

КОМП'ЮТЕРНІ Й ІНФОРМАЦІЙНІ МЕРЕЖІ І СИСТЕМИ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

COMPUTER AND INFORMATION NETWORKS AND SYSTEMS

MANUFACTURING AUTOMATION

УДК 004.732

С.А. Нестеренко, д-р техн. наук, проф.,
Р.О. Шапорин, канд. техн. наук, доц.,
Одес. нац. политехн. ун-т

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ САПР ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

С.А. Нестеренко, Р.О. Шапорин. Використання спеціалізованих САПР при плануванні розвитку корпоративних комп'ютерних мереж. Запропоновано технологію розвитку корпоративної комп'ютерної мережі, яка враховує вагомість трафіку окремих робочих груп та динаміку розвитку мережі. Реалізація технології з використанням спеціалізованої САПР "RELAN" дозволяє отримати оптимальний за критерієм "продуктивність/вартість" план впровадження мережі на всіх етапах її побудови.

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

С.А. Нестеренко, Р.О. Шапорин. Использование специализированных САПР при планировании развития корпоративных компьютерных сетей. Предложена технология развития корпоративной компьютерной сети, учитывающая значимость трафика отдельных рабочих групп и динамику развития сети. Реализация технологии с использованием специализированной САПР "RELAN" позволяет получить оптимальный по критерию "производительность/стоимость" план внедрения на всех этапах построения сети.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, корпоративные компьютерные сети.

S.A. Nesterenko, R.O. Shaporin. Use of specialized CAD systems for planning the development of corporate computer networks. The technology of corporate computer networks development, taking into account the traffic significance of separate workgroups and their progress dynamics, is proposed. Implementation of technology using specialized CAD "RELAN" allows to obtain the optimum by criterion "performance/cost" installation plan at all stages of network construction.

Keywords: computer-aided design systems, corporate computer networks.

Корпоративные компьютерные сети (ККС) являются сложными динамически развивающимися системами. Для эффективного планирования их развития на каждом этапе жизненного цикла необходимо проводить рациональную процедуру выбора очередного фрагмента сети для внедрения с учетом имеющихся финансовых и людских ресурсов.

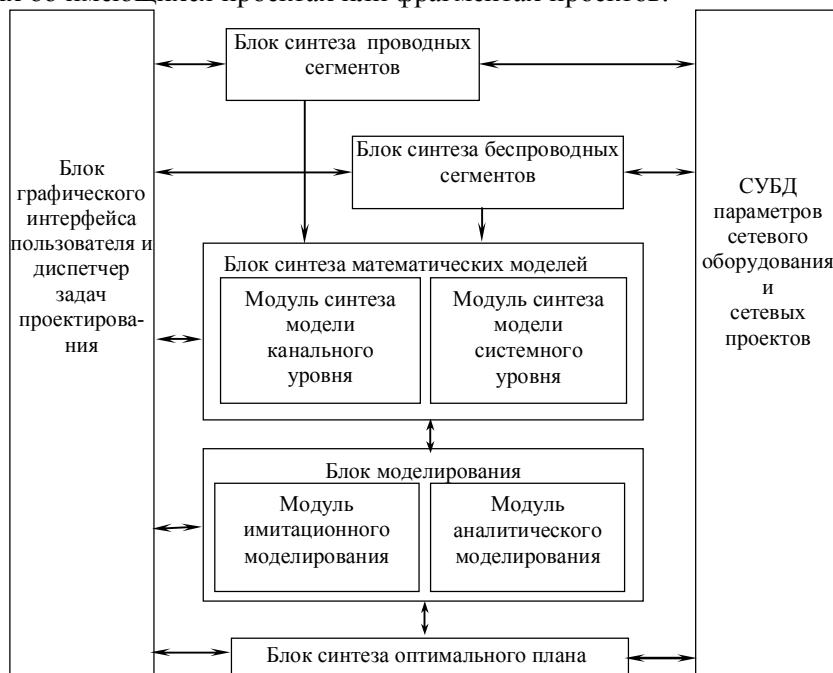
Предложенная технология реализована с использованием проблемно-ориентированной специализированной САПР "RELAN" [1]. САПР дополнена рядом модулей, ориентированных

на решение задач проектирования как проводных, так и беспроводных сегментов ККС, а также на синтез оптимального плана модернизации и развития ККС (см. рисунок).

Система реализована в виде множества взаимосвязанных функционально законченных блоков.

Блок графического интерфейса пользователя реализует интерактивное взаимодействие с системой на всех этапах синтеза ККС. Диспетчер задач проектирования обеспечивает в автоматизированном режиме решение различных задач по проектированию проводных и беспроводных сегментов ККС.

Система управления базой данных (СУБД) обеспечивает ввод в базу данных, хранение и использование различными блоками системы данных об имеющихся типах сетевых устройств, а также данных об имеющихся проектах или фрагментах проектов.



Структура проблемно-ориентированной САПР "RELAN"

Блок синтеза проводных сегментов выполняет в автоматизированном режиме проектирование логической и физической структуры проводных сетей различных уровней иерархии ККС. Логическая структура сети является основой для построения физической структуры проектируемой проводной ККС.

Блок синтеза беспроводных сегментов выполняет в автоматизированном режиме построение беспроводных сегментов ККС и позволяет синтезировать как беспроводные зоны доступа, так и беспроводные рабочие группы.

Блок синтеза математических моделей содержит два модуля: модуль синтеза моделей канального уровня и модуль синтеза моделей сетевого (системного) уровня, которые в автоматическом режиме позволяют синтезировать в среде САПР математические модели, используемые в блоке моделирования характеристик функционирования ККС.

Модуль синтеза моделей канального уровня выполняет автоматическую генерацию моделей данного уровня как для проводных, так и для беспроводных каналов связи. Результаты расчетов модуля используются в качестве параметров для модуля синтеза моделей системного уровня, который генерирует модели массового обслуживания для блоков аналитического и имитационного моделирования, адекватно отображающие функционирование логической структуры сети, полученной с использованием блоков синтеза проводных и беспроводных сегментов ККС.

Блок моделювання дозволяє вичисляти ймовірно-часові характеристики функціонування ККС з використанням аналітичних і імітаційних методів розрахунку.

Блок синтезу оптимального плану призначений для автоматизованого вибору фрагмента мережі для впровадження на кожному етапі розвитку мережі і реалізує наступну технологію.

Структура мережі на певному q -м етапі описується вектором $\mathbf{S}_{Cq} = (\mathbf{S}_{Cq1}, \mathbf{S}_{Cq2}, \dots, \mathbf{S}_{Cqm}, \dots, \mathbf{S}_{CqM})$, де \mathbf{S}_{Cqm} — вектор структури m -ї робочої групи (РГ $_m$), $m \in M$. Ставиться завдання визначити таку послідовність впровадження структур мережі від початкової \mathbf{S}_{C0} до кінцевої \mathbf{S}_{CK} , яка забезпечує максимальну ефективність використання мережі після кожного етапу впровадження. Для кожної РГ $_m$ задані об'єми мінімальних C_m^{\min} , проміжних C_m^{mid} і максимальних C_m^{\max} інвестицій, достаточних для реалізації відповідних структур РГ $_m$ — \mathbf{S}_m^{\min} , $\mathbf{S}_m^{\text{mid}}$, \mathbf{S}_m^{\max} . C_m^{\min} — об'єми інвестицій, які забезпечують мінімальну кількість робочих станцій, серверів і комунікаційного обладнання в РГ, необхідного для її первинного функціонування. C_m^{mid} — об'єм інвестицій, що визначає збільшення кількості абонентів РГ і комунікаційного обладнання без збільшення кількості серверів. C_m^{\max} — об'єм інвестицій, що відповідає збільшенню кількості робочих станцій, комунікаційного обладнання і серверів до максимального рівня, передбаченого проектом. Як критерій, що визначає ефективність впровадження певного фрагмента мережі на q -м етапі, використовується величина зміни мережевого трафіку ККС $\Delta\Psi_q$.

Завдання знаходження оптимального плану розвитку мережі сформульовано як завдання динамічного програмування. При заданому початковому стані мережі \mathbf{S}_C^0 необхідно визначити вектор розвитку структури мережі $\mathbf{V}_S = (\mathbf{S}_{C1}, \mathbf{S}_{C2}, \dots, \mathbf{S}_{Cq}, \dots, \mathbf{S}_{CQ})$, $\mathbf{S}_{C1} = \mathbf{S}_C^0$, $\mathbf{S}_{CQ} = \mathbf{S}_C^K$, що забезпечує максимальне значення критерію ефективності розвитку мережі

$$E = \max \sum_{q=1}^Q \Psi_q(\mathbf{S}_{Cq})$$

при обмеженнях

$$C_q(\mathbf{S}_{Cq} / \mathbf{S}_{Cq-1}) \leq C_q^{\text{БВД}},$$

$$\sum_{q=1}^Q \Psi_q(\mathbf{S}_{Cq}) = \Psi_Q^{\max},$$

$$\sum_{q=1}^Q C_q = C_{\text{ОСТ}},$$

$$\Psi_q(\mathbf{S}_{Cq}) = \Psi_{q-1}(\mathbf{S}_{Cq-1}) + \Delta\Psi_q(\mathbf{S}_{Cq} / \mathbf{S}_{Cq-1}),$$

де $C_q(\mathbf{S}_{Cq} / \mathbf{S}_{Cq-1})$ — об'єм інвестицій, необхідний для переходу від структури \mathbf{S}_{Cq-1} до структури \mathbf{S}_{Cq} ,

Ψ_q — сумарний трафік мережі на q -м етапі впровадження,

Ψ_Q^{\max} — максимальне прирощення трафіку ККС при впровадженні повного проекту мережі,

$C_{\text{ОСТ}}$ — об'єм інвестицій, необхідний для переходу від початкового проекту мережі до кінцевого варіанту,

$\Delta\Psi_q(\mathbf{S}_{Cq} / \mathbf{S}_{Cq-1})$ — прирощення трафіку при переході від структури \mathbf{S}_{Cq-1} до структури \mathbf{S}_{Cq} .

Описаний підхід розв'язання завдання оптимального планування впровадження ККС має недоліки:

— не враховується значимість трафіку РГ;

— не враховується динаміка впровадження РГ мережі в процесі етапу.

В силу успадкування структурних рішень попередніх етапів загальна завдання оптимізації може бути представлена у вигляді Q підзадач — етапів впровадження, кожен з яких оп-

ределяет оптимальный план развития сети на q -м этапе. С учетом того, что сеть состоит из M РГ, критерий эффективности реализации q -го этапа записывается в виде

$$E_q = \max \sum_{i=1}^M \Delta\Psi_{qi} (\mathbf{S}_{Cq} / \mathbf{S}_{Cq-1}),$$

при ограничениях $\sum_{i=1}^M C_{qi} = C_q^{\text{выд}}$.

Процесс развития сети разбит на этапы длительностью T_q каждый, поскольку критерием эффективности должна быть производительность, определяемая динамикой развития ККС в течение всего этапа T_q , а не в момент его окончания. Предлагаемая технология позволяет устранить указанные недостатки.

На первом этапе необходимо определить значимость трафика каждой РГ $_m$ путем присвоения ей приоритета. Увеличение трафика РГ $_m$ $\Delta\Lambda_{qm}$ определяется по формуле

$$\Delta\Lambda_{qm} = \frac{P_m}{P_{\max}} \Delta\Psi_{qm},$$

где $\Delta\Psi_{qm}$ — величина изменения трафика после внедрения РГ $_m$ на q -м этапе внедрения,

P_m — приоритет m -й рабочей группы,

P_{\max} — максимально возможное значение приоритета для трафика РГ.

На втором этапе необходимо рассчитать приращение производительности ККС в течение всего этапа T_q следующим образом. Внедрение структур рабочей группы \mathbf{S}_m^{\min} , $\mathbf{S}_m^{\text{mid}}$, \mathbf{S}_m^{\max} занимает время τ_m^{\min} , τ_m^{mid} , τ_m^{\max} , соответственно. Предполагается, что внедрение выбранных РГ происходит параллельно. В процессе внедрения или изменения конфигурации выбранная РГ находится в нерабочем состоянии в течение времени τ_m . В интервале $T_q - \tau_m$ РГ увеличивает общую производительность ККС на величину $\Delta\Lambda_{qm}$. Поэтому реальная производительность РГ $_m$ на q -м этапе $\Delta\Lambda_{qm}^r$ составляет часть величины $\Delta\Lambda_{qm}$ и определяется по формуле

$$\Delta\Lambda_{qm}^r = \frac{T_q - \tau_{qm}}{T_q} \Delta\Lambda_{qm},$$

где τ_{qm} — время нерабочего состояния РГ $_m$ на q -м этапе.

Задача оптимального планирования внедрения ККС на каждом из Q шагов внедрения решается с использованием метода динамического программирования (ДП) [3]. Количество шагов M расчета оптимального плана задается числом РГ в ККС.

Для корректного выполнения процедуры расчета оптимального плана развития ККС на следующем $(q+1)$ -м этапе выполняется модификация возможных планов развития для РГ, структура которых была изменена в ходе внедрения на q -м этапе. Кроме этого определяется время внедрения новых планов. Если в РГ $_m$ инвестированы средства C_m^{\min} , то возможно ее расширение до промежуточной или максимальной конфигурации.

На третьем этапе определяются:

— средние и максимальные объемы средств на расширение структуры ККС, соответственно

$$(\Delta C_m^{\text{mid}})_{q+1} = (C_m^{\text{mid}} - C_m^{\min})_{q+1};$$

$$(\Delta C_m^{\max})_{q+1} = (C_m^{\max} - C_m^{\min})_{q+1};$$

— среднее и максимальное время выполнения работ по расширению структуры ККС, соответственно

$$(\Delta\tau_m^{\text{mid}})_{q+1} = (\tau_m^{\text{mid}} - \tau_m^{\text{min}})_{q+1};$$

$$(\Delta\tau_m^{\text{max}})_{q+1} = (\tau_m^{\text{max}} - \tau_m^{\text{min}})_{q+1};$$

— изменение производительности $РГ_m$ после реализации соответствующего этапа развития ККС

$$(\Delta\Lambda_m^{\text{mid}})_{q+1} = (\Lambda_m^{\text{mid}} - \Lambda_m^{\text{min}})_{q+1};$$

$$(\Delta\Lambda_m^{\text{max}})_{q+1} = (\Lambda_m^{\text{max}} - \Lambda_m^{\text{min}})_{q+1}.$$

Если на q -м этапе развития $РГ_m$ объем инвестиций составил C_m^{mid} , то в процессе дальнейшего развития ККС возможно расширение ее конфигурации только до максимальной. Тогда объем инвестиций на расширение, время выполнения работ по расширению и изменение производительности определяются следующим образом:

$$(\Delta C_m^{\text{max}})_{q+1} = (C_m^{\text{max}} - C_m^{\text{mid}})_{q+1},$$

$$(\Delta\tau_m^{\text{max}})_{q+1} = (\tau_m^{\text{max}} - \tau_m^{\text{mid}})_{q+1},$$

$$(\Delta\Lambda_m^{\text{max}})_{q+1} = (\Lambda_m^{\text{max}} - \Lambda_m^{\text{mid}})_{q+1}.$$

Стратегия внедрения метода оптимального планирования развития ККС может быть ориентирована на продолжительный период, что делает необходимым учет изменения стоимости сетевых компонентов с течением времени. Поэтому пересчет инвестиций должен выполняться перед каждым этапом внедрения ККС.

Предложенная технология, которая базируется на использовании специализированной САПР “RELAN”, позволяет определить оптимальный план развития корпоративной сети, обеспечивающий максимальную эффективность её использования в течение всего жизненного цикла. Технология учитывает значимость трафика и динамику внедрения каждой $РГ$ сети на всех этапах развития ККС.

Литература

1. Нестеренко, С.А. Объектно-ориентированная САПР корпоративных компьютерных сетей / С.А. Нестеренко, Р.О. Шапорин // Электротехн. и компьют. системы — 2012. — № 5 (81). — С. 169 — 172.
2. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум. — СПб.: Питер, 2003. — 992 с.
3. Вишнеvский, В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В.М. Вишнеvский. — М.: Техносфера, 2003. — 512 с.

References

1. Nesterenko, S.A. Ob'ektno-orientirovannaya SAPR korporativnykh komp'yuternykh setey [Object-Oriented CAD System for Corporate Computer Networks] / S.A. Nesterenko, R.O. Shaporin // Electro-technical and Computer Systems — 2012. — # 5 (81). — pp. 169 — 172.
2. Tanenbaum A. Komp'yuternie seti [Computer Networks]. / A. Tanenbaum // St.-Petersburg, 2003. — 992 p.
3. Vishnevskiy V.M. Teoreticheskie osnovy proektirovaniya komp'yuternykh setey [Theoretical Basis of Computer Networks Design] / V.M. Vishnevskiy // Moscow, 2003. — 512 p.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. политехн. ун-та Антошук С.Г.

Поступила в редакцию 21 марта 2012 г.