

**На правах рукописи**

**ПАЛКИН Григорий Борисович**

**ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
СЕТЬЮ СВЯЗИ ВЕДОМСТВЕННОГО ОПЕРАТОРА  
НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА**

**Специальность 05.13.01  
«Системный анализ, управление и обработка информации»**

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

**Уфа 2007**

Работа выполнена на кафедре вычислительной техники и защиты информации  
Уфимского государственного авиационного технического университета

Научный руководитель	д-р техн. наук, проф. <b>ФРИД Аркадий Исаакович</b>
Официальные оппоненты	д-р техн. наук, проф. <b>ЮСУПОВА Нафиса Исламовна</b>  канд. техн. наук, доц. <b>ЛАПИЦКИЙ Владимир Францевич</b>
Ведущая организация	<b>ОАО Научно-исследовательский институт «Солитон», г.Уфа</b>

Защита состоится 25 декабря 2007г. в 10<sup>00</sup> часов  
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03  
при Уфимском государственном авиационном техническом университете  
по адресу: 450000, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К.Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан 22 ноября 2007г.

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

**В.В. Миронов**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Одним из наиболее развивающихся на сегодняшний день рынков является рынок телекоммуникационных услуг. Современный мир нельзя представить без телефонной связи, сети Интернет. В то же время связь необходима для организаций и ведомств, данные которых не должны пересекаться с доступными информационными ресурсами. Такие ведомства строят свои собственные сети связи, доступ к которым есть только у них. Такие сети называются сетями связи ведомственного оператора. В данной работе под ведомственным оператором подразумеваются системы сети связи, представляющие собой совокупность сети связи общего пользования (территориальной сети связи), полевых систем связи и специальных систем связи.

На сегодняшний день проблема заключается в сложившемся противоречии между возрастающими требованиями к системам управления специального назначения по длительности цикла управления с одной стороны и возможностями его реализации с использованием старых системных подходов к построению системы связи и автоматизации с другой.

Технический уровень и темпы развития систем связи уступают аналогичным системам развитых зарубежных государств и не обеспечивают достижения паритета с экономически развитыми государствами, например, в области управления войсками и оружием. Организационная и техническая разобщенность различных подсистем обуславливают низкую технико-экономическую эффективность использования имеющегося ресурса.

Существующая система управления сетью связи ведомственного оператора и, тем более, перспективная, на основе принципов TMN, не стыкуются с системами управления связью силовых ведомств ни на организационном, ни на техническом, ни на функциональном уровнях.

Особое значение при создании системы управления сетью связи ведомственного оператора (СУССВО) приобретает необходимость экономного использования канального ресурса. Автоматизация процессов коммутации на узлах связи пунктов управления и на коммутационных центрах позволит перейти к коммутируемым сетям связи, что значительно повысит коэффициент использования каналов и снизит тем самым требуемое число каналов в сети в 3-4 раза при сохранении заданной пропускной способности, при этом значительно повышается живучесть и надежность сети за счет организации обходных путей для каждого направления связи. В задачи ведомственного оператора входит не только передача данных, но и управление каналами связи в интересах конечного потребителя и гарантирование доставки как передаваемой информации, так и управляющей.

Сеть связи ведомственного оператора используется в жестких условиях эксплуатации, отсюда основным критерием качества этой системы является ее функциональная надежность, включающая в себя, в частности, структурную надежность и безопасность.

Каналы управления на сети связи имеют надежность, которую можно охарактеризовать вероятностью безотказной работы, равной 0,93 при условии, что система управления должна проработать не менее 360 часов. Однако с учетом

современных требований данная величина должна составлять не менее 0,99. Оборудование управления узлом связи, состоящее из аппаратуры управления, ЭВМ и внутриобъектовых каналов управления, имеется в каждом элементе сети и поэтому повышение его надежности соответственно во многом определит функциональную надежность сети управления. Отсюда актуальной становится задача повышения надежности компонентов канала управления структурными или иными методами.

Другой важной компонентой функциональной надежности СУССВО является ее безопасность. На сегодняшний день для СУССВО, работающих в полевых условиях, угроза безопасности на каналах связи характеризуется вероятностью  $P_{угр}=0,1 - 0,3$ . При наличии современных средств перехвата эта величина является недопустимо большой. Поэтому актуальной является задача разработки методов и средств повышения уровня безопасности, а именно, уменьшение уязвимости не менее чем на порядок.

Таким образом, задача повышения функциональной надежности в системах управления сетями связи ведомственного оператора является актуальной.

**Объектом исследования** являются системы управления сетью связи ведомственного оператора.

**Предмет исследования** – методы и средства обеспечения функциональной надежности в части структурной надежности и безопасности, алгоритмы обработки информации, направленные на повышение эффективности процесса управления сетями связи ведомственного оператора.

### **Цель работы и задачи исследования**

Целью работы является повышение функциональной надежности системы управления сетью связи ведомственного оператора на основе структурно-информационного подхода.

Для достижения этой цели в диссертации поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработка методики выбора структуры СУССВО, позволяющей обеспечить требуемый уровень структурной надежности с использованием комплексного критерия.
2. Определение функциональной зависимости между информационными параметрами СУССВО, позволяющей минимизировать информационную и структурную избыточность.
3. Разработка метода повышения функциональной надежности, позволяющего повысить уровень безопасности СУССВО за счет снижения уязвимости, на основе распределенной передачи управляющей информации.
4. Разработка математической модели уязвимости СУССВО и оценка на ее основе эффективности разработанного метода повышения функциональной надежности.
5. Разработка практических рекомендаций к внедрению полученных результатов.

## **Методы исследования**

При решении поставленных в диссертационной работе задач использовались методы теории надежности, теории информации, теории многоканальной связи, теории принятия решений, математического моделирования.

### **На защиту выносятся**

1. Методика выбора структуры СУССВО.
2. Функциональная зависимость между информационными параметрами СУССВО.
3. Метод повышения функциональной надежности СУССВО.
4. Математическая модель уязвимости СУССВО.
5. Алгоритмическое и программное обеспечение предложенного метода повышения функциональной надежности СУССВО.

### **Научная новизна**

1. Предложена методика выбора структуры СУССВО, отличающаяся от существующих последовательным применением методов наискорейшего спуска и анализа иерархий, позволяющая обеспечить требуемый уровень структурной надежности.

2. Получена функциональная зависимость, отличающаяся от существующих тем, что учитывается количество модулей связи в СУССВО, связывающая необходимый объем управляющей передаваемой информации, скорость ее передачи, количество модулей и время, необходимое для управления, позволяющая находить конструктивные параметры СУССВО с минимальной избыточностью и увеличить функциональную надежность системы управления сетью связи.

3. Предложен метод повышения функциональной надежности СУССВО, заключающийся в разбиении управляющего слова на фрагменты и их передаче по различным маршрутам, отличающийся тем, что маршрут выбирается случайным образом из списка возможных, что позволяет без специального оборудования и дополнительных аппаратных затрат повысить безопасность СУССВО.

4. Впервые разработана математическая модель уязвимости СУССВО, основанная на результатах анализа путей перемещения фрагментов пакета управляющей информации по сети, позволяющая количественно оценить безопасность СУССВО, использующей предложенный метод повышения функциональной надежности.

### **Практическая значимость**

1. Методика выбора структуры СУССВО, позволяющая обеспечить требуемый уровень структурной надежности.

2. Функциональная зависимость, позволяющая определить время решения задач управления отдельным узлом связи на сети или сети в целом при использовании имеющегося оборудования, необходимую пропускную способность каналов управления, в том числе, для случаев реконфигурации структуры СУССВО.

3. Модель уязвимости СУССВО, на базе которой можно количественно оценить уровень безопасности СУССВО.

4. Алгоритмическое и программное обеспечение предложенного метода повышения функциональной надежности в СУССВО, позволяющее проводить моделирование для конкретных СУССВО, выбирать формат разбиения управляющего слова и получать оценку уязвимости при каждой моделируемой реализации.

Разработанные в диссертации рекомендации нашли практическое применение в ОКР «Разработка унифицированной аппаратуры цифрового каналообразования и коммутации с адаптивным конфигурированием и высокой помехообрывоустойчивостью», выполняемой ОАО НИИ «Солитон», и в части повышения функциональной надежности за счет предложенного метода повышения безопасности управляющей информации – в НИР «Дон», проводимой Ставропольским военным институтом связи ракетных войск.

### **Апробация работы**

Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях и семинарах: Всероссийских молодежных научно-технических конференциях «Интеллектуальные системы управления и обработки информации» (г. Уфа, 2001, 2003); 5-й международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологии телекоммуникаций» (г. Самара, 2004); Международной молодежной конференции «XXX Гагаринские чтения» (г. Москва, 2004); X Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» (г. Москва, 2004); 2-м Региональном зимнем семинаре аспирантов и молодых ученых «Интеллектуальные системы обработки информации и управления» (г. Уфа, 2007).

### **Публикации**

Основные положения и результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 9 работах, включая 2 статьи в научном издании из списка ВАК, 7 публикаций в центральных журналах, материалах Всероссийских и Международных конференций.

### **Структура и объем работы**

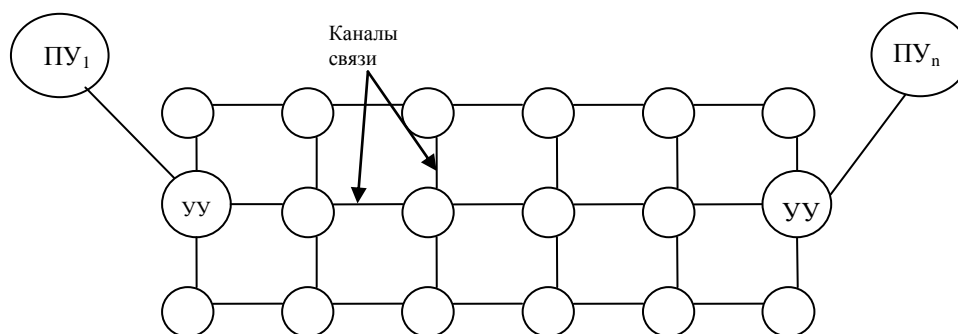
Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографии и шести приложений. Работа содержит 159 страниц машинописного текста, 38 страниц приложений и 114 наименований библиографических источников.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** приводится общая характеристика работы – обосновывается актуальность, формулируется цель и задачи исследования, перечисляются методы исследования, приводятся результаты, выносимые на защиту, отмечается их новизна и практическая значимость.

**В первой главе** проведен анализ существующих методов и средств обеспечения функциональной надежности сети связи ведомственного оператора. Рассмотрена система управления сетью связи ведомственного оператора как объект исследования.

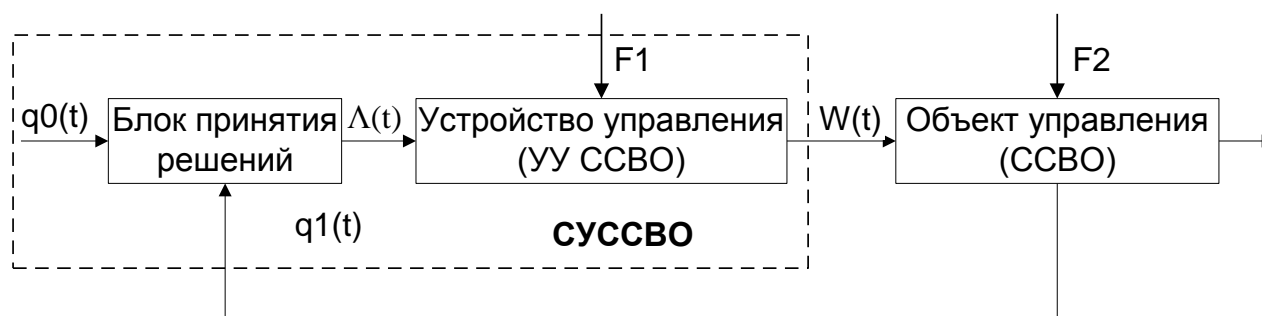
В обобщенном виде структура сети связи представляет собой набор узлов связи, соединенных магистралями или линиями связи. Узлы связи состоят из модулей, соединенных между собой. Пример типовой структуры сети связи приведен на рис.1.



**Рисунок 1.** Структура сети связи

Рассмотрена функциональная модель сети связи ведомственного оператора, а также критерии качества функционирования сети связи ведомственного оператора и их систем управления. Определены факторы, учитываемые при проектировании сложных систем, к которым относятся и сети связи ведомственного оператора.

Укрупненная структура сети связи ведомственного оператора представлена на рис. 2:



**Рисунок 2.** Укрупненная структура сети связи ведомственного оператора

На рис.2 приняты следующие обозначения:  $q0(t)$  – вектор, характеризующий команды установления определенных связей в ССВО;  $q1(t)$  – вектор, характеризующий состояние объекта и подтверждающий исполнение команды;  $\Lambda(t) = \Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_n$  – вектор параметров структуры, включающий в себя:  $\Lambda_1$  – количество узлов (объектов управления),  $\Lambda_2$  – время установления соединения,  $\Lambda_3$  – необходимые изменения в структуре и характере функционирования сети,  $\Lambda_4$  – структурные изменения, вызванные влиянием внешней среды,  $\Lambda_5$  – функциональные изменения, обусловленные изменением в направлениях связи и их перераспределением,  $\Lambda_6$  – требования абонентов на установление соединений для передачи информации;  $W(t) = W_1, W_2, \dots, W_n$  – вектор управляющих воздействий, включающий в себя:  $W_1$  – количество каналов управления;  $W_2$  – пропускная

способность каналов управления;  $W_3$  – количество магистральных каналов;  $W_4$  – пропускная способность сети;  $W_5$  – изменение технического состояния элементов сети;  $W_6$  – поддержание на ССВО показателей основных характеристик в пределах заданных (нормированных) значений при минимальных материально-технических затратах;  $F1(t) = \{F_{11}, F_{12}, \dots, F_{1n}\}$  – вектор возмущающих воздействий УУ ССВО, включающий в себя:  $F_{11}$  – угроза;  $F_{12}$  – обрыв;  $F_{13}$  – потеря управления;  $F_{14}$  – собственные отказы;  $F_{15}$  – действие помех;  $F2(t) = \{F_{21}, F_{22}, \dots, F_{2n}\}$  – вектор возмущающих воздействий ССВО, включающий в себя:  $F_{21}$  – угроза;  $F_{22}$  – обрыв;  $F_{23}$  – потеря управления;  $F_{24}$  – собственные отказы;  $F_{25}$  – действие помех.

Как следует из рис.2, задача СУССВО заключается в формировании таких управляющих воздействий  $W(t)$ , которые при действии возмущений  $F1$ ,  $F2$  и при существующих ограничениях на структуру и параметры СУССВО обеспечивали бы функционирование сети связи ведомственного оператора и заданную функциональную надежность. Для этого необходимо при проектировании СУССВО заложить такие структурные и информационные решения, которые позволяли бы адекватно реагировать на действие этих возмущений.

Описанная структура используется в жестких условиях эксплуатации, в частности, полевых, то есть одним из основных критериев работы этой системы является ее функциональная надежность (гарантоспособность).

Определены требования к техническим характеристикам системы управления сетями связи ведомственного оператора. Проведен анализ методов и средств обеспечения функциональной надежности и безопасности системы управления сетью связи ведомственного оператора

Представленный в главе анализ показал, что существующие методы обеспечения функциональной надежности в части аппаратной надежности и обеспечения безопасности не соответствует современным требованиям. Это, в частности, связано не только с устаревшими структурными решениями, но и отсутствием системных проработок и рекомендаций по построению функционально надежных систем управления сетью связи ведомственного оператора. Необходим комплексный подход к решению этой задачи.

Диссертационная работа строится на основе структурно-информационного подхода, суть которого в том, что первоначально задача повышения функциональной надежности решается путем выбора структуры СУССВО, отвечающей требованиям комплексного критерия «надежность-стоимость», а затем определяется минимально необходимый объем управляющей информации, на основе чего минимизируются аппаратные затраты СУССВО. На основе разбиения управляющей информации на фрагменты, передаваемые в СУССВО по случайно выбираемым траекториям, повышается функциональная надежность в части безопасности.

Блок-схема структурно-информационного подхода представлена на рис.3, где индекс «ф» означает индекс критериев функционирования:



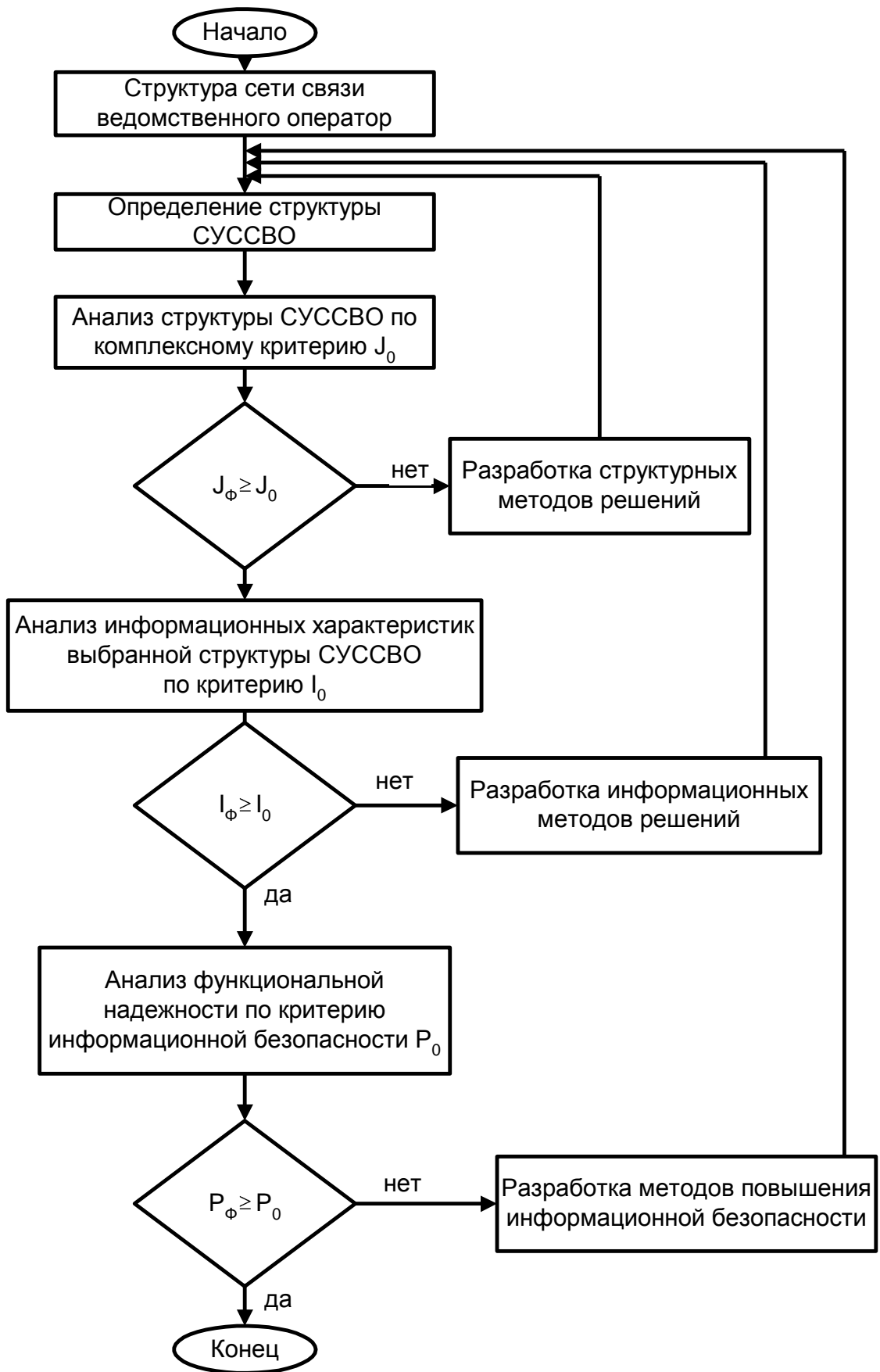


Рисунок 3. Блок схема структурно-информационного подхода

Во второй главе разработана методика выбора и обоснования структуры СУССВО. Проведен анализ методов построения структур систем управления сетями связи ведомственного оператора, на основании которого предложена методика выбора структуры СУССВО.

Алгоритм выбора структуры СУССВО в общем виде представлен на рис. 4.

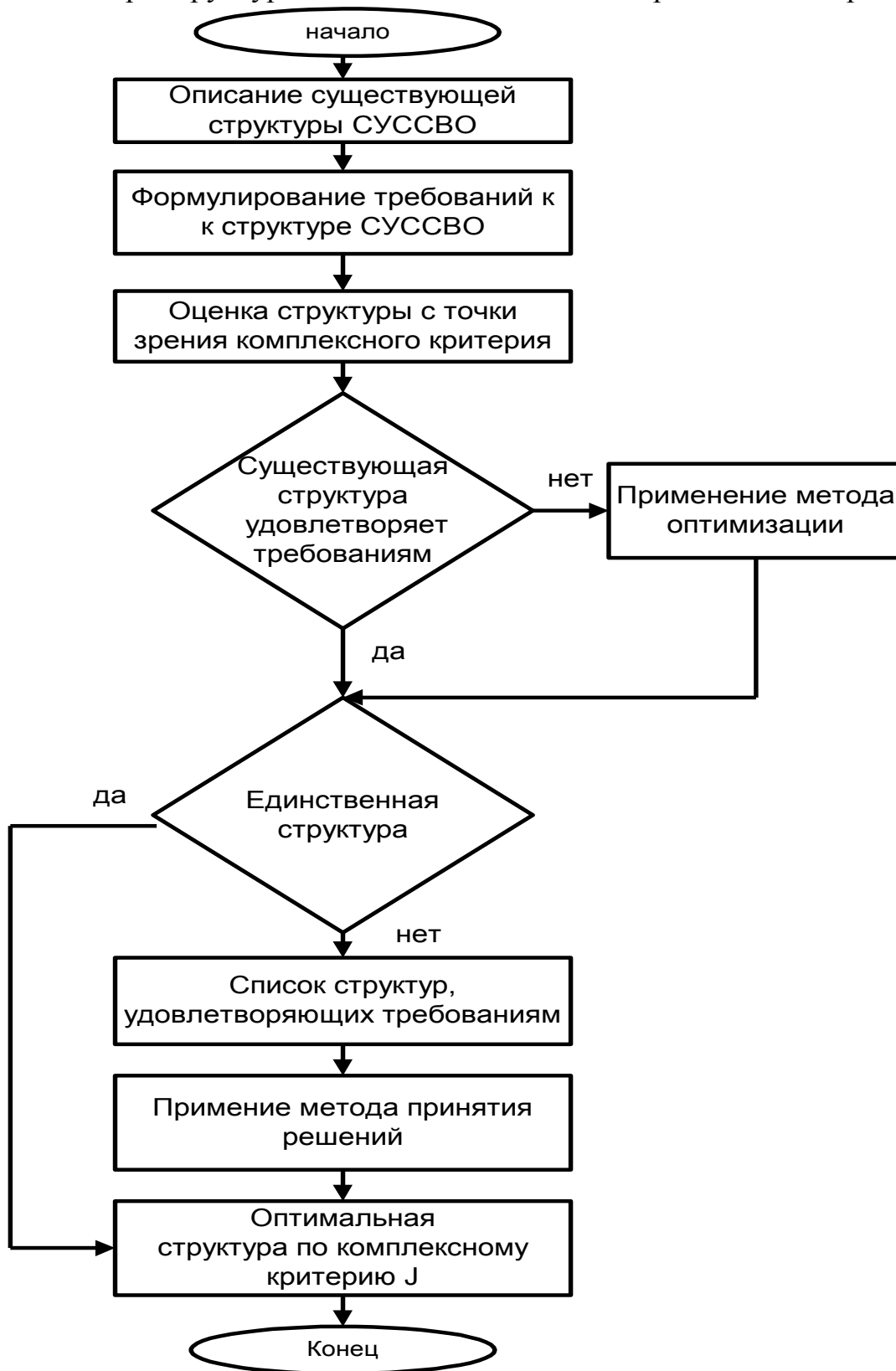


Рисунок 4. Алгоритм выбора структуры СУССВО

В работе ставится задача выбора и обоснования структуры СУССВО в рамках структурно-информационного подхода и в соответствии с комплексным критерием, включающим в себя вероятность безотказной работы и стоимость.

На этапе поиска множества структур с помощью метода наискорейшего спуска в качестве варьируемых параметров выступают вероятность безотказной работы и стоимость. При этом ищется такое множество структур, которые удовлетворяют заданным ограничениям:

$$P_i \geq P_0, K_i \leq K_0, \quad (1)$$

где  $P_i$  – вероятность безотказной работы  $i$ -й структуры,  $K_i$  – стоимость  $i$ -й структуры,  $P_0$  и  $K_0$  – ограничения по вероятности безотказной работы и стоимости, соответственно,  $i = \overline{1, Q}$ , где  $Q$  – мощность множества полученных структур. На основе проведенного анализ показано, что наиболее предпочтительным математическим аппаратом для решения этой задачи является последовательное применение метода наискорейшего спуска и метода анализа иерархий.

Методом наискорейшего спуска рассчитано количество резервных элементов, удовлетворяющие критериям надежности и цены. Получены отказоустойчивые структуры, схожие по своим характеристикам и имеющие достаточно большое количество параметров, не поддающихся точной числовой оценке, например, возможность модификации структуры.

Структура решаемой задачи представлена в виде иерархической схемы на рис.5:

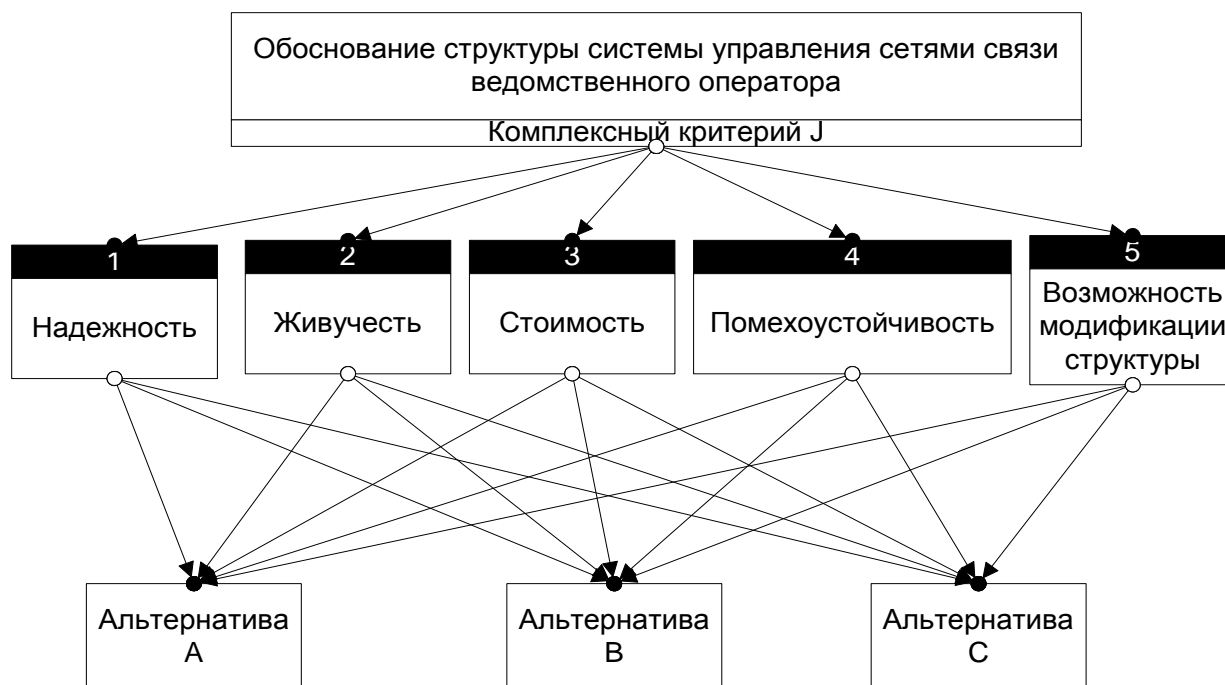


Рисунок 5. Структура решаемой задачи

Для решения задачи оптимального выбора из полученных структур использовался метод анализа иерархий теории принятия решений.

Задача выбора параметров каналов управления заключается в нахождении одной из координат по двум заданным на поверхности, представленной на рис.6, которая является графическим отображением функции

$$V = f(M_M, N, A, B_k, B_n, T), \quad (2)$$

где  $V$  – объем управляющей информации, который требуется для организации управления и взаимодействия на сети связи; варьируемыми переменными являются  $T$  – время, необходимое для установления режимов оборудования на сети и отображения состояния,  $M_M$  – количество модулей связи,  $B_k$  – пропускная способность канала управления, а остальные параметры:  $N$  – количество каналов управления, образуемых в магистралях,  $A$  – количество образуемых магистралей,  $B_n$  – пропускная способность направления, назначаются для расчета конкретных СУССВО.

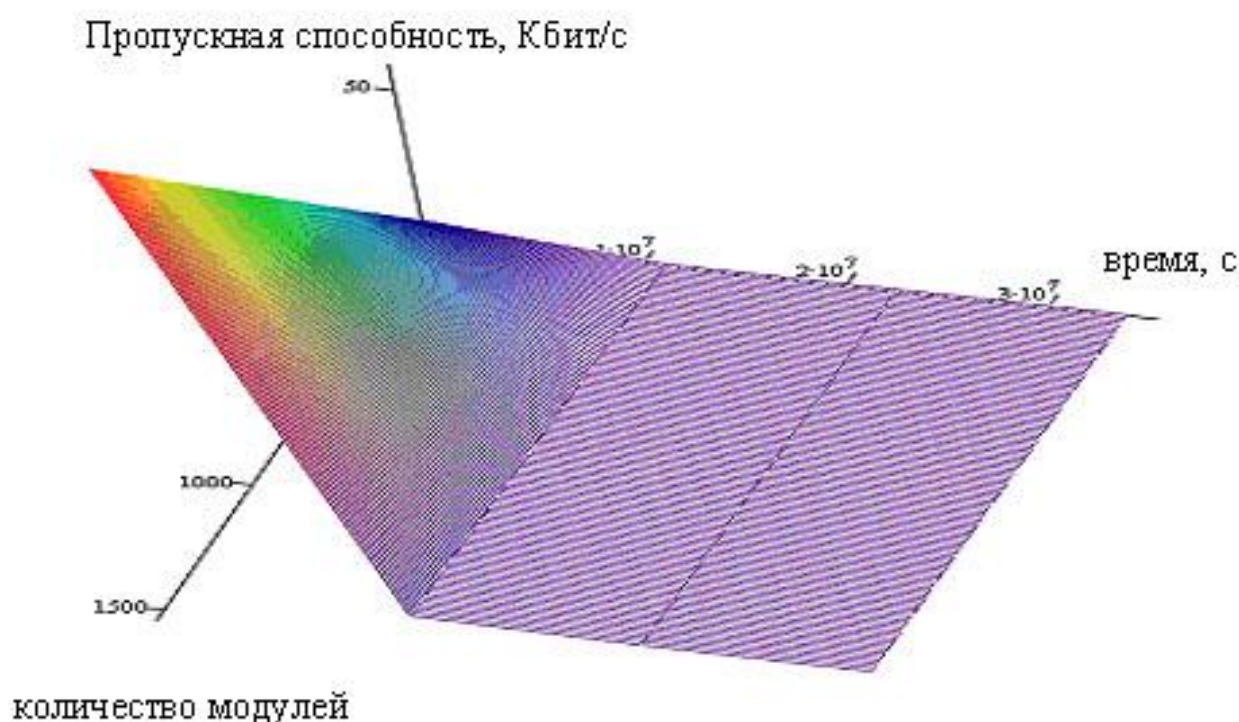


Рисунок 6. Поверхность решений

Таким образом, задавая конкретные значения двум из трех варьируемых параметров, можно получать конкретные значения третьего параметра, необходимого для построения СУССВО.

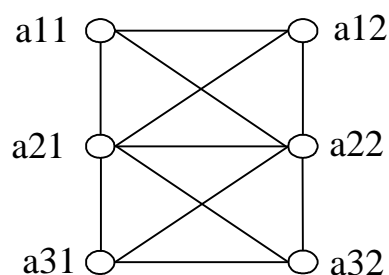
Полученная зависимость позволяет быстро определять структуру СУССВО и избежать введения аппаратной и структурной избыточности, тем самым увеличить функциональную надежность системы управления сетью связи в целом.

**Третья глава посвящена** повышению функциональной надежности СУССВО в части ее информационной безопасности. Одной из угроз безопасности, выделенных в МСЭ-Т М.3016 в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т X800, является подслушивание. Для СУССВО специального назначения эта угроза безопасности представляется наиболее опасной и требует разработки специальных мер, которые

на сегодняшний день практически отсутствуют. Эти меры должны включать в себя методы и средства, уменьшающие уязвимость СУССВО.

Предлагаемый в работе метод повышения функциональной надежности СУССВО в части ее информационной безопасности без дополнительных аппаратных затрат позволяет решить задачу уменьшения уязвимости СУССВО до требуемого уровня. Суть предлагаемого метода заключается в том, что при передаче управляющей информации от устройства управления к объекту управления информация передаваемого пакета разбивается на несколько фрагментов и отправляется по различным маршрутам, составленным в соответствии с определенным алгоритмом. При этом организуется передача отдельных фрагментов пакетов по разным маршрутам, выбираемых случайным образом из списка заранее определенных. При передаче управляющей информации критичным является перехват информации в полном виде, т.е. всего управляющего пакета. Таким образом, при наличии, например,  $m$  различных путей от точки «А» к точке «В», передача будет осуществляться каждый раз по различным маршрутам. Следовательно, уязвимость СУССВО уменьшается.

Для объяснения работы метода предлагается рассмотреть часть структуры сети связи ведомственного оператора, представленной на рис.7:



**Рисунок 7.** Часть структуры сети связи:  $a_{ij}$  – пункты связи

Для примера рассматривается прохождение пакета по маршруту  $a11 - a32$ . Маршрут содержит 7 вариантов путей. В соответствии с укрупненным алгоритмом передачи управляющей информации, представленным на рис.8, может быть выбран любой из них.

Получена математическая модель уязвимости СУССВО для угрозы типа подслушивание. Уязвимость характеризуется вероятностью несанкционированного съема информации при действии угрозы типа подслушивание.

Вероятность  $P_y$ , характеризующая уязвимость СУССВО, передающей пакет, разбитый на  $q$  частей, будет равна

$$P_y = \left( \frac{1}{q!} \right) \left( \prod_{i=1}^q \sum_{m_q} C_{m_q}^i P_0^i (1 - P_0)^{m_q - i} \right) \cdot P_{обн.А} \cdot P_{обн.В}, \quad (3)$$

где  $(1/q!)$  – вероятность составления правильной комбинации целого пакета из перехваченных фрагментов,  $q$  – количество фрагментов передаваемого пакета,  $C_{m_q}$  – число сочетаний из  $m_q$  элементов,  $m_q$  – количество отрезков пути для  $q$ -го фрагмента передаваемого пакета  $P_0$  – вероятность, характеризующая уязвимость на одном участке,  $P_{обн.А}$  – вероятность обнаружения узла А как источника информации

на сети связи,  $P_{обн.В}$  – вероятность обнаружения узла  $B$  как приемника информации на сети связи.

Формула (3) представляет собой математическую модель уязвимости СУССВО. Практическая ценность полученной модели состоит в том, что с ее помощью можно получить количественные оценки безопасности СУССВО.

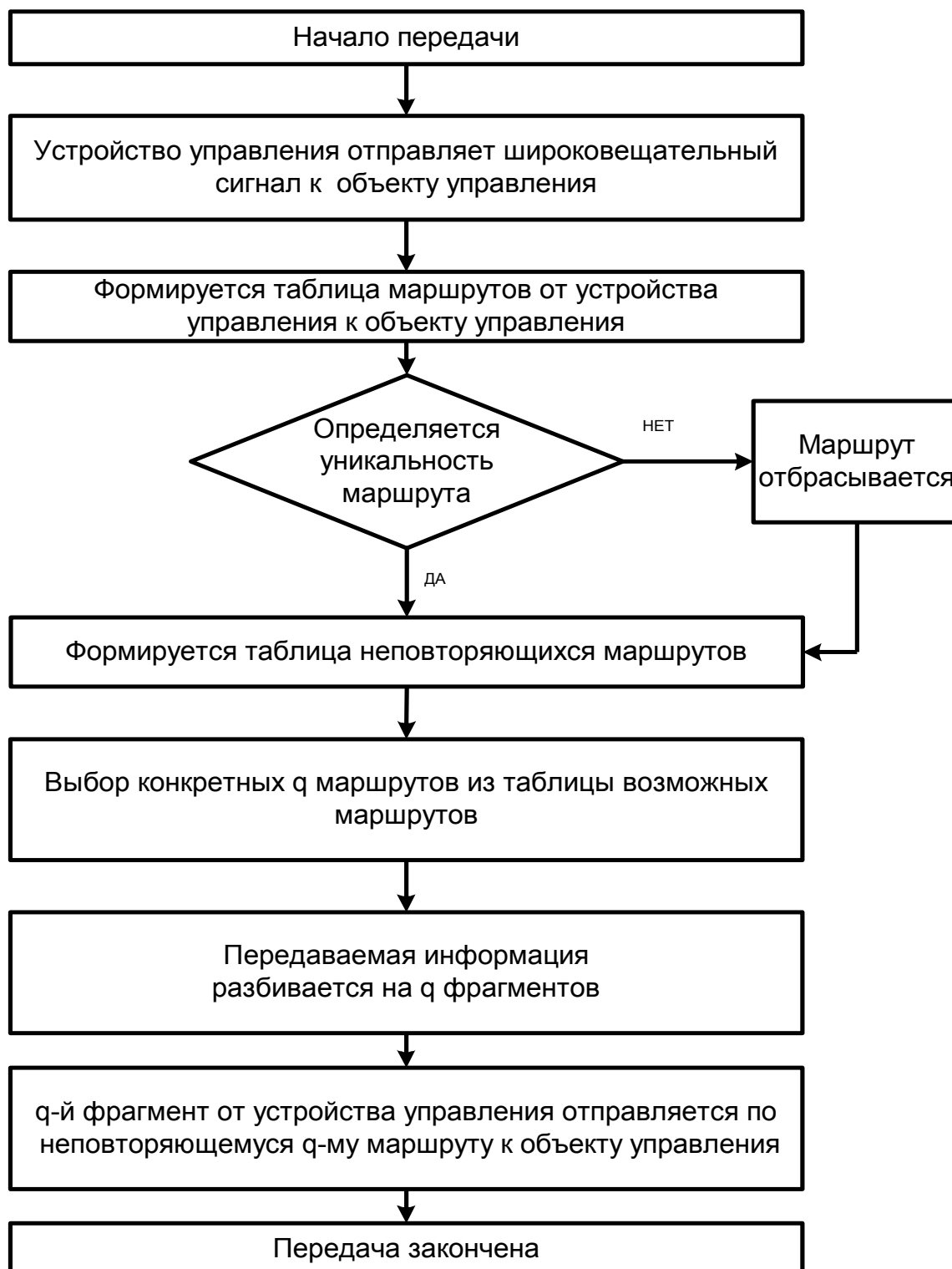


Рисунок 8. Укрупненный алгоритм передачи управляющей информации

10: Основные характеристики разработанной модели иллюстрируются на рис. 9 и

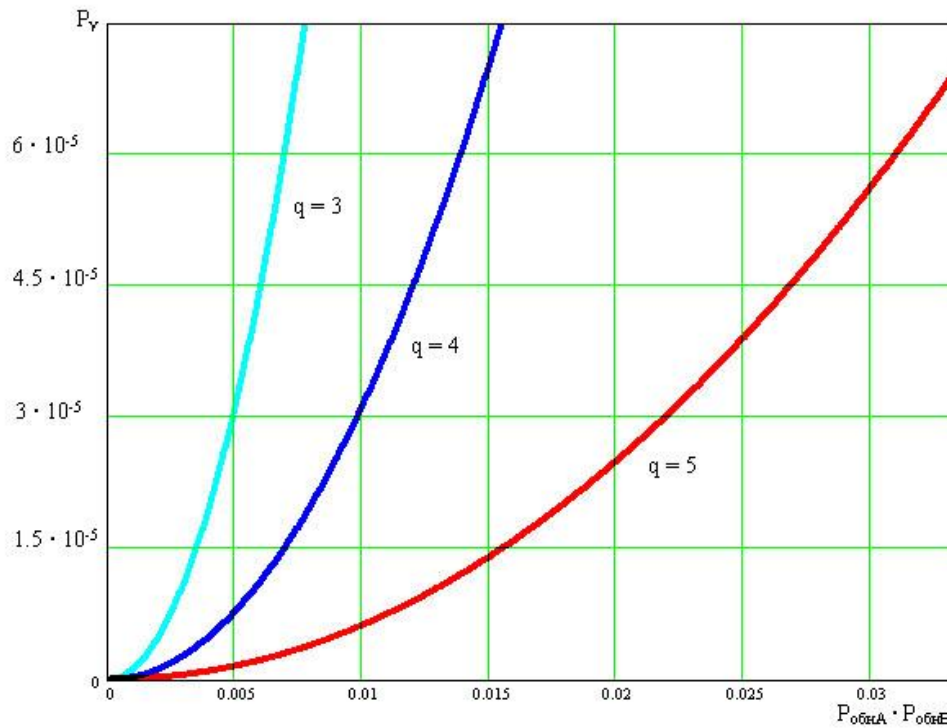


Рисунок 9. Зависимость уязвимости от вероятности обнаружения узлов  $A$  и  $B$

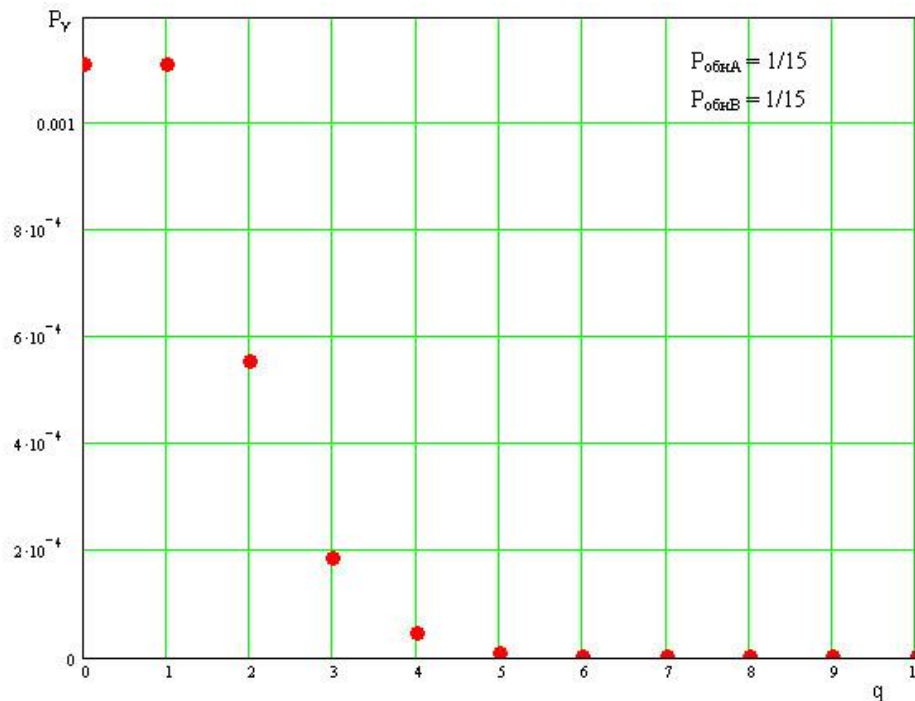


Рисунок 10. Зависимость уязвимости от количества используемых путей

Произведен расчет среднего времени прохождения управляющего пакета в СУССВО. Показано, что при использовании предложенного метода повышения функциональной надежности выигрыш по времени, даже при условии увеличения объема передаваемой информации на этапе передачи из-за увеличения преамбулы

передаваемого управляющего пакета, составляет в среднем 25-40% стандартного времени передачи управляющей информации.

**В четвертой главе** рассмотрено алгоритмическое и программное обеспечение предложенного метода повышения функциональной надежности СУССВО в части ее информационной безопасности, позволяющее применить на практике результаты диссертационной работы: проводить математическое моделирование для конкретных СУССВО, выбирать формат разбиения управляющего слова и получать оценку уязвимости при каждой моделируемой реализации. Описано внедрение полученных в ходе диссертационной работы результатов в промышленность, НИР и ОКР, которое подтверждает практическую значимость полученных результатов.

Интерфейс оператора представлен на рис.11:

The screenshot shows a software window titled "Нахождение всех путей из одной точки в другую". The interface includes several input fields and controls:

- Quantity of columns:** 7
- Quantity of vertices in the path:** 25
- Start point (Начальная точка):** X1: 1, Y1: 2
- End point (Конечная точка):** X2: 7, Y2: 2
- Probability of interception (Вероятность перехвата):** 1.53207419429773E-0003
- Number of paths found (Найдено путей):** 117649
- Selected points (Выбитые точки):** A 3x3 grid of points with X and Y coordinates, all currently set to 0.
- Buttons:** СТАРТ, БЕЗ ПЕРЕСЕЧ., РАСЧЁТ (highlighted), Выход.
- Path selection list (Выберите пути):** A list of paths with corresponding selection boxes:
  - 1: 1,2-2,1-2,2-3,1-3,2-4,2-5,3-6,2-7,3-7,2
  - 2: 1,2-2,2-3,2-4,3-5,3-6,3-7,2
  - 3: 1,2-2,3-3,3-4,3-5,2-6,2-7,2
  - 4: 1,2-1,3-2,3-3,2-4,1-5,1-6,1-7,1-7,2
  - 5: 1,2-1,1-2,1-3,1-4,1-5,2-5,1-6,2-6,1-7,2

**Рисунок 11.** Интерфейс оператора

**Приложения** содержат акты внедрения результатов диссертационной работы в промышленность, НИР и ОКР, блок-схемы алгоритмов, листинг программного продукта.



## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ:

1. Предложена методика выбора структуры СУССВО с использованием комплексного критерия, отличающаяся от существующих последовательным применением методов наискорейшего спуска и анализа иерархий, позволяющая обеспечить требуемый уровень структурной надежности. На примере показано, что применение предложенной методики позволило повысить вероятность безотказной работы СУССВО со значения 0,93 до 0,99 за время 360 часов.

2. Получена функциональная зависимость, характеризующая взаимосвязь основных информационных параметров СУССВО, отличающаяся от существующих тем, что учитывает количество модулей связи и связывает необходимый объем управляющей передаваемой информации, скорость ее передачи, количество каналов и время, необходимое для управления, и позволяет находить конструктивные параметры с минимальной избыточностью и увеличить функциональную надежность системы управления сетью связи в целом, определять время решения задач управления отдельным узлом связи на сети при использовании имеющегося оборудования, необходимую пропускную способность каналов управления, в том числе, для случаев реконфигурации структуры СУССВО.

3. Разработан метод повышения функциональной надежности СУССВО, заключающийся в разбиении управляющего слова на фрагменты и их передаче по различным маршрутам, отличающийся тем, что маршрут выбирается случайным образом из списка возможных, позволяющий без специального оборудования и дополнительных аппаратных затрат повысить безопасность СУССВО.

4. В рамках предложенного метода разработана математическая модель уязвимости СУССВО, основанная на результатах анализа путей перемещения фрагментов пакета управляющей информации по сети, отличающаяся тем, что учитывает случайный характер выбора путей. На примере показано, что эффективность предложенного метода, оцениваемая с помощью разработанной модели, характеризуется изменением вероятности уязвимости СУССВО с величины 0,3 до  $1,5 \cdot 10^{-3}$  при 5 непересекающихся путях.

5. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение предложенного метода повышения функциональной надежности в СУССВО, позволяющее проводить моделирование для конкретных СУССВО, выбирать формат разбиения управляющего слова и получать оценку уязвимости при каждой моделируемой реализации.

Разработанные в диссертации рекомендации нашли практическое применение в ОКР «Разработка унифицированной аппаратуры цифрового канала образования и коммутации с адаптивным конфигурированием и высокой помехообрубоустойчивостью», выполняемой ОАО НИИ «Солитон», и в части повышения функциональной надежности за счет предложенного метода повышения безопасности управляющей информации – в НИР «Дон», проводимой Ставропольским военным институтом связи ракетных войск.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ

### *В рецензируемых журналах из списка ВАК*

1. Обеспечение надежности передачи управляющей информации в распределенных сетях ведомственного оператора / Г.Б. Палкин, О.П. Иванюта, Д.В. Сивоплясов, А.Б. Тищенко // Инфокоммуникационные технологии. 2007, Т. 5, №3. С. 83–85.

2. Принципы построения программного обеспечения для управления ведомственными комплексами интегральных цифровых сетей с коммутацией каналов / Г.Б. Палкин, Н.А. Дударев, О.П. Иванюта, Д.В. Сивоплясов, А.Н. Хомский // Инфокоммуникационные технологии. 2007, Т.5, №3. С. 58–60.

### *В других изданиях*

3. Программное обеспечение системы поддержки принятия решений по выбору типа ЛВС / Г.Б. Палкин, А.Ю. Егоршин, А.С. Струговец, О.У. Ибатуллин // Сб. матер. Всерос. молодежн. науч.-техн. конф. с междунар. участием. Уфа : УГАТУ, 2001. С. 266

4. Оптимизация структуры каналов управления для ПЦСС на основе комплекса аппаратуры П-331М / Г.Б. Палкин // Труды НИЦ №8 : сб. научн. тр. СПб. Военный Университет Связи : 2003. С.53–55.

5. Требования по оптимизации каналов управления для ТСС / Г.Б. Палкин // Труды НИЦ №8 : сб. научн. тр. СПб. Военный Университет Связи : 2003. С.32–34.

6. Оптимизация структуры отказоустойчивой системы управления комплексными объектами связи / Г.Б. Палкин // Сб. матер. Всерос. молодежн. науч.-техн. конф. с междунар. участием. Уфа : УГАТУ, 2003. С. 273.

7. Расчет требуемой пропускной способности каналов сетевого управления аппаратуры связи / Г.Б. Палкин, Д.К. Елисеев // Проблемы техники и технологии телекоммуникаций : 5-я междунар. науч.-техн. конф. Самара : 2004. С. 23–25.

8. Обеспечение надежности передачи управляющей информации в распределенных сетях ведомственного оператора / Г.Б. Палкин // Матер. 2-й Рег. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа : Технология, 2007. Т.1. С. 192–196.

9. Проблемы защиты управляющей информации в системе управления сетью связи / Г.Б. Палкин, А.И. Фрид // Новые информационные технологии в системах связи и управления : матер. док. на 6-й Рос. науч.-практ. конф. Калуга : 2007. С.27–29.

Диссертант

**Г.Б. Палкин**

ПАЛКИН Григорий Борисович

ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
СЕТЬЮ СВЯЗИ ВЕДОМСТВЕННОГО ОПЕРАТОРА  
НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА

Специальность 05.13.01  
Системный анализ, управление и обработка информации

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано к печати 21.11.2007 г. Формат 60x80 1/16.  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр. – отт. 0,9 Уч.-изд. л. 0,9.  
Тираж 100 экз. Заказ № 572

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет  
Центр оперативной полиграфии УГАТУ  
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12