

Українська державна академія залізничного транспорту

Польщиков Костянтин Олександрович

УДК 681.5:629.39.5

**МЕТОДИ ДИНАМІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ЦИФРОВІЙ МЕРЕЖІ ІНТЕГРАЛЬНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ
БАГАТОАГЕНТНИХ СИСТЕМ**

05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків-2003

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському військовому університеті Міністерства оборони України.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Лосєв Юрій Іванович,
Харківський військовий університет,
професор кафедри ХВУ.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Краснобаєв Віктор Анатолійович,
Харківський державний технічний університет сільського
господарства, професор кафедри автоматизації та комп'ютерних
технологій

кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник
Кучеренко Юрій Федорович,
Науковий центр бойового застосування Військово-Повітряних Сил
ЗС України, начальник науково-дослідного відділу (проблем
автоматизації управління авіації).

Провідна установа: Одеська Національна академія зв'язку
ім. О.С. Попова Державного комітету зв'язку та інформатизації
України, кафедра "Мережі зв'язку".

Захист відбудеться "21" 05 2003 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої
ради Д 64.820.01 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м.
Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного
транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий "21" 04 2003 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Книгавко М. В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Для забезпечення підтримання роботи цифрової мережі інтегрального обслуговування (ЦМІО) на потрібному рівні застосовується автоматизована система управління мережею, одним із основних компонентів якої є система динамічного управління. Під динамічним управлінням розуміється виконання задач маршрутизації, управління інформаційним потоком та доступом до мережі. Внаслідок постійного зростання кількості інформації, що передається, її різноманітності за змістом та фізичною природою, розширення та ускладнення сучасних інформаційних мереж методи вирішення задач динамічного управління, що використовуються на практиці, не дозволяють в потрібній мірі уникнути основних недоліків, що виникають в процесі інформаційного обміну: втрати цінної інформації, істотних затримок при її передачі тощо.

Аналіз наукових робіт показує, що питанням розробки нового підходу, який би забезпечив високу ефективність всієї системи динамічного управління, приділяється мало уваги. Таким чином, актуальність теми дисертаційної роботи обумовлена необхідністю розробки принципів побудови системи динамічного управління та методів, що здійснюються нею, які б забезпечували ефективне функціонування ЦМІО.

Одним із перспективних науково-технічних напрямків, що дозволяє ефективно вирішувати задачі управління складними розподіленими системами, є інтелектуальна багатоагентна система (БАС). Можливості БАС та її властивості відповідають специфіці задач, що вирішує система динамічного управління в мережі. Цим обґрунтована зроблена в роботі спроба застосування багатоагентного підходу при розробці методів динамічного управління в ЦМІО.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Робота зв'язана з плановими науково-дослідними роботами “Кодограма-2” і “Нить”, що виконувались в Харківському військовому університеті в 2000 - 2002 роках.

Мета і задачі досліджень. Дослідження проводились з метою підвищення ефективності інформаційного обміну в цифровій мережі інтегрального обслуговування шляхом здійснення в ній динамічного управління на основі застосування інтелектуальних багатоагентних систем.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі вирішені наступні основні задачі:

1. Розробка принципів побудови багатоагентної системи динамічного управління цифрової мережі інтегрального обслуговування і методики оцінки її ефективності;
2. Розробка методів управління потоками інформації в мережі, що реалізуються інтелектуальною багатоагентною системою;

3. Розробка методів обслуговування інформаційних потоків, що дозволяють з використанням багатоагентних систем ефективно здійснювати спільну обробку і передачу різноманітного трафіка і боротьбу з виникаючими в мережі перевантаженнями;

4. Створення демонстраційного прототипу багатоагентної системи, що дозволяє показати можливості побудови та практичного використання багатоагентної системи динамічного управління в цифровій мережі інтегрального обслуговування.

Об'єктом досліджень є процес динамічного управління в ЦМІО.

Предметом досліджень є методи динамічного управління в ЦМІО на основі застосування інтелектуальних багатоагентних систем.

Методи дослідження, що використовуються при вирішенні поставлених задач: метод ймовірно-часових графів та утворюючих функцій, метод багатокритеріальної оптимізації, теорія масового обслуговування, теорія ймовірностей, теорія інформації, математичне моделювання на ЕОМ процесу інформаційного обміну в мережі.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

1. Вперше отримані математичні моделі багатоагентних систем із саморегулюванням та з координуючим агентом. Визначені ймовірно-часові характеристики різних варіантів координування, за допомогою чого вироблені пропозиції щодо використання того чи іншого варіанта координування БАС при побудові системи динамічного управління ЦМІО.

2. Розроблена методика оцінки ефективності функціонування БАС центру комутації. На відміну від використаних раніш показників ефективності інформаційного обміну результат застосування динамічного управління пропонується оцінювати за допомогою показника, що враховує час доставки, цінність інформації та ймовірність втрати повідомлень.

3. Розроблені нові методи управління потоками інформації в мережі: метод вибору напрямку передачі інформації, метод маршрутизації із застосуванням апарату багатокритеріальної оптимізації та метод управління потоком шляхом раціонального вибору параметрів протоколу. Метод вибору напрямку передачі інформації здійснюється із урахуванням можливості виконання вимог щодо якості обслуговування повідомлень та невизначеності, яка є в мережі. На відміну від використаних раніш методів вибір маршрутів пропонується здійснювати з урахуванням декількох показників із застосуванням апарату багатокритеріальної оптимізації. За допомогою метода управління потоком інформації шляхом раціонального вибору параметрів протоколу вперше вирішена задача динамічної зміни значень величини вікна та тривалості тайм-ауту, що встановлюються в залежності від ситуації у мережі.

4. Розроблений метод спільного обслуговування різнорідних інформаційних потоків, новизна якого є у тому, що з урахуванням виду інформації, що передається, та її належності до тієї чи іншої пріоритетної групи робиться вибір потрібної дисципліни обслуговування

повідомлень. Визначені критерії виникнення перевантаження для різних дисциплін обслуговування інформації. Для боротьби з перевантаженнями запропоновано новий метод встановлення черги передачі заявок даних та мовлення з урахуванням цінності інформації, що передається.

Практична значимість результатів досліджень полягає у тому, що розроблені методи і алгоритми можуть бути використані для вирішення задач динамічного управління в існуючих інформаційних мережах, а також покладені в основу створення багатоагентної системи динамічного управління цифрової мережі інтегрального обслуговування.

Крім того, матеріали дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі Харківського військового університету.

Особистий внесок здобувача. Основні результати, які отримані в роботі, належать особисто здобувачу і опубліковані в фаховій літературі [1-6].

У роботах, виконаних у співавторстві, особисто здобувачу належать наступні наукові результати:

1. В роботах [1, 6] проведено дослідження можливості використання багатоагентних систем з урахуванням їх властивостей для динамічного управління в ЦМІО.
2. Пропозиції щодо визначення залежності часових показників ефективності реалізованого в мережі протоколу від значень його параметрів вироблені в роботі [2].
3. В роботі [3] вироблені пропозиції щодо особливостей формування на приймальному боці черги повідомлень з різними пріоритетами.
4. Розробку алгоритму адаптивної маршрутизації, що реалізує метод багатокритеріальної оптимізації та вибору маршруту в умовах невизначеності, виконано в роботі [4].
5. В роботі [5] розроблена структура інтелектуального агента.

Апробацію результатів дисертації проведено у виступах на військово-науковій конференції “Проблеми військового будівництва та удосконалення форм і способів бойового застосування, управління та підготовки ВПС” (Харків, НЦ ВПС, 2001) та на 1-ому міжнародному радіоелектронному форумі МРФ-2002 (Харків, ХНУРЕ, 2002).

Публікації. Основні результати роботи опубліковано у 5 статтях [1-5], 2 звітах про НДР, тезах доповіді на міжнародному форумі [6].

Структура та обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатку. Повний обсяг дисертації становить 202 сторінки, у тому числі: 150 сторінок основного тексту, 65 рисунків, 6 таблиць та список використаних джерел з 72 найменувань на 6 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, задачі досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зв'язок з науковими програмами і планами.

У першому розділі проведено аналіз особливостей, які притаманні процесу інформаційного обміну в ЦМІО. Інформаційна мережа розглядається як сукупність різних видів ресурсів, ефективний розподіл яких є метою функціонування системи динамічного управління ЦМІО. В процесі здійснення динамічного управління в мережі виникає необхідність у виборі потрібного алгоритму управління, невизначеність стану елементів мережі ускладнює процес прийняття рішення про розподіл ресурсів, часто виникає необхідність у їх оптимізації за декількома критеріями. При цьому загальну складну задачу динамічного управління треба розбивати на окремі підзадачі. Тому алгоритм рішення задачі розподілу ресурсів мережі заздалегідь не відомий. Його пошук можливо здійснити шляхом застосування інтелектуальних систем. Таким чином, сформульовані вимоги до системи динамічного управління ЦМІО: розподіленість у просторі, використання методів штучного інтелекту, а також самостійне прийняття системою рішення по управлінню ресурсами мережі.

Зроблено висновок, що вказаним вимогам задовільняє інтелектуальна багатоагентна система. Агентом можна назвати програмну сутність, здатну діяти в інтересах досягнення мети, яку поставлено користувачем.

На основі аналізу побудови корпоративної ЦМІО запропоновано структуру БАС динамічного управління ЦМІО, яка є сукупністю зв'язаних за ієрархічним принципом БАС центрів комутації. Основою системи динамічного управління центру комутації (ЦК) є взаємозв'язані інтелектуальні агенти. З використанням загальних відомостей про побудову інтелектуальних систем, а також особливостей функціонування агента, розроблено його структуру (рис. 1). До складу агента увійшли: база знань (БЗ), база даних (БД), блок прийняття рішення (БПР), блок самонавчання, блок сприймання зовнішнього середовища, виконавчий пристрій, модуль взаємодії.

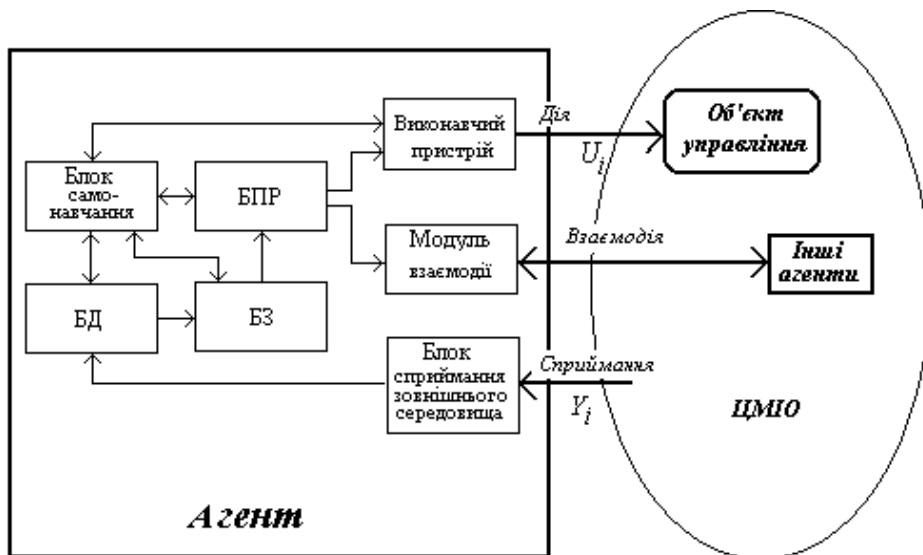


Рис. 1. Структурна схема інтелектуального агента.

В процесі функціонування агенти активно взаємодіють між собою. Для підвищення ефективності БАС необхідно координувати дії агентів. З використанням аналітичного апарату ймовірно-часових графів (ЙЧГ) розроблені математичні моделі двох варіантів координування: системи з координуючим агентом та БАС, що саморегулюється. Аналіз отриманих ймовірно-часових характеристик (ЙЧХ) надав можливість виробити рекомендації щодо координування агентів у БАС ЦК. На основі цих рекомендацій, а також аналізу задач, які необхідно виконувати системою динамічного управління ЦК, розроблено структуру БАС ЦК, елементами якої стали:

- 1) агент, що управляє ЦК;
- 2) агент по вибору напрямління передачі;
- 3) агент, що управляє маршрутизацією;
- 4) агент, що управляє спільним обслуговуванням різнорідних потоків інформації;
- 5) агент, що управляє боротьбою з перевантаженнями;
- 6) агент, що управляє вибором параметрів протоколу;
- 7) агент, що контролює стан мережі.

Розроблено алгоритм функціонування БАС ЦК.

Запропоновано методика оцінки ефективності функціонування МАС динамічного управління ЦМЮ. Результат застосування динамічного управління пропонується оцінювати за допомогою показника, що враховує час доставки, цінність інформації та ймовірність втрати повідомлень:

$$\Theta = \sum_{i=1}^k \frac{T_{ni}}{T_{cp_i}} \Delta W_i (1 - P_{nom_i}),$$

де Θ – ефективність динамічного управління; T_{cp_i} – середній час доставки доставки i -го повідомлення; ΔW_i – важливість цього повідомлення; P_{nom_i} – ймовірність втрати повідомлення при передачі та обробці; T_{ni} – тривалість повідомлення; k – кількість повідомлень.

Отримано вираз для визначення важливості повідомлення:

$$\Delta W_i = \left(\frac{\lambda_{ex.i}}{\lambda_{ex}} \right)^{\frac{1}{\log \frac{q_{li}}{q_{0i}}}},$$

де $\lambda_{ex.i}$ – інтенсивність передачі i -го повідомлення; λ_{ex} – сумарна інтенсивність повідомлень; q_{0i} и q_{li} – відповідно ймовірність виконання поставленого завдання за відсутністю та наявністю i -го потоку повідомлень.

Підкреслено, що результати функціонування БАС та дій кожного агента повинні бути спрямовані на максимізацію показника Θ .

У другому розділі розроблено методику вибору напрямку передачі інформаційних повідомлень. Її особливість є у тому, що вибір здійснюється з урахуванням інтенсивності обслуговування заявок у кожному із напрямків. Крім того, ця методика дозволяє здійснювати вибір напрямку передачі в умовах невизначеності в залежності від якості отриманої інформації про можливість виконання вимог абонентів. Показник вибору напрямку передачі визначається із виразу

$$\Delta K_j = \left(\frac{\mu_j}{\mu_{ex}} \right)^{\Delta J_j},$$

де μ_j – інтенсивність обслуговування заявок у напрямку j ; μ_{ex} – інтенсивність обслуговування усіх заявок; ΔJ_j – відносна середня якість отриманої інформації про можливість виконання вимог абонентів, значення якої можна знайти по формулі

$$\Delta J_j = 1 - \frac{H_j(x/y)}{H_j(x)},$$

де $H(x)$ – невизначеність можливості виконання вимог; $H(x/y)$ – невизначеність після отримання відповідної інформації.

Обирається напрямок із максимальним значенням ΔK_j . З використанням розроблених моделей процесу вибору напрямку передачі, що здійснюється різними методами, проведено оцінку ефективності методу, що пропонується. В результаті досліджень доведено доцільність застосування вказаного методу. Розроблено алгоритм роботи БАС по вибору напрямку передачі.

При виборі маршрутів передачі інформаційних потоків в ЦМІО запропоновано використовувати формалізм багатокритеріальної оптимізації. Вибір маршрутів робиться за узагальненим показником, що враховує відхилення декількох показників від найкращих значень:

$$P\partial_i = \sum_{j=1}^3 w_j F_{ji},$$

де $F_{1i} = \frac{\Delta T_{cp_i}}{T_{cp_{доп}} - T_{cp_{мин}}}$, $F_{2i} = \frac{\Delta P\partial_i}{1 - P\partial_{доп}}$, $F_{3i} = \frac{\Delta P_{ош_i}}{P_{ош_{доп}} - P_{ош_{мин}}}$ – відносні показники вибору

маршрута; w_1 , w_2 и w_3 – вагові коефіцієнти показників, які визначаються мірою впливу показників на правильність вибору маршрута.

В умовах невизначеності за відсутністю повної інформації про значення показників вибору маршрута пропонується використовувати інформацію про розподіл їх ймовірностей. При визначенні вагових коефіцієнтів враховується важливість показника та міра впевненості у тому, що його значення знаходиться у припустимих межах. Розроблено алгоритм роботи агента, що управляє маршрутизацією. Особливість функціонування цього агента є у виборі методу маршрутизації в залежності від отриманих вихідних даних.

Проаналізовано існуючі принципи управління інформаційним потоком на мережному рівні. Виявлені можливості зміни значень параметрів протоколів в процесі інформаційного обміну. З метою встановлення зв'язку вказаних параметрів з показниками ефективності функціонування мережі розроблена математична модель процесу управління потоком на мережному рівні. Отримана аналітична залежність середнього часу доставки повідомлень від параметрів протоколу (внаслідок великого обсягу детальний вид цього виразу не дається):

$$T_{cp} = f(T_a, T_{np}, T_n, P_{np}, P_{ош_{кв}}),$$

де T_{TA} – тривалість тайм-ауту; T_{np} – середній час з моменту передачі пакету до моменту отримання відповідної квитанції; T_n – тривалість пакету; P_{np} – ймовірність приймання квитанції до закінчення часу тайм-ауту; $P_{ош.кв}$ – ймовірність наявності помилки в квитанції.

Вказану залежність використано у методі управління потоком інформації шляхом раціонального вибору значень величини вікна w та тривалості тайм-ауту. В залежності від завантаженості елементів мережі та інших факторів, що характеризують її поточний стан, цей метод дозволяє встановлювати такі значення вказаних параметрів протоколу ($T_{TA,ycm}$ і w_{ycm}), при яких істотно підвищується ефективність Θ . Із графіків на рис. 2 видно, що вибір значень $T_{TA} \neq T_{TA,ycm}$ и $w \neq w_{ycm}$ веде до зниження ефективності Θ . Запропоновано алгоритм функціонування агента, що реалізує цей метод управління потоком інформації.

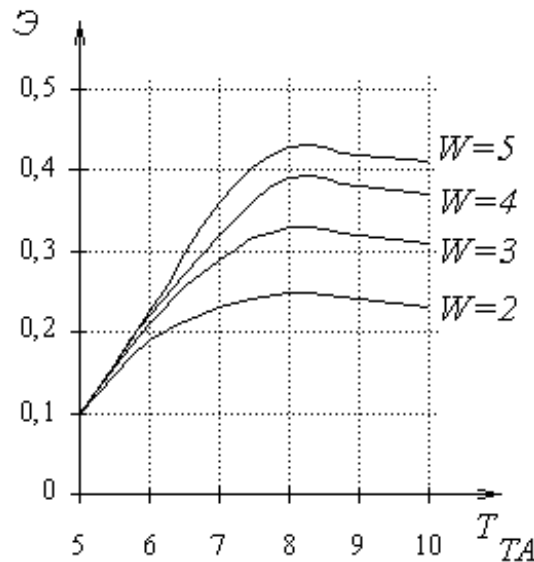


Рис. 2. Залежність Θ від значень T_{TA} при $w=2...5$
($T_{TA,ycm}=8$ і $w_{ycm}=5$).

У третьому розділі з метою забезпечення виконання вимог абонентів щодо доставки інформації розроблено алгоритм роботи агента, що управляє спільним обслуговуванням різнорідних потоків даних та мовлення.

Виконання цього алгоритму забезпечує реалізацію обслуговування з абсолютним пріоритетом пакетів мовлення, а також обслуговування заявок у порядку їх надходження. З урахуванням вимог до передачі різних видів інформації вироблені критерії виникнення перевантаження в мережі:

$$\frac{T_{cp.d}}{T_d} > 5 \quad \text{та} \quad \frac{T_{cp.p}}{T_d} > 12,5,$$

де $\frac{T_{cp.d}}{T_d}$ – середній відносний час затримки заявки даних; $\frac{T_{cp.p}}{T_d}$ – середній відносний час передачі заявки мовлення.

Встановлено, що при виявленні факту виникнення перевантаження треба враховувати в залежності від обраної дисципліни обслуговування значення таких параметрів як коефіцієнти завантаження заявками даних та мовлення, тривалість цих заявок, інтервал часу, через який заявка знову надходить після відмови в обслуговуванні, місткість буферного запам'ятовуючого пристрою (БЗП) та ймовірність перекручення символу.

Наприклад, на рис. 3 показано вплив величини перекручення символу $P_{ош}$ на виникнення перевантаження при реалізації дисципліни обслуговування заявок у порядку їх надходження. Видно, що збільшення $P_{ош}$ веде до перевантаження при меншому значенні коефіцієнту завантаження БЗП заявками даних ρ_d .

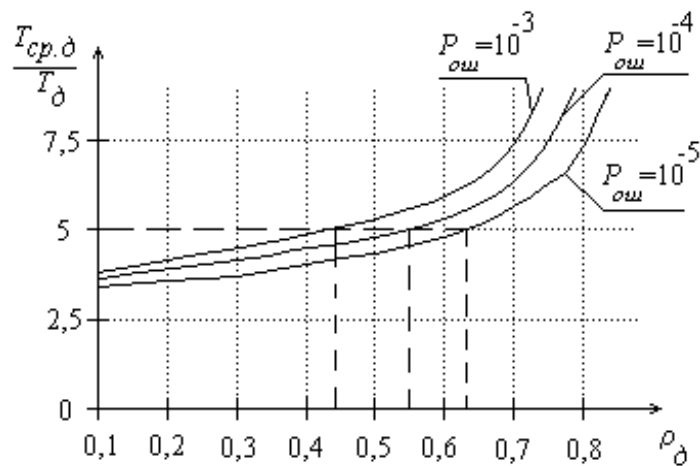


Рис. 3. Графіки залежності $\frac{T_{cp.d}}{T_d}(\rho_d)$ при $P_{ош} = 10^{-5} \dots 10^{-3}$.

Аналіз графіків на рис. 4 показує, що при здійсненні обслуговування з абсолютним пріоритетом пакетів мовлення зростання значень коефіцієнтів завантаження БЗП заявками даних та мовлення (ρ_d та ρ_p) веде до виникнення перевантаження.

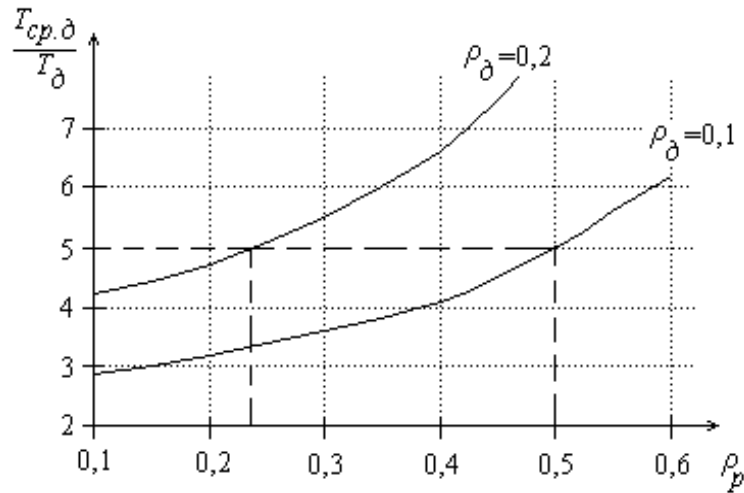


Рис. 4. Графіки залежності $\frac{T_{cp,\delta}}{T_\delta}(\rho_p)$ при $\rho_\delta = 0,1$ та $\rho_\delta = 0,2$.

Для боротьби із перевантаженнями запропоновано метод встановлення черги передачі заявок. Його застосування дозволяє в умовах перевантаження організувати обслуговування, при якому забезпечується мінімальна втрата цінної інформації, середню кількість якої можна визначити із виразу

$$\bar{I} = \sum_{i=1}^N \lambda_i I_i X_i + \sum_{i=1}^N \lambda_i I(t_{ож_i})(1 - X_i),$$

где I_i – кількість цінної інформації в i -му повідомленні; X_i – параметр постановки повідомлення на передачу ($X_i = 1$, якщо повідомлення не передається; $X_i = 0$, якщо повідомлення передається); $I(t_{ож_i})$ – кількість цінної інформації в i -му повідомленні в залежності від часу очікування його передачі.

Для реалізації вказаної методики розроблено алгоритм дій агента, що управляє боротьбою із перевантаженнями. Його функціонування спрямовано на усунення перевантаження шляхом відмови в обслуговуванні заявок із незначною кількістю цінної інформації, зміни маршруту передачі повідомлень, затримки передачі одних заявок та збільшення періоду передачі інших, а також шляхом переходу до режиму із виявленням помилки без повторення повідомлення із перекрученнями, який дозволяє ефективно використовувати надмірність, що вміщується в повідомленнях.

У четвертому розділі з метою показати можливість побудови на практиці БАС динамічного управління ЦМІО створено демонстраційний прототип окремого фрагменту цієї системи – БАС, що управляє раціональним вибором тривалості тайм-ауту. Розробка цього

прототипу проводилась в загальноприйнятій послідовності побудови інтелектуальних систем. Вказаний демонстраційний прототип є програмним продуктом, що написано на мові програмування Turbo Pascal 7.0. В основу бази знань побудованої інтелектуальної багатоагентної системи покладено продукційну модель. Це викликано найбільшим розповсюдженням цього методу подання знань завдяки простоті, а також зручності його реалізації засобами вказаної мови програмування.

Для забезпечення демонстрації функціонування прототипу створено програмну імітацію процесу інформаційного обміну в мережі. В її основу покладено принципи взаємодії компонентів мережі на етапі передачі інформаційних пакетів, що регламентується протоколом X.25. Розроблена програма має простий та зручний інтерфейс та дозволяє досліднику задавати вхідну навантаження в мережі, різні параметри передачі повідомлень, спостерігати динаміку процесу обміну інформацією та отримувати різні статистичні дані, що характеризують якість її доставки.

За допомогою створеної комп'ютерної програми проведено оцінку ефективності функціонування багатоагентної системи, що реалізує метод раціонального вибору тривалості тайм-ауту. Встановлено, що вигреш у ефективності, який отримується завдяки застосуванню в мережі багатоагентної системи складає одиниці та десятки відсотків в залежності від первісно встановленого значення тайм-ауту. Таким чином, результати проведених досліджень підтвердили доцільність використання БАС для рішення задач динамічного управління в ЦМЮ.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Проведено аналіз особливостей процесу інформаційного обміну і управління в крупних цифрових мережах з інтегральним обслуговуванням. Для вирішення задач динамічного управління в ЦМЮ запропоновано використовувати інтелектуальну БАС з ієрархічною структурою, в основі якої лежить сукупність БАС ЦК, що управляють розподілом ресурсів на окремих центрах комутації.

2. До складу БАС ЦК увійшли взаємодіючі агенти. Розроблено математичні моделі двох варіантів координування БАС: системи із координуючим агентом та системи, що саморегулюється. Вироблені пропозиції щодо їх використання. Отримані результати враховані при розробці структури БАС ЦК, а також алгоритму її функціонування.

3. Розроблено методику оцінки ефективності функціонування БАС динамічного управління ЦМЮ. Результат застосування динамічного управління пропонується оцінювати за допомогою показника, що враховує час доставки, цінність інформації та ймовірність втрати повідомлень.

4. Розроблено методику вибору напрямків передачі інформаційних повідомлень. Вибір здійснюється з урахуванням інтенсивностей обслуговування заявок, а також в умовах невизначеності. Шляхом створення математичних моделей процесу вибору напрямків передачі проведено оцінку ефективності запропонованої методики, сформульовані рекомендації щодо її застосування, а також розроблено алгоритм роботи БАС по її реалізації.

5. Проаналізовані основні принципи маршрутизації, що використовуються в інформаційних мережах. Акцентовано увагу на правильному виборі параметрів, по яким здійснюється вибір маршрутів. Запропоновано використовувати метод багатокритеріальної оптимізації для вирішення задач маршрутизації інформаційних потоків в ЦМЮ, у тому числі задачі вибору маршрутів в умовах невизначеності.

6. Розроблено алгоритм роботи агента, що управляє маршрутизацією. Виконання цього алгоритму дозволяє здійснювати вибір методу маршрутизації в залежності від отриманих вихідних даних.

7. Проведено аналіз існуючих принципів управління інформаційним потоком на мережному рівні. За допомогою розробленої математичної моделі процесу управління потоком отримано вираз, що визначає залежність середнього часу доставки повідомлень від параметрів реалізованого в мережі протоколу. Розроблено метод управління потоком інформації шляхом раціонального вибору тривалості тайм-ауту та величини вікна, а також алгоритм роботи агента, що управляє реалізацією цього методу.

8. Для забезпечення виконання вимог щодо доставки різних видів інформації розроблено алгоритм роботи агента, що управляє спільним обслуговуванням різнорідного потоку даних та мовлення. Виконання цього алгоритму забезпечує реалізацію дисциплін обслуговування з абсолютним пріоритетом пакетів мовлення та обслуговування заявок у порядку надходження. Для кожної дисципліни вироблені критерії виникнення перевантаження в мережі.

9. Для боротьби із перевантаженнями запропоновано метод встановлення черги передачі заявок. Його застосування дозволяє в умовах перевантаження організувати обслуговування, при якому забезпечується мінімальна втрата цінної інформації. Функціонування агента, що управляє боротьбою із перевантаженнями, спрямовано на їх усунення шляхом відмови в обслуговуванні заявок із незначною кількістю цінної інформації, зміни маршрутів передачі повідомлень, затримки передачі одних заявок та збільшення періоду передачі інших, а також шляхом переходу до режиму із виявленням помилки без повторної передачі повідомлення із переключеннями.

10. Можливість побудови на практиці БАС динамічного управління ЦМЮ показана шляхом створення демонстраційного прототипу багатоагентної системи, що управляє

раціональним вибором тривалості тайм-ауту. В основу бази знань побудованої інтелектуальної багатоагентної системи покладено продукційну модель. Розроблений програмний продукт також імітує процес інформаційного обміну в мережі.

11. Дослідження, які проведено з використанням вказаної програми, підтвердили життєздатність запропонованих в роботі підходів та дозволили оцінити ефективність функціонування БАС, що управляє вибором тривалості тайм-ауту. Установлено, що в результаті застосування БАС ефективність інформаційного обміну в мережі суттєво підвищується.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Лосев Ю. И., Руккас К. М., Польщиков К. А. Особенности использования многоагентных систем при динамическом управлении цифровыми сетями интегрального обслуживания // Вестник Харьк. гос. политехн. ун-та. 2000. Вып. 97: Систем. анализ, управление и информ. технологии. С. 226-229.

2. Невмержицкий И. М., Шаповалов С. В., Польщиков К.А. Методика оценки эффективности протокола транспортного уровня TCP/IP // Радиотехника. Вып. 121. – Харьков: ХНУРЭ, 2001. – С. 203-205.

3. Лосев Ю. И., Невмержицкий И. М., Польщиков К. А. Дисциплина обслуживания сообщений при наличии перегрузки каналов // Радиотехника. Вып. 124. – Харьков: ХНУРЭ, 2002. – С. 199-202.

4. Лосев Ю. И., Польщиков К. А., Дуравкин Е. В. Адаптивная маршрутизация в телекоммуникационных сетях // Радиотехника. Вып. 128. – Харьков: ХНУРЭ, 2002. – С. 74-79.

5. Лосев Ю. И., Руккас К. М., Польщиков К. А. Интеллектуальная многоагентная система управления телекоммуникационной сетью // Радиотехника. Вып. 128. – Харьков: ХНУРЭ, 2002. – С. 80-85.

6. Лосев Ю. И., Руккас К. М., Польщиков К.А. Анализ вариантов координирования многоагентной системы управления сетью обмена данными // Сборник научных трудов 1-го Международного радиоэлектронного форума “Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития” (МРФ-2002). – Часть 1. – Харьков: АН ПРЭ. – 2002. С. 409-412.

АНОТАЦІЯ

Польщикова К. О. Методи динамічного управління в цифровій мережі інтегрального обслуговування на основі застосування інтелектуальних багатоагентних систем. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі. Українська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2003.

Дисертація присвячена розробці методів динамічного управління в цифровій мережі інтегрального обслуговування, що дозволяють підвищити ефективність її функціонування. Для вирішення задач динамічного управління в мережі запропоновано застосування інтелектуальної багатоагентної системи з ієрархічною структурою. Вироблені пропозиції щодо координування інтелектуальних агентів, з урахуванням яких розроблено структуру та алгоритм функціонування багатоагентної системи центру комутації. Розроблено методику вибору напрямків передачі інформаційних повідомлень в умовах невизначеності з урахуванням інтенсивностей обслуговування заявок. Запропоновано використовувати метод багатокритеріальної оптимізації для вирішення задачі маршрутизації інформаційних потоків. Розроблено метод управління потоком інформації шляхом раціонального вибору параметрів протоколу, алгоритм роботи агента, що управляє спільним обслуговуванням різномірного потоку даних та мовлення, а також метод боротьби з перевантаженнями, що дозволяє організувати обслуговування, при якому забезпечується мінімальна втрата цінної інформації. Створено демонстраційний прототип багатоагентної системи, що управляє раціональним вибором тривалості тайм-ауту.

Ключові слова: цифрова мережа інтегрального обслуговування, багатоагентна система, управління, протокол, ефективність, різномірний інформаційний потік, оптимізація.

АННОТАЦИЯ

Польщикова К. А. Методы динамического управления в цифровой сети интегрального обслуживания на основе применения интеллектуальных многоагентных систем. – Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 – Телекоммуникационные системы и сети. Украинская государственная академия железнодорожного транспорта. Харьков, 2003.

Диссертация посвящена разработке методов динамического управления в цифровой сети интегрального обслуживания (ЦСИО), позволяющих повысить эффективность ее функционирования. Для решения задач динамического управления в ЦСИО в работе применяются интеллектуальные многоагентные системы (МАС).

Проведен анализ особенностей процесса информационного обмена и управления в крупных информационных сетях с интеграцией услуг. Для решения задач динамического

управления в ЦСИО предложено использовать интеллектуальную многоагентную систему с иерархической структурой. Задача распределения ресурсов в центре коммутации решается многоагентной системой центра коммутации, в состав которой входят взаимодействующие интеллектуальные агенты. Разработана структура агента. С учетом выработанных предложений по координированию агентов предложена структурная схема многоагентной системы центра коммутации, а также алгоритм ее функционирования.

Разработана методика оценки эффективности функционирования многоагентной системы динамического управления ЦСИО. Показатель эффективности учитывает среднее время доставки сообщений, их ценность и вероятность потери. Данная методика позволяет оценивать результат применения разрабатываемой МАС и действий отдельных агентов, направленных на реализацию предлагаемых в работе методов управления.

Предложен метод выбора направления передачи информации, который осуществляется с учетом интенсивности обслуживания заявок в каждом из имеющихся направлений, возможности выполнения требований по качеству обслуживания сообщений. Применен аппарат многокритериальной оптимизации для решения задачи маршрутизации. Выбор маршрутов предлагается осуществлять с учетом нескольких показателей и степени неопределенности их возможных значений. С помощью метода управления потоком информации путем рационального выбора параметров протокола решена задача динамического изменения значений величины окна и длительности тайм-аута, которые устанавливаются в зависимости от ситуации в сети. Предложены алгоритмы функционирования агентов, реализующие указанные выше методы управления потоками информации.

Для обеспечения выполнения требований абонентов по доставке различных видов информации разработан алгоритм работы агента, управляющего совместным обслуживанием разнородного потока данных и речи. Найдены критерии возникновения перегрузки в сети для разных дисциплин обслуживания. Для борьбы с перегрузками предложен метод установления очередности передачи заявок данных и речи с учетом ценности передаваемой информации, а также метод, предполагающий использование режима с обнаружением ошибки без повторения искаженного сообщения.

Создан демонстрационный прототип многоагентной системы, управляющей рациональным выбором длительности тайм-аута. Проведенные с использованием данной программы исследования подтвердили жизнеспособность предлагаемых в работе подходов и целесообразность использования многоагентной системы для повышения эффективности информационного обмена в сети.

Ключевые слова: цифровая сеть интегрального обслуживания, многоагентная система, управление, протокол, эффективность, разнородный информационный поток, оптимизация.

SUMMARY

Polschikov K.A. The methods of dynamic control in integrated services digital network on the base of using intelligence multi-agent systems. – Manuscript. The thesis on competition of a scientific degree of candidate of technical science on a speciality 05.12.02. – Telecommunication systems and networks. Ukrainian State Academy of Railway Transport. Kharkiv, 2003.

The dissertation is devoted to methods of dynamic control in integrated services digital network that increase the efficiency of its functioning. Application in network the intelligence multi-agent systems with hierarhy structure to solve the tasks of dynamic control is proposed. The propositions had been made for coordinating the intelligence agents; taken them into account the structure and the algorithm of its functioning of the multi-agent systems of the commutation centre were developed. The methods of choosing the directions of transmission of information messages in conditions of indeterminate had been made taken into account the intensity of maintenance the applications. Application the multicriteria optimization method to solve the task of routing the information streams is offered. The method of information streams control by the rational choice of the protocol parameters, the algorithm of the work of agent controlling the common maintenance of heterogeneity information and the method of struggle with overloads which led to the least loss of value information are worked out. The demonstrative prototype of multi-agent system controlling the rational choice of time-out duration is created.

Key words: integrated services digital network, multi-agent system, control, protocol, efficiency, heterogeneity information stream, optimization.