

СИНТЕЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕТЕРОГЕННОЇ РЕГІОНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Г.А. Кучук, Я.Ю. Стасєва, С.В. Адаменко
(Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба)

Запропоновано підхід до синтезу функціональної структури розподіленої гетерогенної регіональної мережі, який враховує особливості технічних реалізацій окремих підсистем.

функціональна структура, розподілена гетерогенна регіональна мережа

Вступ. На сьогодні все більше поширення знаходять корпоративні мережі, локальні складові яких розташовані у межах великого регіону та складаються із різнотипних складових, тобто мають гетерогенну структуру [1, 2]. Вочевидь технічні та функціональні переваги гомогенних мереж, але вартість побудови такої корпоративної мережі може на порядок перевищити аналогічний гетерогенний варіант [3 – 6], тому питання, пов’язані із проектуванням розподілених гетерогенних регіональних мереж (РГРМ) є актуальними. Вважаючи на те, що РГРМ можна розглядати як складну технічну систему (СТС), яка функціонує в не до кінця досліджених умовах, широке застосування при проектуванні таких мереж знайшла теорія проектування СТС [4], згідно з якою проектування – багатоетапний процес, який включає такі етапи як формування проблеми, постановка задачі, вибір та обґрунтування показників якості функціонування, побудову логічної схеми (ЛС) системи, яка дає можливість вибору різних варіантів, моделювання процесу функціонування з метою визначення вибраних показників якості та проведення системних досліджень з метою вибору із області ефективних варіантів оптимального (можливо, раціонального або компромісного) варіанта побудови системи. **Метою даної статті** є розгляд підходу до синтезу РГРМ, розглядаємої як СТС.

1. Побудова логічної схеми. При побудові ЛС необхідно вирішити задачу формування можливих варіантів побудови системи, яка реалізується у вигляді таких етапів [7]:

– опис потрібних функціональних якостей проектуємої мережі з метою побудови множини основних функцій РГРМ $F_S = \{f_i\}$, $\text{card } F_S = n$;

– визначення множин різних альтернативних варіантів основних функцій РГРМ із множини F_S : $\forall f_i \in F_S \Rightarrow \exists V_i = \left\{ v_{i,j} \mid j = \overline{1, n_i} \right\}$, $n_i = \text{card } V_i$;

– визначення множин можливих, з точки зору виконання всіх вимагаємих функцій, варіантів побудови РГРМ, які можна подати у вигляді ланцюжків довжини n , що містять один варіант реалізації кожної функції

$$V_S = \{u_S = \langle v_{1,\alpha_1}, \dots, v_{n,\alpha_n} \rangle; \text{card } U_S = \prod_{i=1}^n n_i; U_S = \bigtimes_{i=1}^n V_i\}.$$

Одночасно з побудовою багатоваріантної функціональної структури РГРМ, що описується множиною V_S , необхідно розглянути питання технічної реалізації підсистем (локальних обчислювальних мереж – ЛОМ) та елементів (мережних компонент, ПЕОМ), характер внутрішніх зв'язків та зв'язків із зовнішнім середовищем, характер просторово-часової взаємодії, що дуже важливо для гетерогенних систем [8].

2. Аналіз варіантів побудови. Для продовження системних досліджень необхідно провести аналіз можливостей технічної реалізації СТС і визначити:

– множину технічних елементів, що допускаються для побудови РГРМ

$$T_S = \{t_k\}, \quad \text{card } T_S = m;$$

– множину різних модифікацій технічних елементів з T_S , допустимих при побудові РГРМ:

$$\forall t_k \in T_S \Rightarrow \exists W_k = \{w_{k,l} \mid l=1, m_k\}, m_k = \text{card } W_k;$$

– загальну кількість можливих варіантів побудови РГРМ з врахуванням можливості технічної реалізації.

Розглядаючи кожну складову ЛОМ як окрему функціональну підсистему, до якої можуть входити елементи того або іншого типу тільки однієї модифікації, можна визначити відображення ψ , яке враховує вигоди до технічної реалізації РГРМ таким чином:

$$\psi : U_S \rightarrow \bigtimes_{k=1}^m \{W_k, R\}, \quad \psi(v_{i,\alpha_i}) = \langle (w_{1,\alpha_i}, q_{\alpha_i,1}), \dots, (w_{m,\alpha_i}, q_{\alpha_i,m}) \rangle,$$

де i – номер підсистеми, реалізований одним з альтернативних варіантів з номером α_i ; $q_{\alpha_i,k}$ – кількість фіксованих модифікацій технічного елемента з номером k , який потрібен для реалізації розглядаємої підсистеми.

Використовуючи введене відображення, можна визначити множину всіх теоретично можливих технічних реалізацій РГРМ як $\langle U_S, \psi(U_S) \rangle$, причому загальна кількість таких варіантів (потужність множини) при

заданих значеннях коефіцієнтів $q_{\alpha_i,k}$ дорівнює $N_\Sigma = \prod_{i=1}^n n_i \cdot \left(m \cdot \sum_{k=1}^m m_k \right)^m$,

тобто для більшості РГРМ значення N_Σ велике настільки, що не дозволить при моделюванні системи призвести повний перебіг всіх теоретично можливих варіантів технічної реалізації.

3. Пошук раціонального рішення. Зменшимо значення N_{Σ} шляхом звуження області образів відображень ψ за допомогою критерію "практичної доцільності" [7]: із множини кортежів $\psi(v_{i,\alpha_i})$ виключаються нереалізовані технічно або важко реалізуемі варіанти, тобто розглядається нове відображення $\psi_{\text{пд}}$, таке, що $\psi_{\text{пд}}(v_{i,\alpha_i}) \subset \psi(v_{i,\alpha_i})$. Тоді:

$$N_{\Sigma} = \prod_{i=1}^n (n_i \cdot \eta_i); \quad \eta_i = \text{card}(\psi_{\text{пд}}(v_{i,\alpha_i})), \quad \eta_i \ll \left(m \sum_{k=1}^m m_k \right)^m.$$

Для рішення задач, що стоять перед РГРМ, можуть бути використані різноманітні варіанти побудови системи, як за функціональним принципом, так і з точки зору технічної реалізації. Тому задача вибору раціонального варіанта побудови РГРМ зводиться до задачі вибору функціональних підсистем та технічних засобів з урахуванням визначених зв'язків на основі вибраних оптимальних параметрів, що задовольняють описаним обмеженням. Відносно повний облік параметрів РГРМ, що визначають якісні характеристики її функціонування, призводить до невиправданого ускладнення критеріальних функцій. Тому для будь-якої мережі при проектуванні визначають множину векторів основних параметрів $Q = \{\bar{q} = (q_1, \dots, q_p)\}$. Введемо на множині Q критеріальне відображення: $\xi: Q \rightarrow R^p$ ($\xi(\bar{q}) = \bar{r}_q \in R^p$). Якщо зовнішні умови, що впливають на функціонування РГРМ, відомі та фіксовані, векторний критерій \bar{r}_q є функцією тільки проектних параметрів q_i , тобто задача оптимального проектування зводиться до знаходження вектора $\bar{q}^{(\text{опт})}$, для якого:

$$\bar{q}^{(\text{опт})} \in \arg \underset{\bar{q} \in Q}{\text{opt}} \xi(\bar{q}); \quad \arg \underset{\bar{q} \in Q}{\text{opt}} \xi(\bar{q}) = \left\{ \bar{q} \in Q \mid Q(\bar{q}) = \underset{\bar{q}' \in Q}{\text{opt}} \xi(\bar{q}') \right\}.$$

Обмеження, накладені на РГРМ, визначають область допустимих рішень $Q_d \subset Q$. Якщо $\bar{q}^{(\text{опт})} \in Q_d$, то оптимальний варіант знайдено. В іншому випадку можливе використання метода Лагранжа, який припускає перетворення системи координат в просторі проектних параметрів з метою обліку обмежень у знов формуемій функції Лагранжа. Для цього вихідна критеріальна функція зводиться до канонічного вигляду $\xi = \sum_{i=1}^p \alpha_i \gamma_i^2$ [7], тобто визначається оператор переходу \tilde{Z} від $\bar{q} = (q_1, \dots, q_p)$ до $\bar{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_p)$ з вектором особистих значень $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_p)$ та множиною особистих векторів $V = \{v_{ij}\}$. Для кожного j -го обмеження будується лагранжиан

$$L(\bar{\gamma}, \bar{\lambda}) = \sum_{i=1}^p \alpha_i \gamma_i^2 + \lambda_j \left(\sum_{i=1}^p v_{ij} \cdot \gamma_i - q_j^{(0)} \right), \quad i, j \in \overline{1, p},$$

екстремуми якого визначаються із такої системи рівнянь:

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma_i} = 2\alpha_i \gamma_i + \lambda_j v_{ij} = 0; \quad \frac{\partial L}{\partial \lambda_j} = \sum_{i=1}^p v_{ij} \gamma_i - q_j^{(0)} = 0. \quad (1)$$

Рішення системи рівнянь (1) знаходиться в явному вигляді:

$$\gamma_i = -\frac{\lambda_j \cdot v_{ij}}{2\alpha_i} \Rightarrow \lambda_j \cdot \left(\sum_{i=1}^p \frac{v_{ij}^2}{\alpha_i} \right) = -q_j^{(0)} \Rightarrow \tilde{\gamma}_i^{(j)} = -q_j^{(0)} / \sum_{k=1}^p \tilde{v}_{kj}^2 / \tilde{\alpha}_k,$$

де $\tilde{\gamma}_i^{(j)}$ – і-та координата j-ої умовної точки; $\tilde{\alpha}_k = \alpha_k / \alpha_i$; $\tilde{v}_{kj} = v_{kj} / v_{ij}$.

Серед усіх отриманих умовно оптимальних точок $\tilde{\gamma}^{(j)}$ вибирається та, на якій критеріальна функція ξ досягає оптимального значення

$$\tilde{\gamma}^{(\text{opt})} \in \arg \text{opt} \sum_{i=1}^p \alpha_i \left(\tilde{\gamma}_i^{(j)} \right)^2.$$

Перехід до старої системи координат здійснюється за допомогою оператора \tilde{Z}^{-1} : $\tilde{q}^{(\text{opt})} = \tilde{Z}^{-1} \left(\tilde{\gamma}^{(\text{opt})} \right)$.

Висновок. Варіант функціональної структури РГРМ, яка відповідає одержаному вектору значень основних параметрів, з урахуванням наведених обмежень можна розглядати при проектуванні мережі як оптимальний. **Напрямок подальших досліджень** є розробка методики синтезу РГРМ на базі запропонованого підходу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Варакин Л.Е. Введение в теорию инфокоммуникаций. Ч. 1. // Электросвязь. – 2000. – № 2 (14). – С. 2-11.
2. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекоммуникаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
3. Королёв А.В., Кучук Г.А., Пашинев А.А. Управление сетевыми ресурсами. – Х.: ХВУ, 2004. – 224 с.
4. Кучук Г.А. Моделирование трафика изолированного пульсирующего источника // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ, 2004. – Вып. 1. – С. 168-173.
5. Кучук Г.А. Метод дослідження фрактального мережного трафіка // Системы обработки информации. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вып. 5 (45), – С. 74-84.
6. Кучук Г.А. Фрактальный гауссовский шум в трафиковых трассах // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ, 2004. – Вып. 3. – С. 91-99.
7. Саркисян С.А., Ахундов В.М., Минаев Э. Большие технические системы. – М.: Наука, 1977. – 350 с.
8. Сиразетдинов Т.К. Методы решения многокритериальных задач синтеза технических систем. – М.: Машиностроение, 1988. – 160 с.

Надійшла 18.05.2006

Рецензент: доктор технічних наук, професор В.А. Краснобаєв,
Харківський національний технічний університет сільського господарства.