

На правах рукописи

Шкляев Леонид Олегович

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
КРЕДИТНОГО РИСКА
ЭМИТЕНТА КОРПОРАТИВНЫХ ОБЛИГАЦИЙ**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата экономических наук

Москва
2012

Работа выполнена на кафедре «Математическое моделирование экономических процессов» ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Научный руководитель: доктор экономических наук, доцент
Трегуб Илона Владимировна

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Тинякова Виктория Ивановна
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», профессор кафедры информационных технологий и математических методов в экономике

кандидат экономических наук
Пшеничный Сергей Игоревич
ОАО «УРАЛСИБ»,
руководитель Дирекции экономики и финансов
Московской региональной дирекции

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»**

Защита состоится «07» ноября 2012 г. в 12-00 часов на заседании диссертационного совета Д 505.001.03 на базе ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: Ленинградский проспект, д. 55, ауд. 213, г. Москва, 125993.

С диссертацией можно ознакомиться в диссертационном зале Библиотечно-информационного комплекса ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: Ленинградский проспект, д. 49, комн. 203, г. Москва, 125993.

Автореферат разослан «05» октября 2012 г. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации «05» октября 2012 г. размещены на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации по адресу: <http://vak.ed.gov.ru> и на официальном сайте ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»: <http://www.fa.ru>.

Ученый секретарь совета Д 505.001.03,
кандидат экономических наук, доцент

О.Ю. Городецкая

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы исследования. С началом внедрения в банковскую практику стандартов соглашения Базель II коммерческие банки стали активно использовать подход к оценке рисков на основе внутренних рейтингов (IRB approach). Данный подход предполагает, что банки могут сами разрабатывать методики оценки рисков. При этом национальные регуляторы (Центральный банк Российской Федерации) должны определять «рамочные» требования к разработке методик оценки рисков. В связи с этим коммерческие банки сегодня заинтересованы в построении наиболее совершенных методик оценки кредитных рисков (в том числе кредитных рисков эмитентов корпоративных облигаций), которые будут являться основой их конкурентных преимуществ в отрасли.

Развитие финансового сектора экономики России сопровождается увеличением объема операций, совершаемых кредитными организациями на российском рынке облигаций. Это, в свою очередь, приводит к увеличению аналитической работы, связанной с оценкой кредитного риска эмитентов корпоративных облигаций. В связи с этим на практике возрастает роль математических и инструментальных средств при оценке уровня кредитного риска эмитентов, применение которых ускоряет процесс принятия инвестиционных решений.

В силу того, что российский рынок облигаций достаточно молод (начал развиваться с начала XXI века), многие инвесторы применяют модели, разработанные иностранными специалистами и учитывающие специфику иностранных рынков. В связи с этим важной проблемой при построении банками собственных методик оценки кредитного риска является адаптация научных результатов, полученных иностранными учеными, к условиям функционирования современного российского рынка долговых обязательств.

Признавая тот факт, что бизнес-процессы организаций разных отраслей отличаются друг от друга, для эмитентов отдельных отраслей экономики должны строиться свои модели оценки кредитного риска. В качестве исследуемой отрасли была выбрана деятельность компаний в области строительства. Этот выбор был обусловлен тем, что данная отрасль является одной из важнейших для экономики страны, при этом деятельность компаний данной отрасли связана с повышенными экономическими рисками.

Перечисленные аспекты определяют актуальность темы исследования, состоящую в необходимости построения имитационной модели оценки кредитного

риска эмитента корпоративных облигаций в современных условиях российского рынка.

Степень разработанности проблемы исследования. Проблемы оценки кредитного риска организаций исследованы в работах И.Т. Балабанова, А.В. Грачева, О.В. Ефимовой, В.В. Ковалева, С.Е. Кована, С.Н. Кошеленко, О.И. Лаврушина, А.А. Лобанова, М.В. Мельник, В.В. Мерзловой, В.М. Родионовой, Г.В. Савицкой, И.М. Сыроежина, М.А. Федотовой, А.В. Чугунова, А.Д. Шеремета и др.

В числе зарубежных авторов следует указать Э. Альтмана, У. Бивера, Д. Даффи, Д. Ландо, Р. Мертон, П. Нарайанана, А. Сарето, К. Синглентона, Дж. Синки, Д. Собехрта, Р. Таффлера, Р. Хальдемана и др.

За последние годы были подготовлены диссертационные работы, посвященные оценке кредитного риска организаций строительной отрасли, следующими авторами: И.В. Воликовой, Е.В. Кучеровой, А.И. Узенбергом.

Применение математических методов при изучении деятельности экономического субъекта основано на использовании эконометрического инструментария, представленного в трудах как российских ученых: С.А. Айвазяна, В.А. Бывшева, Л.О. Бабешко, О.В. Голосова, Ю.И. Мхитаряна и др., так и иностранных ученых: Д. Дикки, Доугерти, С. Йохансена, П. Перрона, У. Фуллера и др.

Вопросам применения имитационного моделирования посвящены труды отечественных авторов, среди которых следует отметить К.А. Багриновского, М.В. Грачеву, А.А. Емельянова, Н.Б. Кобелева, Н.Н. Лычкину, Ю.Н. Павловского, И.М. Соболя, Ю.С. Харина и др. и иностранных авторов: П. Джэкел, Дж. Клейнен, Т.Х. Нейлор, К. Роберт, Дж. Хеммерсли, Д. Хэндскомб, Р. Шеннон.

Анализ работ указанных авторов показал, что, наряду с достаточно глубокой проработанностью проблематики оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций и возможностей применения эконометрического и имитационного моделирования в экономике, имеют место дискуссионность, а в отдельных случаях и противоречивость подходов к оценке кредитных рисков и применению имитационного моделирования в области риск-менеджмента.

Несмотря на многочисленные исследования различных аспектов оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций и методов имитационного моделирования в данной области, недостаточно проработанными остаются вопросы учета «рамочных» требований регуляторов при построении банками методик оценки

рисков контрагентов на основе внутренних рейтингов, а также адаптации моделей оценки кредитного риска к современным условиям функционирования российского рынка облигаций.

Необходимость применения математических и инструментальных методов при оценке кредитного риска эмитента корпоративных облигаций, наличие ряда нерешенных и дискуссионных вопросов определили цель, задачи и содержание диссертационного исследования.

Цель исследования – разработка методики оценки кредитного риска российского эмитента корпоративных облигаций на основе имитационного моделирования.

Достижение поставленной цели делает необходимым решение следующих задач:

1. Выполнить сравнительный анализ моделей оценки кредитного риска для определения возможности их применения в современных условиях российской экономики.

2. Разработать методику оценки степени ликвидности рынка корпоративных облигаций на основе рассчитанных репрезентативных показателей глубины и вязкости рынка для построения ценовых моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

3. Разработать алгоритм имитационного моделирования оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций для построения на его основе имитационной модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

4. Построить эконометрические модели для оценки вероятности дефолта эмитента строительной отрасли для их использования при оценке уровня кредитного риска эмитента строительной отрасли.

5. Построить имитационную модель, позволяющую определить распределение кредитных потерь, связанных с инвестированием в облигации эмитента строительной отрасли.

6. Осуществить на основе разработанных моделей оценку уровня кредитного риска, связанного с инвестированием в облигации эмитента строительной отрасли, что позволит менеджерам банка принять взвешенное и эффективное инвестиционное решение.

Объект исследования – рынок долговых обязательств российских корпоративных эмитентов.

Предмет исследования – процесс оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций с позиций эконометрического и имитационного моделирования.

Область исследования. Диссертационная работа выполнена в соответствии с Паспортом специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки).

Теоретической и методологической основой исследования послужили разработки, содержащиеся в трудах российских и зарубежных авторов в области оценки кредитного риска организаций. Оценка экономико-математических моделей осуществлялась с использованием приложений *Microsoft Excel*, *Statistica 9.0.*, *EasyFit 5.4* и *Eviews 6*.

Информационной базой исследования являются законодательные и нормативные акты, справочно-статистические и аналитические материалы Банка международных расчетов, Центрального банка Российской Федерации, Федеральной службы по финансовым рынкам, Федеральной службы государственной статистики, данные финансовой отчетности организаций, отчеты эмитентов ценных бумаг, исследования научных учреждений, данные информационно-аналитических и консалтинговых агентств: «Прайм-Тасс», РБК, «Индикаторы рынка недвижимости» и другие, публикации в научных изданиях, периодической печати, ресурсы сети Интернет, материалы научно-практических конференций.

Научная новизна диссертации заключается в разработке комплекса вероятностных, эконометрических и имитационных моделей для оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в соответствии с требованиями соглашения Базель II и построении методики применения разработанных моделей при принятии решения об инвестировании в облигации данного эмитента.

В ходе выполнения работы получены следующие теоретические и практические результаты:

1. На основе проведенного исследования возможности применения «классических» моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в разрезе отраслей российской экономики разработаны рекомендации по применению конкретных моделей прогнозирования дефолта компании в зависимости от принадлежности организации к определенной отрасли российской экономики.

2. Разработана методика оценки степени ликвидности рынка корпоративных облигаций на основе рассчитанных репрезентативных показателей глубины и вязкости рынка, к числу которых относятся среднее число дней с ненулевым объемом торгов и средний ценовой спред. Определение степени ликвидности рынка облигаций позволило выделить те отрасли российской экономики, для эмитентов которых целесообразно применять ценовые модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

3. Разработан универсальный алгоритм имитационного моделирования для оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в соответствии с фундаментальным IRB подходом соглашения Базель II. На основе данного алгоритма в дальнейшем построена имитационная модель оценки кредитного риска эмитента строительной отрасли.

4. Построена эконометрическая модель, позволяющая оценить вероятность дефолта эмитента строительной отрасли как функции от показателей текущего финансово-экономического состояния эмитента (показатель финансового рычага компании) и влияния динамики мезо- и макроэкономических показателей, к числу которых относятся реальные инвестиции в основной капитал (с учетом индекса цен производителей) и уровень фактической процентной ставки на межбанковском рынке (MIACR). Разработан комплекс вероятностных моделей ключевых факторов для построения модели оценки вероятности дефолта эмитента строительной отрасли.

5. Разработана имитационная модель для оценки величины кредитных потерь при инвестировании в облигации эмитента строительной отрасли в рамках фундаментального IRB подхода соглашения Базель II. Модель позволяет:

а) определить уровень ожидаемых, непредвиденных и стрессовых потерь при инвестировании в корпоративные облигации эмитента строительной отрасли;

б) определить ключевые микро-, мезо- и макроэкономические факторы, которые оказывают наибольшее влияние на уровень кредитного риска эмитента строительной отрасли.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

Теоретическая значимость научных результатов заключается в том, что полученные в диссертации положения и выводы развивают теоретико-методологическую базу оценки уровня кредитного риска, связанного с инвестированием в облигации эмитента корпоративных облигаций, а также способствуют решению прикладных задач на основе имитационного моделирования.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения построенных в диссертации эконометрических, вероятностных и имитационных моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций как кредитными организациями, так и другими институциональными и частными инвесторами. Разработанная в диссертации методика оценки кредитного риска эмитента строительной отрасли учитывает специфику функционирования российского рынка корпоративных облигаций.

Самостоятельное практическое значение имеют следующие положения диссертационного исследования:

- Алгоритм расчета интегрального показателя степени ликвидности рынка корпоративных облигаций, позволяющего оценивать степень ликвидности рынка корпоративных облигаций в разрезе отраслей российской экономики;
- Обобщенный алгоритм имитационного моделирования для оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в соответствии с фундаментальным IRB подходом соглашения Базель II для любой отрасли российской экономики;
- Модели множественной регрессии для прогнозирования вероятности дефолта эмитента строительной отрасли с горизонтом прогнозирования, равным одному году;
- Вероятностные модели прогнозирования месячных темпов прироста реальных инвестиций в основной капитал и месячных приростов процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней;
- Имитационная модель оценки распределения кредитных потерь при инвестировании в облигации эмитента строительной отрасли в рамках фундаментального IRB подхода соглашения Базель II.

Предложенные в диссертации методики и рекомендации позволят практикам принимать эффективные решения при инвестировании в облигации российских корпоративных эмитентов, что приведет к сбалансированному и устойчивому росту кредитной организации.

Апробация и внедрение результатов исследования.

Научное исследование выполнено в рамках комплексной темы Финансового университета «Пути развития финансово-экономического сектора России» по кафедральной подтеме «Развитие математических инструментов исследования финансово-экономических процессов».

Основные положения и результаты исследования обсуждались и получили одобрение на трех международных и двух Всероссийских конференциях, прошедших в 2010 - 2012 годах. В их числе:

- XVII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, МГУ, апрель 2010 г.);
- II Всероссийская научно–практическая конференция «Проблемы анализа и моделирования региональных социально – экономических процессов» (Казань, КГФЭИ, апрель 2011 г.);
- XII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, студентов и аспирантов. «Молодежь. Образование. Экономика» (Ярославль, Ярославский филиал МЭСИ, апрель 2011 г.);
- «Международный молодежный форум финансистов» (Москва, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, декабрь 2011 г.);
- XIII Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд» (Новосибирск, март 2012 г.).

Разработанные в диссертации концептуальные, математические и имитационные модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций используются в компании ООО «Управляющая компания «КапиталЪ» при формировании профессионального суждения об уровне кредитного риска, связанного с инвестированием в облигации российских корпоративных эмитентов.

Материалы исследования используются кафедрой «Математическое моделирование экономических процессов» ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» при преподавании учебной дисциплины «Имитационное моделирование».

Внедрение результатов диссертации в указанных организациях подтверждено соответствующими справками.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ общим объемом 5,1 п.л. (весь объем авторский), в том числе три работы авторским объемом 4,1 п.л. в журналах, определенных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем работы. Структура диссертации обусловлена целью, задачами и логикой исследования и включает в себя введение, три главы, заключение; список литературы включает 159 источников и 8 приложений; 17 рисунков и 24 таблицы. Общий объем диссертации составляет 191 страницу.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. На основе проведенного исследования возможности применения «классических» моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в разрезе отраслей российской экономики разработаны рекомендации по применению конкретных моделей прогнозирования дефолта компании в зависимости от принадлежности организации к определенной отрасли российской экономики.

В диссертационной работе проведен критический анализ возможности применения «классических» моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в разрезе отраслей российской экономики. Анализ «классических» моделей проведен на основе сопоставления характеристик рынка облигаций эмитентов в зависимости от принадлежности эмитента к определенному сектору российской экономики и допущений, которые лежат в основе этих моделей.

В ходе проведенного исследования проанализировано более трехсот эмитентов, принадлежащих одиннадцати к отраслям экономики. Данные анализировались за период с 01.01.2008 по 01.11.2010.

В результате анализа выработаны следующие рекомендации по применению «классических» моделей оценки кредитного риска для эмитентов различных отраслей экономики. Для применения *кредит-скоринговых* моделей специальных ограничений нет. Для построения этих моделей необходимо наличие релевантной и надежной информации. *Структурные* модели рекомендуется применять для эмитентов телекоммуникационной сферы и энергетики, так как у значительной доли эмитентов этих отраслей акции обращаются на фондовых биржах. Модели *миграции кредитных рейтингов* целесообразно применять при оценке кредитного риска эмитента телекоммуникационной сферы, поскольку высокая доля эмитентов этой отрасли имеет кредитный рейтинг независимых рейтинговых агентств. И, наконец, *ценовые* модели можно использовать для эмитентов металлургической промышленности, телекоммуникационной сферы, сферы транспортных услуг и предприятий топливно-энергетического комплекса, рынок облигаций которых можно считать ликвидным и эффективным.

2. Разработана методика оценки степени ликвидности рынка корпоративных облигаций на основе рассчитанных репрезентативных показателей глубины и вязкости рынка, к числу которых относятся среднее число дней с ненулевым объемом торгов и средний ценовой спред. Определение

степени ликвидности рынка облигаций является необходимым условием применения ценовых моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

В диссертации разработана комплексная методика оценки степени ликвидности рынка облигаций на основе анализа показателей глубины и вязкости рынка.

По каждой ценной бумаге рассчитаны показатели ликвидности торгов:

1. Показатели глубины рынка:

а) доля дней с ненулевым объемом торгов:

$$\alpha = \frac{N_1}{N_2} \cdot 100\% ,$$

где N_1 – количество дней с ненулевым объемом торгов, N_2 – всего дней.

б) минимальный показатель глубины рынка за весь период торгов:

$$\beta = \min_i RV_i ;$$

$$RV_i = \frac{V_i}{V_{разм}} \cdot 100\% , \text{ где } V_i \text{ – объем сделок в } i\text{-й день, руб.,}$$

$V_{разм}$ – объем размещенных ценных бумаг.

в) средний показатель глубины рынка за весь период торгов:

$$\gamma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RV_i , \text{ где } n \text{ – число дней в анализируемый период.}$$

2. Показатели вязкости рынка:

а) максимальный ценовой спред за весь период торгов

$$\delta = \max_i PS_i , \text{ где } PS_i = \left| \frac{HIGH\ BID_i - LOW\ ASK_i}{WAPRICE_i} \right| \cdot 100\% ,$$

PS_i – ценовой спред в i -ом дне, измеряемый в процентах,

$HIGH\ BID_i$ – лучшая цена спроса в i -м дне, $LOW\ ASK_i$ – лучшая цена предложения в i -м дне, $WAPRICE_i$ – средневзвешенная цена за i -й день;

б) средний дневной ценовой спред за весь период торгов:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PS_i , \text{ где } n \text{ – число дней в анализируемом периоде.}$$

Для каждой из одиннадцати отраслей экономики рассчитаны групповые показатели глубины и вязкости рынка, описанные выше.

В диссертационной работе проанализированы корпоративные облигации в разрезе отраслей экономики, а также акции, входящие в индекс MICEX LC, на признак ликвидности торговли ими. Анализ ликвидности акций, входящих в индекс MICEX LC, осуществлялся с целью определения индикативных показателей ликвидности, т.е. показателей ликвидности наиболее торгуемых ценных бумаг на российском фондовом рынке.

Обозначим через I_i групповой показатель, описывающий i -ю отрасль, $I_i \in \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon\}$, тогда:

$$I_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n I_{i,j}, \quad (1)$$

где I_i – групповой показатель i -й отрасли;

$I_{i,j}$ – показатель j -го элемента i -й отрасли;

n – число элементов в отрасли.

Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Анализ ликвидности ценных бумаг в разрезе отраслей экономики

№ п/п	Отрасль экономики	$\alpha, \%$	$\beta, \%$	$\gamma, \%$	$\delta, \%$	$\varepsilon, \%$
1	Легкая промышленность	40%	0%	3%	67%	9%
2	Машиностроение	46%	0%	4%	55%	4%
3	Металлургия	66%	0%	1%	52%	4%
4	Пищевая промышленность	44%	0%	3%	47%	5%
5	Медиа - бизнес	51%	0%	2%	42%	2%
6	Строительство	43%	0%	3%	85%	8%
7	Телекоммуникации	52%	0%	4%	57%	2%
8	Транспортные услуги	64%	0%	2%	52%	3%
9	ТЭК	69%	0%	1%	64%	2%
10	Химическая промышленность	42%	0%	2%	55%	2%
11	Энергетика	57%	0%	3%	45%	2%
12	Топ акции ¹	100%	0%	1%	14%	2%

¹ Акции, входящие в индекс MICEX LC.

В диссертации обосновано, что при исследовании ликвидности торгов ценными бумагами на начальном этапе необходимо анализировать показатели глубины рынка (количество сделок и их объем за день: α, β, γ), а потом – показатели вязкости рынка (ценовой спред: δ, ε).

В диссертации показано, что при анализе ликвидности рынка корпоративных облигаций наибольший вес имеют показатель глубины рынка α и показатель вязкости рынка ε . При этом установлены следующие критические значения показателей α и ε . В случае, если $\alpha > 50\%$, т.е. больше чем в половину торговых дней совершались сделки по облигациям определенной отрасли, рынок можно считать ликвидным. При $\alpha \leq 50\%$ рынок облигаций следует считать неликвидным. Если показатель $\varepsilon < 5\%$, рынок условно ликвиден, если $\varepsilon \geq 5\%$ – условно неликвиден. В диссертации предложен критерий, на основе которого выносится решение относительно степени ликвидности рынка. В случае, если $\alpha > 50\%$ и $\varepsilon < 5\%$, необходимо считать рынок ликвидным, во всех остальных случаях необходимо считать рынок неликвидным. Согласно предложенному критерию проведена классификация рынка корпоративных облигаций по ликвидности в разрезе отраслей экономики на основе данных, представленных в табл.1. В результате проведенного исследования показано, что для эмитентов легкой, пищевой и химической промышленности, машиностроения и строительной отрасли рынок облигаций является неликвидным. Для эмитентов металлургической отрасли, телекоммуникационной сферы, топливно-энергетического комплекса, электроэнергетики, медиа-бизнеса и транспортных услуг рынок облигаций является ликвидным.

3. Разработан универсальный алгоритм имитационного моделирования для оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в соответствии с фундаментальным IRB подходом соглашения Базель II для произвольной отрасли российской экономики.

Общая схема оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций может быть представлена в виде итеративного выполнения следующих этапов.

Этап 1. Формулирование проблем оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

На данном этапе осуществляется сбор информации об анализируемом эмитенте корпоративных облигаций, а также определяются основные проблемы, цели и задачи оценки кредитного риска, связанного с инвестированием в облигации этого эмитента.

Результатом данного этапа является содержательное описание деятельности эмитента корпоративных облигаций, факторов риска, связанных с его функционированием.

Этап 2. Разработка концептуальной модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

Оценка уровня кредитного риска осуществляется в соответствии с требованиями соглашения Базель II.

Уровень ожидаемых потерь от наступления кредитного события предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$CL = PD \cdot EAD \cdot LGD, \quad (2)$$

где CL (денежные единицы) – ожидаемые потери от наступления кредитного события, PD – вероятность дефолта на определенном временном интервале, EAD (денежные единицы) – подверженность кредитному риску, LGD (%) – уровень безвозвратных потерь в случае дефолта.

В рамках фундаментального подхода соглашения Базель II при расчете CL в формуле (2) банку предлагается рассчитывать только показатель PD, а величины EAD и LGD задаются нормативно.

Оценку вероятности дефолта (PD) эмитента необходимо осуществлять на основе определенной «классической» модели для эмитентов конкретной отрасли. Рекомендации по выбору определенной «классической» модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций для конкретной отрасли экономики приведены в пункте 1 научной новизны.

В соответствии с пунктом 474 соглашения Базель II подверженность кредитному риску (EAD) определяется равной телу долга, т.е. номиналу облигации.

Оценка уровня кредитного риска эмитента корпоративных облигаций рассчитывается в рамках фундаментального IRB подхода соглашения Базель II. Согласно п. 288 этого соглашения при оценке уровня кредитного риска в рамках фундаментального IRB подхода предлагается установить уровень LGD равным 75% для необеспеченных облигаций².

Блок-схема предложенного алгоритма имитационного моделирования кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в рамках фундаментального IRB подхода соглашения Базель II приведена на рисунке 1.

² Согласно российской практике большинство облигаций российских эмитентов не обеспечены его активами.

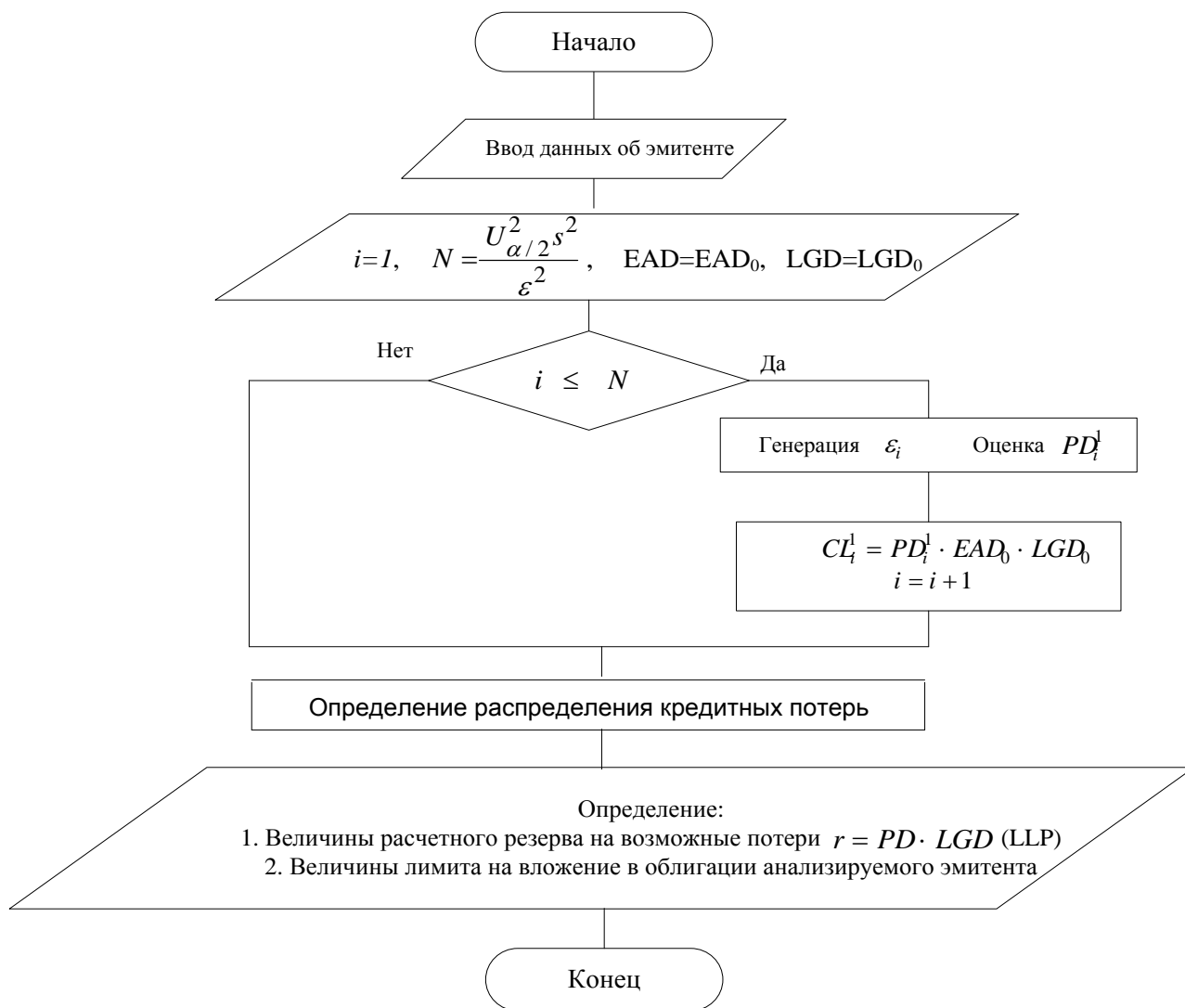


Рис. 1. Блок-схема построения имитационной модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций

Этап 3. Построение имитационной модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

На данном этапе разработанные ранее концептуальное и формальное описания модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций преобразуются в имитационную модель. В диссертационной работе имитационная модель реализуется в среде MS Excel с использованием средств Visual Basic for Applications. Это является одним из важнейших преимуществ предлагаемой методики, так как потенциальным кредитным аналитикам, оценивающим кредитный риск эмитента облигаций, не требуется покупать и устанавливать какое-либо специальное программное обеспечение.

Этап 4. Сбор и подготовка данных о входящих переменных и параметрах модели.

Определив переменные и параметры модели, а также взаимосвязи между ними, исследователь должен перейти к сбору необходимой информации с целью осуществления всех необходимых расчетов для оценки компонент кредитного риска эмитента корпоративных облигаций. Процессы подготовки и обработки данных о переменных и параметрах модели различаются:

- данные о случайных переменных обрабатываются методами математической статистики с целью определения вероятностного распределения и построения вероятностных моделей переменных;

- данные о параметрах модели оцениваются с применением эконометрических моделей.

Этап 5. Валидация и верификация имитационной модели оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций.

На данном этапе кредитный аналитик должен сделать вывод о том, соответствуют ли результаты оценивания кредитного риска эмитента корпоративных облигаций, получаемые в результате применения имитационной модели, экономической природе изучаемого процесса. Имитационные модели оценки кредитного риска эмитента основываются на вероятностных моделях, построенных для переменных моделей, и эконометрических моделях, построенных для параметров модели. Гипотезы о вероятностном распределении переменных моделей должны быть подтверждены методами математической статистики, а адекватность параметров прогнозных моделей – соответствующими эконометрическими тестами.

Этап 6. Осуществление имитационного эксперимента.

Имитационный эксперимент заключается в генерации случайных сценариев оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций в соответствии с законами распределения случайных переменных построенной модели и построении эмпирического распределения кредитных потерь, которые связаны с инвестированием в облигации эмитента корпоративных облигаций.

Этап 7. Анализ результатов имитационного моделирования.

В результате реализации имитационного эксперимента исследователь получает ряд сгенерированных значений оценки кредитного риска, на основе которого определяется закон распределения результирующего показателя кредитных потерь (CL). Результаты оценки уровня кредитного риска используются подразделениями банка при управлении кредитным риском (процедуры

лимитирования и резервирования) и определении ожидаемой доходности по покупаемым облигациям.

При осуществлении лимитирования банком устанавливается лимит на покупку облигаций определенного эмитента корпоративных облигаций.

В случае формирования резерва на возможные потери кредитным аналитиком определяется ожидаемая величина кредитных потерь при вложении в облигации эмитента. В случае, если в соответствии с классификацией учетной политики банка при покупке данных облигаций необходимо создавать резервы на возможные потери, величина резерва должна формироваться в размере, равном величине ожидаемых кредитных потерь (EL, expected losses). Непредвиденные потери (UL, unexpected losses) банка должны покрываться его капиталом.

Подводя итоги проведенного анализа, инвестор будет готов к выработке рекомендаций и принятию решения по инвестированию средств в облигации корпоративных эмитентов.

4. Построена эконометрическая модель, позволяющая оценивать вероятность дефолта эмитента строительной отрасли как функции от показателей текущего финансово-экономического состояния эмитента и влияния динамики мезо- и макроэкономических показателей. Разработан комплекс вероятностных моделей ключевых факторов в модели оценки вероятности дефолта эмитента строительной отрасли.

Как показано в пункте 1 научной новизны, оценку вероятности дефолта эмитента строительной отрасли в случае наличия достаточного объема финансово-экономической информации необходимо осуществлять на основе кредит-скоринговых моделей. В диссертационной работе предложена следующая методика построения эконометрической (кредит-скоринговой) модели оценки вероятности дефолта на основе предположения о том, что финансово-экономическое состояние эмитента (уровень его кредитного риска) можно описать финансовыми коэффициентами (коэффициентами финансовой устойчивости, ликвидности, деловой активности, прибыльности, размером компании). Эти коэффициенты формируют множество микроэкономических переменных. Кроме того, на деятельность компании оказывают влияние внешнеэкономические переменные. Эти внешнеэкономические переменные образуют множество мезо- и макроэкономических показателей. В диссертации показано, что оценку вероятности дефолта эмитента в течение года необходимо проводить, основываясь на следующих предположениях. Вероятность

дефолта определяется финансово-экономическим состоянием эмитента в будущем (значениями его финансовых коэффициентов в будущем). При этом значения финансовых коэффициентов в будущем определяются текущим финансово-экономическим состоянием эмитента и прогнозом динамики основных мезо- и макроэкономических показателей. Поэтому для оценки вероятности дефолта эмитента построена эконометрическая модель, для которой вероятность дефолта является эндогенной переменной, а текущие финансовые коэффициенты эмитента и прогноз динамики мезо- и макроэкономических показателей – экзогенными переменными.

На основе предложенной методики построения эконометрической модели оценки вероятности дефолта эмитента строительной отрасли построены спецификации моделей бинарного выбора (логит-модели и пробит-модели). При построении моделей бинарного выбора в качестве экзогенных переменных рассмотрены десять мезо- и макроэкономических показателей и семнадцать показателей финансово-экономического состояния эмитента. Для проверки гипотезы о том, оказывает ли влияние переменная x_j на PD , проводилась проверка гипотезы об однородности выборок $\{x_j | PD = 0\}$ и $\{x_j | PD = 1\}$. В случае если полученные выборки не будут признаны однородными, то экзогенная переменная x_j значимо влияет на переменную PD . Для устранения возможной мультиколлинеарности между экзогенными переменными была применена процедура пошагового включения объясняющих переменных в модель на основе вычисления матрицы парных коэффициентов корреляции. Расчеты проводились в среде Eviews 6.0. Оцененные спецификации моделей бинарного выбора приведены ниже.

1) оцененная логит-модель:

$$\left\{ \begin{array}{l} PD_i = \frac{1}{1 + e^{-y_i}}, \\ \hat{y}_i = 9,054 - 11,449T(Inv_fa)_i + 0,606T(MIACR)_i + 0,012FL_i, \\ \quad (5,49) \quad (5,99) \quad (0,3) \quad (0,007) \\ McFadden R^2 = 0,822, \\ LR statistic = 27,277 \quad P(LR statistics) = 0,000049. \end{array} \right. \quad (3)$$

2) оцененная пробит-модель:

$$\left[\begin{array}{l}
 PD_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u_i} e^{-\frac{\tau^2}{2}} d\tau, \\
 \hat{u}_i = 5,48 - 6,76T(Inv_fa)_i + 0,326T(MIACR)_i + 0,007FL_i, \\
 (3,13) \quad (3,32) \qquad (0,15) \qquad (0,004) \\
 McFadden R^2 = 0,826, \\
 LR\ statistic = 27,42 \quad P(LR\ statistics) = 0,000039.
 \end{array} \right. \quad (4)$$

где $T(Inv_fa)$ – прогноз годового темпа роста реальных инвестиций в основной капитал³, $T(MIACR)$ – прогноз годового прироста процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней, FL – уровень финансового рычага на последнюю отчетную дату, определенный как отношение заемного капитала к собственным средствам эмитента.

Как видно из оцененных моделей (3) и (4), индекс отношения правдоподобия Макфаддена выше у оцененной пробит-модели. Для обеих оцененных моделей значение LR статистики является значимым для уровня значимости $\alpha = 0,05$.

Параметры оцененных моделей (3) и (4) являются значимыми при уровне значимости $\alpha = 0,1$.

Прогнозное качество оцененных моделей определялось на основе методик CAP (AR), ROC (A) и расчета показателя «счет Бриера». Качество построенных логит- и пробит-моделей оценивалось на основе сравнения индекса отношения правдоподобия Макфаддена. В результате проведенного сравнительного анализа качества построенных моделей было определено, что оцененная пробит-модель имеет лучшее прогнозное качество по сравнению с оцененной логит-моделью.

Полученный результат (4) показывает, что наибольшее влияние на оценку вероятности дефолта эмитента оказывают факторы системного риска: темпа роста реальных инвестиций в основной капитал и прироста процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней, тогда как факторы специального риска (уровень финансового рычага) оказывают сравнительно меньшее влияние.

Для оценки годового прогнозного значения темпа роста реальных инвестиций в основной капитал $T(Inv_fa)$ и годового прироста процентной ставки на

³ При расчете реальных инвестиций в основной капитал инвестиции в основной капитал корректировались на индекс цен производителей (PPI).

межбанковском рынке на срок от двух до семи дней $T(MIACR)$ строились вероятностные модели для темпов прироста $T_{np,i}(Inv_fa)$ и прироста процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней $T_i(MIACR)$ в рамках каждого месяца за период с 01.01.1999 по 01.01.2011.

Месячные темпы прироста реальных инвестиций в основной капитал были аппроксимированы распределением Лапласа. В диссертации показано, что исходя из экономической сущности месячного темпа прироста реальных инвестиций в основной капитал, а именно – возможности этой величины принимать как положительные, так и отрицательные значения, полученные результаты аппроксимации эмпирического закона распределения распределением Лапласа не противоречат экономической сущности изучаемого процесса.

В качестве критерия согласия применялся тест Андерсона – Дарлингга с уровнем значимости $\alpha = 0,05$. Аппроксимация эмпирического закона распределения теоретическим проводилась в среде EasyFit 5.4. В результате проведенного анализа были получены результаты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Вероятностные модели для месячных темпов прироста реальных инвестиций в основной капитал

№ п/п	Месяц	Параметры распределения Laplace (μ, λ)
1	январь	Laplace (0,1669; 24,274)
2	февраль	Laplace (0,13689; 30,858)
3	март	Laplace (0,01358; 45,928)
4	апрель	Laplace (0,16381; 23,662)
5	май	Laplace (0,17519; 34,321)
6	июнь	Laplace (0,00355; 12,538)
7	июль	Laplace (0,08289; 34,199)
8	август	Laplace (0,05051; 33,229)
9	сентябрь	Laplace (-0,02261; 28,523)
10	октябрь	Laplace (0,04315; 31,708)
11	ноябрь	Laplace (0,65346; 11,558)
12	декабрь	Laplace (-0,69117; 23,546)

Расчет годового темпа роста реальных инвестиций в основной капитал $T(Inv_fa)$ проводился на основе формулы 5:

$$T(Inv_fa) = \prod_{i=1}^{12} (1 + T_{np,i}(Inv_fa)), \quad (5)$$

где $T_{np,i}(Inv_fa)$ – темп прироста реальных инвестиций в основной капитал в i -м месяце.

Месячные приросты процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней были аппроксимированы логистическим законом распределения. В диссертации показано, что исходя из экономической сущности месячных приростов процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней, а именно, возможности этой величины принимать как положительные, так и отрицательные значения, полученные результаты аппроксимации эмпирического закона распределения логистическим распределением не противоречат экономической сущности изучаемого процесса.

В качестве критерия согласия применялся тест Андерсона–Дарлинга с уровнем значимости $\alpha = 0,05$. Аппроксимация эмпирического закона распределения теоретическим проводилась в среде EasyFit 5.4. В результате проведенного анализа получены результаты, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Вероятностные модели для месячных приростов процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней

№ п/п	Месяц	Параметры распределения Logistic (μ, s)
1	январь	Logistic (0,664; 2,0424)
2	февраль	Logistic (-0,416; 1,4698)
3	март	Logistic (-0,079; 0,62096)
4	апрель	Logistic (0,868; 1,439)
5	май	Logistic (-0,501; 0,84383)
6	июнь	Logistic (-0,444; 0,63647)
7	июль	Logistic (-0,16; 0,60544)
8	август	Logistic (0,928; 1,3641)
9	сентябрь	Logistic (-0,236; 2,1749)
10	октябрь	Logistic (0,443; 1,668)
11	ноябрь	Logistic (0,701; 1,4727)
12	декабрь	Logistic (-1,926; 1,4952)

Расчет годового прироста процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней $T(MIACR)$ проводился на основе формулы 6:

$$T(MIACR) = \sum_{i=1}^{12} T_i(MIACR), \quad (6)$$

где $T_i(MIACR)$ – прирост процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней в i -ом месяце.

5. Разработана имитационная модель для оценки величины кредитных потерь при инвестировании в облигации эмитента строительной отрасли в рамках фундаментального IRB подхода соглашения Базель II.

Имитационная модель оценки кредитного риска эмитента строительной отрасли была построена в программной среде Microsoft Excel с использованием средств MS Visual Basic for Applications на основе разработанных математических моделей. Для этого были проведены следующие этапы исследования:

- для месячных темпов прироста реальных инвестиций в основной капитал $T_{np,i}(Inv_fa)$ и месячных приростов процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней $T_i(MIACR)$ сгенерированы значения в соответствии с установленными типами и параметрами вероятностного распределения;
- для каждого испытания рассчитаны значения прогноза годового темпа роста реальных инвестиций в основной капитал $T(Inv_fa)$ и прогноза годового прироста процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней $T(MIACR)$ в соответствии с формулами (5) и (6);
- для каждого испытания получены оценки вероятности дефолта эмитента строительной отрасли в соответствии с оцененной моделью (4);
- определено необходимое число испытаний (N) для получения необходимой точности результатов оценок вероятности дефолта эмитента строительной отрасли;
- проведено N испытаний, в рамках которых осуществлялась оценка прогноза годового темпа роста реальных инвестиций в основной капитал $T(Inv_fa)$, прогноза годового прироста процентной ставки на межбанковском рынке на срок от двух до семи дней $T(MIACR)$ и вероятности дефолта эмитента строительной отрасли (PD);
- для полученного вектора значений оценок вероятности дефолта определены значения уровня кредитного риска, связанного с инвестированием в облигации эмитента строительной отрасли в соответствии с формулой (2), при условии, что EAD=1 000 руб. (номинал облигации) и LGD=75%.

Полученные в результате имитационных экспериментов ряды значений уровней кредитного риска, связанного с инвестированием в облигации эмитента строительной отрасли, становятся объектом дальнейшего анализа с целью определения уровня ожидаемых потерь (Expected losses), непредвиденных потерь (Unexpected losses) и стрессовых потерь (Stress Losses) и принятия решения о целесообразности инвестирования в облигации анализируемого эмитента.

6. Осуществлена апробация разработанных моделей при проведении оценки кредитного риска, связанного с инвестированием в облигации ОАО «Галс-Девелопмент».

Проведена оценка кредитного риска для эмитента ОАО «Галс-Девелопмент».

Значение уровня финансового рычага по итогам III квартала 2011 г. составило 6,628.

В разработанной в соответствии с фундаментальным IRB подходом соглашения Базель II модели оценки кредитного риска случайной величиной является только вероятность дефолта ОАО «Галс-Девелопмент» (PD), уровень подверженности риску (EAD) и уровня безвозмездных потерь (LGD) являются экзогенно заданными величинами.

$EAD=1\ 000$ руб. – номинал облигации, $LGD=75\%$ – рекомендуемое значение уровня безвозвратных потерь в рамках фундаментального IRB подхода соглашения Базель II (п. 288).

Имитационный эксперимент, в рамках которого построено эмпирическое распределение кредитных потерь при инвестировании в облигации ОАО «Галс-Девелопмент», осуществлен в результате проведения нескольких этапов. На первом этапе было определено минимальное число имитаций (N) для направленного вычислительного эксперимента, обеспечивающих требуемую точность модели. Для определения N использован метод, предложенный Нейлором. Сначала проведено 300 испытаний, в ходе которых проигрывались возможные варианты изменения переменных $T_{np,i}(Inv_fa)$ и $T_i(MIACR)$ на основании использования вероятностных моделей, приведенных в таблицах 2 и 3. Определение минимального числа испытаний на уровне 300 было обусловлено необходимостью получения устойчивых результатов откликов имитационной модели. Полученные эмпирические данные оценок кредитных потерь были аппроксимированы бета-распределением с параметрами $\alpha_1 = 0,1003$, $\alpha_2 = 0,1651$, $a = 0$, $b = 750$. При аппроксимации полученных эмпирических данных кредитных потерь теоретическим законом

распределения использовался критерий согласия χ^2 Пирсона с уровнем значимости $\alpha = 0,05$.

Расчет необходимого числа испытаний для получения необходимой точности результатов ($\varepsilon = 10$ руб.) проводился на основе алгоритма, предложенного Нейлором:

$$N = \frac{U_{\alpha/2}^2 s^2}{\varepsilon^2} = \left(\frac{1,96 \cdot 313,49}{10} \right)^2 \approx 3775 \text{ итераций}$$

На втором этапе был проведен направленный вычислительный эксперимент с числом испытаний $N = 3800$ для определения эмпирического распределения уровня кредитных потерь при инвестировании в облигации ОАО «Галс-Девелопмент».

Полученные в результате направленного вычислительного эксперимента данные были аппроксимированы бета-распределением с параметрами $\alpha_1 = 0,111$, $\alpha_2 = 0,187$, $a = 0$, $b = 750$. Аппроксимация эмпирических данных, полученных в результате направленного вычислительного эксперимента, теоретическим законом распределения осуществлялась на основе применения критерия согласия χ^2 Пирсона при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Расчеты проводились в среде EasyFit 5.4.

В результате проведенного анализа уровень ожидаемых потерь получился равным 227 руб. на одну облигацию номиналом 1 000 руб. (22,7% от инвестированных средств), что соответствует эмпирическому среднему значению полученного распределения кредитных потерь. Уровень эмпирического квантиля при $\alpha = 0,01$ равен 750 руб. Поэтому уровень непредвиденных потерь равен 523 руб. (750 руб. – 227 руб.). Остальная часть кредитных потерь, равная 250 руб. (1 000 руб. – 750 руб.), являются стрессовыми потерями.

В случае, если в соответствии с классификацией учетной политики банка при покупке данных облигаций необходимо создавать резервы на возможные потери, величина резерва должна формироваться в размере, равном величине ожидаемых кредитных потерь (227 руб.). Непредвиденные потери (523 руб.) банка должны покрываться его капиталом.

Решение о целесообразности инвестирования средств в облигации ОАО «Галс-Девелопмент» принимается кредитной организацией самостоятельно в соответствии с ее отношением к риску и текущим рыночным уровнем доходности по облигациям данного эмитента.

Разработанная в диссертации модель имитационного моделирования кредитного риска эмитента строительной отрасли позволяет оценивать кредитный

риск в рамках фундаментального IRB подхода соглашения Базель II, учитывая специфику функционирования российского рынка облигаций. Данная модель учитывает влияние на уровень кредитного риска стохастических факторов, что невозможно осуществить при оценке уровня кредитного риска аналитическими методами.

Основные положения и результаты исследования отражены в следующих публикациях:

Статьи, опубликованные в журналах, определенных ВАК Минобрнауки России:

1. Шкляев Л.О. Применение классических моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций на российском долговом рынке [текст] / Л.О. Шкляев // Аудит и финансовый анализ. – М., 2011 г. – №4. – С. 96-104 (1,0 п.л.);

2. Шкляев Л.О. Разработка алгоритма имитационного моделирования кредитного риска эмитента облигаций, работающего в строительной отрасли [текст] / Л.О. Шкляев // Аудит и финансовый анализ. – М., 2012 г. – №1. – С. 166-173 (0,92 п.л.);

3. Шкляев Л.О. Имитационное моделирование кредитного риска эмитента корпоративных облигаций [электронный ресурс] / Л.О. Шкляев // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 5. Режим доступа: http://uecs.ru/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=1344: 2012-05-14-07-43-29 (дата обращения 20.05.2012) (2,2 п.л.);

Статьи, опубликованные в других научных изданиях:

4. Шкляев Л.О. Исследование возможности применения классических моделей оценки кредитного риска эмитента корпоративных облигаций на российском долговом рынке [текст] / Л.О. Шкляев // Россия XXI век: материалы Третьей Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Часть II. Экономика, социокультурные исследования – Владивосток, 16 апреля 2010 г. / отв. редактор А.Н. Шунин. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2010 – С. 421-425 (0,3 п.л.);

5. Шкляев Л.О. Сравнительная оценка процедур прогнозирования дефолта эмитента корпоративных облигаций на российском долговом рынке [электронный ресурс] / Л.О. Шкляев // XVII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». – Москва, МГУ, 12-15 апреля 2010 г. – Москва: МАКС Пресс, 2010, ISBN: 978-5-317-03197-8 (0,1 п.л.);

6. Шкляев Л.О. Анализ факторов, влияющих на кредитное качество российских эмитентов корпоративных облигаций [текст] / Л.О. Шкляев // Проблемы анализа и моделирования региональных социально – экономических процессов. Материалы докладов II Всероссийской научно – практической конференции. – Казань, 21-22 апреля 2011 г. – Казань: Издательство КГФЭИ, 2011 г. – С. 365-368 (0,2 п.л.);

7. Шкляев Л.О. Исследование возможности применения кредит-скоринговых моделей при анализе кредитного риска эмитента корпоративных облигаций [текст] / Л.О. Шкляев // Молодежь. Образование. Экономика: Сборник научных статей 12-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов. 28 апреля 2011 г. Ярославль. – Т. 1 / Ярославский филиал МЭСИ; Под науч. ред. М.В. Макаровой. – Ярославль: издательство «Еще не поздно!», 2011. – С. 390 – 393. (0,2 п.л.);

8. Шкляев Л.О. Разработка алгоритма имитационного моделирования кредитного риска эмитента корпоративных облигаций [текст] / Л.О. Шкляев // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции: в 2-частях. Часть 2 / Под. общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2012. – С. 73-77 (0,2 п.л.).