

УДК 004.7:004.94

*Л.В. Иванова, С.А. Нестеренко*

Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1, Одесса, 65044

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕИНЖЕНЕРИНГА ГЕТЕРОГЕННЫХ СЕГМЕНТОВ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ**

*Сформулирована задача реинженеринга рациональной структуры гетерогенного сегмента сети по критерию «производительность/стоимость». Разработана технология проектирования сегментов гетерогенных мультисервисных сетей в среде специализированной САПР.*

**Ключевые слова:** *Метамодел – Гетерогенный сегмент сети – Неблокирующая структура – Рациональная структура – Технология проектирования – Инструментальные средства – САПР.*

*The task of heterogeneous network segment rational structure development by criterion “productivity/cost” is formulated. The method of heterogeneous multi-service networks segment design in specialized CADD environment is developed.*

**Keywords:** *Metamodel – Heterogeneous network segment – Unblocked structure – Rational structure – Method of development – Tools – CADD.*

**I. ВВЕДЕНИЕ**

Современные компьютерные сети (КС) реализуются как гетерогенные структуры, содержащие в своем составе большое количество как проводных, так и беспроводных сегментов.

Использование беспроводных технологий приводит к постоянному процессу реконфигурирования и проектирования гетерогенных сетей, что накладывает дополнительные требования к сокращению сроков реинженеринга. Это, в свою очередь, требует использования соответствующих моделей, методов и инструментальных средств, ориентированных на данный класс КС и данную процедуру их развития.

Анализ методов проектирования КС показал, что они не учитывают особенностей современных сетей, а именно, их гетерогенность, мультисервисность и реинжинеринг на уровне сетевых сегментов.

В статье предлагается технология, модели и инструментальные средства реинжинеринга структуры гетерогенной мультисервисной сети на уровне ее сетевых сегментов в среде специализированной САПР RELAN [1]. В качестве инструментальных средств для проведения натурного моделирования в сетевых сегментах используются программные продукты IxChariot [2]. Монитор сетевого трафика IxRunTime и программируемый генератор мультисервисной нагрузки IxProFile.

**II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РЕИНЖЕНЕРИНГА ГЕТЕРОГЕННЫХ СЕГМЕНТОВ СЕТЕЙ**

Гетерогенная КС представляется в виде набора гетерогенных сетевых сегментов (ГСС). В качестве ГСС рассматриваются сети рабочих

групп, сети зданий и сеть корпорации. Реинжинеринг КС выполняется на уровне ГСС, в которых произошли изменения числа абонентов или информационного трафика.

В формализованном виде задача проектирования гетерогенного сегмента сети формулируется следующим образом. При заданном количестве абонентов  $N$  и трафике ГСС  $H_C$  на множестве возможных структур  $S^{\text{ДОП}}$  необходимо синтезировать структуру  $S \in S^{\text{ДОП}}$ , обеспечивающую максимальное значение показателя эффективности  $W$  “производительность/стоимость” и для которой выполняются ограничения на вектора пользовательских  $F_{\Pi}$  характеристик функционирования сети:

$$H_C = \sum_{i=1}^N \lambda_i$$

$$W \rightarrow \max, \bar{F}_{\Pi} = \Phi(S, H_C),$$

$$S = S^{\text{РАЦ}}, S^{\text{РАЦ}} \in S^{\text{ДОП}}, F_{\Pi} \leq F_{\Pi}^{\text{ДОП}},$$

где  $\lambda_i$  – трафик  $i$ -го абонента,  $N$  – количество абонентов ГСС.

В качестве ограничений на пользовательские характеристики  $F_{\Pi}^{\text{ДОП}}$  для гетерогенных сегментов рассматриваются: допустимые значения среднего времени выполнения сетевых транзакций  $T_{\text{ТР}}^{\text{ДОП}}$ , пропускные способности, обеспечиваемые для каждого абонента сегмента  $V_{\text{ГС}}$

$$T_{\text{ТР}i} \leq T_{\text{ТР}i}^{\text{ДОП}}, i = \overline{1, D},$$

$$V_{\text{ГС}}^{\text{max}} \geq V_{\text{ГС}i}, i = \overline{1, N},$$

где  $D$  – количество информационных транзакций в сети;  $N$  – количество абонентов сегмента сети.

Показатель эффективности можно представить в виде:

$$W = \frac{E}{C} \rightarrow \max,$$

где  $C$  – стоимость сетевой структуры,  $E(H_C, S)$  – единичная функция Хэвисайда, определяемая в виде:

$$E(H_C, S) = \begin{cases} 1, \text{если } \forall i V_{GCi} \leq V_{\max}^{GC}, i = \overline{1, N} \\ 0, \text{если } \exists i V_{GCi} > V_{\max}^{GC}, i = \overline{1, N} \end{cases}$$

где  $N$  – количество абонентов сегмента сети.

### III. ТЕХНОЛОГИЯ РЕИНЖЕНЕРИНГА ГЕТЕРОГЕННОГО СЕГМЕНТА СЕТИ.

Технология содержит ряд последовательных шагов, которые выполняются с использованием соответствующих модулей САПР “RELAN”, системы активного мониторинга и генератора сетевого трафика IxChariot.

1. С использованием графического интерфейса пользователя вводятся исходные данные для проектирования гетерогенного сегмента сети.

Формируется метамодель структуры ГСС  $S_A$ , которая описывает рабочие станции и сервера входящие в состав сегмента сети:

$$S_A = (R, H, M_\lambda, M_m, M_L, C_R, C_H),$$

где  $R = (r_1, r_2, \dots, r_{N1})$  вектор рабочих станций ГСС ( $N1$  – количество рабочих станций, входящих в состав проектируемого сегмента сети),

$H = (h_1, h_2, \dots, h_{N2})$  вектор серверов ГСС ( $N2$  – количество серверов),

$M_\lambda$  – матрица интенсивности трафика между рабочими станциями и серверами сети

( $M_\lambda = \|\lambda_{ij}\|_{|R| \times |H|}$ , где  $|R|$  и  $|H|$  – мощности соответствующих множеств).

$M_m$  – матрица размеров пакетов определяет средний размер пакетов, которыми обмениваются рабочие станции и сервера ( $M_m = \|m_{ij}\|_{|R| \times |H|}$ ),

$M_L$  – матрица топологического расположения рабочих станций и серверов сети,

$C_R$  – вектор стоимости рабочих станций ГСС,

$C_H$  – вектор стоимости серверов ГСС.

2. С использованием графического интерфейса пользователя выполняется построение первичной структуры ГСС в виде отдельного информационно квази-изолированного объекта.

3. С помощью модуля синтеза сетевой нагрузки в автоматическом режиме выполняется построение модели сетевой нагрузки гетерогенного сегмента сети. По модели сетевой нагрузки рассчитывается трафик беспроводных и проводных каналов связи сегмента сети

$$H_B = \sum_{i=1}^{N_{B1}} \lambda_i + \sum_{j=1}^{N_{B2}} \lambda_j \quad H_{II} = \sum_{i=1}^{N_{II1}} \lambda_i + \sum_{j=1}^{N_{II2}} \lambda_j$$

где  $H_B, H_{II}$  – трафик беспроводного и проводного сегмента соответственно,

$N_{B1}, N_{B2}, N_{II1}, N_{II2}$  – количество серверов и рабочих станций беспроводного и проводного сегментов сети соответственно.

4. В автоматическом режиме на основании полученных с использованием модели сетевой нагрузки значений трафика производится выбор

технологии для беспроводных и проводных каналов связи:

ТН<sub>БП</sub> → IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n

ТН<sub>П</sub> → E, FE, GE, 10GE.

5. С помощью блока синтеза математических моделей на уровне полученных объектов по аналитическим моделям [3-6,11,12] определяется максимальная пропускная способность гетерогенного сегмента сети и минимальное время транзакции

$$V_{\max}^{GC} = f(L, V_{WLC}, V_{WRC}, V_{SB}),$$

$$T_{\min}^{GC} = f(V_{WLC}, V_{WRC}),$$

где  $L$  – размер передаваемого кадра,

$V_{WLC}, V_{WRC}$  – скорость передачи проводного и беспроводного канала,

$V_{SB}$  – скорость передачи по шине сетевого интерфейса.

6. С использованием заданных логических правил в автоматическом режиме выполняется синтез неблокирующей структуры ГСС, для которой выполняются условия:

$$\forall i V_{GCi} \leq V_{\max}^{GC}, i = \overline{1, N}$$

$$\forall i T_{GCi} \leq T_{\min}^{GC}, i = \overline{1, N}$$

7. Для проведения моделирования структур ГСС в специализированной среде САПР проводятся натурные эксперименты, которые позволяют уточнить значение пропускной способности ГСС, полученные с помощью аналитической модели. С использованием системы активного мониторинга и генератора мультимедийного трафика проводятся натурные эксперименты, и строится регрессионная модель для расчета скорости передачи сквозного канала беспроводного сегмента сети [7-12]:

$$V_{СК} = f(L, R, N),$$

где  $L$  – размер передаваемого кадра,

$R$  – скорость передачи физического беспроводного канала связи,

$N$  – количество абонентов,

$B$  – тип сетевого интерфейса.

На основании регрессионной модели определяется реальная пропускная способность гетерогенного сегмента сети  $V_{GC}$ .

8. Выполняется синтез рациональной структуры ГСС по критерию «производительность/стоимость», для которой выполняются условия:

$$\forall i T_{TPi} \leq T_{TPi}^{ДОП}, i = \overline{1, N}$$

$$\forall i V_{GCi} \leq V_{\max}^{GC}, i = \overline{1, N}$$

С использованием блока моделирования проверяются условия выполнения ограничений на времена транзакций и пропускные способности, обеспечиваемые для каждого абонента ГСС. Выполняется поиск узлов, для которых условия не выполняются, и проводится процесс реконфигурирования структуры ГСС, который сводится к выбору каналов с большей производительностью. Процедуры моделирования и реконфигурирования структуры ГСС повторяются

до нахождения структуры, для которой выполняются все ограничения.

9. Посредством графического интерфейса пользователя выполняется вывод структуры сегмента гетерогенной сети.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная технология учитывает особенности динамики жизненного цикла современных КС и может быть использована в процессе реинженеринга гетерогенных сетей произвольной структуры. Предложенный объектный подход позволяет моделировать сеть на уровне ее сегментов небольшой размерности, что позволяет существенно упростить и сократить время проектирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Нестеренко С.А.** Интегрированная система проектирования корпоративных компьютерных сетей / С.А.Нестеренко, А.Ю. Биньковский // Труды Одесского политехнического университета. Вып. 1– Одесса: Национальный политехнический университет, 2003.– С. 92-97.
2. IxChariot [Электронный ресурс]. - Электрон, дан. - Режим доступа: <http://ixchariot.ru>, свободный.
3. **Нестеренко С.А.** Анализ пропускной способности стека протоколов / С.А. Нестеренко // Труды Одесского политехнического университета. Вып. 2. – Одесса: Национальный политехнический университет, 2002. – С. 87-90.
4. **Нестеренко С.А.** Модель беспроводного сегмента стандарта IEEE 801.11/ С.А. Нестеренко, А.Ю. Биньковский, С.С. Нестеренко.// Труды Одесского политехнического университета. Вып. 1– Одесса: Национальный политехнический университет, 2009.– С. 67-71.
5. **Leonard Kleinrock** "Creating a Mathematical Theory of Computer Networks" / Leonard Kleinrock // *INFORMS Operations Research*. - 2002. - pages: 125 - 131.
6. IEEE Computer Society, L. M. S. Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specification, 1997.
7. **Gupta P.** "Capacity of wireless networks." / P. Gupta and P.R. Kumar // *IEEE Transactions on Information Theory*. - 2000. - Volume 46, Issue 2.
8. **Jinyang Li** "Capacity of Ad Hoc Wireless Networks" / Jinyang Li, Charles Blake, Douglas S. J. De Couto, Hu Imm Lee, Robert Morris // *proceedings of the 7th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking*. - Rome, 2001.
9. **Bianchi Giuseppe** "Performance analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function" / Giuseppe Bianchi // *Selected Areas in Communications*", *IEEE Journal on*. - 2000. - Volume: 18, Issue: 3, pages: 535-547.
10. **Нестеренко С.А.** Аналитическая модель сквозного канала беспроводного сегмента сети стандарта IEEE 802.11 / С.А. Нестеренко, Л.В. Иванова // Труды Одесского Политехнического Университета. Сборник научных работ. Вып. 1. – Одесса: Национальный политехнический университет, 2011. – С. 146-150.
11. **Нестеренко С.А.** Пропускная способность сквозного канала беспроводного сегмента сети стандарта IEEE 802.11 / С.А. Нестеренко, Л.В. Иванова // *Электротехнические и компьютерные системы*. Вып. 5. – Одесса: Национальный политехнический университет, 2012. – С. 194-200.

---

Получена в редакции 20.03.2013, принята к печати 25.03.2013