

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

*У статті розглядаються питання вирішення задач оптимізації за критеріями прийнятної якості наданих послуг, що є складовою частиною для подальшого розвитку методів оптимізації представлення інформації в телекомунікаційних системах, оскільки забезпечення необхідної якості є найважливішою та найскладнішою проблемою в системах телекомунікації, адже саме за допомогою показників якості оцінюється ступінь задоволення споживачів послуг.*

*Ключові слова: якість обслуговування, телекомунікаційна система, інформаційні технології, інформаційні системи, оптимізація*

**Вступ.** Стрімке зростання конкуренції на ринку телекомунікації, розширення спектру послуг, інфраструктури та постійно зростаючі об'єми передачі даних ставить проблему вирішення задач оптимізації інформації в телекомунікаційних системах. Зростання потоків інформації приводить до постійної модернізації інформаційних систем та мереж, як в частині обладнання вузлів системи, так і постійного розширення пропускних здатностей каналів

передачі для зростаючого обсягу мультимедійного потоку даних та забезпечення його прийнятної якості. Збільшення потоку даних в реальному часі створює деякі проблеми та вимагає застосування нових та вдосконалення існуючих алгоритмів оптимізації, протоколів управління і відповідно технічного обладнання. Аналіз вказаних проблем, оптимізація і налаштування використовуваного обладнання телекомунікаційних систем може забезпечити ці зростаючі вимоги. Витрати на проведення таких робіт значно нижчі від можливих затрат на купівлю та встановлення нового телекомунікаційного обладнання. Протягом останніх років ведуться інтенсивні розробки в області оптимізації телекомунікаційних систем за різними критеріями і забезпечення параметрів прийнятної якості в процесі доставки даних, в тому числі і мультимедійних. Основна задача отримання оптимальних параметрів телекомунікаційної мережі при прийнятній якості послуг та існуючих обмеженнях на обладнання, незважаючи на велике число публікацій відомих вчених та зусилля фірм-виробників телекомунікаційного обладнання, все ще до кінця не вирішена та є актуальною.

**Постановка проблеми.** Вирішення задач оптимізації за критеріями прийнятної якості наданих послуг є складовою частиною для подальшого розвитку методів оптимізації представлення інформації в телекомунікаційних системах, оскільки забезпечення необхідної якості є найважливішою та найскладнішою проблемою в системах телекомунікації, адже саме за допомогою показників якості оцінюється ступінь задоволення споживачів послуг.

Впровадження нових наукоємних технологій та на їх базі розроблення нових інформаційних систем, може бути використано як на рівні оперативного контролю за процесами передачі, так і на рівні стратегічного планування напрямів галузі. Метою статті є дослідження методів оптимізації представлення інформації в телекомунікаційних мережах за критеріями якості надаваних послуг при передачі мультимедійного потоку даних з максимальним використанням ресурсів системи. Для досягнення поставленої цілі необхідно вирішити наступні завдання. Визначити співвідношення між характеристиками телекомунікаційних мереж та параметрами прийнятної якості наданих послуг при передачі інформаційних потоків даних. Дослідити математичної моделі оптимізації обладнання у вузлах телекомунікаційної мережі при заданій якості наданих послуг за критерієм оптимального використання мережевих ресурсів. Дослідити методи оптимізації інформаційного потоку даних в телекомунікаційних мережах з використанням диференціального обслуговування для підвищення продуктивності роботи системи. Дослідити реалізацію алгоритмів керування багато адресною передачею даних із прийнятною якістю послуг для забезпечення рівномірного завантаження каналів передачі.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для дослідження оптимального представлення інформації в телекомунікаційних системах необхідно провести аналіз поняття якості передачі інформації. На основі проведеного дослідження класифікації якості інформаційних послуг по доставці потоків інформації визначають різних її види - дані, мультимедійні дані (відео, аудіо, IPTV, мережні ігри тощо), потоки даних реального часу. Відповідно, якість послуг (QoS – Quality of Service), це сукупність специфічних параметрів, що відносяться до внутрішньої структури телекомунікаційної мережі та обумовлюють прийнятну якість її роботи та характеризують споживчі властивості послуги в термінах, зрозумілих користувачам. Вся сукупність характеристик якості обслуговування і функціонування телекомунікаційної мережі поділяється на дві категорії:

- первинні - визначені шляхом прямого спостереження у точці доступу до потрібної послуги і відносяться до певного моменту часу;
- похідні - визначенні на підставі одного або декількох первинних атрибутів якості або усереднені за деякий інтервал часу.

Всі керуючі впливи системи керування по забезпеченню якості інформації зводяться до структурування інформаційних потоків і визначенню алгоритмів обробки кожного виду потоку даних у вузлах комутації системи. Розподіл всіх ресурсів вузлів комутації виробляється за допомогою різних алгоритмів зберігання у пам'яті і призначення

пріоритетів для організації черг пакетів та визначення порядку їхньої обробки. Також у середовищі IP можна реалізувати два механізми якості інформації [1]:

- абсолютний механізм якості інформації, що резервує ресурси вузлів мережевої інфраструктури і гарантує відповідність параметрів у заданій якості;

- релевантний (відносний або порівняльний) механізм якості, заснований на структуруванні інформаційних потоків за допомогою пріоритетів, що дозволяють зберігати інформаційні потоки з близькими вимогами по якості в обмежений набір класів, що ділять мережеві ресурси між собою відповідно до призначених їм пріоритетів.

Для IP середовища існують такі дві основні моделі організації якості передачі інформації при маршрутизації потоку в телекомунікаційній мережі: Integrated Services (IntServ) і Differentiated Services (DiffServ). Система IntServ використовує протокол Resource Reservation Protocol (RSVP), який є протоколом сигналізації, що може використовуватися в режимі інкапсуляції в заголовок User Data Protocol (UDP) або Transmission Control Protocol (TCP) для резервування телекомунікаційних мережевих ресурсів між RSVP вузлами.

Система DiffServ визначає метод структурування потоку даних по класах сервісу з відповідними пріоритетами. Він використовує поле типу сервісу в заголовку IP-пакета (DS byte) для визначення алгоритму його транспортування від вузла до вузла мережі. Така схема, на відміну від IntServ, не вимагає витрат часу на попереднє визначення параметрів транспортування трафіка по маршруту проходження інформаційного потоку.

Механізми IntServ забезпечують необхідну якість обслуговування інформаційних потоків додатків реального часу, проте вимагають більшого обсягу буфера і смуги пропускання, ніж механізми диференціального сервісу Diffserv. Таким чином, більш оптимальним методом транспортування інформаційних потоків даних є механізми диференціального сервісу зі структуруванням потоку по класах сервісу та відповідними пріоритетами. Хоча задача отримання заданої якості інформаційних послуг та оптимальних параметрів телекомунікаційної мережі до кінця ще не вирішена, поскільки динамічний характер мультимедійних послуг ускладнює можливість прогнозування необхідних мережевих ресурсів для забезпечення якості інформації.

Проведемо дослідження моделі якості інформаційних послуг в телекомунікаційних мережах. Загалом визначено три основні стадії надання послуги, якість виконання кожної з яких дає сумарну якість послуги: доступ до передачі даних, тобто організація з'єднання, передача даних та завершення з'єднання. Кожна із частин характеризується трьома основними показниками, до яких відносяться: швидкість встановлення з'єднання, передачі даних, завершення з'єднання, точність встановлення з'єднання із зазначеними параметрами, гарантованість встановлення з'єднання. Аналіз співвідношення між якістю послуг та рівнями OSI показує, що характеристики оцінки надання послуг з врахуванням функцій семи рівнів моделі. Якість послуги фізичного рівня характеризуємо наступними факторами [2]: доступністю послуги  $p_i$ ; коефіцієнтом виникнення помилок  $BER$ , пропускну здатністю  $C$ , затримками передачі  $T_{зат}$ :

$$QoS_{физ} = \langle p_i, BER, C, T_{зат} \rangle. \quad (1)$$

Параметри мережевого рівня виражають узагальнені мережні показники:

$$QoS_{мер} = \langle T, P, C, E_3 \rangle, \quad (2)$$

де  $T = T_{зат} + T_{транз} + T_{розр}$ ,  $P = \langle P_{н.встан}, P_{втрат}, P_{н.розр} \rangle$ ,  $T_{зат}$  – затримка встановлення мережевого з'єднання;  $P_{н.встан}$  – імовірність невдалого встановлення мережевого з'єднання;  $C$  – пропускна здатність;  $T_{транз}$  – транзитні затримки;  $P_{втрат}$  – імовірність невдалої передачі інформації;  $E_3$  – коефіцієнт залишкової помилки;  $T_{розр}$  –

затримка завершення мережевого з'єднання;  $P_{н.розр}$  – імовірність відмови завершення транспортного з'єднання.

Саму послугу транспортного рівня характеризуємо:

$$QoS_{тр} = \langle T, P, C, BER, A, R_{пріор} \rangle, \quad (3)$$

де  $T = T_{заг} + T_{транз} + T_{розр}$ ,  $P = \langle P_{н.встан}, P_{втрат}, P_{н.розр} \rangle$ ,  $T_{заг}$  – затримка встановлення транспортного з'єднання;  $P_{н.встан}$  – імовірність невдалого завершення процедури встановлення транспортного з'єднання;  $C$  – пропускна здатність;  $T_{транз}$  – транзитні затримки;  $BER$  – коефіцієнт помилок;  $P_{втрат}$  – імовірність невдалої передачі інформації;  $T_{розр}$  – затримка завершення транспортного з'єднання;  $P_{н.розр}$  – імовірність відмови завершення транспортного з'єднання;  $A$  – коефіцієнт захищеності;  $R_{пріор}$  – пріоритетність якості обслуговування.

Для телекомунікаційної мережі передачі даних:

$$QoS_{мпд} = \langle T, P, V_{аб} \rangle, \quad (4)$$

$$\text{де } T = T_{дост} + T_{заг} + T_{розр} + T_{відс}, \quad P = \langle P_{н.дост}, P_{відм.дост}, P_{помил}, P_{д.дост}, P_{втрат}, P_{н.розр} \rangle.$$

Аналіз показує, що сформовані мережеві показники і методи досягнення якості послуг у телекомунікаційних мереж будуть різними в залежності від виду потоку даних, застосовуваних протоколів передачі, виду мереж.

Аналіз методів оптимізації передачі інформації в телекомунікаційних мереж показує, що в залежності від програмно-апаратних методів оптимізації телекомунікаційних мереж на основі протоколів розподіленого управління пристроями, відмово стійкої маршрутизації і керування каналами, протоколів передачі, методів управління потоком даних та розподілу мережевих ресурсів для забезпечення необхідної якості підходи будуть різними. Сама методологія забезпечення якості послуг Diffserv задає використання методів розподілу потоків даних по категоріях та пріоритетах, завдяки чому інформація з високим пріоритетом одержує необхідні мережеві ресурси відповідно до характеристик запитів незалежно від вимог до пропускної здатності каналу менш важливих додатків. Для їх передачі застосовуються деякі проміжні підходи, наприклад, присвоєння пріоритетів на етапі маршрутизації та формування потоку даних. Використання таких підходів не вимагає додаткових дій з боку клієнтського та серверного забезпечення, а реалізуються у вузлах комутації. Разом з тим вони можуть поліпшити проходження потоку даних для критично важливих додатків по існуючих каналах телекомунікаційних мереж.

Дослідимо характер зміни параметрів оптимізації передачі інформації в телекомунікаційних мереж в залежності від завантаження. Позначимо через  $x_l^k$  необхідну пропускну здатність для черги передачі, яку забезпечує канал. Тоді наповненість каналу пропорційна завантаженню  $f_l^k(x_l^k)$  і зростає при зростанні  $x_l^k$ . Повна завантаженість каналу передачі визначається як:

$$F_l(\bar{x}_l) = \sum_{k \in K} f_l^k(x_l^k), \quad (5)$$

де  $\bar{x}_l = \{x_l^k\}, k \in K$  – вектор запитів передачі для всіх каналів.

Функція  $f_l^k(x_l^k)$  визначає еквівалентну пропускну здатність телекомунікаційної мережі. В формулюванні задачі оптимізації змінними є змінні пропускної здатності,

визначені для кожного маршруту та для кожного каналу. Тоді задача оптимізації набуває вигляду [2]:

$$\bar{F}(\bar{x}_l) = \sum_{l \in E} \left( \sum_{k \in K} f_l^k \left( \sum_{t \in T: k_t = k} \sum_{r_i \in R_t, r_i \in R_t} c_{r_i} \right) \right)^n \quad (6)$$

Досліджена модель телекомунікаційної мережі дозволяє вирішити проблему ефективного використання мережевих ресурсів та забезпечити необхідну якість обслуговування користувача інформаційних послуг.

**Висновки.** У статті досліджено та проаналізовано забезпечення інформаційного потоку даних на основі протоколів реального часу. Досліджено і визначено параметри при яких використання технології багато адресної передачі даних для IP - телебачення та відео конференцій дозволяє оптимізувати та збільшити продуктивність роботи телекомунікаційної мережі та зекономити ресурси смуги пропускання каналів передачі.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / [В. М. Вишнеvский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович // - М.: "Техносфера", - 2005. - 592 с.
2. Кирик М.І. Використання програмних засобів для моделювання та оптимізації інформаційних мереж / М.І. Кирик, О.В. Тимченко // Моделювання : XXIII наук.-техн. конф., 13–14 січ. 2004 р. : тези доп. – К., 2004. – С. 35–39.

#### REFERENCES:

1. Wireless Networks broadband transmission of information / [V. M. Vyshnevskyy, AI Lyakhov, SL Portnoy, IV Shakhnovich // - М.: "Technosphere" - 2005. - 592 p.
2. Kirik MI Using software tools for modeling and optimization of information networks / MI Kirik, AV Timchenko // Modeling: XXIII nauk.-Tech. Conf., Jan. 13-14. 2004: Theses. - К., 2004. - P. 35-39.

**Рецензент: д.т.н., проф. Ленков С.В.,** начальник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

**к.т.н., доц. Хмельницький Ю.В., д.т.н., доц. Шкулипа П.А., Жиров Б.Г., Рыбалка А.В.**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В**  
**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

*В статье рассматриваются вопросы решения задач оптимизации по критериям приемлемого качества предоставляемых услуг, являющихся составной частью для дальнейшего развития методов оптимизации представления информации в телекоммуникационных системах, поскольку обеспечение требуемого качества является важнейшей и самой сложной проблемой в системах телекоммуникации, ведь именно с помощью показателей качества оценивается степень удовлетворения потребителей услуг.*

*Ключевые слова: качество обслуживания, телекоммуникационная система, информационные технологии, информационные системы, оптимизация*

**Ph.D. Khmelnitsky Yu.V., prof. Shkulipa P.A., Zhyrov B.G., Ribalka A.V.**  
**RESEARCH OPTIMAL PRESENTATION OF INFORMATION IN THE**  
**TELECOMMUNICATION SYSTEMS**

*The article deals with solving optimization problems on the criteria of an acceptable quality of service that is part of the further development of optimization methods of presenting information in telecommunication systems as providing the required quality is the most important and most difficult problem in telecommunication systems, because it is through quality indicators assessing the customer satisfaction services.*

*Keywords: quality of service, telecommunication system, information technology, information systems, optimization.*