

фільтрами-аналогами на регулярних лініях передачі. При використанні фільтрів с різном резонансних частот $\Delta > 10$ вероятность ошибки можно уменьшить в сотни раз. Аналогічним образом можно учесть влияние на вероятность ошибочного приёма резонансов высшего порядка. Следует иметь в виду, что с ростом порядка резонанса коэффициент передачи фильтра по паразитному каналу из-за ограниченной полосы пропускания антенны может быть очень малым. В этом случае основной вклад в возрастание вероятности ошибочного приёма даёт первый паразитный резонанс.

Список литературы

1. Thomas H. Lee. Planar Microwave Engineering: A Practical Guide to Theory, Measurement, and Circuits. Cambridge University Press, 2004.-862p.
2. Филиппов В.С. Введение в классическую электродинамику. - М. : Сайнс-Пресс, 2002. - 64 с.
3. Хорошко В.А., Чекатков А.А. Методы и средства защиты информации. - К.: Юниор, 2003. - 502 с.
4. Куприянов А.И., Сахаров А.В. Радиоэлектронные системы в информационном конфликте. - М.: Вузовская книга, 2003. - 528 с.
5. Вакин С.А., Шустов Л.Н., Основы радиоэлектронной борьбы. - М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского 1998. - 324 с.
6. Васин В.А., Калмыков В.В., Себекин Ю.Н., Сенин А.И., Фёдоров И.Б. Радиосистемы передачи информации. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005. - 472 с.
7. Громаков Ю.А., Голяницкий И.А., Шевцов В.А. Оптимальная обработка радиосигналов большими системами. - М.: Эко - Трендз, 2004. - 260 с.
8. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием. - М.: Радиотехника, 2003. - 246 с.
9. Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита. - М.: МАИ, 2003. - 240 с.
10. Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиопротиводействие. - М.: МАИ, 2005. - 248 с.
11. Козловский В.В. Топологии распределённых планарных фильтров систем защиты информации // 36. наук. пр. - Севастополь: СНИЯЭиП. - 2008. - №1(25). - С. 120 - 126.

УДК 004.7(045)

С.М.Паук, В.Г.Потапов, А.Г. Тараненко, О.П.Ткаліч

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖМЕРЕЖЕВИХ ЕКРАНІВ У ВІДОМЧИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Відомчі телекомунікаційні системи і мережі характеризуються як загальними, так і специфічними вимогами щодо якості обслуговування потоків повідомлень. Ці вимоги залежать від багатьох факторів. Серед основних з них можна виділити, наприклад: призначення; склад; регіон обслуговування; послуги, що надаються користувачам; засоби і технології транспорту інформації. т. ін.

До узагальнюючих рис, властивих більшості відомчих телекомунікаційних мереж (ТКМ), можна віднести наступні [1...7]:

- широке використання орендованих каналів мереж загального користування (МЗК);
- великі обсяги конфіденційної, секретної і технологічної інформації; взаємодія з мережами МЗК і з іншими відомчими ТКМ;
- наявність пристроїв абонентського доступу до мереж транспорту повідомлень;

– використання сучасних цифрових технологій передачі повідомлень FR (Frame Relay), ATM (Asynchronous Transfer Mode), TCP/IP (Transport Control Protocol /Internet Protocol), ISDN (Integrated service data Network) та інші.

Відома цифрова мережа центрального обслуговування цивільної авіації (ЦА) ATN (Aeronautical Traffic Network) має усі перелічені вище особливості. нормативні вимоги до ATN визначаються матеріалами Міжнародної організації цивільної авіації ICAO (International Civil Aviation Organization). Серед цих вимог дуже важливими є вимоги щодо інформаційної безпеки і технічного захисту інформації (ТЗІ), особливо при взаємодії різних підмереж ATM між собою та МЗК. При цьому дієвими заходами підвищення рівня ТЗІ можна вважати використання міжмережних екранів (МЕ) [2-5].

Міжмережні екрани забезпечують виконання необхідної політики безпеки, яка зазвичай має дві складові: політику доступів до мережних серверів і політику реалізації МЕ. Функціональні вимоги до МЕ охоплюють вимоги щодо: фільтрації на міжмережному рівні і на прикладному рівні; правил фільтрації та адміністрування; засобів і технологій мережевої ідентифікації; впровадження журналів та обліку [5,10]. таким чином у загальному випадку МЕ для виконання своїх функцій потребує певних витрат часу на аналіз і відсіювання повідомлень. Це веде до збільшення затримки доставки повідомлень адресату і зменшення пропускної здатності системи, що означає погіршення показників якості обслуговування QoS (Quality of Service).

Стаття присвячена дослідженню ефективності роботи МЕ на основі запропонованого критерію ефективності.

Аналіз сучасного стану питання та постановка завдання

Одним з основних показників якості роботи МЕ, як показано у роботах [1...5], є ступінь зменшення пропускної здатності лінії передачі R_0 , що захищається. Визначається ступінь зменшення пропускної здатності коефіцієнтом уповільнення K_y , який порівнює пропускну здатність R_y лінії передачі з МЕ з випадком R_0 без МЕ.

Коефіцієнт K_y визначається по різному в залежності від конкретних умов. Серед цих умов перш за все, можна відзначити наступні [5...9]: тип швидкості передачі (миттєва, середня, максимальна); одиниці її вимірювання (пакетів, кадрів, фреймів, чарунок, блоків, файлів, байт, біт тощо /за секунду); тип технології транспорту даних (TP-TCP, ISDN (PDH, SDH), Frame Relay, ATM та інші); кількість та призначення полів форматів, які контролюються МЕ; кількість рівнів EMBBC OSI, які охоплює дія МЕ. У відповідних документах ІТУ (МККГТ) та ДСТУ для більшості типів технологій транспорту даних усі ці показники нормовані, причому з врахуванням усіх можливих комбінацій фізичних портів МЕ. Виходячи з вище викладеного здається доцільним на першому етапі аналізу продуктивності МЕ користуватись узагальненими показниками оцінки ефективності МЕ. З цією метою розглянемо модель оцінки пропускної здатності МЕ, побудовану за підходами класичної теорії телетрафіка [6, 9].

Узагальнена модель оцінки ефективності МЕ

Проаналізуємо мережу з комутацією пакетів, передача повідомлень у якій не орієнтована на з'єднання. Двохвузловий фрагмент такої мережі наведено на рисунку 1 [4...9]. Вузол А з'єднаний з вузлом В дуплексним каналом. Пропускна здатність каналу $R_T = NR_L$, де R_L визначає максимальну швидкість доступу окремого абонента до вузла. Повна інтенсивність потоку навантаження на вхідний вузол (в моделі вузол А) складає втрати на встановлення з'єднання практично відсутні. Однак є витрати додаткового часу на отримання підтвердження щодо прийому пакетів адресатом. При цьому найбільш поширені два способи передачі підтверджень.

Перший спосіб передбачає передачу на вхід вузла В окремих службових пакетів з інформацією підтвердження або перезапиту. Другий спосіб передбачає, що в інформаційні пакети зворотнього напрямку вбудовуються спеціальні службові поля бітів (підтвердження

або перезапиту). При першому способі кожний прийнятий пакет генерує службовий пакет фіксованої довжини L_c .

Таким чином, на кожному вузлі утворюються потоки пакетів змінної довжини. Ці пакети складаються з фіксованих полів L_c і полів випадкової довжини із середнім значенням L_g . Внаслідок чого лінія передачі може розглядатись як система типу MG1 з дисципліною FIFO. Середній час обслуговування пакету даних (без МЕ) складає [6,9]:

$$T_T = t_3 + t_d = (L_c + L_g)/R_T \quad (1)$$

де $t_3 = L_c / R_T$ - час на передачу заголовків; $t_d = L_g / R_T$ - час на передачу даних. Середній час передачі службових пакетів також складає t_3 . Таким чином, середній час обслуговування пакетів в одному з напрямків можна вважати рівним.

$$\tau_0 = 1/2(t_3 + t_d) + 1/2 t_3 = t_3 + t_d/2 \quad (2)$$

Коефіцієнт навантаження на систему дорівнює:

$$\rho = 2\lambda\tau_0 = \lambda(2t_3 + t_d) = \rho_d(1 + 2t_3/t_d) \quad (3)$$

де через $\rho_d = \lambda t_d$ позначимо ефективний коефіцієнт використання каналу для передачі даних:

$$\left. \begin{aligned} \rho_d &= \lambda T_H / N; \\ T_L &= L_g / R_L; \\ t_d &= L_g / R_T; \\ R_T &= R_L N; \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Середній час очікування в системі MG1 залежить від другого моменту розподілу часу обслуговування (формула Хінчина - Полячка);

$$\bar{\tau}_0^2 = 0,5[t_3^2 + (t_3 + t_d)^2 + t_d^2] \quad (5)$$

Середній час очікування пакета в системі

$$\begin{aligned} \bar{t}_0 &= \frac{\{\lambda[t_3^2 + (t_3 + t_d) + t_d^2]\}}{2(1 - \rho)} \quad \text{або} \\ t_0 &= \frac{(\rho_d(t_3 + t_d + t_3^2)/t_d)}{(1 - \rho)} \end{aligned} \quad (6)$$

Загальний час наскрізної передачі пакету в системі складається за умови відсутності М Е з часу затримки у черзі вузлі А, часу затримки на вузлі В, часу передачі пакету та часу передачі підтвердження

$$T_H = t_d + t_3 + 2\bar{\tau}_0 \quad (7)$$

Множина формул (1)...(7) утворює аналітичну модель часових витрат в системі MG1 без МЕ. Підключення МЕ у загальному випадку приведе до зростання t_3 на Δt_3 і t_d на Δt_d . Тобто, замість t_3 і t_d в моделі (1)...(7) необхідно врахувати витрати часу МЕ на аналіз заголовків і даних (якщо останнє передбачено технологією). Виходячи цього замість (1...7) маємо (індекс «Е» означає врахування наявності МЕ)

$$\left. \begin{aligned} \overline{\tau_{\text{оє}}} &= t_3(1 + \delta_3) + \frac{t_{\text{л}}}{2}(1 + \delta_{\text{л}}); \\ \rho_{\text{лє}} &= \rho_{\text{лє}} \left[1 + \frac{2t_3(1 + \delta_3)}{t_{\text{л}}(1 + \delta_{\text{л}})} \right] = \rho \left[1 + \delta_{\text{л}} + 2 \frac{t_3}{t_{\text{л}}}(1 + \delta_3) \right]; \\ \rho_{\text{лє}} &= \lambda t_{\text{л}}(1 + \delta_{\text{л}}) = \rho_{\text{л}}(1 + \delta_{\text{л}}); \\ \overline{\tau_{\text{оє}}} &= \frac{\rho(1 + \delta_{\text{л}})}{1 - \rho_{\text{лє}}} \left[t_{\text{л}}(1 + \delta_{\text{л}}) + t_3(1 + \delta_3) + \frac{t_3^2(1 + \delta_3)^2}{t_{\text{л}}(1 + \delta_{\text{л}})} \right]; \\ T_{\text{лє}} &= t_{\text{л}}(1 + \delta_{\text{л}}) + 2t_3(1 + \delta_3) + 2\overline{t_{\text{оє}}} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

де $\delta_3 = \Delta t_3 / t_3$; $\delta_{\text{л}} = \Delta t_{\text{л}} / t_{\text{л}}$ відносні значення витрат часу в МЕ на аналіз заголовків і даних.

У практично важливому випадку, коли $\delta_3 = \delta_{\text{л}} = \delta$, вирази суттєво спрощуються не втрачаючи фізичної суті впливу МЕ на збільшення терміну проходження пакету по лінії передачі. Для випадку $\delta_3 = \delta_{\text{л}} = \delta$ замість (8) маємо

$$\left. \begin{aligned} \overline{\tau_{\text{оє}}} &= (1 + \delta)\tau_0 = (1 + \delta)[t_3 + t_{\text{л}}/2]; \\ \rho_{\text{лє}} &= \rho(1 + \delta)[1 + 2t_3/t_{\text{л}}]; \\ \rho_{\text{лє}} &= \rho_{\text{л}}(1 + \delta); \\ \overline{\tau_{\text{оє}}} &= \overline{\tau_0} \frac{\rho(1 + \delta)^2}{1 - \rho_{\text{лє}}}; \\ T_{\text{лє}} &= (1 + \delta) \left[t_{\text{л}} + 2t_3 + 2\overline{t_{\text{оє}}} \frac{\rho(1 + \delta)}{1 - \rho_{\text{лє}}} \right] \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Аналіз моделі 9 показує, що використання МЕ в $(1 + \delta)$ разів збільшує усі часові витрати часу і коефіцієнт завантаження 8. Отже можна вважати, що приблизна пропускна здатність лінії передачі пакетів зменшується в $(1 + \delta)$ разів, а коефіцієнт ρ - збільшується в залежності $G_g = T_{\text{лє}} / t_{\text{л}} = f(\rho)$, розраховали за формулами 9, показано на рисунку 2 для різних значень δ і $Z = t_3 / t_{\text{л}}$. Аналіз графіків на рис. 9 дозволяє зробити наступні висновки:

нормований час доставки повідомлень G_g практично пропорційний множнику $(1 + \delta)$ при $\rho \ll 1$;

величина $Z = t_3 / t_{\text{л}}$ суттєво впливає на значення ефективності $G_g(\rho)$, коли $Z \geq 0,05$;

так, наприклад, при $\rho = 0,06$ і $Z = 0,1$ величина G_g зростає майже вдвічі, у порівнянні з виміром, коли $Z = 0$;

величина δ практично не впливає на змінення G_g за умови $\delta \leq 0,1$ і $\rho \leq 0,5$.

Таким чином у даній статті проаналізовано особливості використання міжмережевих екранів у відомчій мережі ЦА, розроблено узагальнену модель оцінки впливу застосування МЕ на пропускну здатність ліній передачі.

Отримані результати дозволять обґрунтовано визначити допустимі затримки пакетів МЕ і можуть служити основою для розробки методики розрахунків ефективності МЕ та ТКМ.

Список літератури

1. Конахович Г. Ф., Паук С.М., Шевченко Р.А. та ін. Основы развития мобильных телекоммуникационных систем. -К.: КИИГА, 1997.-112с
2. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. - СПб.: «Питер», 2000.-704с.
3. Руководство по техническим положениям для сети авиационной электросвязи (АТН) DOC. 9705 AN/956. - Монреаль: ICAO, 1999.-72с.
4. .Современные телекоммуникации под ред. Довгого С. А. -М.: Экотрендз. 2003.-320с.
5. Соколов А.В., Шаньгин В.Ф. Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах. -М. ДМК Пресс, 2002. -656с.
6. Стеклов В.К., Беркман Л. М. Телекомунікаційні мережі. -К: Техніка, 2001.-400с
7. Харченко В. П., Паук С. М., Нестерова Л. М., Бабак Є. А. Супутникові системи авіаційного зв'язку. -К.: НАУ, 2003. -188 с.
8. Лагутенко О. И. Модемы. Справочник пользователя. Спб.: Лань, 1997.-386 с.
9. Паук С. М.Сети авиационной связи -М.: Транспорт, 1986 -408с.

УДК 004.056.5:519.17

О.П. Мартынова, В.Л. Баранов

МЕТОД МНОГОПУТЕВОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Развитие компьютерных сетей и информационных технологий требует комплексного решения задачи повышения эффективности передачи информации, совместно с решением задачи защиты передаваемой информации. Необходимость обеспечения информационной безопасности пользователей компьютерных сетей вызвана широким использованием их в государственных и финансовых организациях, в промышленных предприятиях и в организациях оборонного комплекса [1]. В этой сфере применения компьютерных сетей широкое распространение получили методы и средства несанкционированного доступа к передаваемой информации [2]. В связи с этим актуальной задачей является обеспечение информационной безопасности пользователей компьютерных сетей. Перспективным является направление повышения уровня защищенности компьютерных сетей, которое связано с совершенствованием методов маршрутизации передачи информации в сетях с учетом рисков потери информации, ее модификации и воздействий внешних факторов на каналы передачи информации.

Анализ последних исследований и публикаций [1-4] позволяет сделать вывод о том, что повышение уровня защищенности компьютерных сетей можно достичь методом многокритериальной маршрутизации [4], который позволяет учесть качество обслуживания и информационную безопасность пользователей компьютерных сетей. Недостаток предложенного в работе [4] метода многокритериальной маршрутизации заключается в выборе единственного маршрута, который соответствует Парето-оптимальному решению по нескольким критериям качества.

Цель статьи заключается в разработке метода многопутевой многокритериальной маршрутизации компьютерных сетей.

Реализация многокритериальной маршрутизации совместно с поиском нескольких независимых альтернативных маршрутов позволяет увеличить допустимую нагрузку в сети [5], увеличить надежность передачи данных и снизить риски потери информации или ее модификации. Снижение рисков потери информации или ее модификации связано с распространением ограниченных ресурсов несанкционированного доступа по нескольким каналам передачи информации при реализации многопутевой маршрутизации.