

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Копитова Олена Олександрівна

УДК 621.397

**МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ НАДАННЯ ПОСЛУГ В
МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ
05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі**

**АВТОРЕФЕРАТ
дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Харків – 2012

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, located in the bottom right corner of the page.

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному університеті радіоелектроніки
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
ДУРАВКІН Євген Володимирович
Харківський національний університет радіоелектроніки,
доцент кафедри телекомунікаційних систем.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
БЕЗРУК Валерій Михайлович,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
завідувач кафедри мереж зв'язку;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
АЛЕКСЄЄВ Сергій Вікторович,
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба,
старший науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил.

Захист відбудеться «20» червня 2012 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.052.09 в Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: Україна, 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного університету радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

Автореферат розісланий «18» травня 2012 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Є.В. Дуравкін



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. На сьогоднішній день в Україні розвиток галузі телекомунікацій відбувається у напрямку стрімкого розширення ринку послуг, що надаються користувачам. Це, в свою чергу, сприяє впровадженню нових технологій та їх конвергенції. При цьому сучасні мультисервісні послуги надаються на основі нових телекомунікаційних технологій, які виступають основою для побудови мереж зв'язку наступного покоління (Next Generation Network, NGN).

Умови ринку вимагають від операторів підвищення якості усього переліку послуг, що, в свою чергу призводить до збільшення витрат на управління мережною інфраструктурою. В той же час оператори зацікавлені в зниженні експлуатаційних витрат і підвищенні ефективності процесів управління мультисервісними мережами та їх елементами.

Практична реалізація рівня управління послугами та бізнесом в сучасних мультисервісних мережах виконується в рамках декількох технологічних підходів, до яких можна віднести CORBA (Common Object Request Broker Architecture), COM/DCOM (Component Object Model/Distributed COM), SOA (Service-Oriented Architecture). Аналіз показав, що існуючі системи управління (Operation Support System/Business Support System, OSS\BSS - системи) в першу чергу орієнтовані на збір та обробку інформації, що циркулює на рівні транспорту і доступу. Даний підхід значно ускладнює реалізацію алгоритмів адаптивного управління, що враховують особливості різного типу трафіку в залежності від типу послуги. Відповідно, можна зробити висновок, що перехід до використання мультисервісних мереж випереджає розвиток засобів та методів управління, що представляє собою одну з актуальних проблем в галузі телекомунікацій.

При вирішенні задачі управління сучасними мультисервісними мережами постають декілька основних складностей. По-перше, існуючі системи мережного управління ґрунтуються на використанні протоколу SNMP (Simple Network Management Protocol). Це дозволяє виконувати моніторинг лише параметрів компонентів мережної інфраструктури. Але це не дозволяє оцінити взаємодію параметрів окремих елементів мережі, що значно ускладнює процес діагностики та пошуку причин погіршення роботи мережі. По-друге, системи мережного управління не дозволяють проводити оцінку параметрів QoS (Quality of Service) при наданні послуг, що значно ускладнює вирішення задачі управління конфігурацією сервісів.

Всі ці складності призводять до того, що для забезпечення необхідного рівня якості при наданні послуг розробники в процесі проектування мультисервісних мереж вимушені передбачати значну надмірність за основними параметрами, що негативно впливає на вартість надання послуг.

Іншим шляхом забезпечення необхідного рівня якості надання послуг є вдосконалення систем мережного управління. А саме, реалізація методів аналізу стану сервісів, динамічне управління кількістю екземплярів сервісів, управління розподілом потоків заявок користувачів між екземплярами сервісів з урахуванням їх стану та характеристик якості обслуговування. Такий підхід дозволить більш повно врахувати вимоги користувачів щодо QoS без значного підвищення вартості надання послуг.

У зв'язку з цим тематика дисертаційної роботи, яка присвячена розв'язанню наукової задачі, пов'язаної із підвищенням ефективності методів управління наданням послуг в мультисервісних мережах, які дозволять забезпечити необхідний рівень QoS зі зменшенням надмірності ресурсів, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження тісно пов'язані з положеннями «Концепції національної інформаційної політики», «Концепції Національної програми інформатизації», «Основних засад розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» та «Концепції конвергенції телефонних систем та мереж з пакетною комутацією в Україні». Матеріали дисертації реалізовано в ході виконання науково-дослідної роботи № 235-1 «Методи проектування телекомунікаційних мереж NGN та управління їх мережними ресурсами» (№ ДР 0109U000662). Запропоновані методи вдосконалення систем мережного управління в сервіс-орієнтованих мультисервісних мережах використані в навчальному процесі кафедри телекомунікаційних систем Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ), зокрема в дисципліні «Багатофункційні системи доступу до мереж зв'язку». Використання результатів дисертаційної роботи підтверджено відповідними актами впровадження.

Метою досліджень є підвищення якості обслуговування в мультисервісних мережах за рахунок удосконалення методів управління послугами, а саме реалізації процедур моніторингу стану та усунення несправностей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз існуючих технологій побудови систем управління мультисервісними мережами.
2. Визначити набір показників якості для системи управління мультисервісними мережами.
3. Розробити алгоритм діагностики стану екземплярів сервісів в мультисервісній мережі.
4. Розробити метод класифікації несправностей та управління їх усуненням в мультисервісних мережах.
5. Розробити структуру системи управління мультисервісними мережами, що дозволить зменшити час обробки запитів користувачів.

Об'єкт дослідження. Процес управління послугами в мультисервісних мережах, що базуються на сервіс-орієнтованій архітектурі.

Предмет дослідження. Методи управління мультисервісними мережами, що оснований на сервіс-орієнтованій архітектурі.

Методи дослідження. Проведені дослідження базуються на методі імовірно-часових графів та твірних функцій, основних положеннях теорії масового обслуговування, теорії телетрафіку та теорії графів, аналітичному моделюванні та методах імітаційного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. Під час розв'язання наукової задачі були отримані наступні нові наукові результати:

1. Отримав подальший розвиток метод управління мультисервісними мережами, що базуються на сервіс-орієнтованій архітектурі. Новизна полягає у використанні елементів, які управляють маршрутизацією запитів користувачів при доступі до послуг, що дозволяє зменшити час відгуку системи.
2. Отримав подальший розвиток метод забезпечення надійності надання

послуг в мультисервісних мережах, оснований на сервіс-орієнтованій архітектурі. Новизна полягає у реалізації процедури вибору екземпляра сервісу на основі інформації моніторингу стану, що дозволяє підвищити коефіцієнт готовності мультисервісної мережі.

3. Отримав подальший розвиток метод управління відновленням технічної готовності мультисервісних мереж. Новизна полягає в розробці моделі оцінки складності несправностей і відновлення функціонування елементів системи. Це дозволило підвищити точність діагностики несправностей та зменшити час відновлення.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованих методів при проектуванні системи управління в мультисервісних мережах. Запропоновані методи були використані для балансування трафіку в сервіс-орієнтованій мультисервісній мережі; локалізації несправностей при функціонуванні цієї мережі, що підтверджено відповідним актом реалізації. Крім того, ряд результатів дисертації використані в ході виконання науково-дослідної роботи № 235-1 «Методи проектування телекомунікаційних мереж NGN та управління їх ресурсами» (№ ДР 0109U000662), в якій автор виступав співвиконавцем.

Особистий внесок здобувача. Всі основні наукові результати, висвітлені в дисертаційній роботі, здобувач отримав самостійно. Крім того, в роботі [1] автором запропонована методика аналізу основних показників якості обслуговування мобільних мереж на платформі IMS з можливістю розвитку мультисервісних послуг. У роботі [2] здобувачем проведений аналіз найбільш розповсюджених технологій побудови розподілених управляючих систем; в роботі [3] автором для аналізу функціонування динаміки web-сервера запропоновано використати метод диференційно-різнісних рівнянь та метод тензорного аналізу; в роботі [4] автором запропонована модель управління послугами в мультисервісних мережах та розроблено метод аналізу функціонування системи управління на основі ймовірнісно-часових графів, проведено порівняльну оцінку існуючих моделей систем управління послугами в мультисервісних мережах та запропонованої моделі. В роботі [5] запропоновано метод забезпечення надійності надання послуг в мультисервісних мережах оснований на веб-орієнтованій архітектурі.

Апробація результатів дисертації. Апробація основних положень дисертаційної роботи проводилась в ході чотирьох наукових конференцій та шести форумів, а саме на XI, XII, XIII, XIV, XV Міжнародних молодіжних форумах «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» (2007-2011 рр., м. Харків, ХНУРЕ); 3-го Міжнародному радіоелектронному форумі «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» - МРФ-2008 (2008 р., м. Харків, АНПРЕ, ХНУРЕ); 12-тій, 13-тій Міжнародній конференції Української асоціації дистанційної освіти «Образование и виртуальность» (2009, 2011 рр., м. Харків–м. Ялта); науково-технічній конференції з міжнародною участю «Комп'ютерне моделювання в наукомістких технологіях – КМНТ-2010» (2010 р., м. Харків, ХНУ ім. В.Н.Каразіна); IX Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективные технологии в средствах передачи информации – ПТСПИ-2011» (2011р., м. Володимир, ВлДУ).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи викладені в 15 наукових працях, з них 5 статей опубліковані в спеціалізованих виданнях, затверджених МОНмолодьспорту України. Крім того результати досліджень опубліковані в десяти

тезах доповідей на наукових конференціях та форумах.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу та чотирьох розділів. Загальний обсяг роботи становить 123 сторінок, у тому числі 111 сторінок основного тексту, 46 рисунків, 7 таблиць, 87 бібліографічних джерел, викладених на 9 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розкрито загальний стан проблеми та окремих задач щодо забезпечення надійності надання послуг в мультисервісних мережах, обґрунтована актуальність теми досліджень, сформульовано мету та задачі дослідження, наведена наукова новизна та практичне значення отриманих наукових результатів.

У **першому розділі** проведено аналіз архітектури мультисервісних мереж, основою розвитку яких є парадигма NGN. Визначено, що мультисервісні мережі потребують відповідних засобів управління для надання користувачам послуг з урахуванням вимог QoS та усунення несправностей в роботі мережі.

Аналіз існуючих OSS\BSS систем, що реалізовані в мультисервісних мережах, показав, що найбільш поширеними технологіями їх реалізації є архітектура брокера об'єктних запитів CORBA та сервіс-орієнтована архітектура SOA.

Необхідно відмітити, що основні зусилля відповідних технологій направлені на організацію сумісної роботи компонентів в розподіленій системі. Питанням забезпечення QoS, особливо таким як надійність, доступність, час обробки запиту, майже не приділяється уваги.

Задача забезпечення надання послуг з урахуванням вимог до QoS в таких системах зводиться до використання методів управління на транспортному та мережному рівнях. Однак, ці методи не здатні вирішити задачу забезпечення необхідного рівня надійності та доступності послуг. Задачі даного класу можливо вирішити лише на рівні управління послугами.

В зв'язку з цим для задовільнення вимог до якості обслуговування необхідно здійснювати управління не лише на рівні транспорту, а й на рівні послуг, який в існуючих системах управління мультисервісними мережами майже не представлений. Це призводить до того, що оператори послуг не завжди можуть оцінити свої можливості, що, в свою чергу, стає причиною невинного зниження якості обслуговування за рахунок зниження надійності надання послуг.

В наслідок цього для забезпечення необхідного рівня надійності надання послуг оператори в процесі проектування мультисервісної мережі вимушені передбачати надлишковість ресурсів мережі, що значно підвищує вартість надання послуг для користувачів.

Для зменшення витрат необхідно при проектуванні та експлуатації мультисервісної мережі враховувати особливості технології побудови мережі та проводити оцінку можливого стану елементів, що можливо лише на рівні управління послуг.

Встановлено, що задоволення перерахованих вимог може бути забезпечене завдяки використанню елементів маршрутизації запитів при доступі до послуг та удосконаленні методів відновлення технічної готовності мультисервісних мереж.

З метою усунення недоліків існуючих систем мережного управління мультисервісними мережами, враховуючи постійне розширення спектру

гетерогенних послуг, що надаються користувачам, виникає необхідність в удосконаленні існуючих систем. У зв'язку з цим обґрунтована до вирішення в даній роботі наукова задача, яка пов'язана з удосконаленням структури системи мережного управління мультисервісними мережами. Проведена декомпозиція сформульованої наукової задачі на окремі задачі дослідження.

У **другому розділі** сформований набір основних показників якості роботи мережі, до яких відноситься затримка, джиттер та кількість втрачених пакетів.

Враховуючи той факт, що різні типи трафіку висувають різні вимоги до ресурсів мережі і відносяться до різних класів обслуговування, сформовані вимоги різних типів трафіку щодо ресурсів мультисервісної мережі.

Аналіз динаміки інформаційного обміну виконано за допомогою моделі на базі диференційно-різницевого рівняння стану:

$$x_{i,j}(k+1) = x_{i,j}(k) + \sum_{\substack{m=1, \\ m \neq i}}^N b_{m,i}(k) \cdot u_{m,i}^j(k) - \sum_{\substack{m=1, \\ m \neq j}}^N b_{i,m}(k) \cdot u_{i,m}^j(k) + y_{i,j}(k), \quad (1)$$

де $x_{i,j}(k)$ - об'єм даних, що знаходяться на вузлі i і призначені для передачі вузлу j в момент k [зап]; N - кількість вузлів мережі; $b_{m,i}(k) = c_{m,i} \cdot \Delta t$, $b_{i,m}(k) = c_{i,m} \cdot \Delta t$, ($\Delta t = t_{k+1} - t_k$), $c_{m,i}$, $c_{i,m}$ - пропускна здатність відповідного тракту передачі [зап/с]; $u_{i,m}^j(k)$ - доля пропускної здатності тракту $L_{i,m}$, яка виділена в момент k потоку з адресою j ; $y_{i,j}(k) = e_{i,j}(k) \cdot \Delta t$ - інтенсивність потоку запитів, що надходять на вузол i для передачі на вузол j за період Δt [зап/с]; $e_{i,j}(k)$ - інтенсивність потоку запитів в момент k (сумарна інтенсивність потоків запитів від користувачів, що підключені до вузла i і ведуть обмін з користувачами, що підключені до вузла j) [зап/с].

Зважаючи на обмеженість буферів на вузлах та пропускних здатностей трактів передачі, на змінні стану і управління накладається ряд обмежень:

$$0 \leq x_{i,j}(k) \leq x_{i,j}^{max}; \quad (2)$$

$$0 \leq u_{i,m}^j(k) \leq 1; \quad \sum_{n=1}^N u_{i,m}^n(k) \leq 1, \quad (3)$$

де $x_{i,j}^{max}$ - максимально допустимий об'єм даних, що знаходиться на вузлі i для трафіка з адресатом j .

При проведенні аналітичного моделювання з урахуванням обмежень (2) і (3) розглянута модель, яка складається з двох пов'язаних між собою вузлів мережі. Вхідний потік заявок виступає потоком запитів, що надходять на вузол мережі. Випадковий процес надходження запитів представлено функцією розподілу інтервалів між запитами, які описані пуассонівським розподілом.

Моделювання проводилось при умові, що в мережу надходять запити до різного типу трафіку: потокового, змішаного та даних; що впливало на вхідну інтенсивність. Моделювання для змішаного типу трафіку проведено для дисципліни

безпріоритетного обслуговування з розрахунком часткової частини пропускної спроможності для різних типів трафіку на основі аналізу мережі провайдера Interoute. На рис. 1 наведено результати моделювання.

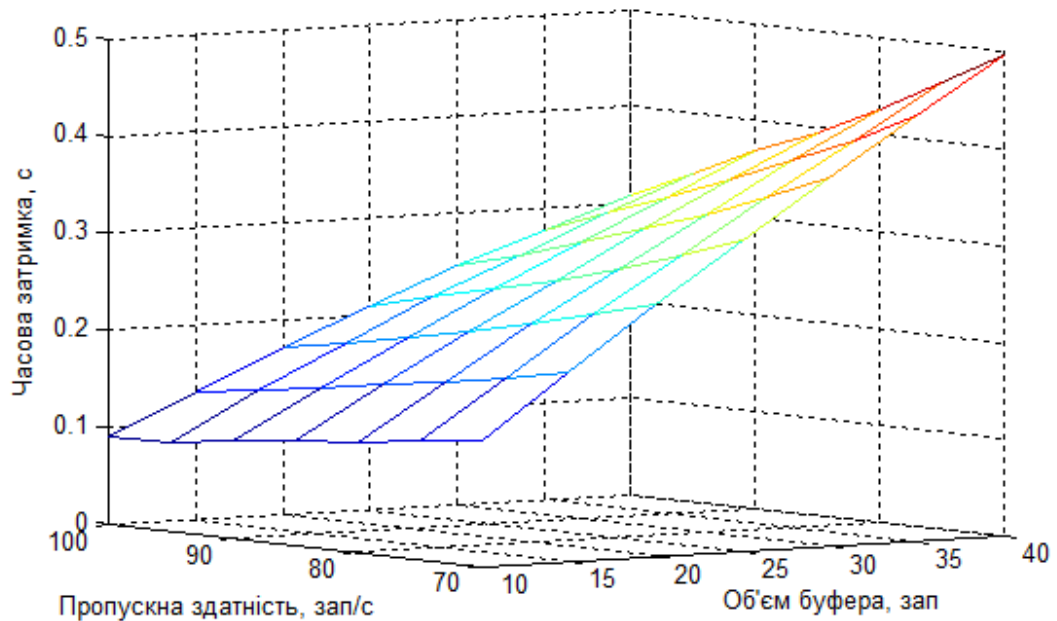


Рис.1. Графік залежності затримки від пропускної здатності та об'єму буфера

На основі аналізу отриманих результатів в якості найчутливішого до змін показника якості вибрано час затримки. В роботі наведена класифікація послуг з точки зору їх критичності до часу затримки, а також виділені основні типи мережних послуг залежно від їх чутливості до часу затримки.

У **третьому розділі** запропоновано метод оптимізації розподілу трафіку в мультисервісній мережі на основі веб-орієнтованої архітектури та метод забезпечення надійності надання послуг.

Аналіз існуючих систем мережного управління мультисервісними мережами показав, що забезпечити надання послуг з необхідним рівнем надійності стає дуже складно, тому що в існуючих системах не враховуються перевантаження на прикладному рівні та ідентифікація трафіку.

Тому в якості основи для системи управління послугами в мультисервісній мережі обрано технологію WBEM (Web-based Enterprise Management), яка є подальшим розвитком сервіс-орієнтованої архітектури. Ця технологія лягла в основу розробки методу оптимізації розподілу трафіку в мультисервісних мережах.

Запропонований метод базується на:

- 1) вдосконаленні структури SOA системи, а саме у використанні елементів, які управляють маршрутизацією запитів при забезпеченні доступу до послуги;
- 2) впровадженні методу забезпечення необхідного рівня надійності, в рамках якого запропоновано алгоритм моніторингу екземплярів сервісів з визначенням рекомендованого інтервалу моніторингу та алгоритм вибору екземплярів сервісів.

Структурна схема мультисервісної мережі, що використовує запропонований метод, наведена на рис.2.

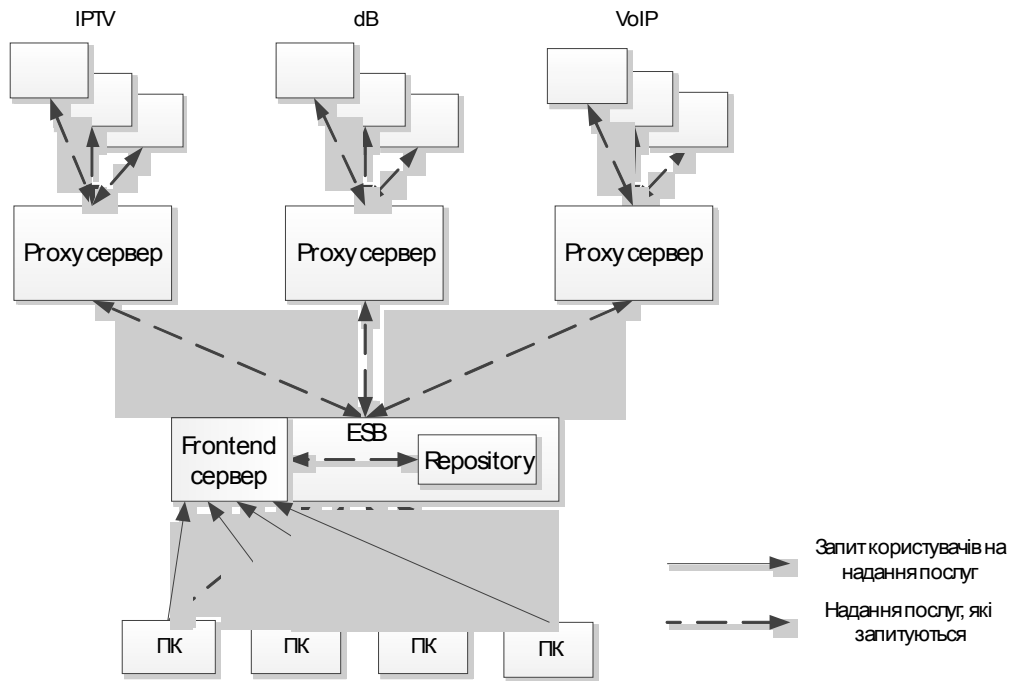


Рис.2. Модифікована система управління трафіком на основі сервіс-орієнтованої архітектури

У рамках запропонованого методу забезпечення надійності для оптимізації процесу розподілу трафіку в мультисервісній мережі на основі веб-орієнтованої архітектури розроблено алгоритм управління конфігураціями екземплярів сервісу. Шляхом розподілу запитів користувачів між екземплярами сервісів алгоритм забезпечує доступність послуг для користувача.

У якості засобу забезпечення відмовостійкості при наданні послуг у мультисервісній мережі в рамках запропонованого методу розроблено алгоритм, призначений забезпечити постійний нагляд за станом вузлів системи.

Реалізацію алгоритму моніторингу екземплярів сервісів у даному методі представлено на рис.3.

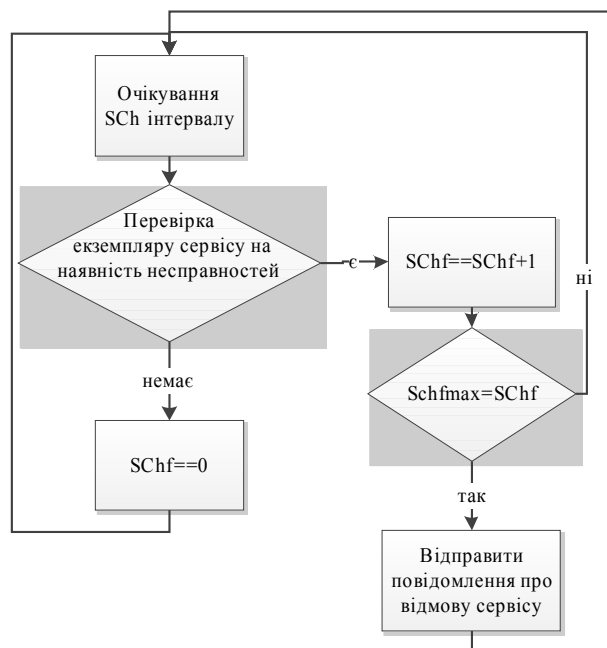


Рис. 3. Алгоритм моніторингу екземплярів сервісів

Аналіз впливу інтервалу моніторингу на об'єми службового трафіку та параметри системи виконано на відповідній моделі мультисервісної мережі. Модель побудована з використанням ймовірнісно-часових графів та твірних функцій. На рис.4. приведено кінцевий вид ймовірнісно-часового графу.

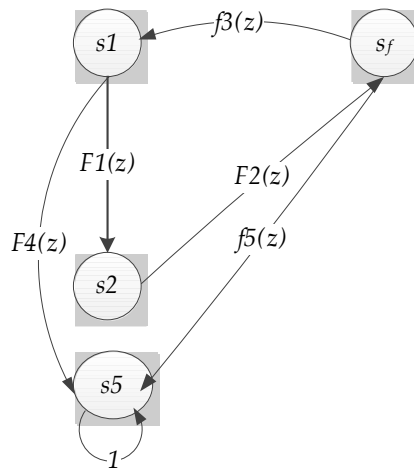


Рис.4. Кінцевий вид перетвореного ймовірнісно-часового графа функціонування запропонованої структури системи управління мультисервісними мережами.

На графі: $s1$ – стан очікування системи, $s2$ – стан обробки запиту, $s5$ – стан моніторингу системи, sf – стан відмови.

Отриманий граф дозволяє визначити вплив частоти моніторингу системи на ймовірність відмов і, як наслідок, на коефіцієнт готовності. Аналіз отриманих даних свідчить про те, що зі збільшенням інтервалу проведення моніторингу системи збільшується коефіцієнт готовності, але при цьому збільшується ймовірність відмов.

Розмір запитів і, відповідно, об'єм службового трафіку, який передається по мультисервісній мережі при виконанні моніторингу мережі для перевірки працездатності екземплярів сервісу, буде залежати від типу послуги. Інтенсивність передачі службової інформації для моніторингу мережі визначається згідно з:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^k V_{t_i} \times N_i}{T_m}, \quad (4)$$

де V_{t_i} – об'єм службової інформації, що передається за період разового моніторингу системи (даний показник залежить від типу послуги) [байт], N – кількість екземплярів сервісів, що надають один тип послуги, T_m – інтервал моніторингу мережі [с], k – кількість типів послуг, що надаються.

Дослідження тестових запитів для різноманітних типів послуг показало, що об'єм службової інформації, що передається по мережі під час моніторингу, майже однаковий.

Отже, при виборі інтервалу моніторингу стану елементів системи на предмет надійності послуг, що надаються мережею, ключовими є вимоги типу послуги до ймовірності втрат та коефіцієнту готовності.

Основною метою запропонованих алгоритмів є забезпечення максимальної ефективності роботи системи при виборі екземпляру сервісу. В якості показника ефективності пропонується наступна функція:

$$f = \alpha k_{зав} + \beta k_{ч} \quad (5)$$

де $k_{зав} = \frac{V_c}{V_{зав}}$ - коефіцієнт відносного об'єму службового трафіку, де V^c — службовий трафік в мережі по знаходженню екземпляру сервісу, $V^{зав}$ — загальний трафік системи;

$k_{ч} = \frac{t_n}{t_{обр}}$ - коефіцієнт оцінки часових параметрів, де t^n — час пошуку відповідного екземпляру сервісу, $t^{обр}$ — час обробки відповідного запиту; α, β — коефіцієнти, що

враховують відносну важливість кожного параметру.

В рамках запропонованого методу оптимізації розподілу трафіку в мультисервісних мережах для визначення кількості екземплярів сервісу розроблено алгоритм, в якому для прийняття рішення спочатку розраховується значення показника загальної якості u_i для кожного i -го сервісу:

$$u_i = \sum_{j=1}^m w_j \cdot \frac{q^j}{Q^j} \quad (6)$$

де, w_j — пріоритет послуги (на основі Рек. У.1541), m — кількість параметрів якості, q — фактичне значення показника якості, Q — значення показника якості, що вимагається від оператора.

Значення оптимальної кількості екземплярів сервісу визначається з урахуванням наступних умов:

$$\sum_{i=1}^n \tilde{q}_i^k \leq Q^k \quad (k = 1,2,3), \quad (7)$$

$$\rho_i \leq \rho_{\vartheta}, \quad (8)$$

де ρ_{ϑ} - еталонне значення коефіцієнта завантаження мережі, що визначається провайдером.

Рішення з найменшим показником u_i вибирається в якості кінцевого рішення проблеми мінімізації, встановив кількість екземплярів сервісу рівною значенню i .

Застосування даного методу дозволить підтримувати необхідний рівень надійності надання послуг без підвищення вимог до ресурсів мережі.

Для оцінки ефективності запропонованого методу проведено порівняльний аналіз з існуючими методами заснованими на використанні технологій SOA та CORBA за показником часу відгуку. Результати порівняльного дослідження наведені на рис.5.

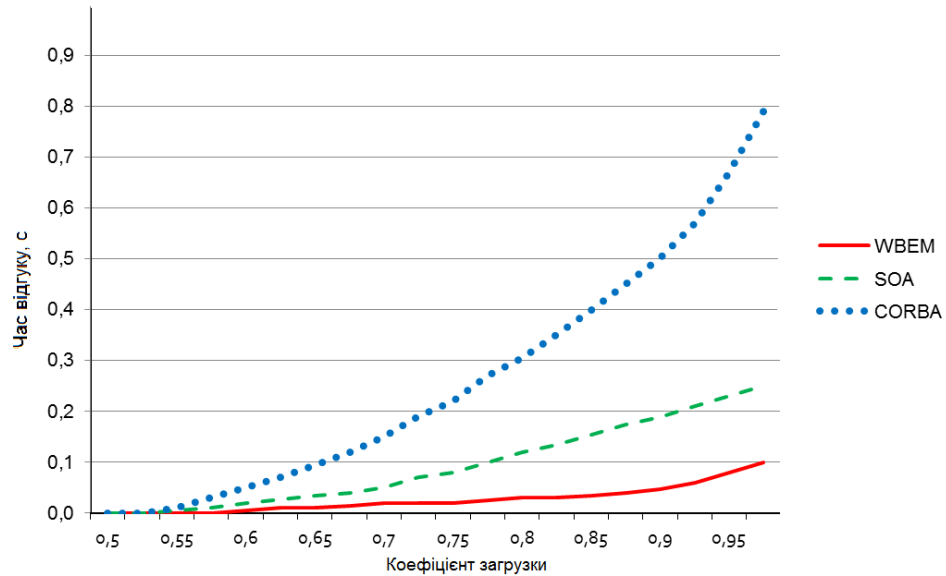


Рис. 5. Графік залежності часу відгуку мережі від коефіцієнту навантаження (при високих навантаженнях)

В четвертому розділі запропоновано метод управління усуненням несправностей в мультисервісних мережах.

Актуальність вирішення задачі відновлення працездатності мультисервісної мережі обумовлено значними втратами операторів від простою чи неефективного використання ресурсів мережі, що викликано різного типу несправностями.

Всі задачі управління, що вирішуються системами мережного управління при усуненні несправностей розділяють на три рівні: виявлення, локалізацію та усунення несправностей.

Для локалізації несправностей в телекомунікаційних мережах використовується велика кількість методів. Недоліком найпростіших з них є те, що такі методи не в змозі визначити незначні зміни параметрів функціонування мультисервісних мереж, які свідчать про наявність широкого спектру несправностей. Більш складні методи потребують високої точності в визначенні сценарію діагностики, що не завжди можливо, а також потребує великих витрат при реалізації таких методів.

Тому для усунення перелічених недоліків запропоновано метод локалізації несправностей в мультисервісних мережах.

Метод, що пропонується, заснований на формуванні вектору несправностей F , та вектору симптомів S .

Вектори несправностей та симптомів складають основу для формування матриці можливих гіпотез H , яка ставить у відповідність симптоми та несправності, що виникають у мультисервісній мережі.

Суть методу полягає у визначенні гіпотези h_i , яка максимально задовольняє більшості симптомів, що виникли при діагностиці роботи елементів системи.

Для розрахунку достовірності гіпотези h_i , що висувається при виникненні симптому s_i , вводиться функція $D(h)$:

$$D(h) = \frac{\prod_{s_i \in S_{f_i=h}} (1 - \prod_{f_i=h} (1 - p(s_i|f_i)))}{\prod_{s_i \in S_0} (1 - \prod_{f_i=h} (1 - p(s_i|f_i)))} \quad (9)$$

де $p(s_i|f_i)$ - ймовірність того, що симптом s_i є причиною виникнення несправності f_i , S^d - множина симптомів, які виявлені при діагностиці, $S_{f_i=h}$ - множина симптомів, які визначають несправності f , що відповідають гіпотезі h .

Для оцінки ефективності запропонованого методу проведено порівняльний аналіз запропонованого методу з пасивним, який вибрано в якості прикладу простих методів, та з методом з використанням сценарію, як прикладу складних методів локалізації. Результати оцінювання приведені на рис.6.

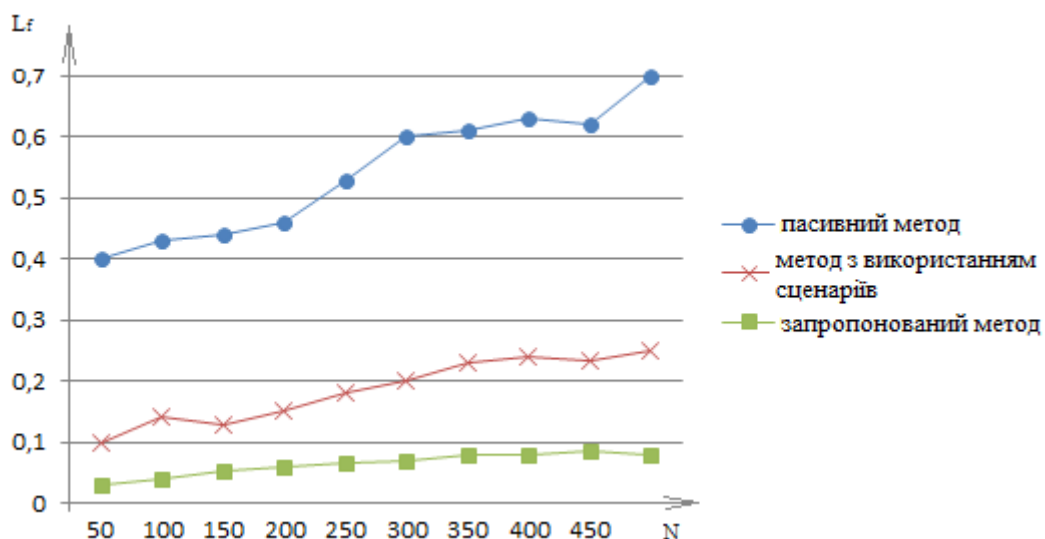


Рис.6. Графік залежності числа помилкових спрацьовувань від розміру мережі

Аналіз отриманих результатів показав, що використання запропонованого методу дозволить підвищити точність локалізації несправностей, що, в свою чергу, сприятиме підвищенню швидкості їх усунення.

На основі аналізу вимог до системи управління та відновлення працездатності елементів запропонована наступна класифікація несправностей, що виникають в мультисервісних мережах:

- 1) несправності апаратного забезпечення (серверу), на якому розташований сервер;
- 2) мережні апаратні несправності, що виникають в активному та пасивному мережному обладнанні;
- 3) мережні несправності, що виникають в роботі протоколів передачі даних;
- 4) несправності мережного програмного забезпечення компонентів операційної системи сервісу, які приймають участь у взаємодії з мережею;
- 5) несправності програмного забезпечення сервера, на якому знаходиться екземпляр сервісу.

Запропонована класифікація несправностей дозволяє спростити задачу локалізації несправностей, що, в свою чергу, дозволяє вирішити задачу відновлення працездатності і якості функціонування системи в найкоротші строки.

Для вирішення цієї задачі в роботі запропонована модель процесів управління усуненням несправностей у мультисервісній мережі. В якості основи вибрана п'ятифазна математична модель СМО.

Кількість фаз в запропонованій моделі визначається встановленою класифікацією типів несправностей, які можуть виникнути в роботі мультисервісної мережі. Структура запропонованої п'ятифазної моделі наведена на рис.7.

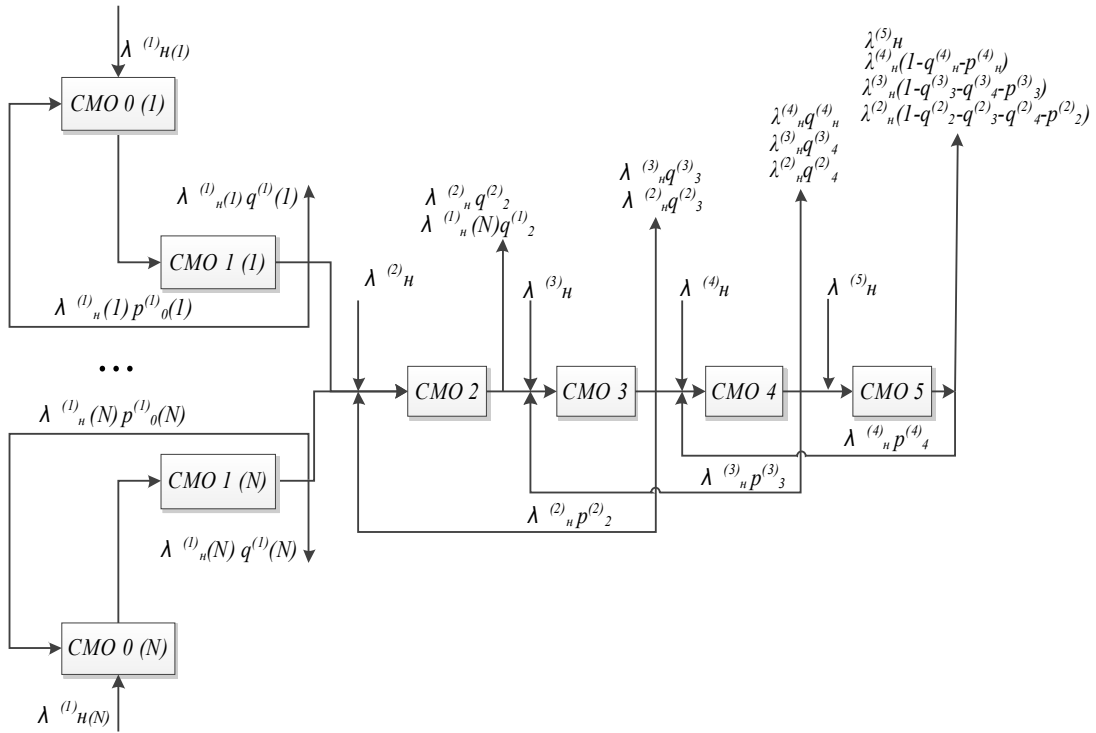


Рис.7. Модель процесів управління усуненням несправностей

У кожній з фаз (СМО-0 – СМО-5) заявки, що все обслужені, або покидають систему або повертаються на до обслуговування на попередній рівень (у попередню фазу).

При управлінні несправностями за допомогою запропонованої моделі необхідно виконання умов стаціонарності:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_0^{(1)}(1) < 1, \dots, \rho_0^{(1)}(N) < 1, \\ \rho_1^{(1)}(1) < 1, \dots, \rho_1^{(1)}(N) < 1, \\ \rho_2^{(2)} < 1, \\ \rho_3^{(2)} + \rho_3^{(3)} < 1, \\ \rho_4^{(2)} + \rho_4^{(3)} + \rho_4^{(4)} < 1, \\ \rho_5^{(2)} + \rho_5^{(3)} + \rho_5^{(4)} + \rho_5^{(5)} < 1. \end{array} \right. \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{де} \quad \rho_0^{(1)}(i) &= \frac{\lambda^{(1)}(i) \cdot \tau_0^{(1)}(i)}{1 - p_0^{(1)}(i)(1 - q_0^{(1)}(i))}, & \rho_1^{(1)}(i) &= \frac{\lambda^{(1)}(i) \cdot \tau_1^{(1)}(i) \cdot (1 - q_0^{(1)}(i))}{1 - p_0^{(1)}(i)(1 - q_0^{(1)}(i))}, \quad i = 1, \dots, N, \\ \rho_2^{(2)} &= \frac{\lambda^{(2)} \cdot \tau_2^{(2)}}{1 - p_2^{(2)}(1 - q_2^{(2)})}, & \rho_3^{(2)} &= \frac{\lambda^{(2)} \cdot \tau_3^{(2)} \cdot (1 - q_2^{(2)})}{1 - p_2^{(2)}(1 - q_2^{(2)})}, & \rho_3^{(3)} &= \frac{\lambda^{(3)} \cdot \tau_3^{(3)}}{1 - p_3^{(3)}(1 - q_3^{(3)})}, \\ \rho_4^{(2)} &= \frac{\lambda^{(2)} \cdot \tau_4^{(2)} \cdot (1 - q_2^{(2)}) \cdot (1 - p_2^{(2)} - q_3^{(2)})}{1 - p_2^{(2)}(1 - q_2^{(2)})}, & \rho_4^{(3)} &= \frac{\lambda^{(3)} \cdot \tau_4^{(3)} \cdot (1 - q_3^{(3)})}{1 - p_3^{(3)}(1 - q_3^{(3)})}, \\ q_4^{(4)} &= \frac{\lambda^{(4)} \cdot \tau_4^{(4)}}{1 - p_4^{(4)}(1 - q_4^{(4)})}, & \rho_5^{(2)} &= \frac{\lambda^{(2)} \cdot \tau_5^{(2)} \cdot (1 - q_2^{(2)}) \cdot (1 - p_2^{(2)} - q_3^{(2)}) \cdot (1 - q_4^{(2)})}{1 - p_2^{(2)}(1 - q_2^{(2)})}, \\ \rho_5^{(3)} &= \frac{\lambda^{(3)} \cdot \tau_5^{(3)} \cdot (1 - q_3^{(3)}) \cdot (1 - p_3^{(3)} - q_4^{(3)})}{1 - p_3^{(3)}(1 - q_3^{(3)})}, & \rho_5^{(4)} &= \frac{\lambda^{(4)} \cdot \tau_5^{(4)} \cdot (1 - q_4^{(4)})}{1 - p_4^{(4)}(1 - q_4^{(4)})}, & q_5^{(5)} &= \lambda^{(5)} \cdot \tau_5^{(5)}. \end{aligned}$$

Значення середнього часу знаходження заявок різних потоків в окремих фазах системи на основі запропонованої моделі розраховується за формулами:

$$t^{(2)} = t_2^{(2)} + (1 - q_2^{(2)})t_3^{(2)} + (1 - q_3^{(2)} - p_2^{(2)})t_4^{(2)} + (1 - q_5^{(2)})t_5^{(2)}; \quad (11)$$

$$t^{(3)} = t_3^{(3)} + (1 - q_3^{(3)})t_4^{(3)} + (1 - q_4^{(3)} - p_3^{(3)})t_5^{(3)}; \quad (12)$$

$$t^{(4)} = t_4^{(4)} + (1 - q_4^{(4)})t_5^{(4)}, \quad (13)$$

$$t^{(5)} = t_5^{(5)}. \quad (14)$$

Отримані аналітичні співвідношення описують основні характеристики запропонованої моделі: час знаходження заявок в окремих фазах системи та в системі в цілому. Дані співвідношення є основою при проектуванні системи управління для конкретних даних оператора, а також для аналізу ефективності процесів усунення несправностей в мультисервісних мережах.

Для визначення складності відновлення несправності в моделі, що запропонована, вводиться функція ζ :

$$\zeta = \varphi(T_e, C_e, \gamma), \quad (15)$$

де T_e – середній час відновлення функціонування, C_e – вартість відновлення функціонування, γ – ступінь впливу на функціонування елементів системи.

Процес усунення несправностями складається з декількох етапів:

1. Діагностика причин виникнення несправності.
2. Локалізація несправності.
3. Усунення несправності.
4. Перевірка, чи усунено несправність.
5. Регістрація виявлення несправності та її вирішення.

В роботі розроблено метод управління усуненням несправностей в мультисервісних мережах, який включає в себе всі перелічені вище етапи (рис.8).

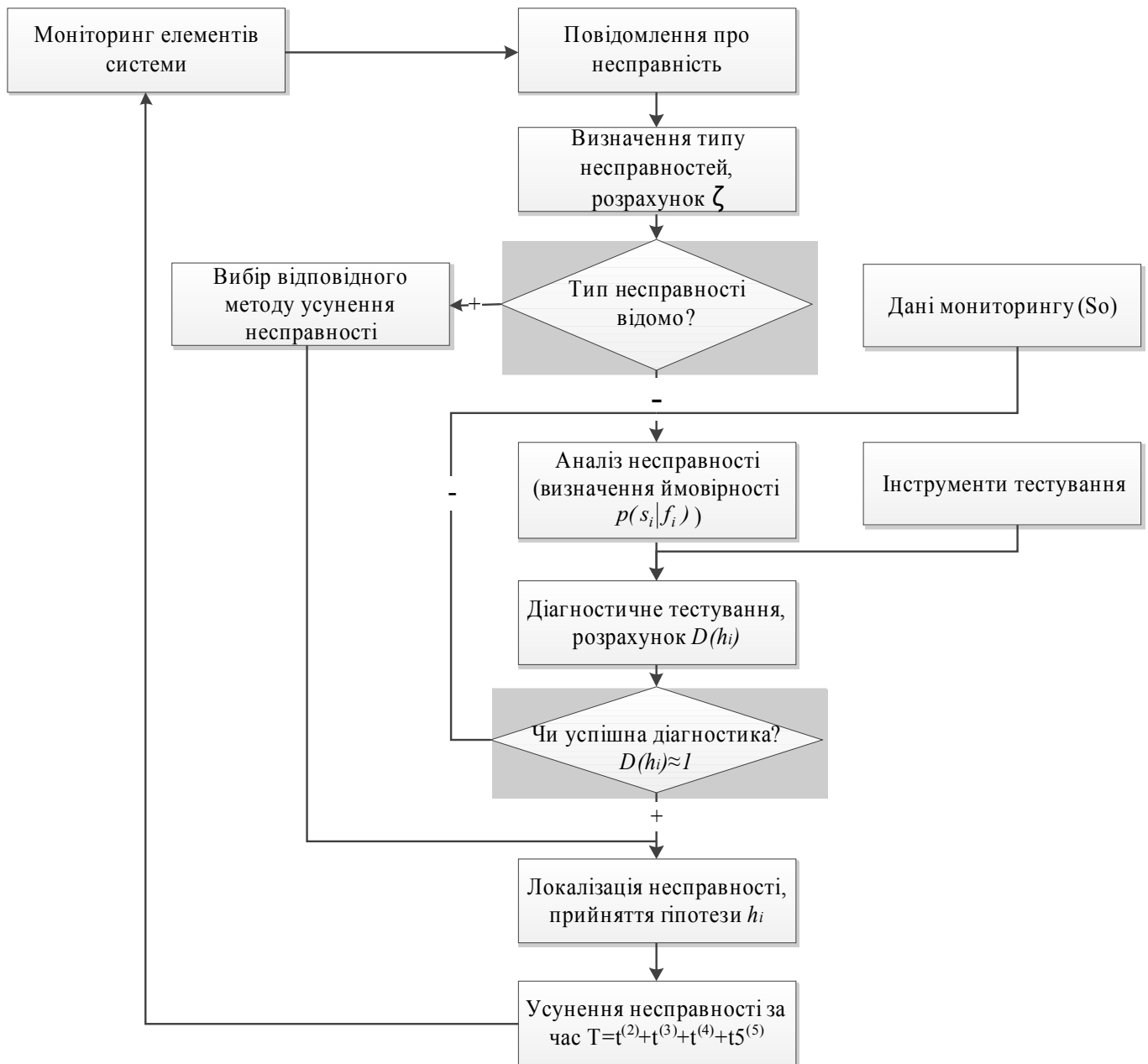


Рис.8. Структурна схема методу управління усуненням несправностей в мультисервісних мережах

Метод дозволяє забезпечити контроль та управління несправностями в мультисервісній мережі з метою визначення причин їх виникнення. Застосування розробленого методу управління усуненням несправностями в мультисервісній мережі допомагає підвищити якість обслуговування за рахунок своєчасного виявлення проблем, зменшення часу їх усунення та скорочення часу простоїв, що, в свою чергу, впливає на підвищення показників надійності послуг.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В дисертаційній роботі розв'язана актуальна науково-прикладна задача, яка пов'язана з є підвищенням якості обслуговування в мультисервісних мережах за рахунок удосконалення методів управління послугами, а саме реалізації процедур

моніторингу стану та усунення несправностей. В процесі розв'язання поставленої задачі можна зробити ряд важливих висновків:

1. Аналіз існуючих архітектур мультисервісних мереж, основою розвитку яких є парадигма NGN, показав, що для урахування вимог QoS виникає необхідність в розробці відповідних засобів управління різноманітними видами трафіку з можливістю усунення перевантаження та несправностей в роботі мережі. З'ясовано, що для управління і забезпечення якості обслуговування в мультисервісних мережах використовується технологія TMN. Аналіз вимог, які висуваються до мультисервісних мереж, показав, що технологія TMN не в повній мірі відповідає вимогам впровадження нових послуг та управління ними.

2. Встановлено, що впровадження нових послуг призводить до розвитку нових технологій побудови систем мережного управління мультисервісними мережами. На основі проведеного аналізу існуючих технологій проектування систем управління мультисервісними мережами обґрунтовано вибір веб-орієнтованої архітектури в якості основи для розробки системи управління мультисервісними мережами.

3. Аналіз вимог, які висуваються до мультисервісних мереж, дозволяє сформулювати набір основних показників якості роботи мережі, до яких відносяться затримка, джиттер та ймовірність втрачених пакетів. Враховуючи той факт, що різні типи трафіку відносяться до різних класів обслуговування, сформовані вимоги до ресурсів мультисервісної мережі в залежності від типу послуг.

4. В роботі отримав подальший розвиток метод оптимізації розподілу трафіку системами мережного управління мультисервісними мережами на основі веб-орієнтованої архітектури. Новизна полягає у використанні елементів, які управляють маршрутизацією запитів при доступі до послуг, що дозволяє зменшити час відгуку системи. За допомогою методу ймовірнісно-часових графів та твірних функцій проведена оцінка виграшу запропонованого методу перед існуючими, яка показала, що запропонований метод дозволяє у 2,5 рази зменшити час відгуку системи.

5. На основі аналізу надійності існуючих систем управління мультисервісними мережами на базі сервіс-орієнтованої архітектури удосконалено метод забезпечення надійності надання послуг в мультисервісних мережах на основі веб-орієнтованої архітектури. В запропонованому методі реалізація процедури вибору екземпляру сервісу базується на інформації моніторингу стану екземпляру сервісу. Для аналізу стану мультисервісної мережі запропонована модель на основі ймовірнісно-часових графів. Використання цієї моделі дозволяє визначити частоту формування тестових запитів, що приводить до збільшення коефіцієнту готовності мережі. Для забезпечення необхідного рівня надійності в роботі розроблені алгоритми вибору екземпляру сервісу для розподілу запитів в системі. Дані алгоритми лягли в основу запропонованого методу вибору екземпляру сервісу, який дозволяє забезпечити максимальну ефективність роботи системи шляхом збільшення коефіцієнту готовності мережі з 0,98 до 0,999.

6. Удосконалено метод управління відновленням технічної готовності мультисервісних мереж. Новизна методу полягає в розробці моделі оцінки складності несправностей і часу відновлення працездатності елементів системи. В рамках цієї моделі запропоновано введення показника трудомісткості процесу відновлення, який включає в себе середній час та вартість відновлення функціонування, а також ступінь впливу несправності на функціонування елементів системи. Проведене дослідження

ефективності процесів управління відновленням несправностей. По результатам дослідження встановлено, що при використанні запропонованого методу управління відновленням в системі достатньо два елемента, які відновлюють функціональність елементів системи.

7. На основі аналізу запропонованої моделі оцінки складності несправностей і часу відновлення працездатності елементів системи запропоновано метод управління усуненням несправностей В рамках даного методу розроблено підхід до локалізації несправностей. Порівняльний аналіз даного та існуючих методів показав, що запропонований метод дозволяє підвищити точність діагностики несправностей в мультисервісних мережах у 2,6 рази.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Сабурова С.А. Методика оценки параметров качества обслуживания мобильных сетей 3G по потокам вызовов /Сабурова С.А., Копытова Е.А.// Радиотехника: Всеукр. межвед. научн. техн. сб. – 2008. – Вып. 155. – С.36–41

2. Копытова Е.А., Анализ технологий построения распределенных управляющих систем /Копытова Е.А. // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн. техн. сб. –2009. – Вып 159. – С.256–260.

3. Копытова Е.А. Анализ динамики функционирования web-сервера / Копытова Е.А., Гладий Л.В. // Радиотехника: Всеукр. межвед. научн. техн. сб. –2010. – Вып. 163. – С.36–44.

4. Копытова Е.А. Сравнительный анализ архитектур распределенного управления сетью /Копытова Е.А., Дуравкин Е.В.// Системи управління, навігації та зв'язку. – 2011. – Випуск 3(19). – С.192-196.

5. Копытова Е.А. Мониторинг состояния экземпляров сервисов и метод обеспечение требуемого уровня надежности /Копытова Е.А., Саид Халва Фауаз // Проблемы телекоммуникаций. – 2012. –№1(6). – С.11-21.

6. Копытова Е.А., Управление корпоративной инфраструктурой современного предприятия связи /Копытова Е.А. // Материалы XI Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Часть 1. – Харьков: ХНУРЭ, 2007 – С.97

7. Копытова Е.А. Конвергенции платформ фиксированной (телефонной сети общего пользования) и мобильной связи новых поколений / Копытова Е.А., Сабурова С.А.// Сб. научных трудов 3-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» (МРФ-2008), т.2 Международная конференция «Телекоммуникационные системы и технологии» (МКТСТ-2008). – Харьков: ХНУРЭ, 2008 – С.

8. Копытова Е.А. Методы оценки качества предоставляемых услуг в IP-технологиях /Копытова Е.А. // Материалы XII Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Часть 1. – Харьков: ХНУРЭ, 2008 – С.129

9. Копытова Е.А. Использование тензорного аппарата при анализе распределенных систем управления /Копытова Е.А. // Материалы XIII Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – 30 марта – 1 апреля – Часть 1. – Харьков: ХНУРЭ, 2009 – С.176

10. Копытова Е.А. Развитие новых платформ сетей для дистанционного обучения /Копытова Е.А., Сабурова С.А.// 12-я Международная конференция Украинской ассоциации дистанционного образования «Образование и виртуальность - 2009». – Харьков-Ялта, 2009 – С. 163-170.
11. Копытова Е.А. Разработка метода анализа распределенных управляющих систем /Копытова Е.А. // Материалы XIV Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». –18 – 20 марта – Часть 1. – Харьков: ХНУРЕ, 2010 – С.15.
12. Копытова Е.А. Применение тензорного аппарата для анализа РИУС /Копытова Е.А., Селесдоню Нкулу Нгема // Научно-техническая конференция с международным участием «Компьютерное моделирование в наукоемких технологиях» – Часть 2 – Харьков: ХНУ, 2010 – С.124 –127.
13. Копытова Е.А. Анализ архитектуры системы управления сервисами /Копытова Е.А., Гладий Л.В.// Материалы 15-го Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». –Том 4. –Харьков: ХНУРЕ, 2011 – С. 44-45.
14. Копытова Е.А. Архитектура управления сервисами в WEB-центрированной системе /Копытова Е.А., Гладий Л.В.// IX Международная научно-техническая конференция «Перспективные технологии в средствах передачи информации – ПТСПИ'2011». – 29 мая – 1 июня – Владимир: ВлГУ, 2011 – Том. – С. 57-60
15. Копытова Е.А. Развитие методики дистанционного обучения на основе конвергенции сетей связи общего пользования и новых поколений /Копытова Е.А., Сабурова С.А.// 13-я Международная конференция Украинской ассоциации дистанционного образования «Образование и виртуальность - 2011». – Харьков-Ялта, 2011 – С.211-217

АНОТАЦІЯ

Копытова О.О. Методи управління надійністю надання послуг у мультисервісних мережах. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2012.

Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної наукової задачі, пов'язаної з підвищенням якості обслуговування в мультисервісних мережах за рахунок удосконалення методів управління послугами, а саме реалізації процедур моніторингу стану та усунення несправностей.

Отримав подальший розвиток метод оптимізації розподілу трафіку в мультисервісній мережі на основі веб-орієнтованої архітектури за рахунок використання додаткових елементів, що забезпечують маршрутизацію запитів при доступі до послуг. В якості математичного апарату оцінки ефективності розробленого методу пропонується використання методу ймовірно-часових графів та утворюючих функцій. Запропоновано метод реалізації процедури вибору екземпляру сервісу, який дозволяє забезпечити максимальну ефективність роботи системи мережного управління.

Проведене дослідження ефективності процесів управління усуненням несправностей. По результатам дослідження запропонована класифікація типів несправностей в мультисервісних мережах. На основі запропонованої класифікації удосконалено метод управління усуненням несправностей. В рамках даного методу розроблено підхід до локалізації несправностей в мультисервісних мережах на основі веб-орієнтованої архітектури. Запропонований метод дозволяє забезпечити контроль та управління несправностями в мультисервісній мережі за допомогою визначення причин їх виникнення. Це дозволяє підвищити якість обслуговування за рахунок своєчасного виявлення проблем, зменшення часу їх усунення, скорочення простоїв, і, як наслідок, покращення показників надійності надання послуг.

Отримані в дисертації результати знайшли практичне застосування при виконанні НДР, при розробці системи балансування трафіку в мультисервісній мережі ТОВ «Геймлофт» та в учбовому процесі.

Ключові слова: надійність, система мережного управління, мультисервісна мережа, веб-орієнтована архітектура, ймовірно-часовий граф, екземпляр сервісу.

АННОТАЦІЯ

Копытова Е.А. Методы управления надежностью предоставления услуг в мультисервисных сетях.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 – Телекоммуникационные системы и сети. – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, 2012.

Диссертационная работа посвящена актуальной научной задаче, связанной с повышением качества обслуживания в мультисервисных сетях за счет усовершенствования методов управления услугами, а именно реализации процедур мониторинга состояния и устранения неисправностей.

Получил дальнейшее развитие метод оптимизации распределения трафика в мультисервисных сетях на основе веб-ориентированной архитектуры за счет использования дополнительных элементов, которые обеспечивают маршрутизацию запросов пользователей при доступе к услуге. В качестве математического аппарата оценки эффективности предложенного метода использован метод вероятностно-временных графов и производящих функций.

Усовершенствован метод реализации процедуры выбора экземпляров сервиса, который позволяет обеспечить максимальную эффективность работы системы сетевого управления мультисервисными сетями.

Проведены исследования эффективности процессов управления восстановлением неисправностей. По результатам исследований предложена классификация типов неисправностей в мультисервисных сетях. На основании предложенной классификации усовершенствован метод управления неисправностями. В рамках данного метода разработан подход к локализации неисправностей в мультисервисных сетях на основе веб-ориентированной архитектуры. Предложенный метод позволяет обеспечить контроль и управление неисправностями в мультисервисных сетях с целью определения причин их возникновения, что позволяет повысить качество обслуживания благодаря своевременному обнаружению проблем, уменьшению времени их устранения, и, как

следствие, способствует повышению значений показателей надежности предоставления услуг.

Ключевые слова: надежность, система сетевого управления, мультисервисная сеть, веб-ориентированная архитектура, вероятностно-временной граф, экземпляр сервиса.

ANNOTATION

Копытова О.О. Methods for management reliability of rendering of services in multiservice networks. – Manuscript.

Dissertation for the candidate's degree of technical science in a specialty 05.12.02 – Telecommunication systems and networks. – Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv. 2012.

Dissertational work is devoted to the actual scientific problem related to the improving the quality of service in multiservice networks by improving management practices in services, namely the implementation of monitoring procedures the status and troubleshooting.

Has been further developed an optimization method for distribution of traffic in multiservice networks based on Web-oriented architecture through the use of additional elements that provide the routing of user requests for access to the service. The mathematical apparatus of evaluating the effectiveness of the proposed method used the method of probability-time graphs and generating functions.

Improved an implementation method of procedures for selecting copies of a service that allows to maximize the efficiency of network management systems of multiservice networks.

Investigations of the effectiveness of management processes fault recovery. According to the research proposed a classification of types of faults in multi-service networks. Based on the proposed classification was improved fault management method. Under this method, an approach to fault isolation in multi-service networks based on Web-oriented architecture. The proposed method allows to control and fault management in multiservice networks in order to determine their causes, thus enhancing the quality of service through timely detection of problems, reducing the time to address them, and, consequently, promotes the values of reliability of services.

Keywords: reliability, network management, multi-service network, Web-oriented architecture, the probabilistic-time graph, a copy of the service.

Підп. до друку 15.05.12.
Умов. друк. арк. 0,9
Зам. № 2-710.

Формат 60x84 1/16
Тираж 100 прим.
Ціна договірна.

Спосіб друку – ризографія

ХНУРЕ, 61166, Харків, просп. Леніна, 14

Віддруковано в навчально-науковому
видавничо-поліграфічному центрі ХНУРЕ.
Харків, просп. Леніна, 14