

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДРЄЄВ Олександр Миколайович



УДК 004.38:621.9

**МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ
В КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖАХ**

05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі програмного забезпечення Кіровоградського національного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Смірнов Олексій Анатолійович,
Кіровоградський Національний технічний університет,
завідувач кафедри програмного забезпечення.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Семенов Сергій Геннадійович
Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут»
завідувач кафедри обчислювальної техніки та
програмування

кандидат технічних наук, доцент
Лисечко Володимир Петрович
Український державний університет залізничного
транспорту
доцент кафедри транспортного зв'язку

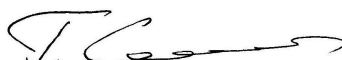
Захист відбудеться “ 9 ” липня 2015 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.17 у Національному авіаційному університеті за адресою: 03058, м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного авіаційного університету.

Автореферат розісланий “ 28 ” травня 2015 р.

Учений секретар

Спеціалізованої вченої ради



С.О. Гнатюк

Д 26.062.17

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Високий рівень розвитку телекомунікаційних технологій і прагнення сучасного соціуму до інформаційного об'єднання обумовлює необхідність створення та розвитку глобальної телекомунікаційної інфраструктури, яка б забезпечувала можливість вільного доступу до необхідних інформаційних ресурсів кожного охочого.

На жаль відомі технологічні та протокольні рішення в цій області в умовах підвищеної інтенсивності інформаційного трафіку не забезпечують заданих вимог. Тому багато передових концепцій і технологій (Traffic Engineering (TE), DiffServ, FastReRouting та ін.) не можуть повною мірою реалізувати функції, пов'язані з підвищенням якості обслуговування і масштабованості в телекомунікаційних системах (ТКС).

Сучасний прогрес у галузі телекомунікаційних технологій привів до розробки численних методів, призначених для забезпечення якості обслуговування при передачі даних. Однак у додатку до мультисервісних ТКС ці методи часто не мають належної теоретичної основи, опис властивостей, переваг і недоліків спирається лише на практичний досвід використання, що не гарантує їх успішної роботи в умовах широкого спектру телекомунікаційних послуг. Це призводить до актуалізації диференціального підходу до оптимізації використання апаратних ресурсів в телекомунікаційних системах та мережах. Зокрема, частковим випадком ТКС є корпоративні мережі, де спостерігаються явища підвищених вимог до ефективності передачі інформації з наявністю значного об'єму часто запитуваних даних.

У теорії інформації і передачі даних накопичений значний теоретичний матеріал і практичний досвід. Найбільш вагомими роботами в цій області є дослідження зарубіжних і вітчизняних вчених, серед яких Вегешна Ш., Столлінгс В., Аріпов Н.М., Вишневський В.М., Захаров А.В., Зайченко Ю.П., Назаров О.М., Конахович Г.Ф., Лемешко О.В., Юдін О.К. та ін. Проте динамічний розвиток телекомунікаційних пристроїв, інтелектуалізація інформаційних і керуючих засобів, а також різноманіття програмних технологічних рішень сприяють тому, що постановка завдань підвищення якості обслуговування при передачі даних істотно видозмінюється через необхідність урахування нових телекомунікаційних послуг.

У зв'язку з цим особливої актуальності набувають питання розробки методів підвищення ефективності передачі інформації. При цьому ключовою особливістю таких методів і засобів є адаптація керуючих систем і протоколів до вимог і особливостей поведінки окремих видів телекомунікаційних послуг. Зокрема, динамічне управління обсягом графічного і відеоконтенту в процесі його доставки кінцевим користувачам. Врахування цих факторів і особливостей телекомунікаційного трафіку виходить за рамки існуючих методів підвищення оперативності і вимагає як їх модифікації, так і перегляду.

Таким чином тема дисертаційної роботи, що пов'язана з розв'язанням **науково-технічної задачі** розробки методів підвищення ефективності передачі інформації в ТКС, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі програмного забезпечення Кіровоградського Національного технічного університету. Здобувач, як співвиконавець окремих етапів, проводив дослідження при виконанні держбюджетних робіт МОН України: «Розробка методів підвищення оперативності передачі та захисту інформації у телекомунікаційних системах» (36Б113, № ДР 0113U003086), «Розробка методів синтезу тестових моделей поведінки програмних об'єктів, підвищення оперативності передачі та захисту інформації у телекомунікаційних системах» (36Б115, №ДР 0115U003103), та науково-дослідних робіт «Методи підвищення оперативності передачі даних та захисту інформації у телекомунікаційній мережі» (0112U006631), «Розробка методів підвищення безпеки телекомунікаційних мереж» (0112U006630).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності передачі графічної інформації на основі прогресивного стиснення графічного контенту і прогнозування відмов обслуговування в ТКС.

У відповідності з поставленою метою для вирішення науково-технічної задачі в дисертаційній роботі необхідно вирішити такі взаємопов'язані **завдання**:

1. Провести аналіз та порівняльні дослідження методів підвищення ефективності передачі даних в корпоративних мережах.

2. Розробити математичну модель процесу передачі одно- та багатопакетного повідомлення в ТКС, яка враховує можливості та особливості використання проміжного телекомунікаційного обладнання для додаткового стиснення графічного контенту.

3. Вдосконалити метод прогресивного стиснення графічної інформації, який, на відміну від аналогів, забезпечує пріоритет збереження контурів в графічній інформації і надає можливість регулювання трафіку графічного контенту.

4. Розробити метод прогнозування трафіку в ТКС на основі розкладання часового сигналу на гармонічні складові з некратними частотами і послідовним виділенням трендів.

5. Провести дослідження результативності розроблених методів підвищення ефективності передачі даних, обґрунтувати практичні рекомендації щодо їх використання.

Об'єкт дослідження – процес підвищення ефективності передачі інформації у ТКС на основі вдосконалення методів прогресивного стиснення графічної інформації і прогнозування відмов в обслуговуванні ТКС.

Предмет дослідження – методи підвищення ефективності передачі інформації в корпоративних мережах.

Методи дослідження. При вирішенні науково-технічної задачі був використаний широкий спектр методів. Так, обґрунтування напряму дослідження підвищення оперативності передачі даних у ТКС здійснювалося на основі системного підходу. При розробці прогресивного методу стиснення графічної інформації використовувалися основні положення теорії інформації та фрактального аналізу, а також методи вейвлет перетворень. При розробці методу прогнозування трафіку в ТКС використовувалися методи спектрального аналізу часових рядів, їх апроксимації та екстраполяції. Оцінка ефективності теоретичних

і практичних результатів була проведена на основі методів математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів зумовлена теоретичним узагальненням і новим рішенням важливої науково-технічної задачі, що полягає в розробці методів підвищення ефективності передачі інформації на основі прогресуючої передачі стисненого графічного контенту і прогнозування трафіку в ТКС.

Отримано наступні **наукові результати**:

1. **Вперше** розроблено метод прогнозування трафіку в ТКС, який відрізняється від відомих використанням розкладання часового сигналу на гармонічні складові з некротними частотами і послідовним виділенням трендів, що дозволить регулювати значення ймовірності відмов в обслуговуванні з причин перевищення пропускної спроможності серверу додаткового стиснення графічної інформації [4, 13, 14, 16, 21].

2. **Вдосконалено** метод прогресуючого стиснення графічної інформації, який на відміну від відомих має більш якісне відтворення контурів графічної інформації і надає можливості регулювання трафіку графічного контенту, що дозволить підвищити оперативність переданих даних в умовах високого мережевого навантаження графічним контентом [1, 5, 7, 10, 15, 17].

3. **Отримала подальшого розвитку** математична модель процесу передачі повідомлень в ТКС, яка на відміну від відомих, враховує можливості та особливості використання проміжного телекомунікаційного обладнання для додаткового стиснення графічного контенту, що дозволить оцінити середній час і дисперсію часу доставки багатопакетних повідомлень в умовах повторного стиснення низькопріоритетного графічного трафіку [3, 6, 8, 9, 16, 18, 22].

Практичне значення отриманих результатів полягає в адаптації керуючих систем і протоколів до вимог і особливостей поведінки окремих видів телекомунікаційних послуг для зменшення часу передачі даних, а також у можливості застосування запропонованого методу для розробки програмних засобів управління передачею даних в корпоративній мережі:

1. Розроблено спеціальне програмне та математичне забезпечення для моделювання управління інформаційними потоками в ТКС, оцінки середнього часу доставки інформаційних пакетів з урахуванням особливостей механізму прогресивного стиснення графічної інформації, оцінки оперативності передачі даних в ТКС. Показано, що їх використання дозволяє до 5% підвищити оперативність передачі інформаційних пакетів в ТКС.

2. Розроблено програмне забезпечення, що адаптує систему кеш-сервера з додатковим стисненням графічних даних в ТКС. Це дозволило на 12% підвищити деталізацію графічної інформації.

3. Розроблена програмно-апаратна система прогнозування трафіку в ТКС, яка дозволила регулювати інтенсивність потоку графічної інформації через сервер додаткового стиснення інформації та знизити загальний трафік графічного контенту в 1,6 рази.

4. Практична значимість отриманих результатів підтверджується їх застосуванням:

– при удосконаленні засобів зменшення мультимедійного трафіку у мережі Інтернет сервіс провайдеру «Імперіал», м. Кіровоград (акт від 21.10.2014 р.);

– у навчальному процесі Кіровоградського Національного технічного університету (акт від 10.02.2015).

5. Крім того, практична значимість дисертаційної роботи визначається можливістю застосування запропонованих моделей, методів і засобів не лише при забезпеченні оперативності передачі даних в ТКС, але і в комп'ютерних і інформаційних управляючих системах і мережах загального та спеціального призначення.

Особистий внесок здобувача. Всі нові результати дисертаційної роботи отримано автором самостійно.

У роботах, виконаних у співавторстві та опублікованих у виданнях, які увійшли до переліку ДАК України, автору належать: в [1] проведено дослідження нерівномірного розподілу одиничних бітів для додаткового стиснення SPIHT коду, в [2] розроблено алгоритми та програмне забезпечення для дослідження впливу шляху розгортки на ступінь ентропійного стиснення цифрового зображення, в [4] розроблено метод екстраполяції квазіперіодичних сигналів на нерівномірній сітці, в [5] часткова розробка методики порівнянь, в [6] розроблено математичну модель, в [7] розроблено програмне забезпечення автоматизації збору статистичних даних, в [9] розроблена теоретична оцінка оцінки оптимального розміру блока кодування, в [10] проведено дослідження на існуючому програмному забезпеченні, розроблено власне програмне забезпечення для знаходження порівняльних характеристик зображень, в [13] проведено теоретичне оцінювання похибок прогнозування, в [14] проведена перевірка методики прогнозування на довгострокових термінах, в [16] запропоновано метод розвантаження телекомунікаційного сервера за рахунок кешування зображень, в [18] визначено умови доцільності використання системи повторного стиснення мультимедійної інформації, в [19] проведено теоретичну оцінку середнього часу доставки багато пакетного повідомлення, в [20] використано фрактальну розмірність для оцінки розміру блоку, в [21] проведено дослідження впливу завад на якість прогнозування, в [22] проведено дослідження впливу ступеня стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі.

Апробація результатів дисертаційних досліджень. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на: науково-практичних конференціях «Комбінаторні конфігурації та їх застосування» (2010, 2012, 2014, Кіровоград, КНТУ); науково-практичній конференції присвяченій 80-річчю фізико-математичного факультету КДПУ ім. В. Винниченка (2010, Кіровоград, КДПУ); науково-технічних конференціях «Наукові технології – для захисту повітряного простору» (2011, 2013, Харків, ХУПС); науково-технічній конференції «Дискретна математика та її застосування у економіко-математичному моделюванні та інформаційних технологіях» (2012, Запоріжжя, ЗНУ); міжнародній науково-практичній конференції «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку» (2013, Харків, АВВ); всеукраїнській науковій конференції «Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії» (2013, Харків, ХНЕУ), V всеукраїнській

науково-практичній конференції «Інформатика та системні науки» (2014, Полтава, ПУЕТ), V міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та моделювання в економіці» (2014, Черкаси, ЧНУ), міжнародній науково-практичній конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях (КМНТ-2014)» (2014, Харків, ХНУ).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 22 наукові праці, серед яких 1 колективна монографія, 8 статей, які включені до переліку наукових спеціальних видань України (з яких 5 входять до міжнародних науково-метричних баз), 1 стаття у зарубіжному науковому виданні, та 12 тез доповідей і матеріалів на всеукраїнських та міжнародних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 5-ти додатків. Загальний обсяг роботи становить 242 сторінок, у тому числі 123 сторінок основного тексту, 50 рисунків по тексту, 12 таблиць по тексту, 16 сторінок списку використаних джерел з 125 найменувань і 103 сторінок додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовується вибір теми та її актуальність, сформульовані об'єкт та предмет дослідження, мета та задачі дослідження, наукова новизна, практичне значення отриманих результатів дослідження, зв'язок дослідження з науковими програмами та планами, визначено особистий внесок здобувача, наведено інформацію щодо апробації та публікації результатів дисертації, наведено результати впровадження основних положень роботи.

У **першому розділі** проведені аналіз і порівняльне дослідження перспективних напрямків розвитку корпоративних мереж, як окремого випадку телекомунікаційних систем (ТКС). Проведено аналіз вимог до якості обслуговування при передачі графічної інформації в корпоративних ТКС, які відрізняються від загальних однорідністю вимог до передачі даних та наявністю значної частини часто запитуваного контенту, проведено обґрунтування критеріїв і показників ефективності.

Визначено, що у певний момент часу t , якщо відомі повна кількість графічної інформації в мережі S , кількість інформації з підвищеним рівнем стиснення на проміжних серверах S_k , тоді ймовірність того, що користувач звернеться до інформації з підвищеним рівнем стиснення буде $k = S_k/S$, і цю інформацію він отримає за час $T_2 = T_1/g$, де g ступінь стиснення по відношенню до оригінального джерела інформації, де T_1 – час доставки нестисненої інформації.

Якщо користувач запросив нову інформацію, яка ще не потрапила в базу даних з підвищеним рівнем стиснення, то повний час на отримання інформації становитиме $T_2 + T_3 = T_1/g + T_3$, звідки видно більш повільне отримання за рахунок додаткового часу на завантаження інформації на проміжний сервер і її повторне стиснення T_3 . У разі максимально швидкого підключення до глобальної мережі, час T_1/g входить повністю як додатковий, знижуючи оперативність доставки інформації. При наявності більш повільного сегмента підключення до глобальної мережі в r разів, відповідно час завантаження складатиме ($T_1 \approx T_3 r$):

$$T_{16} = T_3 r / g, \quad (1)$$

в разі непотрапляння користувача в уже повторно стиснений контент, час на доставку до сервера додається до часу доставки повторно стисненого вмісту, і

$$T_{1a} = T_3 + T_3 r / g, \quad (2)$$

коли передаються вже раніше перепаковані дані.

Середньостатистичний час очікування доставки інформації буде, з урахуванням рівномірного розподілу ймовірності звернення користувачів: $T_{1c} = kT_{16} + (1-k)T_{1a}$. Підставивши (1) і (2), звівши подібні, отримаємо середньостатистичний час завантаження графічного контенту з використанням проміжного сервера повторно стисненого мультимедійного контенту:

$$T_{1c} = T_3(1-k+r/g). \quad (3)$$

У цьому випадку від апаратного забезпечення залежать величини T_3 і r . Величини k і g можуть бути керованими зміною алгоритму роботи програмного забезпечення. Для мінімізації значення T_{1c} необхідно досягти максимальних значень k і g , які відповідають за повноту представлення повторно стисненого мультимедійного контенту і за якість зразка для оцінювання актуальності контенту відповідно. Коефіцієнт зміни швидкості передачі в мережі можна оцінити як $z(k,g) = (1-k+r/g)/r$.

З (2) видно, що програмною реалізацією зниження навантаження на телекомунікаційний канал та, як наслідок цього, підвищення оперативності доставки даних, буде розробка поліпшених до прийнятих на сьогодні методів стиснення мультимедійної інформації. Також необхідна організація роботи проміжних серверів з метою підвищення швидкості додавання мультимедійного контенту для підвищення коефіцієнту наповненості $k \rightarrow 1$ [3, 6, 16, 18].

В дисертаційній роботі визначено, що механізмом зниження навантаження може бути тимчасове повернення деякого відсотка запитів клієнтів в класичну схему прямого спілкування з серверами. Така система передбачення повинна в автоматичному режимі якісно визначати можливість загрози перевантаження, а також мати кількісну оцінку відсотка запитів, які сервер не зможе обслужити.

Крім того, в першому розділі проведено порівняльне дослідження методів прогнозування завантаження серверів ТКС для підвищення оперативності передачі даних.

При цьому, задачу підвищення оперативності передачі даних в ТКС сформульовано так:

$$T_{пер} \rightarrow \min, T_{пер} = f(P_{відм}, K_{якост}, g),$$

з обмеженнями $0 \leq P_{відм} \leq 1$, $K_{якост} > 0$, $g \geq 1$, де $P_{відм}$ – ймовірність відмов в обслуговуванні мультимедійного контенту, яка має верхню межу відповідно рекомендаціям міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ) E.845, E.846; $K_{якост}$ – коефіцієнт якості візуалізації графічної інформації, який має нижню межу по здатності оцінювання актуальності інформації і визначається замовником ТКС послуг; g – коефіцієнт додаткового стиснення графічної інформації.

У **другому розділі** вдосконалено метод прогресивного стиснення мультимедійної інформації, основними складовими якого є математична модель ТКС, яка враховує можливості та особливості використання проміжного

телекомунікаційного обладнання для додаткового стиснення мультимедійного контенту, метод модифікації кодеку прогресивного стиснення графічного контенту, вдосконалений алгоритм SPIHT (Set Partitioning in Hierarchical Trees) кодування, алгоритм функціонування та взаємодії серверів додаткового стиснення мультимедійного контенту [7].

Нехай в мережі, що складається умовно з одного узагальненого сегменту, передається повідомлення. Імовірність успішного прийняття пакету p – величина, яка залежить від якості і виду каналу зв'язку. Ймовірність втрати пакета дорівнює $q=1-p$, після чого проводиться повторна передача загубленого пакета. Існують ситуації, коли пакет може передаватися кілька разів. У разі передачі множини пакетів, сторона, що передає, посилає наступний пакет, не чекаючи отримання підтвердження про правильне отримання попереднього пакета. Тому, при невдалій передачі пакету, загальний час збільшується лише на час повторної послілки одного пакета. Цей механізм зображений у формулі:

$$p_1(i)=pq^{i-1}, \tau(i)=i\tau_p, \text{ для } i \geq 1. \quad (4)$$

Тут $p_1(i)$ – імовірність доставки пакета з i -тої спроби; $\tau(i)$ – час доставки повідомлення за i спроб; τ_p – час для окремої спроби надсилання пакету.

Знаючи значення часу та імовірності (4), можна оцінити середній час доставки повідомлення:

$$\bar{\tau} = \tau_k + N \cdot \sum_{i=1}^{\infty} pq^{i-1} \tau_p i, \quad (5)$$

де N – кількість пакетів в повідомленні, що пропорційно кількості інформації в цьому повідомленні; τ_k – час на встановлення з'єднання. Внаслідок того, що τ_k та $\sum_{i=1}^{\infty} pq^{i-1} \tau_p i$ постійні для конкретного шляху в ТКС в однакових умовах експлуатації (для коротких повідомлень властивості експлуатації каналу зв'язку змінюються не сильно, для довгих повідомлень значення p , q , τ_p є статистично усередненими за час проходження повідомлення), то час доставки інформації пропорційний кількості інформації в повідомленні:

$$\bar{\tau}(S) = S \cdot A + B, \quad (6)$$

де S – кількість байтів у повідомленні; A , B – шукані характеристики телекомунікаційного з'єднання, які є повільно змінними і можуть бути статистично усередненими.

Використовуючи формулу (4) можна побудувати розподіл ймовірності доставки одного пакета повідомлення. Такий розподіл називається розподілом Паскаля, що задає ймовірність першої вдалої спроби в серії експериментів. Для побудови розподілу ймовірності кількості спроб передачі двох пакетів, потрібно провести згортку розподілів передачі однопакетного повідомлення. Два пакети вимагають вже почергової передачі, тому ймовірність того, що два пакети прийдуть за i квантів часу τ_p є сума добутоків всіх варіантів $p(j)p(k)$ при $j+k=i$. Тоді для двох пакетів з розподілами (4) отримаємо:

$$p_2(i) = \sum_{j=1}^{i-1} p_1(j) \cdot p_1(i-j) \rightarrow p_2(i) = \sum_{j=1}^{i-1} pq^{j-1} \cdot pq^{i-j-1} \rightarrow p_2(i) = p^2 \sum_{j=1}^{i-1} q^{i-2},$$

де p_2 – ймовірність того що два пакети будуть доставлені за час $i\tau_p$.

Остаточо: $p_2(i) = p^2 q^{i-2} (i-1), i \geq 1$.

Для знаходження розподілу ймовірності кількості відправок пакетів повідомлення, яке міститься в трьох пакетах, знову проводиться згортка розподілів $p_2(i)$ та $p_1(i)$. Для вираження $p_3(i)$ шукається сума, яка є арифметичною прогресією.

Звідки отримуємо загальний вираз: $p_3(i) = p^3 q^{i-3} \frac{(i-1)(i-2)}{2}$.

Далі, для знаходження ймовірності передачі N пакетів за i спроб, знайдемо $p_4(i)$. Для цього знову використовуємо згортку розподілів ймовірностей:

$$p_4(i) = \sum_{j=1}^{i-1} p_3(j) p_1(i-j) \rightarrow p_4(i) = \sum_{j=1}^{i-1} p^3 q^{j-3} \frac{(j-1)(j-2)}{2} p q^{i-j-1},$$

$$p_4(i) = p^4 \sum_{j=1}^{i-1} q^{j-3+i-j-1} \frac{(j-1)(j-2)}{2} \rightarrow p_4(i) = \frac{p^4 q^{i-4}}{2} \sum_{j=1}^{i-1} (j-1)(j-2).$$

Знайдемо значення суми $S_4(i) = \sum_{j=0}^{i-2} j(j-1)$ із зміненими межами для більш

простого запису перетворень. Для цього приймемо що $f(j) = j^2 - j$, і $S_4(i) = f(0) + f(1) + f(2) + \dots + f(i-2)$. Щоб знайти суму, побудуємо $F(j) = Aj^3 + Bj^2 + Cj$ таке, що $f(j) = F(j+1) - F(j)$. Тоді $f(j) = A(j+1)^3 + B(j+1)^2 + C(j+1) - Aj^3 - Bj^2 - Cj$, розкривши дужки отримаємо $f(j) = j^2(3A) + j(3A + 2B) + (A + B + C)$. З останнього рівняння отримаємо: $j^2 - j = j^2(3A) + j(3A + 2B) + (A + B + C)$. Тепер можна записати систему рівнянь для визначення шуканих коефіцієнтів:

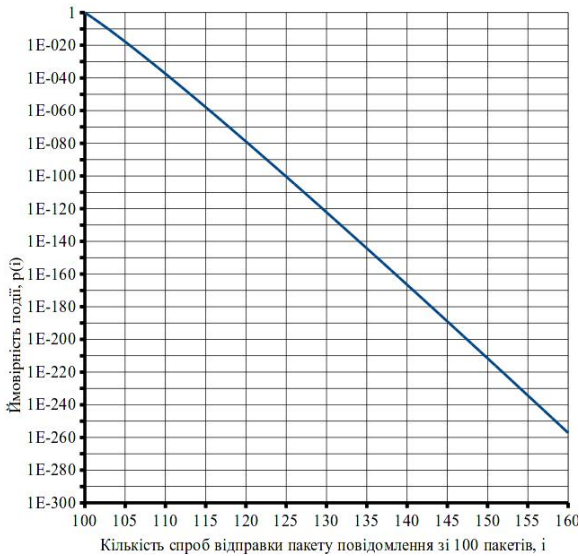


Рис. 1. Розподіл ймовірності кількості спроб надсилення пакетів

$$\begin{cases} 3A = 1 \\ 3A + 2B = -1 \\ A + B + C = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 1/3 \\ B = -1 \\ C = 2/3 \end{cases}$$

звідки $F(j) = j(j-1)(j-2)/3$ та

$$p_4(i) = p^4 q^{i-4} \frac{(i-1)(i-2)(i-3)}{2 \cdot 3}.$$

На основі вищевказаного можна припустити, що загальний вигляд формули для розрахунку ймовірності того що N пакетів будуть доставлені за час $i\tau_p$ має вигляд:

$$p_N(i) = p^N q^{i-N} \frac{(i-1)(i-2)\dots(i-(N-1))}{(N-1)!}, \quad (7)$$

В дисертаційній роботі це доводиться методом математичної індукції. В результаті використання знайденого розподілу кількості переданих пакетів

інформації отримано середню кількість спроб передачі окремих пакетів повідомлення в залежності від кількості таких пакетів в цьому повідомленні та дисперсія до цієї величини [1], (розподіл передачі 100 пакетів показано на рис. 1):

$$M(N) = \frac{N}{p}, \quad D(N) = N \frac{1-p}{p^2}.$$

Результати дослідження процесу функціонування ТКС показав, що на оперативність передачі даних впливає інтенсивність переданих потоків. Аналіз засобів підвищення оперативності показав, що використання сучасних методів кодування зображень та іншої мультимедійної інформації дозволить зменшити кількість переданої інформації. Для рішення цієї задачі в дисертаційній роботі розроблено метод модифікації прогресивного кодеку графічного контенту.

В методі передбачено блочне кодування, для якого окремо визначають ймовірності появи в послідовності одиничних бітів. Для цього необхідно визначитися з розміром блоку і точністю завдання ймовірності надходження одиничного біта.

Нехай для запису відносної частки одиничних бітів на N_i бітів файлу використовується запис з фіксованою точкою розміром в b біт: $p(1)=1-p(0)$. Тоді розмір коду буде $N_i = -N_i [p_i(0)\log_2 p_i(0) + p_i(1)\log_2 p_i(1)] + b$, де N_i^* розмір упакованої частини N_i , $p_i(0)$ – ймовірність появи нульового біта є N_{i0}/N_i , $p_i(1)$ – ймовірність появи одиничного біта дорівнює N_{i1}/N_i . Використовуючи формули визначення ймовірностей, виключаємо з попереднього виразу кількість одиничних і нульових біт, залишивши лише ймовірність одиничного біта і розмір кодової частини зображення:

$$N_i = -N_i [(1 - p_i(1))\log_2(1 - p_i(1)) + p_i(1)\log_2 p_i(1)] + b, \quad (7)$$

де перший доданок залежить від властивостей інформації, а другий є константою, яка містить значення ймовірності $p(1)$. Повний розмір файлу при цьому буде сумою розмірів упакованих частин:

$$N_i = -\sum_{i=1}^n N_i [(1 - p_i)\log_2(1 - p_i) + p_i\log_2 p_i] + n \cdot b, \quad (8)$$

де n – кількість частин для упаковки зображення, p_i – доля одиничних бітів в i -тому блоці.

Якщо у блоці для кодування спостерігається коливання ймовірності появи “1”, тоді ступінь стиснення менших частин даних повинні дати кращий результат. Однак, при збільшенні кількості таких частин потрібно використовувати більшу кількість інформації для запису значення ймовірностей, nb у формулі (8).

Це призводить до задачі оптимізації:

$$N_i = \frac{-N}{n} \sum_{i=1}^n [(1 - p)\log_2(1 - p) + p\log_2 p] + n \cdot b \rightarrow \min, \quad (9)$$

де p_i – залежить від кодової інформації та лежить в межах від 0 до 1; n – кількість блоків кодування, яке має значення від 1 до N ; b – обирається відповідно властивості інформації яка кодується, в більшості випадків оптимальними з врахуванням архітектури цифрового апаратного забезпечення є значення 8 або 16 бітів.

Сенс такої оптимізації полягає в більш точному визначенні ймовірності появи одиничного біта на ділянці коду, але для запису такого коефіцієнта теж потрібно виділяти певну кількість інформації. При збільшенні кількості проміжків n вдвічі, кількість інформації для запису коефіцієнтів теж виростає удвічі. Це зростання повинно бути компенсовано поліпшенням ступеня стиснення зображення. Визначено, що при надмірному розподілі потоку інформації на блоки, ступінь стиснення може не лише погіршитися, але і в результаті можна отримати файл більшого розміру, ніж початковий. Прийняти рішення про подальше зменшення блоків з узагальненою інформацією про частки одиничних бітів можна з аналізу формули (8).

Нехай розмір блоку зменшується вдвічі. З причини наявності множини блоків з різною щільністю розподілу одиничних бітів використаємо позначення цієї щільності $p_{m,n}$, де m – номер блоку, n – їх кількість.

Позначимо: $p_{2i,2n} = p_a, p_{2i+1,2n} = p_b, p_{i,n} = p, p = (p_a + p_b)/2$.

Зрозуміти у скільки разів зміниться ступінь стиснення інформації одного блоку можна із співвідношення:

$$K = \frac{2(p \log_2 p + (1-p) \log_2 (1-p))}{p_a \log_2 p_a + (1-p_a) \log_2 (1-p_a) + p_b \log_2 p_b + (1-p_b) \log_2 (1-p_b)}, \quad (10)$$

де $K(p_a, p_b)$ – симетрична щодо аргументів функція, яка дорівнює 1 при $p_a = p_b$, що означає відсутність зміни в розмірі стисненої інформації. В цьому випадку користі від розбиття потоку даних на більш дрібні частини не буде. Коли $p_a \neq p_b$, то $K > 1$, і це означає зменшення початкової кількості інформації на передачу (див. рис. 2).

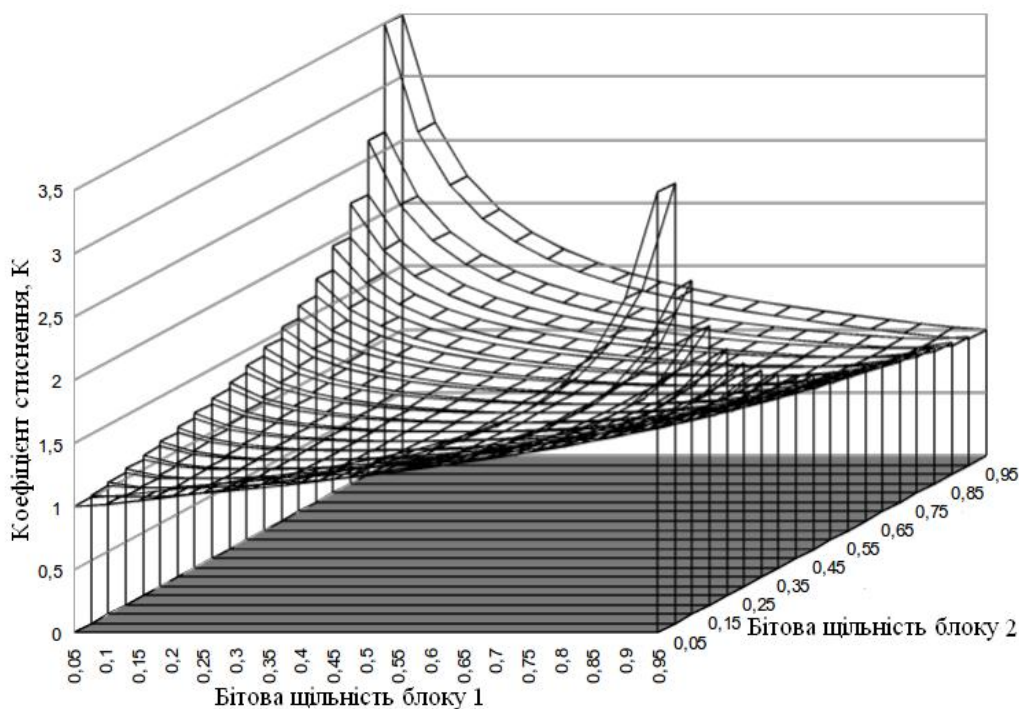


Рис. 2. Залежність коефіцієнта зменшення кількості інформації при розбитті блоку кодування $p = p_a + p_b$

З рис. 2 видно, що ступінь стиснення інформації значно зростає при максимальній різниці між p_a і p_b . Для прийняття рішення про зменшення блоків

кодування необхідно мати оцінку $|p_a - p_b|$. В дисертаційній роботі оцінку зроблено за допомогою фрактальної розмірності числової послідовності [1, 10, 21].

Для перевірки результативності впровадження стиснення зображення зі свідомо великими втратами інформації, зроблено порівняння збереження контурів зображень. Порівняння проводилося по відновленому зображенню після кодування різними методами. Спочатку був виділений контур зображень методом SUSAN (smallest univalue segment assimilating nucleus), після чого записано як контурне зображення. Контурні зображення були порівняні з контурним зображенням оригіналу. Порівняння контурних зображень було зроблено за показниками середнього квадратичного відхилення і $K_{\text{якост}}$ (PSNR peak signal-to-noise ratio) – коефіцієнтом якості візуалізації мультимедійної інформації. Результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати порівняльного дослідження методів прогресивного стиснення мультимедійної інформації

SPIHT		Вдосконалений SPIHT		Порівняння	
MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
71,1533	11,0869	69,8467	11,2479	1,3066	0,161
34,4995	17,3745	30,6383	18,4055	3,8612	1,031
50,0077	14,1501	42,7969	15,5026	7,2108	1,3525
27,9243	19,2112	17,5836	23,2286	10,3407	4,0174
68,2311	11,4512	61,8828	12,2994	6,3483	0,8482
37,452	16,6613	28,5138	19,0297	8,9382	2,3684
55,5794	13,2325	52,0103	13,809	3,5691	0,5765
81,7883	9,87698	61,3843	12,3697	20,404	2,49272
...
34,8155	17,2953	27,5759	19,3202	7,2396	2,0249
В середньому:				5,1367	0,83544

Третій розділ присвячено розробці методу прогнозування трафіку в ТКС. В дисертаційній роботі показана обмеженість існуючих методів побудови прогнозу на довгий період зміни завантаженості серверів. Це призводить до необхідності розробки нового алгоритму для екстраполяції квазіперіодичних часових рядів.

Завдання полягає в апроксимації з подальшою екстраполяцією сигналу заданого значеннями на, можливо нерівномірній, сітці за часом неперіодичних коливальних процесів, які містять в собі гармонійні складові з некратними частотами. Для опису алгоритму регресії в тригонометричний ряд за прийнятний машинний час розглянемо наближення експериментальних даних функцією $g(t) = a_0 + a_1 \sin(\omega t) + a_2 \cos(\omega t)$, де a_0 , a_1 , a_2 , ω – коефіцієнти що розраховуються.

Дано: $f(t_i)$ – значення функції, результати вимірювань в моменти часу t_i , де $i=1..N$, N – натуральне число; необхідно визначити коефіцієнти a_0 , a_1 , a_2 , ω такі, що [4, 14, 21]

$$S(\omega) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_0 + a_1 \sin(\omega t_i) + a_2 \cos(\omega t_i) - f(t_i))^2 = \min. \quad (11)$$

Для знаходження a_0 , a_1 , a_2 можна використовувати метод найменших квадратів. Знайдемо часткові похідні $S(\omega)$ і прирівняємо їх до нуля, отримавши систему рівнянь вирішення якої дає мінімум середньоквадратичного відхилення:

$$S'_{a_0}(\omega t) = 2a_0 + 2a_1 \overline{\sin(\omega t)} + 2a_2 \overline{\cos(\omega t)} - 2\overline{f(t)} = 0; \quad (12)$$

$$S'_{a_1}(\omega) = 2a_0 \overline{\sin(\omega t)} + 2a_1 \overline{\sin^2(\omega t)} + 2a_2 \overline{\sin(\omega t)\cos(\omega t)} - 2\overline{f(t)\sin(\omega t)} = 0; \quad (13)$$

$$S'_{a_2}(\omega) = 2a_0 \overline{\cos(\omega t)} + 2a_1 \overline{\sin(\omega t)\cos(\omega t)} + 2a_2 \overline{\cos^2(\omega t)} - 2\overline{f(t)\cos(\omega t)} = 0. \quad (14)$$

Тут з метою спрощення записів введено позначення середнього арифметичного: $\frac{1}{N} \sum_i v(t_i) = \overline{v(t)}$, де N – кількість доданків в сумі, а i – індекс підсумовування.

Наведемо висновок формули знаходження значень середніх арифметичних для пошуку коефіцієнтів системи (12-14). По формулі Муавра $e^{jx} = \cos(x) + j \cdot \sin(x)$, де $j = \sqrt{-1}$, сума

$$\sum_{i=0}^N \sin(\omega t_0 + \omega h i) = \sum_{i=0}^N \text{Im}(e^{j(\omega t_0 + \omega h i)}) = \text{Im} \left[e^{j t_0 \omega} \sum_{i=0}^N (e^{j \omega h})^i \right],$$

є геометричною прогресією з коефіцієнтом $e^{j \omega h}$. Використавши співвідношення знаходження суми геометричної прогресії, отримуємо:

$$\sum_{i=0}^N \sin(\omega t_0 + \omega h i) = \text{Im} \left[e^{j t_0 \omega} \frac{e^{j \omega h (N+1)} - 1}{e^{j \omega h} - 1} \right].$$

Для отримання кінцевого виду формул знову скористаємося формулою Муавра, повернувшись до використання синусів і косинусів, залишивши лише уявну, а потім тільки дійсну частини:

$$\frac{1}{N+1} \sum_{i=0}^N \sin(\omega t_0 + \omega h i) = \frac{\cos(\omega(t_0 - h/2)) - \cos(\omega(t_0 + h(N+1/2)))}{2(N+1)\sin(\omega h/2)},$$

$$\frac{1}{N+1} \sum_{i=0}^N \cos(\omega t_0 + \omega h i) = \frac{-\sin(\omega(t_0 - h/2)) + \sin(\omega(t_0 + h(N+1/2)))}{2(N+1)\sin(\omega h/2)}.$$

Аналогічно було отримано вирази для знаходження сум квадратів тригонометричних функцій:

$$\frac{1}{N+1} \sum_{i=0}^N \cos(\omega t_0 + \omega h i) \sin(\omega t_0 + \omega h i) =$$

$$\frac{1}{N+1} \sum_{i=0}^N \frac{1}{2} \sin(2\omega t_0 + 2\omega h i) =$$

$$\frac{\cos(\omega(2t_0 - h)) - \cos(\omega(2t_0 + h(2N+1)))}{4(N+1)\sin(\omega h)}.$$

Завдяки цим співвідношенням розрахунок коефіцієнтів для системи рівнянь (12-14) відбувається значно швидше. Фактично, повністю проходить пошук суми тільки для трьох складових, які використовують виміряні значення.

Розв'язання системи (12-14) дає можливість однозначно виразити коефіцієнти a_0 , a_1 , a_2 , що дозволяє побудувати функцію, яка співставляє мінімальне середньоквадратичне відхилення заданій частоті ω .

При пошуку частоти ω неможливо врахувати весь набір частот $(0; +\infty)$, тому пошук зверху обмежується частотою, яка задається теоремою Котельникова-Найквіста.

Загальна схема корекції частки трафіку через систему прогнозування трафіку та прогресивного стиснення мультимедійної інформації для зменшення інтенсивності трафіку [3] наведено на рис. 3.

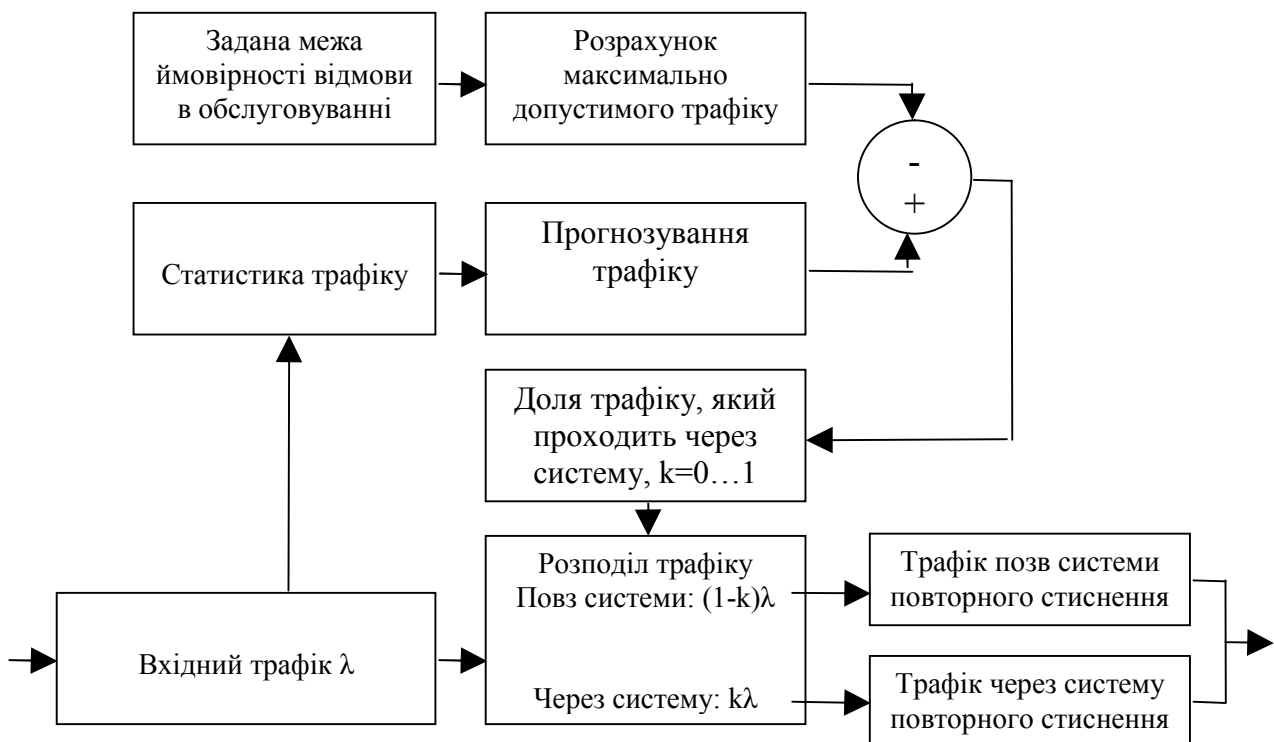


Рис. 3. Схема корекції частки трафіку через систему прогнозування трафіку та прогресивного стиснення мультимедійної інформації

Як показали дослідження використання системи прогнозування трафіку з допуском недовантаження системи ($b = 300$ Мб / год) і допустимою пропускною здатністю ($A = 2000$ Мб / год) дозволить зменшити інтенсивність трафіку в ТКС до 1,6 рази, що наочно наведено на рис. 4 [10].

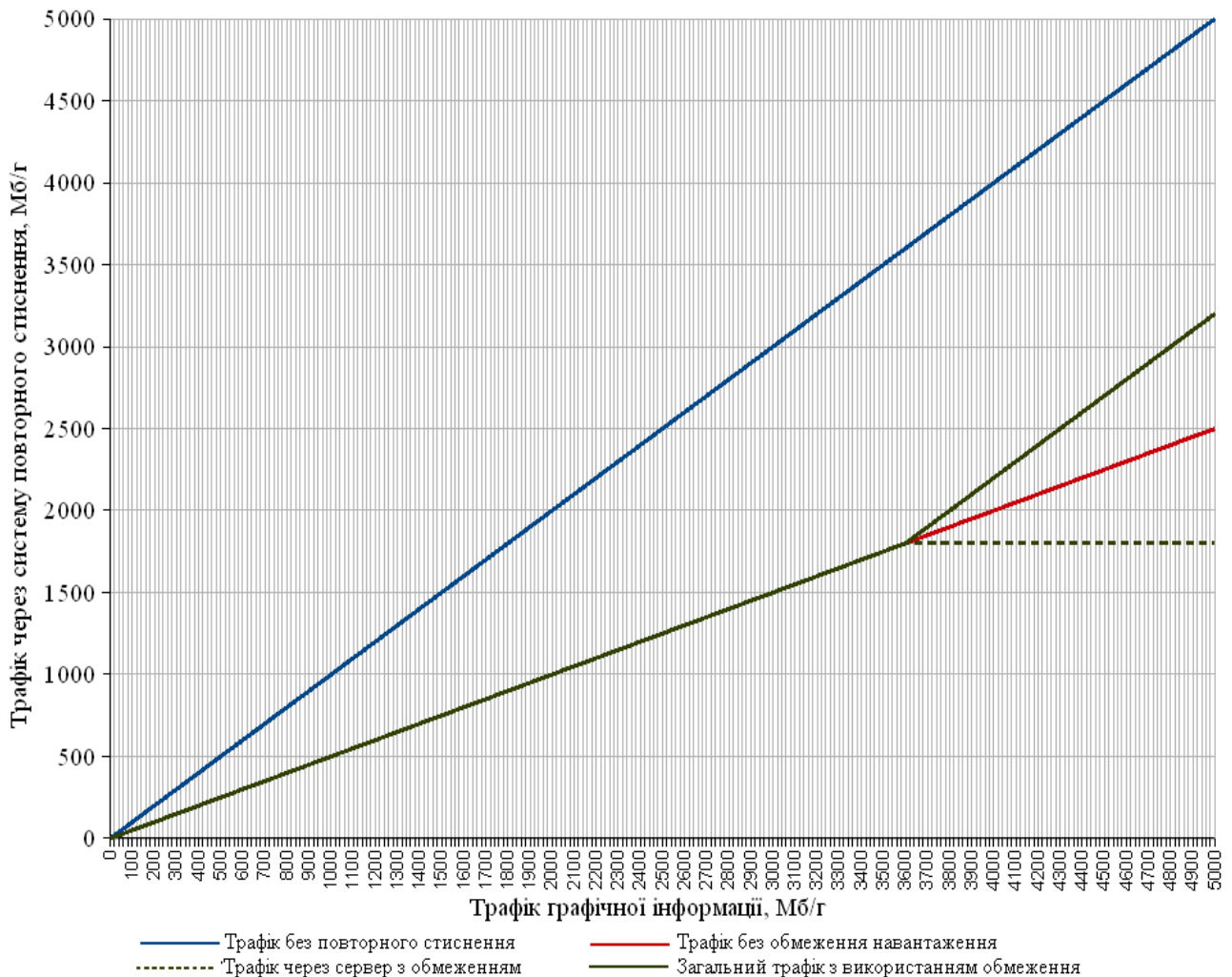


Рис. 4. Графічний трафік серверу додаткового стиснення інформації в порівнянні з початковим графічним трафіком

У четвертому розділі дисертаційної роботи досліджено ефективність розробленого методу підвищення оперативності передачі даних та проведено оцінку достовірності отриманих в дисертаційній роботі результатів.

Дослідження проводилося в межах правдоподібних значень, в яких мультимедійний трафік становив 75% пропускної здатності мережі. Решта 15% становив http контент з 90% графічної інформації. Унаслідок переважної кількості трафіку від єдиної точки доступу до клієнтів мережі, колізії пакетів були відносно рідкісними і при теоретичних оцінках не враховувалися. Загальна пропускна здатність мережі була зайнята на 85-90%.

В результаті використання кешуючого сервера повторного стиснення даних, трафік графічної інформації в локальній мережі впав у 3 рази. Після чого зайнятість каналу передачі впала з 90% до 80% від пропускної здатності. Також, зниження завантаженості Wi-Fi каналу зв'язку на 10% значно знизило ймовірність втрати пакетів низького пріоритету, що зменшило показник латентності в мережі.

На основі структури реальної локальної офісної мережі побудована модель з бездротовим сегментом. Повна модель топології мережі показана на рис. 5.

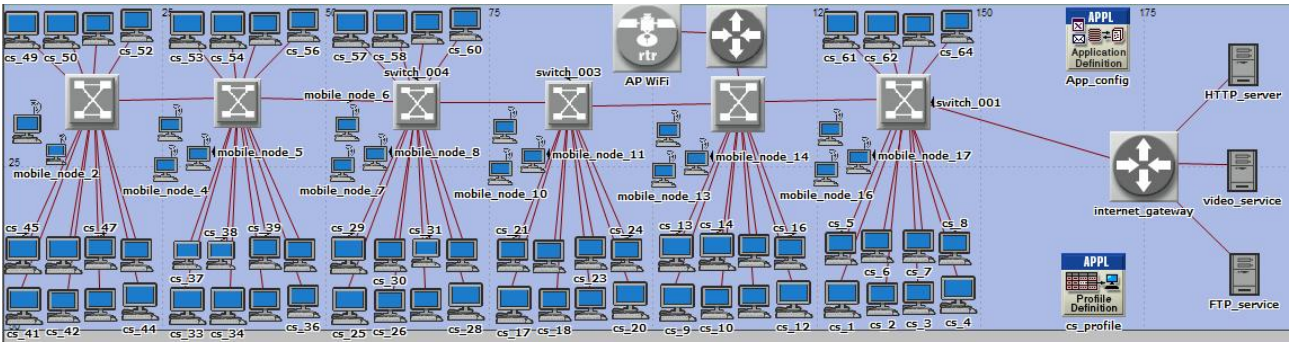


Рис. 5. Модель офісної комп'ютерної мережі

У процесі моделювання проводилося вимірювання часу доставки як пакетів підвищеного пріоритету, так і пакетів даних загального призначення. Результати роботи моделі представлені на рис. 6-7 у вигляді графіків.

На графіку рис. 6 видно, що затримка трафіку підвищеного пріоритету при зазначених умовах складає в середньому 0,20 сек. У Ethernet мережі затримка значно нижча і складала в середньому 1,5 мілісекунд з наявністю часових спадів до 10-22 мілісекунд.

Повторне моделювання, результати якого показані на рис. 7, проводилося зі зміною налаштувань http сервера, в якому був змінений середній розмір файлу зображення до 50% від початкового. У конкретному прикладі затримка пакетів підвищеного пріоритету в бездротовому з'єднанні складала 0,17 сек., а в Ethernet з'єднанні 0,7 мілісекунд.

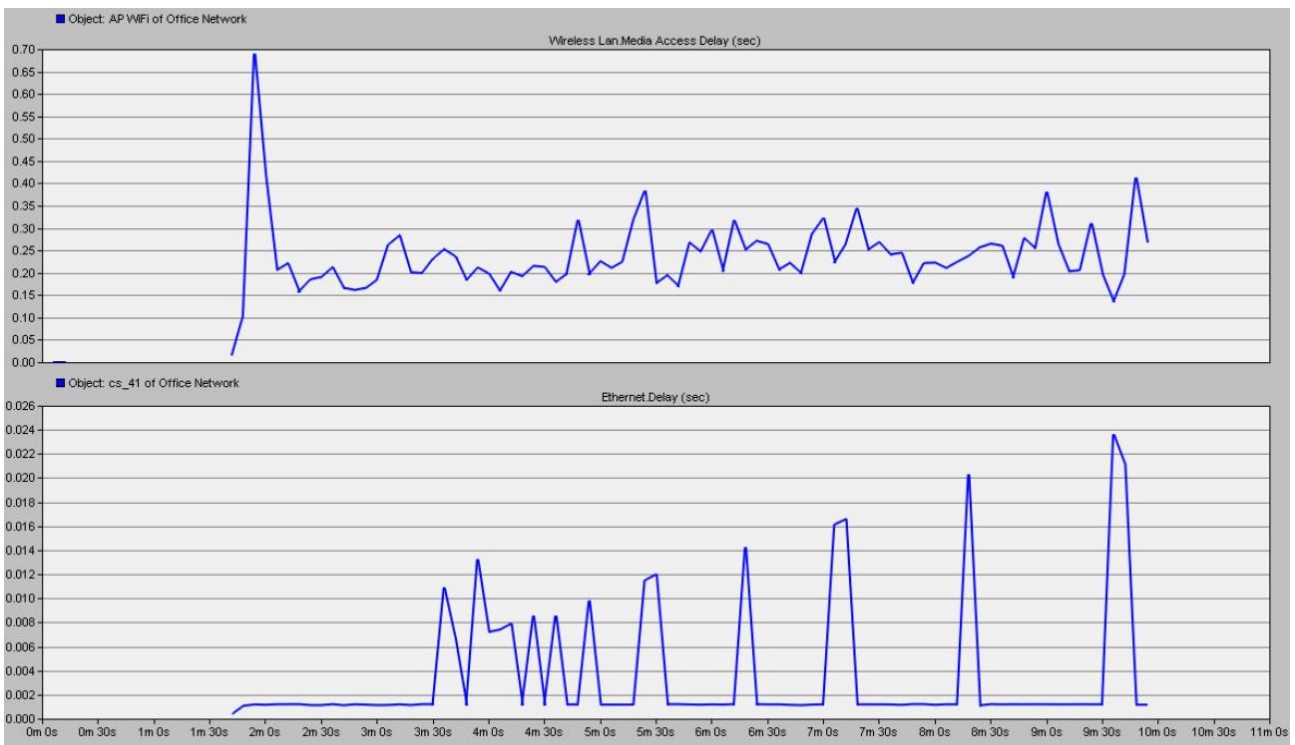


Рис. 6. Часові затримки передачі пакетів даних загального призначення (нижній графік) і пакетів підвищеного пріоритету (верхній графік)

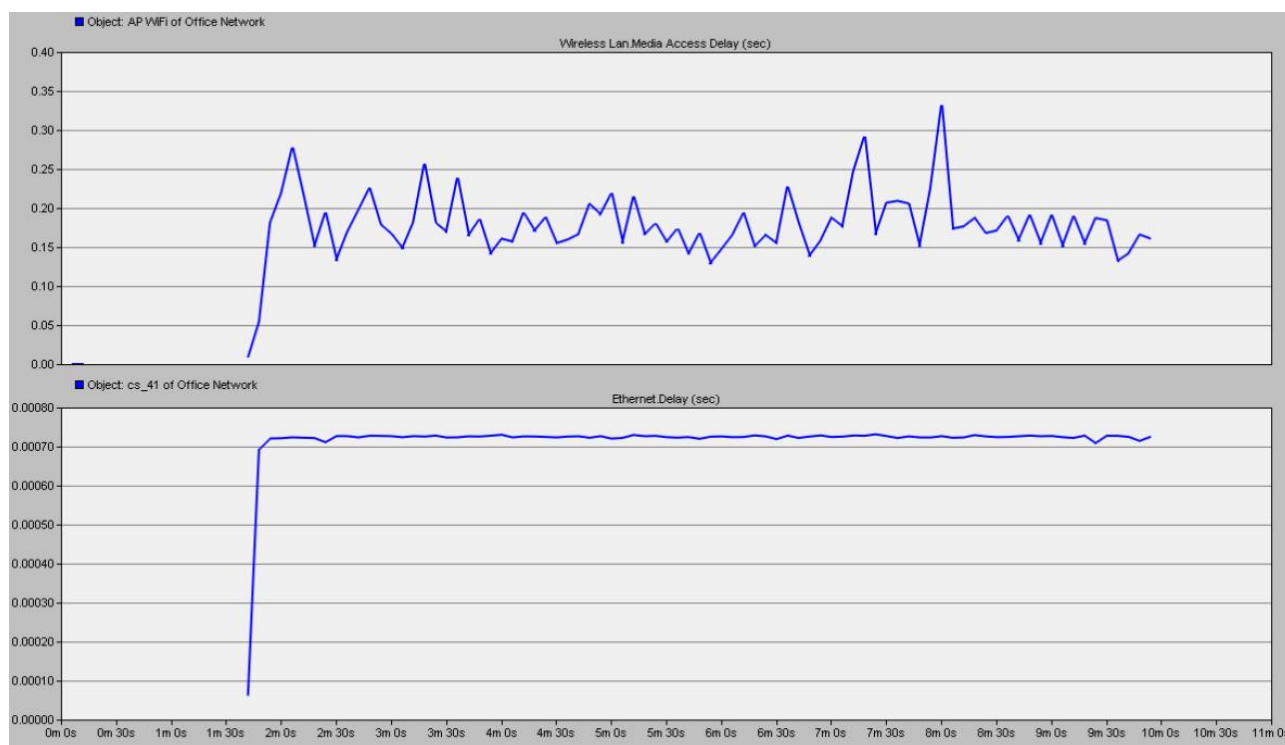


Рис. 7. Часові затримки передачі пакетів при зменшеному трафіку графічного контенту

За результатами моделювання можна зробити висновки, що зниження інтенсивності загального трафіку на 4-6% дало результати зниження часових інтервалів доставки пакетів не тільки для високопріоритетних частин трафіку.

Результати моделювання можна порівняти, використовуючи дані з табл. 2. Остаточо отримано підтвердження для завантажених мереж: при незначному зменшенні трафіку в мережі спостерігається значне зменшення часу передачі пакету в цій мережі, результат більш значущий для високопріоритетних частин трафіку.

Таблиця 2

Зміна затримок доставки пакетів в мережі

Пріоритет трафіку	Без повторного стиснення, с	З повторним стисненням, с	Відносна зміна затримки доставки пакетів,
Wi-Fi	0.22	0.17	77 %
Ethernet	0.0017	0.0008	47 %

Таблиця 3

Результати вимірювання затримок ICMP пакетів

Навантаження мережі, Кб/с	Навантаження мережі, %	t, мс мінімум	t, мс середнє	t, мс максимум
5000	83	7,8	23,6	77,2
4000	66	8,2	15,3	77,6

Практична перевірка впливу завантаженості мережі на оперативність передачі пакетів даних була проведена на стаціонарному комп'ютері з програмним обмеженням трафіку з боку провайдера в 60 Мбіт/сек.

Результат оцінювався по 1000 вимірів часу відповіді на ICMP запит до віддаленого сервера, який не відносився до файлових серверів. Отримано результати для мережі з пропускною здатністю 6000Кб/с (табл. 3).

У результаті зниження навантаження на мережу на 20% було покращено середній час проходження пакетів на 35%.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-технічна задача, яка полягає в розробці методів підвищення ефективності передачі інформації у ТКС. Проведені в дисертаційній роботі дослідження, результати вирішення завдань, а також результати розрахунків та порівняльного аналізу дали можливість отримати наступні наукові та практичні результати.

1. Проведений аналіз моделей, методів та засобів управління інформаційним потоком в сучасних ТКС показав, що в умовах підвищеної інтенсивності графічного контенту використовувані в даний час методи обробки інформації в ТКС не дозволяють забезпечити необхідний рівень ефективності передачі інформації. Дослідження основних моделей та методів підвищення ефективності передачі інформації дозволили визначити основні напрямки дисертаційного дослідження та шляхи вирішення науково-технічної задачі.

2. Вперше розроблено метод прогнозування трафіку в ТКС, який відрізняється від відомих використанням розкладання часового сигналу на гармонічні складові з некрратними частотами і послідовним виділенням трендів, що дозволило зменшити ймовірність відмови в обслуговуванні та зменшило інтенсивність графічного трафіку ТКС в 1,6 рази.

3. Вдосконалено метод прогресивного стиснення графічної інформації, який на відміну від відомих має кращі характеристики збереження контуру в зображенні і надає можливості регулювання трафіку графічного контенту, що дозволило підвищити деталізацію графічної інформації на 12%.

4. Отримала подальший розвиток математична модель процесу передачі багатопакетних повідомлень в ТКС, яка на відміну від відомих, враховує можливості та особливості використання проміжного телекомунікаційного обладнання для додаткового стиснення графічного контенту, що дозволить оцінити середній час і дисперсію часу доставки багатопакетних повідомлень в умовах повторного стиснення низькопріоритетного графічного трафіку.

5. Проведено дослідження ефективності розробленого методу підвищення оперативності передачі даних, яке показало зменшення часу передачі окремих пакетів повідомлень на 4%-6% за рахунок зменшення графічного трафіку; обґрунтовано практичні рекомендації щодо його використання.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Дреев А.Н.* Использование неравномерного распределения единичных битов для дополнительного сжатия SPIHT кода / А.Н. Дреев, А.А. Смирнов // Информационные системы в управлении, образовании, промышленности: монография. Под редакцией профессора В.С. Пономаренко. – Х.: Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2014. – 498 с.
2. *Дреев О.М.* Дослідження впливу шляху розгортки на ступінь ентропійного стиснення цифрового зображення / О.М. Дреев, О.В. Слюсар // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Випуск 21. – Кіровоград: КНТУ. – 2008 – С. 115-118
3. *Дреев О.М.* Метод розвантаження телекомунікаційного сервера за рахунок кешування зображень / О.М. Дреев // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Випуск 25. Частина I. – Кіровоград: КНТУ. – 2012 – С. 419-424
4. *Дреев О.М.* Метод прогнозування завантаженості серверу телекомунікаційної мережі / О.М. Дреев, О.А. Смірнов, Є.В. Мелешко, О.В. Коваленко // Системи обробки інформації. Випуск 3(101) Том 2. – Х.: ХУПС. – 2012. – С. 181-188
5. *Дреев О.М.* Оцінка якості стиснення зображень на основі дискретного перетворення Хартлі / О.В. Коваленко, О.П. Доренський, О.М. Дреев // Системи озброєння і військова техніка. Науковий журнал 2(34) – Х.: ХУПС – 2013. С. 99-102.
6. *Дреев О.М.* Дослідження впливу ступеня стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі / О.А. Смірнов, О.М. Дреев, О.П. Доренський // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 8(115). – Х.: ХУПС – 2013. – С. 234-239.
7. *Дреев А.Н.* Сравнение битовых плотностей при использовании различных методов кодирования информации / А.Н. Дреев, А.А. Смирнов // Системи обробки інформації, 2014, випуск 2(118), том 2 – Харків: ХУПС – 2014. С 64-66.
8. *Дреев О.М.* Моделювання впливу інтенсивності трафіку на оперативність доставляння інформації / О.М. Дреев // Науково-виробничий журнал “Зв’язок”. – Київ: ДУТ, 2014. – № 2 (108) С. 24-29.
9. *Дреев А.Н.* Повышение вероятности доставки сообщений в телекоммуникационных системах и сетях для обеспечения информационной безопасности / А.Н. Дреев, А.А. Смирнов // «Безпека інформації» Том 21, №1 2015 р. – Київ: НАУ – 2015. – С. 22-28.
10. *Dreyev A.N.* Block Mathematical Coding Method of Images Compressed by a SPIHT Algorithm / A.N. Dreyev, A.A. Smirnov // International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Volume 03, Issue 5. USA, Indiana, Riley: Science and Engineering Publishing Company. – May 2013 – P.34-39. ISSN: 2250-3005
11. *Дреев О.М.* Узагальнення вейвлету Хаара / О.М. Дреев, Г.М. Дреева // Збірник тез доповідей Комбінаторні конфігурації та їх застосування, 15-16 жовтня 2010 р. – Кіровоград: КНТУ – С. 58

12. *Дреєв О.М.* Узагальнення вейвлету Хаара / О.М. Дреєв // Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 80-річчю фізико-математичного факультету КДПУ ім. В. Винниченка 26 листопада 2010 р. – Кіровоград: КДПУ – С. 12
13. *Дреєв О.М.* Метод прогнозування завантаженості серверу телекомунікаційної мережі / О.М. Дреєв, О.В. Коваленко // Тези доповідей Новітні технології – для захисту повітряного простору. Дев'ята наукова конференція. 18-19 квітня 2011 р. – Х.: ХУПС. – 2012. – С. 206
14. *Дреєв О.М.* Метод довгострокового прогнозування навантаження серверу телекомунікаційної мережі / О.М. Дреєв, Г.М. Дреєва // Комбінаторні конфігурації та їх застосування. Кіровоград. 13-14 квітня 2012 р. – Кіровоград: КНТУ. – 2012. – С. 50
15. *Дреєв О.М.* Вдосконалення стиснення зображень SPIHT методу шляхом додаткового кодування та відкладеної передачі уточнення вейвлет коефіцієнтів / О.М. Дреєв // Дискретна математика та її застосування у економіко-математичному моделюванні та інформаційних технологіях. 11-13 жовтня 2012 р. – Запоріжжя: ЗНУ – 2012. – С. 22-23.
16. *Дреєв О.М.* Методи підвищення якості обслуговування у телекомунікаційних системах та мережах / О.М. Дреєв, Г.М. Дреєва, О.А. Смирнов // Збірник тез доповідей. Академія внутрішніх військ МВС України “Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку” 20-21 березня 2013р. – Харків: АВВ. – 2013. С. – 18-19
17. *Дреєв А.Н.* SPIHT кодирование с отложенной передачей значимых битов / А.Н. Дреєв // Тези доповідей. Новітні технології – для захисту повітряного простору. Дев'ята наукова конференція 17 квітня 2013 р. – Х.: ХУПС. – 2013. – С. 206
18. *Дреєв А.Н.* Повышение оперативности доставки данных повышенной востребованности в телекоммуникационных системах и сетях / А.Н. Дреєв, А.А. Смирнов, Е.В. Мелешко // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії 25-26 квітня 2013 р. Системи обробки інформації. – Випуск 3 (110). Том 2. – Харків: ХУПС. – 2013. С. – 199.
19. *Дреєв О.М.* Середньостатистичний та найімовірніший час доставки багатопакетного повідомлення в телекомунікаційній системі або мережі / О.М. Дреєв, О.А. Смирнов // V Всеукраїнська науково-практична конференція "Інформатика та системні науки" ІСН – 2014, 13-15 березня 2014 року, м. Полтава: ПУЕТ – С. 92
20. *Дреєв О.М.* Визначення оптимального розміру блоку при бітовому арифметичному кодуванні / О.М. Дреєв, Г.М. Дреєва // Збірник тез доповідей Комбінаторні конфігурації та їх застосування, 11-12 квітня 2014 р. – Кіровоград: КНТУ – С. 44
21. *Дреєв А.Н.* Экстраполяция квазипериодических процессов с аддитивными помехами / А.Н. Дреєв, А.А. Смирнов // П'ята Міжнародна науково-практична конференція "Інформаційні технології та моделювання в економіці" 15-16 травня 2014 р. – Черкаси: ЧНУ – С. 59
22. *Дреєв А.Н.* Статистическая модель передачи многопакетного сообщения в телекоммуникационной системе или сети / А.Н. Дреєв, А.А. Смирнов // «Компьютерное моделирование в наукоемких технологиях (КМНТ-2014)» Харьков, 28-31 мая 2014 года – Х.: ХНУ – С. 137-140

АНОТАЦІЯ

Дресв О.М. Методи підвищення ефективності передачі інформації в корпоративних мережах. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. – Київ: Національний авіаційний університет, 2015.

Дисертаційна робота присвячена розробці методів підвищення ефективності передачі інформації в корпоративних мережах.

Метод ґрунтується на існуючих підходах розробки об'єктів нових технологій шляхом їх адаптації до проблемної області, а також на розроблених моделях процесу доставки багатопакетних повідомлень в телекомунікаційних системах з врахуванням використання додаткового обладнання для додаткового стиснення графічного контенту.

Для вирішення поставлених задач пропонується: прогнозування трафіку в ТКС, що використовує розкладання часового сигналу на гармонічні складові з некрatними частотами і послідовним виділенням трендів; прогресуюче стиснення мультимедійної інформації, що має поліпшені показники збереження контурної інформації в графічному контенті та надає можливості регулювання трафіку графічного контенту; математичне моделювання процесу передачі повідомлення в ТКС, що враховує можливості та особливості використання проміжного телекомунікаційного обладнання в корпоративних мережах для додаткового стиснення графічного контенту.

Результати роботи використані на промислових підприємствах та в навчальних закладах України.

Ключові слова: корпоративні мережі, телекомунікаційні системи, графічний контент, інформаційний трафік, прогресуюче стиснення.

АННОТАЦИЯ

Дресв А. Н. Метод повышения эффективности передачи информации в корпоративных сетях. — Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 – телекоммуникационные системы и сети. – Киев: Национальный авиационный университет, 2015.

Диссертационная работа посвящена разработке методов повышения эффективности передачи информации в корпоративных сетях, которые являются частным случаем телекоммуникационной системы.

Методы основываются на существующих подходах к разработке объектов новых технологий путем их адаптации к проблемной области, а также на разработанных моделях телекоммуникационной системы.

Разработан метод предсказания трафика в ТКС, использующий разложения временного сигнала на гармонические составляющие с некрatными частотами и последовательным выделением трендов, что позволит регулировать интенсивность потока информации через сервер дополнительного сжатия графической информации.

Усовершенствован метод SPIHT прогрессирующего сжатия графической информации, который в отличие от известных имеет повышенные показатели

сохранения контуров и возможность регулировки трафика графического контента, что позволит уменьшить время доставки графического контента.

Разработанная математическая модель процесса передачи многопакетных сообщений в телекоммуникационной системе корпоративной сети применяются для: распределения задач между подсистемами телекоммуникационной системы; разработки структуры телекоммуникационной системы; разработка структур подсистем; проработки и имитационного моделирования узлов; подготовки и выполнение экспериментов; обработки результатов экспериментов. Разработанная математическая модель учитывает возможности и особенности использования промежуточного телекоммуникационного оборудования для дополнительного сжатия графического контента.

Разработано программное обеспечение предсказания трафика в ТКС, что позволило регулировать вероятность отказа в обслуживании сервера дополнительного сжатия графического трафика и до 1,6 раза снизить интенсивность потока графической информации в ТКС. Показано, что их использование позволяет на 5% повысить оперативность передачи информационных пакетов в ТКС.

Результаты работы использованы на промышленных предприятиях и в учебных заведениях Украины.

Ключевые слова: корпоративные сети, телекоммуникационные системы, графический контент, информационный трафик, прогрессивное сжатие.

ABSTRACT

Dreev A.N. Method for increasing the efficiency of information transmission in corporations networks. — Manuscript.

Dissertation for the degree of technical sciences candidate, specialty 05.12.02 – telecommunication systems and networks. – Kiev: National Aviation University, 2015.

Thesis is devoted to the development of methods to improve the efficiency of data transmission in corporation's telecommunication systems and networks. The method is based on the existing approaches to the development of new technologies by the objects of their adaptation to the problem area, as well as to develop a model of telecommunication system. To achieve the objectives proposed: forecasting equipment failures telecommunication system; progressive compression of graphic data, which takes into account the edge characteristics of visual system and the possibility of controlling the traffic of graphic content; a mathematical model of a telecommunication system, taking into account the capabilities and features of the use of intermediate telecommunication equipment to further compress the multimedia content.

In this paper developed a mathematical model of the process of transferring multipacket messages in your corporate network, which takes into account the peculiarities of an intermediate of telecommunication equipment for the additional compression of graphical content. It make is possible to estimate the average time and dispersion of time send message delivery.

The work results are implemented in industry and educational institutions of Ukraine.

Keywords: corporate networks, telecommunication systems, graphic content, data traffic, progressive compression