

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ ЦЕНТРА СОПРЯЖЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

Т. М. Татарникова^а, доктор техн. наук, доцент

^аСанкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
Санкт-Петербург, РФ

Постановка проблемы: функции по объединению и согласованию разнородных сетей в составе корпоративной сети выполняются в центрах сопряжения разного уровня — мостах, коммутаторах, маршрутизаторах и шлюзах. Центры сопряжения создаются на базе процессоров с типичными архитектурами I386, PowerPC, ARM, RISC и др. Такая жесткая привязка архитектуры к функциональности не позволяет гибко управлять ресурсами и распределять нагрузку, а производительность центра сопряжения при выполнении фиксированных задач используется не полностью, а лишь на 10–20%. Альтернативой является динамическая настройка структуры центра сопряжения в зависимости от решаемых задач и внешних условий. Цель работы состоит в разработке методики синтеза центров сопряжения разнородных информационных сетей с заданным набором свойств. **Результаты:** предложена модель центра сопряжения корпоративных информационных сетей с выделением минимально полного набора структурных элементов, присущих всему многообразию вариантов центров сопряжения, что позволяет обеспечить универсальность данной модели в различных задачах синтеза структуры центра сопряжения. Разработана методика структурного синтеза центра сопряжения, которая отличается от существующих комбинированным применением этапов автоматической генерации множества альтернативных структур центра сопряжения на основе генетического алгоритма и «ручного» выбора предпочтительного варианта для осуществления многокритериального синтеза структуры центра сопряжения в условиях, близких к реальным. **Практическая значимость:** методика синтеза структуры центра сопряжения может найти применение при решении задач проектирования корпоративных информационных систем и выбора сетевого оборудования.

Ключевые слова — разнородные сети, корпоративная сеть, центр сопряжения, коммутатор, маршрутизатор, шлюз, структурный синтез, показатель качества, оптимизация структуры, генетический алгоритм.

Введение

Реализация корпоративной сети связана с проблемой организации эффективного взаимодействия отдельных разнородных частей распределенной сети [1]. Разнородность распространяется на многие показатели: скорость передачи данных, архитектуру, длину пакетов, топологию, программное обеспечение. Все функции по объединению и согласованию разнородных сетей выполняются в центрах сопряжения (ЦС) разного уровня и назначения: мостах, коммутаторах, маршрутизаторах и шлюзах, — обеспечивающих необходимое преобразование в терминах как аппаратуры, так и программного обеспечения [2, 3].

Центры сопряжения реализуются в виде многопроцессорных мультипрограммных систем с определенной конфигурацией. Выполняя основную функцию взаимодействия нескольких разнородных сетей, ЦС обрабатывают большие потоки информации, что приводит к необходимости распараллеливания во времени функций приема, передачи и обработки поступающих на их вход сообщений. Современные технологии построения ЦС основаны на идее динамической настройки их структуры в зависимости от решаемых задач и внешних условий, что позволяет повысить отдачу от уже сделанных инвестиций, оптимизировать и сократить затраты на приобретение нового оборудования [4].

Задачу структурного синтеза ЦС сформулируем как разработку методики выбора оптимальной конфигурации ЦС в зависимости от внешних условий с обеспечением необходимого качества обслуживания.

Постановка задачи исследования

Задача структурного синтеза ЦС сформулирована как смешанная многопараметрическая и многокритериальная экстремальная задача с ограничениями: при заданных технических характеристиках центра сопряжения найти такую его оптимальную структуру, чтобы выполнялись условия

$$0 < g_i(Q, H) \leq g_i^{\text{доп}}, g_i \in G, g_i^{\text{доп}} \in G^{\text{доп}}; \quad (1)$$

$$\varphi \rightarrow \min f(Q, H), \quad (2)$$

где H — множество структурно-функциональных модулей ЦС; Q — множество технических характеристик ЦС, $Q = \{q_i\}, i = \overline{1, V}$; G — множество показателей качества ЦС, $G = \{g_i\}, i = \overline{1, P}$; $G^{\text{доп}}$ — множество допустимых значений (ограничений) на показатели качества ЦС, $G^{\text{доп}} = \{g_i^{\text{доп}}\}, i = \overline{1, P}$;

φ — аддитивная функция стоимости ЦС.

Определим множества выражения (1).

Множество H — это базисный набор для структурного синтеза центров сопряжения, вклю-

чающий следующие функциональные модули (рис. 1):

— каналные модули $КМ$, предназначенные для выполнения процессов приема и передачи кадров; обозначим как множество $M1 = \{КМ_{i=1,S}\}$,

где S — число сопрягаемых неоднородных сетей;

— процессорный модуль $ПМ$, предназначенный для выполнения уровней протоколов ЦС. ПМ состоит из набора обрабатывающих модулей $ОМ$ — процессоров; обозначим как множество

$M2 = \{ОМ_{i=1,N;j=2,7}\}$, где N — число $ОМ$, реализующих протоколы j -го уровня эталонной модели взаимодействия открытых систем;

— модуль памяти — общее поле памяти $ОПП$, разбитое на секции для параллельного обслуживания нескольких $КМ$ и $ОМ$; обозначим как множество $M3 = \{ОПП_{i=1,M}\}$, где M — число секций общего поля памяти $СОПП$. Память хранит маршрутные и адресные таблицы, число мест для хранения пакетов, передаваемых от одного процесса к другому, или буферную память $БП$;

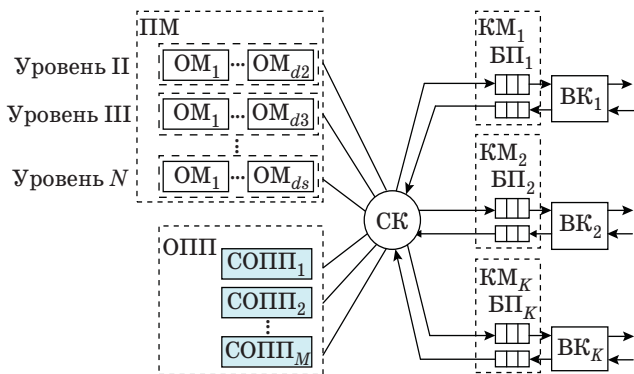
— схема комплексирования $СК$, предназначенная для объединения всех модулей в рамках одного ЦС; существует три $СК$: матрица коммутации — $СК1$, общая память — $СК2$, разделяемая шина — $СК3$;

— виртуальный канал $ВК$, предназначенный для отображения входа/выхода $КМ$ и поступающей на него нагрузки; обозначим как множество $M4$.

Множество G — показатели качества — это параметры, задающие технические характеристики структурно-функциональных модулей ЦС, и параметры, характеризующие определенное решение, принятое при выборе структуры ЦС.

Определены следующие показатели, характеризующие качество функционирования ЦС:

- пропускная способность ЦС — g_1 ;
- задержка передачи кадра — g_2 ;



■ Рис. 1. Структура центра сопряжения

— вероятность блокировки принимаемых кадров для входящего канала i (процент потерянных кадров) — g_3 .

К множеству параметров Q , задающих технические характеристики ЦС, отнесены:

— номинальное быстродействие обрабатывающих модулей — q_1 ;

— цикл обращения к памяти — q_2 ;

— объем памяти — q_3 ;

— длина машинного слова для обмена $ОМ$ с памятью — q_4 ;

— частота обращения $ОМ$ к памяти — q_5 .

В качестве оптимизируемых параметров H в зависимости от типа ЦС обоснованы и выбраны следующие:

— число $ОМ$ — N ;

— число $СОПП$ — M ;

— число $БП_{i=1,S}$, закрепленных за каждым входящим каналом;

— матрица распределения ресурсов по $СОПП$ — $RS_{i=1,R;j=1,M}$, где R — число общих ресурсов.

Процедура формирования оптимальной матрицы распределения общих информационных ресурсов по $СОПП$, учитывающая не объем ресурса, а число обращений к нему, приведена в работе [5].

Центр сопряжений структурируется из перечисленных готовых функциональных модулей в зависимости от нагрузки и степени неоднородности сопрягаемых сетей. С увеличением нагрузки возможно увеличение производительности ЦС расширением процессорного модуля по горизонтали путем добавления одного или нескольких $ОМ$ определенного уровня. При подключении новой сети активизируется новый $КМ$ и добавляются новые $ОМ$ по вертикали и $СОПП$, необходимое число которых определяется заранее для соблюдения требуемых показателей качества обслуживания. Переключением связей между модулями задается схема комплексирования [6].

Таким образом, структурная модель ЦС запишется в виде следующего кортежа элементов, характеристик и связей:

$$ЦС = \left\langle M1(q_1, q_4, q_5, S, БП_{i=1,S}), M2(q_1, q_5, N), M3(q_2, q_3, M, RS), M4, \bigcap_{i=1}^5 СК_i, G \right\rangle.$$

Частные варианты ЦС описываются следующими кортежами [7]:

— мост:

$$\left\langle M1(q_1, q_4, q_5, S = 2, БП_{i=1,2}), M4, СК2, G \right\rangle;$$

— коммутатор на базе матрицы:

$$\left\langle M1(q_1, q_4, q_5, S, \text{БП}_{i=\overline{1, S}}), M4, \text{СК1}, G \right\rangle;$$

— коммутатор на базе общей шины:

$$\left\langle M1(q_1, q_4, q_5, S, \text{БП}_{i=\overline{1, S}}), M4, \text{СК2}, G \right\rangle;$$

— коммутатор на базе общей памяти:

$$\left\langle \begin{array}{l} M1(q_1, q_4, q_5, S, \text{БП}_{i=\overline{1, S}}), \\ M3(q_2, q_3, M, RS), M4, \text{СК3}, G \end{array} \right\rangle;$$

— маршрутизатор/шлюз:

$$\left\langle \begin{array}{l} M1(q_1, q_4, q_5, S, \text{БП}_{i=\overline{1, S}}), M2(q_1, q_5, N), \\ M3(q_2, q_3, M, RS), \\ M4(\text{СК1} \vee \text{СК3}) \wedge (\text{СК2} \vee \text{СК3}), G \end{array} \right\rangle.$$

Таким образом, решение сформулированной задачи синтеза структуры ЦС распадается на два этапа. На первом этапе на соответствующих моделях находятся зависимости показателей качества. На втором этапе решается оптимизационная задача, определяемая выражениями (1), (2).

Оценка характеристик, определяющих качество ЦС, выполняется с применением аппарата теории массового обслуживания и подробно рассматривается в работах [8–11].

После определения характеристик ЦС решается задача формирования оптимальных конфигураций архитектуры ЦС, которую предлагается реализовать с привлечением разработанного генетического алгоритма (ГА).

Методика структурного синтеза ЦС

Методика структурного синтеза ЦС, основанная на ГА, носит итеративный характер, включает последовательность шагов, некоторые из которых автоматизированы, в частности параметрическая оптимизация, а часть из них связана с лицом, принимающим решение, например, при выборе вычислительных средств, по способу их комплексирования, о необходимости повторения оптимизации [12]. Предлагаемая методика является некоторой системой, поддерживающей принятие решения, и включает следующие шаги.

1. Определение значений внешних параметров на основе сетевых требований.

1.1. S — числа портов ЦС (взаимодействующих через ЦС сетей).

1.2. $v_i, i = \overline{1, S}$ — номинальной скорости передачи информации в канале связи [бит/с].

1.3. t_3^D — допустимой величины среднего времени задержки пакетов.

1.4. $P_{\text{и}}^D$ — допустимой вероятности искажения информации.

1.5. $P_{\text{бл}}^D$ — допустимой вероятности блокировки кадра.

2. Определение значений внешних параметров, отражающих информационные и алгоритмические свойства ЦС как элемента корпоративной сети.

2.1. L — средней длины пакета; L_{min} — минимального межкадрового интервала.

2.2. ρ — вектора коэффициентов использования входящих каналов.

2.3. q — вектора числа команд протокольных процессов.

2.4. π^P — матрицы суммарного числа команд, на которое протокольные процессы занимают информационные ресурсы.

2.5. E^P — матрицы суммарного числа обращений протокольных процессов к информационным ресурсам.

Большое количество названных внешних параметров объясняется сложностью реальных параллельных систем, при проектировании которых необходимо учитывать влияние мультипроцессорной реализации, сетевой операционной системы и протокольных процессов.

Значения параметров пп. 2.3–2.5 берутся из анализа реальных протоколов, который выполняется автоматически специальными программами мониторинга и анализаторами.

Если при структурном синтезе ЦС требуется провести расчеты по определению объемов секций памяти (в том случае, если объемы блоков памяти не были определены при выборе технических средств), дополнительно требуется определить следующие параметры.

2.6. L_{max} — максимальную длину пакета.

2.7. ℓ^P — вектор длин программных модулей протокольных процессов.

2.8. L^P — вектор длин элементов информационных ресурсов.

3. Уточнение структуры технических средств.

3.1. Выбрать типовой модуль для локальной памяти с циклом обращения τ^L и разрядностью слова Ψ бит, объем которого достаточен для хранения соответствующих уровней протоколов. Определить коэффициент стоимости $C^L(\tau^L, \Psi)$.

3.2. Выбрать тип процессора порта для $\text{КМ}_i, i = \overline{1, S}$, с номинальным быстродействием $\mathbf{B}_{\text{и}}^{\text{КМ}}$ и разрядностью слова Ψ_i .

Проверить условия

$$v_i \leq \frac{L_{\text{min}}}{L' \tau^E}, i = \overline{1, S} \quad (3)$$

и

$$\frac{\mathbf{B}_{\text{и}}^{\text{КМ}}}{q_i^{\Psi}} > \frac{1}{\tau^E}, i = \overline{1, S}, \quad (4)$$

где q_i^{Ψ} — число команд, выполняемых КМ_i , для записи (чтения) слова в (из) ОПП.

Определить коэффициент стоимости $C_i^{KM}(B_{ni}^{KM}, \Psi)$. Если (3), (4) не выполняются, то необходимо выбрать либо микропроцессор для КМ с большим быстродействием и повторить п. 3.2, либо модуль ОПП с меньшим циклом обращения и вернуться на п. 3.1.

3.3. Построить линейку типов микропроцессоров для ОМ с номинальным быстродействием B_{ni}^{OM} и разрядностью слова Ψ_i , $i = \overline{1, P}$, где P — число представленных типов микропроцессоров. Определить вектор коэффициентов стоимости $C_{ni}^{OM}(B_{ni}^{OM}, \Psi_i)$, $i = \overline{1, P}$.

3.4. Построить линейку типовых модулей для ОПП с циклом обращения τ_i^{COP} секунд и разрядностью слова Ψ_i бит, $i = \overline{1, G}$, где G — число представленных типовых модулей памяти. Определить вектор коэффициентов стоимости $C_i^L(\tau_i^L, \Psi_i)$.

3.5. Определить способ комплексирования ОМ и КМ с ОПП и коэффициент стоимости C^{CK} .

4. Введение параметров ГА:

- Z — числа особей в популяции;
- $\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4$ — порядка операции кроссовера для разных хромосом;
- q — вероятности мутации гена;
- $\varepsilon, K^{доп}$ — критерия останова.

Каждая особь популяции описывается набором из четырех хромосом:

- N — число ОМ;
- $B_{n1}^{OM}, \dots, B_{nP}^{OM}$ — линейка представленных быстродействий процессоров ОМ;
- M — число секций, на которые может быть разбита общая память;
- $\tau_1^{COPP}, \dots, \tau_G^{COPP}$ — линейка представленных быстродействий (времени доступа) памяти.

5. Реализация на ЭВМ алгоритма параметрической оптимизации.

5.1. Выбрать начальную популяцию S_0 , включающую Z особей.

Особь $s \in S_0$ включить в популяцию только при выполнении ограничений

$$\Lambda(j) \geq \frac{1}{L} \sum_{i=1}^S v_i \delta_i \quad (5)$$

и

$$\bar{t}_3 \leq t_3^A. \quad (6)$$

Если хотя бы одно из условий (5), (6) не выполняется, то особь в популяцию не включается.

Положить номер популяции $k := 0$.

5.2. Вычислить приспособленность каждой особи популяции $\Phi(s)$, $s = 1, \dots, Z$, и приспособленность популяции в целом

$$\Phi_k^* = \min\{\Phi(s) \mid s = 1, 2, \dots, Z\},$$

где s — номер особи в популяции, который позволяет однозначно определить соответствующий

этой особи генотип; $\Phi(s)$ — целевая функция задачи оптимизации.

5.3. Селекция. Случайным образом (метод рулетки) выбрать родителей s_1, s_2 из популяции k для следующего потомства в соответствии с распределением вероятностей $P_1, \dots, P_s, \dots, P_Z$, где

$$P_s = \frac{\Phi(s)}{\sum_{s \in S_k} \Phi(s)}.$$

5.4. Скрещивание. Построить хромосому потомка s'_i по s_1, s_2 при помощи оператора χ_i — точечного кроссовера применительно к i -й хромосоме.

5.5. Мутация. Модифицировать s'_i с вероятностью q , заменив значение каждого гена потомка на противоположное.

5.6. Формирование новой популяции, которая объединяет решения следующего поколения. Для этого Z раз выполнить операции алгоритма, начиная с шага 5.3, помещая каждую вновь полученную особь в следующую популяцию S_{k+1} . Затем положить номер новой популяции $k := k + 1$ и перейти к шагу 5.7.

5.7. Останов. Если приспособленность L последних популяций увеличилась на величину меньшую, чем ε , или если $k = K^{доп}$, то остановить процесс эволюции. В качестве решения задачи оптимизации взять наилучшую из найденных особей последней популяции.

Процедура построения ЦС корпоративной информационной сети считается завершенной.

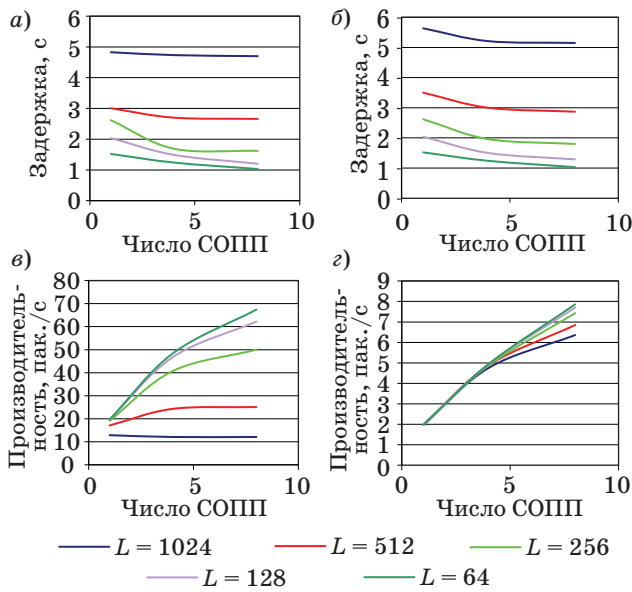
Результаты работы алгоритма оптимизации

Для коммутатора с общей памятью ГА позволяет определить оптимальное число секций памяти для обеспечения заданной производительности коммутатора. Результаты работы представлены на рис. 2, а–г.

Для коммутатора с общей шиной ГА позволяет подобрать производительность шины при известной входной нагрузке или определить максимально возможное количество портов, подключаемых к шине, если производительность шины уже задана.

Для ЦС, выполняющих функции объединения и согласования разнородных сетей начиная с третьего уровня эталонной модели взаимодействия открытых систем, ГА находит оптимальное число как секций памяти, так и процессоров обработки (ОМ). Результаты работы алгоритма представлены в табл. 1 и на рис. 3.

Выбор структуры ЦС типа маршрутизатор/плюс выполнялся с исходными данными, представленными в табл. 2, при симметричном трафике. Результаты работы по подбору структуры отображены в табл. 3.



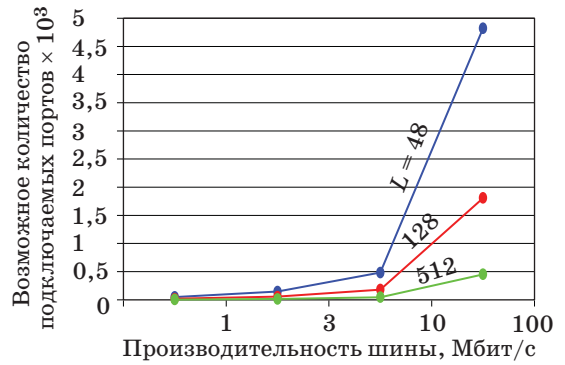
■ **Рис. 2.** Зависимость от числа секций ОПП: средней задержки при $\rho = 0,3$ (а) и $\rho = 0,9$ (б); производительности при $\rho = 0,3$ (в) и $\rho = 0,9$ (з)

■ **Таблица 1.** Максимальное количество портов, подключаемых к шине

| L_n , Б | Нагрузка на входе, пак./с | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| | 10 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 |
| Производительность шины 1 Мб/с | | | | | | |
| 48 | 48 | 10 | 5 | 2 | 1 | – |
| 128 | 18 | 4 | 2 | 1 | – | – |
| 512 | 4 | 1 | – | – | – | – |
| Производительность шины 3 Мб/с | | | | | | |
| 48 | 145 | 29 | 14 | 7 | 3 | 1 |
| 128 | 54 | 11 | 5 | 3 | 1 | – |
| 512 | 13 | 3 | 1 | 1 | – | – |
| Производительность шины 10 Мб/с | | | | | | |
| 48 | 482 | 96 | 48 | 24 | 10 | 5 |
| 128 | 181 | 36 | 18 | 9 | 4 | 2 |
| 512 | 45 | 9 | 4 | 2 | 1 | – |
| Производительность шины 100 Мб/с | | | | | | |
| 48 | 4822 | 964 | 482 | 241 | 96 | 48 |
| 128 | 1808 | 362 | 181 | 90 | 36 | 18 |
| 512 | 452 | 90 | 45 | 23 | 9 | 4 |

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- синтез структуры ЦС в большей степени определяется нагрузкой, поступающей на входы ЦС;
- синтез структуры ЦС любого уровня возможен только из предположения симметричности



■ **Рис. 3.** Зависимость количества портов от производительности шины

■ **Таблица 2.** Исходные данные для подбора структуры ЦС типа маршрутизатор/шлюз

| Номер порта i | V_i , бит/с | L_i , Б | Номер порта i | V_i , бит/с | L_i , Б |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------|
| 1 | 3×10^6 | 32 | 33 | 48×10^3 | 1024 |
| 2 | 12×10^5 | 64 | 34 | $9,6 \times 10^3$ | 1024 |
| 3 | 96×10^3 | 128 | 35 | $1,5 \times 10^6$ | 32 |
| 4 | 48×10^3 | 256 | 36 | 10^6 | 32 |
| 5 | 48×10^3 | 512 | 37 | 5×10^8 | 32 |
| 6 | $9,6 \times 10^3$ | 1024 | 38 | 10^8 | 32 |
| 7 | 10^6 | 32 | 39 | 10^6 | 64 |
| 8 | 5×10^5 | 32 | 40 | 5×10^5 | 64 |
| 9 | 5×10^5 | 64 | 41 | 5×10^5 | 64 |
| 10 | 15×10^5 | 64 | 42 | 15×10^5 | 64 |
| 11 | 10^5 | 128 | 43 | 10^5 | 128 |
| 12 | 10^5 | 128 | 44 | 10^5 | 128 |
| 13 | 96×10^3 | 256 | 45 | 96×10^3 | 128 |
| 14 | 48×10^3 | 256 | 46 | 48×10^3 | 128 |
| 15 | 10^4 | 512 | 47 | 10^4 | 256 |
| 16 | 96×10^3 | 512 | 48 | 96×10^3 | 256 |
| 17 | 3×10^6 | 32 | 49 | 48×10^3 | 1024 |
| 18 | 12×10^5 | 64 | 50 | $9,6 \times 10^3$ | 1024 |
| 19 | 96×10^3 | 128 | 51 | 15×10^5 | 32 |
| 20 | 48×10^3 | 256 | 52 | 10^6 | 32 |
| 21 | 48×10^3 | 512 | 53 | 5×10^8 | 32 |
| 22 | $9,6 \times 10^3$ | 1024 | 54 | 10^8 | 32 |
| 23 | 10^6 | 32 | 55 | 10^6 | 64 |
| 24 | 5×10^5 | 32 | 56 | 10^5 | 64 |
| 25 | 5×10^5 | 64 | 57 | 10^5 | 64 |
| 26 | 15×10^5 | 64 | 58 | 15×10^5 | 64 |
| 27 | 10^5 | 128 | 59 | 10^5 | 128 |
| 28 | 10^5 | 128 | 60 | 10^5 | 128 |
| 29 | 96×10^3 | 256 | 61 | 96×10^3 | 128 |
| 30 | 48×10^3 | 256 | 62 | 48×10^3 | 128 |
| 31 | 10^4 | 512 | 63 | 10^4 | 256 |
| 32 | 96×10^3 | 512 | 64 | 96×10^3 | 256 |

■ **Таблица 3.** Определение структуры ЦС при разной входной нагрузке

| Количество портов | Нагрузка | Число ОМ | Число СОПП | Время считывания, мкс | Номинальное быстродействие, опер./с |
|-------------------|----------|----------|------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 4 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 10^3 |
| | 0,3 | 3 | 1 | 2 | 10^3 |
| | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 5×10^3 |
| | 0,7 | 2 | 1 | 1 | 5×10^3 |
| | 0,9 | 1 | 1 | 1 | 10^4 |
| | 1 | 2 | 1 | 1 | 10^4 |
| 8 | 0,1 | 2 | 1 | 2 | 10^3 |
| | 0,3 | 1 | 1 | 2 | 5×10^3 |
| | 0,5 | 3 | 2 | 2 | 5×10^3 |
| | 0,7 | 1 | 1 | 2 | 10^4 |
| | 0,9 | 1 | 1 | 1 | 10^4 |
| | 1 | 2 | 1 | 1 | 10^4 |
| 16 | 0,1 | 2 | 1 | 5×10^{-1} | 10^3 |
| | 0,3 | 2 | 2 | 5×10^{-1} | 5×10^3 |
| | 0,5 | 1 | 1 | 5×10^{-1} | 10^4 |
| | 0,7 | 2 | 1 | 10^{-1} | 10^4 |
| | 0,9 | 2 | 1 | 10^{-1} | 5×10^4 |
| | 1 | 2 | 2 | 10^{-1} | 5×10^4 |
| 32 | 0,1 | 1 | 1 | 10^{-1} | 5×10^3 |
| | 0,3 | 1 | 1 | 10^{-1} | 5×10^4 |
| | 0,5 | 3 | 2 | 10^{-1} | 5×10^4 |
| | 0,7 | 4 | 4 | 10^{-1} | 10^5 |
| | 0,9 | 6 | 5 | 10^{-1} | 10^5 |
| | 1 | 7 | 5 | 10^{-2} | 10^5 |
| 64 | 0,1 | 6 | 6 | 10^{-2} | 10^6 |
| | 0,3 | 10 | 6 | 10^{-2} | 10^6 |
| | 0,5 | 14 | 8 | 10^{-2} | 10^6 |
| | 0,7 | 8 | 5 | 10^{-3} | 10^7 |
| | 0,9 | 10 | 7 | 10^{-3} | 10^7 |
| | 1 | 12 | 10 | 10^{-3} | 10^7 |

Литература

1. Tanenbaum A. Computer Networks. 4th ed. — Prentice Hall, 2002. — 912 p.
2. Gilbert H. Making Your Data Center Energy Efficient. — Taylor & Francis, 2011. — 286 p.
3. Tatarnikova T., Kolbanev M. Statement of a Task Corporate Information Networks Interface Centers Structural Synthesis // IEEE EUROCON. Saint-Petersburg, 2009. P. 1883–1887.
4. Советов Б. Я., Колбанёв М. О., Татарникова Т. М. Технологии инфокоммуникации и их роль в обеспечении информационной безопасности // Геополитика и безопасность. 2014. № 1. С. 69–77.
5. Татарникова Т. М. К расчету основных характеристик шлюза распределенных сетей // Тр. учебных заведений связи. 2000. № 166. С. 62–68.
6. Колбанёв М. О., Татарникова Т. М., Малков К. О. Подход к организации адаптивного согласующего центра корпоративной сети // Информационно-управляющие системы. 2008. № 3(34). С. 28–31.
7. Кутузов О. И., Сергеев В. Г., Татарникова Т. М. Коммутаторы в корпоративных сетях. Модели-

выходного трафика, при асимметричном трафике необходимо проводить эксперимент на модели; — частота обращения к общему ресурсу (памяти, шине) определяется длиной пакета и длиной машинного слова, на который настроен процессор порта, и количеством информационных ресурсов, необходимых для выполнения протокольных процессов.

Заключение

Определен минимально полный набор структурных элементов, покрывающий все многообразие вариантов ЦС, что позволяет обеспечить универсальность модели ЦС в различных задачах синтеза его структуры.

Определено множество внешних параметров, характеризующих ЦС с точки зрения выполняемых ими функций для корпоративной сети. Выбраны показатели эффективности и качества ЦС. В результате сформулирована задача исследования как разработка методики синтеза оптимальной конфигурации ЦС в зависимости от внешних условий с обеспечением необходимого качества обслуживания.

Получены и представлены некоторые результаты оптимизации структуры ЦС:

- коммутатора с общей памятью (определяется число СОПП);
- коммутатора с общей шиной (определяется число портов ввода/вывода);
- маршрутизатора/шлюза (определяется число СОПП и ОМ).

рование и расчет. — СПб.: Судостроение, 2003. — 170 с.

8. Татарникова Т. М., Аль-Хаками А. М. Оценка вероятностно-временных характеристик сетей хранения данных SAN // Программные продукты и системы. 2009. № 4. С. 177–179.
9. Воробьёв А. И., Колбанёв М. О., Татарникова Т. М. Оценка вероятностно-временных характеристик процесса предоставления информационно-справочных услуг // Приборостроение. 2014. № 9. С. 15–18.
10. Советов Б. Я., Колбанёв М. О., Татарникова Т. М. Оценка вероятности эрланговского старения информации // Информационно-управляющие системы. 2013. № 6(67). С. 25–28.
11. Кутузов О. И., Татарникова Т. М. Моделирование систем и сетей телекоммуникаций. — СПб.: РГГМУ, 2012. — 134 с.
12. Татарникова Т. М., Кутузов О. И. Подход к оптимизации структуры межсетевое устройства с привлечением генетических алгоритмов // Изв. ГЭТУ «ЛЭТИ». 2006. № 1. С. 61–67.

UDC 004.71

doi:10.15217/issn1684-8853.2015.3.92

Structural Synthesis of an Interface Center for Corporate NetworksTatarnikova T. M.^a, Dr. Sc., Tech., Docent, tm-tatarn@yandex.ru^aSaint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67, B. Morskaya St., 190000, Saint-Petersburg, Russian Federation

Purpose: The functions of combining and harmonizing heterogeneous networks in the structure of a corporate network are performed in interface centers of various levels: bridges, switches, routers and gateways. These interface centers are based on processors with typical architectures: I386, PowerPC, ARM, RISC, etc. The architecture is rigidly anchored to the functionality, making it difficult to flexibly manage the resources and distribute the load. On fixed tasks, the performance of an interface center is used only by 10–20%. An alternative is a dynamic adjustment of the interface center structure, depending on the task and on the ambient conditions. The purpose of this work is developing methods for building interface centers for heterogeneous information networks with a given set of properties. **Results:** A model is proposed for an interface center of corporate information networks, with a minimally complete set of structural elements common for all kinds of interface centers. This model is versatile for many problems of interface center structure synthesis. A structural synthesis technique is developed, different from the existing ones, as it jointly uses the stages of automatic generation of many alternative structures for an interface center using a genetic algorithm and "manual" selection of the preferred option for multicriteria synthesis of the interface center structure under conditions close to real ones. **Practical relevance:** The technique of interface center structure synthesis may find application in solving the problems of developing corporate information systems and choosing network equipment.

Keywords — Heterogeneous Networks, Corporate Network, Interface Center, Switch, Router, Gateway, Structural Synthesis, Quality Score, Optimization of Structure, Genetic Algorithm.

References

1. Tanenbaum A. *Computer Networks*. 4th Ed. Prentice Hall, 2002. 912 p.
2. Gilbert H. *Making Your Data Center Energy Efficient*. Taylor & Francis, 2011. 286 p.
3. Tatarnikova T., Kolbanov M. Statement of a Task Corporate Information Networks Interface Centers Structural Synthesis. *IEEE EUROCON*, Saint-Petersburg, 2009, pp. 1883–1887.
4. Sovetov B. Y., Kolbanov M. O., Tatarnikova T. M. Infocommunication Technologies and their Role in Information Security. *Geopolitika i bezopasnost'*, 2014, vol. 25, no. 1, pp. 69–77 (In Russian).
5. Tatarnikova T. M. On the Calculation of the Main Characteristics of the Gateway WAN. *Trudy uchebnykh zavedenii svyazi*, 2000, no. 166, pp. 62–68 (In Russian).
6. Kolbanov M. O., Tatarnikova T. M., Malkov K. O. An Approach to Set Up a Corporate Network Matching Center. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems], 2008, no. 3(34), pp. 28–31 (In Russian).
7. Kutuzov O. I., Sergeev V. G., Tatarnikova T. M. *Kommutatory v korporativnykh setyakh. Modelirovanie i raschet*. [Switches in Corporate Networks. Modeling and Calculation]. Saint-Petersburg, Sudostroenie Publ., 2003. 170 p. (In Russian).
8. Tatarnikova T. M., Ali Alhakami A. M. Likelihood-time Characteristics Estimation of Storage Area Network. *Software & Systems*, 2009, vol. 88, no. 4, pp. 177–179 (In Russian).
9. Vorobyov Andrey I., Kolbanov Mikhail O., Tatarnikova Tatiana M. Assessment of Probabilistic-Temporal Characteristics of the Process of I&R Service Rendering. *Pribo-rostroenie*, 2014, no. 9, pp. 15–18 (In Russian).
10. Sovetov B. Y., Kolbanov M. O., Tatarnikova T. M. Evaluation of Probability of Erlang Information Aging. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems], 2013, no. 6(67), pp. 25–28 (In Russian).
11. Kutuzov O. I., Tatarnikova T. M. *Modelirovanie sistem i setey telekommunikatsiy* [Simulation of Systems and Telecommunications Networks]. Saint-Petersburg, RSHU Publ., 2012. 134 p. (In Russian).
12. Tatarnikova T. M., Kutuzov O. I. Approach to Optimize the Structure of Internetworking Devices Involving Genetic Algorithms. *Izvestia GETU "LETI"*, 2006, no. 1, pp. 61–67 (In Russian).