

На правах рукописи

Будина Елена Сергеевна

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ  
ОЦЕНКИ РИСКОВ В РОЗНИЧНОМ КРЕДИТОВАНИИ НА ОСНОВЕ  
КОМПОЗИЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО И ЭКСПЕРТНОГО ПОДХОДОВ**

Специальность 08.00.13 – «Математические и инструментальные  
методы экономики»

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Пермь – 2010

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук,  
профессор Панюков Анатолий Васильевич.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,  
профессор Харитонов Валерий Алексеевич,  
кандидат экономических наук  
Ивлиев Сергей Владимирович.

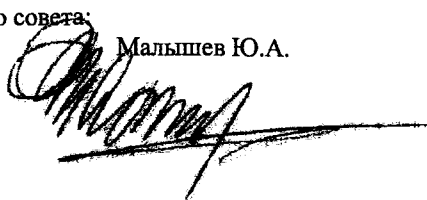
Ведущая организация – Уральский государственный университет  
им. А.М. Горького.

Защита состоится 12 марта 2010 г. в 10 часов на заседании диссертационного Совета ДМ 212.189.07 при ГОУ ВПО «Пермский государственный университет» по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Пермского государственного университета, с авторефератом – в библиотеке и на сайте Пермского государственного университета [www.psu.ru](http://www.psu.ru).

Автореферат разослан 9 февраля 2010 г.

Ученый секретарь диссертационного совета:  
доктор экономических наук, доцент Мальшев Ю.А.



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В настоящее время кредитование банками физических лиц в России является массовым явлением, и современная экономическая ситуация подталкивает банки к расширению кредитного предложения. Но расширение предложений кредитных продуктов и банковских услуг, рост банковского бизнеса и усложнение его характера сопровождаются накоплением рисков. Так, по данным Центрального Банка РФ, объем всех выданных банками кредитов (организациям, банкам и физическим лицам) на 1 марта 2009 года по сравнению с началом 2008 года вырос на 46,6%. В то же время просроченная задолженность по всем кредитам за тот же период времени увеличилась на 220%, а по отношению к общей сумме выданных кредитов 1 марта 2009 г. составила 2,8%, по сравнению с 1,3% на начало 2008 г. Если говорить о просроченной задолженности физических лиц, то она в том же периоде увеличилась на 81%. В этой связи необходимы адекватные меры, минимизирующие риски. Оптимальное решение этой задачи возможно при использовании системы кредитного скоринга.

Зарубежные банки подобными системами пользуются уже давно. Впервые методика классификации кредитов и соответствующая балльная модель были предложены Дэвидом Дюраном в 1941 г. Но внедрение зарубежных систем в России существенно затруднено в связи с отличиями в социально-экономическом развитии страны. В связи с этим российским банкам следует искать другие способы разработки скоринговых моделей.

Один из них в качестве определяющего этапа предусматривает отказ от использования процедур оценки кредитных заявок и выдачу кредитов всем желающим, оставляя только процедуры отсека нежелательных заемщиков. При этом после набора необходимого количества дефолтных кредитов предполагается переход к построению статистических скоринговых моделей. Однако такой способ достаточно затратен и доступен не каждой кредитной организации.

Другой подход предполагает настройку скоринговых моделей по имеющимся в кредитной организации данным, но не в каждом банке есть для этого достаточный объем состоятельной статистической информации. В этом случае для улучшения скоринговых моделей можно воспользоваться опытом экспертов в области кредитования. Кроме того, необходимость в экспертных суждениях возникает в случае существенного изменения экономической ситуации, когда нужно внести соответствующие модификации в скоринговую модель, не дожидаясь изменений в кредитном портфеле.

В целом необходимы тщательные исследования проблематики кредитного скоринга и, прежде всего, с точки зрения развития матема-

тических методов и инструментальных средств. Все вышесказанное обуславливает актуальность темы диссертации, посвященной разработке математических и инструментальных методов построения скоринговых моделей в кредитовании.

**Степень разработанности проблемы.** Исследованию проблем управления банковскими рисками посвящено достаточно много зарубежных и отечественных работ. В основе этих оценок, как правило, лежат скоринговые модели, ранжирующие клиентов по сегментам. Среди зарубежных авторов, занимающихся вопросами банковских рисков могут быть выделены Аргенти Д., Басс Р.М.В., Валра-вен К.Д., Гилл Э., Х.В. Грюнинг, А. де Жуан, Коттер Р., Озиус М.Е., Портер Р.С., Прайт Л.А., Путнам Б.Х., Рид Э., Роуз П.С., Ситр Д., Смит Р., Таффлер Р.Дж., Уильямс Д.Дж.С., Эдвардс Б. и пр. Основные отечественные труды принадлежат Балабанову И.Т., Севрук В.Т., Соколинской Н.Э. А также научные труды Савинской Н.А., Белоглазовой Г.Н., Романовского М.В., Смирнова А.Л., Гусевой К.Н., Жукова Е.Ф., Гочарук О.В., Челнокова В.А., Лаврушина О.И., Горбунова А.А. и других ученых.

Возможные математические методы анализа рисков основаны на экспертных оценках и статистических методах. Способы построения экспертных оценок рассмотрены в работах Андрейчикова А.В., Андрейчиковой О.Н., Ларичева О.И., Саати Т., Кернса К. Наиболее изученными и используемыми в европейских и американских кредитных организациях являются статистические методы. Однако их применение требует наличие большого количества кредитных историй. В российских условиях в настоящее время можно использовать информационные базы статистических и аналитических материалов Правительства РФ и Центрального Банка РФ. Однако для принятия надежных решений их оказывается недостаточно. Поэтому назревший необходимостью является синтез статистического и экспертного подхода.

Изложенное определило общий замысел и цель диссертационного исследования, логику и структурное построение работы.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является разработка комплексного математического, программного, инструментального и методического обеспечения системы поддержки принятия решений на различных этапах процесса розничного кредитования, на основе композиции статистического и экспертного подходов.

Реализация поставленной цели обусловила необходимость решения следующих задач:

1. Предложить методику организации и автоматизации процесса розничного кредитования с использованием скоринговых моделей на различных этапах.

2. Разработать алгоритм построения скоринговых моделей в виде дерева решений с использованием композиции экспертной и статистической информации.

3. Разработать метод построения «коллективной» скоринговой модели, т.е. модели, строящейся на основании опыта и знаний нескольких экспертов в области розничного кредитования и учитывающей различную значимость каждого из экспертов в кредитной организации.

4. Разработать программное обеспечение, реализующее предложенные методы и алгоритмы построения скоринговых моделей.

**Объектом диссертационного исследования** является процесс организации розничного кредитования.

**Предметом исследования** являются подходы, методы, алгоритмы и инструментальные средства, обеспечивающие поддержку принятия решения в процессе розничного кредитования.

**Теоретической и методологической основой диссертационного исследования** являются труды отечественных и зарубежных ученых в области создания автоматизированных бизнес систем, систем поддержки принятия решений, в том числе в сфере управления рисками розничного кредитования; теории информации. При разработке представленных в диссертации экономико-математических моделей и методов использовались методы системного анализа, теории вероятностей, теории информации, методы построения деревьев решений и иерархического синтеза. В работе использованы законодательные и нормативные акты Российской Федерации, Банка России, внутренние инструкции кредитных организаций, материалы, опубликованные в российской и зарубежной печати, а также представленные на специализированных профессиональных сайтах сети Интернет.

Диссертационная работа выполнена в рамках паспорта научных специальностей ВАК 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики, п. 1.4. «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений», п. 1.6. «Математический анализ и моделирование процессов в финансовом секторе экономики, развитие метода финансовой математики и актуарных расчетов», п. 2.3. «Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях».

**Наиболее существенные результаты**, полученные лично автором и имеющие научную новизну:

1. Разработана методика организации и автоматизации бизнес-процессов в розничном кредитовании, отличающаяся от известных

предложений сочетанием различных видов скоринга в целях эффективной организации продаж и сопровождения кредитных продуктов (п. 1.6, Пс. 2.3 паспорта специальности, 08.00.13).

2. Разработан алгоритм построения скоринговых моделей в виде дерева решений, примечательной особенностью которого является использование композиции статистического и экспертного подходов, который необходим в случаях недостаточности и ненадежности статистических данных, а также когда необходимо учесть существенное изменение экономической ситуации на рынке, не дожидаясь изменений в кредитном портфеле (п. 1.6, Пс. 2.3 паспорта специальности, 08.00.13).

3. На основе алгоритма построения скоринговых моделей в виде дерева решений с использованием композиции статистического и экспертного подходов и метода иерархического синтеза разработан метод построения «коллективных» скоринговых моделей, который позволяет объединить опыт и знания экспертов кредитной организации и устранить противоречия в их суждениях (п. 1.4, 08.00.13).

4. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенные автором методы и алгоритмы построения скоринговых моделей, которое в отличие от известных инструментальных средств позволяет строить модели в виде дерева решений на основе статистической информации и знаний экспертов в области кредитования (п. 2.3, 08.00.13).

**Теоретическая значимость диссертационной работы** заключается в разработке концептуального комплексного подхода к построению инструментальных систем поддержки принятия решений и эффективному управлению кредитными и операционными рисками в розничном кредитовании.

**Практическая значимость диссертационной работы** заключается в реализации разработанных теоретических положений в деятельности коммерческих банков при организации процесса розничного кредитования. Разработанные автором алгоритмы скоринговой оценки могут быть использованы кредитующими подразделениями коммерческих банков при принятии организационно-управленческих решений по кредитованию населения.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты и положения работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

- II Международная конференция «Инновационное развитие российской экономики», Москва, ноябрь 2009;
- 13-я Всероссийская конференция «Математическое программирование и приложения», Екатеринбург, февраль–март 2007 г.;
- 38-я Региональная молодежная конференция ИММ УрО РАН «Проблемы теоретической и прикладной математики», Екатеринбург, январь–февраль 2007 г.;

- III Всероссийская конференция «Проблемы оптимизации и экономические приложения», Омск, июль 2006 г.;
- ежегодные научно-практические конференции ЮУрГУ.

Основные результаты исследования: методика организации бизнес-процессов, алгоритм построения скоринговых моделей в виде дерева решений на основе композиции статистического и экспертного подходов, метод построения «коллективных» скоринговых моделей и программное обеспечение, – внедрены в деятельность Акционерного Челябинского Инвестиционного банка «ЧЕЛЯБИНВЕСТБАНК» (открытое акционерное общество), что подтверждается актом о внедрение результатов диссертационного исследования от 10 августа 2009 г.

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 10 научных работ, общим объемом 3,2 п.л., из них 1,6 авторских, отражающих ее основные результаты, включая одну публикацию по списку, рекомендованному ВАК РФ.

**Структура работы** Работа изложена на 188 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений. Работа иллюстрирована 2 таблицами, 18 рисунками. Библиографический список содержит 98 наименований литературных источников.

Во **введении** обоснована актуальность исследуемой проблемы, сформулированы цель работы, объект и предмет исследований, кратко охарактеризованы научная новизна и практическая значимость полученных результатов, их апробация.

В **первой главе** – «**Структура процесса розничного кредитования. Особенности рынка розничного кредитования**» изложены особенности рынка розничного кредитования и структура процесса розничного кредитования; показана роль системы кредитного скоринга как конкурентного преимущества кредитной организации.

Во **второй главе** – «**Математические и инструментальные методы организации бизнес-процессов в розничном кредитовании**» исходя из особенностей рынка розничного кредитования, предложена концептуальная структура автоматизированной системы кредитного скоринга; предложены меры по снижению кредитного и операционного рисков банка, дано описание организации процесса кредитования с использованием данной системы.

В **третьей главе** – «**Математические методы и алгоритмы построения скоринговой модели в виде дерева решений**» предложен метод, позволяющий построить скоринговую модель в виде дерева решений как на основе знаний экспертов в области кредитования, так и на основе имеющихся данных о кредитных историях клиентов. Разработан метод построения «коллективной» скоринговой модели, использующий

мнения нескольких экспертов с учетом значимости каждого из экспертов в кредитном учреждении.

В четвертой главе – «Программное обеспечение построения скоринговых моделей в виде дерева решений» описана архитектура разработанного программного обеспечения. В заключении приводятся основные выводы и предложения по результатам диссертационного исследования.

В приложении 1 приводится листинг программы, реализующей разработанные алгоритмы построения «коллективной» модели кредитного скоринга на основе знаний экспертов в области кредитования, с учетом их значимости в кредитной организации, и имеющихся данных о кредитных историях. В приложении 2 приводится описание данных, используемых в примере работы программного обеспечения.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

**1. Разработана методика организации и автоматизации бизнес-процессов в розничном кредитовании, отличающаяся от известных предложений сочетанием различных видов скоринга в целях эффективной организации продаж и сопровождения кредитных продуктов.**

Ориентируясь на массового потребителя, кредитной организации необходимо максимально формализовать и автоматизировать процесс создания, продажи и обслуживания кредитных продуктов. В ходе диссертационного исследования автор проанализировал процесс розничного кредитования и получил обобщенную структуру данного процесса.

В работе дается критическая оценка представлений кредитных организаций о понятии «скоринг» как некоторой одной, узконаправленной задачи, например, построить модель оценки заемщика или автоматизировать процесс оценки. Но система кредитного скоринга – это более обширное и комплексное понятие, затрагивающее абсолютно все этапы работы с заемщиком, это инструмент принятия разнообразных кредитных решений, элемент общей стратегии розничного банка.

Скоринговые модели в розничном кредитовании следует использовать на различных этапах работы с клиентом, начиная с получения первой заявки от заемщиков, через организацию работы с текущими заемщиками (сопровождение кредита, увеличение лимита кредитования, последующие выдачи кредитов, работа с просроченной задолженностью и т.д.), и заканчивая повышением лояльности клиентов к кредитной организации. В работе выделены следующие основные типы скоринга.

1. Application-скоринг (скоринг заявок на кредит) – оценка кредитоспособности потенциального заемщика для принятия решения о возможности предоставления кредита.



2. Fraud-скоринг (скоринг мошенничества) – оценка вероятности мошенничества потенциального заемщика.
  3. Behavioral-скоринг (поведенческий скоринг) – оценка динамики состояния кредитного счета заемщика.
  4. Collection-скоринг (скоринг взыскания) – определение направления работы и приоритетных дел по взысканию просроченной (проблемной) задолженности.
  5. Pre-sale-скоринг (предпродажный скоринг) – скоринг для генерации предварительно одобренных (pre-approved) предложений клиентам.
  6. Attrition-скоринг (скоринг удержания) – оценка вероятности прекращения сделок с банком и закрытия счета клиентом.
  7. Response scoring (скоринг отклика) – оценка вероятности отклика на тот или иной предложенный банковский продукт.
- Предложена методика использования указанных типов скоринга в процессе розничного кредитования (рис.1).

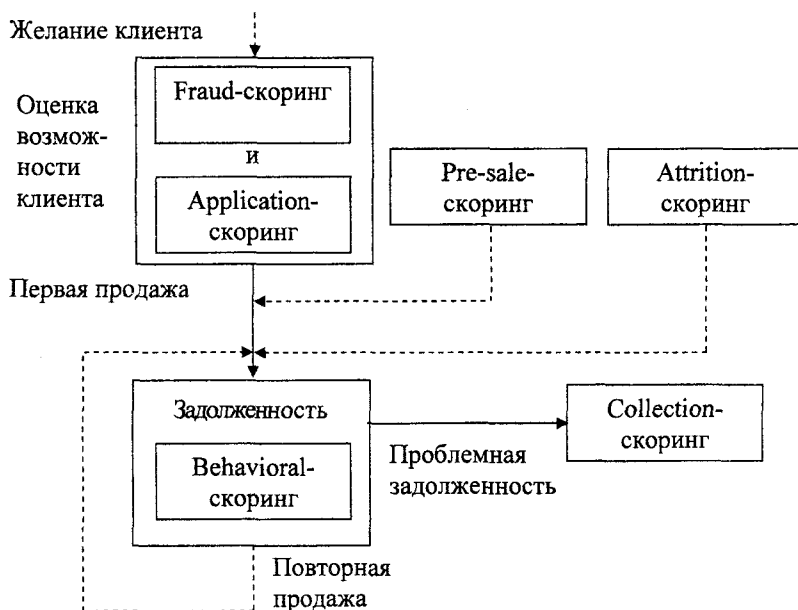


Рис. 1. Схема использования различных типов скоринга в процессе кредитования  
 На рисунке показано четыре вида продаж кредитных продуктов:

1) с помощью скорингов заявок на кредит и мошенничества при обращении клиента в кредитную организацию с анкетой-заявлением на получение кредита;

2) с помощью поведенческого скоринга уже кредитующимся клиентам с положительной кредитной историей формируется кредитное предложение, например, на увеличение лимита кредитования, получение нового кредитного продукта и т.д.;

3) с помощью предпродажного скоринга на основе обезличенных данных, полученных, например, от торговой организации-партнера, имеющего бонус-программы по картам (данные могут содержать пол, семейное положение, возраст, социальное положение, суммы ежемесячных покупок и т.п.) формируется список клиентов с индивидуальным предварительно одобренным лимитом кредитования, и делается совместное предложение торговой организацией и банком;

4) с помощью скоринга удержания оценивается динамика работы клиента с банком, и предпринимаются меры по увеличению лояльности клиента.

В работе описана организация бизнес-процессов по рассмотрению кредитных заявок, по работе с просроченной задолженностью и использованию предпродажного скоринга в создании ко-брендовых продуктов. В итоге делается вывод, что, применяя скоринговые модели на различных этапах процесса кредитования, банк повышает свою конкурентоспособность, объем и качество кредитного портфеля, становится клиентоориентированной организацией.

Автором предложена следующая схема бизнес-процесса рассмотрения кредитной заявки, представленная на рис. 2. Задача скоринговых моделей на данном этапе состоит в определении вероятности того, что конкретный потенциальный заемщик не вернет долг (кредит, проценты, пени и т.д.), и какова вероятная сумма невозвращенного долга. Соответственно, цель этапа рассмотрения кредитных заявок – обеспечить качество кредитного портфеля на приемлемом для банка уровне. В то же время затраты на организацию данного процесса должны быть меньше, чем доход, ожидаемый от этого кредитного продукта.

Общий принцип организации процесса рассмотрения кредитной заявки: первыми в цепи должны быть недорогие по стоимости этапы, на которых отсекаются явно неподходящие заявки. Более подробное описание всех этапов процесса рассмотрения кредитной заявки приведено ниже.

1. Проверку корректности введенных данных предлагается производить в самом начале для снижения стоимости процесса рассмотрения кредитной заявки за счет исключения технических ошибок, опечаток на самом первом этапе; включает в себя проверку наличия обязательных данных, их корректность и правдоподобность.

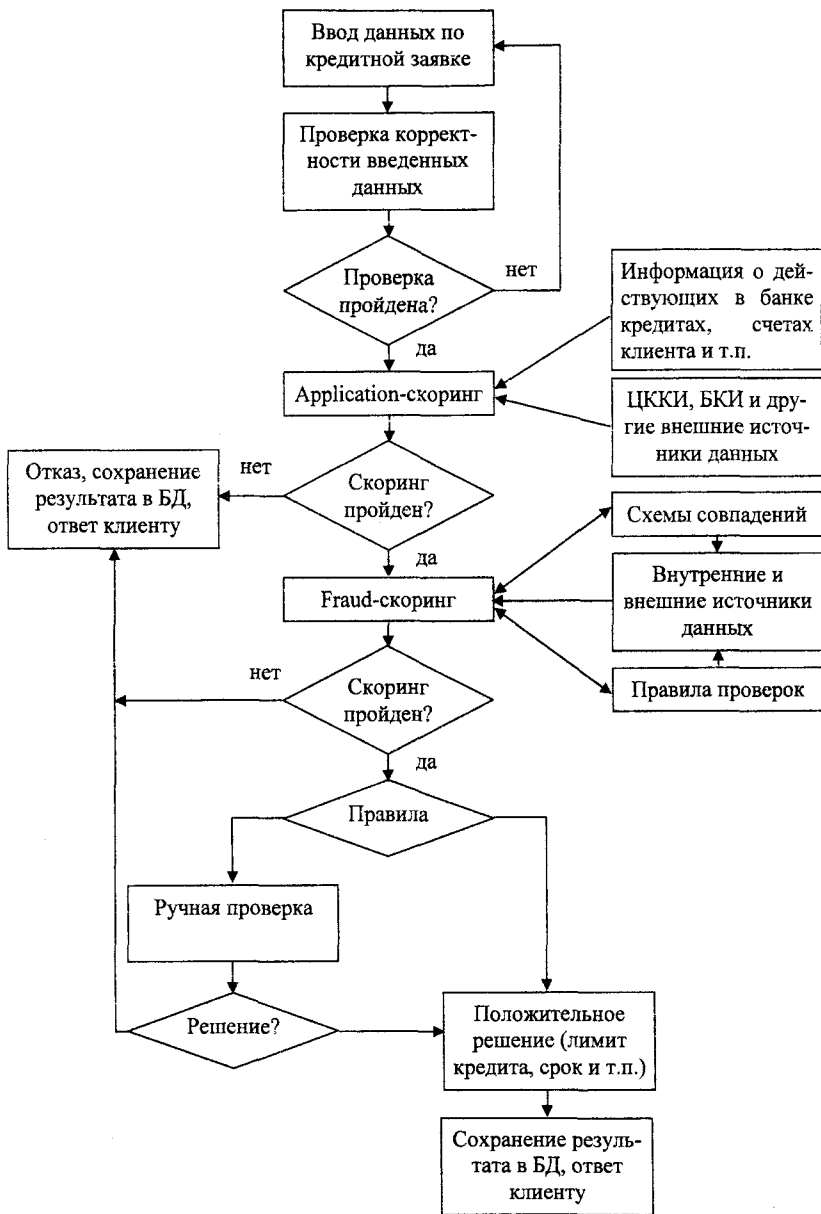


Рис. 2. Схема процесса рассмотрения кредитной заявки

2. Скоринг заявок (application-скоринг) может включать в себя одну или несколько скоринговых моделей, по которым определяется, будет ли разрешена выдача кредита и какие параметры кредита будут назначены: кредитный лимит, первоначальный взнос, и т.п.

В зависимости от суммы запрашиваемого кредита, а также от клиента, обратившегося за кредитом, (например, клиент уже имеет положительную кредитную историю в данном банке, или является руководителем фирмы, расчетный счет которой открыт в данном банке и ежемесячный оборот не менее определенной суммы) логика процесса, представленного на рисунке 2, может быть настроена таким образом, что используются не все внешние источники, и, следовательно, снижаются затраты банка на организацию процесса проверки заявки. Используемые внешние источники информации могут быть следующие: ЦККИ и БКИ, данные Пенсионного фонда РФ и другие.

3. Скоринг мошенничества (fraud-скоринг) включает в себя методологию и процессы по выявлению и предотвращению мошеннических действий со стороны потенциальных заемщиков. Выделяют три вида мошенничества: «soft» (или другими словами «анкетное мошенничество»), «hard» («криминальный бизнес») и внутреннее мошенничество (сговор персонала кредитной организации). Для отслеживания всех видов мошенничества важна централизация принятия решения.

Программное обеспечение для выявления мошенничества должно позволять настроить правила поиска противоречий, нелогичные изменения и случаи несоответствия данных в кредитной заявке, осуществлять так называемые кросс-проверки полей заявки, а также сравнение данных по текущей заявке с ранее обработанными.

Данные заявки следует сравнивать с внутренним «черным списком» и данными внешних источников информации, распространяемыми регулирующими органами: с данными о недействительных паспортах, информацией о лицах, подозреваемых в незаконной деятельности, данными Федеральной миграционной службы, данными о предприятиях региона, телефонным справочником, публичным классификатором юридических лиц и др.

Для решения проблемы злоупотребления кредитным инспектором служебным положением и ввода информации по клиенту, обеспечивающей получение более высокого значения кредитного лимита, можно использовать контроль частоты заявок с высоким кредитным лимитом.

4. Правила кредитной политики предназначены для анализа полученных результатов от двух скоринговых моделей и в случае невозможности принятия решения или необходимости ручной проверки (звонок работодателю, поручителям, и др., личные визиты, уточнение вопросов и т.п.) кредитная заявка направляется на кредитного специалиста в зависимости от уровня должности, полномочий и прав. «Уровней» специалистов может быть много, начиная с сотрудника экономической

безопасности и заканчивая кредитными экспертами. Ручная проверка сведений должна запускаться только в сомнительных случаях или для кредитных продуктов, потери от невозврата которых очень дороги.

Таким образом, за счет автоматизации бизнес-процессов, включающей проверку вводимой информации и снижающей влияние человеческого фактора, происходит снижение операционных издержек и рисков. Использование единых скоринговых моделей во всех кредитующих подразделениях банка позволяет обеспечить объективность и единообразие критериев в оценке заявок кредитными менеджерами. Сокращение времени на процедуру рассмотрения кредитных заявок позволит увеличить клиентскую базу отдельного кредитного менеджера.

**2. Разработан алгоритм построения скоринговых моделей в виде дерева решений, примечательной особенностью которого является использование композиции статистического и экспертного подходов, который необходим в случаях недостаточности и ненадежности статистических данных, а также когда необходимо учесть существенное изменение экономической ситуации на рынке, не дожидаясь изменений в кредитном портфеле.**

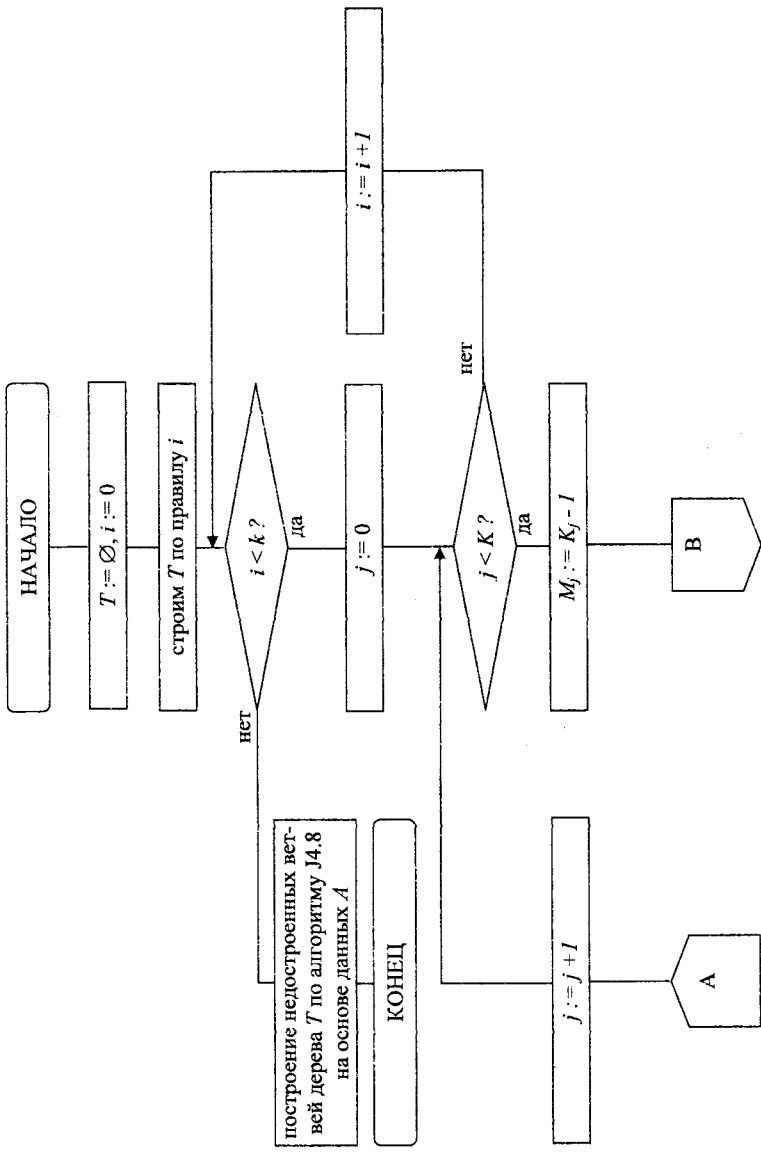
Данными на входе алгоритма являются статистические данные и знания эксперта, формализованные в виде правил следующей структуры:

```
Если имя_атрибута { { <= | > } значение | in {значения} }  
[ И имя_атрибута { { <= | > } значение | in {значения} } ]  
...  
[ И имя_атрибута { { <= | > } значение | in {значения} } ]  
то Кредитный_риск = метка_класса.
```

Правила эксперта обладают приоритетом, приоритет снижается от первого к последнему правилу. Таким образом, если встречается правило, противоречащее ранее примененному, то оно пропускается и в построении дерева не участвует.

На выходе алгоритма – класс, к которому принадлежит рассматриваемый заемщик (например, заемщик с низким кредитным риском, средним и высоким). В зависимости от кредитной политики каждый банк может по-своему определить, какого заемщика он считает «плохим», «средним» и «хорошим», на какое число групп следует разделить заемщиков.

Алгоритм построения дерева решений представлен на рис. 3.



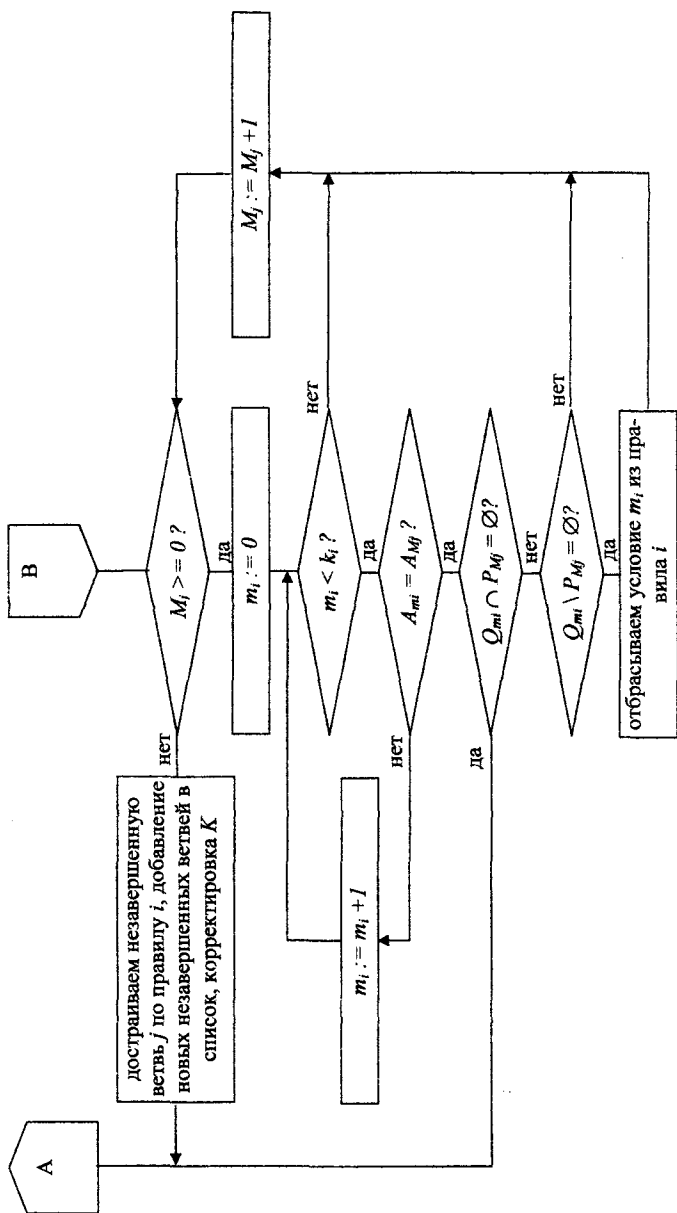


Рис. 3. Алгоритм построения скоринговой модели в виде дерева решений по правилам эксперта и данным

На рис. 3 использованы следующие обозначения:  $A$  – некоторое обучающее множество, содержащее объекты, каждый из которых характеризуется атрибутами, причем один из них указывает на принадлежность объекта к определенному классу;  $T$  – строящееся дерево;  $k$  – количество правил эксперта, используемых для построения дерева,  $i$  – индекс, используемый для обхода списка правил ( $0 \leq i < k$ );  $K$  – количество незавершенных ветвей дерева  $T$ ,  $j$  – индекс, используемый для обхода списка незавершенных ветвей дерева ( $0 \leq j < K$ );  $m_i$  – индекс, используемый для обхода условий  $i$ -го правила ( $0 \leq m_i < k_i$ ),  $k_i$  – количество условий в  $i$ -м правиле;  $M_j$  – индекс, используемый для обхода  $j$ -й незавершенной ветви дерева  $T$  ( $0 \leq M_j < K_j$ ),  $K_j$  – количество узлов в  $j$ -й незавершенной ветви;  $Q_{m_i}$  – множество значений атрибута  $A_{m_i}$  условия  $m_i$  в  $i$ -м правиле;  $P_{M_j}$  – множество значений атрибута  $A_{M_j}$  проверки узла  $M_j$  в незавершенной ветви  $j$  дерева  $T$ . Процесс построения дерева происходит сверху вниз, сначала по правилам эксперта, затем по данным с использованием алгоритма построения дерева решений J4.8. На первом шаге имеем пустое дерево (есть только корень) и исходное множество данных, ассоциированное с корнем.

После окончания алгоритма незавершенные ветви достраиваются на основе статистических данных по вышеупомянутому алгоритму J4.8. Алгоритм J4.8 реализован в библиотеке Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis), разработанной Университетом Waikato (Новая Зеландия). Алгоритм J4.8 использует следующий теоретико-информационный критерий: выбирается проверка по такому из атрибутов, который дает максимум отношения информационного выигрыша при разбиении по нему к оценке потенциальной информации, получаемой при разбиении множества примеров на  $n$  подмножеств, где  $n$  – число потомков узла.

Недостатком предложенного алгоритма является наличие субъективизма в предпочтениях эксперта. Поскольку в кредитной организации всегда существует несколько экспертов, ответственных за качество кредитного портфеля (начальник подразделения розничного кредитования, его заместитель, члены кредитно-экономического комитета) и имеющих свои предпочтения и свое «виденье» кредитоспособного клиента, то был разработан метод построения «коллективной» модели оценки кредитоспособности заемщиков, т.е. алгоритм построения скоринговой модели на основе моделей, предложенных несколькими экспертами в области кредитования, с учетом значимости экспертов в кредитной организации. Алгоритм построения «коллективной» модели оценки кредитоспособности позволяет объединить накопленный опыт и знания экспертов кредитной организации, устранить противоречия в их суждениях.



**3. На основе алгоритма построения скоринговых моделей в виде дерева решений с использованием композиции статистического и экспертного подходов и метода иерархического синтеза разработан метод построения «коллективных» скоринговых моделей, который позволяет объединить опыт и знания экспертов кредитной организации и устранить противоречия в их суждениях.**

Будем считать, что эксперты используют один и тот же набор кредитных историй, атрибутов и общий критерий ветвления в алгоритме построения дерева решений по имеющимся данным, что и характерно для одной кредитной организации. Модели отличаются только набором правил, используемых экспертами, и их приоритетом.

Пусть  $\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$  – множество экспертов,  $\{P_1, P_2, \dots, P_k\}$  – используемые ими правила. Для ранжирования правил относительно цели используется следующий метод, основанный на иерархическом синтезе.

**Шаг 1.** Структурируется исходная задача как иерархия целей. Иерархия целей строится следующим образом: верхний уровень (цель  $A$ ) соответствует нахождению оптимального ранжирования правил, средний уровень соответствует системам предпочтений экспертов  $\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ , а нижний уровень – всем используемым экспертами правил  $\{P_1, P_2, \dots, P_k\}$ . (рис. 4). Каждый элемент среднего уровня соединен с элементом верхнего уровня, но не всегда с каждым элементом нижнего уровня.

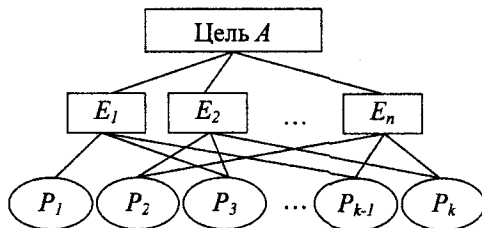


Рис. 4. Иерархическая схема задачи

**Шаг 2.** На основе иерархической структуры строится бинарная  $(k \times n)$  матрица  $B$  соответствий между экспертами и правилами. Матрица  $B$  содержит элементы  $b_{ij} = \{0,1\}$ : если правило  $P_i$  используется для построения модели экспертом  $E_j$ , то  $b_{ij} = 1$ , в противном случае  $b_{ij} = 0$ .

**Шаг 3.** Для каждого элемента иерархии строится матрицы парных сравнений элементов иерархии следующих уровней:  $[A]$  и  $[E_i]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Для установления относительной важности элементов иерархии следует воспользоваться шкалой отношений, приведенной в таблице.

## ШКАЛА ОТНОШЕНИЙ

| Степень значимости | Характер значимости  | Объяснение   |
|--------------------|--|--|
| 1                  | Одинаковая значимость  | Два действия вносят одинаковый вклад в достижение цели   |
| 3                  | Некоторое преобладание значимости одного действия над другим | Существуют соображения в пользу предпочтения одного из действий, однако эти соображения недостаточно убедительны |
| 5                  | Существенная или сильная значимость                          | Имеются надежные данные или логические суждения для того, чтобы показать предпочтительность одного из действий   |
| 7                  | Очевидная или очень сильная значимость                       | Убедительное свидетельство в пользу одного действия перед другим   |
| 9                  | Абсолютная значимость  | Свидетельства в пользу предпочтения одного действия перед другим в высшей степени убедительны                    |

С использованием указанной шкалы сравниваются два эксперта с точки зрения достижения цели  $A$ , расположенной на вышележащем уровне иерархии, и указывается число в интервале от 1 до 9 или обратное значение. Для этого в иерархии выделяют элементы двух типов: элементы-родители и элементы-потомки. Элементы-потомки воздействуют на соответствующие элементы вышестоящего уровня иерархии, которые являются по отношению к первым элементами-родителями. Матрицы парных сравнений строятся для всех элементов-потомков, относящихся к определенному родителю.

Парные сравнения производятся в терминах доминирования одного элемента над другим в соответствии со шкалой отношений. При проведении парных сравнений следует отвечать на вопрос: какой из двух сравниваемых элементов важнее или имеет более высокую степень воздействия. Если элемент  $E_i$  доминирует над элементом  $E_2$ , то клетка матрицы, соответствующая строке  $E_i$  и столбцу  $E_2$ , заполняется числом, большим единицы, а клетка, соответствующая строке  $E_2$  и столбцу  $E_i$  заполняется обратным к нему числом.

Матрица парных сравнений правил каждого из экспертов строится по следующему алгоритму: каждое последующее правило из списка правил эксперта имеет приоритет на  $\frac{9-k}{k-1} = \frac{8}{k-1}$  ниже, чем предыдущее, где  $k$  – количество используемых экспертом правил, т.е.

$$E_i = \begin{matrix} P_1^i & P_1^i & P_2^i & \dots & P_k^i \\ \left[ \begin{array}{cccc} 1 & 1 + \frac{8}{k-1} & \dots & 1 + \frac{8}{k-1}(k-1) \\ \frac{1}{1 + \frac{8}{k-1}} & 1 & \dots & 1 + \frac{8}{k-1}(k-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \\ \frac{1}{1 + \frac{8}{k-1}(k-1)} & \frac{1}{1 + \frac{8}{k-1}(k-2)} & \dots & 1 \end{array} \right] \end{matrix}$$

Матрица парных сравнений экспертов формируется в зависимости от значимости экспертов в кредитном учреждении согласно шкале отношений.

**Шаг 4.** Для построенных матриц находятся максимальные собственные значения  $\lambda_i$ ,  $i = 0, 1, \dots, n$  и главные собственные векторы  $W_A, W_E, i = 0, 1, \dots, n$ , элементы которых считаются равными приоритетам соответствующих элементов следующего уровня иерархии.

**Шаг 5.** Строится матрица  $D$

$$D = \begin{matrix} E_1 & E_2 & \dots & E_n \\ \left[ \begin{array}{cccc} P_1 & d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ P_2 & d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_k & d_{k1} & d_{k2} & \dots & d_{kn} \end{array} \right], \end{matrix}$$

где  $\{d_{ij}\}$  представляют векторы приоритетов правил относительно эксперта  $E_j$ . При этом если правило  $P_i$  не оценивается экспертом  $E_j$ , то в матрице  $D$  соответствующее значение  $d_{ij} = 0$ .

**Шаг 6.** Для повышения приоритета правил, образующих большие группы, и снижение приоритета правил в группах с их относительно небольшим числом, используется следующий структурный критерий, отображаемый диагональной матрицей  $L$  (имеется в виду, что группу определяют правила, используемые экспертом  $E_j$ , или иначе являющиеся «потомками» по отношению к эксперту  $E_j$  в иерархической схеме задачи):

0625142

$$L = \begin{bmatrix} E_1 & E_2 & \dots & E_n \\ r_1/N & 0 & \dots & 0 \\ 0 & r_2/N & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & r_n/N \end{bmatrix},$$

где  $r_j$  – число правил, используемых экспертом  $E_j$ ;  $N = \sum_{j=1}^k r_j$  – количество всех используемых экспертами правил.

**Шаг 7.** Далее вычисляется ненормированный вектор приоритетов правил относительно цели  $A$ :

$$X = DLW_A.$$

Для нормирования значений вектора приоритетов правил вычисляется

нормирующий множитель  $K = \left( \sum_{i=1}^k x_i \right)^{-1}$ ,

где  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$  – значения координат ненормированного вектора приоритетов правил. Нормированный вектор приоритетов правил принять равным

$$W = K \cdot X.$$

Используя найденный вектор приоритетов  $W$ , строим «коллективную» скоринговую модель в виде дерева решений следующим образом: сначала дерево решений строится на основе множества правил  $P_1, P_2, \dots, P_k$ , упорядоченного в соответствии с вектором приоритетов  $W$ , причем если  $w_k = 0$ , то соответствующее правило для построения скоринговой модели не используется, затем дерево достраивается на основе имеющихся статистических данных с использованием выше упомянутого алгоритма J4.8.

Количество используемых правил для построения коллективной модели можно определить как средневзвешенное количество правил каждого из экспертов, округленное к большему.

**4. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенные автором методы и алгоритмы построения скоринговых моделей, которые в отличие от известных инструментальных средств позволяет строить модели в виде дерева решений на основе статистической информации и знаний экспертов в области кредитования.**

В ходе диссертационного исследования было разработано программное обеспечение на языке Java, предназначенное для построения скоринговых моделей с возможностью интеграции с корпоративной информационной системой кредитной организации и позволяющее:

- строить скоринговые модели на основе знаний экспертов в области кредитования и с использованием накопленных кредитной организацией данных;
- строить «коллективные» модели кредитного скоринга на основании мнений нескольких экспертов, учитывающую различную значимость каждого из экспертов;
- не зависеть от программной платформы ПК;
- осуществлять выгрузку в корпоративные системы данных в формате XML.

Разработанное программное обеспечение используется в ОАО «ЧЕЛЯБИНВЕСТБАНК» при организации процесса розничного кредитования, в том числе при оценке кредитоспособности физических лиц. Предложенные методы и алгоритмы могут использоваться в случаях, когда отсутствуют накопленные статистические данные (например, в случае, когда кредитная организация предлагает новый продукт или открывает филиальную сеть в новом регионе); данные ненадежны (например, данные могут оказаться частично искаженными в результате внутреннего мошенничества сотрудников кредитного учреждения); накопленных данных недостаточно для построения полноценной статистической скоринговой модели (например, из-за низких объемов продаж), или когда необходимо внести изменения в скоринговую модель, не дожидаясь изменений в кредитном портфеле.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1. В условиях расширения предложений кредитных продуктов и банковских услуг, роста банковского бизнеса и усложнения его характера необходимо создать адекватный комплексный механизм управления рисками. Таким механизмом в розничном кредитовании является система кредитного скоринга. В случае недостаточного объема, качества, достоверности статистической информации, необходимости учитывать существенные изменения экономической ситуации для построения скоринговых моделей можно воспользоваться знаниями кредитных экспертов.

2. Для улучшения эффективности работы в розничном кредитовании скоринговые модели можно использовать на различных этапах работы с клиентом, начиная с получения первой заявки от заемщиков, через организацию работы с текущими заемщиками, и заканчивая повышением лояльности клиентов к кредитной организации.

3. Разработан метод построения «коллективной» модели кредитного скоринга, позволяющий объединить накопленный опыт и знания экспертов в области кредитования. Метод учитывает различную значимость каждого из экспертов в кредитной организации, позволяет устранить противоречия в суждениях.

## Публикации автора по теме диссертации

*Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:*

1. Проблемы оценки кредитоспособности заемщика / Е.С. Будина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Рынок: Теория и практика». – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – Вып. 2. – №1(56). – С. 113–119.

*В других изданиях:*

2. Применение системы кредитного скоринга для организации процесса розничного кредитования / Е.С. Будина, А.В. Панюков // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». – Пермь: ПермГУ, Вып. 1(1), 2009. – С. 37–46.

3. Применение системы кредитного скоринга как способ повышения конкурентоспособности кредитной организации / Е.С. Будина, А.В. Панюков // II Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие российской экономики»: сборник научных трудов. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики – М., 2009. – С. 412–414.

4. Применение различных типов скоринга в процессе розничного кредитования / Е.С. Будина // Научный поиск: материалы первой научной конференции аспирантов и докторантов. Экономика. Управление. Право. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. – 2009. – С. 242–246.

5. Применение системы кредитного скоринга как способ повышения конкурентоспособности кредитной организации / Е.С. Будина, А.В. Панюков // Математическое и статистическое исследование социально-экономических процессов: сборник научных трудов. Вып. 2. – Челябинск: ЮУрГУ, 2009. – С. 103–106.

6. Построение скоринг-моделей в виде дерева решений по правилам и данным о кредитных историях / Е.С. Будина // Математическое и статистическое исследование социально-экономических процессов: сборник научных трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. – 2008. – С. 22–26.

7. Коллективная модель оценки кредитоспособности заемщика / Е.С. Будина, А.В. Панюков // Информационный бюллетень Ассоциации математического программирования. №11. Научное издание. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – С. 99–100.

8. Построение коллективной модели оценки кредитоспособности / Е.С. Будина // Проблемы теоретической и прикладной математики: труды 38-й региональной молодежной конференции. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – С. 340–344.

9. Проблемы оценки кредитоспособности физического лица / Е.С. Будина, А.В. Панюков // III Всероссийская конференция «Проблемы оптимизации и экономические приложения»: материалы конференции (Омск, 11 – 15 июля 2006) / Омский филиал Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – С. 175.

1d-7c

10. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009611687 / Программа построения коллективной модели кредитного скоринга на основании знаний экспертов и данных о кредитных историях / Е.С. Будина. – №2009610314, пост. 03.02.2009 г., зарегистр. 30.03.2009 г.).

*Издательский центр Южно-Уральского государственного университета*

---

Подписано в печать 02.02.2010. Формат 60×84 1/16. Печать трафаретная.  
Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,29. Тираж 115 экз. Заказ 23/56.

---

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.  
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.