

ПРОЕКТУВАННЯ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ ВІДОМЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПІДХОДУ

²Вакуленко О.В., ²Дорошенко А.С., ¹Луцький А.О.

¹Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації КІІ ім. Ігоря Сікорського

²Інститут телекомунікаційних систем КІІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: morgot141@gmail.com

REVEALS THE GENERAL APPROACHES OF DESIGNING STAGES OF MULTISERVICE NETWORKS OF SPECIAL PURPOSE

Reveals general approaches of designing multiservice telecommunication networks for departmental purposes based on a multi-criteria approach.

Проектування мультисервісних телекомунікаційних мереж відомчого призначення – це процес розробки системно-технічних рішень по їх побудові при короткостроковому, середньостроковому і перспективному розвитку (плануванні). Процес проектування є складною науково-технічною задачею, яка ґрунтується на використанні результатів теорії систем, графів, ефективності, масового обслуговування, математичного програмування і передбачає вирішення комплексу взаємопов'язаних завдань.

При проектуванні мереж зв'язку різного призначення формулюється оптимізаційна задача, яка на основі має наступний вигляд:

$$\Phi = \Phi(W, U) \xrightarrow{extr} \underset{W \in \Omega_W}{W} \rightarrow W_U^o \quad (1)$$

де Ω_W – допустима безліч, в рамках якої може варіюватися досліджувана мультисервісна телекомунікаційна мережа відомчого призначення;

W_U^o – оптимальна в умовах U мультисервісна телекомунікаційна мережа відомчого призначення (в якості умов функціонування розглядається навантаження, що надходить в мережу, навмисні і ненавмисні зовнішні і внутрішні впливи, що характеризуються властивостями стійкості (надійності, живучості), безпеки зв'язку та ін.).

При вирішенні подібних завдань, як правило, використовуються два методи:

1) Пошук компромісних (ефективних) рішень, оптимальних за Парето (за всіма компонентами векторного критерію);

2) Пошук рішень оптимальних в сенсі узагальненого скалярного критерію, отриманого шляхом згортки окремих компонент векторного критерію.

З урахуванням аналізу розвитку мультисервісних телекомунікаційних мереж відомчого призначення (МТМВП) допускається природна декомпозиція – параметрична і структурна, яка передбачає поетапний (ітераційний) синтез структури та вибір значень внутрішніх параметрів $x_1^{(o)}, \dots, x_n^{(o)}$ (параметрична оптимізація), при яких виконуються вимоги до якості функціонування і вартості проекту:

$$\Phi = \Phi(X, G, U) \xrightarrow{extr} \underset{G \in \Omega_G}{G} \xrightarrow{extr} G_U^o, X_U^o = [x_1^{(o)}, \dots, x_n^{(o)}]^T, \quad (2)$$

де Ω_X – безліч допустимих параметрів мультисервісної телекомунікаційної мережі

відомчого призначення (пропускна здатність каналів передачі, пріоритети в обслуговуванні, продуктивність обладнання, стійкість мережі та ін.); Ω_G – безліч допустимих структур мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення; X_U^o – оптимальні в умовах U параметри мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення; G_U^o – оптимальна в умовах U структура (граф) мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення.

При цьому вимоги до якості функціонування задаються у вигляді обмежень на вихідні параметри:

$$\alpha_j \leq \gamma_j(X, U) \leq \beta_j, j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

де $\gamma_j(X, U)$ – j -й вихідний параметр, який є функцією внутрішніх;

$X = [x_1^{(o)}, \dots, x_n^{(o)}]^T$ і зовнішніх $U = [u_1^{(o)}, \dots, u_n^{(o)}]^T$ параметрів;

α_j, β_j – допустимі межі зміни j -го параметра, що визначаються технічним завданням (ТЗ).

На практиці, як правило, оптимізаційна задача (3) зводиться до знаходження мінімуму функціоналу техніко-експлуатаційних витрат C , що включає вартість оренди каналів передачі $\delta \cdot V$ і наведену вартість поставленого обладнання мережі K (капітальні витрати): $C = \delta \cdot V + K \rightarrow \min_{G \in \Omega_G, X \in \Omega_X} \rightarrow G_U^o, V_U^o$, (4)

при забезпеченні заданих (або досяжних – в умовах обмежень $C \leq C_{max}$) вимог до якості функціонування (визначається на основі спільної ймовірності виконання вимог до якості обслуговування повідомлень різних класів якості $r = \overline{1, R}$, включаючи підсистеми управління, інформаційної безпеки та стійкості мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення, що і визначає багатокритеріальність завдання.

Тут $V \subset X$ – вектор пропускних спроможностей елементів мережі зв'язку, які обирають з номінального ряду швидкостей цифрових систем передачі, $\{V \times 64 \text{кбит/с}, V \times 2048 \text{кбит/с}, \dots, V \times 155 \text{Мбит/с}\}$, $V = 1, 2 \dots$; δ – питомі витрати на оренду каналів передачі (дискретна величина), які залежать від протяжності маршруту доставки інформації, часу функціонування, а також визначаються чинними тарифами.

Таким чином, наявність важко формалізованих обмежень, багатокритеріальний характер завдання (4) зумовлюють застосування ітераційного алгоритму проектування. Відповідно до цього пропонується метод проектування мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення, що складається з двох взаємопов'язаних етапів.

Перший етап призначений для обґрунтування характеристик застосовуваного телекомунікаційного обладнання, аналізу (формування) топологічної структури мережі, розрахунку (оптимізації) її пропускної здатності і показників якості обслуговування (за класами якості) в стаціонарних умовах функціонування. При цьому для розрахунків передбачається використання процедур статичної маршрутизації і розподілу потоків, а також моделей найпростіших потоків. Останнє обумовлено тривалим інтервалом передбачуваного часу функціонування проектованої мережі та підтверджується граничною теоремою про збіжність до найпростішого суперпозиції незалежних ординарних стаціонарних (нестаціонарних) потоків з різною післядією.

Другий етап передбачає більш глибоке дослідження питань забезпечення (підтримки) якості обслуговування в мультисервісній телекомунікаційній мережі відомчого призначення в умовах самоподібності трафіку вузькосмугових і

широкосмугових служб. На даному етапі передбачається розробка методу, що включає (для відповідних умов самоподібності трафіку елементів мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення або мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення в цілому):

а) моделювання процесів формування самоподібного (мультисервісного) трафіку і його обслуговування при різних способах управління (пріоритетне обслуговування, резервування ресурсів та ін.);

б) розрахунок показників якості функціонування СМО з самоподібним трафіком, а також уточнення обсягів накопичувачів і продуктивності вузлів комутації з урахуванням введення класів якості обслуговування.

Висновок:

Багатокритеріальний метод проектування мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення дозволяє:

– досліджувати ефективність процесів функціонування мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення різного призначення в різних умовах застосування на основі узагальнених показників, в тому числі в умовах самоподібності трафіку;

– досліджувати ефективність процесів надання та інтеграції різних видів послуг з різними вимогами до якості обслуговування, з урахуванням функціонування підсистем (управління, інформаційної безпеки);

– здійснювати оптимізацію побудови мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення за критеріями техніко-експлуатаційних витрат, якості обслуговування (з урахуванням введення класів якості обслуговування), стійкості.

В цілому дані фактори визначають новий спосіб побудови структури проектування мультисервісної телекомунікаційної мережі відомчого призначення та взаємозв'язок окремих дослідницьких завдань, що дозволить приймати правильні управлінські рішення щодо вибору раціонального сценарію побудови даних мереж.

Література

1. Алексеев Е.Б., Гордиенко В.Н., Крухмалёв В.В., Моченов А.Д., Тверецкий М.С. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2008. – 392 с.
2. Воробієнко П.П., Л.А. Нікітюк Л.А., П.І. Резніченко П.І. «Телекомунікаційні та інформаційні мережі». – 2010.
3. Заїка В.Ф., Варфоломеева О.Г., Домрачева К.О., Гринкевич Г.О.. «Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління». – 2019.
4. Нікітюк Л.А., Тихонов В.І., Боярських П.В.. «Проектування мультисервісної мережі: методичні вказівки для виконання курсового проекту. Модуль 2. Принципи функціонування мережі. Частина 2». – 2010. – 60 с.
5. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку: Підруч. для вищ. навч. закл.. – К.: Техніка, 2004. – 576 с.
6. Стеклов В.К., Беркман Проектування телекомунікаційних мереж: Підруч. для вищ. навч. закл. за напрямком «Телекомунікації». – К.: Техніка, 2002. – 792 с.
7. Тарбаєв С. І. Проектування інфокомунікаційних мереж. Навчальний посібник. Підготовлений для самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів з кредитномодульною організацією навчального процесу. – К: ННІТ ДУТ, 2015. – 151 с.