

В. В. Бураковский
г. Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины

**СИММЕТРИЧНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ЛОКАЛЬНАЯ СЕТЬ С БЕСКОНЕЧНЫМИ
БУФЕРАМИ И ВЕНТИЛЬНЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ**

Рассмотрим симметричную кольцевую маркерную ЛВС, объединяющую N абонентских станций, каждая из которых имеет бесконечный буфер. Будем исследовать случай ветвильной дисциплины обслуживания на АС, когда после получения маркера станция передает все данные, накопившиеся у нее за время цикла T . На каждую АС поступает пуассоновский поток

сообщений с одинаковой интенсивностью λ . Причем данные поступают пачками так, что данные одного поступления с вероятностью r_i упаковываются в i - пакетов, $i \in \mathbb{N}$. За один цикл длительности T (интервал времени между последовательными поступлениями маркера на одну АС) на каждую АС поступит случайное число сообщений, которые упаковываются в ξ_i пакетов. При этом случайные величины $\{\xi_i, 1 \leq i \leq N\}$ независимы в совокупности.

Обозначим через δ время передачи сообщения между соседними АС, а – время приема сообщения на АС – адресате, V_i – число пакетов, имеющих на некоторой АС в момент поступления i -го СМ, ξ_i – число пакетов, поступивших на эту АС в течение i -го цикла. Тогда имеет место рекуррентная формула

$$V_{i+1} = \xi_i, \quad V_i, \xi_i \in \mathbb{N}. \quad (1)$$

Основными характеристиками, определяющими эффективность функционирования рассматриваемой КЛВС, являются следующие:

- 1) среднее время задержки пакета на АС τ ;
- 2) коэффициент загрузки АС ρ ;
- 3) коэффициент загрузки моноканала K ;
- 4) пропускная способность КЛВС Π ;
- 5) условие существования стационарного режима.

Теорема. Характеристики 1-5 рассматриваемой КЛВС определяются по формулам:

$$\tau = \frac{N\delta}{1 - \Lambda\Delta}; \quad (2)$$

$$\rho = 1 - e^{-\Lambda\delta(1-\Lambda\Delta)^{-1}}; \quad (3)$$

$$K = \Lambda\Delta; \quad (4)$$

$$\Pi = \Delta^{-1}; \quad (5)$$

$$\Lambda < \Delta^{-1}, \quad (6)$$

где $\Lambda = \lambda NL$, $L = \sum_{j=1}^{\infty} jr_j$.

Доказательство. По формуле полной вероятности, учитывая (1), получим

$$P(V_{i+1} = u) = P(\xi_i = u), \quad u \in \mathbb{N} \cup \{0\}. \quad (7)$$

В стационарном режиме $P(V_i = u)$ не зависят от i . Обозначим для стационарного режима $p_u = P(V_i = u)$. Тогда получим для p_u систему уравнений

$$p_u = q_u, \quad u \in \mathbb{N} \cup \{0\}. \quad (8)$$

Здесь через q_u обозначена безусловная вероятность поступления u пакетов на АС за один цикл, которая вычисляется по формуле

$$q_u = \int q'_u(T) dF(T),$$

где $F(T)$ – функция распределения длительности цикла, а интегрирование производится по всему интервалу возможных значений T , $q'_u(T)$ – условная вероятность поступления u пакетов за один цикл, если он продолжался время T . В нашем случае $T = T_0 + n\Delta$, где n – число сообщений, переданных за один цикл, $T_0 = N\delta$. Таким образом, $F(T)$ является дискретным распределением. Обозначая через F_n – вероятность того, что за один цикл передано n сообщений, получим

$$q_u = \sum_{n=0}^N q'_u(T_0 + n\Delta) F_n.$$

Обозначим производящую функцию числа пакетов, необходимых для передачи данных, поступивших в одной пачке

$$r(z) = \sum_{i=1}^{\infty} r_i z^i.$$

Тогда производящая функция числа пакетов, необходимых для передачи данных, поступивших за время T на одну АС, имеет вид

$$q(z) = e^{\lambda T(r(z)-1)}.$$

Поскольку все АС одинаковые, то производящая функция числа пакетов в КЛВС за один цикл равна

$$p(z) = q^N(z) = e^{\lambda NT(r(z)-1)}. \quad (9)$$

Отсюда следует, что среднее число пакетов, передаваемых за цикл длительности T

$$\bar{n} = \left. \frac{dp(z)}{dz} \right|_{z=1} = \lambda NLT = \Lambda T. \quad (10)$$

Поскольку средняя длительность цикла равна $T_0 + \bar{n}\Delta$, получаем следующее уравнение для определения явного вида $\bar{n}$

$$\lambda N(T_0 + \bar{n}\Delta)L = \bar{n}.$$

Откуда

$$\bar{n} = \frac{\Lambda N\delta}{1 - \Lambda\Delta}, \quad (11)$$

где $\Lambda = \lambda NL$, $T_0 = N\delta$, $L = \sum_{j=1}^{\infty} jr_j$.

Таким образом, условие существования стационарного режима в КЛВС ($\bar{n} < \infty$) имеет вид (6).

Среднее значение длительности цикла

$$\bar{T} = T_0 + \bar{n}\Delta = \frac{\Lambda N\delta}{1 - \Lambda\Delta}. \quad (12)$$

Поскольку в рассматриваемом варианте дисциплины обслуживания передаются все данные, имеющиеся на АС к моменту прихода СМ, то среднее число переданных за цикл пакетов соответствует среднему числу имеющихся пакетов данных в КЛВС. Так как все АС имеют одинаковые характеристики, то среднее число пакетов данных на одной АС

$$\bar{n}_{AC} = \frac{1}{N} \bar{n} = \frac{\Lambda\delta}{1 - \Lambda\Delta}. \quad (13)$$

Рассматривая каждую АС как СМО типа $M|G|1$, по формуле Литтла получаем, что среднее время пребывания пакета в КЛВС, то есть среднее время задержки, определяется соотношением

$$\tau = \frac{N\delta}{1 - \Lambda\Delta}, \quad (14)$$

следовательно, в рассматриваемом случае совпадает со средней длительностью цикла.

Коэффициент загрузки АС $\rho = 1 - p_0$. Поскольку $p_0 = e^{-\Lambda\delta(1-\Lambda\Delta)^{-1}}$, то ρ вычисляется по формуле (3).

Коэффициент загрузки моноканала передачи полезной информации вычисляется как отношение среднего времени, которое передается информация с АС, к средней длительности цикла

$$K = \frac{\bar{n}\Delta}{T_0 + \bar{n}\Delta} = \Lambda\Delta.$$

Пропускная способность КЛВС

$$\Pi = \lambda_{\max} NL = \Delta^{-1}.$$

Теорема доказана.

Очевидно, что в рассматриваемом случае среднее время задержки сообщений монотонно увеличивается с ростом λ . Поэтому условная пропускная способность КЛВС Π_* при условии, что $\tau \leq T_*$ находится из уравнения

$$T_* = \frac{T_0}{1 - \Delta\lambda_*LN} = \frac{N\delta}{1 - \Delta\Pi_*}. \quad (15)$$

Откуда

$$\Pi_* = \lambda_*LN = \frac{T_* - N\delta}{\Delta T_*}. \quad (16)$$

Расчеты, проведенные на ПЭВМ, дают возможность построить графики зависимостей коэффициентов загрузки АС, коэффициентов загрузки моноканала, средних времен задержки сообщений на АС от суммарной интенсивности Λ поступления пакетов в КЛВС для обеих дисциплин обслуживания.

Список использованных источников

- 1 ANSI/IEEE 802.5 Standard – 1985. Token-passing ring access method and physical layer specification // IEEE Press. – 1985. – 89 p.
- 2 Бураковский, В. В. Кольцевая локальная сеть с протоколом маркерного доступа / В. В. Бураковский, Г. А. Медведев // Техника средств связи. Сер. Системы связи. – 1990. – Вып. 7. – С. 9–16.
- 3 Бураковский, В. В. Кольцевая локальная сеть с протоколом маркерного доступа, буферами конечной емкости и вентильной дисциплиной обслуживания / В. В. Бураковский. – Гомель, 1997. – 9 с. Деп. в БелИСА 12.06.1997 г., № Д199716.
- 4 Бураковский, В. В. Исследование кольцевых маркерных локальных вычислительных сетей при помощи циклических марковских процессов / В. В. Бураковский. – Гомель : ГГУ, 1997. – 15 с. (Препринт № 31).