

УДК 681.324:007:681.3.068

**О.М. ХОШАБА, В.Д. ФЕРЕНЕЦЬ**

*Вінницький національний технічний університет, Україна*

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ**

В статті проведено дослідження оцінки ефективності роботи комп'ютерних мереж на основі функціонування мультиагентної системи. Вирішена поставлена задача дослідження у знайдені необхідного критерію ефективності роботи комп'ютерних мереж під час роботи мультиагентної системи. Наведені приклади оцінок ефективності роботи.

**комп'ютерні мережі, мультиагентні системи, оцінка ефективності**

### **Постановка задачі**

Для оцінки ефективності роботи комп'ютерної мережі (КМ) на основі мультиагентної системи (МАС) необхідно розробити постановку задачі, до якої можуть належати такі підзадачі:

1. Сформулювати критерії ефективності роботи КМ [1 – 3]. Найчастіше до таких критеріїв відносять пропускну спроможність каналу зв'язку та час реакції КМ. Для цих критеріїв необхідно обрати конкретні показники оцінки, наприклад: час реакції МАС на запит агента, коефіцієнт готовності системи, пропускну спроможність каналів зв'язку КМ, показники надійності та відмовостійкості МАС.

2. Визначити припустимі значення критеріїв роботи КМ, які безпосередньо або опосередковано впливають на ефективність функціонування МАС. Ці параметри повинні бути варіаційними, тобто спроможні змінюватись в деяких межах. Так, якщо розмір пакета якого-небудь протоколу в конкретній операційній системі встановлюється автоматично і не може бути змінений шляхом налагодження, то цей параметр у даному випадку не є варіаційним. Однак в іншій операційній системі КМ заданий параметр може змінюватись, а значить і бути варіаційним. Іншим прикладом може служити пропускну спроможність каналів зв'язку внутрішньої шини маршрутизатора, що може розглядатися як параметр ефективності роботи тільки в тому випадку, якщо існує можливість заміни маршрутизаторів у КМ. Всі

варіаційні параметри можуть бути згруповані різним чином. Наприклад: по властивості протоколів (максимальний розмір кадру протоколу Ethernet або розмір вікна непідтверджених пакетів протоколу TCP); параметри технічних пристроїв (розмір адресної таблиці або швидкість фільтрації моста, пропускну спроможність внутрішньої шини маршрутизатора).

3. Визначити поріг чутливості для значень критерію ефективності функціонування МАС у КМ. Так, ефективність функціонування МАС у КМ можна оцінювати логічними значеннями “Задовольняє”/ “Не задовольняє”. Тоді вивчення параметрів показників роботи КМ зводиться до діагностики помилок і приведенню системи в задовільний стан роботи. Іншим протилежним випадком є тонке налагодження мережі, при якій параметри функціонування МАС (наприклад, розмір кадру або величина вікна непідтверджених пакетів що обробляються) можуть змінюватись з метою підвищення ефективності (середнього значення часу реакції МАС на запит агента) хоча б на декілька відсотків.

Після аналізу варіаційних параметрів ефективності роботи МАС може бути проведена оптимізація функціонування КМ яка має такі задачі:

1. Приведення КМ в працеспроможний стан. Як правило, ця задача може вирішуватися першою, і включатиме:

- пошук пошкоджених елементів КМ: кабелів, адаптерів, пристроїв;
- перевірку сумісності обладнання і програм-

ного забезпечення;

– вибір коректних значень основних параметрів функціонування програм і пристроїв, що забезпечують проходження інформації між МАС та агентами КМ: адрес КМ і вузлів, стеків протоколів, типів кадрів Ethernet, тощо.

2. Грубе налагодження критеріїв ефективності роботи КМ – вибір параметрів, що різко впливають на характеристики, наприклад надійність функціонування МАС (або будь-якої прикладної програми). Якщо КМ працеспроможна, але обмін даними відбувається повільно (час очікування відповіді від МАС до агентів складає десятки секунд чи хвилини) або маються випадки розривів зв'язку, то працеспроможність такої КМ відносять до умовної. Тому на цьому етапі необхідно знайти основні причини істотних затримок проходження пакетів від МАС до агентів у КМ. В деяких випадках причина уповільнення або нестійкої роботи МАС може знаходитись в невірно працюючому елементі або некоректно встановленому параметрі КМ. Через велику кількість можливих недоробок пошук помилки може тривати довгий час. Грубе налагодження показників роботи КМ схоже на приведення мережі в працеспроможний стан. В цьому випадку також задаються параметри граничного значення показника ефективності роботи МАС, де потрібно знайти такий варіант структури мережі, у якій значення функціонування системи було не гірше граничного. Наприклад, потрібно налагодити систему таким чином, щоб час реакції МАС на запит агента не перевищував 5 секунд.

3. Тонке налагодження параметрів критеріїв ефективності роботи КМ [4 – 6]. У випадках, коли МАС у КМ працює задовільно, то подальше підвищення її ефективності не завжди можна досягти зміною тільки одного параметра мережі. В багатьох випадках використання МАС може вимагати подальшого підвищення якості функціонування КМ в наслідок суттєвого навантаження програмного засобу на ресурси мережі.

### Визначення впливу критеріїв роботи комп'ютерних мереж на основі функціонування мультиагентної системи

Значна кількість показників роботи КМ що впливають на ефективність функціонування МАС може бути поділена на дві групи. Одна група характеризує ефективність роботи КМ, друга – надійність [2, 3, 6].

Ефективність функціонування КМ виміряється за допомогою показників двох типів: тимчасових, які оцінюють затримку, внесену КМ при виконанні процесу обміну даними між МАС та агентами і показників пропускнув спроможності каналів зв'язку, що аналізують кількість інформації, переданої КМ в одиницю часу. Ці два типи показників роботи КМ є взаємно зворотними. Знаючи один з них, можна обчислити інший.

*Основні властивості критерія ефективності роботи КМ що визначає час реакції мережі*

Критерій визначення часу реакції мережі дозволяє оцінити ефективність роботи КМ (рис. 1). У загальному випадку, час реакції мережі визначається як інтервал часу між відсиланням запиту та одержанням відповіді агентами МАС у довільному сегменті КМ. Зміст і значення цього критерію також залежить від структури КМ до якої звертається агент.

Розглянемо приклад 1 з визначення критерію ефективності що характеризує час реакції КМ [7, 8] (рис. 1).

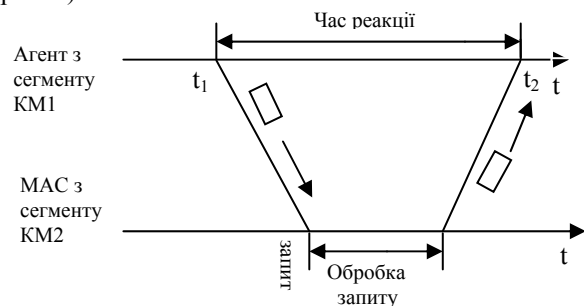


Рис. 1. Загальна схема визначення критерію часу реакції комп'ютерної мережі на прикладі роботи мультиагентної системи

Цей приклад підкреслює важливість роботи прикладного рівня КМ при функціонуванні МАС. Під час реакції КМ розуміється проміжок часу, що проходить з моменту звертання агента сегмента КМ 1 до інформаційних ресурсів МАС (сегмент КМ 2) для передачі запиту і отримання відповіді прикладної програми. З рис. 1 можна побачити, що цей час має декілька складових роботи критерію часу реакції мережі. Найбільш істотний внесок здійснюють такі складові критерію часу реакції КМ як (рис. 2): робота з інформаційними ресурсами КМ (перший рівень), взаємодія з інформаційними структурами та часом обробки запитів інтелектуальним агентом МАС (другий та третій рівні). Для подальшого аналізу можливо виділити ще більш дрібні етапи виконання запиту агента до МАС, наприклад, час обробки запиту кожним із протоколів стека TCP/IP на кожному сегменті КМ.

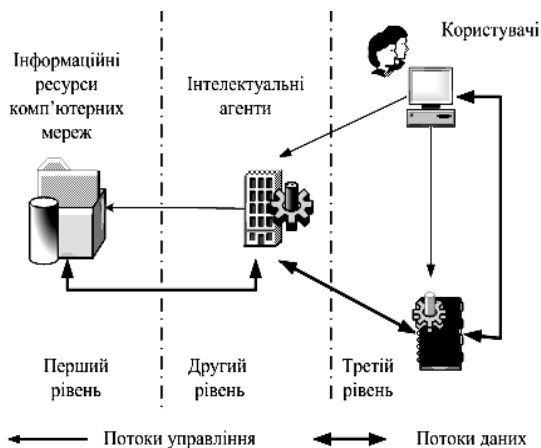


Рис. 2. Аналіз критерію ефективності роботи КМ, що визначає час реакції мережі

Для користувача такий спосіб дослідження часу реакції мережі є зрозумілим і найбільш природним критерієм ефективності функціонування КМ [7,8]. Однак, для більш точної оцінки ефективності функціонування КМ доцільно також вивчати такі складові операції, які відповідають етапам мережної та прикладної обробки даних. До прикладної обробки даних можна віднести роботу апаратних засобів серверу (жорсткого диску, процесору, оперативної пам'ятовуючого пристрою) що розглядається у розділі 3. До мережної обробки даних відноситься

аналіз ПД на різних рівнях стеку протоколів TCP/IP.

*Особливості дослідження критеріїв ефективності роботи КМ*

Визначення впливу критеріїв роботи КМ на ефективність функціонування МАС необхідно розглядати за результатами роботи, які отримані при різних, але фіксованих станах КМ до яких відносяться:

1. Цілоком ненавантажена КМ. Час реакції КМ вимірюється в умовах, коли до одної МАС звертається тільки один агент, тобто на сегменті КМ, що поєднує МАС із агентом немає жодної іншої активності зі сторони ПЗ інших ділянок мережі. При цій умові у МАС присутні тільки кадри сесії взаємодії програмних засобів. В інших сегментах КМ обмін даними можуть виконуватись, якщо ця частина КМ не представляє собою колізійний домен. Цей випадок забезпечує неможливість надходження сторонніх кадрів в сегмент КМ, у якому проводяться виміри. Так як ненавантажений сегмент у практичній діяльності досить рідке явище, то визначення показника ефективності функціонування КМ в цьому випадку має обмежене застосування. Для роботи в реальних умовах, коли буде мати місце конкуренція агентів за поділювані ресурси сегмента де знаходиться МАС, ефективність елементів КМ буде знижена.

2. Навантажена КМ. Це більш важливий випадок перевірки критеріїв ефективності роботи КМ. Однак при вимірі критерію ефективності КМ в умовах, коли в мережі працюють інші вузли і програмні засоби призводять до певних труднощів. Головним чином це полягає в існуванні занадто великої кількості варіантів необхідного навантаження що підлягають дослідженню. Тому важливим моментом при визначенні значень критеріїв функціонування КМ в цього випадку є проведення вимірів при деяких типових умовах роботи мережі.

Приклад 2. Особливості функціонування критерію ефективності роботи КМ що пов'язаний з часом реакції гетерогенної мережі.

На ефективність функціонування МАС може впливати параметри роботи КМ транспортного рівня. Це відбувається в наслідок особливості застосування декількох сегментів міжнародної КМ (рис. 2) що мають різні технічні характеристики передачі даних, показники навантаження сегментів, тощо [7, 8].

На рис. 3 зображено, що функціонування МАС охоплює всі структури КМ: локальну, корпоративну та глобальну. Транспортні функції МАС виконує стек протоколів TCP/IP. В даному випадку, особливістю роботи МАС полягає у використанні апаратних засобів КМ: концентраторів, комутаторів, маршрутизаторів. Тому, на визначення значення критерію часу реакції мережі, можуть значно впливати апаратні засоби та канали зв'язку.

Таким чином, встановлення найкращого значення критерію, що визначає час реакції мережі має певні труднощі які пов'язані з великої кількості апаратних засобів та сегментів що мають різні технічні характеристики якості передачі даних.

При оцінці ефективності роботи КМ можуть використовуватись показники двох типів: середньозважені та граничні. Середньозважений показник роботи КМ являє собою суму значень критерію ефективності часу реакції КМ всіх або деяких сегментів при взаємодії з усіма або деякими серверами по визначеному параметру функціонування МАС:

$$Sr_{_kr} = \frac{(\sum_i \sum_j T_{ij})}{n \cdot m}, \quad (1)$$

де  $T_{ij}$  – час реакції  $i$ -го агента при звертанні до  $j$ -го серверу;  $n$  – кількість агентів;  $m$  – кількість серверів КМ.

Підвищення ефективності функціонування МАС за співвідношенням (1) полягає в знаходженні максимальних значень критерію ефективності роботи КМ. Виміри, що проводились у МАС з керування ПД (рис. 3) визначали мінімальні, середні та макси-

мальні значення середньозваженого показника ефективності роботи КМ. При цьому, можна встановлювати граничне значення показника роботи КМ що показує найгірший (максимальний) час реакції КМ за всіма можливими сполученнями агентів, серверів і програмних засобів:

$$G_{_rk} = \max_{ijk} T_{ijk}, \quad (2)$$

де  $T_{ij}$  – час реакції  $i$ -го агента при звертанні до  $j$ -го програмного засобу;  $k$  – тип серверу (МАС).

Існували випадки, коли значний час реакції КМ для агентів при усередненні значень для сегментів КМ давали цілком прийнятні показники для всієї мережі [2,3]. Тому, більш ефективними були диференційовані за категоріями агентів і ситуаціями роботи КМ показники. Наприклад, встановлювався окремий час для деякої групи агентів реакції КМ які знаходились у локальній, корпоративній або глобальній мережі (рис. 2).

Таким чином, підвищення ефективності функціонування МАС у КМ може виконуватися з метою мінімізації або максимізації деякої заданої величини обраного критерію ефективності, в даному випадку часу реакції мережі. Виходячи з наведених співвідношень (1, 2), перевагу можна віддати граничним значенням критерію ефективності, тому що

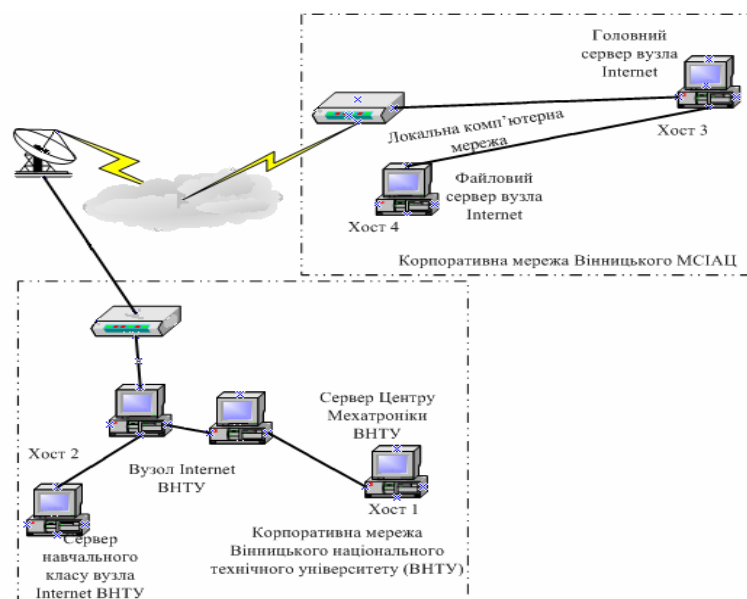


Рис. 3. Використання критерію ефективності роботи КМ у гетерогенній мережі „Університет-МСІАЦ”

з'являється можливість більш точно визначати оптимальний (з точки зору витрат апаратно-програмних ресурсів КМ та сервера) параметр часу реакції КМ відносно потреб агентів та МАС.

### **Критерій ефективності роботи КМ, що пов'язаний з пропускнуою спроможністю каналів зв'язку мережі**

Пропускна спроможність каналів зв'язку КМ може істотно впливати на функціонування МАС [4]. Існує деяка кількість варіантів вимірів цього критерію ефективності. Ці варіанти можуть відрізнитися один від іншого: обраною одиницею виміру кількості переданої інформації, характером об'єму даних, що враховується (тільки користувальницькі або користувальницькі разом зі службовими), кількістю точок виміру переданого об'єму даних у сегментах КМ, способом усереднення результатів вимірів у КМ. Розглянемо різні варіанти визначення критерію ефективності що пов'язаний з пропускнуою спроможністю каналів зв'язку КМ при функціонуванні МАС більш докладно.

1) Критерій пропускнуої спроможності каналів зв'язку КМ, що відрізняється одиницею виміру переданої інформації між МАС та агентами. В якості одиниці виміру переданої інформації використовують кадри або біти. Відповідно тому, пропускна спроможність каналів зв'язку КМ вимірюється за кадрах в секунду або у бітах за секунду.

В зв'язку з тим, що КМ працюють за принципом комутації кадрів, то вимір кількості переданої інформації в кадрах досить поширене. Однак, кадр має змінний розмір у різних протоколів. Це характерно для всіх протоколів за винятком АТМ, що має фіксований розмір кадру в 53 байта. Тому вимір пропускнуої спроможності каналів зв'язку КМ в кадрах за секунду пов'язано з двома параметрами: найменуванням протоколу та розміром кадру. Найчастіше у практиці використовують протокол Ethernet що має мінімальний розмір кадру у 64 байта (без преамбули). Кадри мінімальної довжини обрані в якості еталонних через те, що вони створюють для комунікаційного обладнання найбільш важкий режим ро-

боти: обчислювальні операції, що виконуються з кожним кадром практично не залежать від його розміру. Тому, більша кількість обчислювальних операцій буде виконана при малих розмірах кадру. Завдяки цим особливостям вважається, що вимір пропускнуої спроможності каналів зв'язку КМ в бітах за секунду дає більш точну оцінку швидкості переданої інформації, ніж при використанні кадрів.

2) Критерій пропускнуої спроможності каналів зв'язку КМ, що відрізняється обліком службової інформації. У будь-якому протоколі передачі інформації стеку TCP/IP існує: заголовок, що переносить службову інформацію та поле даних, у якому передаються дані. Наприклад, у кадрі протоколу Ethernet мінімального розміру 46 байт з 64 являють собою поле даних, а інші 18 – є службовою інформацією. Якщо пропускна спроможність каналів зв'язку КМ вимірюється без розподілу інформації на користувальницьку і службову, то в цьому випадку не можна ставити задачу вибору протоколу або стеку протоколів для даної КМ. Це пояснюється тим, що при заміні одного протоколу іншим може бути отримана більш висока оцінка ефективності функціонування МАС в наслідок збільшення пропускнуої спроможності каналів зв'язку КМ.

3) Критерій пропускнуої спроможності каналів зв'язку КМ, що відрізняється кількістю і розташуванням точок виміру. Пропускна спроможність каналів зв'язку КМ можна вимірювати між будь-якими двома вузлами або точками мережі. Наприклад, між агентом що встановлений на комп'ютері 1 і МАС на сервері 3 з приклада, наведеного на рис. 3. При цьому одержані значення пропускнуої спроможності каналів зв'язку КМ будуть змінюватися при тих самих умовах роботи мережі в залежності від того, між якими двома точками відбуваються виміри. Завдяки тому, що в мережі може одночасно працювати велика кількість агентів і МАС, то повну характеристику пропускнуої спроможності КМ дає набір пропускнух здібностей, які вимірюються для різних сполучень взаємодіючих програмних засобів. Це отримало назву матриці ПД вузлів КМ [74]. Іс-

нують спеціальні засоби виміру, що фіксують матрицю ПД для кожного вузла КМ.

Знання загальної пропускної спроможності каналів зв'язку КМ між МАС та агентами не може надати повної інформації про можливі шляхи підвищення її ефективності. Це відбувається тому, що з загальної цифри не можливо зрозуміти, який із проміжних етапів обробки інформації найбільшою мірою гальмує роботу КМ. Тому, дані про пропускну спроможність окремих елементів КМ можуть бути корисні для прийняття рішення про способи підвищення її ефективності.

У розглянутому прикладі 2 кадри на шляху від агента що знаходиться у навчальному центрі до МАС що розміщений у МСІАЦ проходять через деякі проміжні елементи КМ. Кожний з цих елементів має визначену пропускну спроможність. Тому загальна пропускну спроможність КМ між агентом навчального центру і МАС МСІАЦ буде дорівнює мінімальній з пропускну спроможностей складових маршруту. Затримка передачі одного кадру (один з варіантів визначення часу реакції КМ) буде дорівнювати сумі затримок, внесених кожним елементом. Для підвищення ефективності функціонування МАС та збільшення пропускної спроможності складеного шляху необхідно в першу чергу звернути увагу на найбільш повільні елементи глобальної КМ. У даному випадку таким елементом буде маршрутизатор центру InterСЕС.

В деяких випадках також важливо визначити загальну пропускну спроможність каналів зв'язку КМ як середню кількість інформації, переданої між МАС та агентами за одиницю часу [3, 5, 7]. Загальна пропускну спроможність каналів зв'язку КМ може вимірюватись як в кадрах за секунду, так і в бітах за секунду. При розподілі КМ на сегменти або підмережі, загальна пропускну спроможність каналів зв'язку дорівнює сумі пропускну здібностей підмереж з додаванням пропускної спроможності міжсегментних або міжмережних каналів зв'язку.

### Оцінка ефективності функціонування мультиагентної системи у комп'ютерних мережах

В даному підрозділі в якості роботи транспортної підсистеми МАС розглядається критерій пропускної здатності каналів зв'язку. На функціонування МАС впливає велика кількість параметрів різних типів транспортної підсистеми КМ, а саме:

- комунікаційні протоколи, що використовуються у сегментах КМ та їхні параметри;
- частка і характер широкоповного ПД, що створюється різними протоколами відомих стеків;
- топологія КМ і комунікаційне обладнання, що використовується;
- характер та інтенсивність виникнення помилкових ситуацій;
- конфігурація програмного та апаратного забезпечення кінцевих вузлів КМ.

Задача підвищення ефективності функціонування транспортної підсистеми МАС у КМ може вирішуватись відносно незалежно для каналного рівня (Ethernet, TokenRing, FDDI, FastEthernet, ATM) з однієї сторони і поєднання мережного і транспортного протоколів (IPX/SPX, TCP/IP, NetBIOS) з іншої сторони.

Кожний протокол стеку TCP/IP має певні особливості функціонування, області застосування і параметри роботи у КМ. Це дає можливість за рахунок вибору і оцінки протоколу впливати на ефективність функціонування МАС у КМ. Оцінка протоколу може включати аналіз таких параметрів як:

- максимально припустимий розмір кадру КМ,
- величини тайм-аутів (у тому числі час життя пакета),
- для протоколів, що працюють із встановленням з'єднань – розмір вікна непідтверджених пакетів.

В якості критерію ефективності роботи КМ приймаємо коефіцієнт використання сегменту (utilization), тобто співвідношення реальної пропускної спроможності до ефективної:

$$K_V = P_R/P_E; \quad (3)$$

де  $P_R$  – реальна пропускна спроможність КМ;  $P_E$  – ефективна пропускна спроможність КМ.

Ефективна пропускна спроможність протоколів стеку TCP/IP – це середня швидкість передачі користувальницьких даних що містяться у відповідному полі кожного кадру. У загальному випадку ефективна пропускна спроможність протоколів стеку TCP/IP буде нижче номінальної через наявність у пакеті службової інформації, а також паузи між передачею окремих пакетів КМ. Ефективна пропускна спроможність протоколів стеку TCP/IP – є сталою величиною для визначеної кількості байт що передається між ПЗ.

Співвідношення (3) показує що при збільшенні реальної пропускної спроможності КМ ( $P_R$ ) коефіцієнт використання сегменту КМ ( $K_V$ ) буде наближатись до 1. Але збільшення реальної пропускної спроможності КМ можливо в наслідок зниження навантаження сегмента КМ. Тому, з співвідношення (3) можна визначати навантаження на сегмент КМ:

$$N_{KM} = 1 - K_V, \quad (4)$$

де  $N_{KM}$  – навантаження на сегмент КМ;  $K_V$  – коефіцієнт використання сегменту КМ.

З цього слідує, що при збільшенні коефіцієнт використання сегменту КМ завантаженість на сегмент КМ знижується. Тому, справедлива схема:

$$P_R \uparrow K_V \rightarrow N_{KM} \downarrow \rightarrow P_R \uparrow.$$

Також, при налагодженні КМ необхідно розрізняти номінальну пропускну спроможність протоколу. Під номінальною пропускною спроможністю протоколів стеку TCP/IP розуміється бітова швидкість передачі інформації, що підтримується на інтервалі передачі одного пакета.

Розглянемо докладніше різницю між номінальною та ефективною пропускними спроможностями протоколів стеку TCP/IP на прикладі протоколу Ethernet. На рис. 4 наведена часова діаграма передачі кадрів Ethernet мінімальної довжини у випадку початку сеансу з'єднання за допомогою протоколу TCP між MAC та агентами. Якщо номінальна пропускна спроможність протоколу Ethernet складає 10 Мб/с, то це означає, що біти, які поєднанні всередині кадрів передаються з інтервалом у 0,1 мкс. Кадр складається з 8 байт преамбули, 14 байт службової

інформації, яка вмістить заголовок та 48 байт IP пакетів що містять користувальницькі дані та 4 байт контрольної суми: всього 72 байта або 592 біта. При номінальній пропускній спроможності 10 Мб/с час передачі одного кадру мінімальної довжини складає 59,2 мкс (рис. 4).

Кадр Ethernet мінімальної довжини

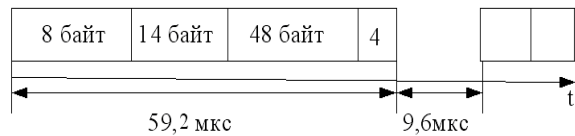


Рис. 4. Часова діаграма передачі кадрів Ethernet між MAC та агентами

По стандарту між кадрами повинна витримуватись технологічна пауза у 9,6 мкс. Тому період повторення кадрів складає  $59,2 + 9,6 = 68,8$  мкс. Тоді, ефективна пропускна спроможність протоколу Ethernet при використанні кадрів мінімальної довжини складає  $48 * 8 / 68,8 = 5,58$  Мб/с.

На рис. 5 зображені значення ефективної пропускної спроможності протоколу Ethernet під час обміну даними від мінімального (48 байт) до максимального (1500 байт) розміру IP пакетів що передаються між MAC та агентами у центрі електронних комунікацій InterCEC.

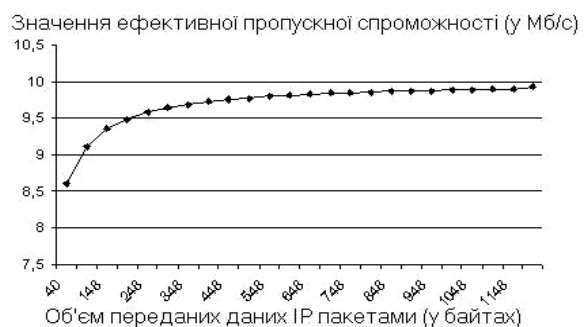


Рис. 5. Значення ефективної пропускної спроможності протоколу Ethernet під час передачі даних між MAC та агентами

Реальна пропускна спроможність протоколів стеку TCP/IP по користувальницьким даним у КМ може бути тільки менше наведеного вище значення 8,60 Мб/с (для пакетів розміру 48 байт). Відношення реальної пропускної спроможності сегменту, каналу

або пристрою до його ефективної пропускної спроможності називається коефіцієнтом використання (utilization) сегменту, каналу або мережного пристрою відповідно. Ефективна пропускна спроможність протоколу Ethernet істотно відрізняється від номінальної (рис.5).

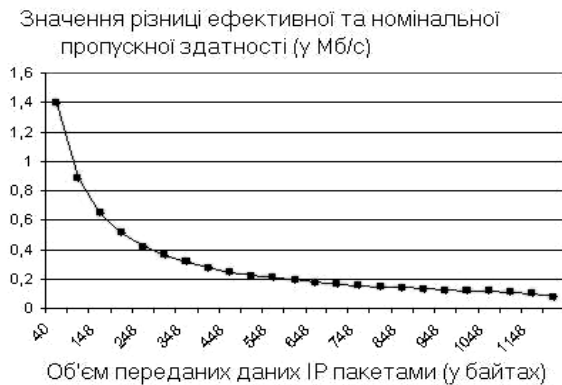


Рис. 6. Значення різниці ефективної та номінальної пропускної спроможності передачі даних між MAC та агентами

На рис. 6 показано, що для більш ефективної передачі даних між MAC та агентами необхідно використовувати більш великі IP пакети. Тому необхідно орієнтація саме на ефективну пропускну спроможність при виборі типу протоколу для підвищення ефективності функціонування MAC у KM. Наприклад, для протоколу Ethernet ефективна пропускна спроможність складає приблизно 70% від номінальної, а для протоколу FDDI – близько 90% .

На рис. 7 показано статистику моніторингу підсистеми аналізу MAC з оцінки ефективності роботи KM центру ІнтерЦЕК Вінницького національного технічного університету на протязі тижня. Так, у понеділок 27 лютого 2006 року визначено робота MAC та прикладних програмних засобів у розрізі протоколів стеку TCP/IP.

В останньому стовпчику рис. 6 визначена оцінка ефективності

роботи KM що не перевищує 0,1 одиниці. Тому, ефективність роботи KM на основі роботи MAC можна визначити як задовільну.

У більшості випадках протоколи канального рівня локальних KM підтримують таку фіксовану номінальну пропускну спроможність: Ethernet – 10 Мб/с, TokenRing – 16 Мб/с (4 Мб/с може підтримуватися для сумісності зі старим обладнанням), FDDI, FastEthernet і 100VG-AnyLAN – 100 Мб/с. Тільки протокол ATM може працювати з різними номінальними бітовими швидкостями – 25, 155 і 622 Мб/с, хоча перехід від однієї швидкості до іншої вимагає заміни мережних адаптерів, інтерфейсів комутаторів або маршрутизаторів.

Таким чином, для підвищення ефективності роботи MAC у KM потрібно варіювати значеннями номінальних пропускних спроможностей протоколів стеку TCP/IP. Це, в свою чергу, призведе до змін одного протоколу на іншій при якому будуть найменші значення передачі даних від MAC до агентів.

## Висновки

Стаття присвячена дослідженню оцінки ефективності роботи KM на основі функціонування MAC; впливу роботи KM на ефективність функціонування

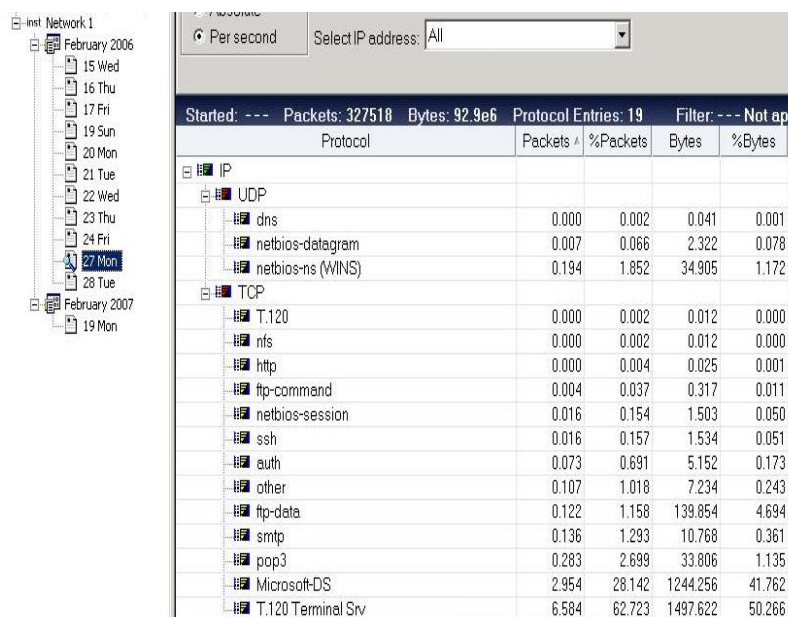


Рис. 7. Статистика моніторингу підсистеми аналізу MAC з оцінки ефективності роботи комп'ютерної мережі



МАС.

У результаті досліджень поданого матеріалу отримано такі основні результати:

1. Поставлена задача дослідження роботи КМ що пов'язана з функціонуванням МАС яка полягає у:

а) необхідності обрати критерії що об'єднують певні показники роботи КМ;

б) визначені основних характеристик роботи КМ що суттєво впливають на функціонування МАС.

2. Визначено, що важливими аспектами роботи сучасних МАС є підвищення ефективності роботи КМ. Це відбувається в наслідок функціонування МАС транспортної підсистеми МАС на основі КМ.

3. Виконано аналіз двох критеріїв ефективності роботи КМ. Визначено недоцільним використання часу реакції КМ як критерію роботи КМ на основі функціонування МАС в наслідок:

а) більш складного та неточного розрахунку складових оцінки ефективності;

б) значного впливу на оцінку ефективності роботи КМ апаратних та програмних засобів.

4. Обрано коефіцієнт використання сегмента КМ як критерій ефективності роботи КМ що пов'язаний з пропускною спроможністю каналів зв'язку мережі в наслідок простого обчислення та зручного визначення складових оцінки ефективності.

5. На основі обраного критерію ефективності роботи КМ що пов'язана з пропускною спроможністю каналів зв'язку мережі визначена задовільна оцінка роботи МАС у центрі ІнтерЦЕК Вінницького національного технічного університету.

### Література

1. Хошаба О.М. Побудова мультиагентної системи з керування потоками даних у комп'ютерних мережах // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2006. – №1 (24). – С. 276-281. – Херсон.

2. Хошаба О.М. Підвищення надійності функціонування сервіс-орієнтованих систем у комп'ютерних мережах за допомогою мультиагентного підходу // Радіоелектронні і комп'ютерні

системи. – 2006. – № 5. – С. 36-40.

3. Хошаба О.М. Аналіз продуктивності функціонування мультиагентних систем у комп'ютерних мережах // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця, 2006. – №3 (7). – С.122-126.

4. Хошаба О.М., Марченков О.С., Коновалюк Ю.М. Методи підвищення ефективності функціонування комп'ютерних мереж за допомогою системи управління потоками даних // VIII міжнародна конференція з контролю та управління в складних системах (КУСС-2005). – Вінниця, 2005. – С.103.

5. Хошаба О.М., Марченков О.С., Коновалюк Ю.М. Використання логіко-часового методу для управління потоками даних у комп'ютерних мережах // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця, 2005. – № 3. – С.247-252.

6. Хошаба О.М., Лисак Н.В., Ференець В.Д. Оцінка стійкості функціонування агентів мультиагентної системи у комп'ютерних мережах // 5 міжнародна конференція ІОН-2006: Мат. допов. – Вінниця, 2006. – С. 383-388.

7. Хошаба О.М. Визначення основних характеристик завантаженості агента мультиагентної системи у комп'ютерній мережі // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця, 2005. – № 1. – С.42-48.

8. Хошаба О.М., Войцех О.А. Побудова системи управління розподілом ресурсів на основі мультиагентного підходу // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон, 2005. – №1 (21). – С.334-339.

*Надійшла до редакції 26.02.2007*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. І.А. Жуков, Національний авіаційний університет, Київ.