



Рис. 1 Взаимодействие системы с микроволнами высокой мощности

Блоки рис. 1.1 изменяют сигнал источника микроволн высокой мощности. При проходе к антенне сигнал затухает и искажается. Антенна направляет его, сужая фокус. Расстояние – один из главных ограничивающих факторов для устройств МВМ (микроволны высокой мощности), выражаемый как $1/r^2$. Как показывает блок "Затухание проникновения", могут быть дополнительные слои, например, стены здания, которые могут дополнительно ослабить сигнал. Поверхности системы воспринимают разные частоты по-разному, так что террорист должен согласовать источник с геометрией цели. Сигнал ещё более затухает, пока проникает к чувствительному элементу схемы. Наконец, остаточной энергии сигнала должно хватить для воздействия на интересующий прибор.

Излучающие устройства террориста могут генерировать одиночный импульс, последовательность импульсов или типы волн более или менее близкие к непрерывной волне. Эти источники могут быть узко- или широкополосными, и спектр их сигналов может располагаться в полосе частот от кГц до ГГц. Плотности мощности могут превышать уровни восприимчивости электрической или электронной жертвы на расстояниях, удобных для агрессора. Источники взаимодействуют со всеми видами металлических проводников, которые действуют как антенны или входные порты. Специальные орудия МВМ представляют повышенную опасность. Их волны короткой длины могут проникать по ту сторону даже самых малых щелей и отверстий.

Выводы. В процессе проектирования электронных систем важно знать, что система может подвергаться разнообразным преднамеренным ЭМ воздействиям, целью которых является не создание помех системе, а ее разрушение. Уровень защиты разрабатываемой системы от преднамеренных воздействий может быть очень важен для её выбора потенциальными покупателями на рынке и успешного использования этой системы потребителями.

Литература

1. Электромагнитный терроризм на рубеже тысячелетий / Под ред. Т.Р. Газизова –Томск: Томский государственный университет, 2002. – 206 :. 69ил.
2. Электромагнитный терроризм / Кравченко В.И. – Харьков, издательство «НТМТ», 2012. – 392 с.

Невзорова Е.С.,
Арус М. Кинан,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков, Украина

АНАЛИЗ МОДЕЛИ ДВУХУРОВНЕВОЙ МНОГОАДРЕСНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

В данной работе представлена потоковая модель многоадресной маршрутизации. Задача многоадресной маршрутизации состоит в передаче данных по сети от одного источника

одновременно нескольким получателям. С целью повышению масштабируемости предложен переход к двухуровневой модели маршрутизации. В данной работе предложено решение задачи иерархической многоадресной маршрутизации. Для решения сформулированной оптимизационной задачи в работе обоснован к использованию принцип целевой координации.

This paper presents a flow-based model of multicast routing. The task of multicast routing is to transmit data over the network from a source to multiple receivers. In order to improve the scalability it is offered transition to two-level routing model. This paper proposes a solution of the hierarchical multicast routing problem. To solve the optimization problem which was formulated goal coordination method was used.

На сегодняшний день остро стоит проблема повышения масштабируемости решений по многоадресной маршрутизации для поддержки таких приложений как IP-радио, IP-телевидение, видео и аудио конференций. Традиционным выходом из сложившейся ситуации является переход к иерархическим (многоуровневым) решениям, сочетающим преимущества как централизованного, так и децентрализованного (распределенного) управления.

Пусть при разработке модели многоадресной маршрутизации структура ТКС описывается с помощью ориентированного графа $G=(M, E)$, где M – множество вершин, моделирующее узлы (маршрутизаторы), а E – множество дуг, моделирующее каналы связи (КС) сети [1,2]. Для каждого КС, моделируемого дугой $(i, j) \in E$, задана пропускная способность, измеряемая в пакетах в секунду (1/с), которая будет обозначаться как $\varphi_{(i, j)}$. Тогда для каждого узла-отправителя пакетов в ТКС в ходе решения задачи многоадресной маршрутизации необходимо рассчитать множество булевых переменных $x_{ij}^{k_r} \in \{0;1\}$, равных интенсивности k_r -го потока пакетов, передаваемого по каналу $(i, j) \in E$; λ^{k_r} – интенсивность k_r -го потока, где k_r – k -й поток пакетов, поступающий в сеть через r -й маршрутизатор. С каждым k_r -м потоком связано ряд параметров: s_{k_r} – узел-отправитель; $d_{k_r}^* = \{d_{k_r}^1, d_{k_r}^2, ..., d_{k_r}^{m_{k_r}}\}$ множество узлов-получателей, где m_{k_r} – число получателей для k_r -го потока пакетов. На маршрутные переменные накладывается ряд ограничений:

$$\sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^{k_r} \geq 1 \text{ при } m_i = s_{k_r}, \quad \sum_{i:(i,j) \in E} x_{ij}^{k_r} = 1 \text{ при } m_j = d_{k_r}^*, \quad \sum_{i:(i,j) \in E} x_{ij}^{k_r} \geq x_{jp}^{k_r} \text{ при } m_i \notin s_{k_r}. \quad (1)$$

Если на структуре сети возможно образование контуров (циклов), то при выполнении условий (1) не будет обеспечиваться связность отдельных каналов в маршрут. Для предотвращения образования контуров в предлагаемую модель вводятся условия (по числу контуров в сети) вида

$$\sum_{(i,j) \in E_{\pi}^i} x_{ij}^{k_r} < |E_{\pi}^i|, \quad (2)$$

где E_{π}^i – множество дуг графа, образующих в соответствии со своей ориентацией i -й контур (π) ; $|E_{\pi}^i|$ – мощность множества E_{π}^i . С целью недопущения перегрузки каналов связи маршрутизируемым потоком необходимо выполнить следующие условия $\sum_{r \in M} \sum_{k_r \in K} \lambda^{k_r} x_{ij}^{k_r} \leq \varphi_{ij}$, $(i, j) \in E$, которые можно представить в векторно-матричной форме:

$$B_r \vec{x}_r \leq D_r \vec{\varphi} - \sum_{\substack{s \in M \\ s \neq r}} C_{rs} \vec{x}_s, \quad (3)$$

где $\vec{x}_r$ – вектор, координатами которого являются искомые переменные x_{ij}^k ; $\vec{\varphi}$ – вектор пропускных способностей каналов связи ТКС с координатами φ_{ij} ; B_r , D_r , C_{rs} , $\vec{a}_r$ – согласующие матрицы. В ходе расчёта векторов искомых переменных $\vec{x}_r$ в качестве критерия оптимальности получаемых решений будет выбран минимум следующей целевой функции [1,2]:

$$F = \sum_{r \in M} \vec{x}_r^t H_r \vec{x}_r, \quad (4)$$

в которой H_r – диагональная матрица весовых коэффициентов, координатами которой, как правило, являются маршрутные метрики каналов связи ТКС, $[\cdot]^t$ – функция транспонирования вектора (матрицы).

Для решения сформулированной оптимизационной задачи используем принцип целевой координации. Тогда, переходя к задаче на безусловный экстремум $\min_x F = \max_\mu L$ необходимо максимизировать по $\vec{\mu}$ лагранжиан, предположив, что величины $\vec{\mu}_r$ являются фиксированными и формируются на верхнем уровне иерархии:

$$L = \sum_{r \in M} L_r, \quad L_r = \vec{x}_r^t H_r \vec{x}_r + \vec{\mu}_r^t (B_r \vec{x}_r - D_r \vec{\varphi} + \sum_{\substack{s \in M \\ s \neq r}} \vec{\mu}_s^t C_{sr} \vec{x}_r), \quad (5)$$

где $\vec{\mu}$ – вектор множителей Лагранжа, а $\vec{\mu}_r$ – подвекторы вектора $\vec{\mu}$ (5).

Таким образом, целевая функция (4) приобретает сепарабельную форму, а общая проблема иерархической маршрутизации оказалась декомпозированной на ряд маршрутных задач (5). На нижнем уровне происходит расчет маршрутов передачи потоков пакетов по каналам связи узлами-источниками, а на верхнем уровне основной задачей является координация решений, полученных на нижнем уровне, с целью недопущения перегрузки каналов связи путём модификации векторов множителей Лагранжа, в ходе выполнения градиентной процедуры:

$$\vec{\mu}_r(\alpha + 1) = \vec{\mu}_r(\alpha) + \nabla \vec{\mu}_r, \quad \left. \nabla \mu_r(x) \right|_{x = x^*} = B_r \vec{x}_r^* - D_r \vec{\varphi} + \sum_{\substack{s \in M \\ s \neq r}} C_{rs} \vec{x}_s^* \quad (6)$$

где α – номер итерации; $\nabla \vec{\mu}_r$ – градиент функции, который рассчитывается исходя из получаемых на верхнем уровне результатов решения задач маршрутизации на каждом конкретном узле-отправителе, где $\vec{x}_r^*$ – результат решения, полученный нижним уровнем иерархии на текущей итерации.

Таким образом, задача приобретает итерационный характер. При этом важным является обеспечение сходимости процедуры за минимальное количество итераций, т.к. увеличение числа координирующих итераций приводит к пропорциональному росту объема служебного трафика и времени решения маршрутных задач.

Литература

1. Лемешко А.В. Анализ сходимости координационной процедуры при реализации иерархической маршрутизации в телекоммуникационной сети [Электронный ресурс] / А.В.Лемешко, Е.С.Невзорова, К.М. Арус // Проблемы телекоммуникаций. -2015. – № 1 (16). – С. 54-71. – Режим доступа до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2015/1/1/151_lemeshko_coordination.pdf
2. Lemeshko O. The increasing convergence of coordination procedure in the implementation of multipath hierarchal routing / O.Lemeshko, O.Nevzorova, A.Hailan // Proceedings of First International Scientific-Practical Conference “Problems of Infocommunications Science and Technology”, PICS&T’2014, Kharkiv, Ukraine, 2014. – P. 45-48.