве принимается менеджерами с целью максимизации стоимости собственного капитала компании. Модель Блэка-Кокса относится к моделям «первого прохода» (First Passage Model – FPM), которая определяет дефолт как первое пересечение нижней границы дефолта, позволяя допускать дефолт в любое время. Барьер может быть как постоянным, так и меняться во времени. В случае, если точка дефолта V\* зафиксирована внешними условиями, то она действует как ковенант, защищающий права кредиторов, т.к. они могут получить контроль над компанией, когда это барьер пересечен. Модель Блэка-Кокса предполагает постоянную безрисковую ставку и учитывает коэффициент выплат дивидендов. Вероятность дефолта DP за период [t; t + delta] определяется согласно следующему выражению:



 (5)

 

**Общие предпосылки с моделью Мертона:**

1. Стоимость фирмы меняется по непрерывному броуновскому процессу
2. Стандартное отклонение и безрисковая ставка постоянны во времени
3. Отсутствуют издержки от дефолта либо налоговые льготы для долга

**Предпосылки модели Блэка-Кокса:**

1. Бессрочный долг (без выплат по основному долгу) с постоянной купонной ставкой
2. Дефолт может произойти в любое время t при первом переходе V(t) через барьер V\*
3. В случае дефолта кредиторы получают неслучайную величину V\*, акционеры не получают ничего

**Модели с эндогенной точкой дефолта**

 В работе Лиланда и Тофта (Leland and Toft, 1996) [22] модель описывает ситуацию с наличием корпоративных налогов и издержек банкротства. Авторы вводят предположение, что долг постоянно рефинансируется, в результате компания имеет постоянный общий долг, процентные (купонные) платы и срок погашения, несмотря на то, что у каждого отдельного обязательства срок до погашения все время уменьшается. В результате такой стационарной структуры капитала точка дефолта также остается постоянной. Авторы используют следующую модификацию формулы изменения стоимости активов: 

 - ожидаемая доходность активов, - процент выплат дивидендов, σ - постоянное стандартное отклонение доходности активов

# Достоинства и недостатки структурных моделей

Структурные модели основаны на довольно разумном и достаточно простом предположении, что дефолт наступает, когда стоимость активов падает ниже уровня долга. Однако этот тип моделей сложно применять для оценки рисков многих кредитных обязательств, в частности субординированного долга либо условных обязательств.

Эти модели предполагают, что рынок правильно оценивает компанию, т.е. что инвесторам доступна своевременная и полная информация о фирме.

В то же время, структурные модели обладают хорошей предсказательной способностью для оценки рисков контрагента банков и в управлении портфелями ценных бумаг. Структурные модели предполагают, что мы имеем тот же набор данных о структуре капитала, что и менеджмент компании, поэтому можем предсказывать время дефолта.

В отличие от них, модели сокращенных форм предполагают, что мы имеем лишь тот набор информации, который доступен рынку, поэтому не можем точно предсказать время дефолта. Джерроу (Jarrow, 2004) [23] пишет, что модели сокращенных форм предпочтительнее для оценки стоимости и хеджирования.

В то же время точность расчета ненаблюдаемых переменных MVA и σA невозможно проверить; процентные ставки в большинстве моделей этого типа подразумеваются постоянными – для периодов менее 1 года это не повлияет на оценку, но для длительных периодов и чувствительных к процентам продуктов это снижает точность расчетов; предполагается стационарность соответствия DD и PD, в то время как для разных экономических периодов распределение может меняться (Jarrow and Turnbull, 2000) [24].

# Структурная модель Moody’s KMV

Самым известным коммерческим приложением структурных моделей является Moody’s KMV. В различных исследованиях развернута широкая дискуссия, превосходит ли данный метод модели сокращенных форм. Поскольку KMV – коммерческая модель, то ее детали не разглашаются и есть возможность лишь копировать ее по описанию. Кроме того, KMV использует базу дефолтов Moody’s, по которой они соотносят расстояние до дефолта соответствующей PD. Moody’s KMV позволяет производить расчет исходя из нескольких видов обязательств и их особенностей. Модель KMV многократно подвергалась анализу различными исследователями. В частности, подробное описание модели содержится в работе Шумвея и Бхарата (Shumway, Bharath) «Forecasting Default with the KMV-Merton Model» [25].

Определение дефолта, согласно Moody’s, включает три типа событий:

1. Непогашение или отложенное погашение процентов и/или основного долга
2. Эмитент долга обращается к процедуре банкротства
3. Заемщик предлагает кредиторам рефинансировать или реструктуризировать долг

Moody’s подчеркивают, что часто фирма продолжает работать даже, если размер активов становится меньше обязательств, т.к. обязательства часто имеют долгосрочный характер. Поэтому Moody’s предложили, что точка дефолта лежит между краткосрочным долгом и всей суммой обязательств [26].

То есть, можно принять, что дефолт наступает, когда равно нулю выражение:

  (6)

Тогда «расстояние до дефолта» – Distance-to-Default, DD – можно выразить следующим образом:

  (7)

Полученная мера совмещает в себе стоимость активов компании, деловой и отраслевой риск, а также размеры компании.

Риск активов измеряется волатильностью стоимости активов, которая в свою очередь зависит от размера и сектора бизнеса (рисунок 7).



Рисунок 7 – Риск активов для разных отраслей и размеров компаний

Источник: расчеты Moody’s

Схема работы модели состоит из трех шагов:

1. Оценка стоимости активов, дрейфа и волатильности на основе рыночной стоимости собственного капитала и балансовой стоимости обязательств
2. Расчет расстояния до дефолта (DD)
3. Расчет вероятности дефолта: рассчитывается напрямую из п.2 и уровней дефолта для каждого уровня DD.

Расчет расстояния до дефолта. DD определяется шестью переменными (рисунок 8):

1. Текущая стоимость активов (V0)
2. Распределение стоимости активов на горизонте H
3. Волатильность будущей стоимости активов на горизонте Н
4. Точки дефолта, балансовая стоимость обязательств (Default Point, DP)
5. Ожидаемый % рост активов на горизонте
6. Длина горизонта Н



Рисунок 8. Логика модели Moody’s KMV

Вероятность дефолта – вероятность того, что стоимость активов упадет ниже точки дефолта – черная область на рисунке – Expected Default Frequency – EDF.

Поскольку KMV рассчитана на сложную структуру обязательств и говорит о возможности дефолта в любой момент времени (а не только в момент погашения обязательства), то вместо номинала в качестве «точки дефолта» используют: Default Point (DP) = STD + 0.5 LTD, где STD – краткосрочные обязательства компании, LTD – долгосрочные обязательства.

Тогда расстояние до дефолта:

  (8)

KMV рассчитывает ожидаемую доходность активов на основе исторических данных и корректирует ее на долю выплат на дивидендные выплаты. Полученное значение «дрейфа» используется для расчета будущих значений активов.

Используется база истории дефолтов и частоты банкротств. Из нее формируется таблица соответствия расстояний до дефолта и вероятности дефолта.

DD можно использовать для относительного сравнения компаний друг с другом, т.к. является нормализованной величиной. KMV предполагает, что все особенности компаний, в т.ч. отралевые, региональные, размер, отражены в ожидаемой стоимости и волатильности.

Нужно отметить, что в отличие от рейтингов агентств, которые стремятся прогнозировать будущие события, в EDF-модель не дает настоящих прогнозов. Она смотрит на текущее либо ожидаемое в будущем значение стоимости компании по отношению к точке дефолта. Способность прогнозировать возникает за счет того, что стоимость компании сама по себе является хорошим предиктором будущих событий.

Большинство моделей, копирующих методику Moody’s, имеют следующие недостатки:

1. Поскольку база дефолтов и эмпирическое соответствие «расстояния до дефолта» и PD – коммерческая информация, то принимается предположение о нормальном распределении доходности активов, что, конечно, лишь приближенно описывает действительность
2. «Точка дефолта» - на самом деле также представляет собой случайную величину. Если финансовое состояние ухудшается, то по мере приближения к состоянию дефолта компания будет стараться изменить структуру обязательств.
3. В большинстве случаев DD не корректируется на исходящие денежные потоки на обслуживание долга и дивидендов

Расчет точки дефолта

Определение «точки дефолта» не имеет однозначной интерпретации в литературе. В исследованиях Гхаргхори (Gharghori, 2005)[27] и Еома (Eom, 2004) [28] используют в качестве «точки дефолта» сумму всех обязательств. Однако фирма не должна обслуживать свои долгосрочные обязательства в краткосрочном периоде (до 1 года), что отмечается в исследовании Кросби и Бона (Crosbie и Bohn, 2002) [26], поэтому использование всех обязательств влечет завышение значения DP. Для решения этой проблемы в различных исследованиях, в частности Кросби и Бон (2002), Вассалоу и Ксинг (Vassalou и Xing, 2003) [29], Барат и Шамвэй (Barath и Shumway, 2004), используется краткосрочный долг и половина долгосрочного долга компании. Долю долгосрочного долга необходимо учитывать, т.к. объемы долгосрочного долга ограничивают возможности компании по рефинансированию краткосрочного. В исследованиях отмечается, что большинство компаний допускают дефолт, когда рыночная стоимость активов лежит между общей величиной обязательств и краткосрочным долгом.

Также при расчете «расстояния до дефолта» DD по формуле (8) в исследовании Вассалоу и Ксинга предлагается заменить *μ на rf*, что гораздо легче для использования, тогда:

  (9)

 После получения DD «классические» реализации структурных моделей рассчитывают вероятность дефолта из предположения о логнормальном распределении стоимости активов. Однако у реального распределения наблюдаются «тяжелые хвосты», поэтому KMV использует базу данных дефолтов по компаниям всего мира. В результате каждый диапазон DD соотносят с некоторым диапазоном вероятности дефолта и буквенным рейтингом.

Модель KMV для частных компаний

EDF не может быть определено для частных компаний напрямую. Рыночная стоимость компании моделируется как значение между операционной стоимостью и ликвидационной стоимостью компании. Операционная стоимость рассчитывается как [EBITDA \* Мультипликатор]. Мультипликатор получается путем подбора схожей публичной компании по странам и отраслям. Ликвидационную стоимость определяют как балансовую стоимость обязательств компании – это нижняя граница стоимости. Волатильность активов находят как функцию выручки, отрасли и размеров активов. Эту правку вносят к волатильности, которая известна по публичной компании-аналогу.

# Оценка ненаблюдаемых величин: рыночная стоимость и риск активов

 В отличие от базовых предпосылок модели Мертона в реальности рыночная стоимость активов, дрейф и волатильность – ненаблюдаемые величины, в связи с этим во множестве исследованиях предлагаются различные подходы к оценке их значений. Значительная часть работ использует различные прокси-переменные, другие отталкиваются от базовой для структурных моделей системы уравнений (1) и (4) и вариантов ее решения:

  (10)

Использование рыночных прокси-переменных

А) Встречается два варианта расчета рыночной стоимости активов через рыночную капитализацию обыкновенных и привилегированных акций и балансовые стоимости активов либо собственного капитала:

, где BVTotal Debt – балансовая стоимость долга компании, MVE – рыночная капитализация обыкновенных и привилегированных акций

, где BVA и BVE – балансовые стоимости активов и собственного капитала

Б) Для оценки риска доходности активов берут, как правило, два варианта прокси:

а) стандартное отклонение доходности акций за последний год:



где Rt,T – дневные доходности акций, #tradingdays – количество торговых дней в периоде T.

Такой выбор можно объяснить тем, что основная часть долга большинства компаний – кредиты в банках, их волатильность можно считать нулевой. Тогда риск активов будет определяться риском акций компании.

б) стандартное отклонение выручки либо свободного денежного потока FCFF компании. Экономическая логика здесь представляется следующей: изменения выручки компании и, тем более, ее FCFF напрямую влияет на оценку стоимости компании инвесторами. В результате волатильность этих показателей должна определять риск изменения стоимости активов фирмы.

в) также часто используют упрощенный вариант уравнения (4):



г) оценку волатильности доходности акций можно получить исходя из подразумеваемой волатильности в цене опциона на акцию. Однако данный метод далеко не всегда применим, т.к. не на всех рынках и, тем более, не у всех компаний есть ликвидный рынок опционов, в частности, такой метод не получится применить для широкой выборки российских публичных компаний.

Итеративный расчет MVA и стандартного отклонения

 Расчет подразумевает поиск решения системы (10) исходя из предположений формула Блэка-Шоулза об идеальных условия на рынке и о том, что цены акций следуют зону случайного блуждания и логнормальному распределению доходности цен акций (Black and Scholes, 1973).

 В исследовании Дюана (Duan, 1994) [30] для расчета ненаблюдаемых цен активов и стандартного отклонения используется модифицированный метод наибольшего правдоподобия. Модель KMV использует итеративный процесс расчета волатильности и стоимости активов до тех пор, пока значения не будут сходится.

 Для решения системы уравнений используют один из итеративных алгоритмов, например, метод Ньютона (рисунок 9).



Рисунок 9. Схема реализации метода Ньютона

 Итеративный процесс в KMV:

1. Назначается первоначальное случайное значение волатильности активов.
2. Генерируется временной ряд подразумеваемых цен на активы, которые соответствуют реальному временному ряду цен акций
3. Рассчитывается новое значение волатильности активов и сравнивается с предыдущим значением
4. Процесс повторяется пока не будет схождение

Плюсы модели KMV-Merton

1. Используется цена акции, которая напрямую включает рыночную информацию в модель.
2. Соотнесение DD с реальной наблюдаемой частотой дефолтов позволяет отойти от предположения о нормальном распределении доходности активов.

# Сравнение моделей в различных исследованиях

 В исследовании 2002 года Кеалхофер и Курбат (Kealhofer, Kurbat) [31] сравнили ожидаемые уровни EDF с реализовавшимися дефолтами компаний США за 1991-2001 годы. Они показали, что модель Moody’s KMV показала себя гораздо лучше традиционных рейтинговых агентств. В работе Хиллкгейста, Кеатинга, Крама и Лундстедта (Hillegeist, Keating, Cram and Lundstedt, 2004) [32] сравнивались модели на основе Блэка-Шоулза-Мертона и Z-модели Альтмана и O-модели Ольсона. Их исследование показало, что результаты модели Мертона дают гораздо больше информации, чем две модели, основанные на бухгалтерских данных. Кораблев и Двайер (Korablev and Dwyer, 2007) [33] сравнили модели на основе рейтинговых агентств, EDF модель, модель сокращенных форм и z-модель Альтмана на основании исторических данных за 1996-2006 годы. Результаты говорят о том, что EDF модель может быть эффективно использована для компаний различных размеров, разного кредитного качества и представляющих разные регионы мира (использовались данные по Северной Америке, Европе и Азии).

В исследовании «Forecasting Default with the Merton Distance to Default Model» авторы сравнивают модель аналогичную KMV с «наивной» альтернативной моделью, причем получают лучшую предсказательную силу по сравнению с классической реализацией модели Мертона.

В «наивной альтернативе» не используется итеративный процесс. В данной модели авторы принимают упрощающее предположение, что рыночная стоимость долга фирмы равна ее номинальной стоимости:

 

Поскольку компании, близкие к дефолту, имеют очень высоко рискованный долг и риск их долга коррелирует с риском акций, то авторы предлагают аппроксимировать волатильность долга:

 

В результате можно получить следующую оценку:

 

Далее авторы вводят предположение, что ожидаемая доходность активов равна доходности акций за прошедший год:



Тогда

 

 В результате авторы исследования отмечают, что у них получилось построить модель используя упрощающие предположения и при этом качество модели не ухудшилось за счет того, что «наивные» модели включают те же функциональные формы и те же базовые входные переменные, что и более сложные реализации.

# Глава 3 Модель оценки вероятности дефолта российских публичных компаний

# Методика исследования на российском рынке публичных компаний

За последние 7 лет ситуация на российском рынке менялась драматически (рисунок 10). Финансовый кризис 2008 года перешел в реальный сектор, это отразилось в ценах на товарные активы, в падении уровня производства и уровня ВВП. Но рынок оценивает возникающие риски и включает их в стоимость активов еще до получения официальной информации, будь то финансовая отчетность или макроэкономическая статистика.



Рисунок 10. Изменение роста ВВП, % год к году (линия) и индекса РТС (закрашенная область). Источник: Thomson Reuters

Для того, чтобы избежать массового банкротства крупных промышленных предприятий в 2008-2009 годах государство было вынуждено оказывать им финансовую помощь.

Из графика на рисунке 9 видно, что ситуация в значительной степени стабилизировалась к 2011 году, однако уже начиная с 2012 и особенно в 2013 году стало очевидно, что экономика России замедляется и переходит к периоду стагнации. Уровни просрочки и резервов на возможные потери в банках неуклонно растут, что говорит о явном ухудшении кредитоспобности заемщиков. Эти тенденции отразились и на восприятии рынком будущего эмитентов российского рынка акций.

 Как следует из материала предыдущей главы, для расчета вероятности дефолта публичных компаний можно использовать любую из представленных моделей, т.к. публичные компании, по определению, имеют акции в свободном обращении на фондовом рынке, финансовую отчетность, многие из них выпускали в обращение облигации. Имея базу данных дефолтов таких компаний можно оценить PD и наиболее значимые предикторы из числа бухгалтерской и рыночной информации о компании.

Однако применительно к российскому рынку мы сталкиваемся с фундаментальной проблемой: фактическое отсутствие возможности составить статистику дефолтов публичных российских компаний при одновременном наличии финансовых и рыночных данных о них. Безусловно, за последние 7-10 лет мы могли наблюдать «фактические» дефолты в виде реструктуризации долга, кредитных каникул, как, например, у ОАО «Мечел» в 2013 году. Но все эти случаи касаются непубличного долга, кредитов банков, что не дает возможности создать полноценную статистику дефолтов, не имея доступа к кредитной истории юридических лиц. При этом большинство моделей оценки кредитных рисков требуют наличия такой базы для проведения регрессионного анализа, а также для целей калибровки. В отсутствие реальных объявленных дефолтов далее мы будем говорить о «подразумеваемых дефолтах», т.е. о ситуациях, когда с точки зрения рынка компания не может выполнять свои обязательства без внешней поддержки либо договоренностей с кредиторами.

Для решения задач настоящей работы предлагается следующая методика действий, которая состоит из трех этапов:

1. На первом этапе необходимо получить статистику «подразумеваемых дефолтов». Для этого используются предпосылки структурных моделей о состоянии дефолта компании в случае, если оценочная рыночная стоимость ее активов меньше, чем «точка дефолта» и о том, что акционерный капитал можно представить, как опцион-кол на активы фирмы.

В результате выполнения первого этапа получен набор данных о наличии/отсутствии состояния «подразумеваемого дефолта» по 101 компании с 2008 по 2014 год.

1. После выполнения первого этапа мы имеем классический набор данных для логистической регрессии с бинарной выходной переменной и данными финансовой отчетности компании на входе. По результатам второго этапа мы получаем наиболее значимые предикторы для логит-модели оценки вероятности дефолта публичных компаний
2. Для проверки качества полученной модели спецификация прошла проверку на данных, не участвовавших в регрессионном анализе.

 Для проведения исследования использованы данные по российским компаниям, акции которых торгуются на Московской бирже (ранее ММВБ) за период 1кв. 2007 – 1кв. 2014 года. Первоначальная выборка из 271 компании была очищена по следующим критериям:

1. Исключены все компании финансового сектора
2. Исключены компании с недостаточной частотой торгов (менее 1000 торговых дней)
3. Исключены компании с малым количеством данных финансовой отчетности (менее 6 отчетных дат с доступными данными за рассматриваемые отчетные даты)
4. Из оставшейся выборки удалены явные выбросы

В результирующую выборку попало 101 публичная компания (см. Приложение 1), составляющие на момент проведения исследования около 70% всей капитализации российского рынка акций.

Использовались данные за период с 1 апреля 2007 года по 30 марта 2014. Поскольку для расчета некоторых показателей требуется набор значений за прошедший год, то первые результаты относятся к 1 кварталу 2008 года. Итоговый расчет производился на 15 дат: все полугодовые даты за рассматриваемый период, а также квартальные даты в 2008 году, второй половине 2013 и 1 квартал 2014 года.

#  Анализ данных и построение модели

# Создание базы «подразумеваемых дефолтов»

А. Расчет «Точек дефолта»

Поскольку база реальных дефолтов по российским публичным компаниям отсутствует необходимо получить оценки наличия «подразумеваемых дефолтов» с точки зрения рынка на каждую отчетную дату. В реальности информация о, например, переговорах с кредиторами о реструктуризации долга/кредитных каникулах/выдаче кредита для выплаты купонов по облигациям фактически является информацией о неплатежеспособности заемщика, а значит, о его дефолте. И хотя, публичного дефолта не происходит, рынок учитывает эти сведения в цене активов.

«Подразумеваемым дефолтом» так же, как и в структурных моделях будем, считать ситуацию, когда рыночная стоимость активов MVA меньше «точки дефолта».

В качестве «точек дефолта» будем брать значения на каждую отчетную дату исходя из следующего выражения:

Max {CL+0.5LTDebt; Debt Service},

где первая часть выражения CL+0.5LTDebt – классический вариант, часто используемый в исследованиях по структурным моделям. Использование текущих обязательств, а не только краткосрочного долга (STDebt) вызвано желанием получить достаточно консервативную оценку «подразумеваемых дефолтов». Ведь даже невозможность выполнения обязательств перед поставщиками – это, строго говоря, кредитное событие.

 Debt Service – доля общего долга компании, которую она должна погасить в текущем году. Debt Service = чистые процентные платежи + краткосрочные кредиты + доля долгосрочного долга, которая подлежит выплате в ближайшие 12 месяцев. Значительная часть показателя Debt Service содержится также и в текущих обязательствах (CL), однако различия в расчете все же имеются. Сумму выплат по обслуживанию долга можно считать минимальным показатель для расчета DP.

 В результате было решено использовать в качестве «точки дефолта» максимальное из двух значение. На каждую дату расчета используется свой уровень DP исходя из данных на конкретный отчетный период.

Б. Расчет рыночной стоимости и риска активов

 Для расчета двух ненаблюдаемых показателей используем систему уравнений (1.11) для решения которой используется итеративный алгоритм, реализованный в инструменте «Поиск решения» в MS Excel. Для поиска значений по всему массиву данных реализован специальный макрос. Входные данные и результаты, получаемые для каждого расчета, показаны на рисунке 10.

|  |  |
| --- | --- |
| **ID компании** | **GAZP.MM** |
| **На дату** | **31.03.2013** |
| **Исходные данные** |  |
| Equity Value Et (цена акции, руб.) | **133** |
| Equity Volatility St.dev.E, TTM | 22,31% |
| Equity Drift, TTM | -28,59% |
| *кол-во обыкновенных акций в обращении* | 22 976 000 000 |
| *Total Debt (млрд. руб., балансовая стоимость)* | 1 501 |
| Total Debt per share TDt (руб.) | **65** |
| Risk-Free Rate rf (Mosprime) | 7,20% |
| Horizon, T-t (years) | 1 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Неизвестные параметры** |  |
| Market Value of Debt | 78 |
| Market Asset Value At (per share) | 194 |
| Asset Volatility | 15,32% |

|  |  |
| --- | --- |
| **Результаты расчета** |  |
| MVA (расчетное), млрд. руб. | 4 456 |
| Asset Drift, Y | -17,5% |
| Asset Volatility, Y | 15,32% |
| CL+0,5LTD (на дату), млрд. руб. | 1 815 |
| DebtService (на дату), млрд. руб. | 1 030 |
| DP, max | 1 815 |
| **Distance-to-Default** |  3,87  |

Рисунок 10. Пример расчета ненаблюдаемых переменных

В результате получена карта «расстояний до дефолта» российских публичных компаний. Пример карты представлен на рисунке 11.



Рисунок 11. Карта «расстояний до дефолтов» российских компаний

 Как видно из рисунка, до середины 2010 большинство компаний находилось в относительно худшей ситуации, по сравнению с 2011 годом, когда рынок испытал существенный подъем и, наконец, в 2013 – начале 2014 года происходит постепенное ухудшение ситуации. При этом ОАО «Пермская электросбытовая компания» в начале 2014 года даже имеет отрицательный DD, что говорит о наличии ситуации «подразумеваемого дефолта» на данный момент: у компании огромная дебиторская задолженность, которая не позволяет вовремя выполнять свои обязательства перед поставщиками.

 Увеличение DD во втором полугодии 2012 года по компаниям металлургической промышленности (ГМКН, Северсталь) по сравнению с серединой года отражает обещания поддержки со стороны правительства и новости о сокращении издержек в ряде предприятий отрасли.

 Относительное ухудшение DD Уралкалия с 5,0 в сентябре 2013 до 3,1 в декабре 2013, очевидно, отражает ситуацию с отказом от работы с Беларуськалием, а также уменьшение прибыли компании по итогам года.

 С точки зрения полученных значений DD нужно отметить, что они достаточно хорошо отражают динамику состояния бизнеса компаний, однако на «расстояние до дефолта» оказывает значительное влияние стандартное отклонение доходности активов компании, качество расчета которого фактически невозможно проверить. Поэтому для получения наиболее объективной картины, а также учитывая отсутствие эмпирической базы данных соответствия DD и PD, далее будет рассматриваться только сам факт наличия или отсутствия «подразумеваемого дефолта» компании.

 Следовательно, по определению DD мы можем перейти к бинарной переменной, равной 1, если рыночная стоимость активов на определенную дату меньше «точки дефолта».

 Таким образом, мы получаем переменную PD для логистической регрессии (рисунок 12).





Рисунок 12. Переход к бинарной переменной наличия/отсутствия дефолта

 В результате получена выборка из 1592 наблюдений по 126 компаниям на 15 дат, из которых в 336 (или 21%) случае компании испытывали состояние «подразумеваемого дефолта».

 Здесь нужно пояснить, что бо́льшую часть дефолтных случаев составляют электросбытовые компании (на уровне 60-70% всех случаев дефолтов, рисунок 13).

Рисунок 13. Доля «подразумеваемых дефолтов» электросбытовых компаний (по количеству)

 Ситуация с электросбытовыми компаниями требует дополнительного объяснения: бизнес этих компаний строится на закупках электроэнергии у генерирующих компаний и распределении ее потребителям, в т.ч. промышленным предприятиям. Обороты компаний составляют порядка 3-10 млрд. руб. в год. Под свою выручку эти компании (точнее их владельцы) открывали и брали в банках лимиты и выбирали значительные суммы (на уровне 1-2 млрд. руб.), затем эти суммы выводились владельцами за периметр компаний и на них покупались следующие сбытовые фирмы. В результате долговая нагрузка этих компаний не позволяет им брать новые кредиты. Одновременно с этим бизнес-модель такова, что компания должна платить за купленную электроэнергию каждый день, а получает плату от покупателей только раз в месяц. Поэтому им требуются постоянное оборотное кредитование. Основными потребителями многих электросбытовых компаний являются промышленные предприятия, крупнейшие из которых – горно-металлургические комбинаты. В результате падения цен на продукцию металлургия в целом оказалась в тяжелой ситуации и предприятия постоянно задерживают плату за электроэнергию. В результате дебиторская задолженность растет, следовательно, у элетросбытовых компаний есть два варианта решения ситуации: 1) оборотное кредитование (сильно ограничено из-за высокой долговой нагрузки и плохих финансовых показателей); 2) отключение предприятий от электроэнергии. Второй вариант стал невозможен в связи с политическими установками перед президентскими выборами 2012 года. В результате электросбытовые компании находятся в большинстве своем в плачевном финансовом состоянии и оцениваются рынком как неплатежеспособные, что особенно заметно начиная с 2012 года (рис. 13).

 Доля компаний в состоянии «подразумеваемого дефолта» по их рыночной капитализации составляет порядка 1% в капитализации всего рынка – рисунок 14.

Рисунок 14. Доля дефолтных состояний по капитализации

(Показана выборка по всем компаниям, на которые имеются данные в периоде 06/2010-03/2014 – всего 107 фирм)

 Полученная выборка стала основой для выполнения второго этапа – определения модели оценки вероятности дефолта с помощью логистической регрессии.

# Логит-модели оценки вероятности дефолта

В качестве первоначального набора объясняющих переменных были выбраны показатели из таблицы 6.

Кроме численных коэффициентов, использовался один качественный показатель: отраслевая принадлежность компании. Для этого все компании выборки были разбиты на три укрупненных отраслевых сектора:

1. Топливно-энергетические/Промышленные предприятия
2. Электроэнергетика
3. Услуги, торговля, ИТ

Отнесение компании к отрасли осуществляется с помощью бинарных переменных для каждой из трех приведенных отраслей.

Для построения моделей использовались только наблюдения с полным набором данных по компании на конкретную дату, также были удалены наблюдения с явными выбросами. В результате получалась выборка из 734 наблюдений по 101 компании (пример, таблица 7).

Таблица 6. Набор показателей для анализа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Группа** | **Показатель** | **Описание** |
| Долговая нагрузка | Net Debt/EBITDA | Чистый долг/EBITDA - характеризует долговую нагрузку на компанию, ее способность погасить имеющиеся обязательства (платежеспособности). EBITDA используется как наиболее приближенный к денежному притоку показатель |
| EBIT Coverage | EBIT/Процентные платежи - коэффициент покрытия процентов показывает возможную степень снижения операционной прибыли предприятия, при которой оно может обслуживать выплаты процентов. Помогает оценить уровень защищённости кредиторов от невыплаты долгов со стороны заёмщика. |
| Total Debt/Total Assets,% | % изменения долговой нагрузки компании. Индикатор финансового рычага компании - чем больше доля обязательств, тем выше риск их невыполнения |
| Total Equity,% YY | % изменения в балансовой стоимости СК, год к году |
| Ликвидность | Current Ratio | Текущие активы/ Краткосрочные обязательства - коэффициент текущей ликвидности. Коэффициент отражает способность компании погашать текущие (краткосрочные) обязательства за счёт только оборотных активов |
| Quick Ratio | Коэффициент быстрой (срочной) ликвидности характеризует способность компании погашать текущие (краткосрочные) обязательства за счёт оборотных активов. |
| Эффективность | Revenue/Receivables | Выручка/Дебиторская задолженность - коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности. Показывает насколько эффективно компания организовала работу по сбору оплаты для свою продукцию. Снижение данного показателя может сигнализировать о росте числа неплатежеспособных клиентов и других проблемах сбыта |
| Revenue/ Total Assets | Оборачиваемость активов - характеризует эффективность управления имуществом и обязательствами фирмы |
| Revenue/ Working Capital | Выручка/Рабочий капитал - Этот показатель демонстрирует, насколько эффективно компания использует инвестиции в оборотный капитал и как это влияет на рост продаж |
| Revenue/ Inventory | Выручка/Запасы – оборачиваемость запасов. Характеризует способность компании реализовывать продукцию |
| Прибыльность | EBITDA/ Total Assets | Один из вариантов расчета ROA - рентабельность капитала. Характеризует способность компании генерировать прибыль на единицу актива  |
| EBITDA, %YY | % изменения EBITDA за последние 12 месяцев |
| EBITDA Margin | Изменение маржинальности бизнеса за последние 12 месяцев |
|   | ln(Total Assets) | Прокси-переменная, характеризующая размер компании |

Таблица 7. Пример выборки данных для анализа

На первом этапе анализа данных обнаружилась значительная корреляция между показателями Revenue/Inventory и Revenue/Total Assets, а также между EBITDA Margin и EBITDA/Total Assets (в обоих случаях более 60%, приложение 2). В некоторых исследованиях показатели оборачиваемости активов по выручке и EBITDA исключают из-за больших отличий «нормальных» значений данных показателей в зависимости от отраслевой принадлежности. С учетом этих двух факторов данные показатели были исключены из дальнейшего рассмотрения.

В результате тестирования нескольких вариантов спецификаций в рамках выбранных показателей путем последовательного добавления и удаления переменных была получена спецификация со следующими характеристиками:

 Основная статистика по полученной модели

 Всего выборка состоит из 734 наблюдений, из которых в 154 случаях (21% наблюдений) был зафиксирован «подразумеваемый дефолт».

 Модель

  (11)



 Критерии согласия:

Здесь нужно пояснить, что для логистических регрессий не применяется обычный коэффициент детерминации R2, вместо него рассчитываются псевдо-R2, которые лишь позволяют сравнить разные модели, построенные на одних и тех же данных, между собой и не дают оценки качества подгонки. При прочих равных следует выбирать модели с большим псевдо-R2 и меньшими информационными критериями (например, AIC). В целом, значения псевдо-R2 выше 0.3 уже считаются очень хорошими показателями.

С точки зрения анализа значимости модели важнее следующие показатели:

Тест хи-квадрат является аналогом теста Фишера для линейных регрессий о значимости модели в целом. Как видно из полученных результатов, переменные в модели вносят значимую информацию.

Еще один важный для логистических моделей тест – тест Хосмера-Лемешева:

В данном случае мы видим, что тест показывает, что мы не может отклонить нулевую гипотезу о том, что не существует разницы между наблюдаемыми и предсказанными значениями. Таким образом, регрессия значима.

Параметры значимости отдельных переменных:

Для оценки влияния коэффициентов на выходную переменную проводим процедуру стандартизации переменных:

Самое большое влияние на вероятность дефолта оказывает коэффициент текущей ликвидности, затем следуют маржинальность, оборачиваемость дебиторской задолженности и размер компании, а также отраслевая принадлежность (рисунок 15).

Рисунок 15. Влияние входных переменных на PD

Проверка качества модели на тех же данных дает следующие характеристики ошибок 1 и 2 рода:

Для проверки устойчивости полученного результата модель была применена к данным на 31.03.2013, которые не участвовали в первоначальной выборке.

Как видно, модель показывает хорошие результаты и на новых данных.

И, наконец, рассмотрим ROC-кривую (receiver operating characteristic)— график, с помощью которого оценивают качество бинарных моделей (рисунок 16). По определению ROC-кривая показывает зависимость количества верно классифицированных положительных примеров от количества неверно классифицированных отрицательных примеров [34].

Рисунок 16. ROC-кривая регрессионной модели

Идеальная модель имела бы график ROC-кривой, проходящим через левый верхний угол. В этом случае доля истинно положительных случаев классификации составляла бы 100%. Если бы ROC-кривая лежала на диагонали, то модель не представляла бы никакой ценности – она была бы эквивалентна случайному угадыванию.

 В целом, модели с показателем AUC (площадь под кривой) более 0.8 считаются очень качественными. Таким образом, полученное значение AUC, равное 0.89, означает высокое качество полученной модели.

Теперь рассмотрим полученный результат с экономической точки зрения:

 При росте коэффициента текущей ликвидности, оборачиваемости дебиторской задолженности, росте рентабельности активов вероятность дефолта падает, что полностью соответствует экономической логике. Также необходимо отметить значимость размера компании как предиктора вероятности дефолта, что также вполне объяснимо: чем крупнее компания, тем больше возможностей по привлечению долга; кроме того, рынок ожидает, что в худшем случае государство окажет поддержку такой фирме.

 Отдельно нужно рассмотреть вопрос присутствия отраслевой переменной Utilities в полученной модели. Как видно из анализа раздела 3.2.1. принадлежность компании к электроэнергетической отрасли, скорее всего, должна привести к бо̀льшей вероятности дефолта, что и происходит в итоговой модели. Кроме того, можно отметить, что такие показатели как размер компании (выраженный через ln(TA)) и прибыльность бизнеса (EBITDA Margin) также отражают в себе различия между фирмами из разных отраслей. На рисунке 15 показаны медианные значения по каждой из входных переменных для двух множеств: компании в состоянии «подразумеваемого дефолта» (PD=1) и все остальные.

Рисунок 15. Медианные значения переменных

 Как видно, самое большое отличие наблюдается в маржинальности (EBITDA Margin) и размере компании (ln(TA), разница в абсолютных значениях балансовой стоимости активов составляет пример 10 раз).

 Схожие результаты мы получим если сравним медианные значения по каждой из входных переменных для электросбытовых компаний (Utilities) и всех остальных (рис.16). Как видно, здесь также самое большое отличие наблюдается в маржинальности (EBITDA Margin) и размере компании (ln(TA), разница в абсолютных значениях балансовой стоимости активов составляет пример 8,5 раз).

Компании с низким риском

Компании с высоким риском

Рисунок 16. Медианные значения показателей модели в выборке

 Таким образом, модель успешно учитывает отраслевую специфику компаний через их финансовые показатели и отраслевую переменную.

 Подводя итог полученным результатам, можно сказать, что в результате получена модель бинарной классификации публичных компаний по их финансовым показателям, которая дает устойчивый результат корректного разделения фирм на компании с высоким риском «подразумеваемого дефолта» и наоборот. Модель отражает влияние ликвидности, прибыльности, операционной эффективности работы компаний, наряду с их возможностями по привлечению финансирования (через величину балансовой стоимости активов, TA). Первая идея, использованная в модели, основана на теории эффективного рынка о том, что вся информация о компании учитывается участниками рынка в цене акций. Вторая – учитывает очередность прав акционеров и кредиторов на активы компании. В результате мы можем получить оценку рынка текущей стоимости активов компании и сравнить ее с минимально необходимым для выплаты долга значением, «точкой дефолта». Если стоимость активов меньше, то это служит сигналом о том, что с точки зрения рынка компания утратила свою стоимость для акционеров и находится в состоянии «подразумеваемого дефолта». При этом реальный дефолт, может быть, и не будет объявлен из-за значимости компаний и издержек процедуры банкротства заемщика.

**Заключение**

 В рамках представленной работы были рассмотрены существующие на данный момент подходы к оценке вероятности дефолта публичных компаний. При рассмотрении возможности использования методов к российскому рынку возникает несколько фундаментальных проблем:

1. Небольшой временной период доступности данных финансовой отчетности компаний
2. Малая «глубина» рынка, что выражается в том, что лишь по небольшой части «голубых» фишек идет активная торговля акциями, при том, что на Московской бирже в основной секции обращается лишь 271 компания. Достаточно сказать, что всего на две бумаги (Сбербанк и Газпром) приходилось половина объемов торгов Московской биржи в 2013 году [36], а всего около 100 компаний составляют более 70% капитализации российского фондового рынка (Приложение 1)
3. Отсутствие доступной статистики дефолтов, что делает невозможным эмпирическую проверку и калибровку результатов по реальным данным
4. Неразвитость рынка производных инструментов – опять же, лишь по нескольким «голубым фишкам» имеется активный рынок опционов и CDS

Перечисленные аспекты значительно затрудняют анализ зависимостей между различными рыночными/финансовыми показателями бизнеса и его кредитоспособности, когда речь идет не о индивидуальном, а портфельном подходе к анализу рисков и построении единой модели для набора компаний. Кроме того, значительное присутствие государства в экономике страны и, прежде всего, в долях крупнейших публичных компаний создает дополнительные сложности к оценке реального положения предприятий.

Для решения основной проблемы – отсутствия статистики дефолтов публичных компаний – в данном работе представлена попытка применить основные идеи структурных моделей к российскому рынку:

1. Идея о том, что акционерный капитал можно представить как опцион-кол на активы компании
2. Дефолт наступает в случае, если рыночная стоимость активов становится меньше некоторого порогового значения, «точки дефолта»

Безусловно, такой подход имеет много недостатков, главными из которых являются:

1. невозможность проверить точность полученных ненаблюдаемых переменных: рыночной стоимости активов и волатильность доходности активов;
2. отсутствие разделения видов долгового финансирования и учета особенностей их оценки.

Для того, чтобы снизить зависимость от предпосылок структурных моделей, в частности, от оценки риска активов (что значительно влияет на расчет «расстояния до дефолта») и от предположения о нормальности распределения доходности, предлагается переход от структурной модели оценки PD к бинарной модели наличия/отсутствия дефолта. Поскольку бинарная переменная получена с помощью рыночного метода, то можно говорить о оценке рынком состояния «подразумеваемого дефолта» компании.

В результате получена модель, устойчиво разделяющая публичные компании на находящиеся в состоянии «подразумеваемого дефолта» и не находящиеся в этом состоянии.

В части развития предложенного подхода можно предложить два направления исследований:

1. повышение точности оценки рыночной стоимости активов. Для этого, по всей видимости, необходимо отойти от использования формулы Блэка-Шоулза и оценивать каждый вид долговых обязательств отдельно с учетом их старшинства, имеющегося обеспечения и возможности продажи на рынке (в т.ч. уступка прав требований);
2. более точное определение «точки дефолта». Здесь, возможно, нужно использовать данные по дефолтам на западных рынках для компаний с схожими бизнес-моделями.

 В заключение можно отметить, что с учетом относительно небольшого размера российского рынка и высокой концентрации капитала, применение различных моделей «массового» анализа требует предварительного тщательного анализа активов, обязательств и модели бизнеса практически каждого заемщика. Идеальным вариантом представляется наличие базы кредитной истории эмитентов с имеющимися параметрами их долговых обязательств, обеспечения, качества обслуживания долга. Только при наличии всех этих данных можно говорить о построении полновесной модели оценки кредитного риска российских публичных компаний.

# Библиографический список

1. McKinsey Global Institute, Global capital markets: Entering a new era, Sep 2009, Published by: McKinsey Global Institute, Vol. 23, p. 1-32
2. Basel Committee on banking supervision. Core principles for effective banking supervision, 2004, <http://www.bis.org/publ/bcbs230.htm>
3. Basel Committee on banking supervision, «New Basel Capital Accord», 2004, Vol. 139
4. Письмо ЦБ РФ от 29.12.2012 № 192-Т «О методических рекомендациях по реализации подхода к расчёту кредитного риска на основе внутренних рейтингов банков»
5. Помазанов М.В., «Продвинутый подход к управлению кредитным риском в банке: методология, практика, рекомендации», М.: Издательский дом «Регламент-Медиа», 2010. – 180 с.
6. Jonkhart, M., «On the Term Structure of Interest Rates and the Risk of Default», Journal of Banking & Finance 3, 1979, no. 3:253–262
7. Iben, T., and R. Litterman, “Corporate Bond Valuation and the Term Structure of Credit Spreads” Journal of Portfolio Management 17, 1991, no. 3:52–64.
8. Grenadier S., Hall B., “Risk-based standards and the riskiness of bank portfokios: credit and factor risks”, National Bureau of Economic Research, July 1995, Vol.42, p.1-42
9. Longstaff F., Schwartz E., «Implementation of The Longstaff-Schwartz Interest Rate Model», The Journal of Fixed Income September 1993, Vol. 3, No. 2: pp. 7-14
10. Das S., Tufano P., “Pricing Credit Sensitive Debt When Interest Rates, Credit Ratings and Credit Spreads are Stochastic”, Journal of Financial Endineering, 5, 1995, p.161-198
11. Jarrow R, [Turnbull](http://www.defaultrisk.com/rs_turnbull_stuart.htm) S., "[Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk](http://www.defaultrisk.com/pa_price_08.htm)", Journal of Finance, Vol. 50, No. 1, March 1995, pp. 53-85
12. Altman E., "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy"". *Journal of Finance*: 1968, pp. 189–209
13. Altman E., “Predicting Financial Distress of Companies: Revisiting the Z-Score and Zeta-Models”, pp. 1-30
14. Altman E., “The Z-Metrics Methodology for Estimating Company Credit Ratings and Default Risk Probabilities”, Risk Metrics Group, 2010, pp. 1-42
15. Ohlson J., «Financial ratios and the probabilistic prediction of Bankruptcy», Journal of Accounting Research, 1980, Vol. 18, pp. 109-131
16. Campbell J., Hilscher J., Szilagyi J., “Predicting Financial Distress and the Performance of Distressed Stocks”, Journal of Investment Management 9(2): 14-34, 2010
17. Dwyer D.W., “Examples of Overfitting Encountered When Building Private Firm Default Prediction Models”, Moody’s KMV Publication, 2005, Vol. 14
18. McQuown J., “A Comment On Market vs. Accounting Based Measures of Default Risk”, Moody’s KMV Corporation, 1993
19. Merton R., “On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates”, Journal of Finance 29:449–70, 1974
20. Black F., Scholes M., “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, The Journal of Political Economy, Vol. 81, No. 3 1973, pp. 637-654
21. Black F., Cox J., “Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions”, The Journal of Finance, Vol. 31, 2, 1975, pp. 351-367
22. Leland H., Toft K., “Optimal Capital Structure, Endogenous Bankruptcy, and the Term Structure of Credit Spreads”, The Journal of Finance, Vol. 51, No. 3, 1996, pp. 987-1019
23. Jarrow R., Protter P., “Structural versus reduced form models: a new information based perspective”, Journal of investment management, Vol.2, No.2, 2004, pp.1–10
24. Jarrow R., Turnbull S., “The intersection of market and credit risk”, Journal of Banking & Finance 24, 2000, pp. 271-299
25. Bharath S., Shumway T., “Forecasting Default with the Merton Distance to Default Model”, Oxford University Press, 2008, pp. 1339-1369
26. Crosbie P., Bohn J., “Modelling Default Risk”, Moody’s, 2003, pp. 1-31
27. Gharghori, P., Chan, H., Faff, R., “Default Risk and the Cross-Section of Equity Returns”, Department of Accounting and Finance, Monash University, Australia, 2006
28. Eom, Y.H., Helwege, J., Huang, J-Z., “Structural Models of Corporate Bond Pricing: An Empirical Analysis”, Review of Financial Studies, 2004, Vol. 17, No.2, pp. 499-544
29. Vassalou, M., Xing, Y., “Equity Returns Following Changes in Default Risk: New insights into the informational content of credit ratings”, EFA 2003 Annual Conference Paper No. 326 , 2003, pp. 1-50
30. Duan J., Rotman J., “Estimating Merton's Model by Maximum Likelihood with
31. Survivorship Consideration”, EFA 2004 Maastricht Meetings Paper No. 4190 , 2004, pp. 1-25
32. Kealhofer, S., Kurbat, M., “The Default Prediction Power of the Merton Approach, Relative to Debt Ratings and Accounting Variables”, KMV LLC, Mimeo
33. Hillegeist  S., Keating  E., Cram  D., “Assessing the Probability of Bankruptcy”, Review of Accounting Studies, 9, 2004, pp. 5-34
34. Korablev I. and Dwyer D, “Power and level validation of Moody’s KMV EDF™ credit measures in north America, Europe, and Asia”, Published by: Moody’s KMV Company, 2007, pp. 1-56
35. Паклин Н., «Логистическая регрессия и ROC-анализ - математический аппарат», <http://www.basegroup.ru/library/analysis/regression/logistic/>
36. Трифонов А., «На бумаги Сбербанка и «Газпрома» приходится половина фондового рынка»,
37. www.vedomosti.ru/finance/news/5680141/nacionalnoe\_dostoyanie\_birzhi

# Приложение 1. Список компаний, попавших в конечную выборку

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID | Компания | Отрасль | Рыночная капитализация, млрд. дол. | Доля от общей капитализации, % | Доля накопленным итогом, % (от общей капитализации) |
| GAZP.MM | GAZPROM/d  | Energy | 100,15 | 14% | 14% |
| ROSN.MM | Rosneft/d  | Energy | 72,36 | 10% | 24% |
| LKOH.MM | LUKOIL/d  | Energy | 48,8 | 7% | 31% |
| NVTK.MM | NOVATEK/d  | Energy | 34,4 | 5% | 36% |
| GMKN.MM | GMK Nor Nickel/d | Materials | 30,13 | 4% | 40% |
| RNHS.MM | RN Holding/d  | Energy | 29,83 | 4% | 44% |
| SIBN.MM | Gazprom neft/d  | Energy | 19,48 | 3% | 47% |
| MTSS.MM | MTS/d  | Telecommunication Services | 14,62 | 2% | 49% |
| TATN.MM | TATNEFT 3/d  | Energy | 14,47 | 2% | 51% |
| URKA.MM | Uralkaliy/d  | Materials | 14,06 | 2% | 53% |
| AFKS.MM | AFK Sistema/d  | Telecommunication Services | 11,8 | 2% | 55% |
| BANE.MM | Bashneft/d  | Energy | 11,35 | 2% | 56% |
| NLMK.MM | NLMK/d  | Materials | 8,61 | 1% | 58% |
| ALRS.MM | ALROSA/d  | Materials | 8,53 | 1% | 59% |
| HYDR.MM | RusHydro/d  | Utilities | 7,71 | 1% | 60% |
| CHMF.MM | Severstal/d  | Materials | 7,63 | 1% | 61% |
| RTKM.MM | ROSTELECOM/d  | Telecommunication Services | 7,12 | 1% | 62% |
| PHOR.MM | PhosAgro ao/d  | Materials | 4,41 | 1% | 63% |
| IRAO.MM | INTER RAO EES/d  | Utilities | 2,71 | 0% | 63% |
| MNPZ.MM | Gazpromneft MN/d | Energy | 2,24 | 0% | 63% |
| FEES.MM | FSK EES/d  | Utilities | 2,23 | 0% | 64% |
| MAGN.MM | MMK/d  | Materials | 2,18 | 0% | 64% |
| TRMK.MM | TMK/d  | Energy | 2,14 | 0% | 64% |
| MFGS.MM | MEGIONNEFTEGAS/d | Energy | 2,06 | 0% | 65% |
| AFLT.MM | AEROFLOT/d  | Industrials | 1,75 | 0% | 65% |
| PIKK.MM | PIK Companies /d | Consumer Discretionary | 1,64 | 0% | 65% |
| AKRN.MM | AKRN/d  | Materials | 1,6 | 0% | 65% |
| NMTP.MM | NMTP/d  | Industrials | 1,33 | 0% | 65% |
| PHST.MM | Pharmstandart/d  | Health Care | 1,31 | 0% | 66% |
| MVID.MM | M.Video/d  | Consumer Discretionary | 1,29 | 0% | 66% |
| NKNC.MM | Nizhnekamsknef/d | Materials | 1,14 | 0% | 66% |
| IRGZ.MM | IRKUTSKENERGO/d  | Utilities | 0,98 | 0% | 66% |
| TRCN.MM | Transkonteyner/d | Industrials | 0,96 | 0% | 66% |
| OGKE.MM | Enel OGK-5/d  | Utilities | 0,93 | 0% | 66% |
| MSNG.MM | MOSENERGO/d  | Utilities | 0,93 | 0% | 66% |
| MSTT.MM | MOSTOTREST/d  | Industrials | 0,88 | 0% | 67% |
| TAER.MM | Transaero/d  | Industrials | 0,85 | 0% | 67% |
| GCHE.MM | Cherkizovo Gru/d | Consumer Staples | 0,76 | 0% | 67% |
| TGKA.MM | TGK-1/d  | Utilities | 0,75 | 0% | 67% |
| KMAZ.MM | KAMAZ/d  | Industrials | 0,74 | 0% | 67% |
| OGKB.MM | OGK-2/d  | Utilities | 0,72 | 0% | 67% |
| JNOS.MM | SLAVNEFT-YAROS/d | Energy | 0,69 | 0% | 67% |
| MTLR.MM | Mechel/d  | Materials | 0,68 | 0% | 67% |
| PRTK.MM | PROTEK/d  | Health Care | 0,63 | 0% | 67% |
| KUBE.MM | KUBANENERGO/d  | Utilities | 0,62 | 0% | 67% |
| KRSG.MM | KRASNOIAR GES/d  | Utilities | 0,61 | 0% | 68% |
| AVAZ.MM | AVTOVAZ/d  | Consumer Discretionary | 0,59 | 0% | 68% |
| SVAV.MM | Sollers/d  | Consumer Discretionary | 0,59 | 0% | 68% |
| RASP.MM | Raspadskaya/d  | Materials | 0,43 | 0% | 68% |
| SYNG.MM | Sinergy/d  | Consumer Staples | 0,41 | 0% | 68% |
| OMZZ.MM | Uralmash-Izhor/d | Industrials | 0,41 | 0% | 68% |
| CHEP.MM | CHTPZ/d  | Materials | 0,37 | 0% | 68% |
| UTAR.MM | UTAIR/d  | Industrials | 0,37 | 0% | 68% |
| DGBZ.MM | Dorogobuzh/d  | Materials | 0,36 | 0% | 68% |
| VRPH.MM | VEROPHARM/d  | Health Care | 0,31 | 0% | 68% |
| MRKP.MM | MRSK Tsen&Priv/d | Utilities | 0,28 | 0% | 68% |
| FESH.MM | Far Eastern Sh/d | Industrials | 0,28 | 0% | 68% |
| MRKC.MM | MRSK Tsentra/d  | Utilities | 0,28 | 0% | 68% |
| VRAO.MM | En Sis Vost/d  | Utilities | 0,23 | 0% | 68% |
| IRKT.MM | IRKUT/d  | Industrials | 0,23 | 0% | 68% |
| CHZN.MM | CHTSZ/d  | Materials | 0,22 | 0% | 68% |
| KBTK.MM | Kuzbaz Top Kom/d | Energy | 0,21 | 0% | 68% |
| UAZA.MM | UAZ/d  | Consumer Discretionary | 0,18 | 0% | 68% |
| TZUM.MM | \*\*DROP 12-MAR-/d | Consumer Discretionary | 0,18 | 0% | 68% |
| BISV.MM | Bashinformsvz/d  | Telecommunication Services | 0,17 | 0% | 68% |
| TGKD.MM | Kvadra/d  | Utilities | 0,14 | 0% | 68% |
| MRKU.MM | MRSK Ural/d  | Utilities | 0,14 | 0% | 68% |
| NNSB.MM | N. Novgorod SB/d | Utilities | 0,1 | 0% | 68% |
| MRKV.MM | MRSK Volgi/d  | Utilities | 0,1 | 0% | 68% |
| TGKF.MM | TGK-6/d  | Utilities | 0,09 | 0% | 69% |
| MGNZ.MM | SMZ/d  | Materials | 0,09 | 0% | 69% |
| KZBE.MM | Kuzbassenergo/d  | Utilities | 0,09 | 0% | 69% |
| KCHE.MM | Kamchatskenerg/d | Utilities | 0,08 | 0% | 69% |
| MRKZ.MM | MRSK Sev-Zapad/d | Utilities | 0,08 | 0% | 69% |
| RTSB.MM | Rostov SB/d  | Utilities | 0,07 | 0% | 69% |
| PMSB.MM | Perm SB/d  | Utilities | 0,07 | 0% | 69% |
| CHMK.MM | Chelyab Met Ko/d | Materials | 0,07 | 0% | 69% |
| TGKN.MM | TGK-14/d  | Utilities | 0,07 | 0% | 69% |
| KBSB.MM | Kubanenergosby/d | Utilities | 0,06 | 0% | 69% |
| KROT.MM | RED OCTOBER/d  | Consumer Staples | 0,05 | 0% | 69% |
| RBCM.MM | RBC/d  | Consumer Discretionary | 0,05 | 0% | 69% |
| APTK.MM | Apteka 36/d  | Consumer Staples | 0,04 | 0% | 69% |
| RUSP.MM | Ruspolimet/d  | Materials | 0,04 | 0% | 69% |
| YASH.MM | Yarosl shin za/d | Consumer Discretionary | 0,04 | 0% | 69% |
| MRKY.MM | MRSK Yuga/d  | Utilities | 0,04 | 0% | 69% |
| YKEN.MM | YAKUTSKENERGO/d  | Utilities | 0,04 | 0% | 69% |
| TUZA.MM | Tuymazinsk Zav/d | Industrials | 0,03 | 0% | 69% |
| VLHZ.MM | VHZ/d  | Materials | 0,02 | 0% | 69% |
| CLSB.MM | Chelyabinsk SB/d | Utilities | 0,02 | 0% | 69% |
| OMSH.MM | Omskshina/d  | Consumer Discretionary | 0,02 | 0% | 69% |
| SVSB.MM | SverdlovenSB/d  | Utilities | 0,01 | 0% | 69% |
| DIOD.MM | DIOD/d  | Health Care | 0,01 | 0% | 69% |
| KTSB.MM | Kostromsk sbyt/d | Utilities | 0,01 | 0% | 69% |
| KLSB.MM | Kaluzhskaya SB/d | Utilities | 0,01 | 0% | 69% |
| UDSB.MM | Udmurtskaia ES/d | Utilities | 0,01 | 0% | 69% |
| VDSB.MM | Vladimirenergo/d | Utilities | 0,01 | 0% | 69% |
| NEKK.MM | NEKK/d  | Materials | 0,01 | 0% | 69% |
| STSB.MM | Stavropolenerg/d | Utilities | 0,01 | 0% | 69% |
| ASSB.MM | Astrakhan SB/d  | Utilities | 0, | 0% | 69% |
| VGSB.MM | Volgograd SB/d  | Utilities | 0, | 0% | 69% |
| TASB.MM | Tambovskaya EK/d | Utilities | 0, | 0% | 69% |

# Приложение 2. Корреляция между наборами параметров

Корреляционная матрица первоначального набора переменных

Корреляционная матрица для итоговой модели


# Приложение 3. Доля дефолтов на даты, полученная по результатам моделирования

Доля «подразумеваемых дефолтов» от общего числа компаний

Доли «подразумеваемых дефолтов» по компаниям трех отраслевых групп: 1. Электробытовые компании; 2. Энергетика; 3. Производство и добыча

# Приложение 4. Сравнение моделей оценки PD

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **Описание** | **Метод анализа** | **Применимость**  | **Входные данные** |
| Zeta Credit Scores | Зависимость между дефолтами и показателями из финансовой отчетности на основе эмпирических данных | Дискриминантная анализ | Публичные и частные компании с отчетностью по US GAAP без компаний финансового сектора | 7 финансовыхкоэффициентов |
| S&P Credit Model | Зависимость между дефолтами и показателями из финансовой отчетности, регионом и отраслью | 26 отдельных моделей для каждого региона и отрасли | Нефинансовые публичные и частные компании с выручкой более 75 млн. дол. | 8-11 финансовых показателей |
| Default Filter | Зависимость между дефолтами и показателями из финансовой отчетности и макроэкономическими данными | Нейронные сети с учетом влияния изменений ВВП, процентных ставок и курсов валют | Публичные и частные компании (средний и крупный бизнес) | 11 финансовых и макроэкономических показателей |
| Credit Rating System – Fitch Risk Management | Эмпирическая зависимость между долгосрочным рейтингом компании и ее рыночными и финансовыми показателями | Статистическая модель с несколькими переменными | Публичные и частные компании | до 11 финансовых коэффициентов и данные о цене акций |
| Moody’s RiskCalc for private companies | Зависимость между дефолтами и показателями из финансовой отчетности на основе эмпирических данных | Пробит-модель | Частные компании с активами более 100 тыс. дол. | 10 финансовых коэффициентов |

1. Источник: Altman (1968) [12] [↑](#footnote-ref-1)
2. Источник: Compustat Database (Altman & Hotchkiss 2005) [↑](#footnote-ref-2)