

На правах рукописи

ГУНЧЕНКО Ксения Геннадьевна

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ
ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬЮ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ**

**Специальность 05.13.10 – Управление
в социальных и экономических системах**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Уфа 2008

Работа выполнена на кафедре вычислительной математики и кибернетики
Уфимского государственного авиационного технического университета

Научный руководитель

д-р физ.-мат. наук, проф.

Бронштейн Ефим Михайлович

Официальные оппоненты

д-р техн. наук, проф.

Черняховская Лилия Рашитовна

канд. техн. наук

Иванов Владимир Борисович

Ведущая организация

**Институт проблем информатики
РАН (г. Москва)**

Защита состоится «4» апреля 2008 г. в 10-00 часов
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03
при Уфимском государственном авиационном техническом университете
по адресу: 450000, г.Уфа, ул. К.Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «28» февраля 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д-р техн. наук, проф.

В.В. Миронов

Общая характеристика работы

Актуальность темы

В развитых странах страхование в силу специфики и выполняемых функций в обществе является стратегическим сектором экономики. Помимо снижения нагрузки на расходную часть бюджета (поскольку возмещаются убытки при наступлении непредвиденных природных и техногенных явлений), страхование выполняет в обществе еще две важнейшие функции. Во-первых, страхование позволяет успешно решать вопросы социального обеспечения, являясь важнейшим элементом социальной системы государства. Во-вторых, позволяет привлечь в экономику значительные инвестиционные ресурсы.

Проблема определения платежеспособности страховой компании является одной из важнейших как для отдельной страховой компании (СК), так и для всего национального страхового бизнеса. В странах с развитой страховой индустрией используется несколько различных схем оценки платежеспособности. В Европейском сообществе это подход, основанный на определении минимальной маржи платежеспособности и минимального гарантийного фонда, в США используется подход на базе концепции рискованного капитала, все большую популярность приобретает динамическое тестирование, которое широко применяется в Канаде.

Современный страховой рынок в России начал свое развитие в 1992 году и находится в процессе формирования. Исследования рейтингового агентства «Эксперт РА», проведенные в 2007 году, подтверждают наметившуюся несколькими годами ранее долгосрочную тенденцию к росту убыточности страховой деятельности на российском рынке. По данным ФССН 98% компаний имеют «хотя бы одинстораживающий финансовый показатель», а более половины – «основания для пристального внимания надзора».

Практические проблемы современного страхового рынка России объясняются недостаточным их теоретическим обоснованием и методическим обеспечением. Зарубежные подходы и методики без учета российских реалий достаточно эффективными считать нельзя. Эффективность управления в страховом бизнесе все в большей степени зависит от качества и достоверности финансового анализа, методов оценки и обработки информации, технологии выбора управленческих решений.

О платежеспособности страховой компании можно судить по вероятности того, что созданный компанией фонд окажется достаточным для выполнения ей своих обязательств (возмещения ущерба). Среди зарубежных и российских ученых, работы которых посвящены вычислению вероятности разорения страховой компании, следует отметить Ф. Лундберга, Х. Крамера, Е.С. Андерсена, Д. Диксона, Х. Уотерса, А. В. Мельникова, С.Я. Шоргина, Е.М. Бронштейна, Г.О. Темнова, С.И. Спивака, А.С. Климина и др.

В данной диссертационной работе особое внимание уделено разработке системы поддержки принятия решений в процессе управления платежеспособностью страховой компании на основе стохастической модели, в которой учитываются реальное состояние отдельной компании и неопределенность как ее активов, так и обязательств в динамике.

Объектом исследования является деятельность страховых компаний, занимающихся видами страхования иными, чем страхование жизни.

Предметом исследования является платежеспособность страховой компании.

Цель работы и основные задачи исследования – разработка системы поддержки принятия решений, позволяющей вычислять зависимость показателей платежеспособности страховой компании от наиболее существенных факторов для любого временного интервала и рекомендовать характеристики управления этими факторами для обеспечения допустимого риска неплатежеспособности страховщика.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

1. Разработать стохастическую модель управления платежеспособностью страховой компании.

2. Разработать алгоритм вычисления показателей платежеспособности СК и проверить его эффективность на рассмотренных ранее примерах.

3. Разработать методику оценки факторов управления платежеспособностью, гарантирующих выполнение обязательств СК перед страхователями с заданной величиной вероятности (согласно рекомендациям «Solvency II: an integrated risk approach for Europe an insurers» равной 99%).

4. Разработать систему поддержки принятия решений, позволяющую вычислять показатели платежеспособности СК и параметры стохастической модели, соответствующие управляемым факторам платежеспособности СК, а также оценить эффективность данной системы.

5. Провести вычислительный эксперимент на базе статистических данных филиалов страховых компаний, функционирующих в Республике Башкортостан, для анализа возможности исполнения обязательств по принимаемым ими договорам страхования.

Методы исследования. При решении поставленных задач использованы методы теории вероятностей, математической статистики, теории финансового анализа, математического анализ рисков, Монте-Карло, объектно-ориентированного программирования.

На защиту выносятся:

1. Стохастическая модель управления платежеспособностью страховой компании с учетом дополнительных параметров.

2. Алгоритм вычисления показателей платежеспособности СК.

3. Методика оценки факторов управления платежеспособностью СК.

4. Система поддержки принятия решений в процессе управления платежеспособностью СК и оценка эффективности ее использования.

5. Результаты анализа показателей платежеспособности и факторов ее управления филиалов двух страховых компаний.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Новизна разработанной стохастической модели управления платежеспособностью страховой компании состоит в том, что в отличие от существующих моделей в ней учитываются инвестиционный доход, случайности поступления страховых взносов и выплат.

2. Новизной разработанного алгоритма вычисления показателей платежеспособности СК за ограниченное и неограниченное время на основе метода Монте-Карло является то, что в нем одновременно учитывается неопределенность предъявления требований и поступления взносов.

3. Введена новая временная характеристика платежеспособности страховой компании («характеристическое время» разорения), которая является оценкой времени превышения обязательств СК над страховыми резервами на предстоящем периоде.

4. Новизна системы поддержки принятия решений заключается в использовании предложенной методики оценки факторов управления платежеспособности СК.

5. Впервые проведено сравнение оценок показателей неплатежеспособности на основе имитационного моделирования входящих и исходящих финансовых потоков СК с соответствующими оценками вероятности разорения Лундберга – Крамера, Диксона – Уотерса, Мельникова, Валдера, полученными в частных случаях.

Практическая значимость и внедрение результатов работы.

1. Предложена методика оценки факторов управления платежеспособностью, позволяющая скорректировать «слабые стороны» деятельности страховой компании. Разработанная методика служит основой для принятия решений о снижении риска банкротства с помощью управления величиной страховых взносов и размером начального запаса свободных активов.

2. Разработана система поддержки принятия решений (СППР) «CalcRuin», которая позволяет решать задачи проверки надежности отдельной СК и выработки рекомендаций по управлению факторами платежеспособности в случае выявления недостаточного уровня безопасности страховых операций, осуществляемых исследуемой компанией.

Разработанная система поддержки принятия решений «CalcRuin» взята к рассмотрению в Уфимских филиалах страховых компаний «СОГАЗ» и «УралСиб». Разработанные модель, алгоритм и методика

используются в практической деятельности ОАО «УРАЛСИБ» в процессе оценки страховых компаний-контрагентов.

Апробация работы и публикации. Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе, обсуждались на научных семинарах Уфимского государственного авиационного технического университета и были представлены на следующих научных конференциях: Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Интеллектуальные системы управления и обработки» (УГАТУ, 2003), VI Международный симпозиум «Компьютерные науки и информационные технологии» (Венгрия, 2004), V Всероссийская конференция «Финансово-актуарная математика и смежные вопросы» (Красноярск, 2006), Башкирско-Саксонский форум «Информационные технологии и математические методы исследований в экономике» (Уфа, 2006), Международная научная школа-семинар имени академика С.С. Шаталина «Системное моделирование социально-экономических процессов» (Воронеж, 2006), III Международная научно-практическая конференция «Экономическое моделирование: модели и методы» (Воронеж, 2007), XX Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях» (Ярославль, 2007).

Основные положения, представленные в диссертации, опубликованы в 13 научных работах, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК. Разработанный алгоритм зарегистрирован в отраслевом фонде алгоритмов и программ

Исследования проводились в рамках грантов РФФИ 04-06-80009, 07-06-00021.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 98 наименований. Основное содержание работы изложено на 134 страницах.

Содержание работы

Во **введении** обосновывается актуальность изучения проблематики предлагаемой работы. Определены объект, предмет, цели, задачи и методы исследования. Изложена научная новизна, практическая значимость и структура диссертации.

В **первой главе** рассматриваются особенности понятия «платежеспособность» применительно к страховой компании. Представлена финансовая модель, которая дает общее представление о непосредственном движении финансовых ресурсов страхового фонда и о факторах, влияющих на изменение его стоимости. Обосновывается разработка методики определения достаточности капитала СК на основе модели внутренних рисков, присущих отдельной страховой компании. Приводится обзор моделей управления платежеспособностью страховой компании, а также описываются методы вычисления оценки вероятности разорения.

В моделях Лундберга – Крамера и Спарре – Андерсена случайными являются размеры и моменты выплат, но не учитывается фактор случайности поступления страховых взносов. Модели с постоянной скоростью поступления страховых взносов больше подходят для страховых компаний, функционирующих в развитых странах со стабильной экономикой.

В модели Шоргина как страховые взносы, так и страховые иски являются взаимно зависимыми случайными величинами. Однако в данной модели, во-первых, автор исходит из предположения, что иски на выплату возмещений, поступившие в течение тест-периода, оплачиваются в его конце. Такое предположение, естественно, занижает оценку вероятности разорения СК. Во-вторых, данная модель имеет практический смысл в случае, когда длительность одного договора страхования мала по сравнению с тест-периодом, или когда все договора страхования каждого тест-периода заключаются одновременно в начале тест-периода и в момент его окончания все имевшиеся ранее договора страхования являются завершенными.

В последние годы страховые компании активно занимаются инвестиционной деятельностью. В моделях Диксона – Уотерса и Мельникова учитываются процентные доходы от вложения свободных средств компании в финансовые инструменты с постоянной нормой доходности, однако объем страховых взносов в указанных моделях является также детерминированной величиной (Табл. 1).

Таблица 1 – Обзор факторов, учитывающихся в различных моделях управления платежеспособностью страховой компании

Факторы Авторы моделей	Распределение взносов	Распределение моментов страховых взносов	Распределение выплат	Распределение моментов страховых выплат	Инвести- ционный доход
Лундберг – Крамер (1903 – 1955 г.)	—	—	Экспоненциальное	Процесс Пуассона	—
Спарре – Андерсен (1957 г.)	—	—	Произвольное	Процесс восстановления	—
Шоргин (1996 г.)	Нормальное Равномерно ограниченное	—	Нормальное Равномерно ограниченное	—	—
Диксон – Уотерс (1999 г.)	—	—	Произвольное	Процесс Пуассона	+
Мельников (2001 г.)	—	—	Экспоненциальное	Единичные интервалы времени между выплатами	+
Авторская (2005 г.)	Произвольное	Произвольное	Произвольное	Произвольное	+

Существует целый ряд алгоритмов и методов, позволяющих вычислять вероятность разорения СК. Общие предположения, лежащие в основе динамической модели коллективного риска, впервые были сделаны Лундбергом в 1903 году. Известно неравенство Лундберга, являющееся верхней оценкой вероятности разорения $\psi(U_0)$:

$$\psi(U_0) \leq e^{-RU_0}$$

где R – характеристический коэффициент, U_0 – начальный капитал.

Гербер, Делбаен, Хаезендох использовали мартингалы для вычисления верхней границы вероятности разорения за ограниченное время. В 1994 г. Эмбрехт и Шмидли применяли марковские процессы для вычисления вероятности разорения за неограниченное время. В 1998 г. Клёпельбергом и Стадтмюллером исследовалась вероятность разорения за неограниченное время в модели с исками, имеющими распределение с «тяжелыми хвостами», и с учетом силы процента. В 1999 г. Янгом исследована дискретная модель с учетом банковского процента и получена неэкспоненциальная верхняя граница вероятности разорения с помощью мартингалов. В 2000 г. Матвеевым предложены два метода нахождения вероятности разорения СК, основанные на преобразовании Лапласа и вычислении полиномиальных сплайнов.

Вероятность разорения СК с учетом банковского процента исследовалась Диксоном и Уотерсом. Их алгоритм позволяет вычислять вероятность разорения за ограниченное время в рамках классической задачи теории риска. Для вычисления вероятности разорения СК за неограниченное время с учетом процентных доходов известны методы Валдера и Санда – Теугелса.

Во **второй главе** приводится анализ проблемы, описывается разработанный алгоритм вычисления показателей платежеспособности СК и приводится его исследование с позиции точности получаемого решения. Характеризуются зависимости показателей платежеспособности СК от управляемых факторов. Предлагается методика оценки параметров стохастической модели с целью обеспечения допустимого уровня разорения страховой компании.

Задача управления платежеспособностью СК

Страховая компания располагает на начало предстоящего периода деятельности запасом свободных активов, т.е. капиталом определенного размера, который она намерена вложить в финансовые инструменты с постоянной нормой доходности. У страховой компании имеется страховой портфель, состоящий из большого числа договоров страхования. Сумма взносов по всему портфелю равна сумме взносов по заключенным договорам в соответствии с правилами страхования, которые могут вноситься в начале или в течение действия договора страхования. Сумма выплат по всему портфелю договоров равна сумме выплат по договорам, по которым произошли страховые случаи.

Необходимо определить уровень платежеспособности СК на основе таких показателей, как вероятность и время разорения. Превышение значения вероятности разорения допустимого значения сигнализирует о необходимости управления факторами, влияющими на платежеспособность СК (рис. 1).

Ввиду особого характера страховых отношений, построенных на принципах вероятности наступления страховых событий и заключения новых договоров, страховой компании требуется значительно больший капитал, чем предварительно оцененное математическое ожидание совокупного убытка. Поэтому возникает задача определения объема капитала, который гарантировал бы допустимый риск разорения.

Фактором управления платежеспособности СК является также объем страховых взносов. Недостаточный объем взносов приводит к необходимости финансирования убытков за счет собственного капитала и может приводить к неплатежеспособности компании.

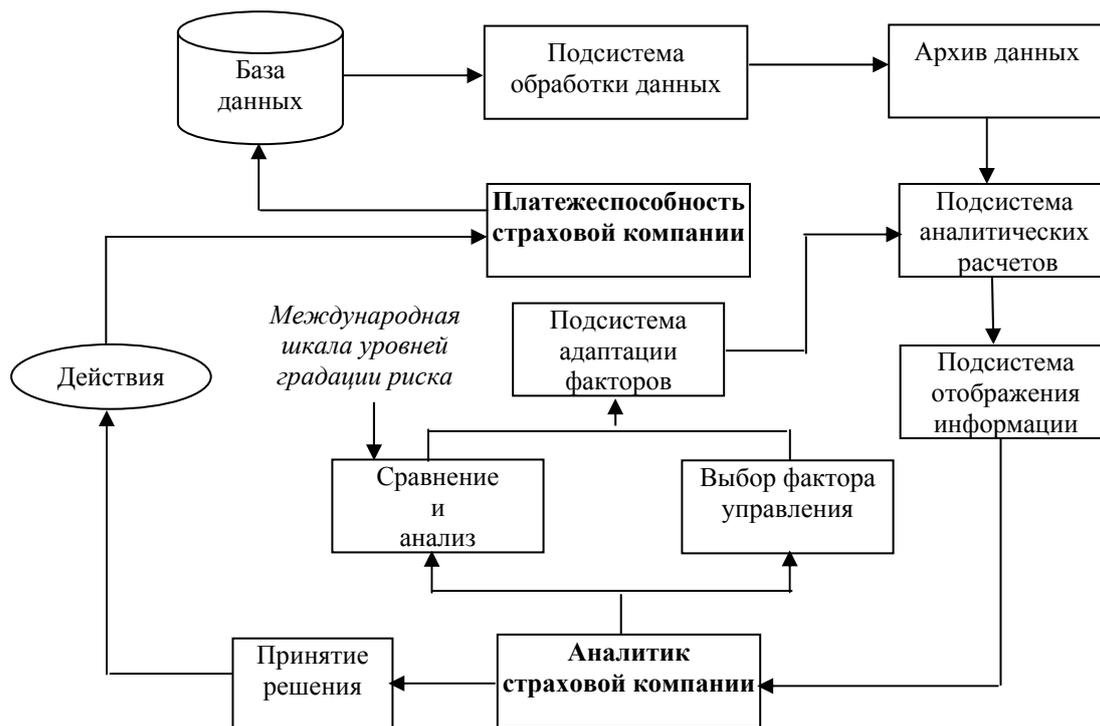


Рисунок 1 – Схема аналитической поддержки процесса управления платежеспособностью страховой компании

Рассмотрим разработанную нами стохастическую модель с учетом инвестиционного дохода и случайности страховых взносов и выплат.

Стохастическая модель управления платежеспособностью СК

Пусть компания имеет в начальный момент времени капитал U_0 и вкладывает свободные средства в банк под силу процента δ .

Размер выплат (объем поступивших требований) за время t случаен и имеет вид:

$$Y(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} X_i ,$$

где $\{X_i\}$ – последовательность страховых требований, а $N(t)$ – случайное количество страховых требований, поступивших за промежуток времени $[0, t]$.

Суммарный размер поступивших взносов за время t также случаен и равен:

$$C(t) = \sum_{i=1}^{M(t)} Z_i,$$

где $\{Z_i\}$ – последовательность страховых взносов, а $M(t)$ – случайное количество страховых взносов, поступивших за промежуток времени $[0, t]$.

Предполагается, что все страхователи однородны, т.е. X_1, X_2, \dots и Z_1, Z_2, \dots – последовательности одинаково распределенных неотрицательных независимых случайных величин, а $N(t)$ и $M(t)$ – случайные процессы, независимые от $\{X_1, X_2, \dots\}$ и $\{Z_1, Z_2, \dots\}$.

Капитал (или страховой фонд) компании в момент t есть случайная величина, равная:

$$U(x) = U(t_k) \cdot e^{\delta(x-t_k)} + \frac{C(x) - C(t_k)}{\delta} (e^{\delta(x-t_k)} - 1) - \begin{cases} 0 & \text{при } x \in (t_k, t_{k+1}), \\ Y(t_{k+1}) & \text{при } x = t_{k+1} \end{cases}$$

Здесь $k = \max\{i: t_i < x\}$, $t_1 < t_2 < \dots < t_k < \dots$ – случайные моменты предъявления исков, δ – сила процента.

Вероятность разорения страховой компании с учетом банковского процента определяется следующим образом:

$$\psi_\delta(U_0, t) = P\{\exists x \geq 0: U_\delta(x) < 0, U_\delta(0) = U_0\}.$$

Время разорения есть $T = \inf\{x \geq 0: U(x) < 0\}$.

Алгоритм решения

Основная идея разработанного алгоритма вычисления показателей платежеспособности заключается в имитации деятельности страховой компании на определенном промежутке времени продолжительностью T с двумя заданными параметрами – начальным капиталом и процентной ставкой, и с четырьмя случайными величинами. Значение процентной ставки определяет вид уравнения стохастической модели – капитал увеличивается линейно, либо экспоненциально. Последовательные моменты страховых выплат и взносов образуют два независимых друг от друга случайных процесса, а размеры последовательных страховых выплат и взносов компании представляют собой случайные величины.

Исходные данные:

U_0 – начальный капитал; δ – сила процента; T – временной горизонт, на котором определяются показатели разорения – вероятность и среднее время разорения СК; N – количество испытаний; ε – точность вычислений; $\{C_k\}$ – объем взносов, полученных страховой компанией за прошлый период, $k=1:K$; $\{CT_k\}$ – время между моментами поступления страховых взносов за прошлый период, $k=1:K$; $\{Y_{kl}\}$ – объем суммарных исков, предъявленных страховой компании в прошлом периоде, $k_l=1:K_l$; $\{YT_{kl}\}$ – время между моментами предъявления исков в прошлом периоде, $k_l=1:K_l$.

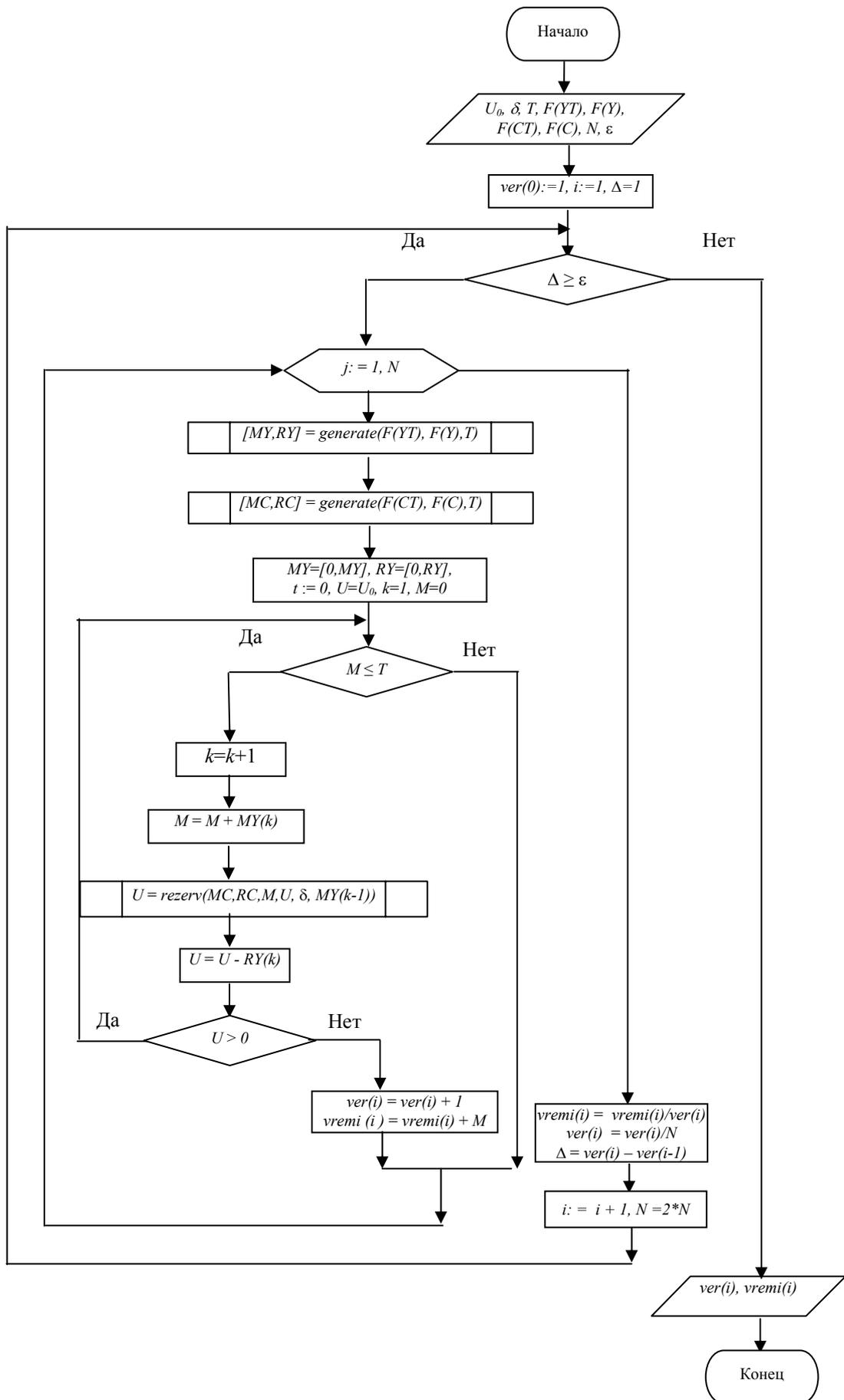


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма вычисления показателей платежеспособности СК за конечное время

Обозначения:

$F(YT)$, $F(Y)$, $F(CT)$, $F(C)$ – эмпирические законы распределения случайных величин стохастической модели ;

MY , RY , MC , RC – разыгранные значения составляющих случайных процессов стохастической модели;

$generate(F_1, F_2, T)$ – пользовательская функция, реализующая случайный процесс поступления взносов или процесс выплат за время T , где F_1 – функция распределения случайной величины, F_2 – распределение моментов времени;

$rezerv(MC, RC, M, U, \delta, MY(k-1))$ – пользовательская функция, вычисляющая размер капитала в момент M с учетом капитала U в предыдущей момент $MY(k-1)$.

Оценки вероятности разорения СК за конечное время ($\psi_\delta(U_0)$), полученные с помощью разработанного алгоритма, совпали с соответствующими результатами алгоритма Диксона – Уотерса (p_0) до двух знаков после запятой (табл. 2). Вычислительный эксперимент проводился при определенных значениях начального капитала U_0 , скорости поступления страховых взносов c , интенсивности предъявления исков λ , силы процента δ , временного горизонта T и в зависимости от вида распределения иска со своим математическим ожиданием μ .

Таблица 2 – Сравнение оценок вероятности разорения СК за время T с результатами алгоритма Диксона – Уотерса

Исходные данные / Оценки ВР	Экспоненциальное распределение исков ($\lambda=1, \mu=1, c=1.1, \delta=0.01, U_0=10, T=40$)	Распределение Парето (3,2) исков ($\lambda=1, \mu=1, c=1.1, \delta=0.1, U_0=5, T=10$)
$\psi_\delta(U_0)$	0.1080	0.1170
p_0	0.1072	0.1228

Для получения оценки вероятности разорения за неограниченное время и «характеристического времени» разорения (ХВР) страховой компании предлагается в разработанном алгоритме удваивать временной горизонт, а не количество испытаний эксперимента (рис. 2). При таком подходе получаемые оценки вероятности разорения СК близки к оценке Крамера – Лундберга при определенных исходных данных (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнение с оценкой Лундберга – Крамера

Начальный капитал, д.е.	Вероятность разорения СК за неограниченное время	Оценка Лундберга – Крамера для вероятности разорения СК
0	0,49	0,5
0,1	0,45	0,45
0,2	0,39	0,40
0,5	0,29	0,30
1	0,17	0,18
1,5	0,11	0,11
3	0,01	0,02

Оценки вероятности разорения, вычисленные с помощью разработанного алгоритма, также согласуются с верхней и нижней

границей вероятности разорения за неограниченное время в условиях модели Мельникова, учитывающей процентные доходы СК (табл. 4).

Таблица 4 – Сравнение с оценками Мельникова

Начальный капитал, д.е.	Нижняя оценка ВР в модели Мельникова	Оценка ВР за неограниченное время (метод Монте-Карло)	Верхняя оценка ВР в модели Мельникова
0,0	0,1353	0,1410	0,4186
0,1	0,1065	0,1130	0,3293
0,2	0,0837	0,0880	0,2590
0,5	0,0408	0,0500	0,1261
1,0	0,0123	0,0160	0,0380
1,5	0,0037	0,0040	0,0114
3,0	0,0001	0,0001	0,0003

Практический интерес представляет определение величины начального капитала и объема страховых взносов. Методика оценки факторов стохастической модели основана на методе деления отрезка пополам и сочетает в себе прямую и обратную прогонку алгоритма.

В третьей главе приведено описание разработанной системы поддержки принятия решений, с помощью которой были получены результаты диссертационной работы. Система поддержки принятия решений «CalcRuin» предназначена для вычисления показателей платежеспособности страховой компании, получения зависимостей показателей платежеспособности от управляемых факторов, оценки этих факторов и др. СППР разработана на основе пакета математических и инженерных вычислений MATLAB 7.1 с использованием встроенного языка программирования.

На рис. 3 представлена архитектура системы поддержки принятия решений в процессе управления платежеспособностью СК.

Программа-оболочка состоит из пяти основных блоков:

- ◆ блок интерфейса системы – предоставляет пользователю системы возможность просмотра исходных данных и результатов работы системы;
- ◆ блок задания – служит для сообщения системе вида решаемой задачи;
- ◆ блок подключения модуля – отвечает за подключение вычислительного модуля программой-оболочкой и передачу исходных данных между программой-оболочкой и вычислительным модулем;
- ◆ блок ввода данных – отвечает за ввод дополнительных данных, запрашиваемых системой для решения конкретной задачи;
- ◆ блок вывода результатов – выводит результаты вычислений на экран.

Расчетный модуль состоит из четырех основных элементов:

- ◆ блок проверки корректности входных данных – служит для отсева некорректных входных данных;
- ◆ блок подготовки исходных данных – производит инициализацию структур данных вычислительной части алгоритма;
- ◆ блок вычислений – выполняет все необходимые операции для получения решения задачи;

- ♦ блок подготовки выходных данных – производит освобождение памяти от данных вычислительной части алгоритма и формирование результата.

Важную роль в информационной технологии поддержки принятия решений играет База данных. Обработанные данные об операциях СК образуют файл, который для повышения надежности и быстроты доступа хранится за пределами системы поддержки принятия решений.

Для подготовки и обработки исходных данных в системе реализованы модули, решающие следующие служебные задачи:

- ♦ сгенерировать файл данных;
- ♦ открыть файл данных;
- ♦ построить гистограммы.

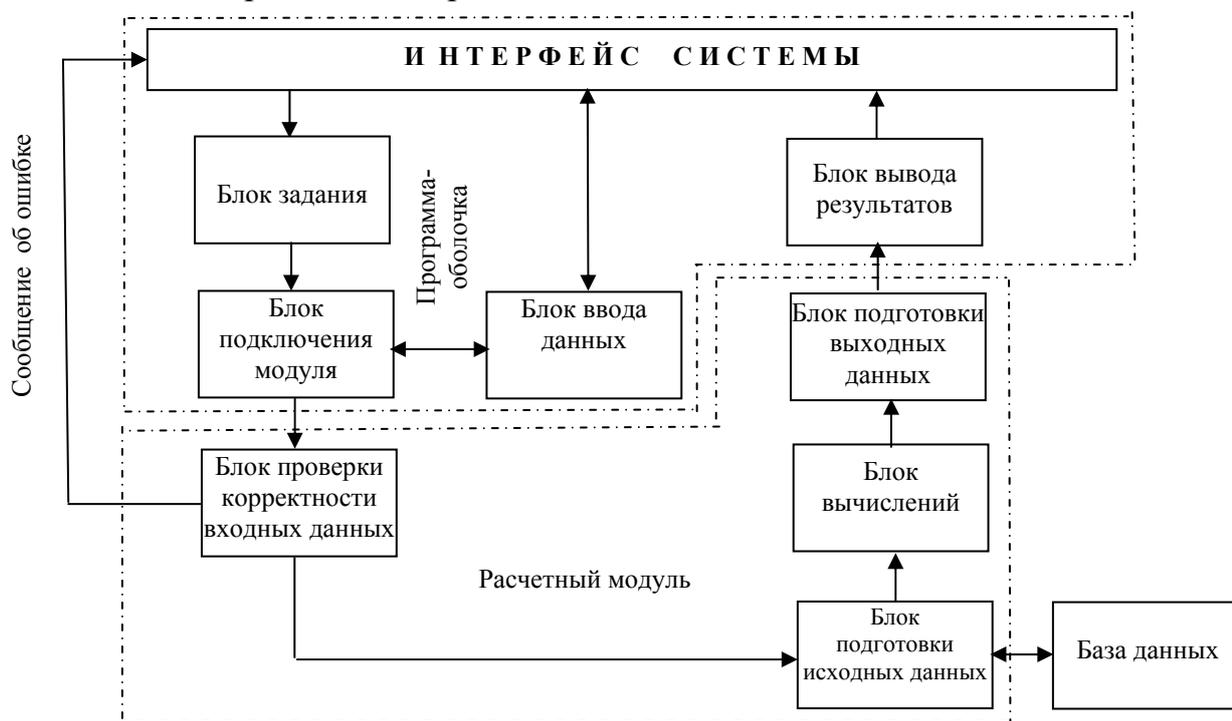


Рисунок 3 – Архитектура системы поддержки принятия решений «CalcRuin»

В рамках системы поддержки принятия решений в процессе управления платежеспособностью СК пользователь может задать выполнение следующих задач:

- ♦ вычисление показателей платежеспособности СК за ограниченное время;
- ♦ вычисление показателей платежеспособности СК за неограниченное время;
- ♦ определение величины начального капитала;
- ♦ определение коэффициента корректировки размера страховых взносов;
- ♦ получение графиков зависимостей показателей платежеспособности от факторов управления.

Для проверки эффективности разработанного алгоритма вычисления вероятности разорения, основанного на методе Монте-Карло, путем

сравнения с результатами других известных алгоритмов СППР содержит модули решения следующих задач:

- ◆ сравнение с оценкой Лундберга;
- ◆ сравнение с оценкой Мельникова;
- ◆ сравнение с оценкой Диксона – Уотерса;
- ◆ сравнение с оценкой Валдера.

В **четвертой главе** дается краткая характеристика Уфимских филиалов двух страховых компаний, проведен сравнительный анализ их деятельности, представлены результаты применения разработанного алгоритма вычисления показателей платежеспособности и методики оценки факторов управления платежеспособностью СК на реальных статистических данных.

Для Уфимского филиала ОАО «СОГАЗ» выборка была сформирована по всему портфелю договоров за 2005 и 2006 года, для Уфимского филиала ЗАО СГ «УралСиб» в выборку вошли суммарные показатели страховых взносов и выплат за 9 месяцев 2006 года по договорам классических видов страхования.

Определение величины начального капитала СК

В табл. 5 приводятся значения величины начального капитала, гарантирующего безубыточную работу Уфимским филиалам страховых компаний «СОГАЗ» и «УралСиб» с вероятностью 0.99, при различных значениях инвестиционной доходности.

Таблица 5 – Значения начального капитала (руб.) СК

Страховая компания	Процентная ставка инвестиционной доходности		
	0	5	10
«СОГАЗ»	90 462 500	34 412 500	24 137 500
«УралСиб»	1 012 500	900 000	762 500

Объем собственных средств, гарантирующий выполнение обязательств Уфимского филиала СК «СОГАЗ» по договорам страхования всего портфеля с вероятностью 0.99 в течение одного года, должен быть не меньше 90.5 млн. руб. при отсутствии процентных доходов.

Объем собственных средств, гарантирующий выполнение обязательств Уфимского филиала СК «УралСиб» по договорам классических видов страхования с вероятностью 0.99 в течение одного года, должен быть не меньше 1 млн. руб. при отсутствии процентных доходов.

Определение размера страховых взносов СК

В табл. 6 представлены значения коэффициента корректировки размеров взносов, необходимых для покрытия предъявляемых исков по произошедшим страховым случаям за 12 месяцев и обеспечивающих неразорение Уфимским филиалам СК «СОГАЗ» и «УралСиб» с вероятностью 0.99, при различных значениях инвестиционной доходности.

Таблица 6 – Значения коэффициента корректировки взносов СК

Страховая компания (начальный капитал, тыс. руб.)	Процентная ставка инвестиционной доходности		
	0	5	10
«СОГАЗ» ($U_0=30\ 000$)	5,3	1,3	0,9
«УралСиб» ($U_0=500$)	4,9	3,3	2,7

Располагая нормативной величиной начального капитала в 30 млн. руб., Уфимскому филиалу первой СК необходимо увеличить размеры страховых взносов по договорам всего портфеля в 5.3 раза при отсутствии инвестиционной деятельности для того, чтобы вероятность разорения в течение одного года не превышала 1%.

Имея в своем распоряжении 500 тыс. руб., Уфимскому филиалу второй СК необходимо увеличить размеры страховых взносов по договорам классических видов страхования в 4.9 раза при отсутствии инвестиционной деятельности для того, чтобы вероятность разорения в течение одного года не превышала 1%.

Установлены следующие зависимости показателей платежеспособности от факторов управления.

1. При увеличении объема страховых взносов вероятность и «характеристическое время» разорения страховой компании уменьшаются. Выбирая допустимый уровень вероятности разорения, страховая компания вынуждена собирать объем взносов, соответствующий этому уровню.

2. Очевидно, что большая величина начального капитала способствует снижению вероятности разорения и увеличению «характеристического времени» разорения компании.

3. С ростом процентной ставки инвестиционной доходности вероятность разорения СК падает, уменьшается и «характеристическое время» разорения компании.

В заключении приведены основные результаты и выводы по работе.

Основные выводы и результаты работы

1. Разработана стохастическая модель управления платежеспособностью страховой компании, учитывающая инвестиционный доход, случайность поступления взносов и предъявления требований. Учет дополнительных факторов позволяет более точно оценить показатели платежеспособности страховой компании.

2. Разработан алгоритм вычисления показателей платежеспособности – вероятности и «характеристического времени» разорения СК, основанный на методе Монте-Карло. Алгоритм позволяет оценивать показатели платежеспособности по эмпирическим законам распределения случайных параметров разработанной модели. Оценки вероятности разорения, получаемые методом Монте-Карло, согласуются с асимптотическими выражениями для вероятности разорения Лундберга – Крамера, Мельникова и с численными результатами Диксона – Уотерса, Валдера, учитывающими процентные доходы в некоторых частных случаях.

3. Разработана методика оценки величины начального капитала и коэффициента корректировки размера взносов СК, гарантирующих выполнение обязательств по договорам страхования с требуемым значением вероятности.

4. Разработана концепция системы поддержки принятия решений «CalcRuin» в процессе управления платежеспособностью СК, которая реализована в среде MATLAB 7.1. Анализ результатов, полученных на основе реальных данных, показал эффективность разработанной СППР, которая заключается в следующем:

– в сокращении собственных средств (снижении нагрузки на собственников компании) – с учетом в системе 10-процентной ставки инвестиционной доходности объем средств, обеспечивающий вероятность разорения 0.01 в течение года, сокращается на 73% для Уфимского филиала СК «СОГАЗ» и на 25% для Уфимского филиала СК «УралСиб»;

– в уменьшении страховых взносов (снижении нагрузки на страхователей) – с учетом в системе 10-процентной ставки инвестиционной доходности при начальном капитале в 30 млн. руб. Уфимскому филиалу СК «СОГАЗ» необходимо в 6 раз меньше по размеру взносов всего портфеля в течение года, соответствующих вероятности разорения 0.01, а Уфимскому филиалу СК «УралСиб» при начальном капитале в 500 тыс. руб. – в 2 раза меньше, чем при отсутствии инвестиционной деятельности.

5. На основе статистических данных Уфимских филиалов страховых компаний «СОГАЗ» и «УралСиб» получены показатели платежеспособности и оценки управляемых факторов, гарантирующие выполнение обязательств перед страхователями с заданной вероятностью.

Публикации по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК

1. Прямые методы оценки вероятности разорения страховой компании / К.Г. Гунченко // Обзорные прикладной и промышленной математики. 2004. Т.11, № 2. С. 322 – 323.

2. Статистическое моделирование процесса разорения страховой компании / Е.М. Бронштейн, К.Г. Гунченко // Страховое дело. 2006. № 2. С. 60 – 64.

3. Оценка вероятности разорения страховой компании со случайными исками и премиями / К.Г. Гунченко // Обзорные прикладной и промышленной математики. 2006. Т.13, № 3. С. 488 – 489.

Прочие публикации

4. Модель разорения с учетом банковского процента / К.Г. Базарнова (К.Г. Гунченко) // Интеллектуальные системы управления и обработки информации : матер. всерос. молодежн. науч.-техн. конф. Уфа : УГАТУ, 2003. С. 144.

5. Исследование процесса разорения страховой компании с учетом банковского процента / Е.М. Бронштейн, К.Г. Гунченко // Компьютерные

науки и информационные технологии : VI междунар. конф. Будапешт, Венгрия, 2004. Т.1. С. 74 – 78. (Статья на англ. яз.)

6. Статистическое моделирование разорения страховой компании с учетом силы процента / К.Г. Гунченко / «Круглый стол» по информационным технологиям и математическим методам исследований в экономике : сб. ст. Уфа, 2006. С. 34 – 40. (Статья на англ. яз.)

7. Определение допустимого уровня вероятности разорения страховой компании в имитационной модели со случайными исками и премиями / К.Г. Гунченко // Системное моделирование социально-экономических процессов : матер. междунар. шк.-сем. им. акад. С.С. Шаталина. ЦЭМИ РАН, 2006. С. 47.

8. Об оценках вероятности разорения страховой компании с учетом силы процента в динамической модели / К.Г. Гунченко // Интеллектуальные системы обработки информации и управления : сб. ст. рег. зим. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа, 2006. Т.2. С. 83 – 89.

9. Имитационное моделирование процесса разорения страховой компании / К.Г. Гунченко // Финансово-актуарная математика и смежные вопросы : сб. тр. 3-й всерос. конф. Красноярск, 2006. С. 26 – 27.

10. Имитационное моделирование процесса разорения страховой компании / К.Г. Гунченко // Экономическое прогнозирование : модели и методы : матер. 3-й междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2007. С.79 – 82.

11. Методы статистического моделирования для вычисления оценки вероятности разорения страховой компании / К.Г. Гунченко // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. XX междунар. науч. конф. Ярославль, 2007. С. 131 – 134.

12. Программная реализация вычисления оценки вероятности разорения страховой компании с учетом банковского накопления / К.Г. Гунченко // Интеллектуальные системы обработки информации и управления : сб. ст. рег. зим. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа, 2007. Т.1. С. 51 – 55.

13. Бронштейн Е.М., Гунченко К.Г. Алгоритм вычисления статистической оценки вероятности разорения страховой компании : свид. об отрасл. рег. разработки № 7797.

Соискатель

К.Г. Гунченко

ГУНЧЕНКО Ксения Геннадьевна

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬЮ
СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Специальность 05.13.10 – Управление
в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано к печати 27.02.2008. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр.-отт. 1,0. Уч.-изд. л. 0,9.
Тираж 100 экз. Заказ № 43.

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет
Центр оперативной полиграфии
45000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12