

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

*На правах рукописи*

ИСТОМИН НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ УПРАВЛЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫМ И МУНИЦИПАЛЬНЫМ  
ДОЛГОМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РИСКОВ**

Специальность 05.13.10  
«Управление в социальных и экономических системах»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор,  
Мицель Артур Александрович

Томск-2011

## Содержание

Основные термины и условные сокращения .....	4
Введение.....	5
Глава 1. Развитие рынка долговых обязательств.....	15
1.1 Обзор рынка долговых обязательств .....	15
1.2 История развития рынка заимствований в России .....	21
1.2.1 Развитие рынка региональных и муниципальных облигаций .....	22
1.2.2 Современное состояние рынка региональных и муниципальных облигаций .....	27
1.3 Управление долговыми обязательствами.....	29
1.3.1 Задачи управления долговыми обязательствами .....	31
1.3.2 Обзор существующих решений задач управления долгом .....	33
Выводы .....	38
Глава 2. Анализ рисков при управлении долговыми обязательствами.....	39
2.1 Обзор рисков и причины их возникновения .....	39
2.2 Оценка риска рефинансирования .....	48
2.3 Оценка процентного риска.....	65
2.3.1 Модель процентного риска .....	66
2.3.2 Алгоритм выбора оптимального источника заимствования .....	69
Выводы .....	71
Глава 3. Ценообразование на рынке облигаций .....	73
3.1 Оценка справедливой доходности облигаций .....	89
3.2 Математическая модель оценки доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок .....	95
3.3 Алгоритм оценки справедливой доходности облигаций.....	100
Выводы .....	101
Глава 4 Тестирование и экспериментальная проверка .....	104
4.1. Комплекс программ поддержки принятия решений при управлении региональным и муниципальным долгом .....	104
4.1.1 Автоматизированная система оценки риска рефинансирования .....	104

4.1.2 Автоматизированная система выбора источника финансирования	109
4.1.3 Автоматизированная система оценки справедливой доходности облигаций	114
4.2 Результаты тестирования и экспериментальной проверки .....	119
4.2.1 Тестирование математической модели оценки риска рефинансирования	119
4.2.2 Применение алгоритма выбора источника финансирования	123
4.2.3 Тестирование алгоритма оценки справедливой доходности облигаций	128
Заключение .....	130
Список использованных источников .....	132
Приложение А. Элементы профессиональной системы управления долгом .....	140
Приложение Б. Свидетельства о регистрации электронных ресурсов.....	141
Приложение В. Акты внедрения .....	144

## **Основные термины и условные сокращения**

G-кривая — кривая бескупонной доходности.

LIBOR — (London Interbank Offered Rate) лондонская межбанковская ставка предложения.

MOSPRIME — (Moscow Prime Offered Rate) индикативная ставка предоставления рублёвых кредитов (депозитов) на московском денежном рынке.

UML — (Unified Modeling Language) унифицированный язык моделирования.

XML — (eXtensible Markup Language) универсальный расширяемый язык разметки.

ГКО — государственные краткосрочные облигации.

Дюрация — средневзвешенный по дисконтированной сумме срок потока платежей.

ММВБ — Московская межбанковская валютная биржа.

ОФЗ — облигации федерального займа.

Региональный (муниципальный) долг — результат финансовых заимствований субъекта (муниципалитета) РФ, осуществляемых для покрытия дефицита бюджета. Существует в виде обязательств по ценным бумагам; бюджетным кредитам, привлеченным от других бюджетов бюджетной системы РФ; кредитам, полученным от кредитных организаций, иностранных банков и международных финансовых организаций; гарантиям.

РТС — Российская торговая система.

РФ — Российская Федерация.

СКО — среднее квадратическое отклонение.

ЦБ РФ — Центральный банк Российской Федерации.

## **Введение**

### **Актуальность исследования**

Долговые обязательства региональных и местных органов власти играют важную роль в структуре государственных финансов и оказывают существенное влияние на уровень социально-экономического развития и эффективность проводимой бюджетной и экономической политики РФ в целом.

Передача налоговых доходов в бюджеты вышестоящих уровней, происходящая в результате реформирования региональных и муниципальных финансов, вызывает недостаток собственных финансовых ресурсов субъектов РФ и ещё больший недостаток данных ресурсов в муниципальных образованиях. Данное обстоятельство затрудняет реализацию мероприятий, направленных на повышение уровня социально-экономического развития. Общераспространённым решением данной проблемы в России, позволяющим сохранять уровень социальных расходов и реализовывать инвестиционные проекты, является привлечение долговых обязательств региональными и муниципальными органами власти.

В диссертации рассматриваются актуальные задачи оценки и анализа ключевых рисков, возникающих при управлении региональным и муниципальным долгом, — риска рефинансирования и процентного риска, выбор методов их снижения и поиск оптимального соотношения между рисками и расходами на обслуживание долга.

В результате роста объёма региональных и муниципальных долговых обязательств (рис. 1), обозначенного в работе [1], перед органами власти более остро встает проблема эффективного управления долгом. При этом в связи с увеличением объёма долга, на первое место выходит задача снижения рисков, связанных с управлением долговыми обязательствами, а не задача минимизации расходов на обслуживание долга.

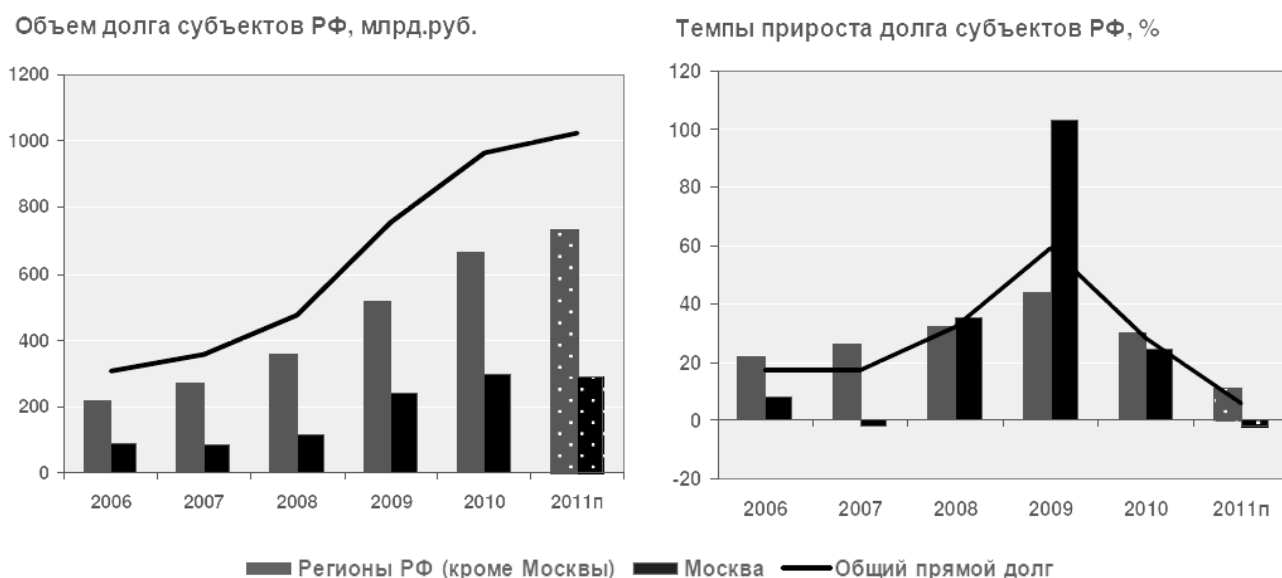


Рис. 1. Объем регионального долга и темпы его прироста

Актуальность исследования обусловлена тем, что большая часть научных публикаций в области анализа рисков при управлении долгом содержит лишь рекомендации по ограничению объема долга в соответствии с зарекомендовавшими себя наилучшим образом методами мировой практики, а также подходы к формированию идеальной модели портфеля долговых обязательств, направленной на минимизацию рисков. Особого внимания заслуживают редкие публикации, содержащие математически обоснованные рекомендации по совершению операций с долгом. Однако данные рекомендации касаются лишь публичных долговых обязательств (облигаций).

При этом актуальными проблемами для органов власти являются количественная оценка рисков, соотношения рисков и расходов на обслуживание долга, а также оценка влияния действий по управлению долгом на уровень рисков в будущем.

Кроме того, актуальной задачей, возникающей перед органами власти при управлении долгом, является оценка стоимости привлекаемых в будущем долговых обязательств. Существующие данной области математические модели, методы и алгоритмы зачастую не учитывают влияние рыночной конъюнктуры на ценообразование, в результате чего имеют большую погрешность, либо требуют детальную информацию о кредитном качестве эмитента.

### **Степень научной разработанности проблемы**

Теоретические аспекты управления долгом исследованы в трудах R. Amdursky, C. Gillette [2], R. Lamb, S. Rappaport [3], Е. Безсмертной [4], С. Глазкова [5], Э. Добсона [6], И. Костикова [7], В. Никифоровой, В. Островской [8], С. Пахомова [9-12] и других авторов.

Математические модели, используемые при управлении долгом, рассмотрены в работах Е. Бабенко, В. Михайлова [13], С. Глазкова [14], Е. Ефремовой [15], Г. Колесникова [16] и других.

Практика применения различных математических моделей управления долгом на примере г. Москвы представлена в работах С. Глазкова [5] и С. Пахомова [11].

Наиболее детальная информация об оценке рисков, связанных с управлением долговыми обязательствами, содержится в методиках, исследованиях и отчётах международных рейтинговых агентств Standard&Poor's, Moody's Investors Service и Fitch Ratings. Однако конечные математические модели, применяемые указанными агентствами, составляют коммерческую тайну и не раскрываются.

Оценка рисков при управлении долгом рассмотрена в работе Г. Колесникова и М. Соколова [16] и в работах других авторов.

Тем не менее, проблемы оценки рисков при управлении долгом, описанные выше, являются слабо изученными и слабо формализованными.

Модели ценообразования облигаций рассмотрены в работах S Simon [17], М. Помазанова [18], Д. Порывая [19], К. Сычева [20], В. Малиновского [21], М. Орешкина [22], Е. Ефремовой [15], О. Артеменко [23], В. Твардовского [24], О. Лапшиной [25] и других учёных. Однако большая часть моделей, предложенных указанными авторами, имеет большую погрешность, либо имеют существенные требования к информации о кредитном качестве эмитента ценных бумаг.

**Цель и задачи диссертации.** Улучшение социально-экономического положения регионов и муниципалитетов РФ посредством разработки и

реализации математических моделей и алгоритмов, базирующихся на анализе рисков, и позволяющих повысить эффективность решений, принимаемых региональными и местными органами власти в области управления долгом. Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие основные задачи:

- анализ проблем, решаемых органами власти при управлении долгом, включая анализ существующих моделей и методов в области управления региональным и муниципальным долгом;
- выявление основных рисков, характерных для процесса управления долговыми обязательствами;
- разработка модели оценки риска рефинансирования, базирующейся на использовании коэффициентов, рассчитываемых международными рейтинговыми агентствами при присвоении рейтинга кредитоспособности;
- разработка алгоритма выбора оптимального источника финансирования с точки зрения соотношения процентного риска и стоимости заимствований;
- разработка алгоритма оценки справедливой доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок;
- разработка комплекса программ, реализующих оригинальные алгоритмы и математические модели;
- конкретизация моделей и алгоритмов применительно к государственному внутреннему долгу Томской области и муниципальному внутреннему долгу муниципального образования «Город Томск».

**Методы выполнения работы.** Работа была выполнена на основе методов системного анализа, теории управления, теории экспертных оценок, инвестиционного анализа, экономико-математического и компьютерного моделирования.



### **Научная новизна диссертации**

1. Модели и алгоритмы, позволяющие улучшить социально-экономическое положение регионов и муниципальных образований за счёт повышения эффективности решений, принимаемых органами власти в области управления долгом. Данные модели и алгоритмы отличаются от существующих тем, что оценивают и снижают риски, связанные с управлением долгом, а не расходы на обслуживание долга.

2. Модель оценки риска рефинансирования, основанная на показателях, оцениваемых международными рейтинговыми агентствами при присвоении кредитного рейтинга, позволяет оценивать риск рефинансирования органов власти, не имеющих кредитного рейтинга, а также оценивать данный риск на основе плановых показателей бюджета.

3. Алгоритм выбора оптимального источника финансирования с точки зрения соотношения процентного риска и стоимости. Алгоритм основан на расширенной (по сравнению с описанной в литературе) математической модели и может применяться для произвольного профиля погашения долга.

4. Алгоритм оценки справедливой доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок, отличающийся от известных тем, что не требует данных о кредитном качестве эмитента и о вероятности дефолта эмитента.

**Практическая значимость работы.** Разработанные модели и алгоритмы могут быть использованы эмитентами различных уровней власти для решения задач управления долговыми обязательствами с целью увеличения уровня социально-экономического развития за счёт повышения эффективности принимаемых решений в области управления долгом. Модель оценки риска рефинансирования может использоваться, в том числе, и органами власти, не имеющими кредитных рейтингов, для оценки уровня риска в текущий момент, а также для оценки влияния действий по управлению долгом на уровень риска в будущем.

В рамках работы над диссертацией был создан комплекс программ, состоящий из автоматизированной системы оценки риска рефинансирования, автоматизированной системы выбора источника финансирования, автоматизированной системы оценки доходности облигаций, на две из которых выданы свидетельства объединённого фонда электронных ресурсов «Наука и образование».

Использование комплекса программ, разработанного в рамках работы над диссертацией, позволит региональным и муниципальным органам власти повысить эффективность управления долговыми обязательствами с точки зрения минимизации рисков либо минимизации расходов на обслуживание долга при определённых уровнях риска рефинансирования, процентного риска, а также планировать возможную стоимость заимствований в виде выпуска облигаций.

Модель оценки риска рефинансирования и алгоритм оценки справедливой доходности облигаций могут использоваться инвесторами для повышения эффективности управления портфелем региональных и муниципальных облигаций.

Алгоритм выбора оптимального источника финансирования и алгоритм оценки справедливой доходности облигаций могут использоваться также корпоративными заёмщиками в целях минимизации процентного риска и для оценки стоимости предстоящих заимствований соответственно.

Материалы диссертации будут полезны научно-педагогическим работникам и обучающимся по специальностям «Финансы и кредит», «Бухгалтерский учёт, анализ и аудит», «Автоматизация и управление».

**Реализация результатов работы.** Модели и алгоритмы, реализованные в комплексе программ, используются для принятия решений, связанных с управлением государственным внутренним долгом Томской области, муниципальным внутренним долгом муниципального образования «Город Томск». Результаты работы внедрены и используются в Департаменте финансов Томской области (комитет государственного долга) и Департаменте

финансов администрации города Томска (комитет по составлению, исполнению бюджета по доходам и управлению муниципальным долгом). Акты внедрения представлены в Приложении В. Предложенные разработки доведены до стадии практического внедрения. На разработанные программные продукты выданы свидетельства об их регистрации, представленные в Приложении Б.

**Предмет защиты и личный вклад автора.** На защиту выносятся: новая модель оценки риска рефинансирования, основанная на показателях, оцениваемых рейтинговыми агентствами, которая позволяет администрациям регионов и муниципалитетов планировать возможные заимствования и оценивать влияние принимаемых решений на уровень риска рефинансирования; алгоритм выбора оптимального источника финансирования, позволяющий осуществить выбор одного из возможных источников финансирования дефицита бюджета в зависимости от уровня принятия заёмщиком процентного риска; алгоритм оценки справедливой доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок, который позволяет аналитически оценить стоимость предстоящих заимствований, учитывая рыночные факторы и не требуя данных об эмитенте. Личный вклад автора заключается: в постановке основных задач исследования и разработке процедур их решения; выборе основных коэффициентов, влияющих на уровень риска рефинансирования; формировании модели оценки риска рефинансирования; расширении существующей математической модели и разработке алгоритма выбора оптимального источника финансирования; разработке алгоритма оценки справедливой доходности облигаций; разработке комплекса программ, реализующего вышеназванные модели и алгоритмы в виде автоматизированных систем; организации внедрения разработок в деятельность Департамента финансов Томской области и Департамента финансов администрации города Томска.

**Апробация работы.** Основные положения и отдельные результаты диссертационной работы были опубликованы, докладывались и обсуждались на следующих конференциях и семинарах:

- 5-й всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, 2007 год);
- 6-й всероссийской научно-практической конференции «Инновационные недра Кузбасса. IT-технологии» (г. Кемерово, 2007 год);
- 45-й международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (г. Новосибирск, 2007 год);
- всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2007» (г. Томск, 2007 год);
- всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2008» (г. Томск 2008 год);
- всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2009» (г. Томск, 2009 год);
- всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2010» (г. Томск, 2010 год).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, включая 4 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК России для опубликования научных результатов диссертаций и 8 публикаций тезисов и докладов. С единоличным авторством опубликовано 5 печатных работ. Получено 2 свидетельства о регистрации электронных ресурсов.

**Благодарность.** Автор выражает благодарность научному руководителю — д.т.н. профессору Мицелю Артуру Александровичу за вклад в виде практических советов и консультаций по теме диссертации. Также автор выражает благодарность к.т.н. доценту Кузьминой Елене Александровне.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованной литературы. Объём работы составляет 147 страниц, включая 40 рисунков, 21 таблицу, 3 приложения и библиографию из 77 наименований, из которых работы автора составляют 13 наименований.

### **Содержание глав диссертации.**

Первая глава посвящена обзору рынка долговых обязательств России, в том числе анализу его развития:

- представлена структура системы управления региональным и муниципальным долгом;
- описаны виды долговых обязательств, которые, согласно законодательству имеют право привлекать субъекты РФ и муниципалитеты;
- приведены основные особенности каждого из видов источников финансирования (долговых обязательств);
- представлено подробное сравнение основных источников финансирования (кредитов коммерческих банков и выпусков облигаций);
- рассмотрена история развития долговых обязательств в России, в том числе новейшая история развития региональных и муниципальных долговых обязательств;
- рассмотрены задачи управления региональным и муниципальным долгом, приведён обзор существующих решений рассмотренных задач.

Во второй главе рассматриваются основные риски, с которыми сталкиваются регионы и муниципальные образования при управлении долгом:

- приведён обзор рисков и причин их возникновения;
- представлены ключевые количественные показатели, характеризующие уровни рисков, используемые международными рейтинговыми агентствами при присвоении органам власти рейтингов кредитоспособности;
- предложена модель оценки риска рефинансирования;
- предложен алгоритм оценки риска рефинансирования;
- предложена модель процентного риска;
- предложен алгоритм выбора оптимального источника финансирования.

Третья глава посвящена ценообразованию на рынке облигаций:

- представлены основные факторы, влияющие на стоимость (эффективную доходность) облигаций при размещении;
- рассмотрены основные математические модели, методы и алгоритмы оценки справедливой доходности облигаций;
- предложен алгоритм оценки справедливой доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок.

В четвёртой главе диссертации представлена программная реализация алгоритмов, тестирование математических моделей и их апробация при управлении государственным внутренним долгом Томской области и муниципальным внутренним долгом муниципального образования «Город Томск»:

- автоматизированная система оценки риска рефинансирования;
- автоматизированная система выбора источника финансирования;
- автоматизированная система оценки доходности облигаций;
- определена ошибка оценки риска рефинансирования;
- определена ошибка оценки доходности облигаций;
- приведён пример применения алгоритма выбора источника финансирования на основе данных о государственном внутреннем долге Томской области.

## Глава 1. Развитие рынка долговых обязательств

### 1.1 Обзор рынка долговых обязательств

Учитывая особенности административно-территориального деления РФ и существующую неравномерность перераспределения властных функций между субфедеральными и муниципальными уровнями, долговые обязательства региональных и местных органов власти имеют неодинаковый статус. При этом с экономической точки зрения две эти разновидности долговых обязательств имеют единую природу, что позволяет рассматривать их в данной работе как совокупность однородных финансовых инструментов [4].

Региональные и муниципальные органы власти, сталкиваются с проблемой финансирования дефицита бюджета. Превышение текущего уровня расходов над текущими доходами в процессе исполнения бюджета может быть вызвано, например, недополучением налоговых поступлений либо большим объёмом капитальных расходов бюджета. Ситуация с увеличением дефицита региональных бюджетов особенно обострилась в период кризиса (рис. 1.1) [1].

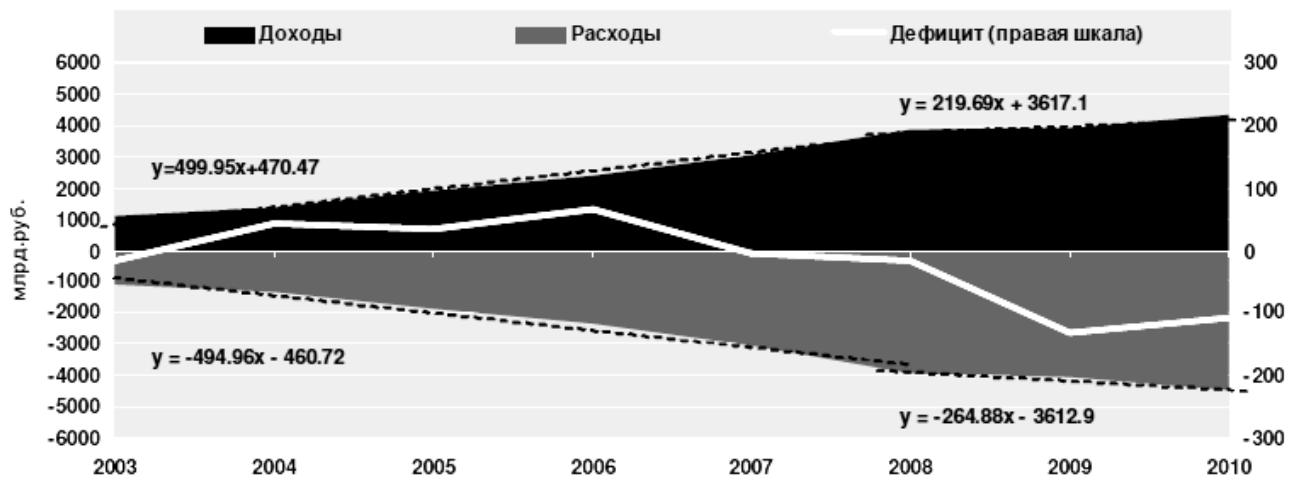


Рис. 1.1. Дефицит региональных бюджетов (без учёта Москвы)

Кроме того на определенный финансовый год может приходиться достаточно большой объём погашения ранее принятых долговых обязательств. Погашение таких обязательств возможно только в случае исполнения бюджета

с профицитом. В противном случае для исполнения обязательств в полном объёме и в установленные сроки требуется их рефинансирование.

При краткосрочном превышении текущего уровня расходов над текущими доходами (не переходящем на следующий финансовый год) возникает кассовый разрыв бюджета, для финансирования которого целесообразным является привлечение краткосрочных заимствований, таких как кредиты коммерческих банков.

В случае планирования большого объёма капитальных расходов, дефицит бюджета может сложиться по итогам одного или нескольких финансовых лет. Для финансирования дефицита бюджета в большом объёме и на срок, превышающий 1 год, используются кредиты коммерческих банков и ценные бумаги, выпускаемые от имени субъекта Российской Федерации либо муниципального образования (облигации).

Для решения задач по финансированию дефицита бюджета в случае невозможности привлечения заимствований на рыночных условиях (во время дефицита ликвидности) либо в целях финансирования большого объёма социальных расходов региональным и муниципальным органам власти могут быть предоставлены бюджетные кредиты из бюджетов других уровней бюджетной системы Российской Федерации (региональному бюджету из федерального, муниципальному — из регионального). Так бюджетные кредиты стали основным источником финансирования дефицита бюджетов в 2009-2010 гг. (рис. 1.2.) [1].



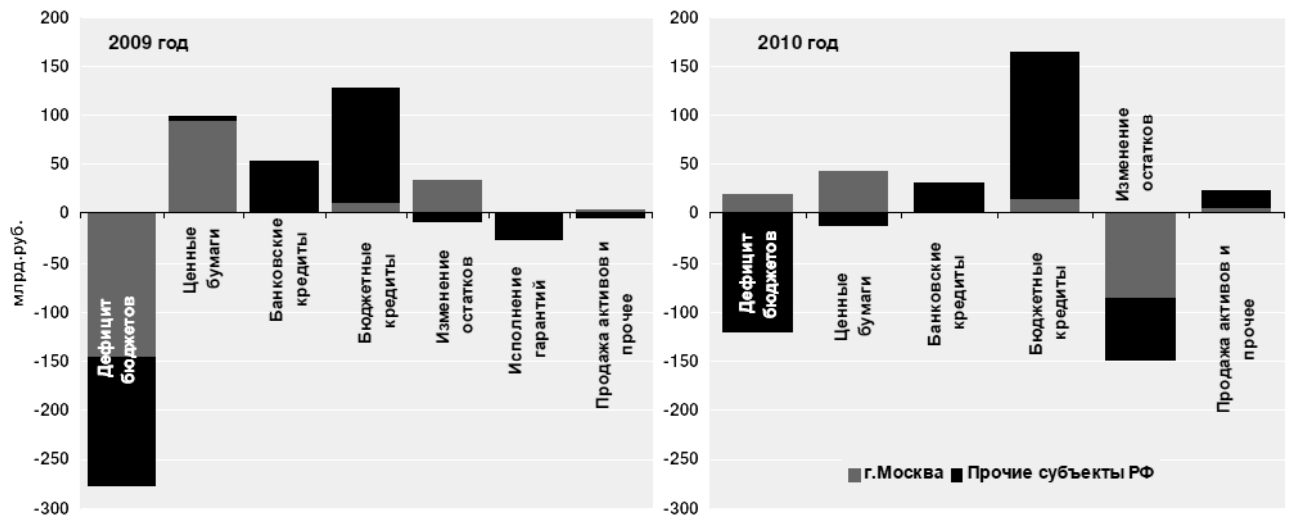


Рис. 1.2. Источники финансирования дефицита региональных бюджетов

Кроме решения задач по финансированию дефицита бюджета и рефинансированию ранее принятых долговых обязательств, властям разных уровней приходится решать задачи по привлечению инвестиций в регион или муниципальное образование. Одним из методов решения данной задачи является предоставление государственных или муниципальных гарантий по долговым обязательствам предприятий, реализующих приоритетные инвестиционные проекты.

Для российских регионов и муниципальных образований, которые достаточно активно прибегают к практике выдачи гарантий и поручительств своего бюджета по обязательствам принадлежащих регионам предприятий, особое значение имеет квалифицированное управление портфелем таких гарантий. Согласно [9] условные или отложенные долговые обязательства региона (муниципалитета) в форме гарантий в пользу третьих лиц могут представлять значительную опасность для его кредитоспособности и кредитного рейтинга в случае отсутствия надлежащего контроля над выдачей гарантий и накопления их значительного объема по отношению к бюджетным доходам.

Таким образом, структура государственного долга субъектов Российской Федерации и муниципального долга муниципальных образований состоит из следующих видов долговых обязательств:

- кредиты кредитных организаций;

- бюджетные кредиты;
- ценные бумаги;
- государственные (муниципальные) гарантии.

При возникновении потребности в заёмных ресурсах орган власти должен ответить на вопрос: какую форму привлечения средств выбрать — банковский кредит или выпуск облигаций [26].

Согласно действующему законодательству при размещении облигаций большинство региональных и все муниципальные органы власти могут использовать только выпуски облигаций, номинированные в рублях (внутренние заимствования). С 2011 года для ряда российских регионов, получающих не более 5% своих бюджетных доходов в форме субсидий из федерального бюджета, открывается возможность привлечения долговых ресурсов на внешнем рынке (в валюте других стран) [9]. Привлекательность внешнего долгового рынка связана с его огромными объёмами, высокой ликвидностью. В определенные периоды, при снижении процентных ставок на внешнем рынке, росте обменного курса рубля при одновременной высокой инфляции в России, стоимость заимствований на внешнем рынке оказывается ниже, чем на внутреннем.

В отличие от выпуска облигаций, банковский кредит можно привлекать и погашать по графику, в зависимости от потребностей в финансировании и поступления доходов в бюджет [26].

Зачастую стоимость привлечения средств в виде банковского кредита выше, чем стоимость привлечения средств с помощью облигационных заимствований. Это связано с тем, что при привлечении кредита конкурируют максимум 3-5 банков, установивших предварительное взаимодействие с заёмщиком. Выпуск облигаций является более рыночным, чем кредит, инструментом — при его размещении могут конкурировать несколько десятков инвесторов из любого региона России. В результате более сильной конкуренции во втором случае стоимость привлечения средств уменьшается.

Кроме того, при выпуске облигаций у субъекта РФ или муниципального образования появляется публичная кредитная история. Выпустив облигации, у органа власти появляется возможность оперировать на вторичном рынке и снижать расходы на обслуживание обязательств. Также появляется возможность (с учётом требований Бюджетного кодекса РФ) рефинансироваться следующим выпуском облигаций, более длинным, тем самым увеличивая срочность заимствований и снижая риск рефинансирования. Ещё одной дополнительной возможностью является способность размещать временно свободные денежные средства бюджета под залог собственных облигаций посредством выкупа облигаций с обязательством их продажи (посредством заключения сделок РЕПО). Основным условием, ограничивающим использование облигационных займов как источника финансирования дефицита бюджета, является минимальный объём размещения. Объём размещения займа должен быть рыночным (привлекательным для инвесторов), то есть достаточным для создания активного вторичного рынка.

В случае размещения облигаций, в отличие от привлечения банковского кредита, орган власти несёт дополнительные непроцентные расходы, основную часть которых составляют расходы на организацию выпуска. Как правило, стоимость услуг организатора размещения займа является постоянной величиной. Чем меньше объём займа, тем большую долю от него составляет стоимость услуг организатора. По этой причине органам власти также невыгодно организовывать выпуски облигаций малого объёма, так как непроцентные расходы значительно увеличат стоимость такого рода займа.

В связи с большим объёмом непроцентных расходов, связанных с организацией выпуска облигаций, в целях привлечения денежных средств в краткосрочном периоде (например, для финансирования кассовых разрывов) целесообразно использовать кредиты коммерческих банков.

Развёрнутое сравнение выпусков облигаций и банковских кредитов, в том числе на основе выводов работы [26], представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Сравнение выпусков облигаций и банковских кредитов

Параметр	Банковский кредит	Выпуск облигаций
1	2	3
Возможный срок привлечения средств заёмщиком	Не более 30 лет для субъектов РФ и не более 10 лет для муниципалитетов. Срок ограничен требованиями кредитной политики кредитора (банка), (зачастую кредит даётся на 1 год).	Не более 30 лет для субъектов РФ и не более 10 лет для муниципалитетов (зачастую облигации выпускаются на срок от 1 года до 5 лет).
Периодичность выплат процентного дохода и возврата основной суммы долга	Определяется условиями кредитного соглашения (зачастую проценты выплачиваются ежемесячно).	В зависимости от параметров выпуска (купонные или дисконтные).
Стоимость привлечения ресурсов	Процентная ставка по кредиту диктуется банком и зависит от кредитной политики банка. Банк может оставить за собой право пересматривать ставку по любому действующему кредиту.	Стоимость заимствования устанавливается 1 раз — при первичном размещении облигаций. В дальнейшем стоимость привлечения может быть скорректирована только путём досрочного погашения облигаций (проведение операций на вторичном рынке).
Наличие непроцентных расходов	Непроцентные расходы отсутствуют.	Возникают расходы на генерального агента, оплату услуг биржи и депозитария.
Возможность краткосрочного погашения займа с целью снижения стоимости заимствования	Возможно только в случае возобновляемой кредитной линии, связано с большими репутационными рисками, так как не выгодно кредитору.	Возможно в случае реализации механизма РЕПО с собственными облигациями, а также выкупа облигаций по соглашению с их владельцами (если предусмотрено эмиссионными документами).
Возможность досрочного погашения	Практика кредитования предусматривает возможность досрочного погашения	Существует возможность досрочного выкупа облигаций (если предусмотрено эмиссионными документами).

Таблица 1.1. Продолжение

1	2	3
Наличие посредников между заёмщиком и владельцем денежных средств	Банк, как посредник, аккумулирует денежные средства на финансовом рынке и затем размещает их с большей доходностью, получает прибыль.	Облигационный заём ориентирован на потенциальных покупателей в лице организаций и физических лиц, располагающих свободными денежными средствами. Отсутствие посредника между заёмщиками и кредиторами обеспечит меньшую стоимость заёмных средств для эмитента облигаций.

## 1.2 История развития рынка заимствований в России

Согласно работе [27], кредитная история России началась в 1769 г., когда Екатерина II сделала первый заём в Голландии. Заём был организован у амстердамского банкирского дома Раймонд и Теодор де Смет для покрытия военных расходов. Следует отметить, что первые российские обязательства по своей сущности не были рыночными ценными бумагами. Они выпускались номиналом в 500 тыс. голландских гульденов и являлись своеобразной долговой распиской российского правительства, выданной банкирскому дому [8]. За последующие два с половиной столетия Российская империя заняла на рынке примерно 15 млрд. руб. Большая часть этих средств накануне революции была погашена.

Первые внутренние государственные займы в России были организованы в 1809 г. Они приносили годовой фиксированный доход 6%. Российское правительство использовало эмиссию государственных облигаций для финансирования постоянно образующегося бюджетного дефицита. Существовали различные виды облигаций: купонные и бескупонные, именные и на предъявителя.

По данным работы [28] на начальном этапе на рынке ценных бумаг господствовали исключительно государственные облигации и небольшое количество негосударственных ценных бумаг — акции страховых обществ. Однако с развитием рыночных отношений в экономике Российской империи начался процесс демонополизации рынка капиталов, в том числе рынка ценных бумаг. Акционерные общества стали выпускать свои акции и облигации. Нормальное поступательное развитие фондового рынка было остановлено сразу после Февральской революции 1917 г. После Октябрьской революции Декретом Совета народных комиссаров Российской Советской Федеративной Социалистической Республики (РСФСР) от 23 декабря 1917 г. все операции с ценными бумагами на территории РСФСР были прекращены. Акции и облигации компаний утратили юридическую силу, и рынок ценных бумаг прекратил своё существование. Стихийно возникали уличные биржи. Однако уже в 1928 г. деятельности рынка ценных бумаг был положен конец, и вплоть до 1990 г. выпуск государственных ценных бумаг сводился к государственным займам, распространяемым на нерыночной основе, принудительно и добровольно.

### **1.2.1 Развитие рынка региональных и муниципальных облигаций**

Согласно работе [29] историю российского рынка региональных и муниципальных облигаций условно можно разделить на несколько этапов:

- становление;
- бурное развитие;
- кризис 1998 года;
- восстановление.

Датой начала первого этапа является дата начала эмиссии первых региональных облигаций Хабаровского края в марте 1992 г. Активность эмитентов в первые годы существования рынка была сравнительно низкой: за период с 1992 по 1994 г. была осуществлена всего 41 эмиссия ценных бумаг. Облигации в этот период выпускались редко и в основном на локальных

рынках среди местных предприятий и финансовых учреждений. Одна из приоритетных целей выпуска ценных бумаг в этот период — формирование региональной платёжной системы, а выпускаемые инструменты в первую очередь служили заменителями денег. Специфические цели эмиссии и отсутствие адекватного законодательства привели к тому, что основными инструментами, выпускавшимися в этот период региональными и местными администрациями, были векселя. Удобство и простота вексельного финансирования привели к тому, что количество эмиссий облигаций было очень небольшим.

Второй этап — активное развитие рынка — согласно [29], пришелся на 1995 — 1997 гг. Именно в этот период на рынке появились крупнейшие эмитенты, и к началу 1998 г. большинство региональных администраций уже выпустили свои облигации. Небольшая активность наблюдалась и на рынке муниципальных облигаций. Свои облигации в 1997 г. выпустила даже администрация Ленского района Республики Саха, не имеющая, по сути, ни статуса региона, ни статуса муниципалитета.

В это время на рынке появился эталонный эмитент — город Санкт-Петербург, первая эмиссия облигаций которого была размещена в марте 1995 г. С этого момента началось формирование до недавнего времени крупнейшей российской торговой площадки по размещению и организации вторичного рынка региональных и муниципальных облигаций — Санкт-Петербургской валютной биржи и Фондовой биржи «Санкт-Петербург». Те регионы, которые выходили на рынок публичных долговых обязательств в период с 1996 по 1998 гг., размещали их именно в единой торговой системе этих двух бирж.

Чрезвычайно важный шаг для развития рынка региональных займов в 1997 г. сделал Минфин РФ, форсировавший вывод на рынок агрооблигации — облигации регионов, выпускаемые в счёт реструктуризации задолженности по гарантиям региональных администраций предприятиям агропромышленного комплекса перед федеральным бюджетом [29]. Однако последствия этого шага оказались негативными. С одной стороны, в 1997 г. В России действительно

был создан массовый рынок субфедеральных ценных бумаг, с другой — в 1998 г. этот же самый рынок был полностью дискредитирован, в первую очередь неплатежами по агрооблигациям.

Привлечение займов и эмиссия ценных бумаг, деноминированных в иностранной валюте в условиях практически нулевого изменения реального обменного курса рубля по ставкам, существенно более низким, чем ставки рублёвого рынка капитала, в 1997 г. было для регионов чрезвычайно привлекательным [29].

В соответствии с российским законодательством, в 1997 г. местные органы власти не имели права иметь внешнюю задолженность. В течение 1998 г., по официальной статистике Банка России, ни один регион не взял кредит непосредственно у банка-нерезидента. Иностранные банки или банковский консорциум предоставлял валютный заём российскому банку, который, в свою очередь, предоставлял рублёвый кредит администрации субъекта РФ, конвертировав полученную сумму по текущему валютному курсу [30]. Процентные выплаты по кредиту определялись на основании плавающей процентной ставки, привязанной к темпу роста курса доллара. Таким образом, все подобные банковские ссуды фактически являлись, с точки зрения конечного заёмщика, кредитами российских банков и соответствующим образом отражались в статистике государственных финансов.

Важным событием в развитии рынка региональных и муниципальных облигаций стало размещение еврооблигаций в конце 1997 — начале 1998 г. тремя российскими регионами — Москвой, С.-Петербургом и Нижегородской областью.

Третий этап истории рынка — кризис — начался летом 1998 г. [29]. Первые дефолты по агрооблигациям произошли уже в июне 1998 г., а в июле они стали массовым явлением. Однако стоит отметить, что некоторые выпуски агрооблигаций все же были погашены в срок, в частности, в 1998 г. погасили свои агрооблигации Томская и Оренбургская области.



Органы власти субъектов РФ, стремившиеся к финансовой самостоятельности и постановке под свой контроль финансовых потоков в регионе, в течение всего периода финансового кризиса (за исключением только его финальной стадии летом-осенью 1998 г.), проводили политику максимизации объёмов заимствований в текущий момент времени без учёта необходимости своевременного и полного погашения задолженности в будущем [30].

Ещё до дефолта федерального правительства был объявлен первый дефолт по облигациям, выпущенным добровольно, а не в полупринудительном порядке, как в случае с агрооблигациями. Первым регионом, не исполнившим собственные обязательства, стала Республика Саха.

После дефолта федерального правительства число отказов от погашения субфедеральных и муниципальных бумаг значительно возросло. И если дефолта явно несостоятельных регионов рынок ожидал — часть портфеля агрооблигаций Минфина РФ так и осталась нераспроданной, то отказ от платежей крупнейших и финансово устойчивых регионов, таких как Татарстан, Ленинградская область, Московская область, оказался для большинства инвесторов неожиданным.

На период кризиса пришлось появление двух важных законодательных актов — Бюджетного кодекса Российской Федерации и Закона об особенностях эмиссии субфедеральных и муниципальных облигаций. Первый из них, в частности, разделил полномочия бюджетов различных уровней и ввел серьезные ограничения на объёмы заимствований и размеры дефицита бюджетов. Кризисный период продлился до середины 1999 г. И хотя дефолты региональных администраций продолжались, часть регионов, допустивших дефолт, всё же начала добровольное урегулирование своих обязательств.

По данным [30] потеря доступа к рыночным инструментам заимствования в результате финансового кризиса и дефолта по внешним и внутренним обязательствам вынудила регионы отказаться от попытки реформирования системы управления долгом и вернуться к практике финансирования дефицита,

характерной для 1995 — 1996 гг. Неисполнение обязательств по обслуживанию долга, распространившееся в 1998 г. и на рыночные долговые обязательства субъектов РФ, явилось закономерным результатом политики формирования долга, проводившейся в предшествующие годы и направленной на привлечение максимально возможной суммы из всех источников на цели финансирования текущих бюджетных расходов без учёта необходимости проводить своевременное обслуживание долга.

Восстановление рынка региональных и муниципальных долговых обязательств началось лишь в 2000-2001 гг., а уровень активности, сопоставимый с предкризисным, был достигнут лишь в 2002 г. На фоне растущих активов финансовой системы страны и довольно консервативной политики федерального правительства на рынке внутренних заимствований уже в 2000 г. стала ощущаться нехватка инструментов с фиксированной доходностью. Однако кредитная история региональных и муниципальных облигаций не позволила субфедеральным и местным бюджетам снова стать активными заёмщиками.

Перераспределение доходных полномочий от регионов к федеральному центру вызвало последующее и вполне предсказуемое перераспределение доходов от местных органов власти к региональным администрациям. В результате на протяжении последних лет доля доходов муниципалитетов в консолидированном бюджете России снижалась, сокращая потенциальный размер заимствований местных администраций [29].

Рост интереса российских и иностранных инвесторов к российскому рынку публичных долговых обязательств инициировал рост инструментов и операций, связанных с обращением облигаций данного сегмента рынка. С 1 июня 2005 года фондовая биржа РТС ввела фьючерсы на корзину облигаций Москвы. В 2006-2007 гг. был реализован механизм облигационного свопа: обмен краткосрочных облигаций Москвы на среднесрочные и долгосрочные ценные бумаги. Кроме этого ряд регионов осуществлял операции РЕПО с собственными облигациями.

### 1.2.2 Современное состояние рынка региональных и муниципальных облигаций

По данным Минфина РФ, государственный долг субъектов РФ по состоянию на 01.01.2011 составлял 1 095 млрд. руб., муниципальных образований — 170 млрд. руб. Распределение государственного долга субъектов РФ и муниципального долга муниципальных образований России по регионам представлено на рис. 1.3. [31].

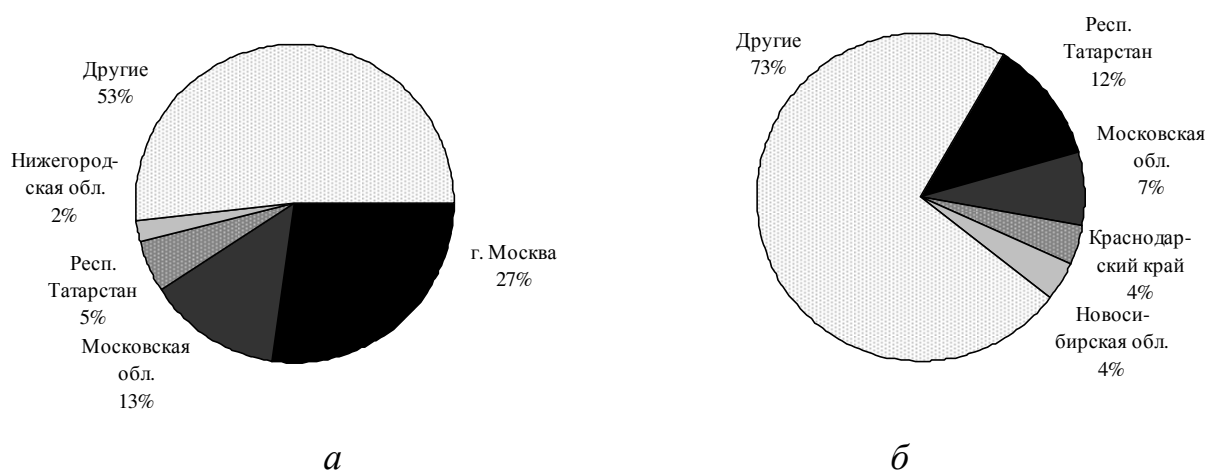


Рис. 1.3. Распределение субфедерального (а) и муниципального (б) долга по регионам

В структуре прямого долга (без учёта гарантий) субъектов РФ на 01.01.2011 доминировали бюджетные кредиты, доля облигаций не превышала четверти от общего объёма прямого долга (рис. 1.4.) [1].

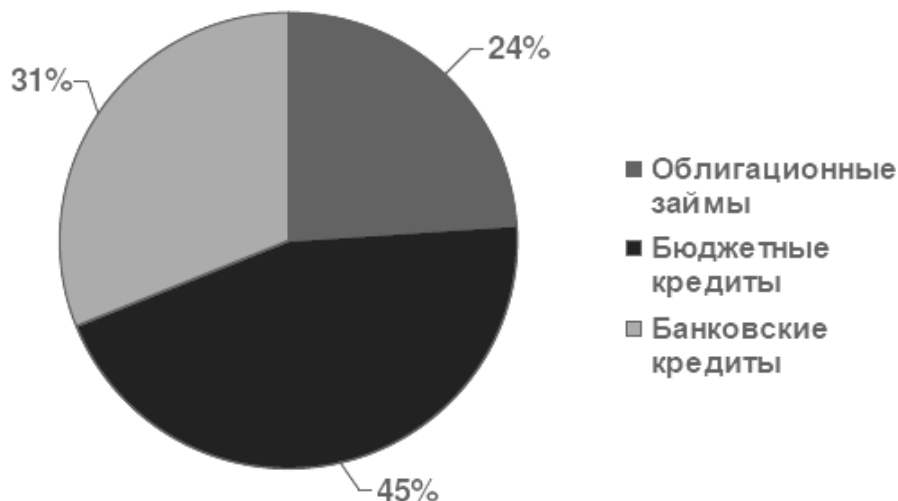


Рис. 1.4. Структура долга субъектов РФ на 01.01.2011 (без г. Москва)

Исходя из [32] субъекты РФ и муниципалитеты как заёмщики особенно сильно пострадали от финансово-экономического кризиса 2007-2009 гг. Региональные бюджеты (в отличие от федерального) в основном зависят от поступлений налогов на доходы физических лиц и прибыли компаний, а оба эти источника средств значительно сократились. Кроме того, кризис обусловил более высокий, чем ожидалось, рост социальных расходов. В результате тенденции последних лет, связанные с высокими доходами, уверенному экономическому росту и низкому дефициту, сменилась на противоположную — многие регионы не сумели предотвратить возникновения огромного превышения расходов над доходами бюджетов при почти полном отсутствии возможностей их покрыть. Более того, те субфедеральные заёмщики, большую часть доходов которых составляли доходы от экспорта от потребительского сектора, пострадали больше всех, тогда как отстающие субъекты федерации, бюджеты которых пополнялись в основном государственными дотациями, похоже, не особо и пострадали.

На рынке региональных, муниципальных и корпоративных публичных долговых обязательств продолжает ощущаться острый недостаток крупных и качественных эмитентов, которые могли бы (регулярно) размещать большие по объёму ликвидные выпуски облигаций, ставшие ориентирами для других более мелких эмитентов. Следует отметить, что российский рынок региональных займов, характеризуется наличием нескольких сверхкрупных эмитентов (город Москва и Московская область). Отметим также, что только объём рынка облигаций Москвы составляет сейчас более 190 млрд. руб. и Московской области более 90 млрд. руб. Остальные регионы, муниципалитеты довольствуются единичными и не слишком большими по объёму, а значит и неликвидными займами. Долг Санкт-Петербурга в форме облигаций в рублях постепенно сокращался. В 2010 году после некоторого перерыва власти Санкт-Петербурга вновь осуществили заимствования посредством размещения выпуска облигаций. Перекос в сторону сверхкрупных эмитентов является отрицательным фактором в развитии российского внутреннего рынка

облигаций. В конце 2009 года на 5 крупнейших эмитентов-субъектов федерации приходилось 80% всего объёма регионального долга, Москва при этом занимала почти 50% рынка [10].

По данным [33] на 1 января 2011 года в обращении на биржевом рынке ММВБ находился 91 выпуск региональных и муниципальных облигаций 34 эмитентов. Основной объём облигаций данного сектора приходится на г. Москву (рис. 1.5.).

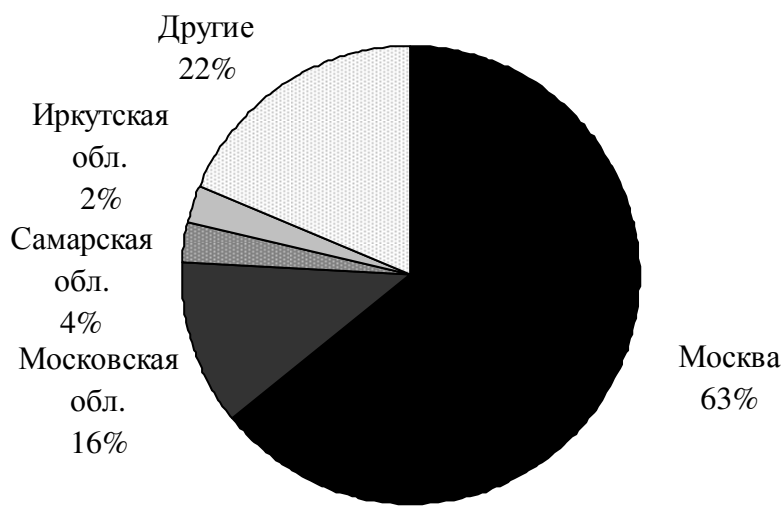


Рис. 1.5. Структура рынка региональных и муниципальных облигаций

### 1.3 Управление долговыми обязательствами

В широком смысле управление региональным и муниципальным долгом — это процесс выработки и осуществления стратегии, направленной на привлечение через долговые операции на рынке капитала необходимых для развития региона средств, при соблюдении приемлемых уровней финансового риска и цены привлекаемых с помощью займов денежных ресурсов [11]. Органы власти региона, осуществляя управление долгом, должны стремиться к тому, чтобы уровень задолженности и темпы её роста ни при каких обстоятельствах не ставили под угрозу его кредитоспособность. Управление долгом должно иметь своей целью создание запаса прочности в финансах региона на случай резких негативных перемен на финансовом и долговом рынках, обеспечивать способность региона расплатиться по своим

обязательствам с минимально возможным риском и финансовыми издержками в самой неблагоприятной ситуации.

Система управления долгом субъекта РФ согласно работе [9], включает элементы: субъекты управления, объекты управления, инструменты, механизмы и методы управления, приведённые в Приложении А.

На рис. 1.6. представлена функциональная структура системы управления субфедеральным (муниципальным) долгом.

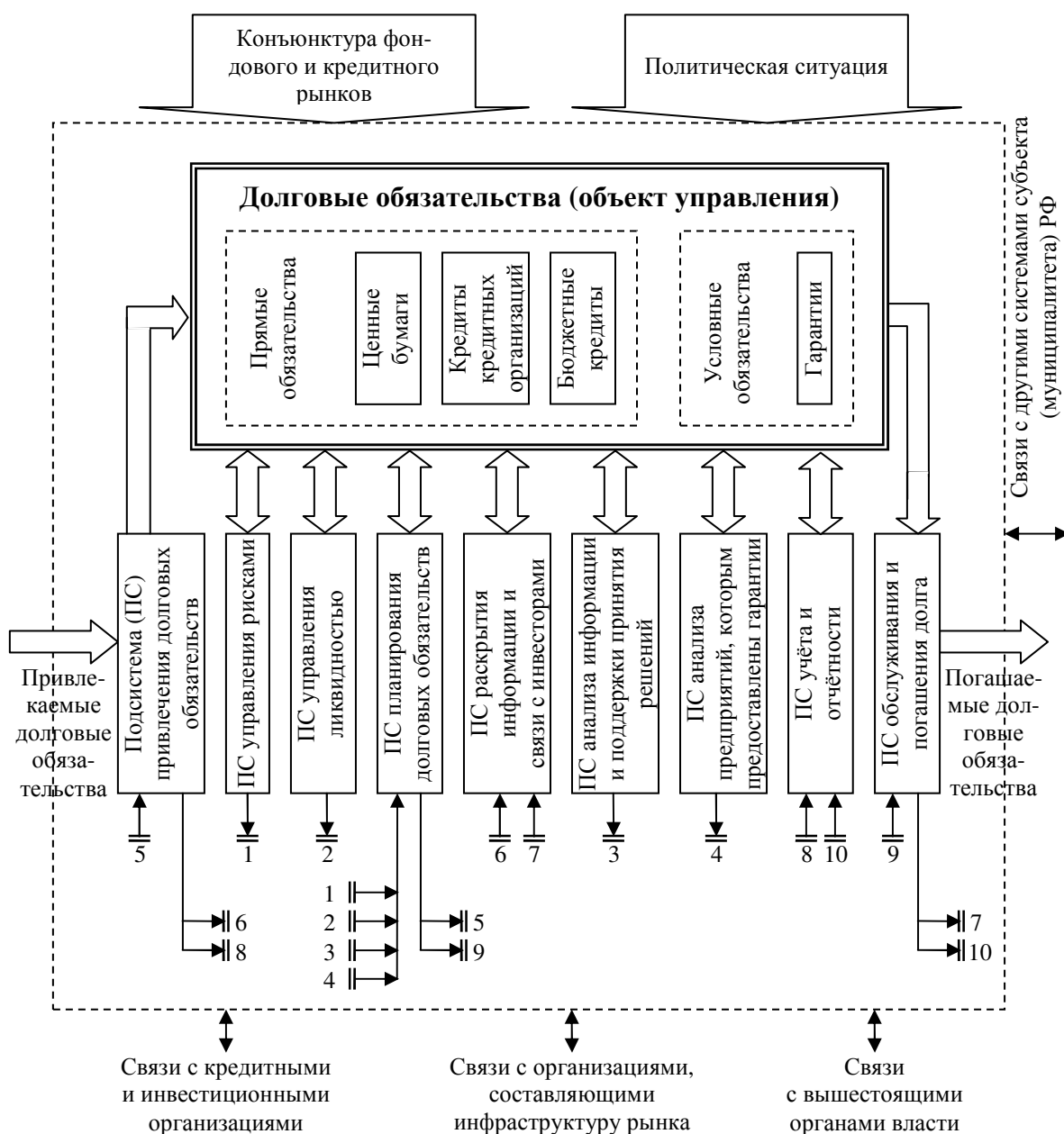


Рис. 1.6. Функциональная структура системы управления субфедеральным (муниципальным) долгом

На рис. 1.6. цифры 1, 2, ...,10 обозначают номера информационных связей.

### **1.3.1 Задачи управления долговыми обязательствами**

В рамках бюджетного процесса использование долговых обязательств субъектами РФ и муниципальными образованиями позволяет им проводить более гибкую самостоятельную бюджетную политику, не прибегая к помощи из центра. Однако эффективность использования долговых обязательств напрямую зависит от качества и умения региональных и местных органов власти управлять этими обязательствами.

Управление государственным (муниципальным) долгом включает в себя три взаимосвязанных направления деятельности [9]:

- бюджетная политика в части планирования объёма и структуры государственного (муниципального) долга;
- осуществление заимствований и проведение операций с государственным (муниципальным) долгом, направленных на оптимизацию его структуры и сокращения расходов на его обслуживание;
- организация учёта долговых обязательств и операций с долгом, функционирование платёжной системы исполнения долговых обязательств.

Управление региональным и муниципальным долгом можно условно разделить на следующие этапы:

- планирование долга;
- привлечение долговых обязательств (осуществление заимствования);
- обслуживание долга;
- возврат долга.

На этапе *планирования долга* региональные и муниципальные органы власти должны заранее определить объёмы и сроки предстоящих заимствований в целях своевременного исполнения принятых и планируемых

долговых обязательств. Входными данными для решения указанных задач являются:

- плановые показатели объёмов доходов, расходов и дефицита бюджетов на период планирования;
- объём, структура, стоимость обслуживания и график погашения долга на момент планирования;
- текущая конъюнктура и тенденции финансового рынка.

На данном этапе планирование действий с долговыми обязательствами может осуществляться, в том числе и посредством моделирования долга, описанного в работе [34]. Результаты планирования долга принимаются органами власти в рамках закона о бюджете на соответствующий период и отражаются в программе государственных (муниципальных) заимствований. Несмотря на то, что Бюджетный кодекс РФ обязывает органы власти планировать заимствования на плановый трёхлетний период, планирование долга целесообразно осуществлять на срок, не меньший сроку обращения самого долгосрочного инструмента заимствований.

Целью этапа *привлечения долговых обязательств* является выбор оптимального источника финансирования и фактическое привлечение денежных средств. Для решения задачи выбора источника заимствований анализируются все возможные риски и предполагаемая стоимость обслуживания долговых обязательств.

Этап *обслуживания долга* направлен на решение задач по минимизации рисков (рисков рефинансирования и процентных рисков) и минимизацию стоимости обслуживания долга при заданном уровне риска. На данном этапе осуществляется оперативно-текущее управление долговыми обязательствами, которое может отличаться от планов, принятых на этапе планирования долга в связи с изменениями конъюнктуры рынка, изменениями показателей бюджета и др.

На этапе *возврата основной суммы* долга органам власти необходимо обеспечить наличие объёма свободной ликвидности на уровнях и в сроки,



необходимые для полного и своевременного исполнения обязательств. Решение данной задачи базируется на минимизации риска ликвидности.

В случае невозможности обеспечить наличие объёма ликвидности для исполнения обязательств, органы власти в целях недопущения дефолта по обязательствам обязаны обеспечить рефинансирования обязательств. Данная задача решается посредством минимизации риска рефинансирования.

В рамках перечисленных ранее задач реализуются следующие функции в системе управления долгом субъекта РФ (муниципального образования) [9]:

- текущий (ежедневный) контроль рисков, возникающих в сфере долговых обязательств, и управление ими;
- планирование заимствований в строгом соответствии с общей бюджетной политикой субъекта РФ (муниципального образования);
- активные операции с собственными долговыми обязательствами для достижения экономии бюджетных средств и оказания регулирующего воздействия на рынок ценных бумаг;
- адекватный текущий учёт долга;
- управление избыточной финансовой ликвидностью.

В современных условиях проблема управления рисками в системе управления долгом региона (и муниципального образования) становится центральной.

### **1.3.2 Обзор существующих решений задач управления долгом**

Выше были определены следующие основные задачи управления долгом:

- определение объёмов заимствований;
- определение сроков заимствований;
- выбор источника финансирования;
- оценка предполагаемой стоимости обслуживания источника финансирования;
- оценка и минимизация рисков (риска ликвидности, риска рефинансирования и процентного риска);

– минимизация стоимости обслуживания долга.

Задача *определения объёмов заимствований* в настоящий момент решается большинством органов власти путём анализа графика погашения обязательств. Однако целесообразным на взгляд автора является решение данной задачи посредством анализа рисков ликвидности и конъюнктуры финансового рынка. Так, например, открытие кредитных линий в начале финансового года в объёме, достаточном для рефинансирования долговых обязательств, погашение которых запланировано на текущий финансовый год позволило бы минимизировать риск ликвидности. В случае же открытия описанной кредитной линии в период локального минимума процентных ставок (это достижимо посредством тщательного планирования конъюнктуры рынка) минимизировало бы стоимость обслуживания долга. В настоящий момент отсутствует формализованное решение данной задачи.

В современной литературе описаны модели определения максимальных объёмов заимствований, основанные на расчёте возможности бюджета обслуживать обязательства [14]. В данной модели рассчитывается долговая ёмкость бюджета — показатель, выражающий превышение доходов бюджета региона или муниципального образования (с учётом финансовой помощи от вышестоящих бюджетов) над его текущими расходами без учёта расходов на обслуживание существующих долговых обязательств в каждом периоде выбранного интервала времени. На основании данного показателя осуществляется оценка реально допустимого объёма заимствований исходя из возможностей бюджета, который может обслуживаться и погашаться за счёт собственных доходов бюджета, а также планирование заимствований на различные цели (инвестиционные, рефинансирование обязательств, финансирование кассовых разрывов) при наличии долговых обязательств и при отсутствии таких обязательств у региона или муниципального образования. Данная оценка осуществляется на основании расчёта уровня доступной долговой ёмкости для новых заимствований.

Также в литературе описана математическая модель [12], позволяющая решить задачу по определению максимально допустимого объема задолженности региона (муниципалитета) по отношению к его бюджетным доходам. В данной работе авторы приходят к выводу, что для целей минимизации рисков, связанных с чрезмерной долговой нагрузкой бюджета, и, как следствие, минимизации стоимости обслуживания долга большинству российских регионов требуется введение собственных дополнительных по отношению к нормам Бюджетного кодекса РФ требований к уровню долговой нагрузки. Кроме этого, в данной работе сформулированы некоторые принципы, которыми стоит руководствоваться органам власти при формировании долгового портфеля.

Решение задачи *определения сроков заимствований* также базируется на анализе графика погашения принятых обязательств, конъюнктуры рынка и рисков ликвидности. В настоящий момент существует решение в виде автоматизированной системы [35], позволяющее определить сроки размещения облигаций исходя из планирования конъюнктуры российского рынка облигаций. Алгоритм выбора даты размещения более подробно описан в [15]. Недостатком данного подхода является существенная погрешность прогнозирования конъюнктуры рынка в среднесрочной перспективе.

*Выбор источника финансирования* в последние годы большинством субъектов РФ и муниципальных образований зависел в основном от стоимости источника финансирования. В результате чего доля краткосрочного долга в структуре общего долга российских региональных и местных органов власти увеличилась с 2007 года. В 2007-2009 гг. почти 70% банковских кредитов, предоставленных региональным и местным органам власти (не считая Московской области), являлись краткосрочными (рис. 1.7.) [36].

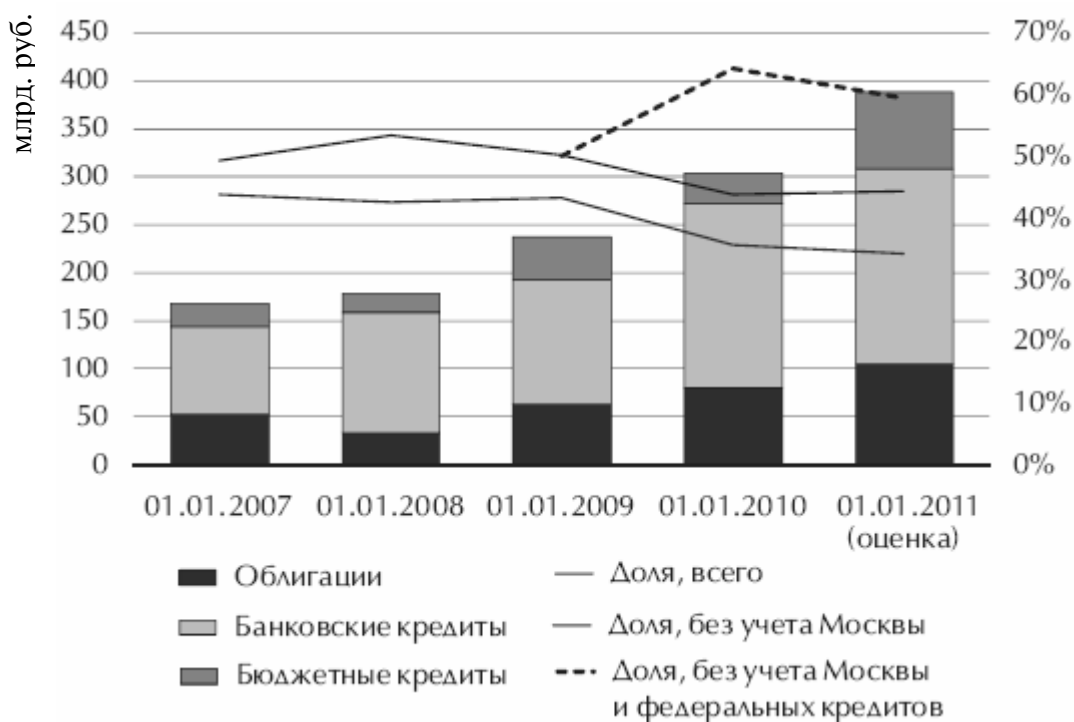


Рис. 1.7. Накопление краткосрочного долга региональными и местными органами власти и его доля в общем объёме долга

Это прямой результат рискованной долговой политики, проводившейся многими субфедеральными образованиями в 2007-2009 гг., когда привлечение краткосрочных заимствований мотивировалось погоней за более низкими процентными ставками. Однако вопреки ожиданиям региональных и местных органов власти, результатом такой политики стали более высокие расходы на обслуживание и погашение долга, так как в самый тяжёлый период финансового кризиса (конец 2008 г. - начало 2009 г.) процентные ставки резко возросли. По оценкам Standard&Poor's, представленным в [36], к концу 2011 года объём краткосрочного субфедерального долга достигнет 400 млрд. руб., или 6% прогнозируемых текущих доходов российских региональных и местных органов власти. Таким образом, он практически удвоится по сравнению с уровнем 2008 года.

Математические модели выбора оптимального источника финансирования с точки зрения соотношения рисков (риска рефинансирования и процентного риска) и стоимости обслуживания в литературе не описаны.

Задачу *оценки предполагаемой стоимости обслуживания источника финансирования* можно разделить на две подзадачи: оценка предполагаемой ставки по кредитным ресурсам, предоставляемым администрации коммерческим банком и оценка доходности при размещении предполагаемого выпуска облигаций. Первая подзадача решается органами власти путём проведения предварительного маркетингового исследования либо переговоров с потенциальными кредиторами.

Что касается оценки доходности при размещении предполагаемого выпуска облигаций, то в литературе существует множество математических моделей, позволяющих с различной степенью точности оценить данный показатель. Подробно модели оценки доходности облигаций и ограничения области их применения описаны в главе 4.

Модели, решающие задачи *оценки и минимизации рисков*, возникающих при управлении региональным и муниципальным долгом, в литературе практически не представлены, за исключением работы [13], оценивающей процентный риск в зависимости от срочности долговых обязательств. Работы ряда авторов учитывают риски рефинансирования и риски ликвидности посредством расчёта различных относительных показателей, однако не содержат решения указанной задачи. Осложняет задачу оценки рисков также то, что существующие модели оценки кредитоспособности, в том числе описанные в работе [37] Z-модель Альтмана и модель ZETA не могут применяться для оценки кредитоспособности органов власти.

Математические модели *минимизации стоимости обслуживания долга* представляют собой модели оптимизации стратегии эмитента на вторичном рынке облигаций. Обзор данных моделей представлен в работе [38]. В работе [15] представлена модель, использующая подход, представленный в работе [16], для купонных облигаций.

## Выводы

Главная причина замедления темпов роста рынка региональных и муниципальных облигаций — происходящее в результате реформы межбюджетных отношений перераспределение доходов и налогооблагаемой базы, ведущее к концентрации налоговых поступлений в бюджетах вышестоящих уровней (федеральном и субфедеральном) в условиях консервативной или пассивной инвестиционной политики органов власти.

Исходя из анализа литературы, содержащей математические модели и методы, позволяющие решать задачи, возникающие в ходе управления долгом, актуальной задачей является разработка моделей позволяющих минимизировать риски, возникающие при управлении долгом, либо минимизировать стоимость заимствований при фиксированном уровне риска, в том числе:

- оценить, в том числе на плановый период, риски рефинансирования долговых обязательств;
- осуществить выбор оптимального источника финансирования с точки зрения соотношения процентного риска и стоимости обслуживания.

Также в литературе не представлены математические модели и алгоритмы, позволяющие оценить справедливую доходность облигаций без учёта данных, характеризующих кредитное качество эмитента.

## **Глава 2. Анализ рисков при управлении долговыми обязательствами**

Российская и мировая история долговых кризисов содержат немало примеров того, как неудачная структура срочности погашения долга, процентных ставок выпущенных долговых обязательств и их валютной структуры, наличие большого количества условных обязательств в форме гарантий и поручительств приводили к тяжелым экономическим и политическим последствиям [11].

### **2.1 Обзор рисков и причины их возникновения**

Наличие долговых обязательств неизбежно порождает ряд рисков для заёмщика.

В работе [9] риски в системе управления долгом субъекта РФ разделены на внешние и внутренние по отношению к эмитенту. К внешним рискам относятся риски политические, юридические, рыночные, финансовые, кредитные, риск рефинансирования, риск изменения процентной ставки. К внутренним рискам можно отнести риски, связанные с человеческим фактором, с конкретными долговыми транзакциями, риски финансовой ликвидности эмитента, наличие альтернативного выбора.

В работе [11] риски, с которыми сталкивается регион или муниципалитет при управлении своим долгом, достаточно условно разделены на политические, рыночные, юридические и операционные. Политические риски (например, введение правительством долговых мораториев, мер валютного контроля, дестабилизация политической обстановки в стране) находятся вне сферы влияния региональных и местных органов власти и в данной работе не рассматриваются.

Юридические риски связаны с кредитным риском (дефолт эмитента или партнёра по договорам, необходимость отстаивания своих интересов в судебных инстанциях). Разновидностью кредитного риска по отношению

к самому региону или муниципалитету выступает риск накопления большого объёма условных обязательств (государственных или муниципальных гарантий), а также сомнения кредиторов в юридической процедуре исполнения регионом гарантий. Это может вызвать сомнения инвесторов и кредиторов в его кредитоспособности и затруднить доступ на рынок заимствований. Примечательным фактом, характеризующим юридический риск, является признание недействительной государственную гарантию Республики Хакасия по обязательствам ОАО «Ипотечное агентство жилищного строительства Республики Хакасия» после наступления факта дефолта по её обязательствам. Данное обстоятельство сказалось и на уровне кредитного рейтинга республики [39].

Операционный риск часто связан не только с техническими (технические сбои), но и политическими проблемами (введение ограничений и мораториев, чрезвычайные ситуации непреодолимой силы).

Основными рисками, снижение которых зависит от действий органов власти субъектов РФ и муниципальных образований, являются:

- риск ликвидности;
- риск рефинансирования;
- процентный риск.

Необходим постоянный мониторинг, оценка вероятности этих рисков и разработка мер по их нейтрализации или ослаблению. Основным методом этого, являются регулярные мероприятия по изменению структуры и состава долгового портфеля региона при обязательном учёте возникающих при этом финансовых издержек. Особого внимания требуют риски, связанные с наличием в долговом портфеле региона внешних займов, а также займов краткосрочных и с плавающей процентной ставкой. Успешное прогнозирование рисков требует постоянной аналитической работы, мониторинга рыночной ситуации, прогнозирования движения процентных ставок и курсов валют [9].



### **Риск ликвидности**

Важнейшим условием своевременного обслуживания и погашения долговых обязательств в краткосрочной перспективе является достаточность ликвидных активов и денежных потоков. Размер адекватного уровня ликвидности зависит от ряда факторов: сезонности доходов и расходов, структуры долга, качества имеющихся краткосрочных финансовых инвестиций и доступа органов власти к внешним источникам финансирования. Резервы ликвидности могут состоять из свободных денежных резервов (остатков), инвестиций в ликвидные активы (депозиты, РЕПО и др.) и доступных банковских кредитных линий [40].

Особое значение при оценке риска ликвидности имеет соотношение между средними и минимальными остатками денежных средств региона и муниципалитета и ежегодными потребностями в обслуживании долговых обязательств. В идеальном случае регионы и муниципалитеты должны иметь систему мониторинга денежных потоков, которая позволяла бы поддерживать ликвидность на уровне, соответствующем потребностям в денежных средствах для текущей деятельности и рефинансирования краткосрочных и долгосрочных долговых обязательств по мере наступления сроков их погашения.

Ключевыми количественными оценками уровня риска ликвидности можно считать следующие коэффициенты:

- отношение остатка денежных средств к расходам бюджета (показывает возможность финансирования расходов бюджета за счёт свободных денежных средств);
- отношение суммы остатка денежных средств и открытых кредитных линий к расходам бюджета (показывает возможность по финансированию расходов бюджета за счёт свободных денежных средств и возможного привлечения кредитных ресурсов);
- отношение остатка денежных средств к расходам на обслуживание и погашение долга (показывает возможность исполнения обязательств по долговым инструментам за счёт свободных денежных средств);

- отношение суммы остатка денежных средств и открытых кредитных линий расходам на обслуживание и погашение долга (показывает возможность исполнения ранее принятых долговых обязательств за счёт использования свободных денежных средств и привлечения кредитных ресурсов из открытых кредитных линий);

### **Риск рефинансирования**

Риск рефинансирования возникает при необходимости погашения ранее принятых долговых обязательств за счёт привлечения новых заимствований. Анализ данного риска базируется на изучении графика погашения долговых обязательств (профиля погашения долга), а также возможности региона (муниципалитета) привлекать с определенных рынков заёмные средства для рефинансирования обязательств с приближающимися сроками погашения. Значительная доля краткосрочных обязательств или неровный график погашения, содержащий пиковые нагрузки на бюджет в отсутствие надежных источников средств для рефинансирования, обуславливают значительные риски.

Кроме этого уровень риска рефинансирования зависит от того, будет ли у региона (муниципалитета) возможность пользоваться обычными источниками ресурсов в период финансового кризиса. Если результаты стресс-теста покажут, что во время кризиса некоторые рынки для него закроются, необходимо оценить возможность использования альтернативных источников средств — например, перечислений из вышестоящих бюджетов или кредитов местных финансовых организаций.

В соответствии с зарекомендовавшими себя наилучшим образом методами мировой практики не допускается зависимость от рефинансирования или продажа основных активов как средства обслуживания или погашения долга. Если доступ к новым заимствованиям невозможен, необходимо сокращать инвестиционную программу (для которой было предусмотрено привлечение заёмных средств), а не текущие расходы [6].

В России же в за частую большая часть долговых обязательств рефинансируется. Данный тезис подтверждается неуклонным ростом регионального и муниципального долга, а также привлечением регионами и муниципальными образованиями долговых обязательств по высоким ставкам в разгар кризиса 2008-2009 гг. — чтобы не допустить дефолт, органам власти необходимо было рефинансировать долг по любым ставкам. Впоследствии ситуация с дорогими долгами была исправлена за счёт предоставления Банком России бюджетных кредитов по низким ставкам.

Таким образом, в России риск рефинансирования долговых обязательств имеет существенное влияние при управлении долгом региона или муниципалитета.

Основные коэффициенты, показывающие уровень риска рефинансирования:

- доля краткосрочного долга в структуре общего долга (показывает уровень долга, который необходимо погасить либо рефинансировать в краткосрочном периоде);
- отношение объёма погашения обязательств в конкретном периоде к общему объёму долга (показывает пиковые нагрузки на бюджет, связанные с погашением долговых обязательств).
- доля безвозмездных поступлений в общем объёме доходов бюджета (определяет степень независимости от вышестоящего органа власти — с ростом доли безвозмездных поступлений повышается риск неисполнения обязательств из-за возможного несвоевременного поступления безвозмездных поступлений, также недостаток собственных доходов является показателем слабых источников формирования доходной базы заёмщика, что также приводит к увеличению вероятности невозврата долгов);
- отношение объёма дефицита бюджета к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений (большой дефицит бюджета

- свидетельствует о несоответствии уровня доходов инвестиционным потребностям заёмщика);
- отношение объёма долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений (определяет кредитоспособность органа власти — чем больше долг, тем выше риск неисполнения обязательств);
  - доля условных долговых обязательств в полном объёме долга (показывает уровень долга, исполнение обязательств по которому возможно не органом власти);
  - отношение объёма расходов на обслуживание долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений (определяет нагрузку на бюджет, связанную с обслуживанием ранее принятых долговых обязательств).

Кроме описанных выше коэффициентов на уровень риска рефинансирования в значительно степени влияет равномерность профиля погашения долга и дюрация долга (рис. 2.1.).

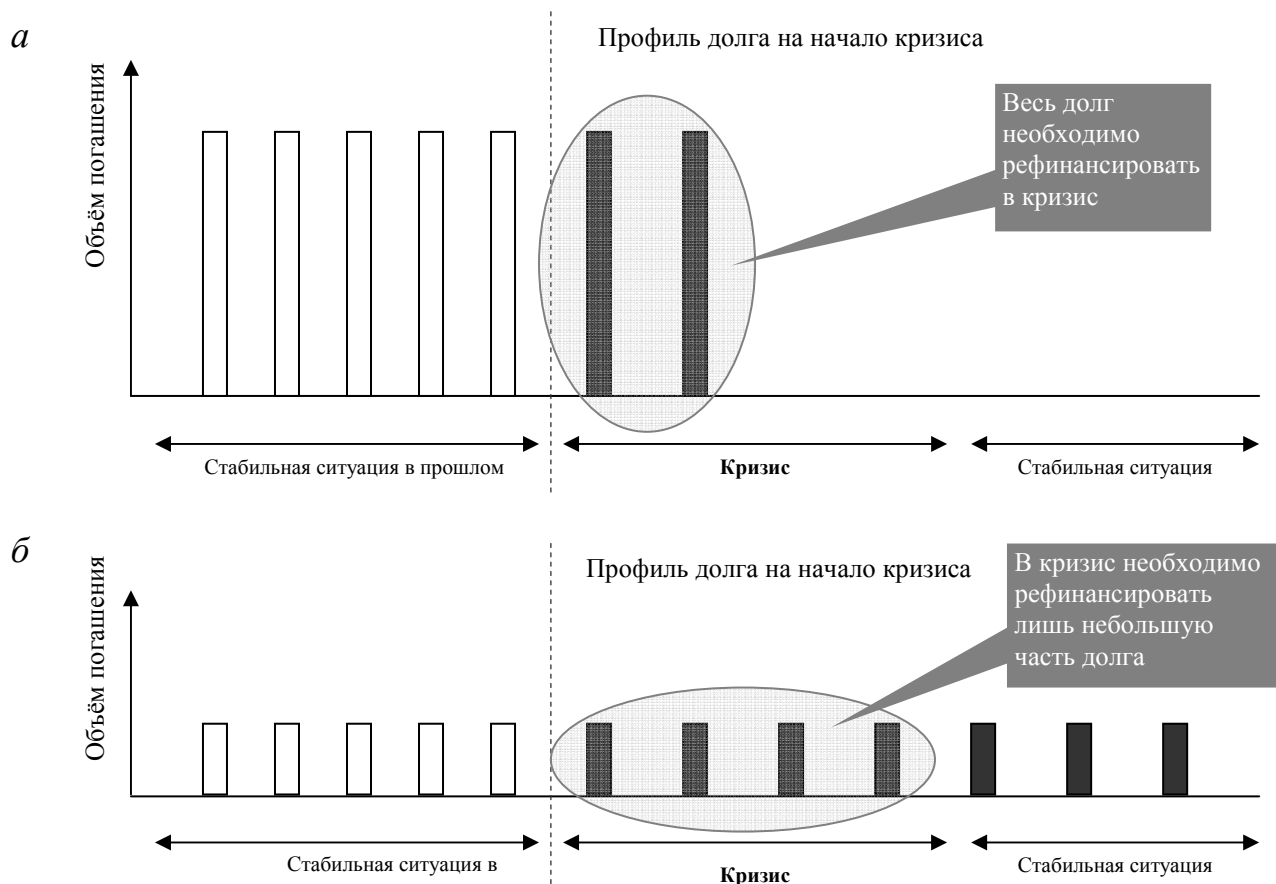


Рис. 2.1. Короткая (а) и длинная (б) дюрация долга и риск рефинансирования

## Процентный риск

Основным компонентом процентного риска является степень подверженности долгового портфеля опасности потерь, связанных с движениями процентных ставок. Как правило, регионы и муниципальные образования с развитой системой финансового менеджмента структурируют свои долговые портфели таким образом, чтобы получить выгоду от ожидаемых изменений процентных ставок, и поэтому в случае их неблагоприятного изменения могут понести потери. В данном контексте признаками консервативного управления рисками являются низкий или умеренный уровень процентного риска и наличие механизмов контроля за ситуацией на рынке и оперативного реагирования на неблагоприятные изменения процентных ставок.

Общую концепцию заимствований, позволяющую сократить уровень процентного риска в рамках консервативной долговой политики можно сформулировать следующим образом (рис. 2.2.):

— перед кризисом, в момент стабилизации процентных ставок органам власти необходимо увеличивать дюрацию долга, стараясь сохранить равномерный профиль погашения долга;

— в течение кризиса в период высоких процентных ставок нужно сокращать дюрацию долга (привлекать по высоким ставкам только для рефинансирования и на короткие сроки);

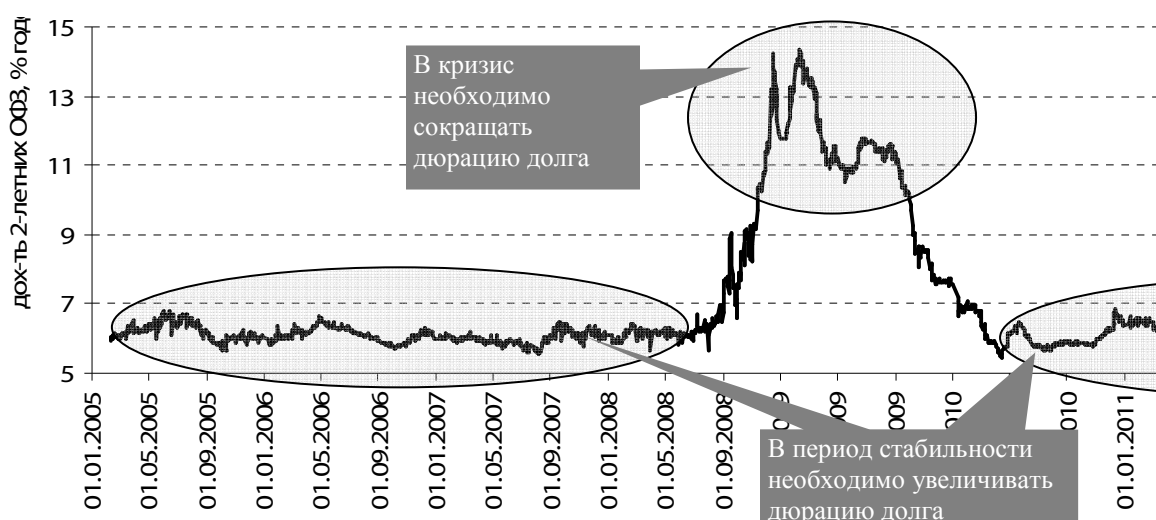


Рис. 2.2. Снижение процентного риска

Одним из инструментов контроля процентных рисков является выпуск долговых инструментов, доходность по которым привязана к ключевым процентным ставкам.

Достаточно широко в мировой практике используется выпуск облигаций с плавающей купонной ставкой, колебания которой привязаны к определенному показателю. На мировом рынке в качестве такого показателя используется, как правило, 3-6 месячная ставка LIBOR. В России также появились первые выпуски облигаций в рублях с плавающей процентной ставкой, курс которой привязан к ставке 1-3 месячных межбанковских кредитов в рублях MOSPRIME, котируемой восемью ведущими российскими банками. При выпуске таких облигаций эмитент может получить экономию на обслуживании долга в случае устойчивой тенденции к снижению процентных ставок. Одновременно он несет риск удорожания этих расходов в случае повышения процентных ставок. В любом случае неудобство этих облигаций для государственных эмитентов связано с невозможностью точного планирования бюджетных расходов на обслуживание долга [10].

### **Сравнение долговых инструментов**

Сравнение долговых инструментов по степени влияния на уровни описанных выше рисков представлено в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Сравнение долговых инструментов

		<b>Бюджетный кредит</b>	<b>Банковский кредит</b>	<b>Выпуск облигаций</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Риск рефинансирования</b>	<b>Снижение риска</b>	относительно большая срочность (4-5 лет)		1) относительно большая срочность (4-5 лет) 2) расширение круга кредиторов 3) открытие доступа к рынкам капитала 4) возможность привлечения относительно большого объема за короткий период

Таблица 2.1. Продолжение

1	2	3	4	5
<b>Риск рефинансирования</b>	<b>Снижение риска</b>	относительно большая срочность (4-5 лет)		1) относительно большая срочность (4-5 лет) 2) расширение круга кредиторов 3) открытие доступа к рынкам капитала 4) возможность привлечения относительно большого объема за короткий период
	<b>Повышение риска</b>	1) непредсказуемость объемов, срочности и сроков привлечения (политическое решение) 2) значительное увеличение концентрации кредиторов (монокредитор)	1) возможность досрочного истребования кредита кредитором в случае нарушения БК РФ 2) увеличение концентрации кредиторов (узкий круг)	дефолт оказывает самое большое влияние на возможность дальнейших заимствований (публичный инструмент)
<b>Риск ликвидности</b>	<b>Снижение риска</b>		1) возможность оперативного привлечения средств по открытым линиям 2) возможность быстрого получения средств в сравнении с бюджетным кредитом и облигациями	возможность доразмещения
	<b>Повышение риска</b>	экономическая нецелесообразность досрочного погашения ведёт к снижению дюрации долга, к увеличению доли краткосрочного долга	в сложной экономической ситуации банк просчитает, что выгоднее: нарушить контракт или дать деньги	длительность процесса подготовки выпуска

Таблица 2.1. Продолжение

1	2	3	4	5
Процентный риск	Снижение риска	процентный риск практически равен нулю, так как инструмент не рыночный, ставка всегда ниже рыночной	возможность частичного досрочного погашения с дальнейшим использованием средств	1) возможность краткосрочного размещения средств в РЕПО 2) возможность досрочного выкупа по рыночным котировкам 3) отсутствие посредника между заёмщиком и кредиторами
	Повышение риска			1) невозможность досрочного погашения по номиналу 2) фондовый рынок быстрее реагирует на изменения в макроэкономике, соответственно, ставки на нем менее прогнозируемы, чем на кредитном рынке

## 2.2 Оценка риска рефинансирования

При управлении государственным долгом субъекта РФ (муниципальным долгом местных органов власти), эмитент обязан учитывать ряд ограничений, накладываемых на объём, структуру и виды долговых инструментов. Данная проблема особо выражена в период планирования заимствований: перед эмитентом встаёт вопрос о целесообразности выбора того или иного долгового инструмента — эмитент должен выбрать такой инструмент, который не нарушит ограничения на протяжении всего срока его существования [41].

Существует ряд законодательных ограничений, регламентирующих субфедеральные и муниципальные долговые обязательства. Превышение данного рода нарушений приведёт к нарушению законодательства, вследствие чего, для органов власти резко возрастут риски рефинансирования — возрастёт угроза невозможности дальнейших заимствований, в том числе и



для рефинансирования ранее принятых обязательств, что в конечном итоге может привести к дефолту.

В работе [8] перечислены законодательные ограничения, касающиеся регионального и муниципального долга, закреплённые в Бюджетном кодексе РФ:

- предельный объём государственного долга субъекта РФ и муниципального долга муниципального образования по всем видам долговых обязательств не должен превышать объёма доходов соответствующего бюджета без учёта финансовой помощи из бюджетов других уровней бюджетной системы РФ;
- для муниципального образования на текущий финансовый год объём дефицита бюджета не может превышать 10% дохода текущего бюджета без учёта финансовой помощи из федерального бюджета и бюджета субъекта РФ; для субъекта РФ — 15% доходов бюджета текущего года без учёта финансовой помощи из федерального бюджета;
- объём расходов на обслуживание субфедерального, муниципального долга в текущем году не должен превышать 15% расходов бюджета.

Таким образом, для оценки соблюдения органами власти субъекта РФ и муниципального образования законодательных ограничений в области управления долгом, необходимы следующие данные:

- объём доходов бюджета;
- объём финансовой помощи из бюджетов других уровней бюджетной системы РФ (объём безвозмездных поступлений);
- объём расходов бюджета;
- объём долга по состоянию на начало года;
- основные данные программы государственных/муниципальных заимствований;
- объём расходов на обслуживание долга.

Стоит отметить, что действующее в настоящее время бюджетное законодательство по вопросам государственного и муниципального долга даёт

только «направление», но не даёт конкретной методологии управления государственным долгом субъектов РФ и муниципальных образований, что представляется сейчас крайне необходимым в России.

В то же время мониторинг и оценка долговой политики возможны и без радикальных законодательных инициатив. Так, для проведения анализа и оценки эффективности управления региональными и муниципальными долговыми обязательствами достаточно разработать систему оценочных показателей наподобие тех, что применяют различные рейтинговые агентства для оценки кредитоспособности. Именно применение рыночных, а не бюджетных принципов оценки качества управления региональными долговыми обязательствами на современном этапе развития российской экономики позволит специалистам выявить стратегические просчёты в управлении региональным и муниципальным долгом и корректировать долговую политику на долгосрочную перспективу. Это же будет справедливо и для самого процесса управления региональным и муниципальным долгом. Зачастую, ограничения на показатели, устанавливаемые рейтинговыми агентствами, являются более жёсткими, чем законодательные. Предельные значения отдельных показателей зависят от индивидуального уровня принятия рисков конкретным субъектом РФ и муниципальным образованием.

Основным риском, с которым сталкиваются региональные и муниципальные органы власти при управлении долговыми обязательствами является риск рефинансирования.

Риск рефинансирования оценивается международными рейтинговыми агентствами как составной элемент кредитного качества заёмщика при присвоении ему рейтинга кредитоспособности. Однако рейтинговые агентства не публикуют информацию об уровне риска рефинансирования оцениваемых ими эмитентов. Результатом оценки эмитента является только присвоение рейтинга кредитоспособности и его краткое обоснование. Рейтинг выражает мнение агентства относительно будущей способности и намерения заёмщика осуществлять выплаты кредиторам в погашение основной суммы

задолженности и процентов по ней своевременно и в полном объёме [37]. В то же время уровень риска рефинансирования может быть сопоставим с вероятностью дефолта по долговым обязательствам. Таким образом, для количественной оценки риска рефинансирования можно использовать оценку кумулятивной вероятности дефолта по долговым обязательствам.

Среди данных, публикуемых рейтинговыми агентствами, в большей степени отражающих вероятность дефолта, а соответственно и уровень риска рефинансирования, приводится оценка кумулятивной вероятности дефолта по долговым обязательствам в течение трёх лет. Трёхлетний период охватывает большинство долговых обязательств региональных и муниципальных органов власти России — дюрация долга большинства регионов и муниципалитетов не превышает указанную величину. Наиболее длительным источником финансирования дефицита бюджета являются облигации, однако, по данным [1] по состоянию на 01.01.2011 срочность большей части региональных облигаций (за исключением г. Москва) не превышает трёх лет (рис. 2.3.).

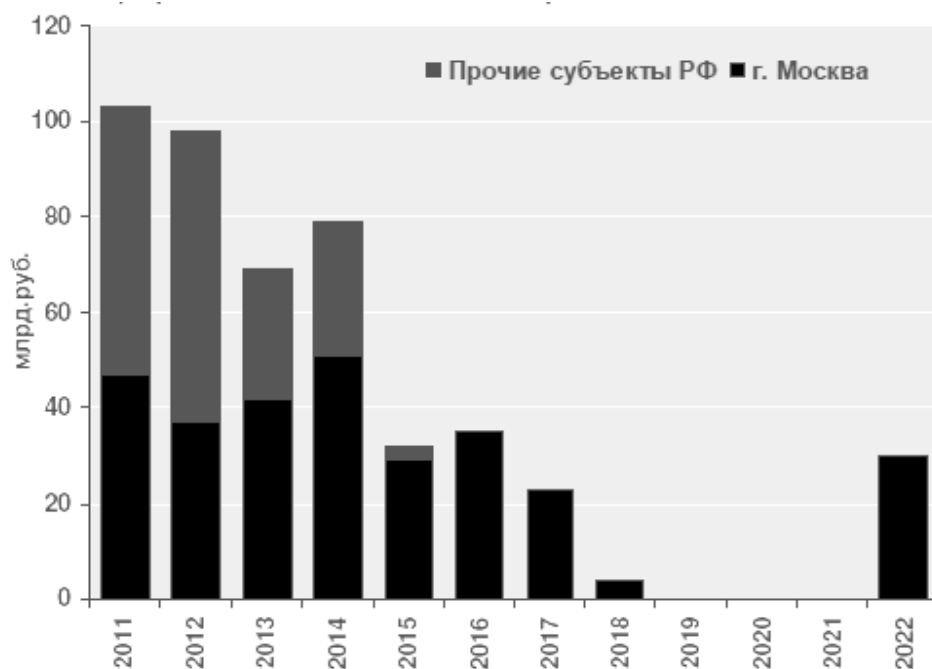


Рис. 2.3. График погашения субфедеральных облигаций на 01.01.2011

Информация о вероятности дефолта, в зависимости от кредитного рейтинга по международной шкале в иностранной валюте рейтинговых

агентств Standard&Poor's [42], Moody's Investors Service [43] и Fitch ratings [44], представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Оценка кумулятивной вероятности дефолта (%) в течение трёх лет

Standard&Poor's		Moody's Investors Service		Fitch ratings	
Рейтинг	Вероятность дефолта, %	Рейтинг	Вероятность дефолта, %	Рейтинг	Вероятность дефолта, %
AAA	0,05	Aaa	0,00	AAA	0,01
AA+	0,00	Aa1	0,00	AA+	0,02
AA	0,00	Aa2	0,06	AA	0,06
AA–	0,18	Aa3	0,19	AA–	0,08
A+	0,16	A1	0,33	A+	0,21
A	0,14	A2	0,14	A	0,23
A–	0,35	A3	0,25	A–	0,33
BBB+	0,59	Baa1	0,52	BBB+	0,42
BBB	0,71	Baa2	0,60	BBB	0,79
BBB–	0,99	Baa3	1,34	BBB–	1,82
BB+	3,15	Ba1	3,86	BB+	3,20
BB	4,13	Ba2	5,05	BB	4,75
BB–	6,79	Ba3	11,89	BB–	7,77
B+	10,43	B1	14,81	B+	11,68
B	20,41	B2	20,28	B	15,11
B–	22,37	B3	27,27	B–	20,32
CCC– — C	33,11	Caa1 — C	34,23	CCC+	26,37
				CCC	24,79
				CCC–	38,38

Для России интерес представляют данные, соответствующие рейтингам от B– до BBB+, так как в данном диапазоне находятся рейтинги российских региональных и муниципальных органов власти (рис. 2.4.) [45].

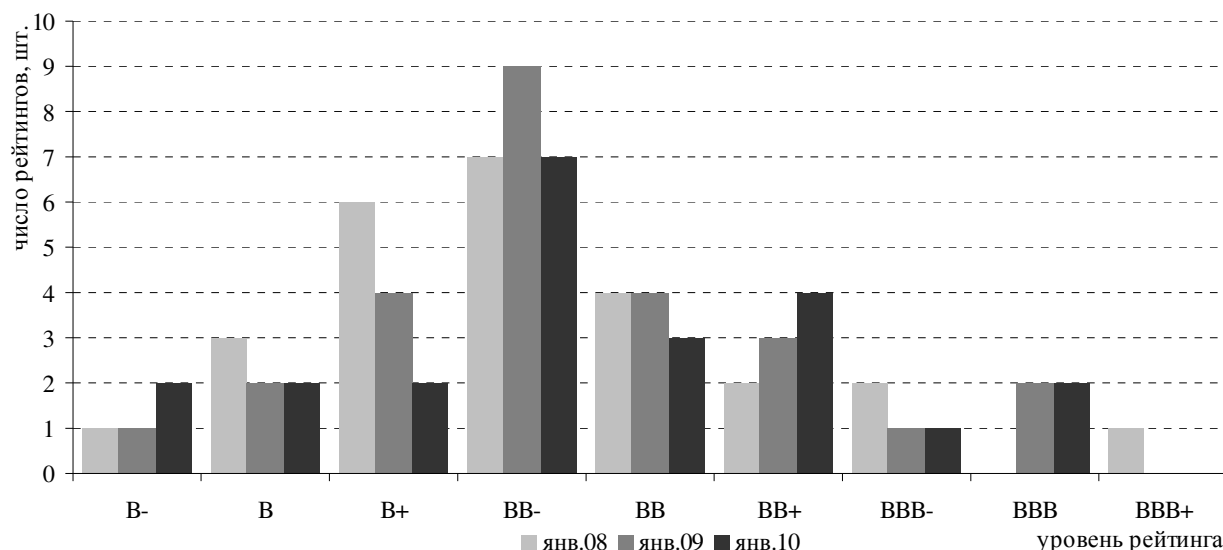


Рис. 2.4. Распределение рейтингов российских региональных и муниципальных органов власти в иностранной валюте по шкале агентства Standatd&Poor's

При оценке риска рефинансирования на основе зависимости вероятности дефолта от рейтинга международных рейтинговых агентств существуют две основные особенности:

- из 83 субъектов РФ и 25 799 муниципальных образований на 01.01.2011 рейтинги указанных международных агентств по международной шкале в иностранной валюте имели 43 и 11 соответственно;
- кредитные рейтинги отражают кредитное качество только на момент оценки.

Указанные особенности и актуальность оценки уровня риска рефинансирования позволяют сформулировать *Задачу 1*.

### **Задача 1. Оценка риска рефинансирования**

#### **Дано**

1. Общие методологии присвоения кредитных рейтингов международными рейтинговыми агентствами.
2. Уровни рейтингов, присвоенные международными рейтинговыми агентствами региональным и местным органам власти.

3. Оценка кумулятивной вероятности дефолта для определенного уровня рейтинга кредитоспособности.

4. Информация об исполнении региональных и муниципальных бюджетов, в том числе информация об объёме и структуре долга.

### **Требуется**

Разработать модель оценки риска рефинансирования на основании показателей, рассчитываемых международными рейтинговыми агентствами при присвоении рейтинга кредитоспособности. Предусмотреть возможность применения модели для регионов и муниципалитетов, не имеющих рейтинг, а также для оценивания риска рефинансирования в будущем на основе плановых показателей бюджета.

Для решения указанной задачи необходимо определить входные данные математической модели — данные, на основании которых рейтинговые агентства оценивают кредитоспособность. Подробно методология присвоения рейтингов агентством Standard&Poor's представлена в [40]. Обзор основных коэффициентов, связанных с региональным и местным бюджетом, а также уровнем долга, используемых международными рейтинговыми агентствами при оценке кредитного качества, представлен в п. 2.1.

Ключевым параметром регионального и муниципального бюджета, от которого зависит уровень риска рефинансирования, является доход бюджета без учёта безвозмездных поступлений. Большая часть расчётных показателей, характеризующих кредитное качество субъекта РФ и муниципального образования в целом и уровень риска рефинансирования в частности, рассчитывается на основе данного показателя. Данный показатель в значительной степени подвержен снижению во время кризисных явлений (рис. 2.5.).

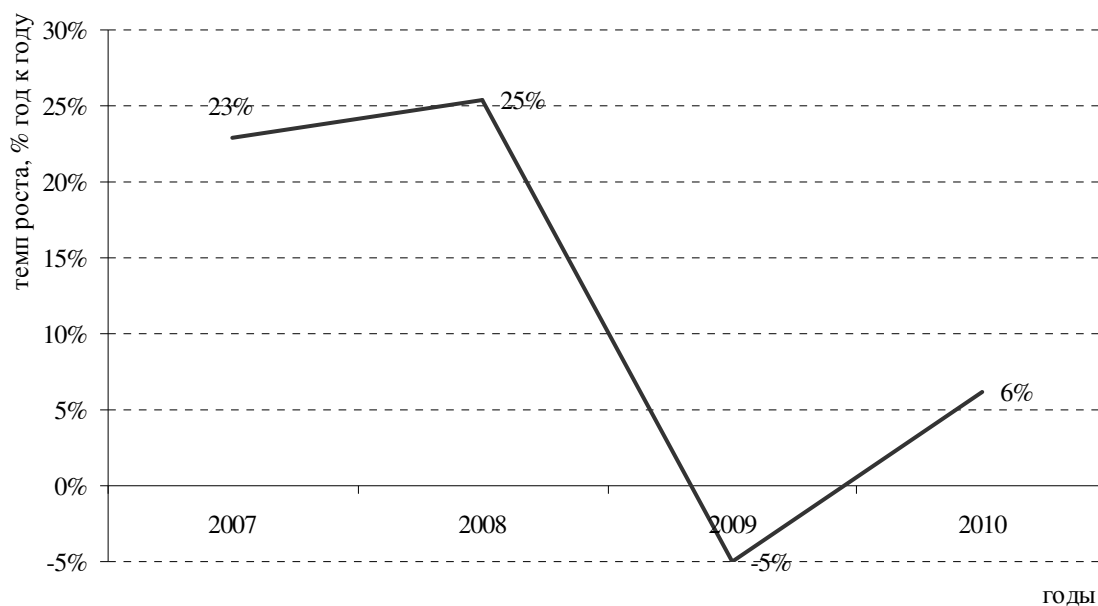


Рис. 2.5. Динамика доходов бюджетов субъектов РФ без учёта безвозмездных поступлений

Среди показателей, приведённых в п. 2.1, оказывающих существенное влияние на уровень риска рефинансирования, согласно методологиям рейтинговых агентств наряду с показателем, характеризующим доходы без учёта безвозмездных поступлений, являются доля краткосрочного долга в общем объёме долга и дюрация долга. Также на кредитоспособность субъекта и муниципалитета РФ и, как следствие, на уровень риска рефинансирования влияют и показатели, характеризующие состояние экономики, населения, благосостояние, качество управление и др.

В связи с тем, что не вся информация, характеризующая кредитоспособность, является общедоступной, для построения модели были выделены следующие основные факторы:

- отношение прямого долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений ( $x_1$ );
- отношение условного долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений ( $x_2$ );

- отношение доходов бюджета без учёта безвозмездных поступлений к общему объёму доходов ( $x_3$ );
- отношение объёма дефицита бюджета к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений ( $x_4$ );
- отношение объёма расходов на обслуживание долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений ( $x_5$ ).

Исходя из анализа парных корреляций переменных (табл. 2.3.), описанных выше, видно, что для переменных  $x_1$  и  $x_5$  значение достаточно высоко. Данное обстоятельство подтверждает наличие зависимости расходов на обслуживание долга от объёма долга. Однако, принимая во внимание доводы рейтинговых агентств относительно значимости переменных  $x_1$  и  $x_5$ , было решено не исключать данные показатели из модели оценки риска рефинансирования.

Таблица 2.3. Парные корреляции переменных

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
$x_1$	1,00	0,10	-0,30	-0,64	0,86
$x_2$	0,10	1,00	-0,19	-0,15	0,12
$x_3$	-0,30	-0,19	1,00	0,26	-0,26
$x_4$	-0,64	-0,15	0,26	1,00	-0,44
$x_5$	0,86	0,12	-0,26	-0,44	1,00

В качестве математического аппарата в модели оценки риска рефинансирования применена искусственная нейронная сеть. Основным преимуществом нейронных сетей по сравнению с традиционными математическими методами, оказавшими влияние на выбор данного математического аппарата, являются:

- возможность эффективного построения нелинейных зависимостей, более точно описывающих наборы данных;



- способность к обобщению, т.е. способность получать обоснованный результат на основании данных, которые не встречались в процессе обучения;
- решение задач при неизвестных закономерностях (используя способность обучения на множестве примеров, нейронная сеть может решать задачи, в которых неизвестны закономерности развития ситуации и зависимости между входными и выходными данными);
- устойчивость к шумам во входных данных (возможность работы при наличии большого числа неинформативных, шумовых входных сигналов);
- способность адаптироваться к изменениям окружающей среды (при появлении новых данных коэффициенты традиционных алгоритмов необходимо заново пересчитывать, в то время как нейронные сети используют только новую информацию, а старая хранится в их структуре).

Топология нейронной сети, используемой в модели оценки риска рефинансирования, должна состоять из пяти элементов во входном слое и из одного в выходном. Базовая структура нейронной сети с пятью элементами во входном слое и одним — в выходном представлена на рис. 2.6.

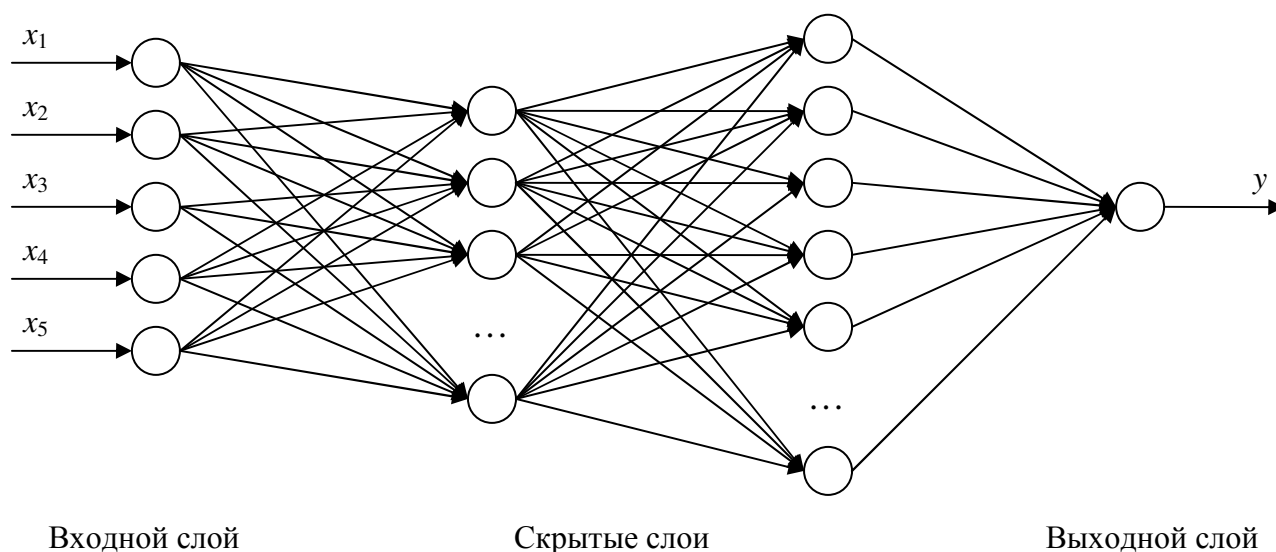


Рис. 2.6. Базовая структура нейронной сети

Множество математических моделей нейрона может быть построено на базе простой концепции строения нейрона. На рис. 2.7. показана наиболее общая схема. Суммирующая функция объединяет все входные сигналы  $x_i$ , которые поступают от нейронов-отправителей. Значением такого объединения является взвешенная сумма, где веса  $w_i$  представляют собой синаптические мощности. Возбуждающие синапсы имеют положительные веса, а тормозящие синапсы — отрицательные [46].



Рис. 2.7. Общая схема строения нейрона

Модель оценки риска рефинансирования представлена на рис. 2.8.

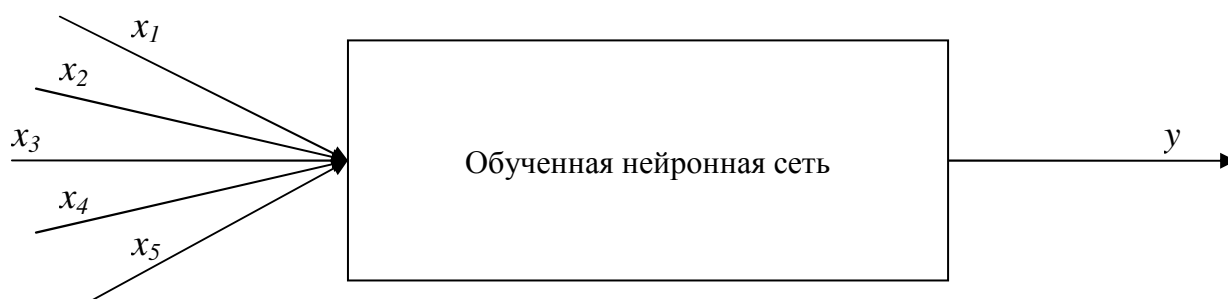


Рис. 2.8. Модель оценки риска рефинансирования

Для оценки риска рефинансирования была предложена модель, основанная на использовании аппарата нейронной сети (сети прямого распространения — многослойный персептрон), которая была реализована в автоматизированной системе.

#### *Предобработка данных*

Учитывая, что входные и выходные данные модели являются числовыми значениями, необходимость в кодировании входов-выходов отсутствует.

Однако как входными, так и выходными данными модели могут быть совершенно разнородные величины. Очевидно, что результаты нейросетевого моделирования не должны зависеть от единиц измерения этих величин. А именно, чтобы сеть трактовала их значения единообразно, все входные и выходные величины должны быть приведены к единичному масштабу. Кроме того, для повышения скорости и качества обучения полезно провести дополнительную предобработку данных, выравнивающую распределение значений ещё до этапа обучения [47].

Для нормирования основной массы данных с одновременной гарантией, что все они находятся в диапазоне  $[0;1]$  целесообразно использовать нелинейное преобразование [47]. В модели оценки риска рефинансирования выбрано преобразование вида

$$\tilde{x}_i^j = f\left(\frac{x_i^j - \bar{x}_i}{\sigma_i}\right), \quad (2.1)$$

где  $\tilde{x}_i^j$  — значение  $j$ -го элемента  $i$ -го признака после предварительной обработки данных;

$x_i^j$  —  $j$ -й элемент  $i$ -го признака;

$\bar{x}_i$  — среднее значение  $i$ -го признака, рассчитываемое в соответствии

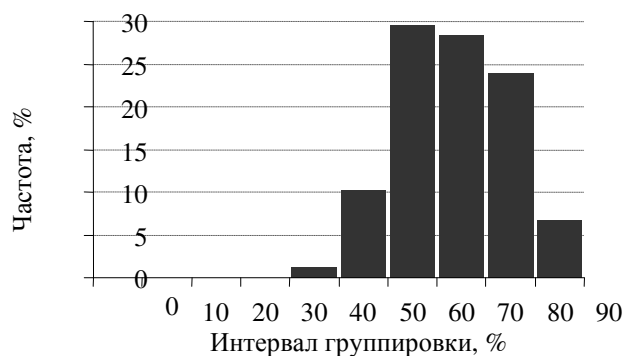
с выражением  $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_i^j$ ;

$\sigma_i$  — среднее квадратическое отклонение, рассчитываемое как

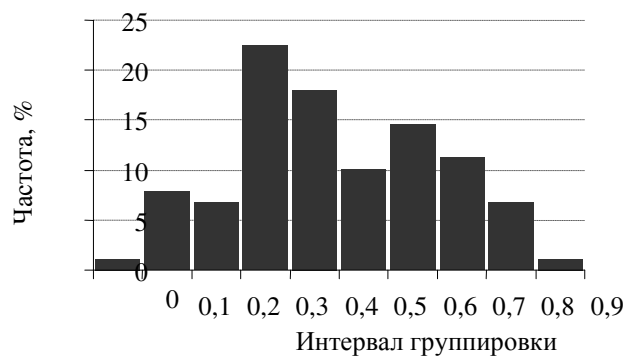
$$\sigma_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_i^j - \bar{x}_i)^2.$$

Выражение (2.1) — сигмоид — функция вида  $f(a) = \frac{1}{1+e^{-a}}$ .

Пример результатов предобработки данных представлен на рис. 2.9.



а



б

Рис. 2.9. Фактор отношения объёма доходов без учёта безвозмездных поступлений к общему объёму доходов до (а) и после (б) предобработки данных

### Конструирование нейронной сети

Необходимо выбрать функцию активации нейронов. Наиболее распространённые функции активации нейронов представлены на рис. 2.10. [48].

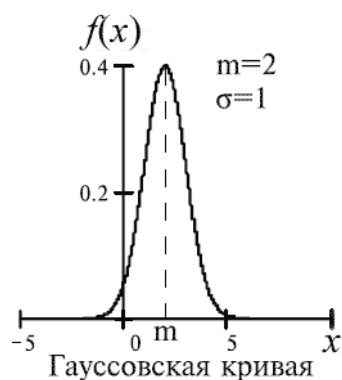
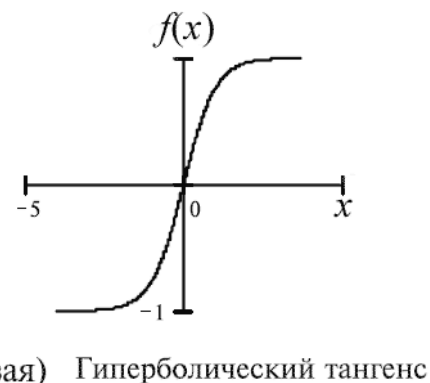
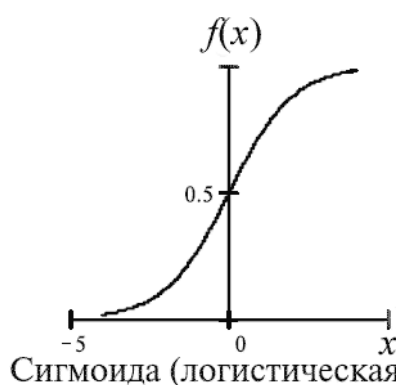
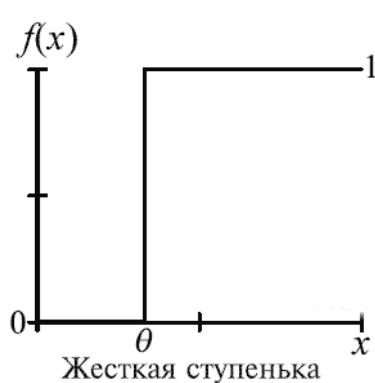


Рис. 2.10. Виды функций активации

В модели оценки риска рефинансирования в качестве активационной функции выбран сигмоид вида

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}. \quad (2.2)$$

При уменьшении  $\alpha$  сигмоид становится более пологим, в пределе при  $\alpha=0$  вырождаясь в горизонтальную линию на уровне 0,5. При увеличении  $\alpha$  сигмоид приближается по внешнему виду к функции единичного скачка с порогом  $T$  в точке  $x=0$ . Из выражения (2.2) очевидно, что выходное значение нейрона лежит в диапазоне  $[0;1]$ . Одно из ценных свойств сигмоида — простое выражение для его производной [49]:

$$f'(x) = \alpha \cdot f(x) \cdot (1 - f(x)). \quad (2.3)$$

Необходимо определить топологию нейронной сети: количество скрытых слоёв, количество нейронов в скрытых слоях.

Нет строго определенной процедуры для выбора количества нейронов и количества слоев в сети. Чем больше количество нейронов и слоев, тем шире возможности сети, тем медленнее она обучается и работает и тем более нелинейной может быть зависимость вход-выход. Количество нейронов и слоев зависит от следующего [50]:

- сложность задачи;
- количество данных для обучения;
- требуемое количество входов и выходов сети;
- имеющиеся ресурсы: память и быстродействие машины, на которой моделируется сеть.

Однако предложены способы настройки числа нейронов в процессе обучения, которые обеспечивают построение нейронной сети для решения задачи и дают возможность избежать избыточности. Эти способы настройки можно разделить на две группы [51]:

- алгоритмы сокращения, основанные на принципе постепенного удаления из нейронной сети синапсов и нейронов. В начале работы алгоритма обучения с сокращением число нейронов в скрытых слоях сети заведомо избыточно. Существуют два подхода к реализации алгоритмов сокращения:
  - а) метод штрафных функций: в целевую функцию алгоритма обучения вводится штраф за то, что значения синаптических весов отличны от нуля;
  - б) метод проекций: синаптический вес обнуляется, если его значение попало в заданный диапазон.
- конструктивные алгоритмы. В них число нейронов в скрытых слоях изначально мало и постепенно увеличивается. В конструктивных алгоритмах сохраняются навыки, приобретенные сетью до увеличения числа нейронов. Данный класс алгоритмов различается правилами задания значений параметров в новых — добавленных в сеть — нейронах:
  - а) значения параметров — случайные числа из заданного диапазона;
  - б) значения синаптических весов нового нейрона определяются путём расщепления одного из старых нейронов.

В модели оценки риска рефинансирования топология сети определяется эмпирическим путём в связи с небольшим объёмом базы данных примеров и, соответственно, нецелесообразностью использования большого числа нейронов в скрытых слоях. Зависимость ошибки от количества нейронов в скрытых слоях представлена на рис. 2.11.

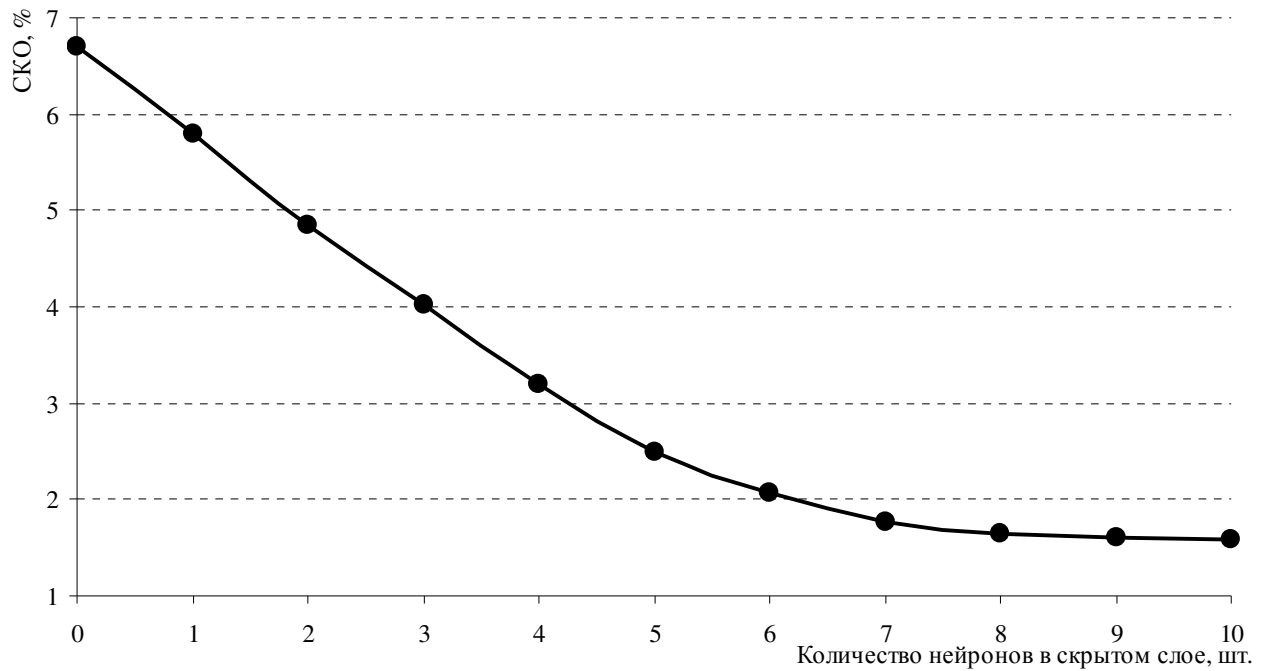


Рис. 2.11. Зависимость ошибки от количества нейронов в скрытых слоях

#### *Обучение нейронной сети*

Существует три основных вида алгоритмов обучения [52].

1. Обучение с учителем. При этом сети предъявляется набор обучающих примеров. Каждый обучающий пример представляют собой пару: вектор входных значений и желаемый выход сети. В ходе обучения весовые коэффициенты подбираются таким образом, чтобы по этим входам давать выходы максимально близкие к правильным.

2. Обучение с поощрением. При этом сети не указывается точное значение желаемого выхода, однако, ей выставляется оценка: хорошо она поработала или плохо.

3. Обучение без учителя. Сети предъявляются некоторые входные векторы и в ходе их обработки в ней происходят некоторые процессы самоорганизации, приводящие к тому, что сеть становится способной решать какую-то задачу.

Учитывая, что в модели оценки риска рефинансирования для обучения нейронной сети используются данные предыстории, содержащие как входные, так и выходные значения, в модели применяется один из самых широко распространённых алгоритмов обучения с учителем — алгоритм обратного

распространения ошибки. Непрерывность первой производной выбранной функции активации позволяет применить данный метод обучения сети.

Алгоритм обратного распространения ошибки, используемый в модели оценки риска рефинансирования для обучения нейронной сети, состоит из следующих основных этапов [53]:

1) всем весовым коэффициентам нейронной сети присваиваются случайные начальные значения;

2) на вход сети подаётся один из входных векторов из обучающего множества; затем вычисляется выходное значение сети, запоминая при этом выходные значения каждого из нейронов.

3) рассчитывается целевая функция

$$E(w) = \sum_{j,p} (y_{j,p}^{(N)} - d_{j,p})^2, \quad (2.4)$$

где  $y_{j,p}^{(N)}$  — реальный выход  $N$ -го выходного слоя сети для  $p$ -го нейрона на  $j$ -м обучающем примере;

$d_{j,p}$  — желаемый выход.

Если она достаточно мала, считаем сеть успешно обучившейся, иначе продолжаем алгоритм;

4) для нейронов выходного слоя рассчитать значение  $\delta_j^{(N)}$  по формуле

$$\delta_j^{(N)} = (y_j^{(N)} - d_j) \cdot \frac{dy_j^{(n)}}{ds_j^{(n)}}; \quad (2.5)$$

5) с помощью рекурсивной формулы (2.6) подсчитываются все остальные  $\delta_j^{(n)}$ :

$$\delta_j^{(n)} = \left[ \sum_k \delta_k^{(n+1)} \cdot w_{jk}^{(n+1)} \right] \cdot \frac{dy_j}{ds_j}; \quad (2.6)$$

6) рассчитываются изменения весовых коэффициентов сети:

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -\eta \cdot \delta_j^{(n)} \cdot y_i^{(n-1)}; \quad (2.7)$$

7) веса сети корректируются по формуле

$$w_{ij}^{(n)} = w_{ij}^{(n-1)} + \Delta w_{ij}^{(n)}; \quad (2.8)$$



8) возвращение на шаг 2.

В современной литературе описаны также методы ускорения обучения нейронной сети [54].

### **2.3 Оценка процентного риска**

Перед любым экономическим субъектом, принявшим решение о заимствовании денежных средств, возникает вопрос выбора источника финансирования. На данном этапе у ряда субъектов уже может иметься некоторый портфель заимствований, а также могут быть определены возможности для новых заимствований: достигнуты соглашения о выдаче кредитов, проведено предварительное маркетинговое исследование рынка облигаций. В этом случае актуальной является задача выбора источника финансирования (кредита либо облигационного выпуска), а также его параметров (срочности, амортизации и др.).

Ошибка при выборе источника финансирования и его параметров может привести к росту нагрузки на бюджет, связанной с обслуживанием долговых обязательств.

В связи с указанным выше актуальной проблемой является решение *Задачи 2*.

#### **Задача 2. Выбор оптимального источника финансирования**

##### **Дано**

1. Математическая модель [13], позволяющая сравнивать различные профили погашения долга с точки зрения соотношения риска и стоимости.
2. Данные о возможных (альтернативных) источниках финансирования.
3. Коэффициент принятия заёмщиком (региональным или муниципальным органом власти, ответственным за осуществление долговой политики) процентного риска.

##### **Требуется**

Разработать алгоритм выбора оптимального источника финансирования дефицита регионального или муниципального бюджета в зависимости

от уровня принятия заёмщиком процентного риска при произвольном профиле погашения долга.

### 2.3.1 Модель процентного риска

В работе [13] представлена математическая модель, позволяющая сравнивать профиль погашения долга с точки зрения соотношения риска и стоимости, основные тезисы которой описаны ниже.

При равномерном профиле долга срочностью  $T$  его рефинансирование означает необходимость ежегодного привлечения займов в объёме, пропорциональном  $1/T$  от суммы долга.

В случае роста процентных ставок осуществление заимствований приведет к росту стоимости обслуживания долга  $St$  до величины, рассчитываемой в соответствии с выражением

$$St = R + r \cdot t / T, \quad (2.9)$$

где  $r$  — величина роста процентных ставок (стресс воздействие);

$R$  — стоимость обслуживания долга (эффективная доходность) в % годовых, которая может быть рассчитана в соответствии с выражением

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+R)^{t_i-t_0/365}} = 0,$$

где  $C_i$  — платёж по долгу в  $i$ -м периоде.

Первое слагаемое в формуле (2.9) — ожидаемая стоимость обслуживания долга, второе — результат стресс воздействия, зависящий от его интенсивности  $r$  и длительности  $t$ .

В случае треугольного профиля погашения долга зависимость стоимости обслуживания от срока стресс-воздействия изменится в соответствии с формулой

$$St = R + 2 \cdot \bar{r} \cdot t / (T + 1), \quad (2.10)$$

где  $\bar{r} = \sum_{\tau=1}^T r(\tau) / T$  — средний по кривой доходности рост ставки в результате стресс-воздействия.

Авторы работы [13] сделали вывод о том, что треугольный профиль погашения долга является более эффективным, чем равномерный.

В то же время, как треугольный, так и равномерный профиль погашения долга является идеальным. На практике, однако, зачастую профиль погашения долга не является ни равномерным, ни треугольным. В связи с этим целесообразно изменить модель [13] с целью возможности её использования для произвольного профиля долга [55].

Для произвольного профиля долга при наиболее пессимистичном сценарии по выросшим ставкам придется рефинансировать наибольший объём обязательств. Данную величину можно определить из соотношения

$$V_s = \max_{1 \leq l \leq T-t+1} (Dr_l), \quad (2.11)$$

где  $V_s$  — объём долга, который необходимо будет рефинансировать при пессимистичном сценарии;

$Dr_l$  — возможный объём долга, погашаемый в период действия стресс-воздействия, рассчитываемый в соответствии с выражением

$$Dr_l = \sum_{i=l}^{l+t-1} D_i,$$

где  $D_i$  — объём долга, погашаемый в  $i$ -ом периоде.

Стоимость обслуживания долга в результате стресс воздействия можно вычислить по выражению

$$St = \frac{(V - V_s) \cdot R + V_s \cdot (R + r)}{V}, \quad (2.12)$$

где  $V$  — совокупный объём долга, который может быть вычислен в соответствии с выражением

$$V = \sum_{i=1}^T D_i.$$

Иначе выражение (2.12) может быть записано в виде

$$St = R + \frac{V_s}{V} r.$$

С учётом внесенных в модель [13] изменений, она может применяться для произвольного профиля долга.

Изменённую модель можно применять для определения источника заимствований, рассчитывая изменение риска и стоимости долга с учётом нового источника заимствований.

Для определения оптимального источника заимствований необходимо иметь оценку уровня принятия процентного риска заёмщиком (уровня склонности заёмщика к риску возможного роста процентных ставок).

В целях минимизации количества параметров функции принятия процентного риска заёмщиком оценка уровня принятия процентного риска может быть описана коэффициентом  $k$ , определяемым экспертным путём, в том числе с использованием методов экспертных оценок [56].

Таким образом, с учётом коэффициента принятия процентного риска, оптимальный источник заимствования определяется по формуле

$$\min_{1 \leq l \leq n} (| St^l - k \cdot R^l |), \quad (2.14)$$

где  $St^l$  — стоимость обслуживания долга в результате стресс воздействия, при выборе  $l$ -го источника заимствования, рассчитываемая по формуле (2.12);

$R^l$  — стоимость обслуживания долга при выборе  $l$ -го источника заимствования;

$n$  — количество рассматриваемых альтернативных источников финансирования.

### 2.3.2 Алгоритм выбора оптимального источника заимствования

Общий вид алгоритма выбора оптимального источника заимствования

1. Ввод данных о текущем состоянии долга.

1.1. Ввод данных о срочности долга — количество периодов ( $T$ ).

1.2. Ввод данных об отношении срока каждого периода к одному году ( $q$ ).

1.3. Ввод объёмов погашения долга в каждом периоде ( $D_i$ ).

1.4. Ввод стоимости обслуживания долга (эффективной доходности долга) ( $R$ ).

1.5. Ввод данных о платежах по долгу в каждом периоде ( $C_i$ ).

2. Ввод экспертных оценок.

2.1. Ввод величины, характеризующей рост процентных ставок ( $r$ ).

2.2. Ввод длительности стресс воздействия ( $t$ ).

2.3. Ввод коэффициента притяжения эмитентом риска ( $k$ ).

3. Ввод данных об альтернативных источниках заимствования.

3.1. Ввод количества рассматриваемых альтернативных источников заимствования ( $n$ ).

3.2. Ввод объёмов погашения долга в каждом периоде для каждого источника заимствования ( $\Delta D_i^j$ ) и объёмов выплаты процентов в каждом периоде для каждого источника ( $\Delta C_i^j$ ).

4. Осуществление основных вычислений для каждого источника финансирования.

4.1. Расчёт объёма долга, погашаемого в каждый период в случае привлечения  $j$ -го источника финансирования:

$$D_i^j = D_i + \Delta D_i^j.$$

4.2. Расчёт суммарного объёма долга в случае привлечения  $j$ -го источника финансирования:

$$V^j = \sum_{l=1}^T D_l^j.$$

4.3. Расчёт возможного объёма долга, погашаемого в период действия стресс-воздействия, в случае привлечения  $j$ -го источника финансирования:

$$Dr_i^j = \sum_{l=i}^{i+t-1} D_l^j.$$

4.4. Расчёт объёма долга, который необходимо будет рефинансировать при пессимистичном сценарии, в случае привлечения  $j$ -го источника финансирования:

$$Vs^j = \max_{1 \leq l \leq T-t+1} (Dr_l^j).$$

4.5. Расчёт стоимости долга (эффективной ставки)  $R^j$  при выборе  $j$ -го источника финансирования из уравнения:

$$\sum_{i=1}^T \frac{C_i + D_i + \Delta C_i^j + \Delta D_i^j}{(1 + R^j)^{qp}} = 0.$$

4.6. Расчёт результата стресс-воздействия для  $j$ -го источника финансирования:

$$St^j = R^j + \frac{Vs^j}{V^j} r.$$

5. Выбор оптимального источника финансирования — источника, которому соответствует:

$$\min_{1 \leq j \leq n} (|St^j - k \cdot R^j|).$$

Схема алгоритма представлена на рис. 2.12.

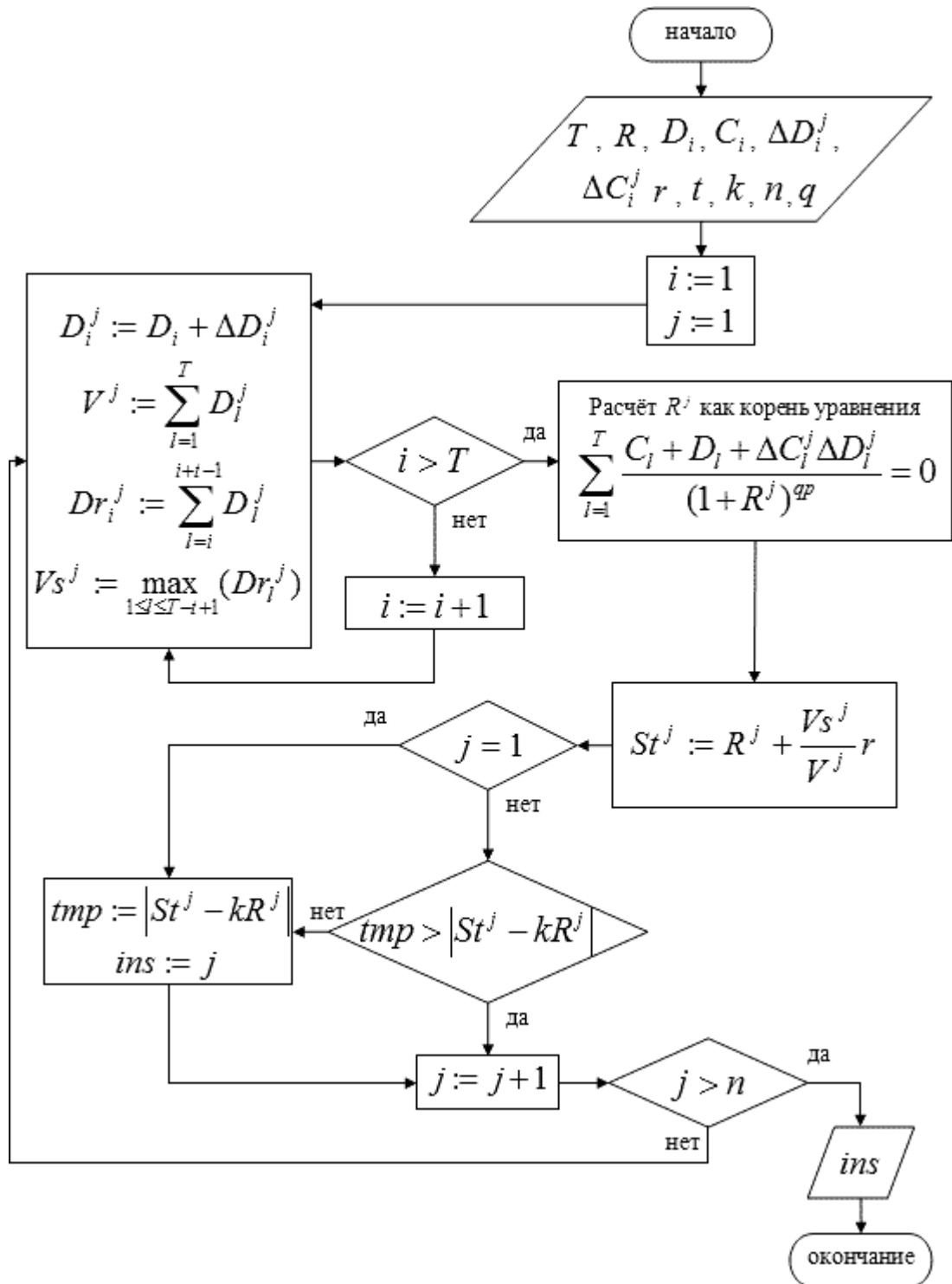


Рис. 2.12. Схема алгоритма выбора оптимального источника

## Выводы

Основным риском, с которым сталкиваются органы власти при управлении долгом, является риск рефинансирования. Недостаточное внимание к указанному риску со стороны органов власти может привести к дефолту по долговым обязательствам.

Среди показателей, оцениваемых рейтинговыми агентствами, основное влияние на уровень риска рефинансирования оказывают: отношение прямого долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений; отношение условного долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений; отношение доходов бюджета без учёта безвозмездных поступлений к общему объёму доходов; отношение объёма дефицита бюджета к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений; отношение объёма расходов на обслуживание долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений.

В п. 2.2 предложена математическая модель оценки риска рефинансирования, позволяющая оценивать уровень риска на основании подходов, применяемых международными рейтинговыми агентствами. Модель может применяться для оценки уровня риска рефинансирования, в том числе и для регионов и муниципальных образований, не имеющих рейтинги от международных рейтинговых агентств, а также при оценке риска в плановом периоде на основе плановых показателей бюджета. Использование аппарата нейронных сетей предоставляет модели преимущество, связанное с её адаптивностью: использование последних актуальных данных для обучения нейронной сети повышает точность оценки.

Немаловажным риском при управлении долгом является и процентный риск. Увеличение данного риска, как правило, не приводит к дефолту по долговым обязательствам. Однако игнорирование данного риска при управлении долгом может привести к значительному росту расходов на обслуживание долга и привести к ухудшению финансово-экономических показателей региона (муниципального образования). В п. 2.3.1. предложен оригинальный алгоритм, позволяющий органам власти выбирать оптимальный источник финансирования в зависимости от склонности к процентному риску. Даже в случае затруднения оценки склонности органа власти к риску, алгоритм может применяться для исключения из рассмотрения неэффективных источников финансирования (для которых существуют альтернативы с более низким уровнем риска и стоимостью одновременно).



### Глава 3. Ценообразование на рынке облигаций

Одним из важнейших вопросов при анализе облигационного выпуска, стоящих как перед инвестором, так и перед эмитентом является вопрос его ценообразования. Понимание эмитентом факторов, влияющих на интерес инвесторов к долговым обязательствам эмитента, позволяет организовать такой выпуск облигаций, который будет пользоваться спросом у инвесторов и приведёт к уменьшению стоимости заимствования.

#### **Факторы инвестиционной привлекательности эмитента**

*Кредитное качество* (риск) эмитента — основной критерий для потенциальных инвесторов при выборе объекта вложения денежных средств. Под термином «кредитный риск эмитента» понимается вероятность полного или частичного неисполнения эмитентом обязательств по обслуживанию заимствований и погашению основного долга по ним в связи с возникшей неплатежеспособностью, форс-мажорными обстоятельствами и так далее [57]. Наиболее ярким проявлением кредитного риска является дефолт (default) — неисполнение контрагентом (в силу неспособности или нежелания) условий кредитного соглашения или рыночной сделки [37].

При формировании этого показателя большое значение имеет информация, поступающая потенциальным инвесторам для составления аналитического заключения. На основе её формируется мнение о кредитном качестве эмитента, что непосредственно влияет на величину установленного лимита. Оценка аналитиками кредитного риска эмитента проводится по методикам, основанным на группах демографических, социально-экономических, финансовых показателей (рис. 3.1.) [57].

<b>Территориально-демографические показатели</b>	<b>Экономические показатели</b>	<b>Система управления финансами</b>
Площадь территории и хозяйственная структура земель	Социально-экономические показатели (уровень жизни населения)	Финансовое состояние предприятий
Возрастно-половая структура населения	Структура экономики (ВРП, промышленность, другие отрасли экономики, концентрация занятости)	Кредиторская задолженность
Динамика численности населения	Участие во внешнеэкономической деятельности	Стабильность системы
Плотность населения	Развитие малого предпринимательства	Политическая ситуация
	Перспективы экономического роста	Бюджетная и инвестиционная политика администрации
		Финансовая гибкость
<b>Бюджет</b>	<b>Государственный долг</b>	<b>Инвестиции</b>
Доходная часть	Показатели долговой нагрузки	<b>Рейтинги и имидж эмитента</b>
Собственные источники	Структура долга	
Безвозмездные поступления	Качество обслуживания долга	
Расходная часть	Кредитная история	
Параметры исполнения бюджета		

Рис. 3.1. Базовая структура информации, оцениваемой при принятии решения об установлении величины кредитного риска на эмитента — муниципальное образование

Среди основных показателей, характеризующих финансовую устойчивость субъекта РФ и муниципального образования, выделяют следующие показатели:

- Долговая нагрузка — объём долга по отношению к доходам бюджета без учёта безвозмездных поступлений из бюджетов других уровней определяет кредитоспособность заёмщика. Чем больше долг, тем выше риск неисполнения обязательств.
- Доля собственных доходов в общем объёме доходов определяет степень независимости региона или муниципалитета от вышестоящих органов власти. С ростом доли безвозмездных поступлений повышается риск неисполнения обязательств из-за возможного несвоевременного

поступления безвозмездных поступлений. Также недостаток собственных доходов является показателем слабых источников формирования доходной базы заёмщика, что также приводит к увеличению вероятности невозврата долгов.

- Дефицит бюджета определяет уровень превышения расходов над доходами. Большой дефицит бюджета свидетельствует о несоответствии уровня доходов инвестиционным потребностям заёмщика. Устойчивый дефицит бюджета показывает, что база доходов региона или муниципалитета недостаточна для финансирования оказываемых услуг или свидетельствует о том, что администрация не желает принимать решения, связанные с мобилизацией необходимых доходов. Регион (муниципалитет), в прошлом неизменно демонстрировавший высокие бюджетные показатели, может на некоторое время позволить себе дефицит бюджета, если, конечно, для этого есть весома причина и если он уверен, что способен исправить положение. Однако даже администрация с устойчиво-высокими бюджетными показателями в прошлом не сможет резко увеличить объёмы заимствований для финансирования крупных программ капиталовложений, не ухудшив свою кредитоспособность [40].

*Кредитный рейтинг* эмитента демонстрирует текущую оценку степени риска неуплаты по конкретным долгам эмитента. Его наличие и уровень принимаются в расчёт как международными, так и российскими инвесторами. Субъекту РФ и муниципальному образованию, не обладающему таким рейтингом, трудно рассчитывать на выпуск своих облигаций не только на международном, но и на внутреннем долговом рынке. Кредитный рейтинг широко применяется во всех развитых странах. С его помощью инвестор получает необходимую информацию о надёжности заёмщика (эмитента) в отношении к финансовым инструментам, предлагаемым им на рынке. Инвестору весьма трудно разобраться в многообразии возможных долговых инструментов, оценить риск вложения и сравнить по нему предлагаемые

на рынке инструменты. Получение кредитного рейтинга регионом и муниципалитетом служит одним из самых веских аргументов в процессе убеждения инвесторов в его кредитоспособности. Данную работу для инвестора выполняют специальные рейтинговые агентства, которые (как правило, по заказу эмитентов) в рамках определенной единой шкалы (методики) присваивают кредитный рейтинг тем или иным финансовым инструментам. Указанные агентства за многие годы квалифицированной работы заслужили доверие и уважение в среде мирового инвестиционного сообщества, и их мнение в большой степени влияет на цену, которую инвесторы готовы заплатить за облигации. Следует также иметь в виду, что внутренние правила работы на рынке целого ряда крупнейших мировых инвестиционных фондов предусматривают запрет на операции с ценными бумагами эмитентов, имеющих рейтинг ниже определенной правилами фонда ступени. Поэтому каждое повышение рейтинга открывает для эмитента новый горизонт инвесторов, которые ранее просто не могли работать с его облигациями. В рыночной ситуации каждое повышение рейтинга вызывает повышение спроса, а, следовательно, и рост цен на облигации такого эмитента [10].

*Информационная открытость* эмитента также оказывает существенное влияние на ценообразование ценных бумаг.

Доверие к эмитенту, согласно [58], складывается на основе понимания его деятельности, обоснованности его стратегии в восприятии заинтересованных сторон (инвесторов, аналитиков, инвестиционных банков) и его целей.

Обязанность регионов и муниципальных образований, являющихся эмитентами ценных бумаг, раскрывать информацию (в том числе в сети интернет) закреплена на законодательном уровне. Однако в целях снижения стоимости заимствований эмитенту необходимо принимать дополнительные меры информационной открытости и осуществлять мероприятия по связям с инвесторами (*investor relations*).

Современная организация процесса принятия решений об инвестициях однозначно указывает на готовность кредитора снизить стоимость обслуживания заимствований в обмен на предоставление эмитентом полной и точной информации о себе [9].

Рациональная организация процессов раскрытия информации об эмитенте значительно повышает инвестиционную привлекательность городских ценных бумаг, позволяет инвестору принимать адекватные ситуации решения.

Ниже представлен пример возможных этапов информационной поддержки размещения региональных (муниципальных) ценных бумаг, основанный, в том числе на работе [9].

1. Подготовительные мероприятия:

- 1.1. издание информационного сборника;
- 1.2. подготовка и распространение пресс-релизов и подборок для прессы;
- 1.3. проведение презентации для инвесторов (roadshow);
- 1.4. организация интернет-конференций на тематических сайтах в сети интернет;
- 1.5. организация брифинга для профессиональных потребителей информации.

2. Начало размещения облигаций:

- 2.1. информационное сообщение о начале размещения облигаций (подписке);
- 2.2. пресс-конференция, посвященная началу размещения облигаций (подписки на облигации);
- 2.3. обзор комментариев аналитиков и прессы;
- 2.4. проведение телефонных переговоров и встреч с инвесторами.

3. Поддержание интереса средств массовой информации и участников рынка к выпуску облигаций:

- 3.1. встречи, аналитические статьи, интервью с представителями органов власти эмитента;

3.2. объявление результатов размещения облигаций (подписки на облигации);

3.3. работа с инвестором по завершении размещения выпуска облигаций.

Более подробно взаимоотношения эмитентов с инвесторами рассмотрены в работе [58].

### **Факторы инвестиционной привлекательности выпуска облигаций**

Каждый регион и муниципалитет, являющийся участником рынка публичных долговых обязательств и использующий выпуск облигаций в качестве источника финансирования дефицита бюджета или финансирования капитальных расходов бюджета, сталкивается с проблемой снижения стоимости такого рода заимствований. Субъект РФ или муниципальное образование, выступая в качестве эмитента облигаций, в большей степени заинтересован в достижении минимального значения доходности облигаций при их размещении, а не в ходе их вторичного обращения. Данный факт связан с тем, что расходы бюджета на обслуживание облигаций фиксируются в момент их размещения, а изменение доходности в процессе обращения облигаций может оказать влияние только на расходы по обслуживанию последующих выпусков облигаций или при досрочном выкупе облигаций эмитентом.

На привлекательность выпуска и, как следствие, более эффективное размещение выпуска облигаций, оказывает ряд критериев, связанных как с эмитентом, так и с планируемым выпуском. Более подробно эти критерии описаны ниже.

*Ликвидность* выпуска облигаций является основной его характеристикой, оказывающей наибольшее влияние на потенциальных инвесторов в процессе выбора того или иного актива. В случае если администрация субъекта РФ или муниципального образования ранее эмитировала публичные займы, об уровне ликвидности планируемого выпуска потенциальные инвесторы будут судить исходя из ликвидности займов, находящихся или бывших в обращении. Для ряда институциональных инвесторов большое значение имеет возможность

продажи крупного объёма ценных бумаг без существенных финансовых потерь. Основным показателем, характеризующим уровень ликвидности выпуска является количество инвесторов, участвующих в выпуске облигаций. Увеличение количества инвесторов зависит от качества работы организатора выпуска облигаций по формированию синдиката (пула андеррайтеров).

*Объём* предполагаемого выпуска облигаций является косвенным критерием, позволяющим оценить ликвидность — чем больше объём, тем более ликвидным будет выпуск. Данное предположение основано на том, что принять участие в размещении выпуска с большим объёмом сможет большее число участников рынка, иными словами сформируется более качественный синдикат. Кроме этого у ряда участников рынка существуют ограничения на долю выпуска, которую они могут выкупить при размещении. Таким образом, при малом объёме выпуска облигаций, участие в первичном размещении будет интересно не всем потенциальным инвесторам.

Для проверки гипотезы о влиянии объёма выпуска облигаций на количество участников синдиката, сформированного его организаторами перед размещением, были проанализированы синдикаты всех региональных и муниципальных выпусков облигаций, размещение которых было организовано в период с 2007-2009 г.г. Из общей выборки были исключены выпуски облигаций города Москвы, а также выпуски облигаций, размещение которых осуществлялось более одного дня. Таким образом проверка гипотезы осуществлялась на данных о размещении 45 выпусков облигаций (рис. 3.2).

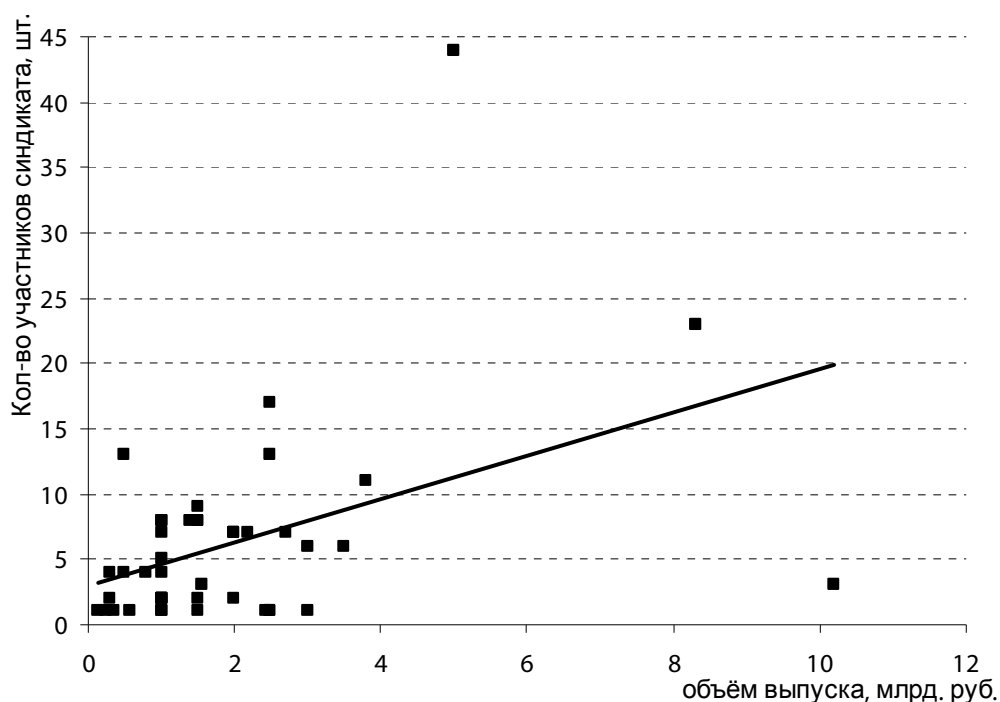


Рис. 3.2. Зависимость количества участников синдиката от объёма выпуска

*Срочность* (дюрация) выпуска — ещё один критерий, влияющий на ликвидность выпуска облигаций — чем более долгосрочным является выпуск, тем он менее ликвиден. Данное обстоятельство связано с тем, что инвестиции в долгосрочные выпуски сопряжены с большими рисками (подтверждается положительным наклоном кривой доходности), вследствие чего в них зачастую инвестируют институциональные инвесторы и на длительный срок; спекулятивно настроенные участники рынка чаще инвестируют в краткосрочные и среднесрочные долговые обязательства, отыгрывая различные инвестиционные идеи и тем самым повышая их ликвидность. В период кризиса склонность инвесторов к рискам снижается и значение критерия срочности выпуска облигаций многократно возрастает.

Для усиления привлекательности инструмента для инвесторов выпускаются, хотя и достаточно редко, также облигации с опционами досрочного погашения по требованию инвестора (или в российской практике так называемые облигации с безотзывной офертой эмитента к досрочному погашению) и по требованию эмитента. Облигации с безотзывными офертами или опционами погашения по выбору инвестора усиливают



их привлекательность за счёт потенциального сокращения срока обращения. Для эмитента они рискованны тем, что могут быть предъявлены к досрочному погашению в самый неподходящий момент, который, как правило, приходится на периоды финансовых кризисов, причины которых могут лежать за пределами России [10].

*Возможность рефинансирования* под залог облигаций — возможность использования ценных бумаг в качестве залога по операциям РЕПО в целях пополнения краткосрочной банковской ликвидности — также влияет на инвестиционную привлекательность выпуска облигаций. В условиях дефицита рублёвой ликвидности, наблюдавшейся в период кризиса 2008-2009 годов, центральное место в системе рефинансирования банковского сектора России занимали операции прямого РЕПО с Банком России [59]. В данный период фактор наличия того или иного выпуска облигаций в Ломбардном списке Банка России и принятие его Банком России в качестве обеспечения по операциям прямого РЕПО являлось едва ли не основным фактором инвестиционной привлекательности.

При этом заимствования кредитных организаций у денежных властей — рефинансирование у Банка России (операции прямого РЕПО, ломбардные кредиты, кредиты, обеспеченные нерыночными активами, и так далее) — логично рассматривать как «аварийную» меру, по крайней мере, если сопоставить минимальную стоимость привлечения средств Банка России и Минфина России и ретроспективную динамику основных ценовых индикаторов внутреннего денежного рынка. Минимальные ставки рефинансирования ощутимо выше рыночных индикаторов сопоставимой срочности. Таким образом, можно заключить, что сам по себе рост спроса на инструменты рефинансирования, тем более такой масштабный, как в 2008-2009 г.г., говорит о нестабильности денежного рынка, обусловленной «сжатием» внутреннего валютного рынка и ухудшением климата на финансовом рынке в целом [59].

Включение региональных и муниципальных облигаций в Ломбардный список Банка России возможно только в случае когда эмитенту облигаций

присвоен рейтинг кредитоспособности одного из ведущих международных рейтинговых агентств не ниже определённого уровня, а также удовлетворения эмитентом ценных бумаг требований, закреплённых в указаниях Банка России.

*Листинг* облигаций — наличие (отсутствие) выпуска облигаций в одном из котировальных списков биржи — также относится к факторам инвестиционной привлекательности выпуска облигаций.

Интересной представляется оценка уровня снижения доходности выпуска облигаций в зависимости от уровня котировального списка, в который он включён.

Предположение о том, что в результате листинга облигаций доходность по ним должна быть снижена, базируется на анализе требований законодательства к качеству активов, в которые могут инвестировать свои средства институциональные инвесторы, а также на анализе потенциального уровня увеличения инвестиционной привлекательности выпусков.

Основные требования законодательства к котировальным спискам для активов институциональных инвесторов представлены в табл. 3.1. [60].

Таблица 3.1. Требования законодательства

Источник инвестирования	Средства инвестора	«А» первого уровня	«А» второго уровня	Б	Внесписочные
1	2	3	4	5	6
Негосударственные пенсионные фонды	Пенсионные резервы	+	+	+	±*
	Пенсионные накопления	+	—	—	—
Пенсионный фонд Российской Федерации	Пенсионные накопления	+	—	—	—
Страховые компании	Собственные средства	+	—	—	—
	Средства страховых резервов	+	—	—	—
Фонд обязательного страхования вкладов физических лиц	Временно свободные денежные средства	+	+	+	±**

Таблица 3.1. Продолжение

1	2	3	4	5	6
Накопительно - ипотечная система жилищного обеспечения военнослужащих	Накопления для жилищного обеспечения	+	+	+	+
Акционерные / паевые инвестиционные фонды	Инвестиционные резервы / Имущество пайщиков, переданные в ДУ	+	+	+	±***
Общие фонды банковского управления	Денежные средства, переданные в ДУ	+	+	+	+
Доверительное управление	Денежные средства, переданные в ДУ	+	+	+	+
Сделки, совершаемые с использованием денежных средств и/или ценных бумаг, переданных брокером в заём (Маржинальные сделки)	Обеспечение обязательств клиента под залог ценных бумаг	+	+	+	—
	Кредитование ценными бумагами	+	+	+	—
	Кредитование денежными средствами	+	+	+	+

\* — не более 40%

\*\* — только облигации, соответствующие требованиям, установленным Министерством финансов Российской Федерации;

\*\*\* — не более 50%

Необходимо отметить, что присутствие бумаги в одном из списков является важным позитивным фактором для любого класса инвесторов. Прохождение эмитентом процедуры листинга — своеобразный знак качества для инвестора. Несмотря на то, что, включая ту или иную ценную бумагу в список, биржа не берет на себя часть рисков эмитента, она неформально ручается перед потенциальными инвесторами своей репутацией, что риск, например, дефолта по облигациям или резкого падения курса данной бумаги лежит в определенном коридоре. В результате, при определении лимитов по ценным бумагам для совершения сделок, некоторые инвесторы зачастую устанавливают размеры указанных лимитов в зависимости от уровня котировального списка, в котором находятся ценные бумаги [61].

Большая часть выпусков региональных и муниципальных облигаций, обращающихся на биржевом рынке ММВБ, включена в котировальный список «А» первого уровня (табл. 3.2.), доля облигаций, включённых в котировальные списки «А» второго уровня и «Б» составляет 5% от общего количества обращающихся на ММВБ облигаций (табл. 3.2.) [62].

Таблица 3.2. Распределение облигаций по котировальным спискам

Уровень котировального списка	Количество выпусков, шт.
«А» первого уровня	44
«А» второго уровня	3
Б	1
Внесписочные	51

Приведём подробный расчёт экономического эффекта для эмитента (субъекта РФ или муниципалитета) от включения выпуска облигаций в котировальный список «А» первого уровня на основе разницы между спредами доходностей выпусков облигаций к кривой бескупонной доходности по государственным ценным бумагам (G-кривой).

По данным на 1 апреля 2010 года 10 эмитентов одновременно имели в обращении на биржевом рынке ММВБ выпуски как включённые в список «А» первого уровня, так и входящие в перечень внесписочных ценных бумаг [62]. Из данных выпусков облигаций для дальнейших расчётов выбираются выпуски, дюрация которых отличается не более чем на полгода (рис. 3.3.).

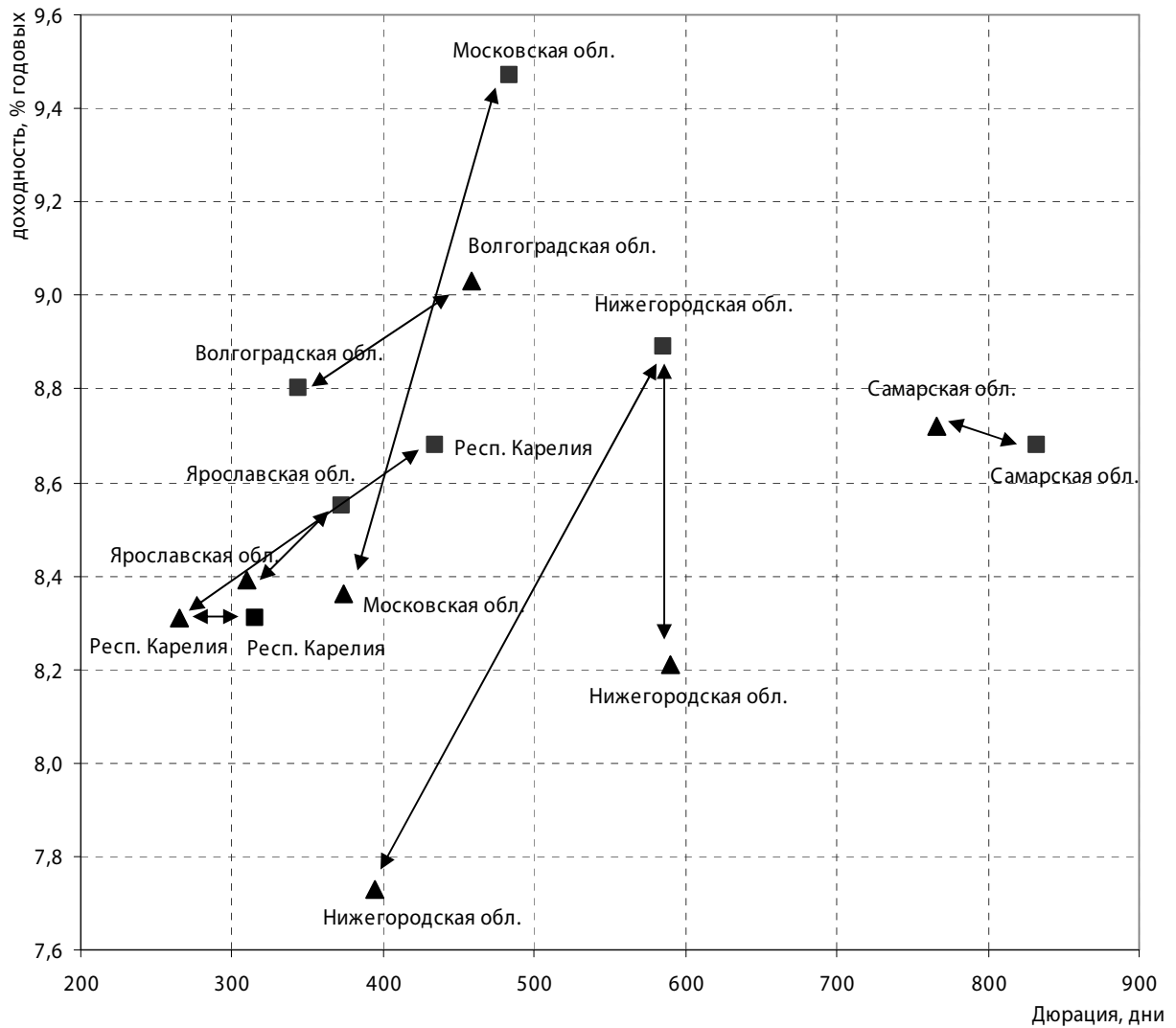


Рис. 3.3. Оценка эффекта от листинга облигаций

Для отобранных выпусков рассчитываются спрэды к G-кривой (табл. 3.3.).

Таблица 3.3. Спрэды к G-кривой

Эмитент	Разница в спрэдах, б.п.
Волгоградская обл.	131
Респ. Карелия	22
Респ. Карелия	29
Самарская обл.	24
Ярославская обл.	5
Нижегородская обл.	68
Нижегородская обл.	83
Московская обл.	76

На основании данных (табл. 3.3.), средняя разница в спредах, являющаяся оценкой экономического эффекта от включения выпуска облигаций в котировальный список «А» первого уровня составляет 0,55 п.п.

Что касается финансовой оценки в денежном выражении, то при организации выпуска объёмом 1 млрд. руб. (минимальный объём выпуска облигаций, который может быть включен в котировальный список «А» первого уровня) сроком обращения 3 года, экономия для субфедерального или муниципального бюджета за счёт уменьшения доходности при размещении на 0,55 п.п. составила бы 16,5 млн. руб. При этом расходы на включение и поддержание данного выпуска в котировальном списке биржи составили бы 99,12 тыс. руб. В итоге суммарное уменьшение расходов бюджета на обслуживание регионального или муниципального долга составило бы 16,4 млн. руб.

### **Макроэкономические факторы (конъюнктура рынка)**

Одним из определяющих критериев, влияющих на инвестиционную привлекательность выпуска и, как следствие, на эффективность размещения, является критерий текущей конъюнктуры рынка и ожиданий (прогнозов) его участников. От данного критерия может зависеть, какой сектор эмитентов будет являться наиболее привлекательным; оптимальная срочность выпусков, способная обеспечить интерес инвесторов к выпуску, уровень (объём) спроса на долговые обязательства эмитента и др.

Все макроэкономические процессы подчиняются одному простому правилу — предложение снижает цену, спрос её повышает. Этот закон выполняется в любой экономике, не подвергающейся прямому административному регулированию. Таким образом, чем больше спрос на облигации конкретного выпуска, тем больше будет их цена покупки и, соответственно, меньше доходность. И наоборот. Данное обстоятельство связано с одним из фундаментальных свойств облигации, которое заключается в том, что цена всегда меняется в направлении, противоположном изменению требуемой доходности [63].

Влияние различных факторов, отражающихся на котировках (и доходности) субфедеральных и муниципальных выпусков облигаций описано в работе [64], возможности прогнозирования доходности на основе данных факторов — в работе [65], в том числе с использованием нейросетевого подхода — в работе [66]. Для оценки влияния различных факторов на российский рынок облигаций рассмотрим временной период до начала кризисных явлений, 2006 — 2007 гг.

#### *Ключевые процентные ставки*

Изменение уровня процентных ставок, как правило, оказывает воздействие на цены облигаций. Когда рыночные процентные ставки растут, цены облигаций, находящихся в обращении, снижаются таким образом, чтобы доходность этих бумаг пришла в соответствие с доходностью новых выпусков, имеющих более высокие ставки. И, наоборот, в случае падения рыночных ставок происходит повышение цен ранее выпущенных облигаций, благодаря чему их доходность снижается до уровня, соответствующего доходности новых облигаций с более низкими ставками процента. Вследствие таких колебаний рыночных процентных ставок цена облигации в период её вторичного обращения может оказаться выше или ниже номинальной стоимости.

Изменения процентных ставок оказывают различное воздействие на облигации с разной дюрацией. Чем больше дюрация, тем выше риск того, что цена облигации претерпит сильные колебания, а следовательно, тем более высокой компенсации за дополнительный риск требуют инвесторы.

Рынок облигаций напрямую связан с экономическими циклами, и колебания котировок могут быть вызваны беспокойством инвесторов относительно темпов инфляции. Как правило, рынок облигаций, как и экономика в целом, выигрывает от устойчивых, мощных темпов роста. Экономический рост, как правило, способствует увеличению финансовой мощи всего спектра эмитентов (как государственных и муниципальных, так и корпоративных), в результате чего растет их кредитное качество и доверие к ним инвесторов, что в свою очередь влечет рост цен на облигации и снижение

уровня доходностей. Однако резкое повышение темпов роста экономики может вызвать усиление инфляционного давления, что приводит к повышению процентных ставок и негативно влияет на котировки облигаций.

Ставка Федеральной резервной системы США (ФРС США) оказывает большое влияние на мировой фондовый рынок в целом и на российский рынок облигаций в частности. Повышение ставки ведет к сокращению притока капитала в фондовый рынок России и, возможно, оттоку капитала. Вследствие чего доходность выпусков облигаций возрастает.

Ставка рефинансирования Банка России является ключевой ставкой для российского фондового рынка. Высокая инфляция в России ограничивает возможность снижения ставок по рублёвым инструментам. Говоря о таком факторе, как высокая инфляция, необходимо указать на то, что реальная доходность по наиболее ликвидным региональным займам долгое время оставалась отрицательной. Данный феномен, по всей видимости, объяснялся ожиданиями снижения инфляции в 2005-2008 гг. и существенным укреплением номинального курса рубля в 2003-2004 гг., что делало рублёвые займы потенциально привлекательными для инвесторов, имеющих валютные пассивы [67].

Зачастую складывается такая ситуация, когда в различных государствах действуют различные депозитные процентные ставки относительно национальных валют. Пониженные ставки в странах с развитой экономикой и повышенные — в странах с развивающейся экономикой зачастую запускают так называемый carry trade — одну из самых популярных торговых стратегий, заключающуюся в заимствовании средств в национальной валюте государства, установившего низкие процентные ставки, конвертации и инвестировании их в национальной валюте государств, установивших высокие процентные ставки.

#### *Уровень ликвидности*

Рынок региональных и муниципальных выпусков облигаций достаточно остро реагирует на общий уровень ликвидности на рынке. Периоды низкой ликвидности, как правило, приходятся на конец месяца и квартала. В это время



на рынке активизируются продажи наиболее ликвидных выпусков, в целом же это время характеризуется снижением объёмов торгов, расширением спредов между заявками на покупку и продажу облигаций, волатильностью доходностей к погашению и тенденциями к их росту.

Таким образом, низкий уровень ликвидности ведет к росту доходностей, высокий — к их снижению. Об уровне ликвидности можно судить по уровню остатков на корреспондентских счетах и на депозитах в Банке России. Более подробно изменение доходностей региональных и муниципальных облигаций в период дефицита ликвидности описано в работе [68].

### *Цены на энергоносители*

Учитывая, что темп роста экономики России напрямую зависит от уровня цен на энергоносители в связи с концентрацией ВВП в энергетическом секторе, снижение цен на нефть в первую очередь приводит к ослаблению курса рубля и оттоку капитала, в том числе и с российского рынка облигаций. Кредитное качество большинства регионов и муниципалитетов, а следовательно и уровни ставок по их долговым обязательствам, также имеет существенную зависимость от региональных и местных компаний, ориентированных на добычу полезных ископаемых. Зачастую данные компании являются ключевыми налогоплательщиками, формирующими существенную долю доходов бюджетов различных уровней.

## **3.1 Оценка справедливой доходности облигаций**

Задача оценки справедливой доходности (стоимости) облигаций зачастую сводится к оценке справедливой доходности облигаций, либо справедливого спреда между доходностью облигаций и доходностью безрискового актива. Существует целый ряд отечественных и зарубежных моделей ценообразования на рынке облигаций. Большинство моделей основываются на вычислении спреда облигаций к эталонным (зачастую к государственным) облигациям [69].

Данный класс моделей оценивает величину спреда в соответствии с вероятностью наступления дефолта и подробно описан в работе [17].

### Структурная модель

В соответствии с моделью [17], впервые дефолт наступает, когда величина финансового рычага, рассчитываемая по формуле 3.1, достигает нуля.

$$l = (1 - R_{tax}) \cdot (C_R - R_{cr}) \cdot \frac{OC}{LC}, \quad (3.1)$$

где  $R_{tax}$  — ставка налога на прибыль, в десятичном выражении;

$C_R$  — коэффициент рентабельности активов (отношение валовой прибыли к средней стоимости активов) (в долях);

$R_{cr}$  — средний размер ставки процентов за кредит (в долях);

$LC$  — средняя сумма используемого заёмного капитала (в руб.);

$OC$  — средняя сумма собственного капитала (в руб.).

Подверженная дефолту дисконтная облигация с датой погашения  $T$  приносит 1 руб. в дату  $T$ , если дефолт не происходит ко времени  $T$  и  $(1-\omega)$  руб. в противном случае. В данном случае величина  $\omega$  характеризует долю номинально стоимости облигации составляющую объём потери инвестора в случае дефолта. Величину  $(1-\omega)$  также называют уровнем восстановления и обозначают  $RR$ . Соответственно, величина возмещения зависит от погашения и доходности возмещения эквивалентна  $(1-\omega)$ .

Когда происходит дефолт, держатели облигаций предъявляют требования к доли  $(1-\omega)$  от основной суммы в дату погашения  $T$ . Поэтому, подверженные дефолту дисконтные облигации с датой погашения  $T$  могут быть рассмотрены как ценные бумаги с доходом  $V(T)$  (в долях от номинальной стоимости) выплачиваемым в дату  $T$ , определяемым в соответствии с формулой

$$V(T) = \begin{cases} 1, & \tau > T \\ 1 - \omega, & \tau \leq T \end{cases}, \quad (3.2)$$

где  $\tau$  — момент первого попадания значения  $l$  в граничное значение 0.

В результате, цену корпоративной дисконтной облигации со сроком до погашения  $T$  можно определить по формуле

$$P(T, r_t) = N \cdot (1 + IR) \cdot (1 - \omega Q), \quad (3.3)$$

где  $Q$  — вероятность в форвардной границе  $T$ , что компания объявит дефолт до времени  $T$  (в долях);

$N$  — номинал облигации (руб.);

$IR$  — процентная ставка, начисляемая по облигациям в годовом исчислении (в долях);

Можно заметить, что для определения цены подверженной дефолту облигации необходима величина вероятности дефолта  $Q$ . Для облигационных выпусков субъектов РФ существует возможность использования в качестве вероятности дефолта оценку вероятности банкротства, модель которой описана в [18].

### **Упрощённая вероятностная модель**

В упрощённой вероятностной модели [19] также стоимость кредитных спрэдов определяется рыночной оценкой вероятности дефолта. При этом вводятся понятие уровня восстановления — оценка уровня, ниже которого цена бумаги не упадет, и вероятности снижения цены до уровня восстановления — оценка количества облигационных выпусков, которые в течение года могут оказаться в состоянии технического дефолта.

Данная математическая модель может быть записана в виде системы

$$\begin{cases} Vn = N \times 100\% \times (1 + IR) \\ Ve = N \times 100\% \times (1 + IR) \times (1 - (1 - RR) \times Q), \\ Vd = N \times 100\% \times RR \times (1 + IR) \end{cases}, \quad (3.4)$$

где  $Vn$  — выплата при отсутствии дефолта (руб.);

$Ve$  — ожидание выплаты (руб.);

$Vd$  — выплата в случае дефолта (руб.);

$N$  — номинал облигации (руб.);

$IR$  — процентная ставка, начисляемая по облигациям в годовом исчислении (в долях);

$RR$  — уровень восстановления (в долях);

$Q$  — вероятность снижения цены до уровня восстановления или вероятность дефолта (в долях).

Графическая интерпретация вероятностной модели, описываемой формулой (3.4) приведена на рис. 3.4.

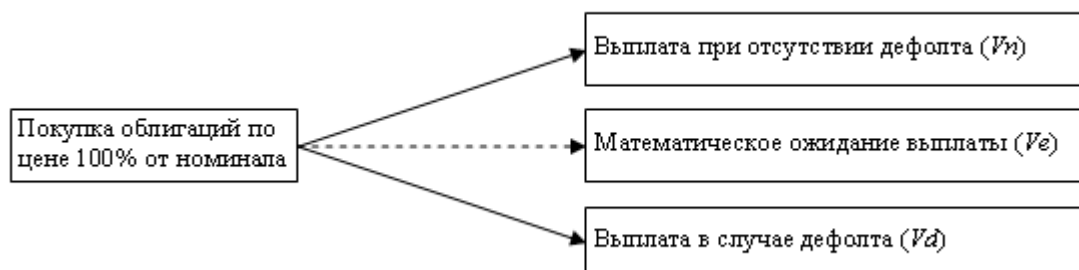


Рис. 3.4. Графическая интерпретация вероятностной модели

### Модель, основанная на кредитных рейтингах эмитента

Существует также ряд моделей, основанных на исторических данных о рынке облигаций. Ярким примером является модель [20]. В данной модели автор предлагает оценить вероятность дефолта на основании исторических данных о дефолтах по облигациям эмитентов, соответствующего кредитного рейтинга. При этом предлагается использовать матрицу кумулятивных вероятностей дефолта, составленную рейтинговым агентством Standard&Poor's. Пример данной матрицы приведен в табл. 3.4.

Таблица 3.4. Матрица кумулятивных вероятностей дефолта

Уровень кредитного рейтинга компании	Вероятность дефолта по годам (накопленным итогом), %				
	1	2	3	4	5
AAA	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
AA	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3
A	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6
BBB	0,3	0,8	1,4	2,2	3,0
BB	1,2	3,6	6,4	9,0	11,3
B	5,7	12,5	18,1	22,4	25,4
CCC/C	28,8	38,0	43,5	47,4	50,9

Премия за риск, в соответствии с данной моделью, рассчитывается по формуле

$$RP = \frac{(P-RR) \times Q_c}{DV01}, \quad (3.5)$$

где  $RP$  — премия за риск;

$P$  — цена облигации;

$Q_c$  — кумулятивная вероятность дефолта;

$DV01$  — текущая цена одного базисного пункта доходности.

Похожий подход используется в модели [21].

### **Модель оценки спрэдов на основе рейтинга кредитоспособности**

В модели [21] строится логарифмическая аппроксимация доходности государственных ценных бумаг (ГКО/ОФЗ), обращающихся на рынке, в соответствии с формулой

$$Y_k = \hat{a} \cdot \ln(k) + \hat{b} + e_k, \quad (3.6)$$

где  $Y_k$  — значения доходности государственных ценных бумаг;

$\hat{a}$  и  $\hat{b}$  — оцениваемые параметры модели;

$e_k$  — ошибка модели;

$k$  — порядковый номер периода погашения.

Оцениваемые параметры подбираются с использованием метода наименьших квадратов (МНК).

Далее, используется МНК уже для расчёта коэффициентов функций, описывающих изменение спрэдов доходности по облигациям субъектов РФ для заданного уровня рейтинга при изменении срока погашения, в соответствии с формулой

$$S_{k_{sf}} = \hat{a} \cdot \ln(k) + \hat{b} + e_k, \quad (3.7)$$

где  $S_{k_{sf}}$  — значения временного ряда спрэдов доходностей облигаций субъекта РФ для заданного уровня рейтинга.

Авторы [21] отмечают, что при размещении нового выпуска модель можно использовать для прогнозирования ставки доходности. Даже при отсутствии уже обращающихся займов эмитента доходность можно оценить, зная его кредитный рейтинг и срок погашения данного выпуска. Стоит также отметить инертность модели. При резком движении рынка в сторону снижения или увеличения доходностей модель, возможно, не сразу среагирует на данные изменения, так как в данном случае рынок может пересмотреть своё отношение к спредам между бумагами.

Похожая многофакторная модель, основанная на рейтинге эмитента и оценивающая спред доходности облигаций к G-кривой, представлена в работе [22].

Применение подобных моделей на российском рынке облигаций ограничивается не только небольшим количеством облигаций, имеющих рейтинг хотя бы одного из ведущих рейтинговых агентств, но и крайне малой историей реальных дефолтов облигаций российских эмитентов.

Наиболее важной проблемой, оказывающей основное влияние на погрешность моделей, описанных выше, является тот факт, что компонента риска дефолта является основным, но далеко не единственным фактором, оказывающим влияние на ценообразование.

Данную проблему позволяют решить модели, описанные в работе [15] и в работе [70]. Эти модели используют совершенно различные подходы.

### **Модель на основе аппарата нейронных сетей**

Модель [15], реализованная в автоматизированной системе [71], основана на исторических данных о размещениях облигационных займов, а также на данных о кредитоспособности эмитентов. В модели предполагается, что инвесторы оценивают ценные бумаги эмитентов по одним и тем же критериям.

В данной модели рассматривается  $n$  облигационных выпусков, каждый выпуск задается на графике (рис. 3.5.) двумя параметрами:  $r_i$  — эффективной

доходностью и  $d_i$  — дюрацией, где  $i = 1..n$ . В качестве классификатора в модели используется нейронная сеть.

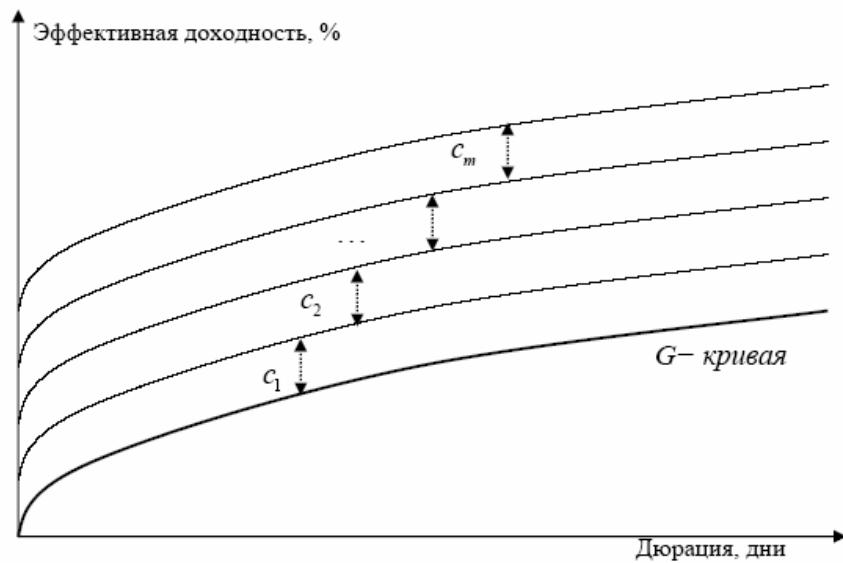


Рис. 3.5. Графическая интерпретация модели

Схематично модель определения эффективной процентной ставки при размещении облигационного выпуска [15] представлена на рис. 3.6.

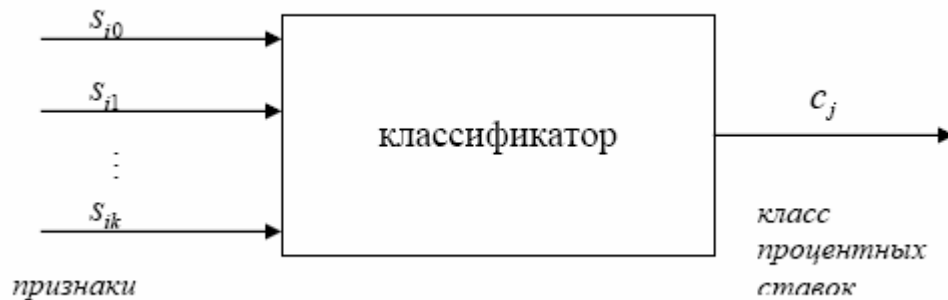


Рис. 3.6. Схема классификации эмитентов

### 3.2 Математическая модель оценки доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок

Учёт всех факторов, влияющих на доходность облигаций, при оценке справедливой доходности облигаций невозможен. С другой стороны все рыночные факторы, связанные как с конъюнктурой рынка, так и

с финансовыми показателями эмитента уже учтены в цене обращающихся ценных бумаг эмитента. В связи с этим актуальной является разработка алгоритма оценки справедливой эффективной доходности облигаций на основе обращающихся выпусков облигаций данного эмитента — поиск решения *Задачи 3*.

### **Задача 3. Оценка справедливой доходности облигаций**

#### **Дано**

1. Модель расчёта кривой бескупонной доходности (G-кривой) [72].
2. Итоги торгов региональными и муниципальными облигациями.

#### **Требуется**

Разработать алгоритм оценки справедливой доходности облигаций не требующий информации о кредитном качестве эмитента (в том числе о рейтинге кредитоспособности и о вероятности дефолта).

Суть решения *Задачи 3* заключается в оценке справедливой эффективной доходности при размещении нового выпуска облигаций по обращающимся облигационным займам эмитента относительно эталонной кривой, отображающей временную структуру безрисковых процентных ставок.

Эталонной кривой на рынке рублёвых облигаций является кривая бескупонной доходности, рассчитываемая по сделкам купли-продажи с облигациями федерального займа и государственными краткосрочными облигациями (G-кривая) [72]. Значения G-кривой рассчитываются по ниже приведённой формуле (3.9). Для расчёта используется параметрическая модель Нельсона-Зигеля, с добавлением корректирующих членов (для непрерывно начисляемой процентной ставки), описанная выражением

$$R(t) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{\tau}{t} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] - \beta_2 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + \\ + g_1 \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) + g_2 \exp\left(-\frac{(t-1)^2}{2}\right) + g_3 \exp\left(-\frac{(t-2)^2}{2}\right), \quad (3.8)$$



где первые три слагаемых — модель Нельсона-Зигеля, а следующие три — корректирующие добавки для более точного описания начального участка G-кривой.

Бескупонная доходность в форме спот-доходности с годовой капитализацией процентов связана с непрерывно начисляемой доходностью соотношением (3.9) в базисных пунктах.

$$G(t) = 1000000 \cdot \left[ \exp\left(\frac{R(t)}{10000}\right) - 1 \right], \quad (3.9)$$

где  $G(t)$  — значение G-кривой в точке  $t$ ;

$t$  — дюрация облигационного выпуска (дней);

$R(t)$  — модель Нельсона-Зигеля, с добавлением корректирующих членов, рассчитываемая по формуле (3.8).

Так как уровень спреда зависит от цены облигаций при каждой сделке, а цены сделок могут быть довольно волатильны, то определение спреда к G-кривой по одной последней сделке с облигациями будет сопряжено с большим уровнем погрешности.

Федеральной службой по финансовым рынкам (ФСФР РФ) предложена методика расчёта признаваемой котировки. Для увеличения точности определения справедливого спреда к G-кривой предлагается рассчитывать признаваемый спред на основе данной методики следующим образом.

Выбираются все облигационные выпуски эмитента, находящиеся в обращении на биржевом рынке на момент размещения нового выпуска.

Для каждого из выбранных выпусков определяется минимальное количество торговых сессий, в течение которых с облигациями данного выпуска было заключено не менее 10 сделок в режиме основных торгов, суммарным номинальным объёмом не менее одного миллиона рублей. Если в течение последних 20 торговых сессий (календарного месяца) с облигациями выпуска было заключено менее 10 сделок, либо их суммарный объём меньше одного миллиона рублей, то выпуск исключается из расчётов как неликвидный.

По итогам каждой торговой сессии рассчитывается эффективная доходность по средневзвешенной цене облигаций. Средневзвешенная цена рассчитывается по формуле

$$\bar{P} = \frac{\sum_{j=1}^J Q_j \cdot P_j}{\sum_{j=1}^m Q_j}, \quad (3.10)$$

где  $\bar{P}$  — средневзвешенная цена облигаций (руб.);

$Q_j$  — объём  $j$ -й сделки (руб.);

$P_j$  — цена облигаций в  $j$ -й сделке (руб.);

$J$  — количество сделок в торговой сессии (шт.).

Эффективная доходность по средневзвешенной цене является корнем уравнения

$$\bar{P} + ACP = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{C_i}{\left(1 + r^*\right)^{\frac{t_i - t_0}{365}}} + \frac{C_n + N}{\left(1 + r^*\right)^{\frac{t_n - t_0}{365}}}, \quad (3.11)$$

где  $r^*$  — эффективная доходность по средневзвешенной цене (в долях);

$C_i$  — купонная выплата в момент  $t_i$  (руб.);

$t_0$  — текущая дата;

$t_i$  — дата  $i$ -й купонной выплаты;

$N$  — номинал (руб.);

$\bar{P}$  — средневзвешенная цена облигаций (руб.);

$ACP$  — накопленный купонный доход (руб.);

$n$  — количество выплат по облигациям (шт.).

По данным об эффективной доходности  $r^*$  рассчитывается спрэд к G-кривой для каждой торговой сессии каждого выпуска по формуле

$$S = 100 \cdot r^* - G(t), \quad (3.12)$$

где  $S$  — спрэд к G-кривой в базисных пунктах (1 б.п. = 0.01%);

$r^*$  — эффективная доходность, рассчитанная по средневзвешенной цене облигаций из уравнения (3.11);

$t$  — дюрация облигационного выпуска (дней);

$G(t)$  — значение G-кривой, рассчитанное по формуле (3.9).

Далее рассчитывается признаваемый спрэд к G-кривой как средневзвешенный спрэд по формуле

$$\bar{S} = \frac{\sum_{k=1}^K Q_k \cdot S_k}{\sum_{k=1}^K Q_k}, \quad (3.13)$$

где  $\bar{S}$  — признаваемый спрэд по облигационному выпуску (в б.п.);

$Q_k$  — суммарный номинальный объём сделок, совершенных в течение  $k$ -й торговой сессии (в руб.);

$S_k$  — спрэд эффективной доходности по средневзвешенной цене в  $k$ -й торговой сессии (в б.п.);

$K$  — количество торговых сессий, необходимых для расчёта (шт.).

Справедливый спрэд  $S_{tr}$  к G-кривой для нового выпуска рассчитывается по формуле

$$S_{tr} = \frac{\sum_{m=1}^M \bar{S}_m \cdot Q_m}{\sum_{m=1}^M Q_m}, \quad (3.14)$$

где  $\bar{S}_m$  — признаваемый спрэд по  $m$ -му облигационному выпуску (б.п.);

$Q_m$  — номинальный объём  $m$ -го облигационного выпуска (руб.);

$M$  — количество облигационных выпусков (шт.).

Справедливый уровень эффективной доходности определяется по формуле

$$r_{tr} = \frac{G(t) + S_{tr}}{100}, \quad (3.15)$$

где  $r_{tr}$  — справедливая эффективная доходность (в долях);

$S_{ir}$  — справедливый спрэд к G-кривой, рассчитанный по формуле (3.14);

$G(t)$  — значение G-кривой, рассчитанное по формуле (3.9);

Оценивая справедливый уровень эффективной доходности при размещении облигационного займа, необходимо учитывать, что независимо от того, завышено вознаграждение андеррайтеру или нет, цена облигаций в момент размещения, как правило, занижена [73]. Следовательно, эффективная доходность облигационного выпуска при размещении будет немного выше её справедливой оценки.

### 3.3 Алгоритм оценки справедливой доходности облигаций

Общий вид алгоритма оценки справедливой доходности облигаций

1. Ввод данных о выпусках эмитента, находящихся в обращении.
2. Ввод даты расчёта справедливой доходности облигаций.
3. Для каждого из выпусков облигаций, выбранных на шаге 1 алгоритма.

3.1. Определить количество торговых сессий необходимых для расчёта исходя из того, что с облигациями должно быть заключено не менее 10 сделок в режиме основных торгов, суммарным номинальным объёмом не менее одного миллиона рублей. Если в течение последних 20 торговых сессий (календарного месяца) с облигациями выпуска было заключено менее 10 сделок, либо их суммарный объём меньше одного миллиона рублей, то выпуск исключается из расчётов как неликвидный.

3.2. Для каждой торговой сессии, определенной на шаге 3.1 алгоритма.

3.2.1 Рассчитать средневзвешенную цену по формуле (3.10).

3.2.2. На основе данных о выпуске облигаций, а также на основе данных о средневзвешенной цене, определенной на шаге 3.2. алгоритма рассчитать эффективную доходность по средневзвешенной цене в соответствии с уравнением (3.11).

3.2.3 На основе данных о эффективной доходности по средневзвешенной цене, определенной на шаге 3.3. алгоритма и

параметрах G-кривой на дату расчёта рассчитать спрэд эффективной доходности по средневзвешенной цене к G-кривой по формуле (3.12).

3.3. На основе данных о спреде эффективной доходности по средневзвешенной цене к G-кривой для каждой торговой сессии по формуле (3.13) рассчитывается признаваемый спрэд к G-кривой.

4. На основе данных о признаваемых спредах по формуле (3.14) рассчитывается справедливый спрэд к G-кривой.

5. На основе данных о справедливом спреде и параметрах G-кривой на дату расчёта рассчитывается справедливая стоимость (доходность) облигаций по формуле (3.15).

## **Выводы**

Существующие в настоящее время структурные модели оценки спрэдов доходности облигаций серьезно недооценивают уровни спрэдов, так как базируются лишь на оценке вероятности дефолта [17].

Модели, основанные на вероятности дефолта, описаны также в работе [23] и [25]. Таким образом, данные модели могут применяться лишь во внутри банковском планировании и для расчётов стоимости хеджирования кредитных рисков, как и указано одним из авторов. Подобные модели в состоянии оценить лишь долю кредитного спреда (доходности), связанного с риском дефолта.

Модели, описанные в работах [20, 21, 22], по тем же причинам не позволяют оценить справедливый уровень цены (доходности) облигаций. Значительную проблему представляет и повышение информационной открытости регионов. Далеко не все российские регионы и муниципалитеты, даже из числа вышедших на рынок, имеют кредитный рейтинг. К тому же методики кредитных рейтингов, выставляемых отечественными рейтинговыми агентствами, не отличаются прозрачностью, в то время как одни и те же факторы кредитоспособности у разных агентств имеют разные веса. Кроме того, недостатком применения данных моделей, является то, что далеко не все

рейтинговые агентства публикуют обзоры статистики дефолтных событий применительно к собственной практике, а также то, что в новейшей истории российского рынка публичных заимствований количество произошедших дефолтов ничтожно мало по отношению к количеству выпусков, находящихся в обращении.

Применение современной регрессионной модели [25], а также модели на основе аппарата нейронных сетей [15] возможно только для определения спредов по субфедеральным выпускам облигаций. Кроме того, погрешность данных моделей складывается из погрешности оценки кредитных качеств эмитента и текущей конъюнктуры рынка.

С другой стороны все рыночные факторы, связанные как с конъюнктурой рынка, так и с финансовыми показателями эмитента уже учтены в цене обращающихся ценных бумаг эмитента. В связи с этим предложенный алгоритм оценки справедливой доходности на основе обращающихся выпусков облигаций данного эмитента является наиболее подходящим к условиям российского рынка публичных заимствований. Данный алгоритм не требует информации о кредитном качестве эмитента (в том числе о рейтинге кредитоспособности и о вероятности дефолта). К недостаткам данного алгоритма можно отнести ограниченность его применения только выпусками облигаций эмитента, имеющего не менее двух обращающихся выпусков. Кроме этого необходимо учитывать, что фактическая доходность при размещении будет несколько выше оценки.

Результат сравнения моделей, методов и алгоритмов оценки справедливой доходности облигаций представлен в табл. 3.5



## **Глава 4 Тестирование и экспериментальная проверка**

### **4.1. Комплекс программ поддержки принятия решений при управлении региональным и муниципальным долгом**

Для программной реализации математических моделей и алгоритмов, описанных выше, был разработан комплекс программ, состоящий из трёх автоматизированных систем:

- оценки риска рефинансирования;
- выбора источника финансирования;
- оценки справедливой доходности облигаций.

При этом автоматизированная система выбора источника финансирования в качестве входных данных может использовать оценку справедливой доходности облигаций, рассчитанную с использованием соответствующей автоматизированной системы.

#### **4.1.1 Автоматизированная система оценки риска рефинансирования**

Для оценки риска рефинансирования в соответствии с моделью, описанной в главе 2, необходимо большое количество вычислений. В целях автоматизации процесса вычисления была разработана автоматизированная система оценки риска рефинансирования [74].

##### **Функциональные возможности**

Основными функциональными возможностями автоматизированной системы оценки риска рефинансирования являются:

- обучение (в том числе и продолжение обучения) нейронной сети;
- сохранение параметров обученной нейронной сети (в том числе топологии и значений весовых коэффициентов);
- загрузка параметров обученной нейронной сети (в том числе топологии и значений весовых коэффициентов) для последующего использования или продолжения обучения;



- расчёт оценки риска рефинансирования на основе входных данных, введенных пользователем и данных обученной нейронной сети;
- расчёт основных статистических характеристик, характеризующих точность обучения нейронной сети.

### Хранение данных

Входными данными автоматизированной системы оценки риска рефинансирования являются данные о бюджетах и рейтингах регионов и муниципалитетов, подробно описанные в главе 2, а также данные о конфигурации системы и данные нейронной сети. Все данные в автоматизированной системе хранятся в файлах формата XML.

Описание XML элементов конфигурации системы приведено в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Описание элементов конфигурации

Элемент	Родительский элемент	Описание
config	—	Корневой элемент (элемент документа)
eta	config	Скорость обучения нейронной сети
iterations	config	Данные о количестве эпох обучения
part	iterations	Количество эпох обучения, после которого осуществляется вывод результатов
max	iterations	Максимальное количество эпох обучения

Описание XML элементов входных данных о бюджетах и рейтингах регионов и муниципалитетов, используемый в автоматизированной системе, представлено в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Описание элементов входных данных

Элемент	Родительский элемент	Описание
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
data	—	Корневой элемент (элемент документа)
dataset	data	Набор входных данных, соответствующий одному наблюдению
v1	dataset	Отношение прямого долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений
v2	dataset	Отношение условного долга к объёму доходов без учёта безвозм. поступлений

Таблица 4.2. Продолжение

1	2	3
v3	dataset	Отношение доходов бюджета без учёта безвозмездных поступлений к общему объёму доходов
v4	dataset	Отношение объёма дефицита бюджета к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений
v5	dataset	Отношение объёма расходов на обслуживание долга к объёму доходов без учёта безвозмездных поступлений
result	dataset	Кумулятивная вероятность дефолта в трёхлетний период

Описание XML элементов данных о нейронной сети, используемых в автоматизированной системе, представлено в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Описание элементов нейронной сети

Элемент	Родительский элемент	Описание
neural_network	—	Корневой элемент (элемент документа)
window	neural_network	Количество входных данных (размер входного окна)
layer	neural_network	Количество нейронов в скрытом слое (последний элемент layer соответствует выходному слою и обязательно должен быть равен 1)
weight	neural_network	Весовые коэффициенты нейронной сети
w[i][j][k][l]	neural_network	Весовой коэффициент синапса, ведущего от i-го нейрона в j-ом слое к k-му нейрону в l-ом слое

### Описание классов

Автоматизированная система оценки риска рефинансирования состоит из следующих основных классов:

- TForm1 — класс, реализующий пользовательский интерфейс автоматизированной системы;
- NN — класс, реализующий искусственную нейронную сеть;
- ParserXML — класс, реализующий XML парсер типа SAX;

- DynMass — класс, реализующий двумерный динамический массив (список списков).

Класс NN, реализующий искусственную нейронную сеть, состоит из следующих методов:

- ActFunc — расчёт активационной функции;
- ActFuncDiff — расчёт первой производной активационной функции;
- ActFuncInv — расчёт первообразной активационной функции;
- Create — конструктор;
- Destroy — деструктор;
- InitNeuralNetwork — инициализация нейронной сети;
- ReadDataIn — чтение входных данных из файла формата XML;
- PrepareDataIn — предобработка входных данных;
- PrepareDataOut — предобработка выходных данных;
- GetWeight — метод, возвращающий весовой коэффициент синапса;
- SetWeight — установка весового коэффициента синапса;
- DirectPropagation — расчёт выходного значения на основании входных данных и данных нейронной сети;
- BackPropagation — метод, реализующий вычисления по методу обратного распространения ошибки;
- LoadNet — загрузка данных о нейронной сети из файла формата XML;
- StoreNet — сохранение данных о нейронной сети в файл формата XML;
- Teach — обучение нейронной сети с учителем;
- CalcMistake — расчёт основных статистических данных, характеризующих точность обучения;
- Store — сохранение результатов обучения в файл.

UML-диаграмма описанных выше классов автоматизированной системы оценки риска рефинансирования представлена на рис. 4.1.

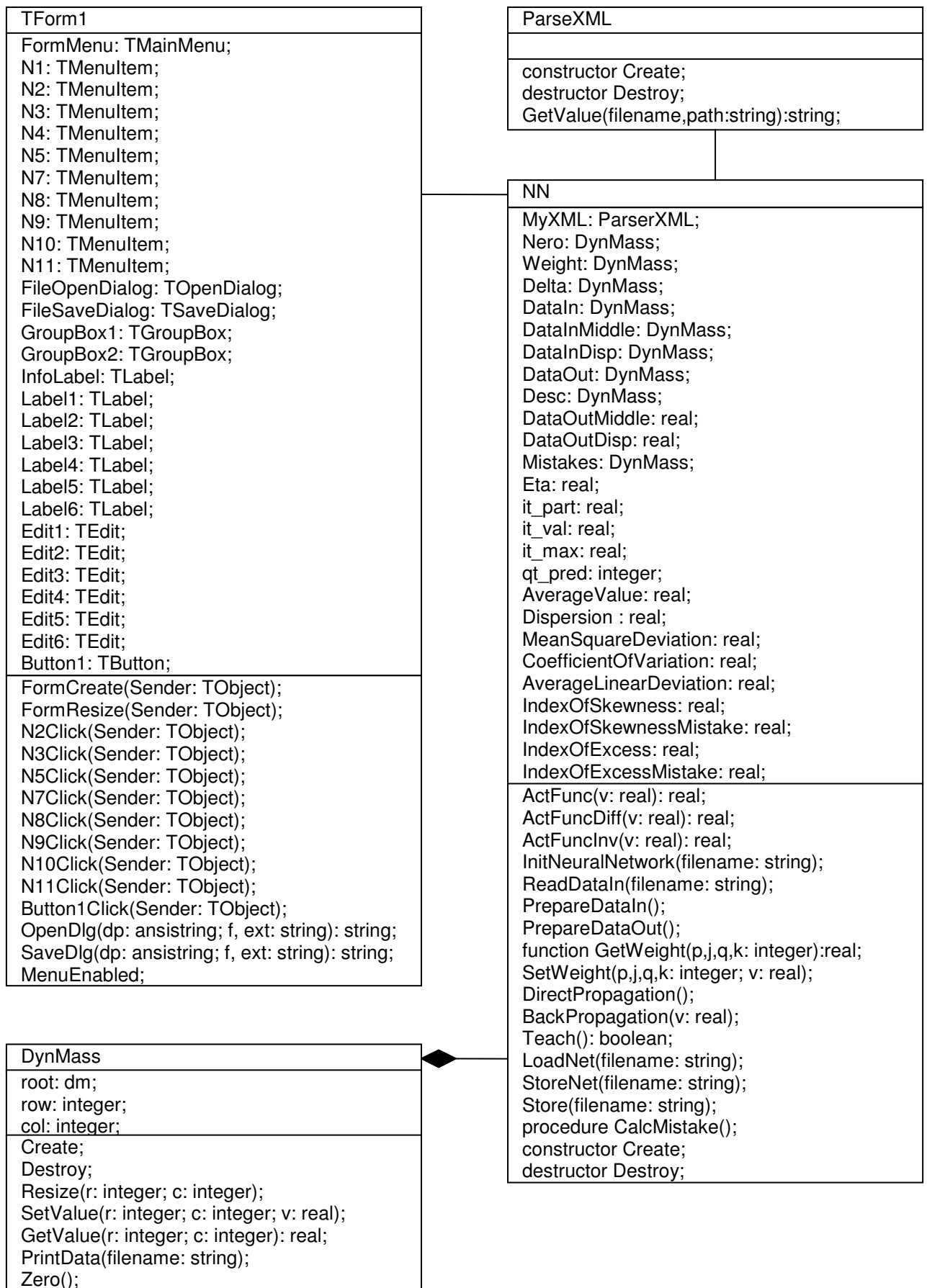


Рис. 4.1. UML-диаграмма классов

## Пользовательский интерфейс

Пользовательский интерфейс автоматизированной системы оценки риска рефинансирования состоит из одной экранной формы и панели меню, позволяющей использовать все функциональные возможности системы, описанные выше (рис. 4.2.).

Данные об исполнении бюджета	
Объём доходов бюджета	31851305
Объём безвозмездных поступлений	12298504
Объём расходов бюджета	31991571
Объём расходов на обслуживание долга	842183

Данные о долговых обязательствах	
Объём долга	6995000
Объём гарантий	809000

Расчитать

Риск рефинансирования равен 29,32 %

Рис. 4.2. Результаты работы

### 4.1.2 Автоматизированная система выбора источника финансирования

#### Функциональные возможности

Основными функциональными возможностями автоматизированной системы выбора источника финансирования:

- расчёт влияния стресс-воздействия на возможное увеличение расходов регионального или местного бюджета на обслуживание долга;
- графическое представление доступных источников финансирования в виде соотношения возможных рисков и стоимости;

- выделение неоптимальных источников финансирования;
- выделение оптимального источника финансирования при заданном уровне притяжения процентного риска органом власти.

### Хранение данных

Входными данными автоматизированной системы являются:

- текущий профиль погашения долговых обязательств;
- данные о возможных источниках финансирования (поток платежей по инструментам);
- уровень притяжения процентного риска;
- данные о стресс-воздействии (величина и продолжительность).

Данные о профиле погашения долговых обязательств и о возможных источниках финансирования хранятся в файлах формата XML.

Описание XML элементов файла, содержащего данные о профиле погашения долга, представлено в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Описание элементов профиля погашения

Элемент	Родительский элемент	Описание
debt	—	Корневой элемент (элемент документа)
set	debt	Данные о погашении
date	set	Дата погашения
value	set	Объем погашения

Описание XML элементов файла, содержащего данные о возможных источниках финансирования, представлено в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Описание элементов о возможных источниках финансирования

Элемент	Родительский элемент	Описание
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
financing	—	Корневой элемент (элемент документа)
source	financing	Данные об источнике финансирования
name	source	Наименование источника финансирования

Таблица 4.5. Продолжение

1	2	3
ytm	source	Эффективная ставка, % годовых
maturity	source	Данные о погашении источника финансирования
date	maturity	Дата погашения
value	maturity	Объём погашения

### Описание классов

Автоматизированная система выбора источника финансирования состоит из следующих основных классов:

- TForm1 — класс, реализующий пользовательский интерфейс автоматизированной системы;
- FSource — класс, реализующий расчёты согласно математической модели выбора оптимального источника финансирования;
- ParserXML — класс, реализующий XML парсер типа SAX;
- DynMass — класс, реализующий двумерный динамический массив (список списков).

Класс FSource реализует следующие методы:

- ReadDebt — загрузка данных о профиле долга из файла;
- ReadSources — загрузка данных о возможных источниках финансирования;
- Calc — расчёт результата стресс-воздействия;
- FindSource — выбор оптимального источника финансирования.

UML-диаграмма описанных выше классов автоматизированной системы оценки риска рефинансирования представлена на рис. 4.3.

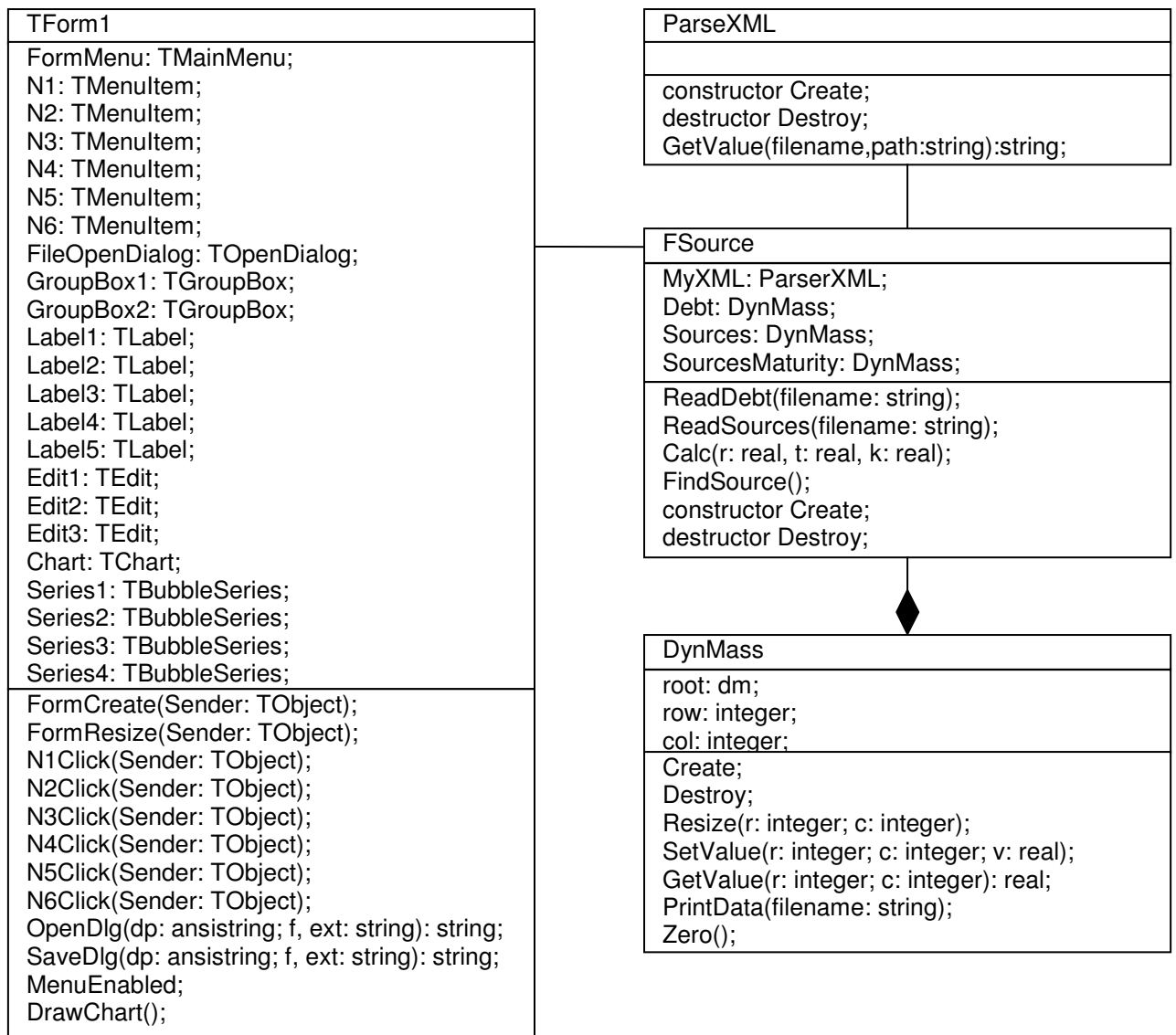


Рис. 4.3. UML-диаграмма классов

### Пользовательский интерфейс

Пользовательский интерфейс автоматизированной системы выбора оптимального источника финансирования состоит из формы ввода данных о стресс воздействии, профиле погашения долга и о возможных источниках финансирования (рис. 4.4), а также формы представления результатов вычислений (рис. 4.5).



Выбор источника финансирования

Данные Результаты

Стресс-воздействие

Интенсивность ( $i$ ) 5,59

Длительность ( $t$ ) 2

Склонность к риску

Коэффициент притяжения риска ( $k$ )

Рис. 4.4. Форма ввода данных

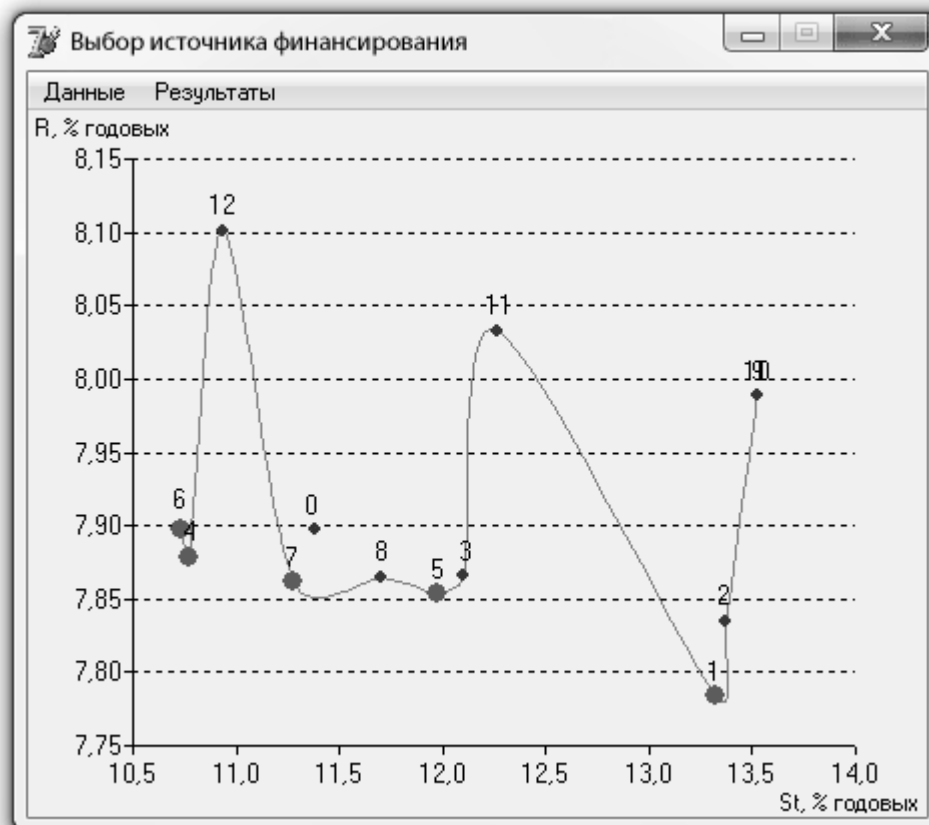


Рис. 4.5. Результат работы автоматизированной системы

### **4.1.3 Автоматизированная система оценки справедливой доходности облигаций**

Тестирование модели оценки справедливой доходности облигационного выпуска на основе временной структуры безрисковых ставок, подробно описанной в главе 3, требует большого количества вычислений. Для автоматизации процесса была разработана автоматизированная система оценки справедливой доходности облигаций [75], проект которой также представлен в работе [76].

#### **Функциональные возможности**

Представленная автоматизированная система позволяет осуществлять расчёт справедливой доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок в соответствии с моделью, осуществляет вывод результатов вычислений, а также предоставляет необходимые пояснения к расчётам.

#### **Хранение данных**

Входными данными автоматизированной системы оценки доходности облигаций являются данные об эмитентах облигаций, количестве эмитируемых ими выпусков облигаций, характеристик выпусков облигаций и итогах торгов выпусками облигаций.

Данные об итогах торгов облигациями на биржевом рынке ММВБ находятся в свободном доступе и раскрываются на официальном сайте биржи в сети Интернет [62]. Кроме того, ММВБ предоставляет возможность загрузки данных об итогах торгов ценными бумагами в формате XML. В связи с этим, в описываемой автоматизированной системе реализована возможность автоматической загрузки всех необходимых для расчёта данных из сети.

Файл в формате XML, содержащий данные об итогах торгов, располагаются по адресу: <http://micex.ru/issrpc/marketdata/stock/bonds/>

`history/preview/one/micex_stock_bonds_[Дата_начала]-[Дата_окончания].xml?date_from=[Дата_начала]&date_till=[Дата_окончания]&boardid=[Идентификатор_режима_торгов]&secid=[ISIN_код]&start=0&limit=1000`

Для хранения данных об облигационных выпусках, а также о сделках, заключенных с ними на биржевом рынке ММВБ используется база данных, концептуальная модель которой представлена на рис. 4.6.

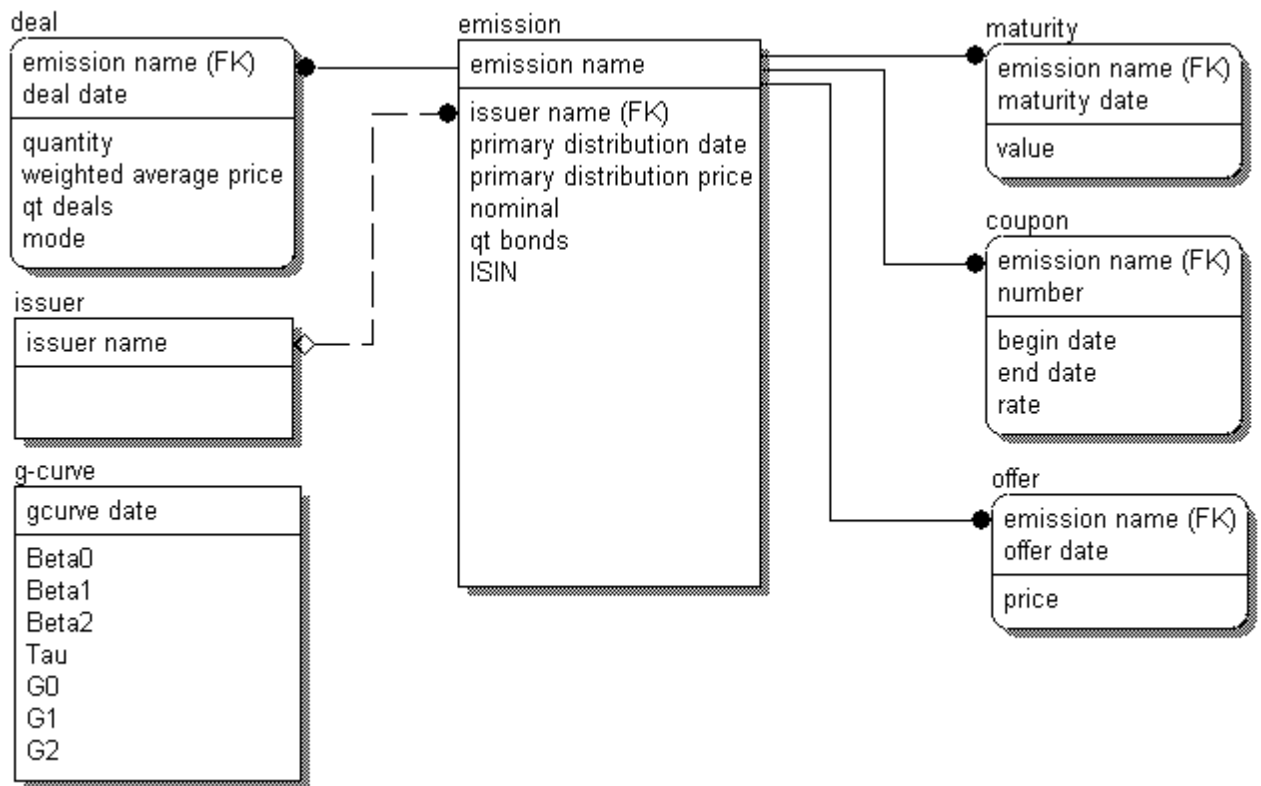


Рис. 4.6. Концептуальная модель базы данных

База данных в автоматизированной системе реализована в СУБД Microsoft Access. Схема данных представлена на рис. 4.7.

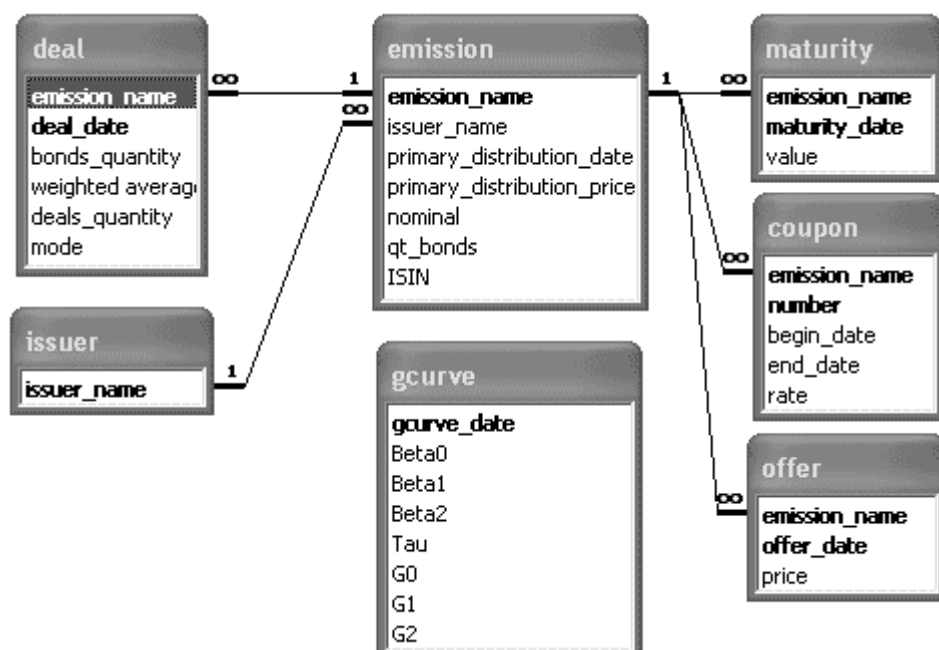


Рис. 4.7. Схема данных в MS Access

## Алгоритм

Схема укрупнённого алгоритма автоматизированной системы оценки доходности облигаций представлена на рис. 4.8.

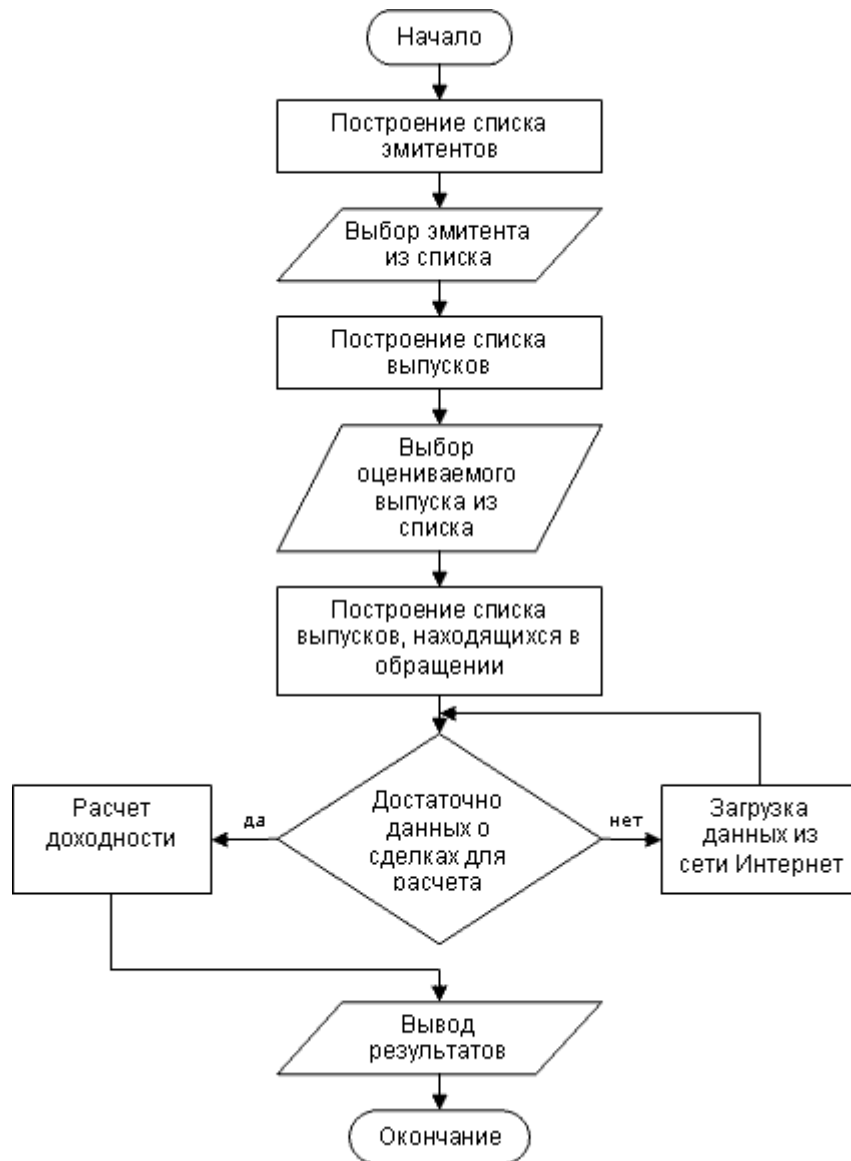


Рис. 4.8. Схема укрупнённого алгоритма

## Описание классов

Автоматизированная система оценки доходности облигаций состоит из четырёх основных классов:

- TForm1 — класс, реализующий пользовательский интерфейс автоматизированной системы, включающий также вычисления в соответствии с алгоритмом и работу с базой данных;

- TBond — класс, хранящий всю информацию об облигационном выпуске, а также реализующий вычисления основных параметров облигационного выпуска;
- TMicexData — класс, реализующий загрузку XML файла, содержащего данные о сделках с облигациями определенного выпуска с сайта ММВБ;
- TBNFXMLParser — класс, реализующий XML парсер типа SAX для загрузки данных из XML файла с целью последующего внесения их в базу данных.

UML-диаграмма описанных выше классов системы представлена на рис. 4.9.

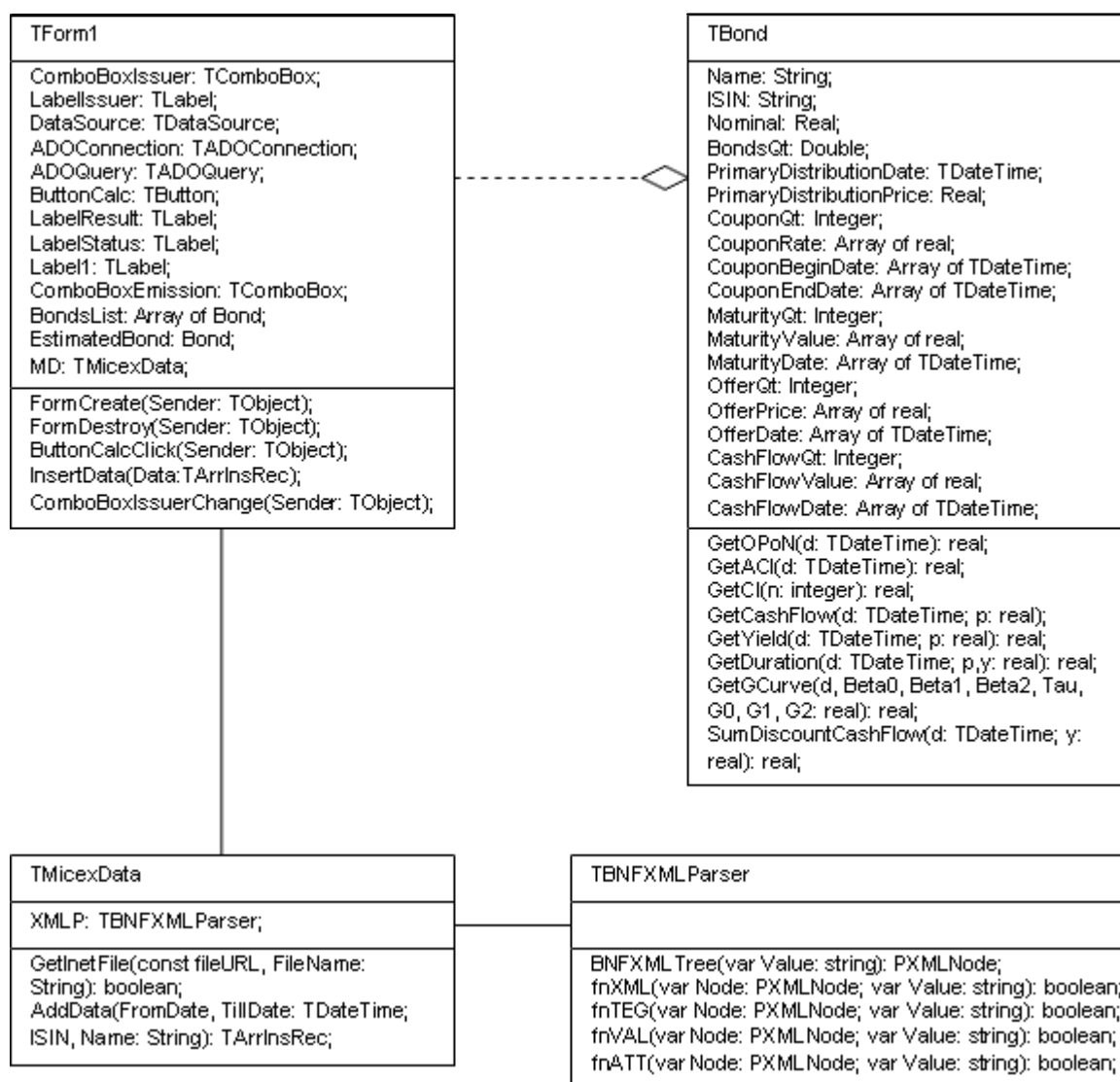


Рис. 4.9. UML-диаграмма классов

### Пользовательский интерфейс

Для оценки справедливой доходности в соответствии с моделью, пользователю системы необходимо осуществить выбор эмитента облигаций, а также выпуска, для которого производится расчёт. Пользовательский интерфейс, представлен на рис. 4.10.

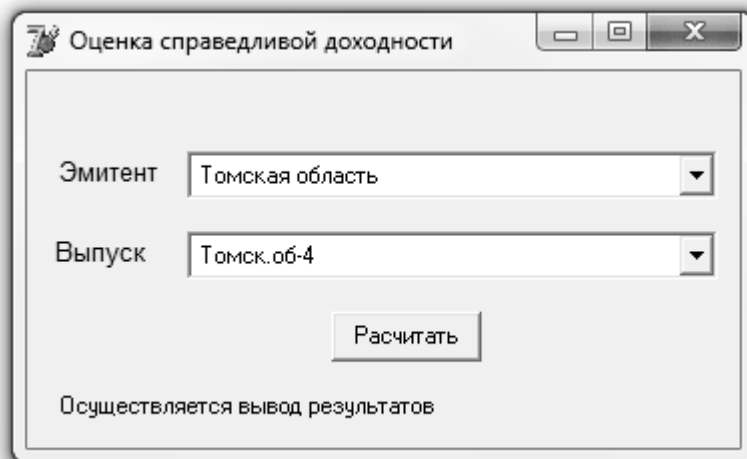


Рис. 4.10. Пользовательский интерфейс

Вывод результатов вычислений в соответствии с данным алгоритмом осуществляются в файл result.htm, в формате HTML. После формирования файла с результатами, он автоматически открывается в браузере по умолчанию.

Использование языка гипертекстовой разметки для вывода результатов обусловлено возможностью организации пояснений с использованием гипертекстовых ссылок. Ссылки позволяют пояснить процесс вычислений, а также предоставляют пользователю информацию об алгоритме, на основании которого осуществляется оценка справедливой доходности.

Результаты работы автоматизированной системы представлены на рис. 4.11.

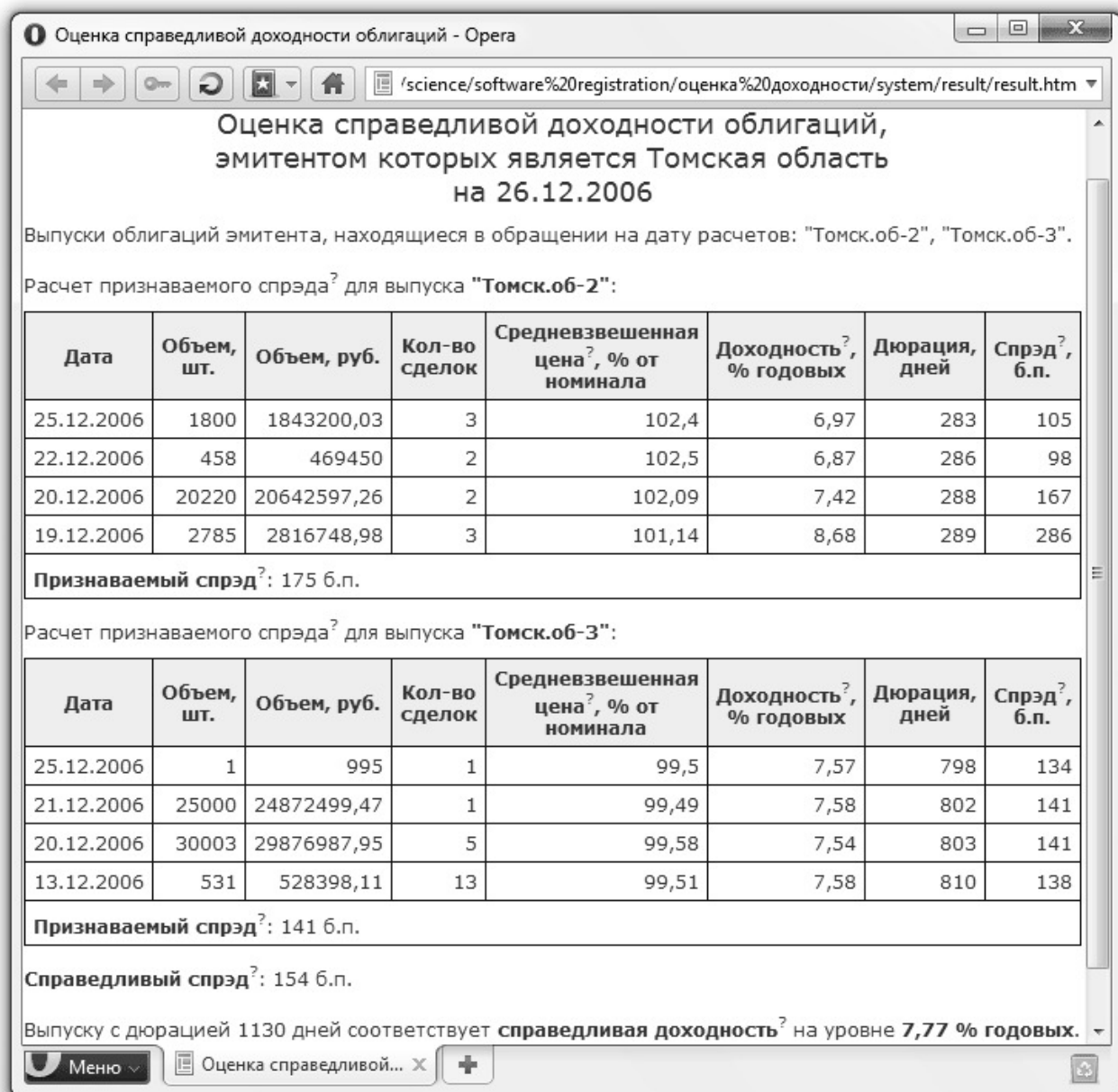


Рис. 4.11. Вывод результатов

## 4.2 Результаты тестирования и экспериментальной проверки

### 4.2.1 Тестирование математической модели оценки риска рефинансирования

Тестирование математической модели оценки риска рефинансирования, основанной на использовании аппарата нейронных сетей, осуществлялось с использованием автоматизированной системы оценки риска рефинансирования, описанной в п. 4.1.1.

Тестирование осуществлялось на основе исторических данных об исполнении региональных и муниципальных бюджетов в период 2000-2009 гг., а также о присвоенных международными агентствами рейтингах по состоянию на конец года. База данных состояла из 500 примеров и была разбита на два множества: обучающее (400 примеров) и тестовое (100) примеров. Результаты тестирования приведены в табл. 4.6.

Одним из возможных способов оценки кумулятивной вероятности дефолта на основе указанных факторов является использование модели множественной линейной регрессии [77]. Уравнение множественной линейной регрессии может быть записано в виде (4.1).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \varepsilon, \quad (4.1)$$

где  $y$  — уровень риска рефинансирования, в %;

$\beta_0$  — свободный член;

$\beta_i$  — коэффициенты регрессии;

$\varepsilon$  — случайная ошибка (отклонение).

Определение коэффициентов регрессии (4.1) осуществлялось методом наименьших квадратов на основе обучающей выборки из 400 наблюдений.

В результате регрессионная модель оценки кумулятивной вероятности дефолта была получена в виде (4.2).

$$y = 0,11 + 0,13x_1 + 0,09x_2 - 0,08x_3 + 0,13x_4 + 0,43x_5 \quad (4.2)$$

Тестирование данной модели осуществлялось на основе выборки из 100 наблюдений.

Таблица 4.6. Результаты тестирования

Анализируемый показатель	Нейросетевая модель	Регрессионная модель
Среднее арифметическое	1,06	3,53
Среднее линейное отклонение	0,90	2,54
Среднеквадратическое отклонение	1,36	3,47



### *Пример использования модели*

Томская область имеет рейтинг кредитоспособности по международной шкале международного рейтингового агентства Standard&Poor's с 2008 года.

Результаты применения математической модели оценки риска рефинансирования на примере Томской области в период с 2008 года (в том числе и на плановый период 2011-2013 гг.) представлены в табл. 4.7.

Таблица 4.7. Применение модели на примере Томской области

Данные	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
<b>Прямой долг, млн. руб.</b>	6 713	6 186	6 128	6 081	6 036	6 011
<b>Условный долг, млн. руб.</b>	776	809	835	729	470	41
<b>Доходы без учёта безвозмездных поступлений, млн. руб.</b>	19 451	19 553	22 629	24 358	25 382	27 092
<b>Всего доходов, млн. руб.</b>	29 353	31 851	34 178	31 714	30 784	31 025
<b>Профицит (Дефицит), млн. руб.</b>	(2 131)	(140)	193	0	0	0
<b>Расходы на обслуживание долга, млн. руб.</b>	498	842	585	624	755	864
<b>Рейтинг S&amp;P</b>	B+	B–	B+	н/д	н/д	н/д
<b>Кумулятивная вероятность дефолта, %</b>	10,43	22,37	10,43	н/д	н/д	н/д
<b>Оценка кумулятивной вероятности дефолта в соответствии с моделью, %</b>	10,57	29,31	12,31	8,35	7,43	5,60
<b>Рейтинг S&amp;P, соответствующий оценке кумулятивной вероятности дефолта</b>	B+	CCC+	B+	BB–	BB–	BB–

Применение модели на примере Томской области показывает незначительное отклонение результатов, полученных посредством моделирования от кумулятивной вероятности дефолта, соответствующей рейтингу Томской области. Особенно важным моментом является совпадение динамики оценки и реальных данных.

Муниципальное образование «Город Томск» не имеет рейтингов кредитоспособности от международных рейтинговых агентств. Результаты применения математической модели оценки риска рефинансирования на примере муниципального образования «Город Томск» в период с 2008 года (в том числе и на плановый период 2011-2013 гг.) представлены в табл. 4.8.

Таблица 4.8. Применение модели на примере города Томска

Данные	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
<b>Прямой долг, млн. руб.</b>	1 053	1 402	1 642	2 236	2 654	2 976
<b>Условный долг, млн. руб.</b>	350	0	0	0	0	0
<b>Доходы без учёта безвозмездных поступлений, млн. руб.</b>	3 717	4 167	4 550	4 848	5 157	4 903
<b>Всего доходов, млн. руб.</b>	6 611	8 050	9 254	6 374	6 643	4 903
<b>Дефицит, млн. руб.</b>	148	513	109	434	417	323
<b>Расходы на обслуживание долга, млн. руб.</b>	80	181	179	217	241	238
<b>Оценка кумулятивной вероятности дефолта в соответствии с моделью, %</b>	13,87	7,19	17,18	19,06	18,81	20,35
<b>Рейтинг S&amp;P, соответствующий оценке кумулятивной вероятности дефолта</b>	B+	BB–	B	B	B	B

Результаты применения математической модели оценки риска рефинансирования на примере города Томска показывают возможность использования модели для оценки риска рефинансирования заёмщиков, в том числе не имеющих рейтинг кредитоспособности, а также для оценки риска на основе показателей бюджета в плановом периоде.

#### 4.2.2 Применение алгоритма выбора источника финансирования

Приведем пример применения модели [55] для определения источника заимствований, а также его параметров, на исторических данных о государственном долге Томской области.

Департамент финансов Томской области 31 января 2007 г. осуществил размещение дополнительного выпуска облигаций биржевых внутренних займов с амортизацией долга номинальным объёмом 1 млрд. руб. В 2007 г. областной бюджет был исполнен с дефицитом в 1,8 млрд. руб., кроме того области необходимо было рефинансировать ранее выпущенные обязательства. Таким образом, в 2007 г. наблюдалась потребность в заёмных денежных средствах.

По состоянию на 31 января 2007 г. суммарная величина государственного долга Томской области (без учёта государственных гарантий) составляла 2,97 млрд. руб. Профиль погашения государственного долга Томской области по состоянию на 31.01.2007 представлен на рис. 4.12.

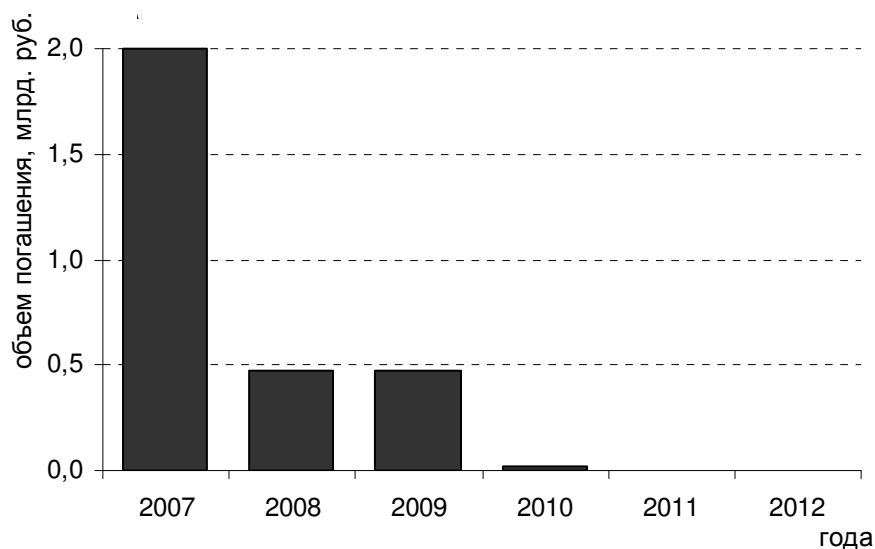


Рис. 4.12. Профиль погашения долга Томской области на 31.01.2007

Информация о размещении выпусков облигаций Томской области, организованных после 31.01.2007, представлена в таблице 4.9.

Таблица 4.9. Информация о размещении выпусков облигаций Томской области

Наименование выпуска	Объём выпуска, млрд. руб.	Дата размещения	Дюрация, дни	Доходность, % годовых
Томск.об-4 (доп.)	1,0	31.01.2007	1 095	7,9
Томск.об-5 (осн.)	0,4	17.12.2007	1 343	7,8
Томск.об-5 (доп.)	1,0	04.04.2008	1 220	8,0
Томск.об-7	2,5	27.11.2008	882	14,0
Томск.об-4 (доп.)	2,2	16.07.2009	634	18,47

Если сделать допущение о том, что пик кризиса пришёлся на середину декабря 2008 года выпуска Томск.об-7 27.11.2008, и рост кредитных ставок прекратился, то величина  $t$  составит 2 года (рис. 4.13).

бескупонная доходность, %

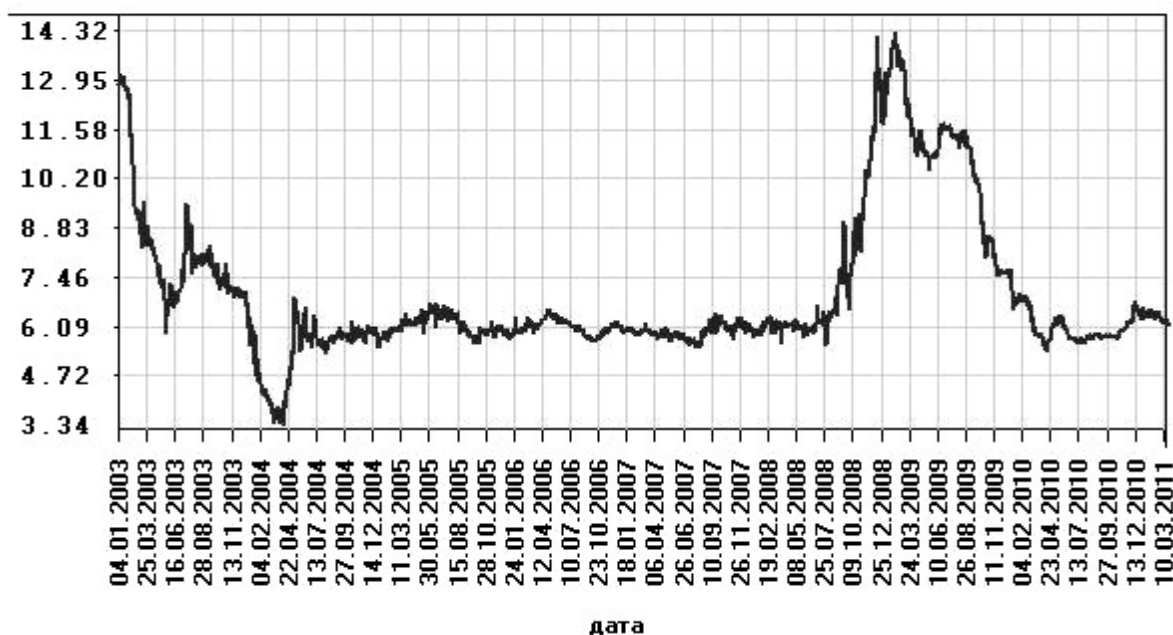


Рис. 4.13. Изотермный ряд бескупонной доходности (срок до погашения 2 года)

С учётом принятых допущений, по данным об осуществлённых заимствованиях можно рассчитать и величину  $\bar{r}$  по формуле (4.3).

$$\bar{r} = (Y_1 - G_1(d_1)) - (Y_0 - G_0(d_0)) + (G_1(d_0) - G_0(d_0)), \quad (4.3)$$

где  $Y_1$  — эффективная доходность к погашению по выпуску, размещенному во время максимума процентных ставок;

$d_0, d_1$  — дюрация выпуска, размещенного до и во время максимума процентных ставок;

$G_0(d)$  и  $G_1(d)$  — значение  $G$ -кривой в дату размещения выпуска до и во время максимума процентных ставок.

Таким образом, величина  $(Y_1 - G_1(d_1))$  показывает спрэд к доходности при размещении выпуска во время максимума процентных ставок к  $G$ -кривой на данную дату, величина  $(Y_0 - G_0(d_0))$  показывает спрэд к доходности при размещении выпуска до роста процентных ставок к  $G$ -кривой на данную дату, величина  $(G_1(d_0) - G_0(d_0))$  показывает рост безрисковых ставок (рост  $G$ -кривой).

В соответствии с формулой (4.3) величина  $\bar{r} = 8,21$ . В качестве периодов в данной модели будем использовать года. Срочность долга  $T$  равна 5 годам.

На 31.01.2007 у Томской области было несколько альтернативных возможностей привлечения заёмных средств. Возможные источники представлены в табл. 4.10.

Таблица 4.10. Возможные виды заимствований объёмом 1 млрд. руб.

№№ п/п	Вид заимствования	Срок, дней	Эффективная ставка*, % годовых	Погашение
1	2	3	4	5
1	Облигации	365	7,56	в конце срока
2		730	7,71	в конце срока
3		1095	7,80	в конце срока
4		1460	7,84	в конце срока
5		1460	7,77	по 25 % в конце каждого года обращения
6		1825	7,90	в конце срока
7		1825	7,79	по 25 % в конце 2, 3, 4, 5 года обращения
8		1825	7,80	по 20 % в конце каждого года обращения

Таблица 4.10. Продолжение

1	2	3	4	5
9	Кредит	365	8,17	в конце срока
10		730	8,17	в конце срока
11		1095	8,30	в конце срока
12		1825	8,50	в конце срока

\* Для облигаций расчёт в соответствии с моделью [70]; по кредитам — ставки по открытым кредитным линиям.

Результаты расчётов для всех перечисленных источников финансирования, в соответствии с данной моделью, представлены в табл. 4.11.

Таблица 4.11. Результаты определения оптимального источника финансирования

№№ п/п	$D_1$ , млн. руб.	$D_2$ , млн. руб.	$D_3$ , млн. руб.	$D_4$ , млн. руб.	$D_5$ , млн. руб.	$V_s$ , млн. руб.	$R$ , % годовых	$St$ , % годовых
1	1 477	475	18	0	0	1 951	7,78	13,32
2	477	1 475	18	0	0	1 951	7,84	13,37
3	477	475	1 018	0	0	1 492	7,87	12,10
4	477	475	18	1 000	0	1 018	7,88	10,77
5	727	725	268	250	0	1 451	7,85	11,97
6	477	475	18	0	1 000	1 000	7,90	10,74
7	477	725	268	250	250	1 201	7,86	11,27
8	677	675	218	200	200	1 351	7,87	11,70
9	1 477	475	18	0	0	1 951	7,99	13,53
10	477	1 475	18	0	0	1 951	7,99	13,53
11	477	475	1 018	0	0	1 492	8,03	12,27
12	477	475	18	0	1 000	1 000	8,10	10,94

В соответствии с приведёнными данными, табл. 4.11., показано, что рефинансирование текущих обязательств с использованием некоторых источников финансирования может привести как к снижению риска роста процентных ставок, так и к снижению стоимости обслуживания долга.

Более наглядно результаты вычислений представлены на рис. 4.14.

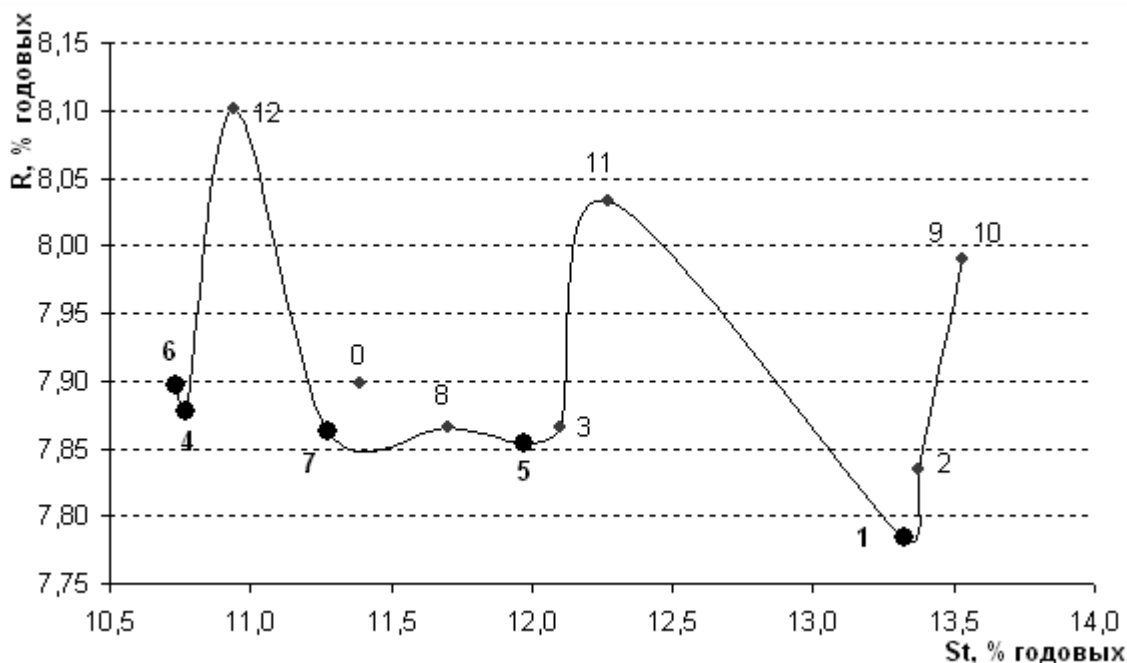


Рис. 4.14. Результаты расчётов

Из рис. 4.14. следует, что использование источников 2, 3, 8-12 нецелесообразно, т. к. для каждого из них существует такой альтернативный источник финансирования, который является более дешёвым, а также уменьшает риск роста процентных ставок одновременно.

Что касается источников 1, 4-7, то выбор одного из них зависит от склонности эмитента к риску. Так источник 1 является более дешевым, но имеет наибольшие риски процентной ставки, источник 6 — напротив является более дорогим, но и менее рискованным.

Стоит отметить, что выпуску облигаций, размещенного Департаментом финансов Томской области 31.01.2007, соответствует источник 7.

### 4.2.3 Тестирование алгоритма оценки справедливой доходности облигаций

Для тестирования алгоритма оценки справедливой доходности облигаций, описанного в п. 3.3, на реальных данных были выбраны облигационные выпуски, размещённые на биржевом рынке ММВБ путём открытой подписки с июля 2006 года по сентябрь 2010 года. Выбор организатора торгов обусловлен тем, что ММВБ на сегодняшний момент занимает лидирующую позицию по объёмам и количеству обращающихся облигационных выпусков. Выбранный временной интервал позволяет апробировать алгоритм как в условиях стабильной ситуации на рынке, так и в условиях кризиса, пик которого наблюдался в конце 2008 - начале 2009 годов. Выбор способа размещения основан на том, что размещение путём открытой подписки является единственной рыночной оценкой уровня доходности.

На основании данных о размещении 35 облигационных выпусков была рассчитана абсолютная погрешность. Средний уровень абсолютной погрешности составил 3,46 б.п. Гистограмма распределения погрешности представлена на графике (рис. 4.15.). Оценки ошибок представлены в табл. 4.12.

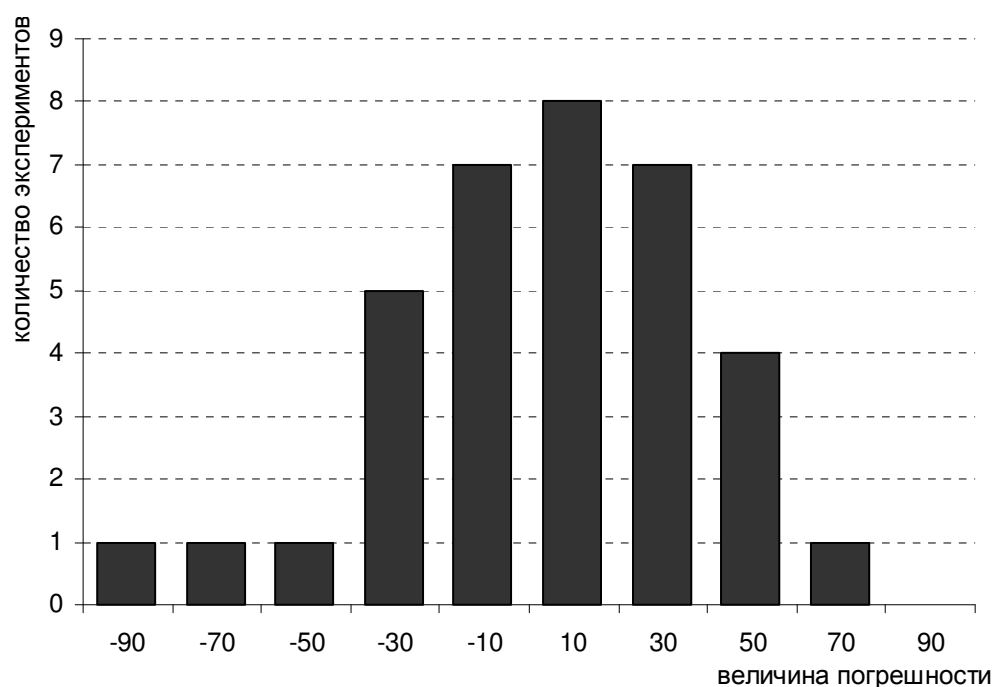


Рис. 4.15. Распределение абсолютной погрешности



Таблица 4.12. Результаты тестирования алгоритма

<b>Анализируемый показатель</b>	<b>Значение показателя, б.п.</b>
<b>Среднее арифметическое</b>	28
<b>Среднее линейное отклонение</b>	16
<b>Среднеквадратическое отклонение</b>	20

Как утверждалось ранее, данный алгоритм учитывает большинство факторов, исключая характеристики выпуска. Соответственно, вычисленный посредством данного алгоритма справедливый спрэд ниже спрэда, с которым происходит размещение выпуска облигаций. Погрешность связана, прежде всего, с премией за первичное размещение. О её существовании свидетельствует положительная средняя абсолютная погрешность. Данная величина может выступать в качестве оценки премии за первичное размещение, что в свою очередь позволит уменьшить погрешность оценки справедливого спрэда.

Представленный алгоритм позволяет оценивать уровень справедливой доходности облигаций, учитывая большинство рыночных факторов. Применение данного алгоритма позволит эмитенту оценить стоимость планируемых заёмных средств, а также выбрать оптимальный по стоимости источник финансирования. Произведенное тестирование данного алгоритма доказывает его адекватность.

## **Заключение**

В результате диссертационной работы решена актуальная научно-практическая задача количественной оценки рисков, с которыми сталкиваются региональные и местные органы власти при управлении собственными долговыми обязательствами. Решение данной задачи позволяет повысить эффективность управления региональным и муниципальным долгом с точки зрения соотношения стоимости заимствований и рисков, а также позволяет оценивать влияние проводимой политики в области управления долгом на уровень рисков в будущем.

В рамках работы исследованы теоретические и прикладные вопросы, связанные с управлением государственным внутренним долгом субъекта РФ и муниципальным внутренним долгом муниципальных образований.

В соответствии с целями работы и задачами исследования рассмотрение основных проблем управления региональными и муниципальными долговыми обязательствами проводилось по трём основным направлениям:

- исследование теоретических аспектов управления долгом с целью выявления основных задач, с которыми сталкиваются региональные и муниципальные органы власти Российской Федерации;
- анализ рисков, возникающих при управлении долговыми обязательствами, способов их оценки и минимизации;
- исследование проблем оценки справедливой стоимости долговых обязательств региональных и муниципальных органов власти;

В итоге диссертационной работы получены следующие основные результаты:

- в рамках системного подхода исследованы основные задачи управления долгом и существующие решения в этой области, в том числе проанализированы основные риски, возникающие перед региональными и муниципальными органами власти при управлении долговыми

обязательствами, изучены существующие модели, применяемые при управлении региональным и муниципальным долгом;

- разработана модель оценки риска рефинансирования, основанная на коэффициентах, рассчитываемых международными рейтинговыми агентствами при присвоении рейтинга кредитоспособности, позволяющая органам власти даже при отсутствии рейтинга оценивать риск рефинансирования, а также величину риска рефинансирования в плановом периоде;
- разработан алгоритм, позволяющий органам власти осуществлять выбор оптимального источника финансирования с точки зрения соотношения процентного риска и стоимости заимствования в зависимости от уровняприятия риска органом власти;
- разработан алгоритм оценки справедливой доходности облигаций на основе временной структуры безрисковых ставок, позволяющий, в отличие от существующих математических моделей и алгоритмов, оценивать доходность облигаций без использования информации о кредитном качестве и рейтинге кредитоспособности эмитента;
- разработан комплекс программ, реализующий предложенные алгоритмы и математические модели оценки рисков;
- материалы диссертации внедрены и используются в Департаменте финансов Томской области (комитет государственного долга) и в Департаменте финансов администрации города Томска (комитет по составлению, исполнению бюджета по доходам и управлению муниципальным долгом).

## Список использованных источников

1. Публичные финансы в России: итоги 2010 г. и прогноз развития сектора [Электронный ресурс] / В. Редькин. — М.: Fitch ratings, 2011 -. — Режим доступа: <http://www.fitchratings.ru/regional/finances/analitics/specialreports/index.wbp>, свободный. — Загл. с экрана.
2. Amdursky, R. S. Municipal Debt Finance Law Theory and Practice / R. S. Amdursky, C. P. Gillette. — New York. — 1992. — 355 p.
3. Lamb, R. Municipal Bonds / R. Lamb, S. P. Rappaport. — New York. — 1987.
4. Безсмертная, Е. Р. Выпуск и обращение муниципальных облигационных займов в Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. эк. наук: 08.00.10 / Е. Р. Безсмертная; Финансовая академия при правительстве РФ. — М., 2001. — 25 с.
5. Глазков, С. Планирование объёма заимствований муниципальных образований с учётом требований, предъявляемых рынком ценных бумаг и законодательством РФ / С. Глазков // Рынок ценных бумаг. — 2007. — № 1. — С. 65-69.
6. Добсон, Э. Долг и инвестиции для субъектов Российской Федерации / Э. Добсон. — М.: Институт экономики переходного периода, 2000. — 141 с.
7. Костиков, И. В. Сравнительный анализ государственного заимствования в развитых странах и России (региональный и местный уровень): автореф. дис. ... канд. эк. наук: 08.00.14 / И. В. Костиков; Центр европейских исследований Института мировой экономики и международных отношений РАН. — М., 1998. — 28 с.
8. Никифорова, В. Д. / Государственные и муниципальные ценные бумаги / В. Д. Никифорова, В. Ю. Островская. — СПб.: Питер, 2004. — 336 с.
9. Пахомов, С. Б. Сборник методических и практических рекомендаций по управлению долгом субъекта РФ / С. Б. Пахомов — ЮНП, 2009. — 170 с.

10. Пахомов, С. Б. Управление долгом регионов и муниципалитетов России. Институциональные формы, механизмы, технологии / С. Б. Пахомов. — ЮНП, 2009. — 282 с.
11. Пахомов, С. Б. Управление долгом региона. Теория и опыт лучшей практики / С. Б. Пахомов // Рынок ценных бумаг. — 2008. — № 13. — С. 61-65.
12. Пахомов, С. Б. Методика формирования «эталонного портфеля» долга региона / С. Б. Пахомов // Бюджет. — 2010. — № 3. — С. 45-49.
13. Бабенко, Е. Подходы к определению оптимальной срочности долга региона / Е. Бабенко, В. Михайлов // Рынок ценных бумаг. — 2008. — № 13. — С. 66-72.
14. Глазков, С. Планирование объема заимствований муниципальных образований с учетом требований, предъявляемых рынком ценных бумаг и законодательством РФ / С. Глазков // Рынок ценных бумаг. — 2007. — № 1. — С. 65-69.
15. Ефремова, Е.А. Модели и алгоритмы оптимизации в управлении региональным облигационным долгом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Е. А. Ефремова; Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники. — Томск, 2007. — 21 с.
16. Колесников, Г. Модель поведения избегающего риска эмитента на вторичном рынке / Г. Колесников, М. Соколов. // Рынок ценных бумаг. — 2002. — №3. — С. 1-4.
17. Simon, S. Corporate Yield Spreads: Can Interest Rates Dynamics Save Structural Models? [Электронный ресурс] / S. Simon, 2005 -. — Режим доступа: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=643302](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=643302), свободный.
18. Помазанов, М. В. Модель банкротств государственных субъектов РФ по финансовым и экономическим показателям / М. В. Помазанов, Т. В. Петрук // Управление финансовыми рисками. — 2006. — № 1. — С. 32-43.
19. Порывай, Д. Новые реалии рынка рублевых облигаций [Электронный ресурс] / Д. Порывай, С. Боженко 2009-. — Режим доступа:

<http://www.cbonds.info/all/rus/comments/download.php/params/id/32735>, свободный.

20. Сычев, К. Рыночный подход к анализу кредитного риска корпоративных облигаций / К. Сычев // Рынок ценных бумаг — 2006. — № 4. — С 16-18.

21. Малиновский, В. Оценка спредов облигаций субъектов РФ на основе рейтинга кредитоспособности [Электронный ресурс] / В. Малиновский, А. Панфилов. — 2006 -. — Режим доступа: <http://opes.demo.metric.ru/library/images/attach/1153.pdf>, свободный.

22. Орешкин, М. Мера риска дефолта / М. Орешкин, В. Байбеков // Рынок ценных бумаг — 2007. — № 17. — С. 60-20.

23. Артеменко, О. Мера риска дефолта / О. Артеменко // Рынок ценных бумаг — 2000. — № 9. — С. 17-20.

24. Твардовский, В. Риски эмитента и ожидаемая доходность облигаций / В. Твардовский // Рынок ценных бумаг — 2005. — № 4. — С. 29-33.

25. Лапшина, О. Справедливые спреды по субфедеральным долгам [Электронный ресурс] / О. Лапшина. — 2008 -. — Режим доступа: [http://www.pkb.ru/files/Econom/K\\_05\\_02\\_08.pdf](http://www.pkb.ru/files/Econom/K_05_02_08.pdf), свободный.

26. Рыбин, И. Сравнение облигационных займов и кредитов / И. Рыбин // Рынок ценных бумаг. — 2007. — № 1. — С. 63-64.

27. Анисимов, А. С. Государственный долг России / А. С. Анисимов — М., 2000. — 143 с.

28. Конев, М. Из истории рынка ценных бумаг России / М. Конев // Рынок ценных бумаг. — 2008. — № 13. — С. 22-25.

29. Бондарь, Т. История и перспективы российского рынка региональных и муниципальных облигаций / Т. Бондарь // Рынок ценных бумаг. — 2003. — № 5. — С. 66-69.

30. Обзор экономической политики в России за 1998 год / А.З. Астапович [и др.]. — М., 1999. — 629 с.

31. Информация о долговых обязательствах, отраженных в государственных долговых книгах субъектов Российской Федерации и муниципальных долговых книгах [Электронный ресурс]. — М.: Минфин РФ, 2010 -. — Режим доступа: [http://www1.minfin.ru/ru/public\\_debt/subdbt/](http://www1.minfin.ru/ru/public_debt/subdbt/), свободный. — Загл. с экрана.
32. Табах, А. Привлекательный субъект / А. Табах // Cbonds Review. — 2009. — № 6. — С. 34-36.
33. Тер-Аствацатурова, А. Россия: основные индикаторы / А. Тер-Аствацатурова. // Cbonds Review. — 2011. — № 1-2. — С. 5.
34. Истомин, Н.А. Моделирование муниципального долга / Н.А. Истомин // Научная сессия ТУСУР-2010. — Томск: В-Спектр. — 2010. — Ч. 4. — С. 258-260.
35. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 8161 от 17.04.2007 «Программа прогнозирования конъюнктуры рынка субфедеральных (муниципальных) облигаций» / Н.А. Истомин, Е.А. Ефремова.
36. Эйгель, Ф. Фактор риска / Ф. Эйгель, В. Монмо, А. Балод. // Cbonds Review. — 2010. — № 5. — С. 46-49.
37. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. Учебное пособие. / под ред. А. А. Лобанова, А. В. Чугунова. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 878 с.
38. Мицель, А.А. Модели оптимизации стратегии эмитента на вторичном рынке субфедеральных облигаций / А.А. Мицель, Е.А. Ефремова, Н.А. Истомин // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. — 2007. — № 6. — С. 86-90.
39. Редькин, В. Fitch присвоило Республике Хакасия, Россия, рейтинг «BB-», прогноз «Стабильный» [Электронный ресурс] / В. Редькин. — М.: Fitch ratings, 2009 -. — Режим доступа: <http://www.fitchratings.ru/regional/finances/news/newsrelease/news.wbp?article-id=F8BF5BDF-31E9-49EA-BA74-57115CCCC2E8>, свободный. — Загл. с экрана.

40. Критерии присвоения рейтингов региональным и местным органам власти из разных стран мира: все аспекты от «А» до «Я» [Электронный ресурс]. — М. Standard&Poors, 2008 -. — Режим доступа: <http://www.standardandpoors.ru/article.php?pubid=3797&sec=mt>, свободный, Загл. с экрана.

41. Платоненко, Е. Критерии привлекательности облигационного займа субъекта РФ и муниципального образования / Е. Платоненко // Рынок ценных бумаг. — 2006. — № 10. — С. 64-66.

42. Default, Transition, and Recovery: 2009 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions [Электронный ресурс]. London: Standard&Poors, 2010 -. — режим доступа: <http://www.standardandpoors.com/ratings/articles/en/us/?assetID=1245207201119>, свободный. — Загл. с экрана.

43. Keenan, S. Historical Default Rates of Corporate Bonds Issuers, 1920-1999 [Электронный ресурс] / S. Keenan, D. Hamilton, A. Berthault. — London: Moody's investors service, 2010 -. — Режим доступа <http://www.moodyskmv.com/research/whitepaper/52453.pdf>, свободный.

44. Verde, N. Fitch Ratings Global Corporate Finance 2009 Transition and Default Study [Электронный ресурс] / N. Verde. — 2010 -. — Режим доступа: <http://www.levow.com/SGdownload/-%20Debt%20Capital%20Markets/Fitch%20Ratings%20Corporate%20Transition%20Study%202009.pdf>, свободный.

45. Рост различий в финансовой политике российских региональных и местных органов власти приведет к возможности более значительной дифференциации их рейтингов [Электронный ресурс]. — М.: Standard&Poors, 2010 -. — Режим доступа: <http://www.standardandpoors.ru/article.php?pubid=6157&sec=an>, свободный. — Загл. с экрана.

46. Ротштейн, А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. / А. П. Ротштейн. — Винница: УНИВЕРСУМ—Винница, 1999. — 320 с.

47. Ежов, А. А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе / А. А. Ежов, С. А. Шумский. — М.: МИФИ, 1998. — 222 с.



48. Заенцев, И. В. Нейронные сети: основные модели. Учебное пособие / И. В. Заенцев. — Воронеж. — 1999. — С. 23.
49. Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника / Ф. Уоссермен. — М.: Мир, 1992.
50. Тихонов, Э. Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: учебное пособие / Э. Е. Тихонов. — Невинномысск. — 2006. — 221 с.
51. Отчет по научно-исследовательской работе «Создание аналитического обзора информационных источников по применению нейронных сетей для задач газовой технологии»; Копосов А. И. [и др.]. — ВНИИГАЗ. — 1995.
52. Джейн, А. К. Введение в искусственные нейронные сети / А. К. Джейн, Ж. Мао, К. М. Моиуддин // Открытые системы. — 1997. — № 4. — С. 28-33.
53. Drucker, H. Improving Generalization Performance Using Backpropagation / H. Drucker, Y. L. Cun // IEEE Transactions on Neural Networks. — 1992. — Vol. 3, № 5/ — P. 991-997.
54. Земсков, С. В. Один из методов ускорения обучения нейронных сетей / С. В. Земсков, А. В. Ватоян, Н. Н. Жигирев. — М.: МИФИ. — 2006. — 45 с.
55. Истомин, Н.А. Математическая модель определения оптимального инструмента заимствования / Н.А. Истомин // Известия Томского политехнического университета. — 2009. — Т. 315. — № 6. — С. 21-23.
56. Евланов, Л. Г. Экспертные оценки в управлении / Л. Г. Евланов, В. А. Кутузов — М.: Экономика, 1978. — 133 с.
57. Платоненко, Е. Критерии привлекательности облигационного займа субъекта РФ и муниципального образования. / Е. Платоненко // Рынок ценных бумаг. — 2006. — № 10. — С. 64-66.
58. Капырина, И. Е. Отношение с инвесторами на долговом рынке России: магистерская дис. / И. Е. Капырина; Финансовая акад. при правительстве РФ. — М., 2008. — 104 с.
59. Харлампиев, Д. Актуальный фактор РЕПО / Д. Харлампиев // Cbonds Review. — 2008. — № 10. — С. 32-35.

60. Сайт Открытого акционерного общества «Российская торговая система» [Электронный ресурс]. — М.: РТС, 1993 -. — Режим доступа: <http://www.rts.ru/>, свободный. — Загл. с экрана.
61. Чувиляев, П. Риски по списку / П. Чувиляев // Коммерсантъ. — 2007. — № 81. — С. 8.
62. Сайт Закрытого акционерного общества «Фондовая биржа ММВБ» [Электронный ресурс]. — М.: ММВБ, 1993 -. — Режим доступа: <http://micex.ru/>, свободный. — Загл. с экрана.
63. Фабоцци, Ф. Дж. Рынок облигаций: Анализ и стратегии / Ф. Дж. Фабоцци — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 876 с.
64. Истомин, Н.А. Влияние макроэкономических факторов на доходность субфедеральных облигаций / Н.А. Истомин, Е.А. Ефремова // Научная сессия ТУСУР-2007. — Томск: В-Спектр. — 2007. — Ч4. — С. 275-277.
65. Истомин, Н.А. Прогнозирование доходности субфедеральных облигаций на основе макроэкономических факторов / Н.А. Истомин, Е.А. Ефремова // Научная сессия ТУСУР-2007. — Томск: В-Спектр. — 2007. — Ч. 4. — С. 188-190.
66. Ефремова, Е.А. Применение нейросетевого подхода для прогнозирования динамики цен купонных облигаций / Е.А. Ефремова, Н.А. Истомин // Студент и научно-технический прогресс. — Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2007. — С. 192-193.
67. Алферов, В. Рынок региональных облигаций России: состояние, проблемы и перспективы / В. Алферов // Рынок Ценных Бумаг. — 2005. — № 13. — С. 62-65.
68. Лиджиев, К. Понятие «доходность» утратило всякий смысл / К. Лиджиев // Cbonds Review. — 2008. — № 11. — С. 6-9.
69. Истомин, Н.А. Обзор моделей управления государственным долгом субъекта Российской Федерации / Н.А. Истомин, А.А. Мицель, Е.А. Ефремова // Молодежь и современные информационные технологии. — Томск: Томск. политехн. ун-т. 2007. — С. 113-114.

70. Истомин, Н.А. Оценка справедливой доходности облигационного выпуска на основе временной структуры безрисковых ставок / Н.А. Истомин, А.А. Мицель // Управление риском. — 2008. — № 4. — С. 41-46.
71. Программа прогнозирования эффективной доходности при размещении субфедеральных (муниципальных) облигаций : свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 8162 от 17.04.2007 г. / Н.А. Истомин, Е.А. Ефремова.
72. Кривая бескупонной доходности на рынке ГКО-ОФЗ [Электронный ресурс] / Г. Гамбаров [и др.] — М.: Банк России — 2003 -. — Режим доступа: <http://cbr.ru/GCurve/MetMat.asp>, свободный. — Загл. с экрана.
73. Шарп, У. Инвестиции / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бейли. — М.: ИНФРА-М, 1997. — XII, — 1024 с.
74. Автоматизированная система оценки риска рефинансирования : свидетельство о регистрации электронного ресурса № 16193 от 20.09.2010 г. / Н.А. Истомин.
75. Автоматизированная система оценки доходности облигаций : свидетельство о регистрации электронного ресурса № 15373 от 24.02.2010 г. / Н.А. Истомин.
76. Истомин, Н.А. Проект автоматизированной системы оценки справедливой доходности облигационного выпуска на основе временной структуры безрисковых ставок / Н.А. Истомин // Научная сессия ТУСУР-2009. — Томск: В-Спектр. — 2009. — Ч. 4. — С. 265-266.
77. Мамаева, З. М. Математические методы и модели в экономике. Часть 2. Эконометрика. Учебно-методическое пособие / З. М. Мамаева. — Н. Новгород: ННГУ, 2010. — 70 с.

## Приложение А. Элементы профессиональной системы управления долгом



## **Приложение Б. Свидетельства о регистрации электронных ресурсов**



ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ  
ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ И МОНИТОРИНГА  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ФОНД ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ "НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ"

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ  
ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА**

*№ 15373*



Настоящее свидетельство выдано на электронный ресурс, отвечающий  
требованиям новизны и приоритетности:

**Автоматизированная система  
оценки доходности облигаций**

Дата регистрация: 24 февраля 2010 года

Автор: Истомин Н.А.

Организация-разработчик: Общество с ограниченной ответственностью  
«АйТи»



Директор ИНИМ РАО,  
чл.-корр. РАО, д.ю.н., проф.  В.Е. Усанов

Руководитель ОФЭРНИО, почетный  
работник науки и техники, проф.  А.И. Галкина

Дата выдачи: 25.02.2010



ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ  
ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ И МОНИТОРИНГА  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ФОНД ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ "НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ"

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ  
ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА**

**№ 16193**



Настоящее свидетельство выдано на электронный ресурс, отвечающий  
требованиям новизны и приоритетности:

**Автоматизированная система оценки  
риска рефинансирования**

Дата регистрация: 20 сентября 2010 года

Автор: Истомин Н.А.

Организация-разработчик: Общество с ограниченной ответственностью  
«АйТи»



Директор ИНИМ РАО,  
чл.-корр. РАО, д.ю.н., проф.  В.Е. Усанов

Руководитель ОФЭРНиО, почетный  
работник науки и техники  А.И. Галкина

Дата выдачи: 21.09.2010

## **Приложение В. Акты внедрения**



1

4

35

## Акт внедрения

### Автоматизированной системы оценки риска рефинансирования

г. Томск

«15» декабря 2010 года

Автоматизированная система оценки риска рефинансирования (св-во о регистрации электронного ресурса. № 16193 от 21.09.2010), разработанная Истоминым Н.А., успешно применяется в работе комитет экономического анализа Департамента финансов Томской области для анализа показателей исполнения областного бюджета, а также для оценки влияния прогнозных показателей областного бюджета на уровень риска рефинансирования.

Результаты оценки риска рефинансирования, полученные с помощью данной автоматизированной системы на основе данных об исполнении областного бюджета, соответствуют (в пределах допустимого уровня погрешности) кумулятивной вероятности дефолта в трёхлетний период, соответствующей рейтингу Томской области в иностранной валюте по международной шкале рейтингового агентства Standard&Poor's.

Начальник комитета экономического анализа  
Департамента финансов Томской области



М.С. Сергейчик

**Акт внедрения**  
результатов диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук Истомина Николая Алексеевича

г. Томск

«09» сентября 2010 года

Следующие результаты диссертационной работы внедрены в деятельность комитета государственного долга Департамента финансов Томской области в виде комплекса программ:

1) Математическая модель оценки справедливой доходности облигаций используется при анализе итогов размещения облигаций субъектов РФ на предмет оценки премии ко вторичному рынку, предоставляемой эмитентами при размещении облигаций. Данная оценка является индикатором спроса на облигации субъектов РФ со стороны инвесторов. Автоматизированная система также использовалась при планировании размещения дополнительного выпуска облигаций биржевых внутренних займов Томской области (государственный регистрационный номер выпуска RU34030TMS0). Оценка доходности при размещении дополнительного выпуска облигаций, рассчитанная с использованием данной модели, составила 18,15% годовых. Фактическая доходность при размещении дополнительного выпуска облигаций 16.07.2009 составила 18,47% годовых.

2) Алгоритм выбора оптимального источника заимствования используется при сопоставлении доступных источников в качестве одного из альтернативных подходов. Основным преимуществом использования указанного алгоритма является формализация процесса принятия решений относительно выбора источника заимствований. Следует отметить, что данный алгоритм учитывает лишь соотношение процентного риска и стоимости заимствований, в то время как на принятие решения относительно привлечения того или иного источника заимствований связано с оценкой целого ряда показателей.

3) Математическая модель оценки риска рефинансирования используется для оценки текущего уровня риска рефинансирования, а также для оценки прогнозных значений данного показателя при планировании заимствований. В целом динамика оценки риска рефинансирования, полученная с использованием данной математической модели, совпадает с рейтинговыми действиями агентства Standard&Poor's (зачастую опережая действия агентства), а также с оценками комитета государственного долга Департамента финансов Томской области.

Председатель комитета государственного долга  
Департамента финансов Томской области



С.Б. Барабанов