

УДК 621.375

Ю.И. Лосев<sup>1</sup>, К.М. Руккас<sup>1</sup>, С.С. Плохов<sup>2</sup>, Мохамед Саламе Абрахим Арабиат<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Харьковський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків

<sup>2</sup> Національний університет ГНС, Київ

## УПРАВЛЕНИЕ БУФЕРНЫМИ РЕСУРСАМИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

*Предложена простая методика определения потребной емкости буферного запоминающего устройства при заданных требованиях по вероятности потери и времени задержки сообщения. Получены выражения для определения значений среднего времени ожидания и средней длины очереди на отдельном узле коммутации. Показана необходимость компромиссного учета указанных важных показателей при выборе емкости буферного запоминающего устройства.*

**Ключевые слова:** компьютерная сеть, буферное запоминающее устройство, управление, математическая модель.

### Введение

**Постановка задачи.** Одним из главных показателей качества обслуживания потоков в компьютерных сетях (КС) являются вероятность потери сообщения и время доставки. Эти показатели зависят от количества узлов коммутации, входящих в маршрут доставки сообщения, их загруженности, а также от выделенной емкости буферного запоминающего устройства (БЗУ). Для определения эффективного распределения ресурсов КС необходимо оценить влияние каждого из указанных факторов на вероятность потери сообщения.

**Цель статьи.** Следовательно, для эффективного управления ресурсами КС с учетом требуемого качества обслуживания потоков необходимо разработать методику определения требуемой емкости БЗУ.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работах [1 – 6] проведены исследования по оценке вероятности потери сообщения и задержки сообщения на отдельном узле коммутации в зависимости от его загрузки и выделенной емкости БЗУ. Такой подход не позволяет определить вероятность потери сообщения и время задержки при передаче через КС.

### Основная часть

Управление буферными ресурсами можно повлиять на такие важные характеристики сети, как вероятность потери сообщения и время задержки пакета на узле коммутации, а, следовательно, на скорость его доставки.

При таком управлении обычно известна интенсивность входного потока  $\lambda$ , число промежуточных узлов коммутации между пользователями, и требования по вероятности потери при доставке.

Необходимо определить выделяемую емкость БЗУ на этих узлах и время их задержки. Известно, что вероятность потери пакета на узле за счет выполнения БЗУ определяется по формуле

$$P_{\text{пот1}} = \frac{1-\rho}{1-\rho^{W+1}} \cdot \rho^W, \quad (1)$$

т.е. зависит от коэффициента загрузки узла  $\rho$  и выделяемой емкости БЗУ  $W$ . Изменяя эти параметры можно повлиять на вероятность потери, а следовательно и на эффективность управления. При выборе маршрута с  $n$  промежуточными пунктами вероятность потери возрастает и определяется по формуле

$$P_{\text{поттр}} = 1 - (1 - P_{\text{пот1}})^n, \quad (2)$$

где  $P_{\text{пот1}}$  – вероятность потери на одном промежуточном пункте.

Используя приведенные выражения можно выявить влияние того или иного параметра на вероятность потери, а, следовательно, и эффективность управления буферными ресурсами. Например, задаваясь значениями  $n$  и  $P_{\text{поттр}}$  можно предъявить требование к вероятности  $P_{\text{пот1}}$ , а по (1) при известной величине  $\rho$  определить необходимую емкость БЗУ.

На рис. 1 приведены зависимости вероятности потерь от емкости БЗУ при различных коэффициентах загрузки. Из приведенных графиков видно, что при уменьшении емкости БЗУ, начиная с 6, наблюдается увеличение вероятности потери сообщений в широком диапазоне изменения коэффициента загрузки  $\rho$ . Увеличение емкости более 6 практически не оказывает влияние на вероятности потери.

На рис. 2 приведены зависимости вероятности потерь в тракте ( $P_{\text{поттр}}$ ) в зависимости от числа промежуточных пунктов ( $n$ ) при различной емкости БЗУ и при различных коэффициентах загрузки. Используя приведенные графические зависимости, задаваясь требуемой вероятностью потери сообщения в тракте при известном коэффициенте загрузки можно предъявить требования к допустимому числу промежуточных пунктов и емкости БЗУ.

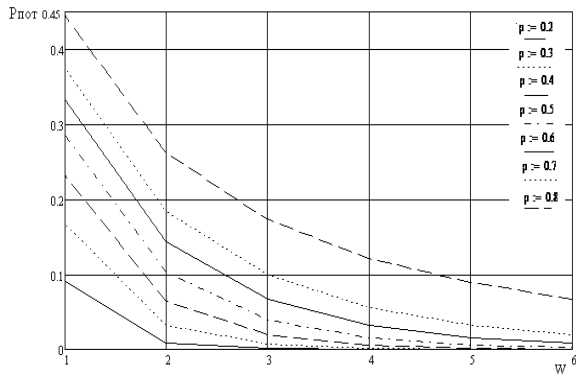


Рис. 1. Зависимость  $P_{пот} = f(W)$

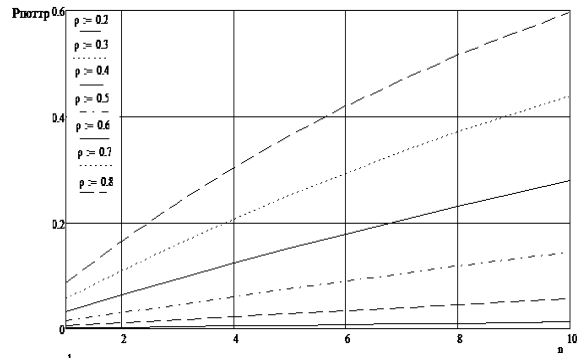


Рис. 2. Зависимость  $P_{поттр} = f(n)$

На практике часто возникает задача по заданному требованию к вероятности потери сообщения в тракте и известном числе промежуточных пунктов определить интенсивность обслуживания и емкость БЗУ. Для решения такой задачи можно воспользоваться семейством графиков, изображенных на рис. 3 и 4.

На рис. 3 изображены зависимости вероятности потери сообщения в тракте от числа промежуточных пунктов при различных значениях вероятности потери на одном промежуточном пункте, построенные по (2). На рис. 4 приведены зависимости вероятности потери сообщения на одном промежуточном пункте от емкости БЗУ при различных коэффициентах загрузки, построенные по (1). Пользуясь приведенными графическими зависимостями в процессе анализа в соответствии с рис. 3 по заданному значению  $P_{поттр}$  и  $n$  можно определить вероятность потери на одном участке  $P_{пот1}$ . Затем по графикам рис. 4 задаваясь величиной  $\rho$  можно предъявить требование к емкости БЗУ.

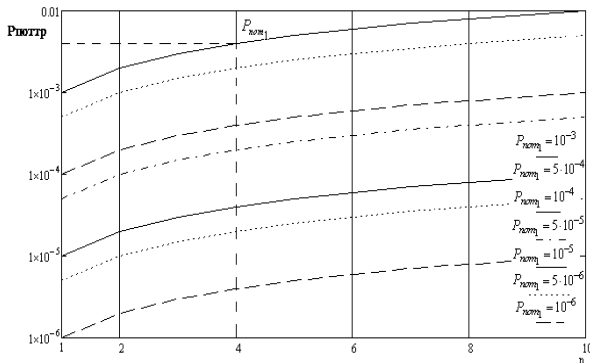


Рис. 3. Зависимость  $P_{поттр} = f(n)$

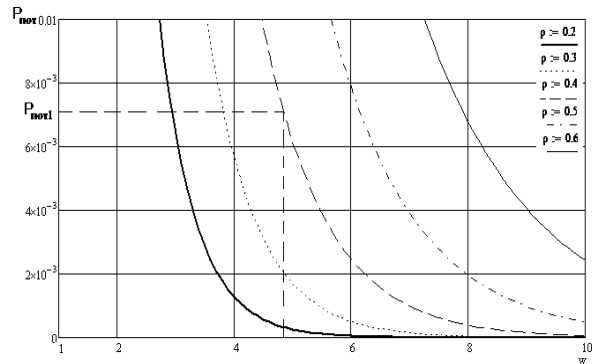


Рис. 4. Зависимость  $P_{пот} = f(W)$

Время задержки пакета на узле определяется по формуле

$$T_{зад} = \frac{N_{ср}}{\lambda},$$

где  $N_{ср}$  – среднее число пакетов в БЗУ. Его значение вычисляется по выражению

$$N_{ср} = \sum_{i=1}^W i \cdot P_i,$$

где  $P_i$  – вероятность нахождения  $i$  пакетов на узле.

Поскольку

$$P_i = (1 - \rho) \cdot \rho^i,$$

получим

$$N_{ср} = -(W + 1) \cdot \rho + \rho \cdot \frac{1 - \rho^W}{1 - \rho}.$$

Все входящие в эти выражения параметры уже известны и поэтому может быть определено и время задержки пакета на узле. При управлении буферными ресурсами может быть предъявлено требование ко времени задержки на узле. Тогда задача управления решается в обратном порядке.

### Выводы

Управление буферными ресурсами оказывает влияние на качество обслуживания потоков в компьютерной сети. Предложена простая методика определения потребной емкости буферного запоминающего устройства при заданных требованиях по вероятности потери и времени задержки сообщения. Показана необходимость компромиссного учета указанных важных показателей при выборе емкости буферного запоминающего устройства.

## Список литературы

1. Мизин И.А. Сети с коммутацией пакетов / И.А. Мизин, В.А. Богатырев, А.П. Кулешов. – М.: Радио и связь, 1986. – 407 с.
2. Шварц М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ: в 2-х ч.: пер. с англ. / М. Шварц. – М.: Наука, 1992. – Ч. 1. – 336 с.
3. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. / Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.: ил.
4. Качество обслуживания в сетях IP: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 368 с.: ил.

5. Назаров А.Н. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров АТМ сетей / А.Н. Назаров. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 256 с.: ил.

6. Протоколы и методы управления в сетях передачи данных: пер. с англ. под ред. Ф.Ф. Куо. – М.: Радио и связь, 1985. – 480 с.

Поступила в редколлегию 5.02.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.В. Рубан, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## УПРАВЛІННЯ БУФЕРНИМИ РЕСУРСАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Ю.І. Лосєв, К.М. Руккас, С.С. Плохов, Мохамед Саламе Абрахім Арабіат

*Запропоновано проста методика визначення потрібної ємності буферного пристрою, що запам'ятовує при заданих вимогах по ймовірності втрати і часу затримки повідомлення. Отримано вирази для визначення значень середнього часу очікування та середньої довжини черги на окремому вузлі комутації. Показано необхідність компромісного обліку зазначених важливих показників при виборі ємності буферного пристрою, що запам'ятовує.*

**Ключові слова:** комп'ютерна мережа, буферна пам'ять, управління мережею, математична модель.

## PERFORMANCE INDICATORS SYSTEM CONTROL OF COMPUTER NETWORK

U.I. Losev, K.M. Rukkas, S.S. Plokhov, Mohammad Salameh Ibrahim Arabiat

*A simple method of determining the required capacity of the buffer memory for the given requirements for the probability of loss and delay messages. Expressions are obtained for determining the values of the average waiting time and the average queue length for a single switching node. The necessity of a compromise taking into account these important factors when choosing a buffer devices.*

**Keywords:** computer network, buffer memory, network control, mathematical model.