

## АНАЛИЗ МОДЕЛИ ТРАФИКА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ И ДАННЫХ

Поповская Е.О.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, пр.Ленина, 14. каф. Телекоммуникационных систем  
Тел.(057)702-13-20, E-mail: tkc@kture.kharkov.ua

We probed the non-stationary model of simultaneous transmission of real-time services and delay tolerant services. We were got results allowing to determine quality of transmission and border of stability of treatment of macro packages.

Современные телекоммуникационные сети строятся таким образом, что на узлы обработки поступают различные информационные потоки: речь, видео, данные, каждый из которых требует специфических методов передачи. В силу ограниченности сетевых ресурсов, возникает необходимость минимизации потерь каждого из потоков. Проанализируем характер указанных потерь. Будем считать, что на обработку поступает пуассоновский поток заявок, содержащий заявки реального времени, обладающих интенсивностью  $\lambda_p$  и интенсивностью их обслуживания  $\mu_p$ , поток данных имеет параметры соответственно  $\lambda_d$  и  $\mu_d$ . Трафик реального времени имеет абсолютный приоритет и ограничивается только пропускной способностью системы, прекращая при необходимости трафик данных.

Для передачи данных, поступающих в виде х-макропакетов, используется свободный каналный ресурс. При отсутствии такового, в отличие от трафика реального времени, оставшиеся макропакеты занимают свободные места в буфере. Среднее число макропакетов, содержащихся в одной заявке:

$$n_g = \sum_{x=1}^{C+Q} xP(x), \quad (1)$$

где С-скорость передачи, выраженная в единицах каналного ресурса, Q-объем буфера в единицах макропакетов.

В силу марковости процесса обслуживания, исследование данного процесса можно проводить в предположении его стационарности. Определим вероятность состояния процесса обслуживания заявок:

$$p(n_{p1}, n_{p2}, \dots, n_{pn}, n_g), \quad (2)$$

где  $n_{pi}, i = 1, 2, \dots, n$ -число каналного ресурса связанного с выполнением i-заявки трафика реального времени. Данная вероятность может интерпретироваться, как доля времени пребывания системы в состоянии с  $n_p$ заявками i-го потока на передачу трафика реального времени и  $n_g$  макропакетами, находящимися на передаче или в очереди.

Определим потери трафика реального времени и данных. Вероятность потерянных заявок этого трафика:

$$\pi_r = \sum_s p(n_{p1}, n_{p2}, \dots, n_{pn}, n_g), \quad (3)$$

где S-состояния, при которых отсутствует свободный каналный ресурс для передачи данного трафика. Эти состояния удовлетворяют условию  $n_p + i > C$ .

Среднее число каналного ресурса, расходуемого на передачу трафика реального времени:

$$m_p = \sum_s p(n_{p1}, n_{p2}, \dots, n_{pn}, n_g) n_p. \quad (4)$$

Потеря трафика данных, передаваемого вне реального времени, состоит из следующих компонент:

-потерь макропакетов, происшедших вследствие отсутствия свободного ресурса и занятости всех мест в очереди  $\pi_c$ ;

-потерь макропакетов, вытесненных из обслуживания поступившей приоритетной заявкой трафика реального времени и не нашедших свободных мест в очереди  $\pi_b$ ;

-потерь макропакетов из-за превышения времени ожидания в буфере  $\pi_d$ ;

Все эти потери определим как отношение интенсивности соответствующих событий к интенсивности поступления макропакетов на передачу. Это позволяет интерпретировать показатели потерь  $\pi_c, \pi_b, \pi_d$  как соответствующие вероятности при стремлении числа событий к пределу. Поскольку указанные вероятности – независимы, то общая вероятность потерь макропакетов определяется в виде:

$$\pi_m^{(-)} = \pi_c + \pi_b + \pi_d. \quad (5)$$

Отсюда вероятность успешной доставки макропакетов определяется как дополнение к (5):

$$\pi_m^{(+)} = 1 - \pi_c - \pi_b - \pi_d. \quad (6)$$

Доля определения среднего времени нахождения макропакета в ожидании на передачу воспользуемся формулой Литтла. Это время:

$$T_m = \frac{m_k + m_d}{\lambda_g n_g (1 - \pi_c)}, \quad (7)$$

где  $m_k, m_d$  – среднее значение соответственно: единиц канального ресурса, выделяемого для передачи макропакетов и мест в очереди, занятых макропакетами.

### **Выводы**

1. В предположении пуассоновского входного потока заявок получены вероятностные характеристики мультисервисной системы при передаче трафика реального времени и трафика данных. Данные характеристики позволяют формировать показатели качества обслуживания различных сервисов.

2. Получена зависимость среднего числа макропакетов, находящихся в очереди, от интенсивности поступающего трафика данных при его стремлении к предельному значению. При стремлении  $\lambda_g$  к предельному значению среднее число макропакетов в очереди резко увеличивается. Одновременно обслуживающая система переходит в неустойчивый, критический режим.

3. Исследована зависимость вероятности потерянных макропакетов от размера буфера и от импульсного характера поступления макропакетов. Результаты показывают, что импульсный характер поступления макропакетов приводит к значительному росту потерь по сравнению со сглаженным трафиком. Вместе с тем, наличие буфера демпфирует импульсный характер трафика и ведет к уменьшению потерь.