

УДК 004.732

С.А. Нестеренко, д-р техн. наук,
Р.О. Шапорин, канд. техн. наук

ОБЪЕКТНО–ОРИЕНТИРОВАННАЯ САПР КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Рассмотрена структура и основные принципы функционирования объектно-ориентированной САПР корпоративных компьютерных сетей. Система позволяет автоматизировать этапы синтеза логической и физической структуры сети, моделирования ее функционирования и выбора фрагмента сети для внедрения.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, корпоративные компьютерные сети.

S.A. Nesterenko, ScD,
R.O. Shaporin, Ph.D

OBJECT ORIENTED CAD FOR CORPORATE COMPUTER NETWORKS

The structure and general functioning principles of enterprise computer network of object-oriented CAD of planning are considered. The system is able to automate phases of logical and physical network structure synthesis, phase of modeling of network functioning and phase of choosing of a network fragment for installation.

Keywords: computer-aided system of planning, enterprise computer network.

С.А. Нестеренко, д-р техн. наук,
Р.О. Шапорин, канд. техн. наук

ОБ'ЄКТНО–ОРИЄНТОВАНА САПР КОРПОРАТИВНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Розглянуто структуру та основні принципи функціонування об'єктно-орієнтованої САПР корпоративних комп'ютерних мереж. Система дає змогу автоматизувати етапи синтезу логічної та фізичної структури мережі, моделювання її функціонування та вибору фрагмента мережі для впровадження.

Ключові слова: системи автоматизованого проектування, корпоративні комп'ютерні мережі.

Корпоративные компьютерные сети (ККС) – сложные иерархические системы, содержащие сетевое и вычислительное оборудование различных видов. При проектировании ККС необходимо синтезировать логическую структуру сети и выбрать физическое оборудование, объединяющее узлы сети на каждом уровне иерархии системы. Синтезированная структура должна обеспечивать требуемую пропускную способность и иметь минимальную стоимость, т.е. быть оптимальной по критерию "производительность/стоимость". Из-за высокой стоимости и трудоёмкости инсталляции проекта не представляется возможным осуществить внедрение ККС за один этап. Процесс внедрения сети разбивается на несколько этапов, на каждом из которых выполняются процедуры синтеза структуры сети, её моделирование и выбор оптимального фрагмента для внедрения.

Разработка ККС осуществляется в среде объектно–ориентированных автоматизированных систем, которые в качестве основного инструментального средства проектирования используют различные системы моделирования [1]. Данные системы позволяют

автоматизировать лишь один из этапов проектирования – этап расчета характеристик их функционирования. Остальные этапы синтеза выполняются, как правило, вручную. Результат проектирования при использовании подобных систем существенно зависит от квалификации разработчика.

Поэтому для сетей данного класса актуальной является разработка интегрированных объектно-ориентированных САПР ККС, способных автоматизировать все этапы развития сети, обеспечив максимальную эффективность использования ККС в течение всего жизненного цикла.

В статье рассматривается структура и основные принципы функционирования интегрированной САПР ККС "RELAN", разработанной на кафедре компьютерных интеллектуальных систем и сетей Одесского национального политехнического университета.

Система проектирования предназначена для автоматизации выполнения этапов синтеза структуры сети, моделирования вероятностно-временных характеристик ее функционирования и выбора фрагмента сети для внедрения. Она состоит из блоков (рис. 1).

Блок графического интерфейса пользователя реализует интерактивное взаимодей-

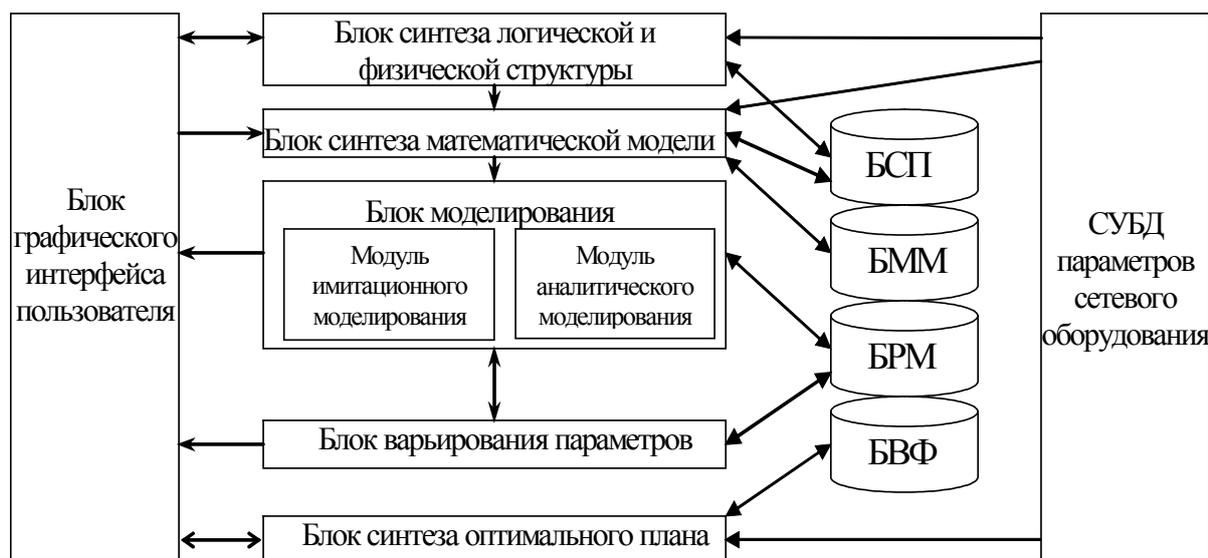


Рис. 1. Структура объектно-ориентированной САПР ККС:

БСП – библиотека структуры проектов; БММ – библиотека моделей проектов; БРМ – библиотека результатов моделирования; БВФ – библиотека внедряемых фрагментов

ствии с системой на всех этапах проектирования ККС. Система управления базой данных (СУБД) обеспечивает ввод, хранение и использование различными блоками системы данных об имеющихся типах сетевых устройств (рабочие станции, серверы, коммуникационное оборудование, кабельные системы). Система поддерживает различные сетевые технологии, в том числе и современные беспроводные технологии семейства 802.11x.

Блок синтеза логической и физической структуры выполняет в автоматическом режиме проектирование логической структуры и выбор коммуникационного оборудования сетей различных уровней иерархии ККС. Блок синтеза математических моделей выполняет автоматическую генерацию моделей массового обслуживания для блоков аналитического и имитационного моделирования, которые адекватно отображают функционирование логической структуры сети, полученной с использованием блока логического синтеза или введенной через блок интерфейса пользователя. Блок моделирования вычисляет вероятностно-временные характеристики работы сети с использованием аналитических или имитационных методов расчёта. Блок варьирования параметров позволяет исследовать характеристики работы сети при изменении ее параметров.

Блок синтеза логической и физической структуры осуществляет автоматическое проектирование логической и физической структуры сети. В качестве входных данных проектирования используется:

количество зданий, объединяемых сетью и расстояния между ними;

количество этажей в каждом здании;

количество рабочих групп на этаже;

количество рабочих станций и серверов в рабочей группе;

перечень и размещение общедоступных серверов зданий и корпоративных серверов;

матрица связей рабочих станций и серверов;

значения трафика каждой рабочей станции;

время обработки сетевых транзакций в рабочих станциях и серверах.

На основании входных данных проектирования на каждом из уровней иерархии сети выбирается оптимальная сетевая структура с использованием продукционных правил вида

$$\text{if } \langle R \rangle \text{ then } S := S_1 \text{ else } S := S_2, \quad (1)$$

где R – условие, которому должен удовлетворять фрагмент сети; S – результирующая структура фрагмента сети; S_1, S_2 – варианты структуры фрагмента сети, один из которых удовлетворяет условию R .

Использование формальных правил вида (1) позволяет выбрать оптимальные по критерию производительность / стоимость сетевые структуры для сетей всех уровней иерархии ККС. Затем определяется минимальное физическое покрытие этой структуры на базе коммуникационного оборудования заданного производителя.

Для определения вероятностно–временных характеристик синтезированной структуры используется блок моделирования. Он рассчитывает характеристики функционирования сети с использованием моделей массового обслуживания, которые автоматически генерируются блоком синтеза математической модели. В состав блока входят модули аналитического и имитационного моделирования. Модуль аналитического моделирования использует метод Нэюза–Чанди расчета характеристик сети на базе алгоритма анализа средних значений (Mean Value Analysis – MVA) [2]. Модуль имитационного моделирования программным образом имитирует функционирование сети в соответствии со структурой синтезированной модели.

Время выполнения транзакции в сети не должно превышать допустимого значения. Если время выполнения транзакции для некоторых узлов моделируемой структуры ККС превышает допустимое значение, структура ККС модифицируется с целью устранения узких мест, после чего осуществляется повторное моделирование. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не выполняются следующие условия:

$$\forall_i T_{\text{ТР}i} \leq T_{\text{ТР}i}^{\text{ДОП}}, i = \overline{1, L}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ТР}i}$ – полученное при моделировании время i -й транзакции; $T_{\text{ТР}i}^{\text{ДОП}}$ – допустимое время i -й транзакции; L – количество транзакций ККС.

После получения структуры ККС с производительностью и вероятностно–временными характеристиками, соответствующими начальным требованиям, рассчитывается план внедрения сети с помощью блока синтеза оптимального плана.

Задача нахождения оптимального плана состоит в выборе фрагмента структуры сети для инсталляции, обеспечивающего максимальное значение критерия производитель-

ность/стоимость при ограничении на стоимость фрагмента. Фрагмент структуры сети представляет собой набор рабочих групп (РГ), которые инсталлируются на данном этапе. Значение производительности m -й РГ, оценивающее эффективность ее внедрения на данном этапе в контексте подсистемы планирования, определяется величиной трафика $\Delta\Psi_m$. Поскольку одинаковые величины трафика двух РГ имеют разную значимость для всей сети, каждой РГ присваивается приоритет P_m .

Задача оптимального планирования внедрения ККС на каждом из Q этапов внедрения решается с использованием метода динамического программирования [3]. Количество шагов расчёта оптимального плана задаётся числом РГ в ККС и равно M . Вариант решения на каждом шаге вычисления представляет собой соответствующую структуру РГ.

Внедрение каждой РГ выбранного фрагмента занимает время τ_{qm} . Рабочая группа работоспособна лишь после завершения внедрения фрагмента. Поэтому реальная производительность РГ $\Delta\Lambda_{qm}^r$ – это доля расчётной производительности $\Delta\Lambda_{qm}$. Блок планирования позволяет реализовать параллельную или последовательную стратегии развития сети на каждом этапе. При выборе параллельной стратегии внедрение рабочих групп выбранного оптимального фрагмента осуществляется параллельно. При этом реальная производительность оптимального фрагмента сети максимально приближена к рассчитанной в ходе планирования величине, так как m -я РГ находится в рабочем состоянии время $T_q - \tau_{qm}$, где T_q – время реализации q -го этапа внедрения. При выборе параллельной стратегии предприятие должно располагать достаточными ресурсами для выполнения процедуры параллельного внедрения.

Последовательная стратегия существенно менее требовательна к наличию ресурсов, обеспечивающих внедрение выбранных фрагментов рабочих групп. Фрагменты внедряются последовательно, при этом порядок их внедрения имеет значение. Реальная про-

изводительность m -й рабочей группы на этапе q при длительности этапа T_q составляет часть величины расчётной производительности $\Delta\Lambda_{qm}$ и определяется следующим образом:

$$\Delta\Lambda_{qm}^r = \frac{T_q - \Delta\tau_{qm}}{T_q} \cdot \Delta\Lambda_{qm} \quad (3)$$

$$\Delta\tau_{qm} = \sum_{i=1}^n \tau_{qi} + \tau_{qm},$$

где $\Delta\tau_{qm}$ – временной отрезок от начала этапа до момента завершения процедуры внедрения m -й рабочей группы; n – количество РГ; внедренных на этапе q до момента внедрения m -й рабочей группы.

Для последовательной стратегии развития вычисляется оптимальная последовательность внедрения рабочих групп, обеспечивающая максимальную производительность внедряемого фрагмента сети. Для определения последовательности внедряемых РГ используется метод, основанный на теории расписаний.

Интегрированная объектно–ориентированная САПР ККС "RELAN" позволяет автоматизировать все этапы создания сети, в том числе и такие трудоемкие процессы как синтез логической и физической структуры сети и выбор оптимального плана ее внедрения. Использование системы обеспечивает получение оптимальных по критерию производительность/стоимость проектных решений на всех этапах создания и развития сети в течение всего жизненного цикла.

Список использованной литературы

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.
2. Таха Х. Введение в исследование операций / Х. Таха – М.: Мир, 1985. – 480 с.
3. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів / А.А. Тимченко – К.: Либідь, 2000. – 272 с.

Получено 06.02.2012

References

1. Olifer V.G., Olifer N.A. Computer networks. Principles, technologies, protocols. – St.–Petersburg: 2010, – 944 p. [in Russian].
2. Taha H. Introduction to the analysis of operations. – Moscow: 1985. – 480 p. [in Russian].
3. Timchenko A.A. The component objects systems planning and analysis bases – Kiev: – 2000. – 272 p. [in Ukrainian].

Нестеренко

Сергей Анатольевич,
д-р техн. наук, проф. каф.
компьют. интеллект. систем
и сетей Одесск. нац.
политехн. ун-та.

E-mail:

sa_nesterenko@ukr.net.

Тел.: 067-5589637



Шапорин

Руслан Олегович, канд.
техн. наук, каф. компьютер.
интеллект. систем и сетей
Одес. нац. политехн. ун-та.

E-mail: shaporin@ukr.net.

Тел.: 067-4877362

