

## ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ СЕТИ ДОСТУПА С УЧЕТОМ НАЛИЧИЯ ДОМАШНИХ СЕТЕЙ

*В статье рассмотрена модель сети доступа с учетом наличия домашних сетей и приведен метод расчета ее пропускной способности для различных функций распределения длины пакетов*

*Ключевые слова: домашний сеть, терминал, шлюз, мультимедийные услуги.*

## ABOUT ONE MODEL OF THE NET WORK OF ACCESS TAKING INTO ACCOUNT EXISTENCE HOME NETWORKS

*In article the access network model taking into account existence of home networks is considered and the method of calculation of its capacity for various functions of distribution of length of packages is given.*

*Keywords: home network, terminal, gateway, multimedia services.*

В последние годы в архитектуре сетей связи общего пользования (ССОП) появилась [1] еще одна функциональная структура – домашние сети (HN – Home Networks), которые развивают и расширяют сети абонентского доступа и требуют проведения дополнительных исследований в области расчета их пропускной способности.

Стандартизация домашних сетей выполнена Международным Союзом Электросвязи (ITU-T) в Рекомендациях серий G и H [2-4]. В Рекомендации ITU-T G.9970 “Базовая архитектура транспортного уровня для домашних сетей” рассматриваются модели транспортного уровня для домашних сетей. Основными функциональными элементами транспортного уровня домашней сети являются собственно IP домашняя сеть (IP Home Network) и шлюз доступа AGW (Access Gateway), обеспечивающие взаимодействие с сетью доступа и терминалов. В Рекомендации ITU-T G.9970 предусматривается как возможность использования IP терминалов (IP terminal), так и терминалов, не поддерживающих IP протоколы (non-IP terminal). В последнем случае создается так называемая не-IP домашняя сеть (non-IP Home Network), которая подключена к IP домашней сети через не-IP шлюз (non-IP Gateway). Архитектура транспортного уровня такой сети в соответствии с Рекомендацией ITU-T G.9970 приведена на рисунок 1.

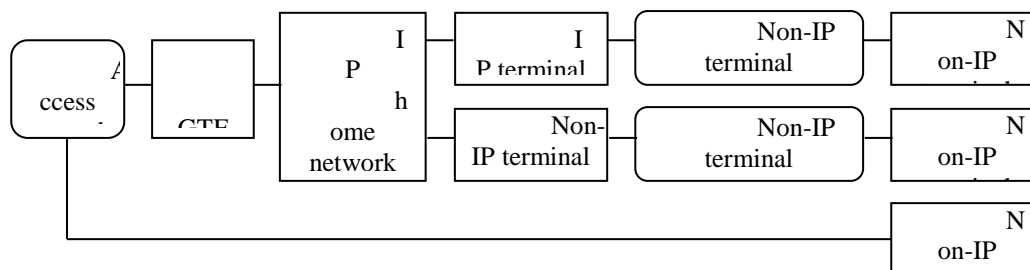


Рис. 1. Архитектура транспортного уровня домашней сети

На рис. 1 “Access network” соответствует сети доступа, AGTF (Access Gateway Transport Function) обозначает функцию шлюза транспортного уровня.

Для проводимого исследования наиболее важным является распределение потоков трафика как внутри домашней сети, так и при взаимодействии с внешними сетями. Типовая

структура потоков трафика в соответствии с Рекомендацией ITU-T G.9970 для рассмотренной выше архитектуры транспортного уровня домашней сети приведена на рис.2.

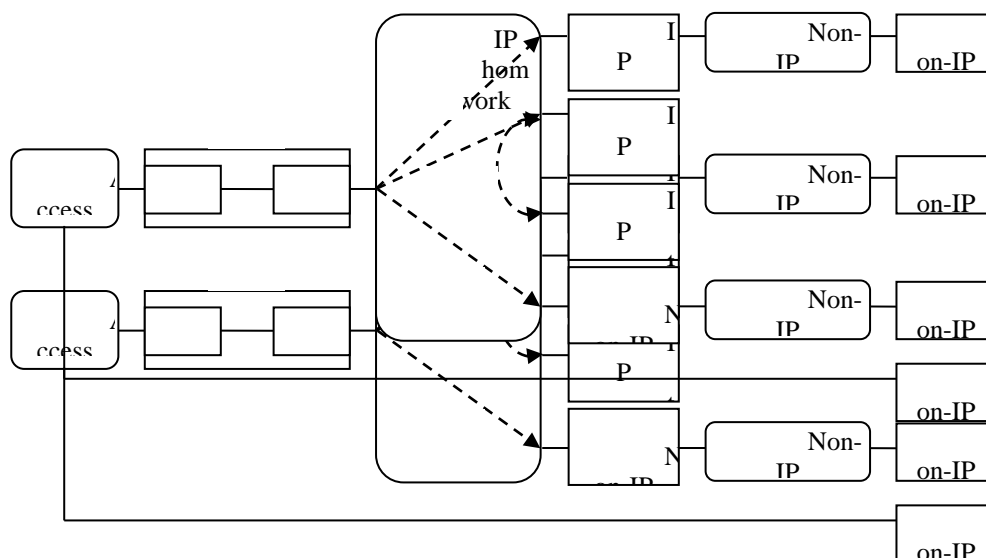


Рис. 2. Типовая структура модели домашней сети.

Как видно из рис. 2 имеются три типа IP терминалов, которые могут быть использованы в домашних сетях. IP терминал типа a (type a) является терминалом, который получает пакеты от шлюза доступа AGW и распределяет их по не-IP терминалам, включенным в не-IP домашние сети.

IP терминал типа b (type b) является терминалом, который получает пакеты от шлюза доступа AGW через IP домашнюю сеть и через эту же IP сеть распределяет эти пакеты для IP терминалов типа c (type c). Естественно, функции терминалов b и c могут быть совмещены.

Не-IP шлюз (non-IP GW) также получает пакеты от шлюза доступа и распределяет их для IP терминалов. Естественно, не-IP терминалы могут непосредственно подключаться к сети доступа. NT (Network Termination) обозначает функцию терминирования трафика.

Рекомендация ITU-T H.622 “Базовая архитектура домашней сети с поддержкой мультимедийных услуг” основывается на тех же функциональных решениях, что и в Рекомендации ITU-T G.9970, и развивает последнюю в части предоставления пользователям мультимедийных услуг. Рекомендация ITU-T H.622.1 “Архитектура и функциональные требования к домашним сетям с поддержкой IPTV” также основывается на Рекомендации ITU-T G.9970, но предъявляет дополнительные требования в части услуг IPTV.

Таким образом, наличие домашних сетей вносит новые закономерности в распределение потоков трафика и, в первую очередь, возможности распределения трафика внутри домашней сети. При этом необходимо отметить о том, что потоки трафика второго типа (Flow 2) подразумевают также замыкание внутренних потоков терминал-терминал. Все это вместе требует разработки методов расчета трафика для сетей доступа с учетом наличия домашних сетей.

Рассмотрим модели сети доступа с учетом наличия домашних сетей.

При наличии домашних сетей сеть доступа обслуживает как IP трафик, производимый (потребляемый) IP терминалами, так и не-IP трафик, производимый (потребляемый) не-IP терминалами. В связи с этим при построении модели сети доступа с учетом домашней сети за основу может быть принята модель, приведенная в [5]. Отличие модели сети доступа с учетом наличия домашних сетей состоит в том, что поток трафика в этом случае будет определяться не только числом терминалов, но и наличием внутреннего трафика домашней

сети, а также наличием не-IP трафика. Модель сети доступа с учетом домашней сети приведена на рис. 3.

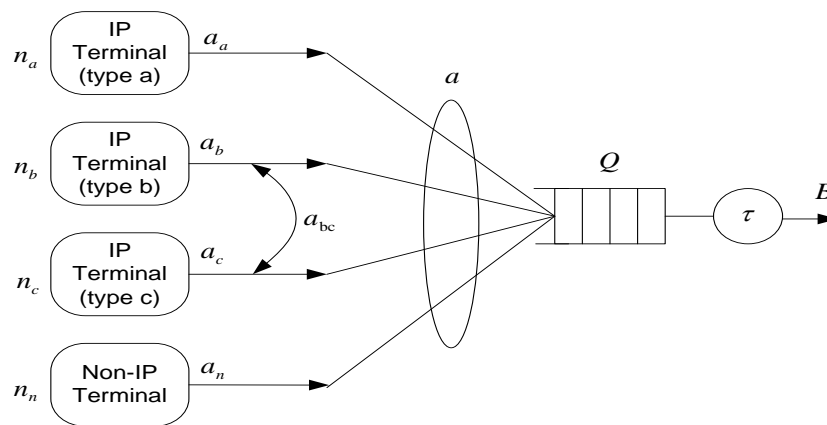


Рис. 3. Модель сети доступа с учетом наличия домашней сети

В данной модели суммарная интенсивность трафика, определяется на основе интенсивности трафика каждого из типов терминалов и числа этих терминалов по формуле

$$a = n_a \cdot a_a + n_b \cdot (a_b - a_{bc}) + n_c \cdot (a_c - a_{cb}) + n_n \cdot a_n, \text{ бит/с, (1)}$$

где:  $n_a$  - число терминалов типа  $a$ ,

$n_b$  - число терминалов типа  $b$ ,

$n_c$  - число терминалов типа  $c$ ,

$n_n$  - число не-IP терминалов,

$a_a$  - удельная интенсивность трафика терминала типа  $a$ , бит/с,

$a_b$  - удельная интенсивность трафика терминала типа  $b$ , бит/с,

$a_c$  - удельная интенсивность трафика терминала типа  $c$ , бит/с,

$a_n$  - удельная интенсивность трафика не-IP терминалов, бит/с,

$a_{bc}$  - удельная интенсивность трафика между терминалами типов  $b$  и  $c$ , бит/с,

$a_{cb}$  - удельная интенсивность трафика между терминалами типов  $c$  и  $b$ , бит/с.

Интенсивность объединенного потока определяется выражением:

$$\lambda = \lambda_a + \lambda_b + \lambda_c + \lambda_n - \lambda_{bc} - \lambda_{cb} = \frac{1}{\bar{L}_p} \cdot (a_a + a_b + a_c + a_n - a_{bc} - a_{cb}), \text{ пакетов/с, (2)}$$

где:  $\bar{L}_p$  - средняя длина пакета в агрегированном потоке.

В рассматриваемой модели длина пакета принята постоянной, на основе предположения, что в сети доминирует трафик IPTV. При наличии в сети не-IP трафика, вероятно, что длины пакетов будут различны. Предположим, что длина пакетов случайна и распределена по экспоненциальному закону. Тогда, модель, приведенная на рис. 3 может быть описана системой массового обслуживания (СМО) вида M/D/1 [6]

$$\bar{t}_p = \frac{\rho \cdot \tau}{2 \cdot (1 - \rho)} \cdot \left( 1 + \left( \frac{M(\tau^2)}{\tau} \right)^2 \right), \text{ с, (3)}$$

где:  $M(\tau^2)$  - второй момент функции распределения времени обслуживания,

$\rho = \frac{a}{B}$  - нагрузка (использование),

$a$  - интенсивность трафика, бит/с,

$B$  - пропускная способность, бит/с,

$\tau = \frac{L_p}{B}$  - время обслуживания пакета, с,

$L_p$  - длина пакета, бит.

Подставляя в формулу (3) выражения для  $\tau$  и  $\rho$ , с учетом того, что  $\bar{t}_p = \frac{L_p}{v_0}$ , и решая его относительно  $B$  получим

$$B = \frac{1}{2} \left( a + v_0 + \sqrt{a^2 + v_0^2 + 2 \cdot a \cdot v_0 \cdot \left( \frac{\sigma_p}{L_p} \right)^2} \right), \text{ бит/с, (4)}$$

где  $\sigma_p$  - второй момент распределения длины пакета, бит,

$L_p$  - длина пакета, бит.

В случае если длина пакета распределена экспоненциально  $\sigma_p = L_p$ , то модель описывается СМО М/М/1 и пропускная способность равна:

$$B = a + v_0, \text{ бит/с. (5)}$$

Таким образом, при использовании СМО М/М/1 для сети доступа, требования к задержке на уровне сети обеспечиваются тогда, когда пропускная способность сети доступа больше суммарной интенсивности трафика, за вычетом внутреннего трафика, на величину гарантированной скорости передачи.

На рис. 4 приведен график зависимости пропускной способности  $B$  от величины гарантированной скорости передачи данных. В данном примере  $a = 100$  Мбит/с,  $1 \leq v_0 \leq 50$  Мбит/с. Графики приведены для моделей М/Д/1 и М/М/1.

Из приведенных графиков на рис. 4 видно, что при экспоненциальном законе распределения времени обслуживания пакетов (длины пакетов) требуемая величина пропускной способности больше, чем при постоянном времени обслуживания (постоянной длине пакетов).

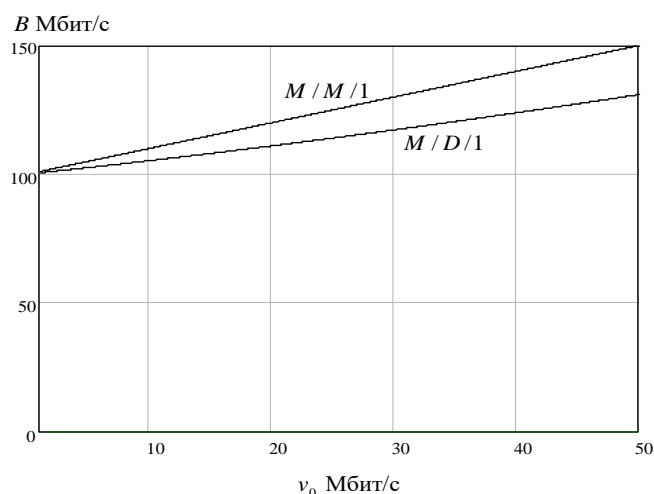


Рис. 4. Зависимость пропускной способности сети доступа от величины гарантированной скорости передачи для моделей М/Д/1 и М/М/1.

### **Выводы:**

При организации доступа домашних сетей с использованием не-IP терминалов и замыкании доли трафика внутри домашней сети могут быть использованы модели M/D/1 и M/M/1 в зависимости от распределения длины пакетов. При этом требуемая скорость передачи обеспечивается, если пропускная способность сети доступа превышает суммарную интенсивность трафика на величину, зависящую от интенсивности трафика, требуемой скорости передачи и второго момента функции распределения длины пакета.

### **Литература:**

1. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. Сети связи. БХВ, С.Петербург, 2010.
  2. Кутбитдинов С.Ш. Об одном методе расчета пропускной способности сети доступа в NGN. // Сборник статей одиннадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности», Том 3, 27-29 апреля, 2011 г., Санкт-Петербург, с.84-85.
  1. Л. Клейнрок. Теория массового обслуживания. М., «Машиностроение», 1979.
  3. Recommendation ITU-T G.9970 Generic home network transport architecture. 01/2009.
  4. Recommendation ITU-T H.622 A generic home network architecture with support for multimedia services. 06/2008.
  5. Recommendation ITU-T H.622.1 Architecture and functional requirements for home networks supporting IPTV services. 10/2008.
-