

*На правах рукописи*

*Попова*

**Попова Елена Владимировна**

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОБОСНОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ  
ИНФОРМАЦИИ ПО КРИТЕРИЮ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Специальность 05.13.19 – Методы и системы защиты информации,  
информационная безопасность

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (НИУ ИТМО)».

Научный руководитель: **Молдовян Александр Андреевич**  
доктор технических наук, профессор  
СПИИРАН

Официальные оппоненты: **Мошак Николай Николаевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
**Алексеев Анатолий Владимирович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры судовой автоматики и измерений Санкт-Петербургского государственного морского технического университета

Ведущая организация: Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Вектор» (АО «НИИ «Вектор»), г. Санкт-Петербург.

Защита состоится «21» декабря 2017 г. в \_\_\_ часов\_\_ мин. на заседании диссертационного совета Д 002.199.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН) по адресу: 199178, Санкт-Петербург, В.О., 14 линия, 39, комн. 401.  
Факс: (812)328-44-50, тел.: (812)328-34-11.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук.  
<http://www.spiiras.nw.ru/dissovet/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Ученый секретарь совета Д 002.199.01  
кандидат технических наук

Зайцева А.А.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Проблемы информационной безопасности (ИБ) предприятия актуализируются вовлечением информационных технологий в бизнес-процессы, возрастанием ценности информации по сравнению с другими ресурсами, наличием безбарьерного Интернет-пространства, высокотехнологичными, целевыми действиями нарушителей ИБ. В условиях противодействия киберугрозам предприятию должны выбирать наилучший вариант системы защиты информации (СЗИ), при котором конкурентоспособность будет максимальной.

Таким образом, обоснование выбора наилучшего варианта СЗИ для повышения состояния защищенности предприятия от угроз нарушения ИБ по критерию конкурентоспособности предприятия является актуальным и соответствует современной научной проблематике.

**Степень разработанности темы диссертации.** Проблеме обеспечения ИБ за счет построения обоснованного варианта СЗИ посвящены работы Грибунина В.Г., Малюка А.А., Петрова В.А., Пискарева А.С., Шеина А.В., Зегжды Д.П., Герасименко В.А., Грушо А.А., Щербакова А.Ю., Девянина П.Н., Романец Ю.В., Тимофеева П.А., Шаньгина В.Ф., а также зарубежных авторов К. Лендвера, Р. Сандху, М. Бишоп и других. Однако в известных работах выбор СЗИ по критерию конкурентоспособности предприятия не рассматривался. Вопросам анализа эффективности СЗИ посвятили труды такие российские и зарубежные авторы, как Домарев С.В., Маслова Н.А., Суханов А.В., Peltier, Thomas R., Behnia A., Rashid R.A. и Chaudhry J.A. В работах этих авторов не использовалась неполная, неточная и нечисловая информация (*ннн*-информация), целесообразность учета которой указана в работах Хованова Н.В.

**Основной целью** работы является обоснование выбора наилучшего варианта СЗИ по критерию конкурентоспособности предприятия и повышение состояния его защищенности от угроз нарушения ИБ. В соответствии с поставленной целью решены следующие **задачи**:

1. Анализ источников проблематики исследования и постановка задачи.
2. Разработка алгоритма генерации допустимых вариантов системы защиты информации.
3. Разработка метода оптимизации вариантов защиты.
4. Разработка алгоритма обработки нечётких входных данных.
5. Разработка метода обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности предприятия.
6. Экспериментальная оценка предложенных методов и алгоритмов.

**Методы исследований.** Поставленные задачи решены на основе применения теории принятия решений, теории защиты информации, теории графов, методов дискретной математики, системного анализа, экспертного анализа.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Алгоритм генерации допустимых вариантов системы защиты информации на основе метода ветвей и границ.

2. Метод оптимизации вариантов защиты по критерию конкурентоспособности предприятия на основе рандомизации сводных оценок.

3. Алгоритм обработки нечетких входных данных для обоснованного варианта СЗИ на основе обобщения функций принадлежности.

4. Метод обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности предприятия и алгоритм оценки эффективности СЗИ.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается научной обоснованностью приводимых расчетов, корректностью используемых математических выражений; подтверждается сверкой теоретических положений с полученными в ходе внедрения на двух предприятиях реальными значениями; широкой апробацией результатов диссертационной работы на международных и всероссийских конференциях.

**Научная новизна работы.** Научная новизна полученных результатов обусловлена следующим:

1. Полученный в диссертации метод обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности предприятия отличается от известных тем, что основывается на определении значений предложенных показателей конкурентоспособности и их использовании для принятия решений.

2. Разработанный алгоритм генерации допустимых вариантов системы защиты информации, в отличие от известных, использует интегрированную оценку стоимости и совместимости средств защиты информации.

3. Разработанный алгоритм обработки нечетких входных данных отличается от известных тем, что впервые применен для обоснования выбора СЗИ.

4. Полученный метод оптимизации вариантов защиты и алгоритм оценки эффективности СЗИ, в отличие от известных, базируется на вычислении коэффициента изменения конкурентоспособности.

**Практическая значимость полученных результатов** определяется возможностью их использования для выбора наилучшего варианта СЗИ для конкретных условий функционирования предприятия.

**Результаты внедрения.** Результаты диссертационной работы опробованы на двух малых предприятиях г. Санкт-Петербурга (ЗАО «КОНТО», ООО «Лесной Двор») и внедрены в учебный процесс «Смольного института РАО».

**Апробация результатов исследования.** Результаты, полученные в ходе исследования, докладывались и обсуждались на ряде конференций, в том числе на II Международной научно – практической конференции «Инновационные процессы в сфере сервиса: проблемы и перспективы» (2010); II Всероссийской научной конференции «Научное творчество XXI века» с международным участием (2010); конференции «Актуальные проблемы современной науки и образования» (2010); Всероссийской научно – практической конференции «Проблемы развития предпринимательства» (2010); V межвузовской научно – практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Социально – экономические аспекты сервиса: современное состояние и перспективы развития» (2011); III Международной научно-практической

конференции «Инновационные технологии в сервисе» ITS (2012); конференции «Региональная информатика (РИ-2012, РИ-2016)», конференции "Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2013)".

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Личный вклад автора.** Теоретические и практические результаты, получены автором лично. Анализ затронутых научных проблем, основные научные положения сформулированы самостоятельно.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка источников литературы и приложений. Общий объем диссертационного исследования составляет 155 страниц машинописного текста, включая 18 таблиц, 27 рисунков и 5 приложений. Библиографический список содержит 166 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность темы исследования, определены цель и задачи исследования, формулируются положения научной новизны и практической значимости работы.

**В первой главе** исследованы вопросы наиболее используемых в настоящее время методов выбора и создания СЗИ на предприятиях. Рассмотрены существующие методики расчета эффективности работы СЗИ. Сформулирована техническая задача, которая заключается в том, что необходимо найти вариант СЗИ (набора средств ЗИ), при котором конкурентоспособность предприятия будет максимальной. Отмечается, что одним из важнейших требований к СЗИ является её адаптируемость к изменениям технологических схем, условий функционирования предприятия, стратегического вектора развития и изменения законодательства. Результатом построения СЗИ является не только решение целевых задач, в том числе управления доступом, регистрации и учета, криптографической защиты, обеспечения целостности и др., но и стабилизация бизнес-процессов предприятия за счёт снижения отрицательных воздействий использования уязвимостей злоумышленниками, и устранения негативного эффекта реализации методов недобросовестной конкуренции. Задача исследования сводится к нахождению целесообразного способа (средства) защиты, при котором конкурентоспособность предприятия будет максимальной.

**Во второй главе** получен алгоритм генерации допустимых вариантов системы защиты информации и представлен метод оптимизации вариантов защиты. Предложенный алгоритм генерации допустимых вариантов СЗИ позволяет сузить число комбинаций средств ЗИ из  $k$  разных типов средств ЗИ (СЗИ НСД, МЭ, антивирусы и т.д.), удовлетворяющих ограничениям по стоимости, совместимости и требованиям к сертификату. Алгоритм заключается в формировании таблицы, столбцы которой соответствуют типам средств ЗИ, а строки вариантам средств ЗИ. Для каждого средства ЗИ определяется его стоимость и значение совместимости с основными средствами

ЗИ (СЗИ НСД), размещаемыми в первом столбце. Для каждого СЗИ НСД дополнительно прописывается характеристика сертификата. В качестве характеристики сертификата выбирается количество месяцев до окончания срока действия сертификата (присваивается 0, если сертификата нет). Ограничения на расходы, связанные с приобретением средств защиты и выполнение условия совместимости работы средств защиты для определённой ветви графа отражены в следующей формуле:

$$\sum_{j=1}^k C(r_j) \leq C^d, \begin{cases} \sum_{j=1}^k \varphi(r_j) = k \\ \varphi(r_j) \in \{0,1\} \end{cases} \quad (1)$$

где  $C^d$  – допустимые расходы на приобретение средств защиты,  $C(r_j)$  – расходы на приобретение  $r_j$ -го средства защиты;  $\varphi(r_j)$  – коэффициент совместимости, который равен 1 при совместимости со всеми вершинами графа уже пройденного пути и 0 при обратной ситуации. Выбор элементов отражает ориентированный граф, представленный на рисунке 1.

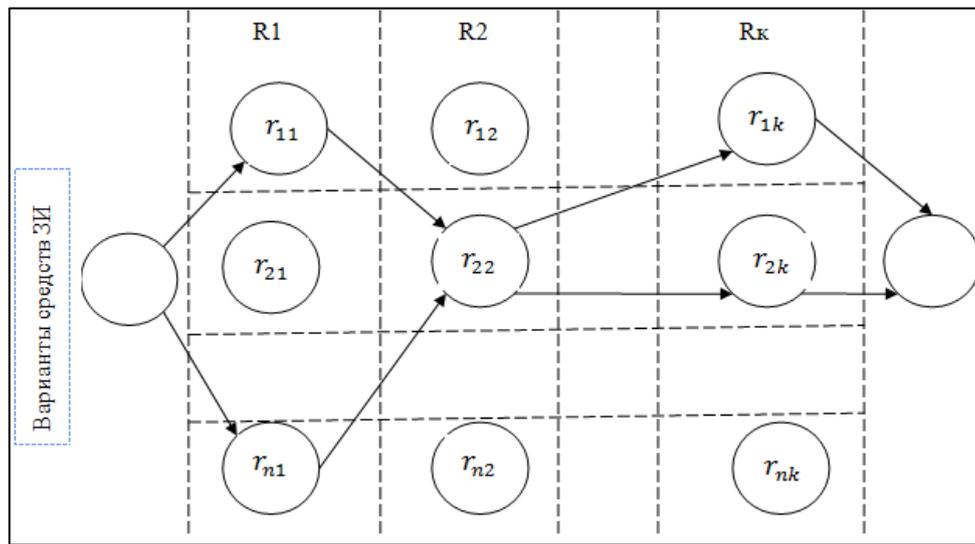


Рисунок 1 – Ориентированный граф генерации вариантов средств защиты

Применяется метод ветвей и границ. На каждом шаге метода элементы таблицы подвергаются анализу – удовлетворяют выбранные элементы наложенным ограничениям или нет. Сгенерировав  $N$  комбинаций средств защиты информации для данного предприятия, можно приступить к выбору оптимального варианта СЗИ, на основе средств ЗИ из  $N$  отобранных вариантов.

Получен метод оптимизации вариантов защиты. Условный эффект равен

$$\mathcal{E}_{y_{ИБ}}(\mathbf{x}) = Y_{до} - Y_{noc} = Y_{до}(1 - \rho(\mathbf{x})), \quad \rho \in [0,1], \quad (2)$$

где  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_m)$  – вектор исходных характеристик исследуемой системы;  $Y_{до}$  и  $Y_{noc}$  – величины ущерба в денежном выражении до и после внедрения СЗИ;  $\rho(\mathbf{x})$  – коэффициент изменения конкурентоспособности. Метод оптимизации вариантов защиты отражают следующие соотношения:

$$K_{пред}^0(\mathbf{x}^0) = \max_{l \in \Omega} \left( \sum_{s=1}^n a_s b_s \frac{Q_s + \mathcal{E}_{yИБ}^{sl}(\mathbf{x}^l)}{Q_s^{\delta}} \times \frac{C_s^{\delta} + E_s^{\delta}}{C_s + E_s + Z_{sl}(\mathbf{x}^l)} \right)$$

$$\mathbf{x}^0 = \text{Arg max}(K_{пред}^l), \quad l = 1, \dots, N; \quad \mathbf{x}^0 \in X^d$$

$$\sum_{s=1}^n Z_{sl}(\mathbf{x}^l) \leq Z^d; \quad \sum_{j=1}^k C^l(r_j^l) \leq C^d; \quad \begin{cases} \sum_{j=1}^k \varphi(r_j) = k \\ \varphi(r_j) \in \{0,1\} \end{cases}; \quad h = \frac{1}{h_i}; \quad P(\{\tilde{Q}^{(l)} > \tilde{Q}^{(l+1)}\}) > \alpha \quad (3)$$

где  $\mathbf{x}^0$  – аргумент максимизации;  $X^d$  – множество допустимых значений векторов числовых характеристик;  $Z^d$  – допустимые затраты для предприятия;  $P$  – достоверность доминирования,  $\alpha \in [0,1]$  – параметр достоверности доминирования,  $h_i$  – шаг дискретизации;  $k$  – типы средств ЗИ;  $\Omega$  – множество вариантов СЗИ. Из  $N$  альтернативных вариантов СЗИ выбирается наилучший вариант, который обеспечивает максимум конкурентоспособности предприятия.

Проведен анализ различных методов многокритериальной оптимизации и подходов к получению весовых коэффициентов. Представлены принцип Эджворта-Парето, методы главного критерия, уступок, свертки. Получение весовых коэффициентов рассмотрено в логическом методе, методе анализа иерархий, формулах Фишберна, методе сводных показателей, методе рандомизированных сводных показателей. Сделан вывод, что наиболее подходящим к решению задачи выбора наилучшего варианта СЗИ по независимым равнозначным критериям является метод свертки с рандомизированными весовыми коэффициентами. Показано, что при этом необходима его модификация.

Проведен анализ методик расчета конкурентоспособности предприятия на предмет учета влияния ИБ. Выведена количественная формула влияния ИБ на конкурентоспособность предприятия:

$$K_{пред} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i \frac{Q_i + \mathcal{E}_{yИБ}^i}{Q_i^{\delta}} \times \frac{C_i^{\delta} + E_i^{\delta}}{C_i + E_i + Z_i}, \quad (4)$$

где  $a_i$  – доля товара (услуги) в объеме продаж за анализируемый период, доли единицы;  $b_i$  – относительный вес рынка, на котором представлен товар предприятия;  $C$  – покупная цена продукции,  $E$  – сопутствующие затраты на использование;  $Q$  – коммерческая оценка качества;  $\bar{b}$  – базовый товар,  $\mathcal{E}_{yИБ}^i = d_i \mathcal{E}_{yИБ}$  – доля условного эффекта для каждого товара от  $\mathcal{E}_{yИБ}$ ,  $Z_i = d_i Z$  – доля затрат для каждого товара от  $Z$ ,  $Z$  – затраты на реализацию и поддержание работы СЗИ и службы информационной безопасности.

**В третьей главе** получен алгоритм обработки нечетких входных данных и представлен метод обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности, в котором формируются показатели целевой функции метода оптимизации.

Показана целесообразность применения теории нечетких множеств и нечеткой логики. Метод модифицированных сводных показателей (ММРСП) включает в себя гибридную модель, состоящую из частей, использующих четкую и нечеткую информацию. Модификация метода заключается: в использовании в качестве начального этапа нечеткой модели, основанной на

нечеткой информации, предоставляемой экспертами; в применении в ММРСП сначала нечеткой лингвистической шкалы, а затем абсолютной шкалы вместо порядковой шкалы, использовавшейся в МРСП; в том, что в МРСП входные данные – точные значения характеристик исследуемых систем, на выходе – рейтинги для каждой системы. Входные данные в ММРСП – опорные значения функции принадлежности, на выходе – значение коэффициента, оптимизированное по всем критериям для каждой системы.

Алгоритм обработки нечетких входных данных включает в себя метод нечеткого моделирования, использующий экспертные знания. Метод основан на ментальной модели, создаваемой экспертом на основе реальной системы. Ментальная модель продуцирует вербальную, в рамках которой эксперт выражает свои знания. Связь перечисленных моделей представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Процесс построения начального этапа ММРСП

Эксперты предоставляют опорные значения  $u_k^{ijl}$ , при  $k = 1, 4$  – пессимистичные нижние и верхние оценки, при  $k = 2, 3$  – интервал наиболее ожидаемых значений для объектов  $j = 1, \dots, k$ , критериев  $i = 1, \dots, m$ , экспертов  $l = 1, \dots, n$  (рисунок 3).

Принцип обобщения для функции нескольких переменных представляет собой задание функции принадлежности выходного значения системы. Сформирована трапецеидальная функция принадлежности  $\mu_{A_i}(u^l)$  нечеткого числа. Группа из  $n$  экспертов сформировала  $n$  функций принадлежности, оценивая коэффициент по каждому критерию для каждой системы. Для определения выходной функции принадлежности использован принцип обобщения. В результате получается следующая система с нечеткими входами и нечетким выходом MISO:

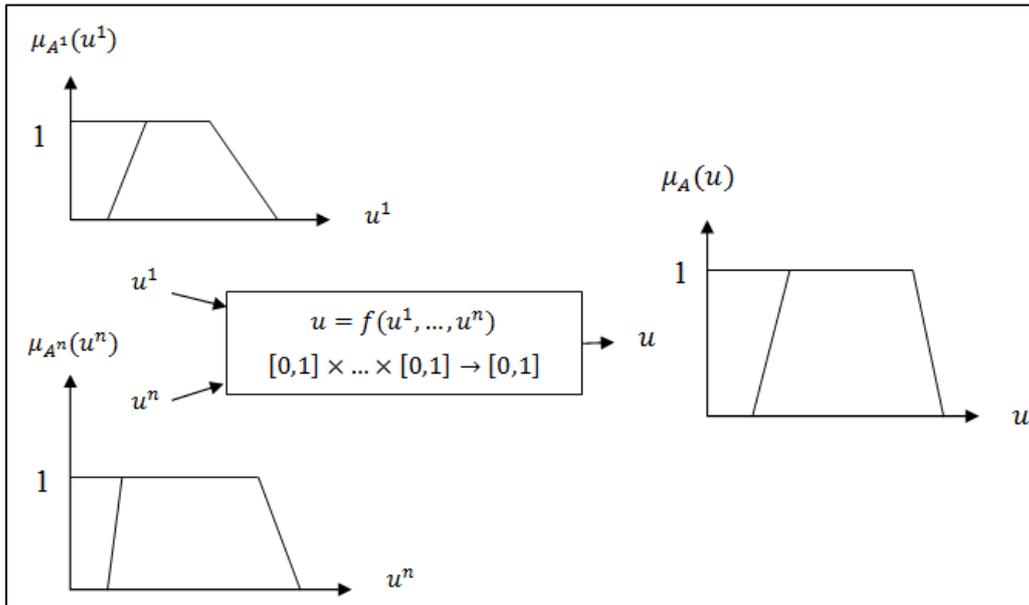


Рисунок 3 – MISO-система с нечеткими входами и нечетким выходом

$$\mu_A(u) = u = f(u^1, \dots, u^n) \bigvee (\mu_{A^1}(u^1) \wedge \dots \wedge \mu_{A^n}(u^n)), \quad \forall u^1, \dots, u^n, u \in R \quad (4)$$

где символ  $\vee$  означает объединение множеств на основе операции  $\max$ ,  $\wedge$  означает объединение множеств на основе операции  $\min$ .

Производится дефаззификация полученных оценок. Функции  $L(u) = \frac{u-u_1}{u_2-u_1}$  и  $R(x) = \frac{u_3-u}{u_3-u_4}$  есть левый и правый скаты функции принадлежности, соответственно (представлены на рисунке 4). Дефаззификация трапецидального числа проводится с помощью интегрального представления градуированного среднего значения нечеткого числа  $A$  :

$$centr(A) = \frac{\int_0^1 \frac{L^{-1}(\alpha) + R^{-1}(\alpha)}{2} \cdot \alpha d\alpha}{\int_0^1 \alpha d\alpha}. \quad (5)$$

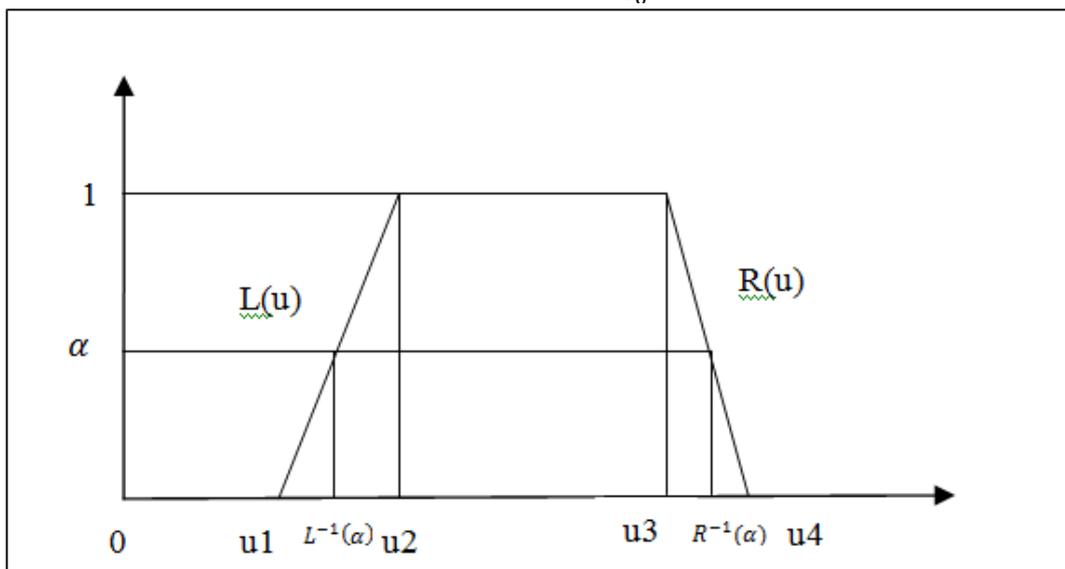


Рисунок 4 – Функция принадлежности трапецидального (L-R type) нечеткого числа

При дефаззификации функции принадлежности нечеткого числа на рисунке 5, получается точное центроидное значение для трапецеидального числа, которое подвергается дальнейшей обработке в предлагаемом методе. На выходе нечеткой модели получаются четкие субъективные значения.

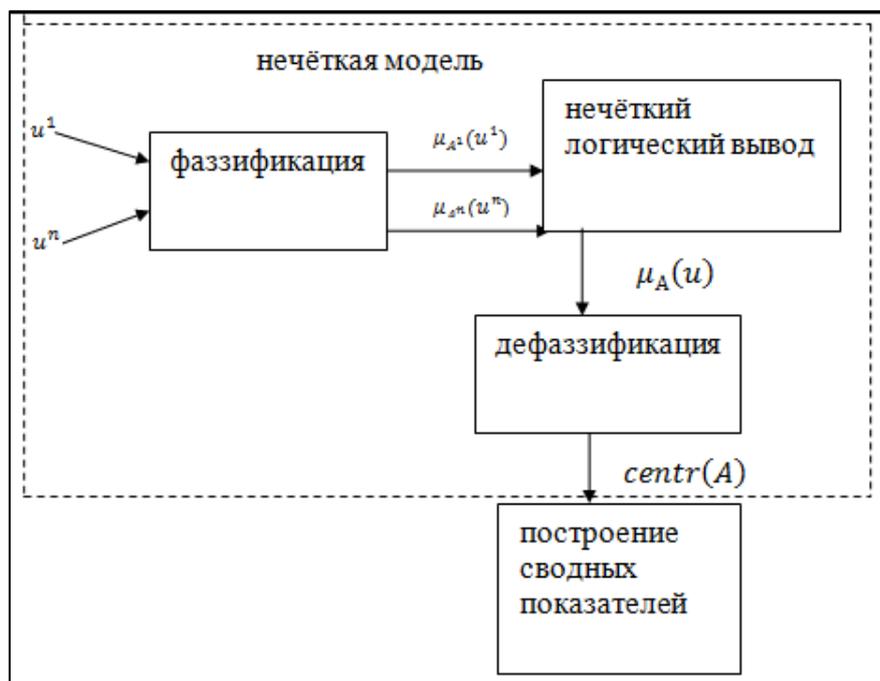


Рисунок 5 – Структура нечеткой модели

Метод обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности предприятия основывается на нечёткой и чёткой части гибридной модели. ММРСП проецирует оптимальный выбор объекта на выбор оптимальной оценки сводного показателя с учетом конкурентоспособности. Нечеткая часть гибридной модели метода, в основе которой находится нечеткая информация, поставляет на вход четкой части дефаззифицированные значения коэффициента изменения конкурентоспособности  $centr(A)_i^j = \rho_i^j$  по шкале каждого из критериев.

Блок-схема ММРСП представлена на рисунке 6. При поступлении четких фаззифицированных значений формируются аддитивные рандомизированные сводные показатели  $\tilde{Q}^{(j)}(\mathbf{q}, \tilde{\mathbf{w}}) = \sum_{i=1}^m q_i^{(j)} \tilde{w}_i$ , их оценки  $\bar{Q}^{(j)} = M\tilde{Q}^{(j)}$ , стандартные отклонения  $S^{(j)} = \sqrt{D\tilde{Q}^{(j)}}$ , и достоверность доминирования  $P(\{\tilde{Q}^{(m)} > \tilde{Q}^{(l)}\}) > \alpha$ , где  $\alpha \in [0,1]$ ,  $m, l = 1, \dots, k$ . Учет *ннн*-информации повышает точность оценок весовых коэффициентов, сводных показателей, уменьшает стандартные отклонения и приближает достоверность доминирования к единице.

С помощью ММРСП решается многокритериальная задача, получается теоретическое значение коэффициента изменения конкурентоспособности, СЗИ ранжируются, и выбирается оптимизационный вариант с учетом конкурентоспособности предприятия. Схема обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности представлена на рисунке 7.

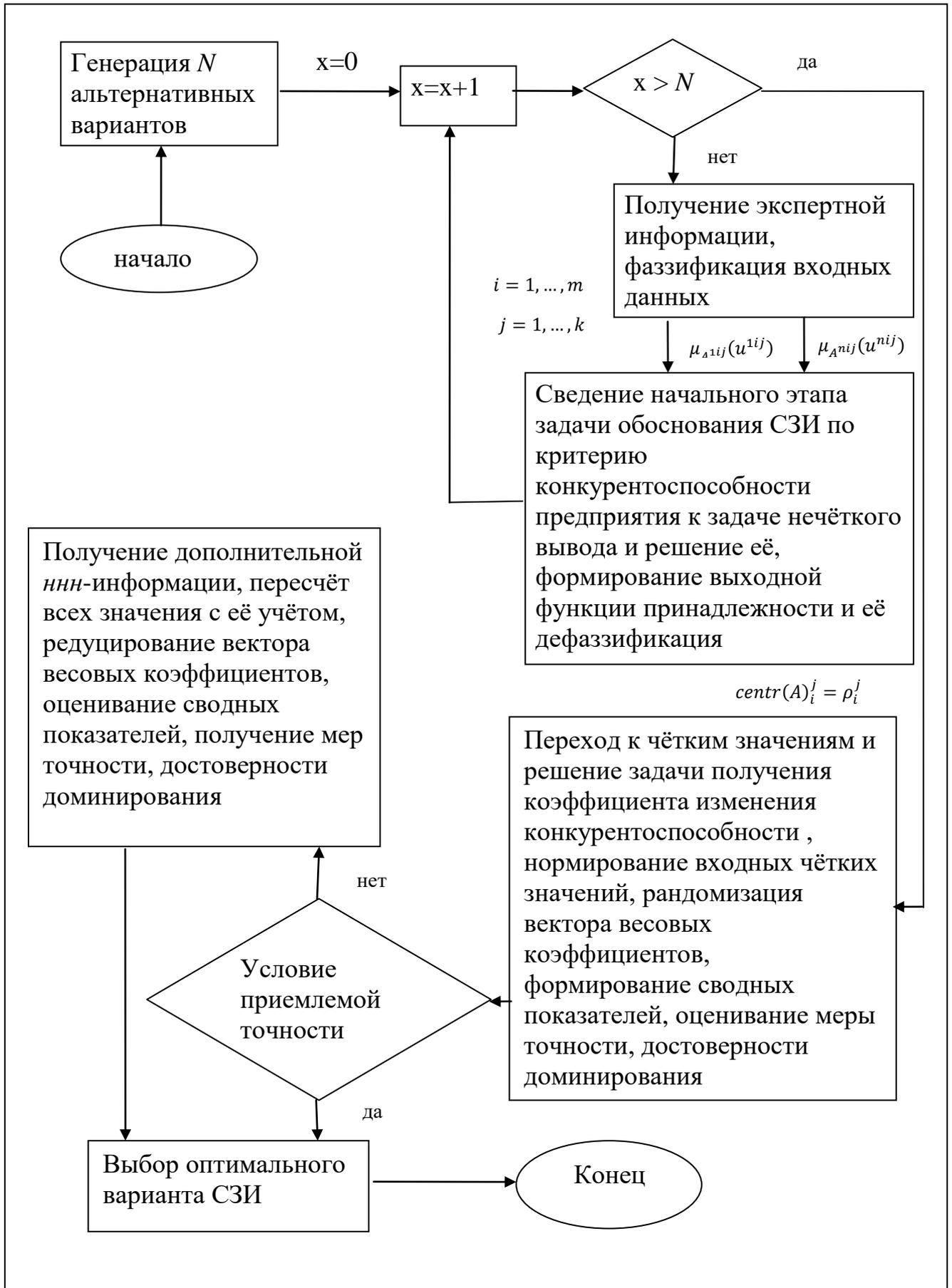


Рисунок 6 – Блок-схема метода ММРСРП

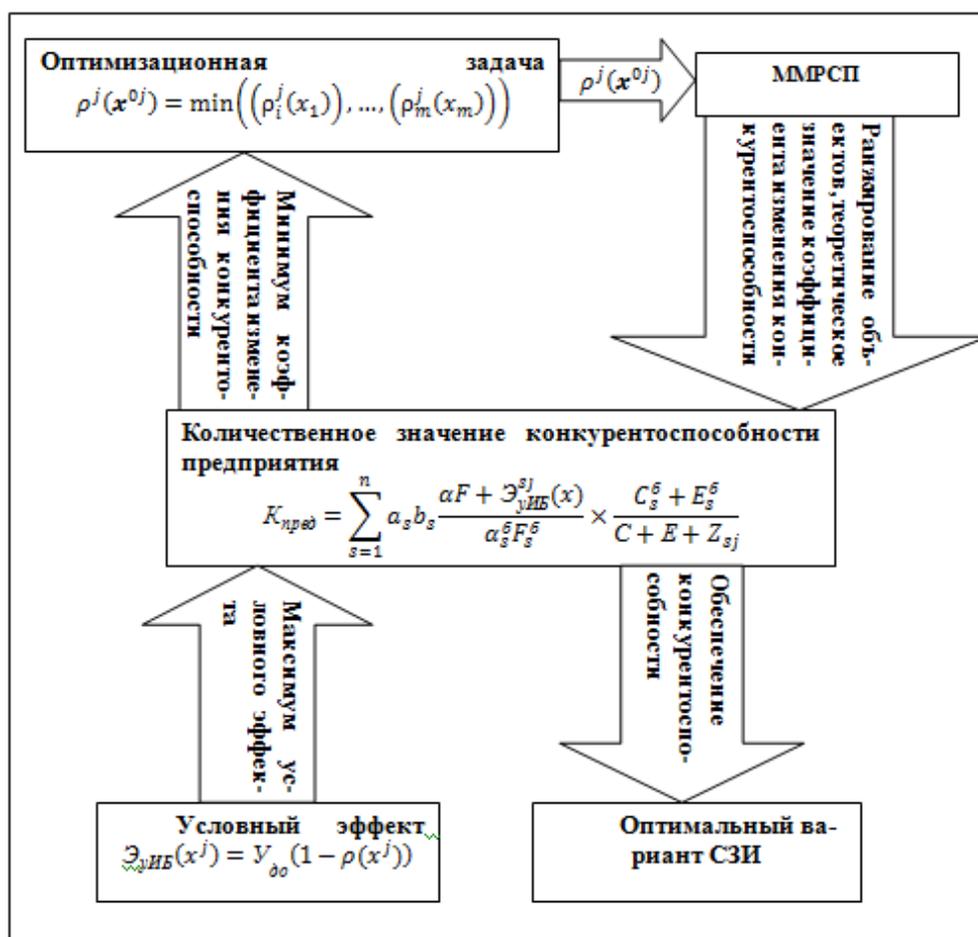


Рисунок 7 – Схема обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности

Предложен алгоритм оценки эффективности СЗИ. Под эффективностью СЗИ понимается степень соответствия результатов защиты информации поставленной цели. Целью работы алгоритма является достижение состояния защищенности предприятия от угроз нарушения ИБ с опорой на количественное значение конкурентоспособности, в которое входят показатели целостности, доступности, конфиденциальности информации. Следовательно, выбранный вариант СЗИ является эффективным. Подсчет экономической эффективности важен для проектных расчетов и обоснования выделяемых затрат руководству предприятия. В этом случае эффективность СЗИ зависит от результатов и затрат, сбалансированных в приемлемой пропорции, и рассчитывается по формуле  $\mathcal{E}_{\text{сзи}} = \frac{\text{результаты} - \text{затраты}}{\text{затраты}}$ . За результаты реализации конкретной СЗИ принимается максимальное значение условного эффекта, достигаемое при внедрении оптимизационного варианта СЗИ (рисунок 8).

Экономическая эффективность СЗИ равна

$$\rho(x^0) = \min((\rho_1(x_1), \dots, \rho_m(x_m))), \rho \in [0,1] x^0 = \text{Arg min}(\rho_i(x_i)), i = 1, \dots, m$$

$$x^0 \in X^d \text{ при ограничении } Z(x) \leq Z^d,$$

$$\mathcal{E}_{\text{сзи}}(x) = \frac{Y_{\text{до}}(1 - \rho(x))}{Z} - 1 \quad (7)$$

где  $Z$  – затраты на создание СЗИ. Если значение этого показателя больше нуля, то работа системы защиты информации считается эффективной.

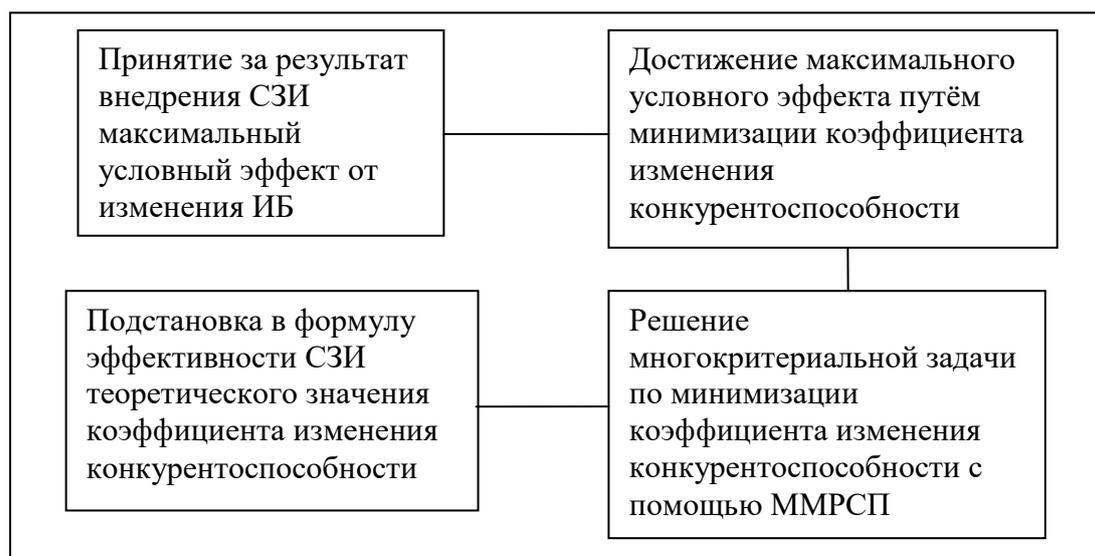


Рисунок 8 – Схема алгоритма оценки экономической эффективности СЗИ

В четвертой главе показаны результаты внедрения разработанных методов и алгоритмов в хозяйственную деятельность двух малых предприятий, сравниваются реальные и теоретические результаты.

В частности, для предприятия ЗАО «КОНТО» были рассчитаны теоретические и реальные значения для наилучшего варианта реализации СЗИ. Определены ущербы, причиненные предприятию в результате нарушений ИБ за 2014 и 2015 годы: 967 тыс. руб. и 452 тыс. руб. Выбрана комиссия из трех человек с коэффициентом конкордации  $W = 0,9$ . Сгенерированы три варианта средств ЗИ, удовлетворяющие условиям ограничения (рисунок 9).

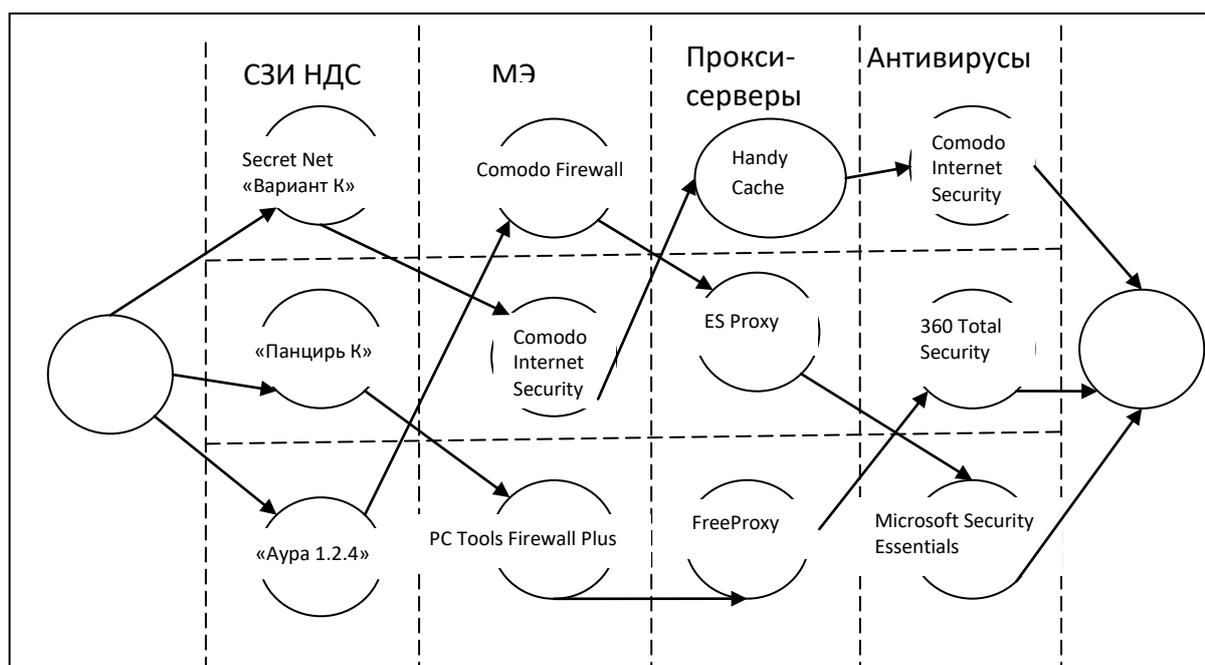


Рисунок 9 – Альтернативные варианты сгенерированных средств ЗИ

Экспертами даны оценки опорных точек коэффициента изменения конкурентоспособности  $u^{ijl}$ , ( $i = 1$  соответствует целостности информации,  $i = 2$  – конфиденциальности,  $i = 3$  – доступности,  $j$  – номер СЗИ,  $l$  – номер эксперта) по сетке от 0 до 1 с шагом 0,1, минимальные значения наиболее предпочтительны.

Применяя принцип обобщения при  $n = 3$ , получены выходные трапецидальные функции принадлежности. После дефаззификации интегральным представлением градуированного среднего значения, были получены итоговые значения для трех СЗИ, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка коэффициентов изменения конкурентоспособности трех вариантов СЗИ по трем критериям

$j$	$\rho_1^{(j)}$	$\rho_2^{(j)}$	$\rho_3^{(j)}$
1	0,400	0,550	0,534
2	0,533	0,306	0,645
3	0,700	0,467	0,316

В стохастической дискретной модели неопределенности задания весовых коэффициентов получены сводные оценки объектов  $\bar{Q}^{(j)}$ , меры точности этих объектов  $S^{(j)}$ , достоверность попарного доминирования рандомизированных сводных показателей  $P(j, l)$ . Все вычисления сделаны при дефиците информации о весовых коэффициентах, что послужило причиной малой точности (большие  $S$  и  $P$ , близкие к 0,5). В результате дополнительного опроса экспертов появилась следующая *ннн*-информация:

$$I = \{0,000 \leq w_1 \leq 0,250; 0,000 \leq w_2 \leq 0,500; 0,250 \leq w_3 \leq 0,750\}.$$

Эта информация редуцирует число всех возможных числовых коэффициентов до числа допустимых. Математическое ожидание, стандартные отклонения и достоверности доминирования представлены на рисунке 10.

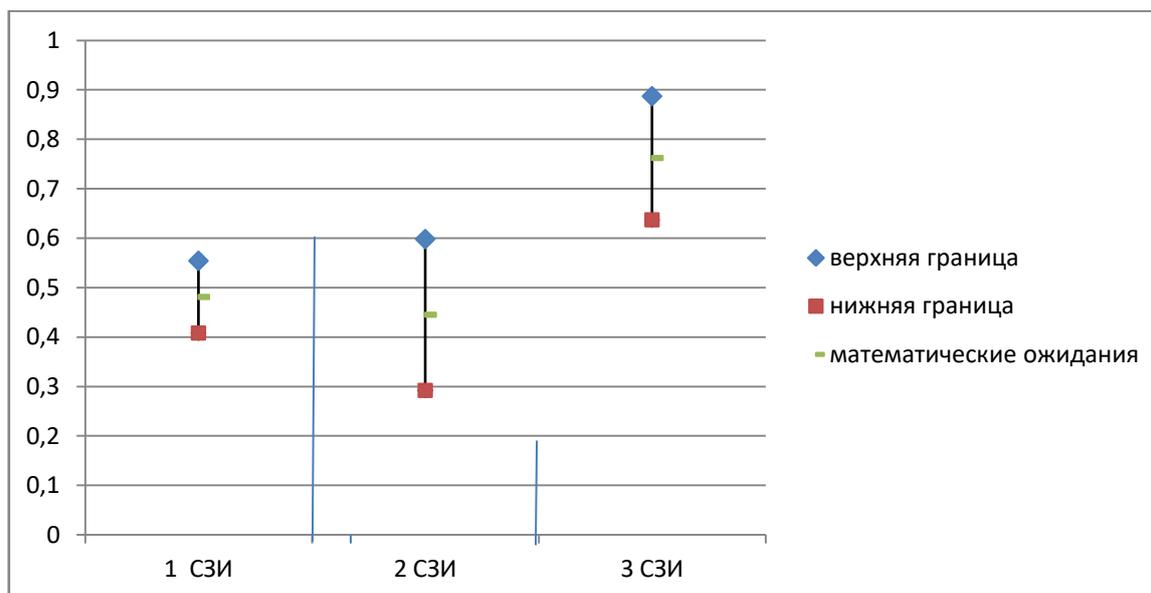


Рисунок 10 – Диаграмма сводных показателей

Вертикальные линии, берущие начало на нулевом уровне, соответствуют вероятности доминирования. Выбрана СЗИ с наибольшим математическим ожиданием, уменьшенным стандартным отклонением и большей достоверностью попарного доминирования, соответствующая третьему варианту. Сводный показатель выбранной СЗИ проецируется на нормировочную шкалу. Получается значение коэффициента изменения конкурентоспособности для выбранной СЗИ, равное

$$\rho(x) = 0,700 - (0,700 - 0,306) \cdot 0,762 = 0,400 .$$

Условный эффект равен  $\text{Эф}_{\text{УИБ}} = Y_{2014} \cdot (1 - \rho(x)) = 580200$  руб., затраты на прибавку к зарплате администратора ИБ и приобретение средств защиты составили 110000 руб. Таким образом, произошло увеличение конкурентоспособности данного предприятия:

$$K_{\text{пред}} = \sum_{i=1}^n a_i b_i \frac{\alpha_i F_i + \frac{580200}{n}}{\alpha_i^{\delta} F_i^{\delta}} \cdot \frac{C_i^{\delta} + E_i^{\delta}}{C_i + E_i + \frac{110000}{n}} . \quad (8)$$

$$\text{Эффективность СЗИ } \text{Эф}_{\text{СЗИ}} = \frac{967000 \times (1 - 0,400)}{110000} - 1 = 4,275 > 0 .$$

В 2015 г. реальный ущерб составил 452 тыс. руб. Получены реальные значения  $\rho_{\text{реал}} = \frac{Y_{2015}}{Y_{2014}} = \frac{452}{967} = 0,467$  ,  $\text{Э}_{\text{УИБ,реал}} = Y_{2014} - Y_{2015} = 515$  тыс. руб ;  $\text{Эф}_{\text{СЗИ}}^{\text{реал}} = \frac{515000}{110000} - 1 = 3,682 > 0$  . Разница между теоретическим условным эффектом и реальным составила 11%. После внедрения оптимизационного варианта СЗИ произошло снижение ущерба от нарушений ИБ. Во втором предприятии получены аналогичные результаты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена научно-техническая задача обоснования выбора наилучшего варианта системы защиты информации для повышения конкурентоспособности предприятия, имеющая существенное значение для развития цифровых технологий в области информационной безопасности, в том числе получены следующие результаты:

1. Разработан алгоритм генерации допустимых вариантов СЗИ, который позволяет сгенерировать допустимые наборы средств ЗИ. Дальнейшим направлением исследований является расширение алгоритма за счет учета эффективности совместного функционирования средств ЗИ.

2. Получен метод оптимизации вариантов защиты, который позволяет выбрать оптимальный вариант. Дальнейшим направлением исследований является увеличение количества критериев оптимизации, используя, например, устойчивость.

3. Разработан алгоритм обработки нечетких входных данных, который позволяет использовать эвристическую информацию. Дальнейшим направлением исследований является расширение алгоритма за счёт использования нейронечетких сетей для настройки параметров нечеткой модели.

4. Получен метод обоснования СЗИ по критерию конкурентоспособности предприятия и алгоритм оценки эффективности СЗИ, в которых учитывается коэффициент изменения конкурентоспособности. Дальнейшим направлением исследований является учёт суммарного стоимостного эффекта.

5. Произведено практическое внедрение и экспериментальная оценка разработанных алгоритмов и методов, которое показало, что внедрение оптимального варианта СЗИ приводит к уменьшению ущерба от нарушений ИБ.

Полученные результаты соответствуют пункту 9 «Модели и методы оценки защищенности информации и информационной безопасности объекта» и пункту 10 «Модели и методы оценки эффективности систем (комплексов) обеспечения информационной безопасности объектов защиты» паспорта специальности 05.13.19 – Методы и системы защиты информации, информационная безопасность.

### **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи в журналах, входящих в перечень ВАК:*

- 1) Попова Е. В. Метод выбора системы защиты информации с учетом критерия конкурентоспособности предприятия // Информационно-управляющие системы. – 2016. – № 6 (85). – С. 85-90.
- 2) Попова Е. В. Выбор варианта системы защиты информации по критерию обеспечения конкурентоспособности предприятия // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 2 (90). – С. 155-160
- 3) Попова Е. В. Эффективность системы защиты информации, выбранной по критерию обеспечения информации // Приборостроение. – №9. – 2014. – С. 19-22.
- 4) Попова Е. В. Расчет конкурентоспособности малых предприятий сферы сервиса при усилении информационной безопасности // Журнал «Вестник Российской академии естественных наук». – 2012, 16(3). – С. 48-51.

*Статьи в других изданиях:*

- 5) Попова Е. В. Метод экспертной оценки для формирования измерений при многокритериальном выборе системы защиты информации // Юбилейная XV Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2016)». Санкт-Петербург, 26-28 октября 2016 г.: Материалы конференции \ СПб: СПОИСУ, 2016. – С. 382-383.
- 6) Попова Е. В. Алгоритм получения экспертных оценок при выборе оптимального варианта системы защиты информации на основе нечетких множеств // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 2 / СПб: СПОИСУ, 2016. – С. 279-281.
- 7) Попова Е. В. Многокритериальный оптимизационный выбор системы защиты информации (СЗИ) для малых предприятий // Конференция ISRR-2013, VIII St. Petersburg Interregional Conference, октябрь 2013. – С. 191–192.
- 8) Попова Е. В. Проблемы информационной безопасности малых предприятий сферы услуг в эпоху начинающихся кибервойн // Конференция

- «Региональная информатика (РИ-2012)». – СПб: Изд-во СПбГУСЭ. – С. 186-188.
- 9) Попова Е. В. Повышение конкурентоспособности предприятия путем усиления информационной безопасности при дистанционной занятости работника // Конференция ITS 2012, СПб: Изд-во СПбГУСЭ, 2012. – С. 251-252.
- 10) Попова Е. В. Электронная цифровая подпись и электронная безопасность малых предприятий // Журнал «Теория и практика сервиса». – №2(8). – 2011. – С. 107-114.
- 11) Попова Е. В. Роль информационной безопасности при построении инновационной экономики // V Межвузовская научно-практическая конференция студентов, магистрантов и аспирантов «Социально-экономические аспекты сервиса: современное состояние и перспективы развития». - СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2011. – С. 244-246.
- 12) Попова Е. В. Переход от индустриального общества к обществу информационных услуг // II Всероссийская научная конференция «Научное творчество XXI века» с международным участием. – 2010. – С. 134-135.
- 13) Попова Е. В. Информационная безопасность от древней истории до современных инновационных центров // II Международная научно-практическая конференция «Инновационные процессы в сфере сервиса: проблемы и перспективы». – 2010. – С. 143-145.
- 14) Попова Е. В. Влияние информационного риска на бизнес // Конференция "Социально-экономические аспекты сервиса: современное состояние и перспективы развития". - СПб: Изд-во СПбГУСЭ, 2010. – С. 155-158.
- 15) Попова Е. В. Непрерывность бизнеса как следствие экономической и информационной безопасности предприятия // Конференция «Актуальные проблемы современной науки и образования». –2010. – С. 165-168.
- 16) Попова Е. В. Экономическая и информационная безопасность сферы сервиса // Материалы Международной научной конференции – Вторых Санкт-Петербургских социологических чтений. – СПб: Изд-во СПбГУСЭ, 2010. – С. 192-193.
- 17) Попова Е. В. Экономическая безопасность в период выхода из кризиса // Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы развития предпринимательства». – СПб: Изд-во СПбГУСЭ, 2010. – С. 344-347.