

УДК 621.34

О.О. Болюбаш

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ОБМЕЖЕНЬ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ПІДМЕРЕЖІ, ЩО УПРАВЛЯЄ МЕРЕЖЕЮ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Проведений аналіз основних обмежень, які вводяться при вирішенні задачі створення підмережі, що управляє мережею передачі даних.

мережа передачі даних; управляюча підмережа, вузол мережі

Вступ

Постановка проблеми. Модернізація озброєння і військової техніки пов'язана з удосконаленням і глобалізацією автоматизованих систем управління (АСУ) військами, зокрема мереж передачі даних (МПД), що зумовило необхідність створення управляючих підмереж (УП). В ході рішення задачі створення УП МПД одним із важливіших аспектів є аналіз аналітичних виражень обмежень, котрі при цьому вводяться.

Вочевидь необхідність проведення детального аналізу основних обмежень, які вводяться при вирішенні цієї задачі, а також визначення аналітичних виражень, за допомогою яких обґрунтовують необхідність урахування цих обмежень.

Аналіз літератури показав, що у проведених дослідженнях в області формалізації задачі створення УП МПД не дають повного представлення про обмеження, що вводяться, а також про аналітичні вираження, необхідні для отримання значень розглянутих характеристик.

Так, з проведених раніше досліджень не вочевидь фізичний зміст таких величин як ймовірність перевантаження лінії зв'язку, ймовірність перевантаження вузла мережі тощо [1 – 6]. Це дозволяє зробити висновок про актуальність проведення аналізу основних обмежень, що водяться при вирішенні задачі створення УП МПД.

Мета статті: провести аналіз основних обмежень, що вводяться при вирішенні задачі створення УП МПД та запропонувати аналітичні вирази, необхідні для визначення чисельних значень обмежень.

Результати досліджень

При формалізації задачі створення УП МПД були сформульовані і записані такі обмеження: ймовірність перевантаження лінії зв'язку, ймовірність перевантаження вузла, пікове значення інтенсивності потоків інформації, ймовірність відмови обраного для УП обладнання, ймовірність помилки в пакеті даних. Але з точки зору надійності УП МПД найбільш важливими є ймовірність перевантаження лінії зв'язку та ймовірність перевантаження вузла.

1. Ймовірність перевантаження лінії зв'язку, тобто ймовірність того, що середнє значення інтенсивності потоків інформації в одиницю часу h_{ij}^{cp} між вузлами i і j , $i, j \in X_k^{yc}$, перевищить пропускну спроможність лінії зв'язку I_{ij}^{yc} не більш заданої [5]:

$$P(h_{ij}^{cp} > I_{ij}^{yc}) \leq P_{плс}^{задан}; \quad (1)$$

де $h_{ij}^{cp} = \sum_{t=0}^{T_{набл}} h_{ij}(t) / t$; $h_{ij}(t)$ – значення інтенсивності потоків інформації між вузлами i і j кожного моменту часу; $T_{набл}$ – інтервал часу спостереження.

Процес передачі пакетів даних безпосередньо в лінію зв'язку, котра складається з M каналів зв'язку (КЗ), представлений на рис. 1.

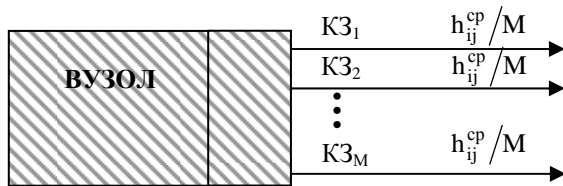


Рис. 1. Процес передачі пакета даних по лінії зв'язку, яка складається з M каналів зв'язку

Вочевидь, що для розрахунку ймовірності перевантаження лінії зв'язку найбільш підходять аналітичні вираження теорії масового обслуговування для системи зі багатьма приборами обслуговування та обмеженою довжиною черги [2, 4]. Тоді кількість пакетів, яка знаходиться в даний момент часу в мережі дорівнює [6]

$$q = h_{ij}^{cp} / I_p, \quad (2)$$

де I_p – розмір пакету даних.

Коефіцієнт використання окремого КЗ дорівнює

$$k_{но} = (I_{ij}^{yc} / M) / h_{ij}^{cp}. \quad (3)$$

При цьому будемо вважати, що інтенсивність потоків інформації розподілені по закону Пуассона; пакети даних поступають в канали зв'язку по принципу «першим прийшов – першим пішов»; всі КЗ мають однакову пропускну спроможність, яка дорівнює одному пакету даних за одиницю часу. При наближенні $k_{но}$ до 1 завантаженість буферу (розміри черги) та перебування у ньому швидко зростають.

Ймовірність наявності в мережі N пакетів даних в даний момент часу дорівнює [3, 6]

$$P(q = N) = \frac{(M \cdot k_{но})^N}{N!} \cdot P_0, \text{ якщо } N < M, \quad (4)$$

та
$$P(q = N) = \frac{(M \cdot k_{но})^N}{M! M^{N-M}} \cdot P_0, \text{ якщо } N \geq M, \quad (5)$$

де
$$P_0 = \left[\sum_{N=0}^{M-1} \frac{(M \cdot k_{но})^N}{N!} + \frac{(M \cdot k_{но})^M}{(1 - k_{но}) M!} \right]^{-1}. \quad (6)$$

Тоді ймовірність того, що усі КЗ лінії зв'язку зайняті, тобто ймовірність перевантаження лінії зв'язку дорівнює

$$P(q \geq M) = \sum_{N=M}^{\infty} P(q = N), \quad (7)$$

або
$$P(h_{ij}^{cp} > I_{ij}^{yc}) = \sum_{N=M}^{\infty} P(h_{ij}^{cp} = N \cdot I_p). \quad (8)$$

Залежність ймовірності перевантаження лінії зв'язку від коефіцієнту використання окремого КЗ представлена на рис. 2.

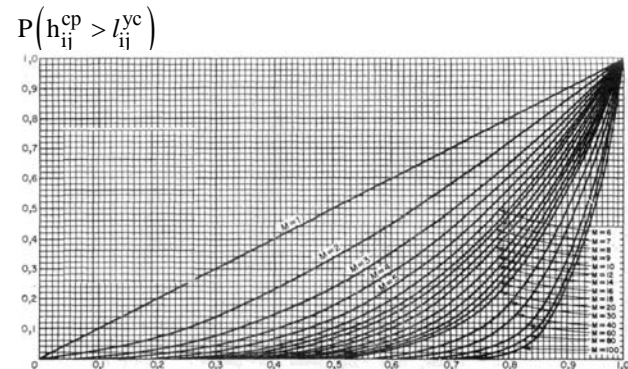


Рис. 2. Залежність ймовірності перевантаження лінії зв'язку від коефіцієнту використання окремого КЗ

$$P(q \geq N) = \frac{1 - \sum_{N=0}^{M-1} \frac{(M \cdot k_{но})^N}{N!}}{\sum_{N=0}^M \frac{(M \cdot k_{но})^N}{N!}} \bigg/ \left(1 - k_{но} \cdot \frac{\sum_{N=0}^{M-1} \frac{(M \cdot k_{но})^N}{N!}}{\sum_{N=0}^M \frac{(M \cdot k_{но})^N}{N!}} \right) \quad (9)$$

або

$$P(h_{ij}^{cp} > l_{ij}^{yc}) = \frac{\left(1 - \frac{\sum_{N=0}^{M-1} \frac{(M \cdot l_p \cdot k_{ю})^N}{l_p \cdot N!}}{\sum_{N=0}^M \frac{(M \cdot l_p \cdot k_{ю})^N}{l_p \cdot N!}} \right)}{\left(1 - k_{ю} \cdot \frac{\sum_{N=0}^{M-1} \frac{(M \cdot l_p \cdot k_{ю})^N}{l_p \cdot N!}}{\sum_{N=0}^M \frac{(M \cdot l_p \cdot k_{ю})^N}{l_p \cdot N!}} \right)} \cdot (10)$$

2. Ймовірність перевантаження вузла, тобто ймовірність того, що середнє значення інтенсивності потоків інформації у одиницю часу меж вузлами і та j, h_{ij}^{cp} , $i, j \in x_k^{yc}$, буде перевищувати x_k^{yc} – пропускну спроможність вузла не повинна бути більш заданої [5]

$$P(h_{ij}^{cp} > d_i) \leq P_{пу}^{задан}, \quad (11)$$

де d_i – пропускну спроможність вузлів і, $i \in x_k^{yc}$.

Процес передачі пакетів даних з M каналів зв'язку до вузлу, представлений на рис. 3.

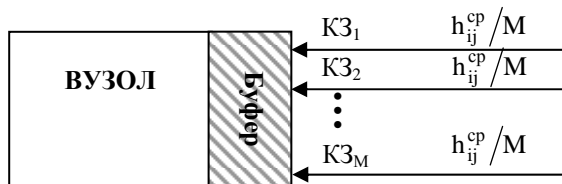


Рис. 3. Процес передачі пакета даних по лінії зв'язку, яка складається з M каналів зв'язку

Для розрахунку ймовірності перевантаження вузла будемо користуватись аналітичними вираженнями теорії масового обслуговування для системи з одним прибором обслуговування та обмеженою довжиною черги. Тоді ймовірність перевантаження вузла дорівнює [6]:

$$P(q \geq M) = \sum_{q=N}^{\infty} (1 - k_{ю}^B) (k_{ю}^B)^q, \quad (12)$$

де $k_{ю}^B = d_i / h_{ij}^{cp}$ – коефіцієнт використання окремого вузла МПД. Залежність ймовірності перевантаження вузла від коефіцієнту використання окремого вузлу представлена на рис. 4.

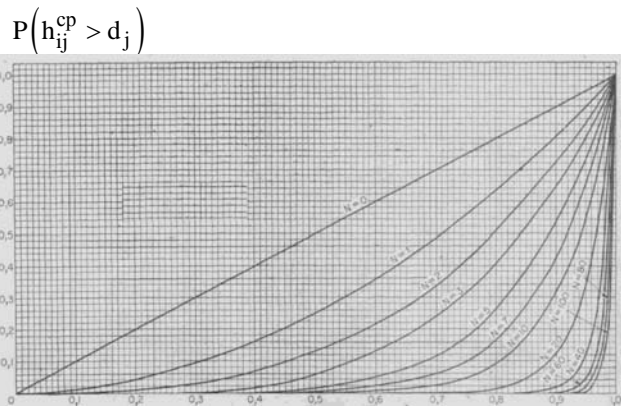


Рис. 4. Залежність ймовірності перевантаження вузла від коефіцієнту використання окремого вузлу

Висновок

Проведений аналіз основних обмежень, що вводяться при вирішенні задачі створення УП МПД дозволив запропонувати аналітичні вираження необхідні для визначення чисельних значень обмежень, що досліджуються. За допомогою отриманих значень розглянутих обмежень можливо здійснити раціональний вибір обладнання при створенні УП для МПД АСУ військами.

Список літератури

1. Блэк Ю. Сети ЭВМ. Протоколы, стандарты, интерфейсы. – М.: Мир, 1990. – 320 с.
2. Девис Д., Барбер Д. Вычислительные сети и сетевые протоколы. – М.: Мир, 1992. – 562 с.
3. Black U. Emerging Communications Technologies. – Prentice Hall Professional, 1997. – 768 p.
4. Кульгин М.Б. Коммутация и маршрутизация IP/РХ трафика. – М.: Компьютер-пресс, 1998. – 324 с.
5. Кучук Г.А., Болюбаи А.А. Метод создания управляющей подсети сети передачи данных // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2007. – Вип. 2 (60). – С. 47-51.
6. Мартин Дж. Системный анализ передачи данных. Том 2 / Под ред. В.С. Лапина. – М.: Мир, 1975. – 431 с.

Надійшла до редколегії 6.12.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Краснобаев, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, Харків.