

УДК 004.9: 519.81

РЕІНЖИНІРИНГ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ПРИ ПЕРЕХОДІ ДО ТЕХНОЛОГІЇ BYOD

Приткова К. В., Безкорвайний В. В., Кисельова О. Б.

Харківська гуманітарно-педагогічна академія, Харків

У наш час у переважній більшості закладів освіти України все більш широке застосування знаходить технологія BYOD (Bring Your Own Device) [1]. Упровадження BYOD-технологій створює нові можливості для підвищення ефективності навчального процесу за рахунок активізації пізнавальної діяльності, зростання продуктивності навчальної діяльності, підвищення оперативності зворотного зв'язку тощо. Разом з тим, значне зростання кількості запитів з нових пристроїв користувачів призводить до перевантаження серверів й іншого обладнання існуючих комп'ютерних мереж. На певному етапі виникає необхідність в адаптації мереж до нових вимог, що потребує їх реінжинірингу.

З точки зору теорії проектування процесу реінжинірингу комп'ютерних мереж навчальних закладів передбачають ітераційне розв'язання комплексу комбінаторних задач їх структурної (схеми підключення користувачів до ресурсів мережі), топологічної (територіального чи просторового розташування обладнання), параметричної (параметрів обладнання) та технологічної (технології обміну інформацією) оптимізації. Найбільш складними вважаються задачі оптимізації топологічних структур мереж.

Об'єктом дослідження є трирівнева централізована мережа навчального закладу, що поєднує користувачів з центром (сервером) через вузли (маршрутизатори, локальні сервери тощо). Для існуючої мережі задані [2]: множина елементів (центр, вузли, комп'ютери) мережі $I = \{i\}$, $i = \overline{1, n}$; варіант топологічної структури існуючої мережі $s' \in S^*$ (де S^* – множина допустимих варіантів). Множина допустимих варіантів задається місцями можливого розташування елементів ($i=1$ – центр) і можливими зв'язками

між елементами $[s'_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$ (де $s'_{ij} = 1$, якщо між елементами мережі i та j існує безпосередній зв'язок; $s'_{ij} = 0$ – в іншому випадку); наведені витрати при створенні чи модернізації вузлів $[c_i]$, $[d_i]$, $i = \overline{1, n}$ і зв'язків між елементами $[c_{ij}]$, $[d_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$. Необхідно визначити найкращий варіант реінжинірингу топологічної структури мережі $s^o \in S^*$ за показниками наведених витрат $k_1(s) \equiv C(s) \rightarrow \min_{s \in S^*}$ та її оперативності $k_2(s) \equiv \tau(s) \rightarrow \min_{s \in S^*}$.

Варіант реінжинірингу мережі задається кількістю вузлів у ній u , місцями їх розміщення та схемою зв'язків між елементами, вузлами та центром $[s_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$. Множина допустимих варіантів структурної побудови централізованої трирівневої мережі визначається такими умовами [3]:

$$|S^* = \{s\} = \left\{ \begin{array}{l} [s_{ij}], s_{ij} \in \{0,1\}, i, j = \overline{1, n}, s_{11} = 1; \sum_{i=j}^n s_{ij} \geq 1 \forall j = \overline{1, n}, \\ \sum_{j=1}^n \sum_{i=j}^n s_{ij} = n + \sum_{i=1}^n s_{ii}, s_{ii} = 1 \rightarrow s_{i1} = 1 \forall i = \overline{1, n}; \\ s_{ii} \wedge s_{ij} = 1 \rightarrow ij = \arg \min_{1 \leq i, j \leq n} c_{ij} \forall i, j = \overline{1, n}. \end{array} \right. \quad (1)$$

На першому етапі для спрощення задачі будемо вважати, що: користувачами мережі є локальні сервери класів чи навчальних лабораторій; вузли мережі розміщуються у безпосередній близькості від користувачів; користувачі підключаються до вузлів за показником мінімуму витрат; обсяги запитів користувачів $\alpha_i = \alpha \approx const$ і відповідей $\beta_i = \beta \approx const$, $i = \overline{1, n}$ мають приблизно однакові обсяги.

Цільову функцію витрат на реінжиніринг мережі, що являють суму витрат на центр, вузли й елементи, пропонується подавати у такому вигляді [2]:

$$k_1(s) = \sum_{i=1}^n [c_i(1 - s'_{ii})s_{ii} + d_i s'_{ii} s_{ii}] + \sum_{j=1}^n \sum_{i=j}^n [c_{ij}(1 - s'_{ij})s_{ij} + d_{ij} s'_{ij} s_{ij}] \rightarrow \min_{s \in S^*} \quad (2)$$

Як показник оперативності пропонується використати час відповіді на запити користувачів мережі, що враховує час передачі запиту через вузол до центру, обробки його в центрі та передачу відповіді користувачеві:

$$k_2(s) = \left(\frac{\alpha}{\gamma_1} + \frac{\alpha}{h} + \frac{\alpha}{\gamma_2} + \tau^C + \frac{\beta}{\gamma_2} + \frac{\beta}{h} + \frac{\beta}{\gamma_1} \right) \sum_{j=1}^n \sum_{l=j}^n s_{jl} s_{jj} \rightarrow \min_{s \in S^*}, \quad (3)$$

де γ_1, γ_2 – пропускні здатності каналів зв'язку «користувач-вузол» і «вузол-центр»; h – швидкості обробки запиту та відповіді у вузлах мережі; τ^C – час обробки запиту у центрі.

Адитивна згортка локальних критеріїв (2)-(3) дозволяє звести багатокритеріальну задачу до традиційної задачі оптимізації мережі зі скалярним критерієм загальної корисності [3]:

$$P(s) = \sum_{i=1}^2 \eta_i \xi_i(s), \quad \xi_i(s) = \xi_i(k_i(s)) = \left[\frac{k_i(s) - k_i^-(s)}{k_i^+(s) - k_i^-(s)} \right]^{\delta_i}, \quad i = \overline{1, 2}, \quad (4)$$

де η_i – ваговий коефіцієнт локального критерію $k_i(s)$, $\eta_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^2 \eta_i = 1$;

$\xi_i(s) = \xi[k_i(s)]$, $k_i^-(s)$, $k_i^+(s)$ – функція корисності локального критерію $k_i(s)$, його найгірше та найкраще значення; δ_i – параметр, який визначає вид залежності $\xi_i(s)$: при $\delta_i = 1$ – лінійна; при $0 < \delta_i < 1$ – випукла вгору; $\delta_i > 1$ – випукла вниз.

Частковими випадками розглянутої задачі є задачі:

– мінімізації наведених витрат $s^0 = \arg \min_{s \in S^*} C(s)$ при заданих обмеженнях на показник оперативності $\tau(s) \leq \tau^*$ (де τ^* – максимально допустимий час доступу користувачів до інформації);

– мінімізації часу доступу користувачів $s^0 = \arg \min_{s \in S^*} \tau(s)$ при заданих обмеженнях на показник наведених витрат $C(s) \leq C^*$ (де C^* – максимально допустимі витрати на реінжиніринг мережі).

Для розв'язання задачі пропонується використовувати інтерактивну

модифікацію методу спрямованого перебору з додаванням процедури обчислення значення адитивної згортки локальних критеріїв $P(s,u)$ (3) [4-5]. На другому етапі для аналізу показника оперативності кінцевих варіантів побудови мережі пропонується використати пакет імітаційного моделювання.

Напрямок подальших досліджень може бути врахування в моделі задачі реінжинірингу мереж навчальних закладів (2)-(4) неповної визначеності вхідних даних, зокрема, функціональних та вартісних характеристик обладнання, стохастичного характеру потоків запитів користувачів.

Література:

1. Ю. О. Блудова, «Використання технології BYOD в освітньому процесі Нової української школи», Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах, вип. 71, т. 1, с. 92-95, 2020.

2. В. В. Безкоровайний та О. М. Драз, «Математична модель багатокритеріальної задачі реінжинірингу топологічної структури корпоративної комп'ютерної мережі», Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку, Збірник тез доповідей, Харків, 2024, с. 19-21.

3. V. Beskorovainyi and V. Russkin, "Directed search of variants in technologies for reengineering of corporate computer networks", Intelligent information systems for decision support in project and program management: Collective monograph. European University Press, Riga: ISMA, 2021, pp. 15-24.

4. Beskorovainyi V., "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, no 4 (14), pp.13-20.

5. Безкоровайний В., та Безугла Г. Еволюційний метод реінжинірингу топологічних структур корпоративних комп'ютерних мереж // «Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання»; матеріали статей Міжнар. наук.-практ. конф. Івано-Франківськ: п. Голіней О. М., 2020, с. 161-162.