


На правах рукописи



Винокуров Дмитрий Евгеньевич

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕВЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ПОСТРОЕННЫЕ
АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ПРОЦЕДУРНЫЕ МОДЕЛИ**

Специальность 05 25 05 – «Информационные системы и процессы,
правовые аспекты информатики»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Тамбов 2008

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Информационные системы и защита информации» Государственного образовательного учреждения высшего и профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет»

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор
Громов Юрий Юрьевич

Официальные оппоненты

доктор технических наук, доцент
Малышев Владимир Александрович

кандидат технических наук, доцент
Королева Наталия Александровна

Ведущая организация.

Государственное образовательное
учреждение высшего и профессионального
образования «Воронежский
государственный университет»

Защита диссертации состоится «12» сентября 2008г в 13 час на заседании диссертационного совета Д 212 260 05 в ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет» по адресу

392000, г Тамбов, ул Советская, 106, Большой актовый зал

Отзывы в двух экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим направлять по адресу 392000, г Тамбов, ул Советская, 106, ученому секретарю диссертационного совета Д 212 260 05 Селивановой З М

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

Автореферат разослан “ 2 ” июля _____ 2008 г

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, доцент



Селиванова З М

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы Сетевая информационная система (СИС) представляет собой многоуровневую иерархическую структуру, включающую множество узлов, связанных между собой определенным образом. Такой конструкции присуще свойство уязвимости, которая определяется тем, что за счет многочисленных узлов и связей между ними (учитывая, что нормальное функционирование нескольких узлов иерархической сети возможно только при нормальном функционировании одного основного узла, называемого управляющим) нередко проявляется "каскадный эффект", когда сбой в одном месте провоцирует перегрузки и выход из строя других элементов.

Проектирование новых информационных систем (ИС) и развитие уже существующих связано с проблематикой принятия решений по использованию имеющихся сетевых структур, управлению потоками, распределению ресурсов между узлами. Перечисленные проблемы тесно связаны с задачей определения связности и живучести существующей или проектируемой ИС. Живучестью СИС называют чувствительность к повреждениям. Обычно, понятие живучести связывается с системами, подверженными нападению противника.

Для рассматриваемых систем характерно наличие не только объективной, но и субъективной неопределенности, когда некоторые параметры системы известны отдельным пользователям, но не известны лицу, принимающему решения (ЛПР) или другим пользователям. Ответственность за принятые решения обязывает аккурратно разграничить неопределенные и случайные неконтролируемые факторы. Случайность должна быть теоретически обоснована (и подтверждена результатами применения статистических методов), имеющаяся информация о функциях распределения, используемых случайных величинах должна быть указана явно. Взаимная зависимость элементов СИС приводит к немарковости случайных процессов, протекающих в них.

Проблеме оценки живучести СИС посвящен ряд работ (Додонов А Г, Кузнецова М Г., Вишневский В М., Белоцерковский Д Л, Мельников Ю Е, Сарыпбеков Ж С, Малащенко Ю Е, С J Colbourn, K Sekine, H Imai, S Tan, Smith A E и др.) Разработаны аналитические модели, адекватно описывающие процесс расчета живучести СИС, тем не менее, в настоящее время актуальной является задача разработки аналитического описания, обобщающего полученные ранее результаты и позволяющего не только осуществить разработку новых методов проектирования и анализа СИС, но и ставить и решать задачи расчета живучести СИС большой размерности и сложной структуры.

Цель работы построение информационной системы оценки живучести сетевых информационных систем. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ современных подходов, позволяющих оценить живучесть СИС на основе изучения ее графа и выбрать наиболее перспективные,
- провести анализ существующего и предложить необходимое новое аналитическое и процедурное обеспечение для оценки живучести СИС,
- на основе модели искусственной нейронной сети (ИНС) разработать аналитическую и процедурную модели вычисления живучести СИС, имеющих сложную (гибридную) топологию и большую размерность,

– на основе использования разработанного аналитического и процедурного обеспечения предложить структуру информационной системы оценки живучести СИС (ИСЖС),

Объект исследования Сетевая информационная система, испытывающая воздействие внешних неблагоприятных факторов

Предмет исследования Информационная система оценки живучести сетевых информационных систем

Методы исследования Для решения перечисленных задач в работе использованы методы системного анализа, математической статистики, аналитического моделирования, теории нечетких множеств, теории вероятностей и теории графов

Научная новизна работы заключается в следующем

– на основе модели искусственной нейронной сети (ИНС) разработана аналитическая модель оценки живучести СИС, имеющих сложную (гибридную) топологию и большую размерность,

– на основании аналитического обеспечения оценки живучести СИС разработана процедурная модель, основанная на модели обратного распространения ошибки

– предложен логико-лингвистический аппарат для выбора аналитической модели расчета живучести СИС, позволяющий многократно увеличить скорость оценки живучести СИС за счет выбора аналитической модели расчета согласно критериям (k -связность, диаметр, топология) живучести графа СИС,

– предложена структура информационной системы оценки живучести СИС, включающая модуль анализа текущего состояния исследуемой СИС, блок анализа исходных данных (отвечающий за выбор процедурной модели оценки живучести СИС и параметры и правила выбора, передаваемые в модуль расчета), блок синтеза сетевой структуры с улучшенной живучестью по выбранному критерию

Практическая значимость полученных результатов. Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных аналитических и процедурных моделей при проектировании новых и анализе уже существующих сетевых информационных систем инженерами-проектировщиками, а также в использовании полученной в ходе исследования структуры информационной системы для создания нового класса подобных систем и комплексов прикладного программного обеспечения на их основе

Полученные в ходе работы результаты использованы

1) при обучении студентов специальности «Информационные системы и технологии» (ИС) на факультете информационных технологий Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ), что позволило повысить качество и эффективность учебного процесса,

2) при обучении студентов специальностей «Электроснабжение промышленных предприятий» кафедры «Электрооборудование и автоматизация» ТГТУ,

3) при разработке учебно-методических пособий, лабораторных работ и обучающих программных комплексов по дисциплинам «Теория информационных процессов и систем», «Информационные сети» и «Теория информации» на кафедре «Информационные системы и защита информации» ТГТУ,

Реализация результатов работы осуществлена в опытно-проектировочных работах по оценке и улучшению показателя живучести СИС в рамках существующей концепции развития сетевых сервисов, выполненных на базе Тамбовского филиала ОАО «ЦентрТелеком» и в ряде мероприятий (анализ живучести существующей структуры СИС, проведение имитационного моделирования функционирования топологии СИС), направленных на улучшение живучести сети передачи данных ОАО «Пигмент»

Положения, выносимые на защиту:

– аналитические и процедурные модели оценки живучести СИС, функционирующей в условиях воздействия внешних неблагоприятных факторов (НФ), включающие полиномиальную и потоковую составляющие и использующие ИНС Полиномиальная составляющая модели позволяет оценить живучесть СИС по критерию k -связности графа, т.е. структурную живучесть СИС, тогда как потоковая составляющая модели позволяет оценить живучесть СИС согласно изменению пропускной способности ребер графа, соответствующих каналам связи (КС) в СИС,

– логико-лингвистический аппарат для выбора аналитической модели расчета живучести СИС, в соответствии с типом воздействия НФ и критериями живучести СИС, определенными для конкретной топологии графа СИС из имеющихся в базе знаний,

– информационная система оценки живучести СИС (ИСЖС), включающая в себя блок анализа исходных данных, отвечающий за выбор процедурной модели оценки живучести СИС, параметры и правила выбора, передаваемые в модуль оценки живучести, блок синтеза СИС с улучшенной живучестью по выбранному критерию, позволяющая проводить имитационное моделирование изменения сложных СИС, находящихся под воздействием внешних НФ на ЭВМ с последующей визуализацией результатов моделирования, а также хранить большое количество вариантов параметров в памяти ЭВМ и быстро выбирать из них нужные по определенным критериям на всех стадиях проектирования при расчете оптимальных параметров.

Апробация работы Основные результаты работы представлены и обсуждены на Всероссийских и международных научных конференциях “Повышение эффективности средств обработки информации на базе математического моделирования” (VII Всероссийская научно-техническая конференция, Тамбов 2004), “Формирование специалиста в условиях региона Новые подходы” (IV и V Всерос. межвузов науч. конф., Тамбов, 2004 и 2005), “Наука на рубеже тысячелетий (Международная конференция Тамбов 2004), на семинарах кафедры “Информационных систем” ТГТУ и кафедры “Прикладная информатика” Тамбовского филиала Московского государственного университета культуры и искусств

Объем и структура работы Диссертация, общий объем которой составляет 243 страницы (основной текст – 212 страниц) состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной научной литературы, включающего 272 наименования научных трудов на русском и иностранном языках и 11 приложений. Диссертация содержит 52 иллюстрации и 3 таблицы

Публикации По теме диссертации опубликовано 18 работ, из них 15 статей, в том числе 8 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 3 тезисов докладов на

региональных и Всероссийских научных конференциях

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулирована цель работы, поставлены задачи, решения которых позволяют достичь цели исследования

В главе 1 «Проблема живучести сетевых информационных систем и ее изложение в научной литературе» на основе изучения литературных источников проведен анализ информационных и экспертных систем построения топологий сетей и оценки их живучести, многочисленных публикаций, в которых отражены технологии, логическая, физическая и программная структура современных СИС. Проанализированы основные подходы к обеспечению живучести СИС, за основу для разработки аналитического и программного обеспечения выбран функциональный подход, как наиболее неизученное направление обеспечения живучести, заключающееся в эффективном управлении ресурсами системы, исправно функционирующими после воздействия внешних неблагоприятных факторов (НФ) на СИС, что позволяет обеспечить выполнение поставленной цели. Решение этой проблемы включает в себя следующие задачи:

1) реконфигурация структуры, т.е. перекоммутация связей между исправно работающими элементами системы с учетом структуры и требований к реализуемым заданиям,

2) изменение функций элементов с учетом ухудшения их технических характеристик и соответствующих корректировок целей функционирования системы после воздействия НФ,

3) оптимальное перераспределение ресурсов системы под множество функций, определенных с учетом реальных значений показателей живучести системы,

4) диспетчеризация, т.е. управление процессами реализации заданий и режимами функционирования системы.

В главе 2 «Аналитическое обеспечение информационной системы оценки живучести сетевых информационных систем» показана необходимость создания ИСЖС и приведены общая (рис. 1) и функциональная (рис. 2) схемы ИСЖС, дана их расшифровка. ИСЖС состоит из следующих компонент:

1 Система знаний (СЗ), состоящая из набора баз знаний (БЗ) (БЗ№1)– (БЗ№N) или одной распределенной БЗ, связанных между собой определенными параметрами хранящихся в них моделей СИС и НФ (знаниями о СИС, НФ и типах воздействия НФ на СИС, промежуточными значениями расчетов) и баз данных (БД) готовых решений.

2 Система поиска информации по БД и БЗ, указанным в п. 1.

3 Процедурной модели анализа СИС, в функцию которой входит отнесение сетевой структуры к тому или иному типу и передача необходимых данных из системы знаний в выбранную процедурную модель для расчета.

4 Процедурной модели оценки живучести исследуемой СИС в зависимости от ее типа.

5 Модуля анализа текущего состояния.

6 Процедурной модели синтеза СИС с учетом оцененных значений живучести.

7 Комплекса программно-аппаратных средств.

8 Пользовательского интерфейса (для ввода новых данных ЛПР, задания критериев оценки и вывода результатов расчета для ЛПР)

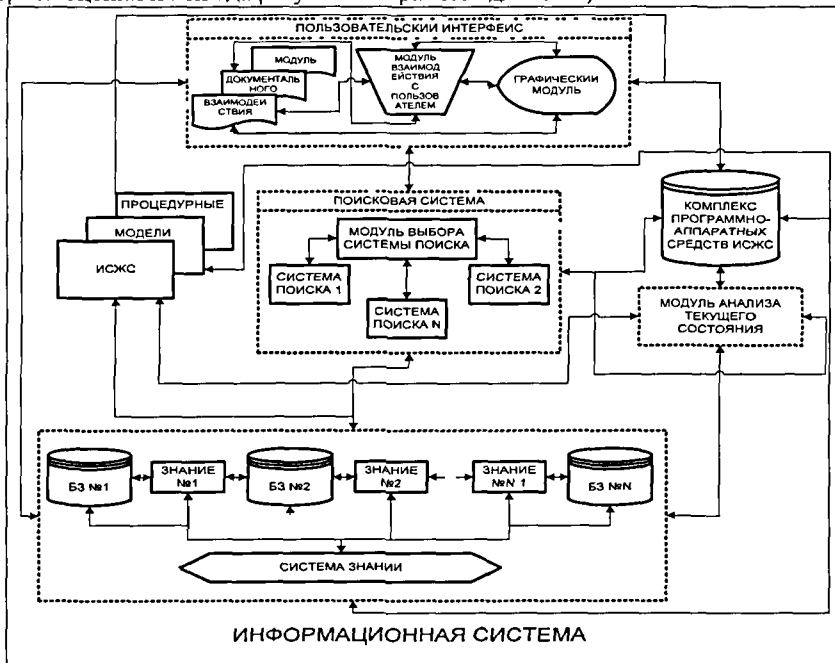


Рис 1 Схема информационной системы оценки живучести СИС

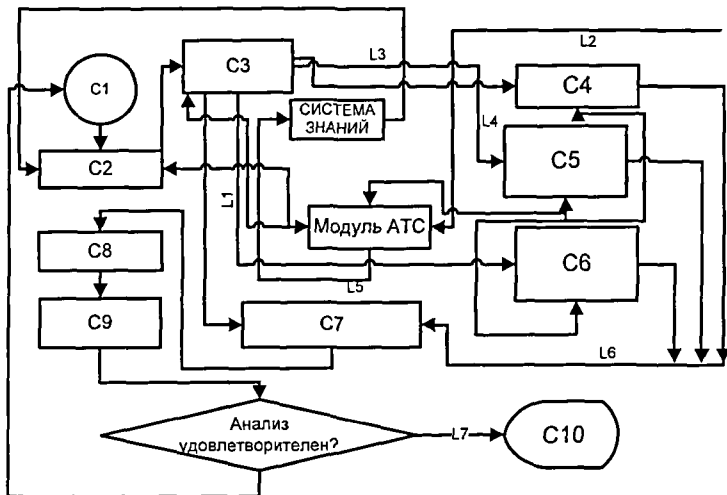


Рис 2 Схема информационных потоков в ИЖС

C1 – система знаний / поисковая система, C2 – построение графовой модели сети, параметризация модели, включая знания о параметрах НФ, C3 - блок анализа исходных данных (полученной модели СИС), C4 - полиномиальная модель (модель

№1) оценки живучести СИС, С5 - нейросетевая модель (модель №2) оценки живучести СИС, С6 – потоковая модель (модель №3) оценки живучести СИС, С7 – блок анализа полученной структуры с учетом живучести и поиск наиболее слабых участков сети, синтез оптимизированной СИС, выдача рекомендаций пользователю, С8 - оптимизация модели СИС, С9 – анализ полученных результатов, L1 – заданные параметры модели СИС (топология, количество узлов, ребер, стоимости, вероятности и т.д.), L2 - канал ввода информации от внешнего программно-аппаратного комплекса (например, CiscoWorks), L3 - СИС описана сетчатым, полным, двуполосным графом, имеет большую размерность (до 1000 ребер), L4 – СИС имеет сложную и/или гибридную структуру (граф СИС – многоуровневый лес), большую размерность, L5 – СИС имеет радиальную или радиально-кольцевую топологию, L6 – рассчитанные параметры модели СИС (живучесть, пути, распределение потоков и т.д.), L7, С10 – вывод информации для ЛПР, модуль АТС – модуль анализа текущего состояния исследуемой СИС

В диссертации проанализированы критерии, по которым необходимо оценивать живучесть графа СИС (k -связность, диаметр графа СИС $L = \max_{V', V'' \in V} L(V', V'')$,

$L(V', V'')$ – длины кратчайших путей между всеми парами вершин $V', V'' \in V$, вероятность разрыва ребра графа СИС и пропускная способность ребер графа СИС)

Рассмотрено следующее аналитическое обеспечение ИСЖС

1 Аналитическая модель оценки живучести СИС в полиномиальной форме (полином Татта) Рассмотрены случаи оценки живучести СИС в полиномиальной форме, расчет с помощью формул контракции и удаления ребра, живучесть двуполосной СИС в полиномиальной форме, расчет верхнего предела функции живучести СИС, расчет многочлена Татта для полного графа СИС и оценка живучести СИС для полного графа Результирующий полином будет иметь вид, представленный в (1.1)

$$R(G, p, q) = 1 - (q_1 q_2 q_3 q_4 + p_1 p_2 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6), \quad (1.1)$$

где G – граф СИС, p – вероятность удаления ребра графа G , $q = (1 - p)$ Иллюстрация процесса оценки живучести с использованием полинома Татта представлена на рис 3

2 Аналитическая модель оценки живучести СИС с использованием модели ИНС (2.1 – 2.3) Определены следующие допущения задается размещение каждого узла СИС, узлы достаточно надежны, стоимость узла и живучесть фиксированы и известны, каждое ребро двунаправлено, СИС не содержит избыточных ребер, ребра либо рабочие, либо поврежденные, повреждения ребер независимы, ремонт не рассматривается На входе нейросети следующие параметры реберная топология исследуемой СИС (как матрица инцидентий ребер графа СИС), вероятность удаления ребра, оценка живучести СИС сверху

Математическая модель оценки живучести с использованием ИНС имеет следующий вид

$$\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (c_{ij} x_{ij}) + \delta (c_{\max} (R(G(E), p) - R_0))^2 \rightarrow \min_{c_{ij}} \quad (2.1)$$

$$\text{где } \delta = \begin{cases} 0, & \text{если } R(G(E), p) \geq R_0 \\ 1, & \text{если } R(G(E), p) < R_0 \end{cases}, \quad 0 < c_{ij} \leq c_{\max} \quad (2.2)$$

N – количество узлов, e_{ij} – ребро между узлом i и j , x_{ij} – переменная принятия решения, $x_{ij} \in \{0,1\}$, $G(E)$ – топология ребер вида $\{e_{12}, e_{13}, \dots, e_{ij}, \dots, e_{N,N-1}\}$, $R(G(E), p)$ – живучесть СИС, R_0 – требование к живучести СИС (оценка живучести сверху), p – вероятность поражения ребра e_{ij} , c_{ij} – стоимость ребра e_{ij} , c_{\max} – максимальное значение c_{ij}

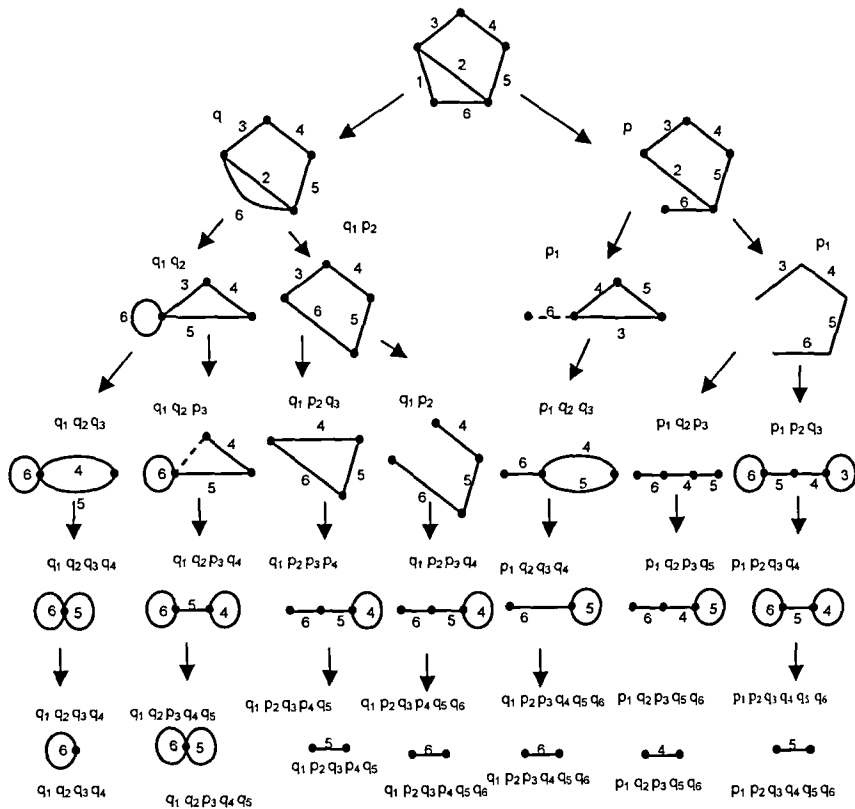


Рис 3 Иллюстрация процесса оценки живучести СИС в полиномиальной форме

Оценка живучести сверху рассчитана по следующей формуле

$$0 < R(G(E), p) \leq 1 - \left[\sum_{i=1}^U \left(\prod_{k \in U_i} (1 - w_k) \prod_{j=1}^{i-1} \left(1 - \frac{\prod_{k \in U_j} (1 - w_k)}{(1 - w_k)} \right) \right) \right], \quad (2.3)$$

где w_k – вероятность отсутствия связи в ИНС, U_i – набор связей в i -й топологии ИНС, инцидентных заданному нейрону. Процесс оценки живучести СИС с использованием модели ИНС представлен на рис 4, примеры изменения топологии ИНС в процессе расчета живучести СИС – на рис 5, где $R(G(E), p)$ – живучесть СИС, u – количество вариантов топологии ИНС

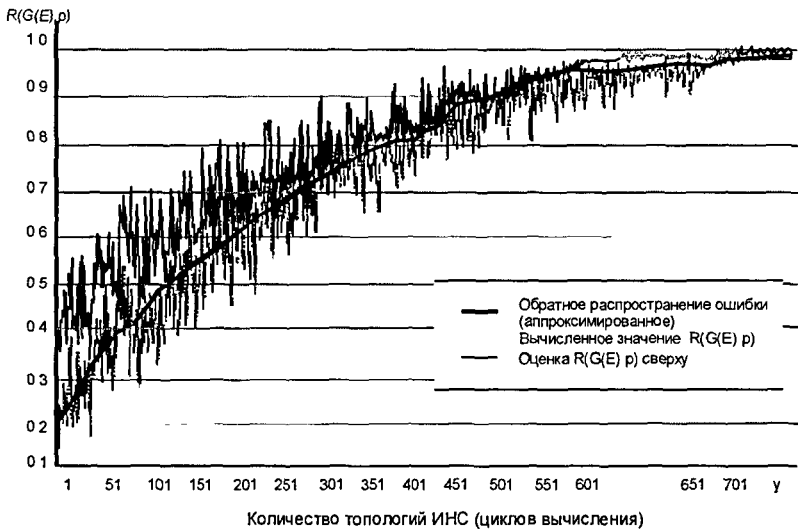


Рис 4 Результаты процесса оценки живучести СИС с использованием модели ИНС

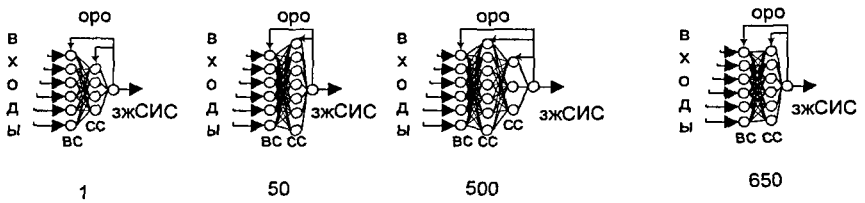


Рис 5 Примеры сгенерированных топологий ИНС для оценки живучести СИС

Входы – значения, подаваемые на вход ИНС (матрица инцидентий ребер графа СИС, вероятность поражения ребра графа СИС, оценка живучести СИС сверху), оро – процедура обратного распространения ошибки (в процессе обучения ИНС), вс – входной слой нейронов ИНС, сс – скрытый слой нейронов ИНС, зжСИС – выходной слой, несущий рассчитанное значение живучести СИС

3 Аналитическая модель вычисления живучести СИС, основанная на потоковой математической модели МП-сети

Потоковая СИС $S = (V, R, P)$ задается множествами $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – узлов СИС, $R = \{r_1, r_2, \dots, r_l\}, R \subset V \times V$ – ребер физического графа СИС G и $O = \{o_1, o_2, \dots, o_m\}, O \subset V \times V$ – тяготеющих пар (видов продуктов), или ребер логического графа СИС \bar{G}

Соответствующие индексные множества обозначим $N = \{1, \dots, n\}, E = \{1, \dots, e\}, M = \{1, \dots, m\}, \Rightarrow V = \{v_j\}_{j \in N}, R = \{r_k\}_{k \in E}, O = \{o_l\}_{l \in M}$

Указанная структура СИС может быть представлена с помощью матрицы инциденций «дуги-вершины» физического графа СИС G $A = \{a_{k,j}\}$ размера $(2e \times n)$

$$a_{k,j} = \begin{cases} 1, & \text{если } k \in S(v_j) \\ -1, & \text{если } k \in T(v_j) \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}, \quad (2.4)$$

где $v \in V$ – любая вершина, $S(v)$ множество индексов выходящих дуг, $T(v)$ – множество индексов входящих дуг, и матрицы связей логического графа СИС \bar{G} $B = \{b_{i,j}\}$ размера $(m \times n)$

$$b_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если } v_j = v_s \\ -1, & \text{если } v_j = v_i \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (2.5)$$

Значения z_i потока между источником и стоком для каждой тяготеющей пары θ_i задаются однозначно от распределения f потоков по ребрам физического графа G

Вектор $Z = Z(f) = (z_1, z_2, \dots, z_m)$, определяемый вектором распределения потоков f , является совокупностью потоков между всеми тяготеющими парами θ_i и называется мультипоток Z . В случае недопустимости СИС $\Theta_0 < 0$ возникает трудно разрешимая проблема перераспределения потоков по ребрам графа. Нормативно распределенный поток позволяет осуществить распределение в соответствии с уровнем обеспеченности различных тяготеющих пар оптимальным образом.

Возникают две различные постановки задачи о допустимости СИС относительно требований на организацию потоков

1) гарантированная – $D \subseteq L(c)$,

2) слабая (допустимость хотя бы одного вектора $d \in D$)

При такой постановке задачи допустимо только одно какое-то распределение $D \cap L(c) \neq \emptyset$. Обозначим $M_0 = M_0(d)$ – множество индексов i участка графа с

воздействием НФ. Образуем множество значений $\Theta^k = \max_{(f,z) \in X(c)} \min_{i \in M} \frac{z_i}{d_i}$ максиминной

обеспеченности требований

$$\Theta_1 = \frac{z_i^1}{d_i}, i \in M_1, M_1 \subset M \setminus M_0, \Theta_l = \frac{z_i^l}{d_i}, i \in M_l, M_l \subset M \setminus M_0 \cup M_1 \cup \dots \cup M_{l-1} \quad (2.9)$$

Будем продолжать построение до $l=L$, пока не будет исчерпано все множество M $M = M_0 \cup M_1 \cup \dots \cup M_L, L \leq m$

Любое L -распределение потоков $f^L(d)$ будем называть суперконкурентным. Всем суперконкурентным распределениям соответствует единственный суперконкурентный мультипоток $z^L(d)$ с компонентами вида

$$z_i^L(d) = \begin{cases} \Theta_0 d_i, i \in M_0 \\ \Theta_1 d_i, i \in M_1 \\ \Theta_L d_i, i \in M_L \end{cases}, \quad \mu_i = \sum_{j=0}^i \sum_{d \in M_j} d_i \quad (2.10)$$

Точки $(\mu_0, \Theta_0), (\mu_1, \Theta_1), (\mu_L, \Theta_L)$ определяют ступенчатую функцию $\Theta(\mu)$ – диаграмму обеспеченности потоковых требований (рис. 6). Любая точка на диаграмме означает, что доля μ всех требований обеспечена не более, чем Θ 100%.

В главе 3 «Процедурное обеспечение информационной системы оценки живучести сетевых структур» рассмотрено процедурное обеспечение ИСЖС, в том числе структура блока анализа исходных данных, включающую в себя процедурную модель генерации правил (табл. 1), состоящую из компоненты фазификации, компоненты анализа и выделения правил, а также компоненты очистки правил, и логико-лингвистическую модель блока анализа исходных данных.

Предложены процедурные модели оценки живучести СИС, основанные на аналитическом обеспечении, описанном в главе 2, определены размерности и топологии графов, оптимально подходящие для каждой процедурной модели. Разработана структура и описана функциональность модуля АТС (рис. 7) разработана процедурная модель анализа СИС на основе модели МП-сети, комбинированная задача выбора пропускных способностей и распределения потоков, задачи нахождения кратчайших путей и расчета объемов суммарной передачи информации.

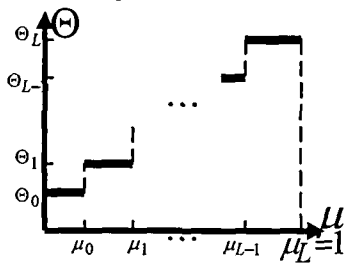


Рис. 6 Диаграмма обеспеченности требований

Таблица 1 Процедурная модель генерации правил для блока анализа исходных данных

Шаг №	Описание
1	Фазификация. Обработка четких значений из БД СЗ, приведение их к нечеткому виду. Размерность Количество_вершин Малое (S), Размерность Количество_вершин Среднее (M), Размерность Количество_вершин Большое (L). Пределы каждого терма определены с использованием гладкой гистограммы четких значений.
2	Анализ уровня доверительной вероятности конъюнкции различных значений в БД (Pc). Значения в заданной БД делятся на n атрибутов предсказания и один целевой атрибут (класс). Переменные $A_i (i=1, 2, \dots, n)$, вероятностные значения m, для атрибута A – $V_j (j=1, 2, \dots, m_i)$, K классов, описано переменной $class_k (k=1, 2, \dots, K)$. Глубина уровня поиска возможных значений $level_l (1 \leq l \leq N-1)$.
3	Начинаем поиск с набора данных test_set и множества S. Каждый раз

Шаг №	Описание
	конкретное значение V_u добавляется в множество S и отвечает условной вероятности, вычисляется $P(S class_k)$. Таким образом, условная вероятность P_c для множества S и $class_k$ представлена термом $P(S class_k)$
4	Если $P(S class_k) = 1$, тогда создаем правило включающее значение множества S, принадлежащее также $class_k$ и не создающее конъюнкции с остальными оставшимися элементами множества S
5	Если $P(S class_k) \neq 1$, тогда модифицируем S, добавляя другое значение из оставшихся атрибутов, и проверяем уровень доверительной вероятности (P_c)
6	Добавление новых значений в S ограничено количеством условий в правиле, $\leq N-1$
7	Удаляем избыточные (повторяющиеся) правила
8	Суммируем правила, состоящие из одинаковых атрибутов, но содержащих различные значения
9	Исключаем из множества правила, уровень точности которых ниже специфичного граничного уровня точности

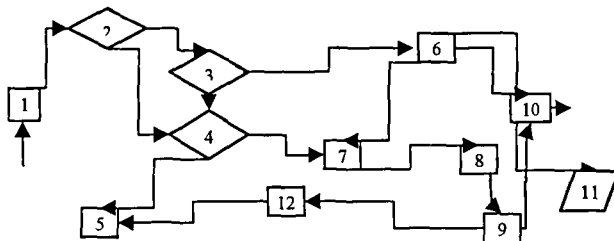


Рис 7 Процедурная модель модуля анализа текущего состояния системы (АТС)

1 - канал передачи данных от внешнего программно-аппаратного комплекса (например, CiscoWorks), 2- исходные данные изменились? 3- топология графа изменилась? 4- параметры модели СИС изменились? 5 - продолжаем процесс расчета живучести СИС, 6 - прерываем процесс расчета живучести СИС, 7 - прерываем процесс расчета живучести СИС, 8 - обрабатываем новые параметры модели СИС, 9 - запускаем процесс расчета, используя новые параметры, 10(12) - Сохраняем полученные данные о состоянии процесса расчета в СЗ, 11- блок анализа исходных данных

Рассмотрены процедуры построения графика уязвимостей СИС с помощью нахождения гарантированного критерия живучести и построены на их основе процедурные модели анализа уязвимости и синтеза СИС с повышенной живучестью по критерию удовлетворения сети запросам на организацию потоков. Фрагмент процедурного обеспечения блока анализа исходных данных, отвечающих за выбор процедурной модели расчета живучести СИС, имеет вид

IF топология = гибридная AND размерность_количество_вершин = Большое AND размерность_количество_ребер = Большое AND Диаметр = Большой AND Продукт = неизвестно AND стоимость != низкая AND вероятность = Низкая THEN использовать_модель = 3 (Нейросетевая)

ELSE

IF топология = древовидная OR топология = радиальная OR топология = радиально-кольцевая AND размерность_количество_вершин = Среднее AND размерность_количество_ребер = Среднее AND Диаметр = Малый OR Диаметр = Средний AND Продукт = известно AND стоимость = низкая AND вероятность = Низкая THEN использовать_модель = 1 (Потоковая)

ELSE

IF топология != древовидная OR топология != радиальная OR топология != радиально-кольцевая AND размерность_количество_вершин != Большое AND размерность_количество_ребер != Большое AND Диаметр = Малый OR Диаметр = Средний AND Продукт = Неизвестно AND Стоимость = Низкая AND Вероятность = Высокая OR Вероятность = Средняя THEN использовать_модель = 2 (Полиномиальная)

Глава 4 «Построение информационной системы оценки живучести сетевых информационных систем» посвящена построению информационной системы оценки живучести сетевых информационных систем (ИСЖС) В главе подробно рассмотрены виды обеспечения – техническое (ТО), программное (ПО), информационное (ИО), лингвистическое (ЛО) и методическое обеспечение (MeO) необходимые для функционирования ИСЖС, рассмотрены подсистемы ИСЖС, процесс взаимодействия этих подсистем между собой (см рис 8)

При разработке ИСЖС одной из главных ставилась задача возможности легкой адаптации ИС под различные программные платформы Для решения данной задачи необходимо выбрать среду разработки основных модулей ИСЖС

В качестве такой среды был выбран программный комплекс Lazarus, основанный на среде разработки (IDE) Free Pascal Project (FPP) Основными достоинствами данного решения являются наличие средств сборки ПО как под программную платформу Microsoft Windows, так и под программные платформы семейства *nix (семейство ОС Unix – BSDUnix, FreeBSD, Solaris, IBM AIX, HP UX, MacOS X, SGI Irix и ряда других свободно распространяемых и коммерческих ОС, а также многочисленное семейство ОС Linux) и наличие большого количества компонент для создания графических пользовательских интерфейсов для рассматриваемых программных платформ

Использование собственного компилятора IDE FPP при сборке модулей позволяет также решить вопрос выбора аппаратной платформы для функционирования пользовательской и администраторской частей ИСЖС, т к при сборке модулей, отвечающих за выбор моделей оценки живучести СИС и собственно проводящих оценку живучести, автоматически будет включено использование только тех функций аппаратной платформы, под которую и производится сборка ПО

В остальном же выбор и ограничения, налагаемые на ТО, зависят только от тех требований, которые предъявляются к техническому обеспечению со стороны программной платформы

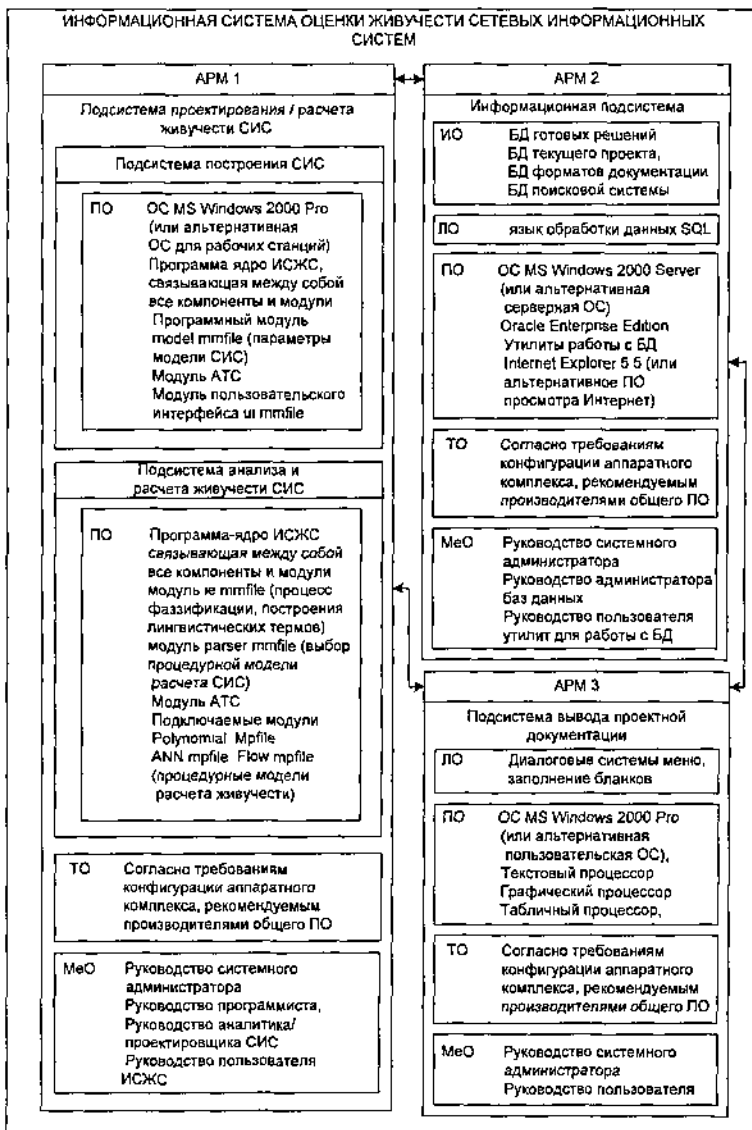


Рис 8 Структура обеспечения ИСЖС

В качестве информационного обеспечения выбрана система управления базами данных (СУБД) Oracle 10, на основании которой произведено построение СЗ. Основные соображения для выбора данной СУБД являются такими же, как и для выбора программной платформы для функционирования ИСЖС, т.е. кроссплатформенность СУБД. Кроме того, данная СУБД используется ведущими компаниями в различных отраслях промышленности, для создания ERP, CRM и т.н. биллинговых систем (автоматизированных расчетных систем, АСР) такими

лидерами мирового рынка как IBM, Hewlett-Packard, Schlumberger Sema, Amdox и Telesens KSCL, что облегчает интеграцию ИСЖС и указанных выше систем

Основываясь на выборе ПО и ИО, в качестве лингвистического обеспечения выбран язык обработки данных SQL

Взаимодействие пользователя с подсистемами осуществляется посредством специализированного языка взаимодействия ИС и пользователя, который организован в виде диалога с пользователем, включая в себя следующие виды диалога «Окно», «Меню» и «Заполнение бланков»

МеО для ИСЖС состоит из руководств системных администраторов, разработчиков ПО и пользователей того технического, программного и информационного обеспечения, которое используется для функционирования ИСЖС в каждом конкретном случае

Использование при проектировании СИС ИСЖС позволяет

- 1) найти оптимальные параметры исследуемой (или проектируемой) СИС,
- 2) проводить анализ информации на любой из стадий проектирования,
- 3) проводить имитационное моделирование изменения структуры СИС, находящихся под воздействием внешних НФ на ЭВМ с последующей визуализацией результатов моделирования, хранить большое количество вариантов параметров (таких как распределение потоков по ребрам графа СИС, пропускная способность ребер и пр.) в памяти ЭВМ и быстро выбирать из них нужные на всех стадиях проектирования расчете оптимальных параметров, создание документации и т.д.

Разработанная ИСЖС является инструментом для проектирования и исследования сетевых информационных систем (в том числе опорных, транспортных сетей) в первую очередь в сфере предоставления услуг связи, а также для энергетической, транспортной и других отраслей промышленности

В заключении сформулированы основные результаты работы

– Проведен анализ современных подходов, позволяющих оценить живучесть СИС на основе изучения ее графа, в качестве наиболее перспективных выбраны подход оценки живучести СИС с использованием полиномиальной модели и модели, основанной на распределении потоков в графе СИС (модель МП-сети)

– Кроме того, предложено аналитическое обеспечение оценки живучести СИС, основанное на использовании аналитической модели искусственной нейронной сети и процедурной модели обратного распространения ошибки. Использование данного обеспечения позволяет произвести оценку живучести СИС с учетом изменения топологии СИС после воздействия внешних неблагоприятных факторов, с оценкой распределения потоков в СИС после воздействия внешних неблагоприятных факторов, а также произвести синтез СИС, имеющей максимальную живучесть при минимальной стоимости самой СИС

– Разработаны процедурные модели оценки живучести СИС, основанные на полиномиальном и потоковом аналитическом обеспечении. Применение данных процедурных моделей для прикладных задач, связанных с оценкой живучести СИС позволяет автоматизировать процесс оценки живучести без избыточной формализации параметров, в отличие от методов и подходов, используемых в данное время (например, классический комбинаторно-графовый подход)

– Предложен логико-лингвистический аппарат для выбора аналитической модели расчета живучести СИС, позволяющий увеличить скорость оценки

живучести СИС за счет выбора аналитической модели расчета согласно определенным критериям живучести графа СИС, таким как пропускная способность канала СИС, диаметр графа СИС, количество требований на организацию потоков в СИС

– Предложена структура информационной системы оценки живучести СИС, включающая модуль анализа текущего состояния исследуемой СИС, позволяющий отслеживать изменения пропускной способности каналов СИС, изменение топологии СИС и, таким образом, позволяющий ИСЖС реагировать на внешние воздействия на анализируемую или наблюдаемую СИС в режиме реального времени, блок анализа исходных данных (отвечающий за выбор процедурной модели оценки живучести СИС и параметры и правила выбора, передаваемые в модуль расчета), блок синтеза структуры СИС с повышенной живучестью по выбранному критерию

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1 Винокуров, ДЕ Исследование живучести информационных сетей / Ю Ю Громов, ДЕ Винокуров, ТГ Самхарадзе, ИИ Пасечников // Инженерная физика, секция «Информационные системы», – М. «Научтехлитиздат», – №3, – 2006, с 123-139

2 Винокуров, ДЕ Информационное обеспечение систем защиты информации / Ю Ю Громов, В О Драчев, О Г Иванова, ДЕ Винокуров // Системы управления и информационные технологии (спецвыпуск рубрики Перспективные исследования) / Под ред О Я Кравца, – № 2(29), – Воронеж изд-во ВСИ, 2007, – с 23-31

3 Винокуров, ДЕ Представление функции полезности систем защиты информации / Ю Ю Громов, В О Драчев, О Г Иванова, ДЕ Винокуров // Системы управления и информационные технологии (спецвыпуск рубрики Перспективные исследования) / Под ред О Я Кравца, – № 2(29), – Воронеж изд-во ВСИ, 2007, – с 41-51

4 Винокуров, ДЕ Синтез сетевой информационной системы с гарантированным пороговым уровнем живучести графа / Ю Ю Громов, О Г Иванова, КА Набатов, ДЕ Винокуров // Системы управления и информационные технологии (спецвыпуск рубрики Перспективные исследования) / Под ред О Я Кравца, – № 3(29), – Воронеж изд-во ВСИ, 2007 – с 10-25

5 Винокуров, ДЕ К проблеме оценки живучести сетевых информационных систем с использованием элементов искусственного интеллекта / Ю Ю Громов, О Г Иванова, КА Набатов, ДЕ Винокуров // Системы управления и информационные технологии (спецвыпуск рубрики Перспективные исследования) / Под ред Кравца О Я, – № 3(29), – Воронеж изд-во ВСИ, 2007, – с 35-50

6 Винокуров, ДЕ Исследование живучести информационных сетей / Ю Ю Громов, ДЕ Винокуров, ТГ Самхарадзе, ИИ Пасечников // Инженерная физика, секция «Информационные системы», – М. «Научтехлитиздат», – №3, – 2006, с 123-139

7 Винокуров, ДЕ Вычисление живучести сетевых информационных систем с использованием элементов искусственного интеллекта / Ю Ю Громов, О Г Иванова, ДЕ Винокуров, КА Набатов, ТГ Самхарадзе // Инженерная физика,

секция «Информационные системы», – М «Научтехлитиздат», – №5– 2007 с 110-122

8 Винокуров, ДЕ Синтез сетевой информационной системы с гарантированным пороговым уровнем живучести графа / Ю Ю Громов, К А Набатов, ДЕ Винокуров, ТГ Самхарадзе // Инженерная физика, секция «Информационные системы», – М «Научтехлитиздат», – №5– 2007 с 123-148

Статьи

9 Винокуров, ДЕ К вопросу построения аналитических моделей информационных систем / Ю Ю Громов, ДЕ Винокуров, С В Данилкин, А В Старушенко // Наука на рубеже тысячелетий Сб науч ст Междунар конф Тамбов Изд-во БМА, 2004 с 164-165

10 Винокуров, ДЕ К проблеме анализа связности и живучести информационной сети / Ю.Ю Громов, ДЕ Винокуров, А В Старушенко О И Горностаева // Формирование специалиста в условиях региона Новые подходы Материалы V Всерос межвуз науч конф – Тамбов -2004 – с 96-98

11. Винокуров, ДЕ Спектральный подход к анализу структуры сложной информационной системы / Ю Ю Громов, ДЕ Винокуров, С В Данилкин, А В Старушенко // Там же – с 102-103

12 Винокуров, ДЕ Исследование феномена живучести сложных информационных систем на примере информационной сети / ДЕ Винокуров, О Г Иванова, А В Лагутин, Н А Земской // Информационные системы и процессы сб научн тр / под ред В М Тютюнника - Тамбов, М , СПб , Баку, Вена Нобелистика, 2005 Вып 3. – с 58 - 67

13 Винокуров, ДЕ Математические модели структуры информационной сети по параметру живучести с централизованной (радиальной, иерархической) топологией / ДЕ Винокуров, О Г Иванова, А В Лагутин, Н А Земской // Там же – с 78-82

14 Винокуров, ДЕ Исследование живучести стохастической информационной сети / ДЕ Винокуров, О Г Иванова, А В Лагутин, Н А Земской // Там же – с 82-89

15 Винокуров, ДЕ К проблеме анализа связности и живучести сетевой информационной системы / Ю Ю Громов, ДЕ Винокуров // Там же – с 106-113

16 Винокуров, ДЕ Анализ живучести информационной сети радиально-кольцевой иерархической топологии / Ю Ю Громов, ДЕ Винокуров // Там же – с 113-118

17 Винокуров ДЕ Перераспределение нагрузок информационной сети после воздействия неблагоприятных факторов / Ю Ю Громов, ДЕ Винокуров, В Н Точка // Там же – с 118-122

18 Винокуров, ДЕ Выбор моделей оценки живучести сетевых информационных систем / А Ю Громова, ДЕ Винокуров, А В Лагутин, А А Митюрёв // Теория конфликта и ее приложения материалы IV-й Всероссийской научно-технической конференции Часть II / Сост Львович И Я, Сербулов Ю С, - АНО ВИВТ, РосНОУ (ВФ) – Воронеж Научная книга, 2006 – с 243-260

Подписано в печать 28.06.2008 Объем 1,0 печ. л. Формат 60x84/16
Зак № 1412 Тираж 100 экз. Бесплатно
Типография издательства «Нобелистика» МИНЦ
392680, г. Тамбов, ул. Монтажников, 3 Тел. (4752) 504-600