**Лисяк Тетяна Миколаївна. Моделі та методи керування навантаженням в інтелектуальній мережі з використанням апарата мереж Петрі : Дис... канд. наук: 05.12.02 – 2006**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Лисяк Т.М. **Моделі та методи керування навантаженням в інтелектуальній мережі з використанням апарата мереж Петрі.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. – Харківський національний університет радіоелектроніки МОН України, м. Харків, 2006.  Дисертацію присвячено підвищенню ефективності функціонування інтелектуальних мереж за показниками продуктивності, якості обслуговування користувачів і прибутку оператора. Розроблено сукупність моделей, методів, алгоритмів і програмних засобів аналізу з використанням апарата мереж Петрі, які є науково обґрунтованою базою для проектування IN, а також аналізу таких характеристик, як час відгуку мережі; відсоток відмов у обслуговуванні; інтенсивність потоку викликів, обслугованих з необхідним QoS. Розроблено методи керування навантаженням в IN, які вирішують у сукупності задачі обмеження навантаження на вході в мережу і розподілу мережних ресурсів. Проведені дослідження в умовах критичних навантажень довели, що запропоновані методи дозволяють забезпечити задану якість обслуговування користувачів і підвищити продуктивність IN і прибутку її оператора на 10...15%. Сформульовано рекомендації щодо побудови IN з максимально ефективним використанням існуючої інфраструктури мереж зв'язку, а також рекомендації щодо перспектив розвитку послуг IN і шляхів інтеграції концепції IN і таких сучасних і перспективних технологій як IP, GSM, TINA, B-ISDN, NGN. | |
| |  | | --- | | У результаті дисертаційних досліджень вирішено актуальну науково-прикладну задачу підвищення продуктивності інтелектуальних мереж шляхом вдосконалення математичних моделей функціональних взаємодій мережних елементів IN і розробки нових методів керування навантаженням в інтелектуальній мережі. Запропоновані методи дозволяють підвищити доход оператора IN на 10…15% при гарантованій якості обслуговування абонентів інтелектуальної мережі.  У дисертації отримано такі основні результати:   1. Розроблено систему математичних моделей функціональних взаємодій мережних елементів інтелектуальної мережі. Завдяки перевагам обраного математичного апарата мереж Петрі, в удосконалених моделях відбито не тільки функціональні, але і структурні властивості IN. Більш детально розглянуто алгоритми взаємодії мережних елементів IN відповідно до виду наданих мережею послуг. Розроблені імітаційні моделі легко масштабуються і є більш гнучкими в порівнянні з існуючими моделями інтелектуальної мережі. Достовірність результатів визначається використанням точних математичних методів і збігом значень, отриманих аналітичним методом і методом імітаційного моделювання, з точністю до 3...5%. При однакових вихідних даних отримані результати співпадають із результатами, опублікованими іншими авторами. 2. Розроблено методику аналізу отриманих моделей, а також обрано й обґрунтовано систему показників якості обслуговування абонентів при наданні їм послуг IN: час відгуку мережі та імовірність відмови в обслуговуванні. Обрано систему показників ефективності керування навантаженням IN, яку складають 2 основних критерія: критерій продуктивності IN (інтенсивність викликів, обслугованих із заданим QoS), і економічний критерій (доход оператора). Вибір цієї системи показників ефективності обґрунтований специфікою послуг, що надаються і можливістю аналізу продуктивності IN з урахуванням заданої якості обслуговування її абонентів. 3. Вперше отримано методику аналізу таких характеристик інтелектуальної мережі, як час очікування користувачем обслуговування запиту на послугу IN (час відгуку мережі); відсоток відмов у обслуговуванні заявок на послуги у вузлі SSP; інтенсивність потоку викликів, обслугованих з необхідним QoS. Розроблена система моделей дозволяє вирішувати задачу проектування IN, а також проводити аналіз її характеристик з метою визначення параметрів алгоритмів керування навантаженням в інтелектуальній мережі. 4. Показано, що для рівнів навантаження, які відповідають кількості абонентів, що обслуговуються мережею, тис., число плат IP має складати значення в межах 8...12, у той час як одного SDP достатньо для обслуговування до 2...3 млн. користувачів. При кількості плат IP, рівному 10, кількість абонентів, що обслуговуються IN, не може перевищувати 90 тис., у протилежному випадку час очікування підключення до IP різко зростає. При цьому час очікування в черзі до вузла SDP змінюється незначно і складає величину, що не перевищує 1 мс., у той час як час очікування в черзі до IP може досягати значень 30...40 мс. 5. Доведено, що середньому значенню часу очікування в черзі до SDP, яке дорівнює 5...10 мс., відповідає середня довжина черги 2...3 запиту, а збільшення середньої довжини черги до 8...9 приводить до зростання часу очікування до 40 мс. Довжину черги до вузла SCP також необхідно обмежувати кількістю запитів не більше 2, інакше якість обслуговування абонентів не відповідатиме наведеним у рекомендаціях ITU-T нормам. Час очікування в черзі зростає тим різкіше, чим менше кількість і продуктивність вузлів IN. 6. Встановлено, що якщо вузол SSP розрахований на питоме навантаження від абонента, яке дорівнює 0,2 Ерл., тобто з 1000 абонентів одночасно можуть бути обслуговані 200, то внаслідок наявності запитів на додаткові послуги IN близько 5% абонентів одержуватимуть відмову, що є абсолютно неприпустимим. Таким чином, продуктивність SSP має забезпечувати одночасне обслуговування до 25% загальної кількості абонентів, що відповідає навантаженню 0,25 Ерл. Таке значення продуктивності SSP забезпечує виконання заданих норм з імовірності відмови при наданні абонентам додаткових послуг IN. 7. Запропоновано новий підхід до керування навантаженням IN, що дозволяє вирішити задачу забезпечення заданої якості обслуговування користувачів при оптимізації продуктивності IN. Розроблені методи дозволяють вирішувати задачі обмеження навантаження на вході в мережу і розподілу мережних ресурсів у сукупності, що забезпечує більш високу ефективність процесу керування навантаженням. Доведено, що метод ACG, який застосовувався раніше, не гарантує користувачам необхідної якості обслуговування. При обмеженні довжини черги до процесорів SCP значенням, рівним 2 запитам, час відгуку мережі не перевищує заданих норм. Але, якщо окрім обмеження довжини черги застосовувати один із розроблених методів, значення часу відгуку мережі буде менше на 20% у порівнянні зі значенням, отриманим у випадку застосування методу ACG. 8. Показано, що розроблені алгоритми забезпечують виграш за обраними критеріями в межах 10...15% у порівнянні з наведеним у рекомендаціях ITU-T методом ACG. При цьому значення 10% відповідає більш низькому рівню інтенсивності надходження викликів, а зі зростанням інтенсивності навантаження виграш зростає до 15%. Так, граничне значення інтенсивності викликів, обслугованих із заданим QoS при використанні методу ACG складає близько 360 викл./год., при оптимізації доходу оператора IN – близько 400 викл./год., а при оптимізації продуктивності інтелектуальної мережі – близько 420 викл./год. Отримані для методу ACG значення співпадають із даними, опублікованими раніше іншими авторами з точністю до 5%, що підтверджує достовірність отриманих результатів. 9. Розроблено рекомендації щодо вибору методів керування навантаженням в інтелектуальній мережі. Перший із запропонованих методів забезпечує оператору більш високий доход, але програє другому за показником продуктивності мережі (інтенсивності викликів, обслугованих із заданою якістю). При розглянутих у роботі вихідних даних різниця у виграші між розробленими методами складає близько 5%. 10. Сформульовано рекомендації щодо практичного застосування концепції IN при модернізації існуючих телефонних мереж. Найбільш надійною і вартісною є класична розподілена платформа, використання якої рекомендується при побудові масштабних IN з високим рівнем навантаження, що надходить. Централізовану і частково розподілену платформу доцільно використовувати для побудови IN невеликої ємності на початковому етапі модернізації ТФОП зі значною часткою аналогових комутаційних станцій. 11. Розроблено рекомендації щодо шляхів інтеграції концепції IN і таких сучасних і перспективних телекомунікаційних технологій як IP, GSM, TINA, B-ISDN, NGN. З двох основних підходів до конвергенції мобільних мереж і IN більш прагматичним і досить простим є «накладення» концепції IN на архітектуру існуючих мереж рухомого зв'язку. Провідна роль в інтеграції технологій IP і IN віддається протоколу SIP. Сформульований в архітектурній концепції IN принцип розподілу функцій комутації і керування послугами збережений у NGN. 12. Результати дисертаційних досліджень впроваджено в науково-дослідні роботи та навчальний процес кафедри телекомунікаційних систем ХНУРЕ під час розробки курсу лекцій і лабораторного практикуму з дисципліни “Інтелектуальні мережі”. Впровадження результатів підтверджують відповідні акти. | |