


Авторефер.

с 6

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

**СОЛОМИЦЬКИЙ  
МАКСИМ  
ЮРІЙОВИЧ**



УДК 621.391

**МОДЕЛЬ ПОТОКІВ ПОВІДОМЛЕНЬ  
КОНВЕРГЕНТНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ 7.РЕЖІ  
05.12.02 - телекомунікаційні системи та мережі**

**Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

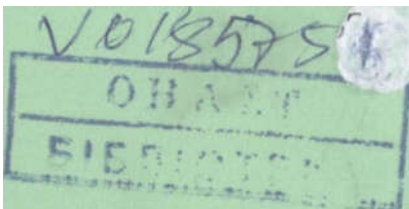
**Київ - 2014**

Дисертація на правах рукопису.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Гайворонська Галина Сергіївна**,  
Одеська національна академія харчових технологій,  
завідувач кафедри інформаційно- комунікаційних  
технологій.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Михайлов Сергій Анатолійович**,  
Одеська національна морська академія,  
завідувач кафедри морської електроніки;



кандидат технічних наук, доцент  
**Величко Віталій Юрійович**,  
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України,  
старший науковий співробітник.

Захист відбудеться «23» грудня 2014 р. о 16 годині 30 хвилин на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.861.01 в Державному університеті телекомунікацій за адресою: 03680, м. Київ, МСП-680, вул. Солом'янська, 7.

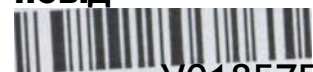
бібліотеці Державного університету Ч  
МСП-680, вул. Солом'янська, 7.



ОНАХТ

Автореф

**Модель ПОТОКІВ  
ПОВІД**



U018575

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сучасний етап розвитку світової цивілізації характеризується переходом від індустріального суспільства до інформаційного, яке передбачає нові форми соціальної і економічної діяльності, що базуються на масовому використанні інфокомунікаційних технологій. Різні телекомунікаційні мережі (ТМ) використовуються для доставки різних видів інформації, що виробляється і споживається сучасним суспільством. Принципи взаємодії ТМ зазнають істотних змін, які обумовлені економічними, адміністративними і технічними чинниками. Як наслідок, різноманітність мереж стає технічно недоцільною і економічно не вигідною. У такій ситуації ефективність спільної дії різних ТМ істотно перевищує ефективність їх роздільного функціонування. Тому у сучасних умовах є доцільним виконання досліджень конвергентних мереж, які задовольняють загальній синергетичній тенденції розвитку сфери інфокомунікацій.

-Науковим дослідженням, які пов'язані з вирішенням задач аналізу та синтезу ТМ, присвячена велика кількість робіт вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема, А.Д. Харкевича, Г.Б. Давидова, В.Н. Рогинського, В.І. Неймана, Б.С. Лівшиця, В.М. Ченцова, Ю.Д. Умріхіна, В.Г. Лазарева, Б.Я. Советова, С.А. Яко- влева, Г.П. Башаріна, Х. Іносе, Л. Клейнрока, М.А. Шнепс?, Г.С. Гайворонської, Н.А. Соколова, В.В. Поповського, Л.Н. Беркман, В.М. Безрука та багатьох інших. Однак через те, що конвергентні мережі не можна безпосередньо віднести до жодного з відомих класів мереж, а також приймаючи до уваги суттєві зміни ситуації на ТМ загалом, результати цих досліджень потребують уточнення та корекції.

Перспективою розвитку телекомунікацій є концепція мереж зв'язку наступного покоління *{Next Generation Network, NGN}*. Розвиток концепції *NGN* обумовлений, головним чином, необхідністю перенесення будь-яких видів інформації та надання всього спектру сучасних інформаційно-комунікаційних послуг (ІКП) в рамках єдиної універсальної ТМ, що володіє технічною можливістю організації нових служб для забезпечення рентабельності мережі як в сучасних умовах, так і у майбутньому. Конвергентна телекомунікаційна мережа (КТМ) є мережею, яка задовольняє концепції *NGN* і забезпечує оптимальний розподіл мережних ресурсів при наданні ІКП. Тому задачі побудови та оптимізації структури КТМ є пріоритетними на сучасному етапі розвитку телекомунікацій.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертаційної роботи тісно пов'язана з основними напрямками розвитку телекомунікацій в Україні, які визначено в основних діючих нормативних документах, зокрема в розпорядженні кабінету міністрів України «Про схвалення стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні до 2020 року» та рішенні Національної комісії, що здійснює державне регулювання в сфері зв'язку та інформатизації (НКРЗІ) «Про затвердження Концепції створення національної інформаційно-комунікаційної інфраструктури України». Виконані в рамках дисертаційної роботи дослідження відповідають основним напрямкам наукових досліджень, що проводяться на кафедрі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ) за замовленням інституту з проектування та розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури ПрАТ «Діпрозв'язок».

Мета роботи передбачає підвищення адекватності опису, ефективності функціонування та точності проектування конвергентної телекомунікаційної мережі за рахунок розробки моделі потоків повідомлень та заснованих на ній моделі навантаження і методу розрахунку мережного обладнання.

**Об'єкт дослідження** - процес передачі інформаційних потоків в конвергентній телекомунікаційній мережі.

**Предмет дослідження** - моделі та методи дослідження процесів розподілу інформації в мережах.

**Методи дослідження** використовують теорію: телетрафіку, мереж зв'язку, масового обслуговування, розподілу інформації, дослідження функцій.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні **задачі**.

1. Аналіз КТМ як об'єкта дослідження та формалізація її архітектури.
2. Аналіз існуючих моделей процесів розподілу інформації в мережах, визначення особливостей та формальний опис потоків інформації в КТМ.
3. Формалізація потоків повідомлень КТМ.
4. Розробка аналітичної моделі потоків повідомлень КТМ та дослідження математичних залежностей, які формують загальну модель потоку, а саме: часу перебування повідомлень в мережі, розподілу кількості повідомлень та обсягу інформації в потоці, цінності інформації.
5. Розробка моделі навантаження, що створюється потоками повідомлень в КТМ, адаптивної до видів інформації та режимів її переносу.
6. Аналіз існуючих методів та модифікація уніфікованого методу розрахунку мережного обладнання шляхом врахування структури потоків повідомлень в КТМ.

**Наукова новизна результатів дослідження.**

1. Вперше виконано аналітичну формалізацію потоків повідомлень, яка відрізняється від відомих формалізованих представлень потоків випадкових подій тим, що, окрім кількості повідомлень в потоці та часу їх перебування в мережі, характеризується також обсягом та цінністю інформації в потоці, що дозволило створити модель потоків повідомлень, яка адекватно описує процеси розподілу інформації в конвергентній телекомунікаційній мережі.

2. Запропоновано формальний опис архітектури конвергентної телекомунікаційної мережі і потоків повідомлень в ній, який дозволив визначити взаємодію мережі зі зовнішнім середовищем на системному рівні для створення моделей аналізу й синтезу та на апаратно-програмному рівні для розробки методів проектування й управління цієї мережі.

3. Удосконалено модель навантаження, що створюється потоками повідомлень в конвергентній телекомунікаційній мережі, яка, на відміну від існуючих, дозволяє адекватно враховувати основні характеристики ймовірно-часової структури потоків при визначенні обсягу мережного обладнання.

4. Отримав подальший розвиток уніфікований метод розрахунку мережного обладнання, адаптивний до структури системи та дисципліни обслуговування, шляхом модифікації коефіцієнтів, що відображають характер інформаційних потоків, які створюють навантаження на мережу, що, на відміну від відомих методів розрахунку, дозволяє враховувати основні параметри потоків повідомлень

в конвергентній телекомунікаційній мережі при всіх режимах переносу інформації, а також підвищує адекватність та розширює сферу застосування методу.

#### **Практична цінність результатів дослідження.**

1. Розроблена аналітична модель потоків повідомлень, що включає функції розподілу: кількості повідомлень у просторі та часі, обсягу інформації в потоці, часу перебування повідомлень в мережі, а також цінності інформації, та формальний опис архітектури конвергентної телекомунікаційної мережі сприяють системності, комплексності та узгодженості розвитку інфокомунікацій загалом та національної інформаційно-комунікаційної інфраструктури зокрема й використані при формуванні основних задач створення Єдиної інформаційно-комунікаційної платформи України та визначенні її оптимального технологічного варіанту в рамках Рішення НКРЗІ №34 від 24.01.2013 р., що підтверджено актом впровадження НКРЗІ від 24.12.2013 р.

2-гЗапропонована формалізація потоків повідомлень конвергентної телекомунікаційної мережі дозволяє відокремити параметри, які можуть бути змінені тільки шляхом технічної модернізації мережного обладнання, від параметрів, які можна удосконалити шляхом оптимізації структури мережі.

3. Модифікація уніфікованого методу розрахунку мережного обладнання для будь-яких систем та дисциплін обслуговування при всіх режимах переносу інформації забезпечує підвищення точності результатів проектування на 18...22%, що виявлено при дослідженні питань проектування реальних мереж в процесі науково-технічного співробітництва між кафедрою ІКТ ОНАХТ та ПрАТ «Український інститут з проектування та розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури «Діпрозв'язок».

**Реалізація результатів роботи.** Результати дисертації використано у діяльності НКРЗІ при формуванні основних завдань створення Єдиної інформаційно-комунікаційної платформи на технічному рівні та визначення оптимального технологічного варіанту в рамках Рішення НКРЗІ №34 від 24.01.2013 р. (акт впровадження від 24.12.2013 р.) та ПрАТ «Діпрозв'язок» (акт впровадження від 23.04.2013 р.), а також в навчальному процесі Державного університету телекомунікацій (акт впровадження від 22.04.2013 р.) та ОНАХТ (акт впровадження від 27.02.2014 р.).

**Особистий внесок здобувана.** Дисертаційне дослідження є самостійно виконаною роботою, в якій відображено особистий авторський підхід та персонально отримано теоретичні та прикладні результати, що відносяться до дослідження КТМ. В роботах, які відображають основний зміст дисертації та опубліковані у співавторстві, автору дисертації належать: дослідження процесів в КТМ при обробці і доставці інформації [4]; математична модель визначення оптимальних методів вирішення задач вибору при проектуванні мереж, які включено до КТМ [5]; аналіз математичних моделей ТМ та аналіз КТМ як об'єкту дослідження [6]; сформульовано вимоги до доставки інформаційних повідомлень в КТМ та визначено межу взаємодії мережі та інформаційної метаструктури [10]; дослідження математичних залежностей, які формують загальну модель потоків повідомлень КТМ [11].

Публікації за темою дисертації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в монографії, статтях науково-технічних журналів та працях міжнародних науково-технічних конференцій. Усього за темою дисертації опубліковано 27 робіт: розділ у монографії; 7 статей у виданнях, які включені до затвердженого переліку фахових видань України; 8 статей у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз; 7 - на англійській мові; 18 - одноосібно.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційних досліджень докладалися і обговорювалися на 21 міжнародній НТК:

- XVII, XVIII Міжнародна конференція «*Know ledge-Dialogue-Solutions*», Київ, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, 2011-2012 р.;
- III, IV Міжнародна конференція «*Natural Information Technologies*», Іспанія, Мадрид, *Universidad Politecnica de Madrid*, 2012-2013 р.;
- II Міжнародна конференція «*Information-Interaction-Intellect*», Болгарія, Варна, *ITIEA International Scientific Society*, 2011 р.;
- X Міжнародна конференція «*Information Research and Applications*», Болгарія, Варна, *ITHEA International Scientific Society*, 2012 р.;
- VII Міжнародна конференція «*Modern (e-) Learning*», Київ, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, 2012 р.;
- IV, V, VI МНТК «Проблеми телекомунікацій», Київ, НТУУ «КШ», 2010-2012 р.;
- XI МНТК «*Modern Problems of Radio Engineering\ Telecommunications and Computer Science*», *TCSET2Q12*, Львів, Львівська політехніка, 2012 р.;
- XXIII Міжнародна Кримська конференція «НВЧ-техніка та телекомунікаційні технології», КриМіКо'2013, Севастополь, СевНТУ, 2013 р.;
- VII, VIII МНТК «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології», *COMINFO*, Київ, ДУІКТ, 2011-2012 р.;
- VII МНТК студентства та молоді «Світ інформації та телекомунікацій», Київ, ДУІКТ, 2010 р.;
- IX, X, XII Всеукраїнська НТК студентів і аспірантів «Інформаційні системи і технології», Одеса, ОДАХ, 2009-2010, 2012 р.;
- III МНПК «Обробка сигналів і негаусівських процесів», Черкаси, ЧДТУ, 2011р.;
- НТК «Математичне моделювання та інформаційні технології», Одеса, ОДАХ, 2011р.

### ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** дана загальна характеристика роботи, обґрунтована актуальність теми; визначені: мета, задачі, об'єкт, предмет і методи дослідження; вказані: наукова новизна та практична цінність результатів дисертації; зв'язок з науковими програмами, планами і темами; відомості, що стосуються достовірності й обґрунтованості та реалізації й апробації результатів, публікацій за темою дисертації та особистого внеску здобувана.

У **першому** розділі визначено особливості сучасних інфокомунікацій, наведено основні поняття та характерні риси» що притаманні концепції досліджуваної КТМ, та виконано аналіз існуючих моделей процесів розподілу інформації в мережах, в результаті якого обґрунтовано необхідність їх корекції на сучасному етапі розвитку телекомунікації

В роботі під КТМ розуміється сукупність архітектурно-технологічних методів та апаратно-програмних засобів доставки інформації територіально віддаленим користувачам, що дозволяє на єдиній цифровій основі забезпечити різні види послуг з обробки та доставки різномірної інформації при забезпеченні вимог до своєчасності, якості доставки та збереженню цінності мультимедійної інформації.

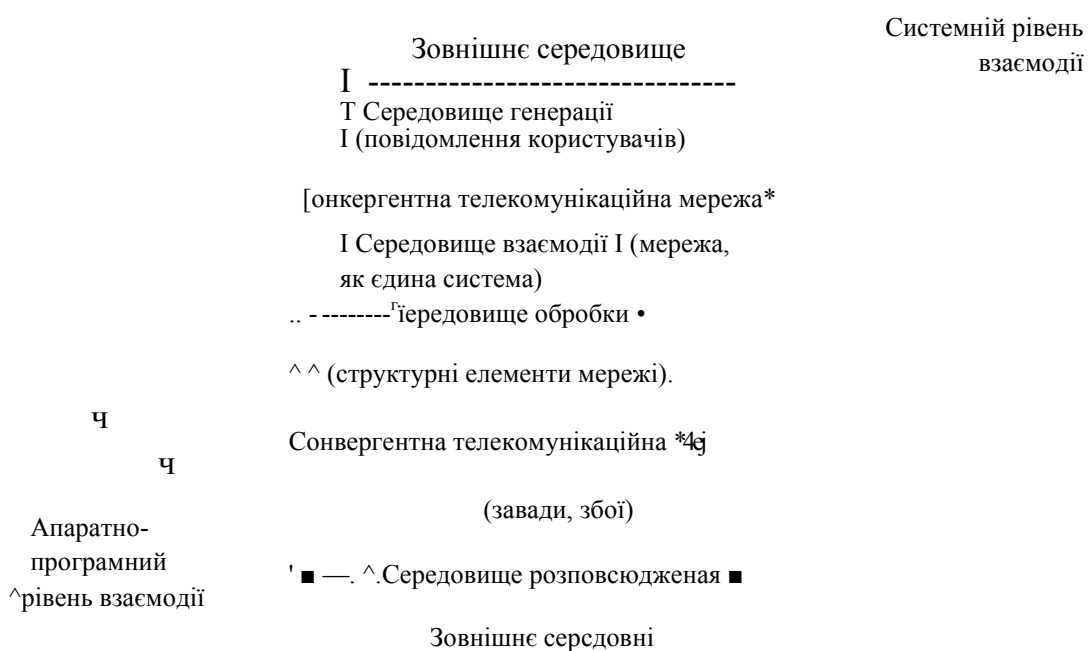
Конвергентна ТМ відповідає перехідному періоду між сукупністю мереж, орієнтованих на вузький спектр підтримуваних послуг, і побудовою *NGN*. При цьому концепція конвергентних мереж, на відміну від мультисервісних, засно- вагає тільки на інтеграції служб і послуг, а передбачає й конвергенцію відповідних технічних засобів, технологій обслуговування та алгоритміки функціонування ТМ. Також КТМ, на відміну від мультисервісної мережі, не обмежується використанням міточного мультиплексування (ММ) і пакетного режиму переносу інформації\* (РШ), а продовжує спільно з ним використовувати позиційне мультиплексування (ПМ), каналний, кадровий, чарунковий РПІ та відповідні протоколи і технології передачі інформації.

Зміни в сфері інфокомунікацій впливають на дослідження КТМ та стосуються взаємовідносин користувачів із мережею, співвідношень між окремими видами інформації, характеру розподілу інформаційних потоків й багатьох інших аспектів, значне коло яких відноситься до задач розподілу інформації.

Кількісна сторона мережних процесів розподілу інформації є предметом дослідження теорії телетрафіку (ТТ), основоположником якої є А.К. Ерланг, перші роботи пов'язані з іменами: Т. Енгсета, Г. О'Делла, Е. Моліни, К. Пальма, А. Хінчина, А. Елдіна та інших. В результаті аналізу математичних моделей потоків ТТ показано, що її аналітичний апарат дає добрі результати при використанні для аналізу телефонних мереж з каналним РШ та інколи задовільні результати для мереж з пакетним РШ. Проте жодна з моделей цих потоків у вихідному вигляді не придатна для адекватного опису потоків інтегральної інформації, що циркулюють у КТМ. Це пов'язано з тим, що інформаційні потоки сучасних мереж мають особливу структуру, яка не дозволяє використовувати при їх дослідженні та проектуванні звичні методи, засновані на Марківських моделях і формулах Ерланга. Ігнорування особливостей потоків інформації призводить до недооцінки або переоцінки навантаження. Таким чином використання існуючого математичного апарату ТТ без його корекції для визначення ймовірно- часових характеристик КТМ, усередині якої забезпечується доставка складної за своєю природою і структурою інтегральної інформації, не є доцільним.

У **другому** розділі виконано системне дослідження КТМ, в рамках якого формалізовано архітектуру досліджуваної мережі та визначено особливості розподілу потоків інформації в ній.

Шляхом аналізу взаємодії зовнішнього середовища і елементів КТМ, а також обробки цифрової інформації кожним з елементів мережі відповідно до принципів моделі взаємодії відкритих систем, проведено формальний опис архітектури КТМ у вигляді зовнішнього і мережного середовищ, кожне з яких в свою чергу представлено у вигляді двох середовищ (рис. 1).



*Рисунок 1 - Формальне представлення архітектури КТМ*

Середовище генерації описує вплив користувачів на мережу, потоків їх запитів на ресурси мережі; середовище розповсюдження відображає дію зовнішніх чинників (перешкод, збоїв і т.п.), які заважають поширенню електромагнітних сигналів; середовище взаємодії характеризує функціонування мережі в цілому, як єдиної системи, що взаємодіє зі зовнішнім середовищем на системному рівні; середовище обробки інформації узагальнює функції основних структурних елементів мережі з врахуванням взаємодії зі зовнішнім середовищем на реалізаційному (апаратно-програмному) рівні.

Мережеутворюючим процесом КТМ є процес перетворення інформації, кількісна сторона якого згідно з ТТ визначається поняттям потоку викликів - вимог на передачу інформації, однак для конвергентних мереж необхідно знати, що це за інформація, яка кількість інформації підлягає передачі і яким чином буде здійснено її транспортування в мережі. Цими відомостями важливо володіти з точки зору перетворення інформації в часі і в просторі. Таким чином, з огляду на те, що виклик - це лише вимога на обслуговування мережею для передачі повідомлення, а повідомлення - перетворена в електромагнітні сигнали інформація, яка підлягає транспортуванню, доцільно дослідження саме поняття потоку повідомлень (*Messages Stream, MS*), вид якого, крім розподілу в часі, повинен визначатися обсягом інформації в кожному повідомленні, часом їх перебування в мережі і рядом інших факторів.

Сучасні дослідження процесів розподілу інформації в мережах, пов'язані з іменами: *P. Kuhn*, *W. Whitt*, Г.С. Гайворонської, А.В. Лемешко, Д.В. Агеева, Л.О. Кіріченко, Т.А. Радівілової, *W. Willinger*, *M. Taqqu* і багатьох інших, ґрунтуються або на понятті потоку викликів, або мають вузькоспеціалізований характер, що обумовлює недостатній ступень точності та узагальненості для їх застосування в КТМ як у великій системі. У результаті аналізу моделей процесів розподілу інформації показано, що у відомих джерелах загальна теорія розподілу та розрахунку якісних і кількісних показників для *MS* в КТМ не представлена. У зв'язку з цим поставлено задачу розробки математичної моделі *MS* в КТМ.

У третьому розділі виконано формалізацію потоків повідомлень КТМ, розроблено їх аналітичну модель та досліджено математичні залежності, які формують загальну модель *MS* і визначають кількість повідомлень та обсяг інформації в потоці, час знаходження повідомлень у мережі та цінність інформації, що передається. У загальному випадку від моделі *MS*, а, відповідно, й окремих функцій, що формують загальну аналітичну модель потоку, визначається в конкретний момент часу в конкретній точці простору КТМ.

Точка в просторі КТМ ідентифікується вектором  $x\{v, a_k, a_l\}$ , де  $v$  - канал передачі інформації (КГП);

$a_k > a_l$  - пара вузлів КТМ, між якими циркулює досліджуваний потік.

При визначенні КГП його конструктивні та функціональні особливості враховуються побічно за допомогою двох параметрів: пропускнуєї спроможності  $o$  інтегрального параметра якості  $q$ .

В рамках дослідження функції розподілу кількості повідомлень на множині моделей потоків випадкових подій методами теорії прийняття рішень вирішено задачу вибору з метою визначення моделі потоку, що відповідає уявленням про КТМ. В результаті вирішення задачі вибору з використанням безумовного векторного критерію Слейтера отримано множинне ефективне рішення - група потоків з простою післядією. Тому вираз для визначення кількості повідомлень в досліджуваному потоці отримано в результаті модифікацій моделі потоку з повідомленнями, які потребують повторної передачі.

$\Lambda'(c, o, H)$  - функція розподілу кількості повідомлень в потоці, де  $t$

- момент часу;

$n$  - кількість джерел інформації;

$i$  - пропускна спроможність конкретного КГП в досліджуваній точці;

$E$  - параметр, що визначає структуру системи та дисципліну обслуговування вузла-отримувача інформації.

Ймовірність надходження  $p$  і більше повідомлень обмежена значенням пропускнуєї спроможності в досліджуваній точці КТМ та визначається, з урахуванням того, що вихідна модель потоку повідомлень описується розподілом Пуас-сона з параметром  $X$ , як

$$\Lambda'(c \geq p) = \sum_{c=0}^{\infty} \left[ \frac{(\lambda_{\Sigma} t)^c}{c!} \right] e^{-\lambda_{\Sigma} t},$$

де  $\frac{c}{\theta} = \frac{8}{\theta}$ ,  $\theta$  - обсяг одного повідомлення;

$c$  - кількість повідомлень;  $X_2$  — параметр потоку.  
 $X_m = X = \text{ал}$ ,

де  $a$  - інтенсивність початкового джерела;

$5$  - кількість джерел, що повторюють відправку повідомлень;

Кількість повідомлень, які потребують повторної передачі, визначається з функцій розподілу ймовірності відмов і очікування, запропонованих А.К. Ерлангом,

$$E' = \frac{4}{\prod_{i=0}^{v-1} (1 + \frac{a}{X_i})}, E'' = \frac{1}{\sum_{i=0}^{v-1} \frac{X_i^{v-1}}{\prod_{j=0}^{v-1} (1 + \frac{a}{X_j})}}$$

де

де  $\frac{cE'}{cE'}$  або  $5 = \frac{cE'}{\Gamma v^2}$

$$\frac{dE''}{d\lambda''} = \frac{\frac{1}{v} \sum_{i=0}^{v-1} \prod_{j=0}^{v-j} \frac{1}{\lambda''} + \left(1 - \frac{\lambda''}{v}\right) \frac{d}{d\lambda''} \left( \sum_{i=0}^{v-1} \prod_{j=0}^{v-j} \frac{1}{\lambda''} \right)}{\left(1 + \left(1 - \frac{\lambda''}{v}\right) \sum_{i=0}^{v-1} \prod_{j=0}^{v-j} \frac{1}{\lambda''} \right)^2}$$

$P$  - інтенсивність джерела, що повторює відправку повідомлень.

$E$  - ймовірність втрат при обслуговуванні  $L/5$ ;

' - ознака системи з відмовами;

" - ознака системи з очікуванням;

$X$  - параметр навантаження;

$v$  - кількість каналів в пучку.

В залежності від дисципліни обслуговування в досліджуваній точці КТМ

$$cE'$$

Обсяг  $A'(c,0)$  інформації в М\$ залежить від кількості повідомлень і обсягу інформації в кожному повідомленні, що визначається типом і видом інформації в ньому. У роботі виділено три типи інформації: службова, користувача і управління,

при цьому вид інформації & залежить від її типу <;.

$S_c \in \{\text{синхронізація, прапори, тощо}\}.$

$\&U \in \{\text{адрес, ідентифікатор дозволу скидання, тощо}\}.$   $\in \{\text{відео, аудіо, зображення, данні, мультимедіа}\}.$

Для опису різновидів МЗ і обсягу інформації в них введено поняття інформаційного повідомлення користувача (ІПК) - кінцевої послідовності даних, що формується для передачі і має закінчене смислове значення. У мережі ІПК передаються у вигляді блоків переносу інформації (БШ): пакетів, кадрів, чарунок, тощо. Однією з основних характеристик БШ є їх довжина, яка вимірюється кількістю

двійкових елементів. Обсяг інформації в  $M8$  охарактеризовано кількістю БПП, що містяться в ІПК. Для опису різновидів потоків і визначення обсягу інформації в них на підставі співвідношення % кількості елементів, що містяться в інформаційній частині БШ ( $m_e$ ) і ІПК ( $m_c$ ), запропоновано модифікації  $M8$  КТМ:

- простий потік, в якому  $m_e = m_c$  та  $\lambda = m_e/m_c = 1$ ;
- проріджений потік, в якому  $m_e < m_c$  та  $\lambda = m_e/m_c < 1$ ;
- складний потік, в якому  $m_e > m_c$  та  $\lambda = m_e/m_c > 1$ .

В результаті дослідження процесів надходження та зміни співвідношення кількості інформації в ІПК і БТІ виведено вирази для трьох модифікацій які засновано на запропонованій формулі розподілу потоку з повідомленнями, які потребують повторної передачі, Ерлангівському та геометричному розподілах,

$$p(u_i | e^E = c) = \frac{c^i}{c!} e^{-c}, \quad c = 0, 1, 2, \dots, \quad i = 0, 1, 2, \dots, \quad ] = 4/ ] = ;$$

де  $u_e$  - процес надходження БШ в КТМ, що залежить від зміни

$$N_e = \frac{1}{\lambda}, \quad c = 0, 1, 2, \dots, \quad \lambda = \frac{m_e}{m_c} = X_c(2-4)D^2,$$

обсягу інформації в ІПК та БШ, яка визначається зі співвідношення величин  $m_e$  і  $m_c$ .

При дослідженні  $N/\lambda$  в конкретній точці КТМ для визначення обсягу інформації в ньому усі потоки інформації зведено до трьох розроблених модифікацій.

Функція розподілу часу перебування повідомлень в мережі  $T_p(c, 0, \lambda, \mu, \gamma, \epsilon)$  залежить від кількості повідомлень, обсягу інформації в одному повідомленні, інтегрального параметра якості  $\mu$ , який визначає затримку передачі сигналу, коефіцієнт помилок в КГІІ та відсоток відмов, а також пріоритету  $\epsilon$ .

В рамках дослідження часових характеристик  $N/5$  аналіз КТМ виконано методом декомпозиції, при якому об'єкт дослідження представлено у вигляді відкритої мережі (рис. 2), що складається з підсистем, кожна з яких включає систему масового обслуговування (СМО) з функціями розподілу моментів надходження і тривалості обслуговування  $IB$  довільного виду. Підсистеми аналізуються індивідуально, при цьому розглядаються тільки два центральних моменти досліджуваних часових характеристик: математичне очікування і коефіцієнт варіації.

Досліджуваний час перебування повідомлень у системі складається з часу очікування і часу обслуговування. В результаті аналізу часових параметрів зроблено висновок про те, що аналітичне дослідження доцільно для часу очікування, так як час обслуговування визначається технічними характеристиками мережі.

Точні значення часових величин, що визначають час перебування повідомлень у

**G/04**

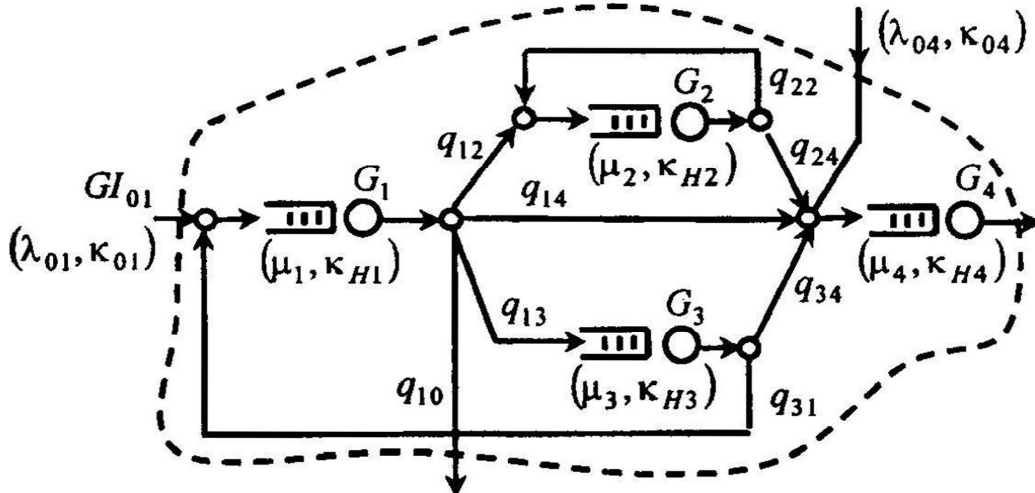


Рисунок 2 - Модель досліджуваної мережі з чотирма підсистемам (СМО) мережі, відомі лише для окремих випадків, наприклад, СМО типу МЮ/1 або амі\.

Для досліджуваного випадку з функціями розподілу моментів надходження і тривалості обслуговування MS довільного виду доцільно використовувати наближені формули визначення середнього часу очікування та ймовірності очікування відповідно, запропоновані *Kramer Ж* та *Langenbach-Bel*: М., в /-й підсистемі зі середнім часом обслуговування  $t_i$ ,-

$$- \text{Л} \quad te_{(K^2_M)}g(4.Ki^w),$$

$$co, = \tau. ' 2(1-4)$$

де  $g(A_{iv} \kappa^2_{Лb}, \kappa^2_{Hn}) \exp \frac{2(1-4) (i \sim \kappa^2 J^2)}{34 \kappa^2_{Лi} + \kappa^2_{Hn}} > *_{-Ai}$   
 $< 1$

$$\exp -0-4)^{\wedge} \frac{\kappa^2 \wedge -I}{\kappa_{Ai} + 4\kappa^2_{Hi}}$$

$$A_j = \sim, X, * = X_{0j} + \wedge X_j \in [jj, I = 1, 2, \dots, Д, P/ \sim \wedge, X^i i \geq 1$$

$\kappa_{Л}$  — коефіцієнт варіації процесу обслуговування;

$\kappa_{Hi}$  - коефіцієнт варіації процесу надходження повідомлень,

$$i+4 + 4^{\kappa},$$

$$W; = P\{T_m > 0\} = A, + (\kappa^2_{Ai} - 1)4., (1 - A, Y \quad i+4(\kappa_{Hn} - i)+4 (4^{\kappa}4 + *_{-Ai})$$

$$\kappa_{Ai} < 1$$

44

$$. \kappa^2, *1.$$

$$\ll \text{Л} + 4 (4^{\kappa} A + \kappa^2 //,)$$

Цінність інформації визначає суб'єктивну важливість інформації для користувачів  $0\{A, B, I^A, P^B, e, x, Ci\}$ , де  $A, B$ - кореспондуюча пара;

$I^A$  - важливість інформації для  $A$  ;

$I^B$  - важливість інформації для  $B$  ;  $e$  - своєчасність доставки інформації;

$X$  - збереження емоційного забарвлення;

$i$  - збереження інтонаційного забарвлення.

Своєчасність доставки інформації, збереження її емоційного та інтонаційного забарвлення  $e$ , в загальному випадку, бінарними параметрами. При визначенні своєчасності значенням 0/1 відповідає певний діапазон значень часу доставки, причому  $e = \{0, 1-y\}$ , де  $y$  - поступка,  $y \in [0; 1]$ . При збереженні емоційного ( $x \in [0; i]$ ) та інтонаційного ( $y \in [0; i]$ ) забарвлення інформації можливість досягнення абсолютних значень зумовлюється типом і видом інформації, а також залежить від інтегрального параметра якості.

Таким чином вирішено задачу формалізації МЗ КТМ і дослідження функцій, сукупність яких формує загальну аналітичну модель потоку

$$A4E = \{x(y, a^*, a) \cdot I^A(p, o, a), D^B(c, \odot), T_p(c, \odot, g, d), E', \epsilon > (A, B, )U_A, I^B, e, x, Ci\} ,$$

$$y \in V, V = \{y, \dots, y^b\}, a_4, a, ;, DBe \wedge, g \epsilon y, y = \{g, \dots, /, \}$$

У четвертому розділі розроблено модель навантаження та модифіковано метод розрахунку мережного обладнання КТМ.

Навантаження на мережу створюють МЗ. Для забезпечення можливості передачі всіх видів інформації в КТМ необхідно реалізувати всі можливі режими її переносу, які використовують ПМ або ММ.

Визначаючи середнє значення часу перебування в мережі повідомлень кожного виду інформації та пріоритету при ПМ як

$$P_{им} = \frac{\tau_n \cdot \exp\left(\frac{2(1-A_n)}{1-BI.71}\right)^4}{\exp\left(\frac{KA-1}{-(1-L)}\right) \cdot \frac{1}{I^A \cdot 1 + 4 \cdot 7}} \cdot i;$$

де  $\tau_n$  - середнє значення часу очікування;

$\tau_n$  - середнє значення часу обслуговування;

$$L_n = \sum_{y=i}^k \frac{V}{\text{Я} / \Gamma^{\wedge} \text{y}^{\wedge} /} = 1, 2, \dots, \# \text{, } \text{И} \sim \wedge \text{я} \text{ '}$$

$k_{A\{}$  - коефіцієнт варіації процесу обслуговування;

$i_{с_{я?}}$  - коефіцієнт варіації процесу надходження повідомлень,

середній обсяг інформації в повідомленнях, які передаються з використанням ММ, що визначається згідно запропонованих модифікацій МЗ як

та обсягу інформації в них

$$*'' = \Gamma'' \text{ , } A'' - \text{ЕС, } I^{**} I_4$$

де  $/_{я}, /_{A/}, Y\#, 7^{\wedge}$  - множини видів та пріоритетів інформації, які передаються із застосуванням ПМ та ММ відповідно.

Результуюча інтенсивність навантаження в КТМ визначається з врахуванням суми

$$\text{де } A_{.и} = \lambda_M + 5p, \quad \lambda_u = a n \dot{=} \sum_{\Gamma \Pi} \frac{y-1}{V-J} + 11^{-\wedge} v \quad \sum_{\Pi} \frac{y-1}{\wedge=0} \leq \pi \text{ Ч}$$

$$\text{Ч}' - \Gamma \text{ Ш } \quad \text{IV-! i} \quad \frac{y-1}{\sqrt{2}} \quad \text{Ч}$$

задаючи інтенсивності навантаження при використанні ПМ та ММ відповідно для інформації &-го виду і г-го пріоритету між к-м і /-м вузлами КТМ матрицями виду  $[k^{\wedge}]$  та ] ? отримано спрощений вираз визначення усередненого по всім видам і пріоритетам інформації часу перебування повідомлень в мережі

$$p'' - * - '' 2 > 2 p^{TM} \text{. } A'' = i c ?$$

$$/ \epsilon / \text{. } \quad B I ! n$$

інформаційних повідомлень, що передаються в потоках та описуються як

$\square \Gamma = (3, \gamma, /, 4 \& \epsilon Y, z \in Я, / \epsilon B$  , де  $y = \text{иЭу}$  из\*, / - довжина інформації, що виражається числом т-ічних розрядів чи знаків, часу  $p^{\text{я}}$  їх перебування в мережі та обсягу  $n^m$

інформації в них для конкретних РПІ відповідно як

$$L^{\text{я}} \text{ та } dL / = \wedge \wedge / X X \text{ Л } \wedge \text{ ,}$$

гєЛВєУ

тому уніфіковане подання навантаження має вигляд

$$d\phi = X^{-\phi}$$

$$\frac{I\epsilon/\phi}{y\epsilon Y\phi}$$

Для вирішення задачі модифікації методу розрахунку мережного обладнання КТМ, заснованого на моделі навантаження цієї мережі, удосконалено уніфікований вираз, запропонований проф. Г.С. Гайворонською, узагальнюючий всі варіанти систем обслуговування інформаційних потоків

$$E = \frac{v-1 i}{i + \kappa E \Pi v J} L^{-I} / -0 \quad 7=0$$

У виразі в залежності від типу системи і дисципліни обслуговування змінюються лише коефіцієнти  $K$  і  $L$ . Для всіх варіантів систем обслуговування, що використовуються в КТМ, запропоновано відповідні модифіковані коефіцієнти. Для обчислення параметра  $X$ , що визначає значення коефіцієнтів  $K$  і  $L$ , використано модель навантаження, яке створюється  $MS$  в КТМ, що забезпечує адекватність застосування методу розрахунку мережного обладнання. Уніфікований метод дозволяє його використання для будь-яких систем з будь-якими дисциплінами обслуговування потоків та сприяє адаптивності методу розрахунку мережного обладнання до РШ в КТМ, Приклад модифікації уніфікованого методу розрахунку мережного обладнання для двох варіантів систем обслуговування ілюструють рис. 3 та 4. Для системи з повідомленнями, які потребують повторної передачі (див. рис. 3) внаслідок відмов при обслуговуванні навантаження, яке створюється  $L/5$ , що передаються згідно каналному РШ при ПМ, із урахуванням часу встановлення з'єднання та ймовірності

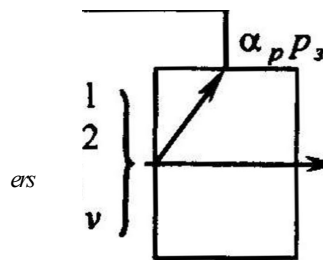


Рисунок 3 - Система з повідомленнями, які потребують повторної передачі, із урахуванням часу встановлення з'єднання та ймовірності зайнятості користувача

зайнятості користувача  $L$

$$i \ll (1-p, ) \quad L'' + L'''$$

$$i - a_n E' - (-E') a_p p,$$

де  $A''' = \frac{nn - d\hat{E}'}{d^n}$   $v_3$  - час

встановлення з'єднання,  $a$  - наполегливість,  $p > 0$ ;  $K = 1$ .

Для системи спільного обслуговування (див. рис. 4) з повідомленнями, які потребують повторної передачі внаслідок як відмов, так і за рахунок перевищення часу очікування при обслуговуванні навантаження, яке створюється  $MB$ , що передаються згідно як пакетного,

так і каналного РШ при ММ та ПМ відповідно,  $K = \frac{\wedge}{i - (\pi'' \pi)''} \frac{\vee - A''/V}{+1}$  Де  $Y$  - чис-

ло місць для очікування;  $L = A^\phi + \frac{\Phi n}{1 - aE'}$ , де  $A^{\phi II} = \frac{t!E'}{dK}$   $P$ ;  $P \rightarrow \infty$ .

Для оцінки ефективності використання методу розрахунку мережного обладнання виконано порівняльний розрахунок умовного фрагменту КТМ за загально прийнятою методикою проектування та за авторським методом. Для цього проаналізовано фрагмент КТМ, який об'єднує сегменти телефонної мережі загального користування (ТфЗК), мережі передачі даних (МПД) та мережі кабельного телебачення (КТБ), включаючи ділянки ТфЗК з технологією транспортування інформації *Digital Subscriber Line* та мережі КТБ з передачею даних за стандартом *Data Over Cable Service Interface Specifications*.

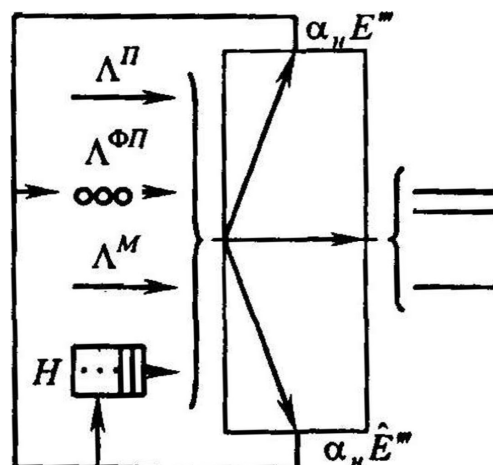


Рисунок 4 - Система спільного обслуговування з повідомленнями, які потребують повторної передачі

Всі розрахунки необхідного обсягу мережного обладнання виконані при припущенні про стаціонарний режим функціонування КТМ. В якості вихідних даних використано значення кількості користувачів, інтенсивності джерел інформації, типів і видів інформації, прийняті для проектування ТМ ПрАТ «Діпрозв'язок». Для того щоб визначити доцільність використання запропонованого методу особливу увагу приділено розрахункам обсягу мережного обладнання для комутаційних систем, розміщених на вузлах, які відображають найбільш характерні особливості КТМ. Ці вузли реалізовано на комутаційних системах ТфЗК та обладнанні *Softswitch* і вони обслуговують як навантаження, що створено *MS*, які надходять через устаткування МПД, так і мовне навантаження, що надходить від/до ТфЗК. При цьому передача *MS* здійснюється з використанням як пакетного, чарункового та кадрового РШ при ММ, так і каналного РШ при ПМ. В результаті порівняльного розрахунку умовного фрагменту КТМ за загально прийнятою методикою проектування та за авторським методом показано, що застосування модифікованого уніфікованого методу розрахунку мережного обладнання, скоригованого згідно особливостей *MS* КТМ, забезпечує підвищення точності отриманих результатів на 18...22%, що підтверджено актом впровадження ПрАТ «Діпрозв'язок».

## ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі підвищення адекватності опису, ефективності функціонування та точності проектування конвергентної телекомунікаційної мережі за рахунок розробки моделі потоків повідомлень та заснованих на ній моделі навантаження та методу розрахунку мережного обладнання.

При цьому отримано такі наукові та практичні результати.

1. Запропоновано формальний опис архітектури КТМ і потоків повідомлень в ній, що дозволяє визначити взаємодію досліджуваної мережі зі зовнішнім середовищем на системному рівні для створення моделей аналізу й синтезу та на апаратно-програмному рівні для розробки методів проектування й управління мережі.

2. В результаті аналізу існуючих моделей процесів розподілу інформації в мережах показано, що через те, що виклик - це лише вимога на обслуговування мережею для передачі повідомлення, а повідомлення - інформація, перетворена в електромагнітні сигнали для передачі по мережі, необхідно дослідження потоків повідомлень в КТМ, оскільки у відомих джерелах загальна теорія визначення якісних та кількісних показників цих потоків не представлена.

3. В результаті вирішення задачі вибору на множині математичних моделей потоків випадкових подій отримано множинне ефективне рішення - група потоків з простою післядією.

4. Виконано формалізацію потоків повідомлень КТМ, що характеризується, окрім врахування кількості повідомлень в потоці, часом перебування повідомлень в мережі, обсягом та цінністю інформації в потоці, та дозволяє: створити математичні моделі пошуку мінімаксних рішень, на основі яких сформулювати задачі лінійного програмування; відокремити параметри, які можуть бути змінені тільки шляхом технічної модернізації мережного обладнання, від параметрів, які можна удосконалити шляхом оптимізації структури мережі; а також визначити фактори, які доцільно отримувати шляхом аналізу результатів вимірювань.

5. Розроблено аналітичний апарат опису функцій розподілу: кількості повідомлень у просторі та часі, обсягу інформації в потоці повідомлень, часу перебування повідомлень в мережі, а також цінності інформації, сукупність яких складає модель потоків повідомлень, що дозволило підвищити адекватність опису процесів розподілу інформації в мережі шляхом врахування параметрів, характерних для КТМ, які не враховуються у відомих представленнях потоків,

6. Розроблена модель потоків повідомлень та формальний опис архітектури КТМ сприяють системності, комплексності та узгодженості розвитку інфокомуні- кацій загалом та національної інформаційно-комунікаційної інфраструктури зокрема, й були використані при формуванні основних завдань створення Єдиної інформаційно-комунікаційної платформи на технічному рівні та визначення її оптимального технологічного варіанту в рамках Рішення НКРЗІ №34 від 24.01.2013 р. про схвалення Концепції єдиної інформаційно-комунікаційної платформи.

7. Удосконалено модель інформаційного повідомлення, яка відображає основні характеристики потоків повідомлень КТМ та дозволяє адекватно враховувати особливості ймовірно-часової структури потоків інформації при визначенні інтенсивності навантаження та показників якості обслуговування.

8. Запропоновано модель навантаження, що створюється потоками повідомлень в КТМ, яка заснована на удосконаленні уніфікованого подання навантаження, адаптивного до різних видів інформації та режимів її переносу, та дозволяє врахувати: час знаходження повідомлень в мережі, обсяг та вид інформації в потоці, клас пріоритетності, а також інші параметри.

9. Підвищено ефективність функціонування КТМ шляхом підвищення коефіцієнту використання мережних ресурсів, яке досягається врахуванням реальної просторово-часової структури потоків повідомлень досліджуваної мережі.

10. Підвищено точність проектування КТМ та розширено сферу застосування методу розрахунку мережного обладнання шляхом врахування основних параметрів потоків повідомлень при всіх режимах переносу інформації завдяки модифікації коефіцієнтів, які відображають характеристики потоків досліджуваної мережі.

11. Модифікація уніфікованого методу розрахунку мережного обладнання для будь-яких систем та дисциплін обслуговування при всіх режимах переносу інформації забезпечує підвищення точності результатів, отриманих шляхом використання цього методу, на 18...22 %, що підтверджено ПрАТ «Діпрозв'язок».

12. Розроблені теоретичні положення використано в навчальному процесі двох вищих учбових закладів України: Державного університету телекомунікацій та ОНАХТ, що підтверджено відповідними актами.

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Соломицкий М.Ю. Аспекты исследования слабоструктурированных сред инфокоммуникаций / Соломицкий М.Ю. // Научные технологии в инфокоммуникациях: коллективная монография под ред. В.М. Безрука, В.В. Баранника. - **Харьков:** Компания СМИТ, 2013. - С. 68-85.

2. Соломицкий М.Ю. Вирішення задачі вибору на множині математичних моделей потоків подій / Соломицкий М.Ю. // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. - Київ: Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАНУ, 2012. - № 11 - С. 151-156.

3. Гайворонская Г.С. Анализ особенностей потока сообщений в конвергентной телекоммуникационной сети / Гайворонская Г.С., Соломицкий М.Ю. // Вісник ДУІКТ, 2012. - № 4 (Том 10)-С. 47-53.

4. *Galyna Gayvoronska About the problem of development of messages stream model in the convergent telecommunication network / Galyna Gayvoronska, Maxim Solomitsky H Problems of Computer Intellectualization. - Kyiv-Sofia: National Academy of Sciences of Ukraine V.M.Glushkov Institute of Cybernetics, ITHEA, 2012. - № 28. - P. 47-54.*

5. Соломицкий М. Опыт использования методов решения задач выбора в условиях неопределенности и риска при проектировании компьютерных сетей / Соломицкий М., Болотина О. // *Problems of Computer Intellectualization. - Kyiv-Sofia: National Academy of Sciences of Ukraine V.M.Glushkov Institute of Cybernetics, ITHEA, 2012. - № 28. - P. 318-331.*

6. Соломицкий М.Ю. Анализ возможности использования математического аппарата теории телетрафика для описания взаимодействия конвергентной телекоммуникационной сети с внешней средой / Соломицкий М.Ю., Гайворонская Г.С. // Холодильна техніка і технологія. - Одеса: ОДАХ, 2011. - №2 (130) - С. 61-66.

7. Соломицкий М.Ю. Возможный подход к разработке модели трафика конвергентной телекоммуникационной сети / Соломицкий М.Ю. // *Applicable Information Models. - Sofia: ITHEA, 2011.- № 22. - P. 189-198.*

8. *Maxim Solomitsky Decision of problem of choice on set of telecommunication networks' streams\* mathematical models I Maxim Solomitsky H Information Theories and Applications. - Sofia: ITHEA, 2012. - № 1 (Volume 19 )-P. 50-55.*

9. Соломицкий М.Ю. Подход к разработке обобщенной модели взаимодействия внешней информационной метаструктуры и конвергентной телекоммуникационной

сети / Соломицкий М.Ю. *H Information Technologies & Knowledge*. - Sofia: ITHEA, 2012. - № 2 (Volume 6) - P. 169-173.

10. *Gaiyna Gayvoronska Methods for Solving of Some Tasks within the Problem of Optimal Synthesis of Information Networks in the Course of Their Evolution / Galyna Gayvoronska, Svetlana Sakharova, Maxim Solomitsky H Information Technologies & Knowledge*. -Sofia: ITHEA, 2012.-№4 {Volume 6)-P. 330-345.

11. Гайворонская Г.С. Формализация потоков сообщений при конвергенции технологий в телекоммуникационной сети / Г.С. Гайворонская, М.Ю. Соломицкий // Холодильна техніка і технологія. - Одеса: ОНАХТ, 2014. - №2 (148) - С. 79-82.

12. Соломицкий М.Ю. Исследование временных характеристик потоков сообщений конвергентной телекоммуникационной сети / М.Ю. Соломицкий // Збірник наукових праць ДонІЗТ. - Донецьк: ДонІЗТ, 2014. -Хs37 - С. 47-53.

13. Соломицкий М.Ю. О применении концепции качества обслуживания при доставке потоков сообщений\* циркулирующих в конвергентной телекоммуникационной сети / Соломицкий М.Ю. // 23-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2013): материалы конф. в 2 т. - Севастополь: Вебер, 2013, - С. 430-431.

\ A. Maxim Solomitsky *An Approach to Development of a Model of Interaction Between Convergent Telecommunication Network and Environment / Maxim Solomitsky // Proceedings of the XLth International Conference TCSET2QX2*. - 2012. - Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic. - P, 366.

15. Соломицкий М.Ю. Возможный подход к разработке обобщенной модели конвергентной телекоммуникационной сети и процессов в ней / Соломицкий М.Ю. // Науково-технічна конференція «Математичне моделювання та інформаційні технології». Додаток до журналу «Холодильна техніка і технологія» №5 (133)-Одеса: ОДАХ, 2011.-С. 103.

16. Соломицкий М.Ю. Возможный подход расчета нагрузки на современной телекоммуникационной сети / Соломицкий М.Ю. // Збірник тез IV Міжнародної НТК «Проблеми телекомунікацій - 2010». - Київ: КПІ. - 2010. - С. 70.

17. Соломицкий М.Ю. Модель внешних воздействий на современную телекоммуникационную сеть / Соломицкий М.Ю. // Збірник тез VII Міжнародної НТК студентства та молоді «Світ інформації та телекомунікацій». - Київ: ДУ- ІКТ. — 2010. — С. 43.

18. *Volchkov IV. Principle of realization of successive data transfer / Volchkov L V., Solomitsky M., Bazilevich R. H Збірник тез доповідей Всеукраїнської СНТК «Science looks ahead»*. - Дніпродзержинськ: ДДТУ. - 2007. - С. 44-45.

19. Соломицький М.Ю. Можливий підхід до розробки узагальненої моделі взаємодії конвергентної телекомунікаційної мережі зі зовнішнім середовищем / Соломицький М.Ю. // Збірник тез VI Міжнародної НТК «Проблеми телекомунікацій - 2012». - Київ: КШ. - С. 112-113.

20. Соломицкий М.Ю. Формальное описание архитектуры конвергентной телекоммуникационной сети / Соломицкий М.Ю. // Збірник тез V Міжнародної НТК «Проблеми телекомунікацій - 2011 ». - Київ: КШ. - 2011. - С. 130.

21. Соломицкий М.Ю. Математическая модель потока входящего в конвергентную телекоммуникационную сеть / Соломицкий М.Ю. // Збірник тез III Мі-

VOIR 575  
ОНАХТ

Я! ? і<sup>r</sup>

жнародної НІЖ «Обробка сигналів і негаусівських процесів». - Черкаси: ЧДТУ. -2011.-С. 25-27.

22. Соломицкий М.Ю. Решение задачи выбора на множестве математических моделей потоков телекоммуникационных сетей / Соломицкий М.Ю. // Науково-технічна конференція «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології». Збірник тез. - Київ: ДУІКТ, 2011.- С. 95.

23. Гайворонська Г.С. Обґрунтування необхідності дослідження моделі потоку повідомлень в конвергентній телекомунікаційній мережі / Гайворонська Г.С., Соломицький М.Ю. // Науково-технічна конференція «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології». Збірник тез. - Київ: ДУІКТ, 2012. - С. 112-113.

24. Galina Gayvoronska An Approach to Development of Messages Streams ' Model in Convergent Telecommunication Network / Galina Gayvoronska, Maxim Solomitsky II Proceedings of the XII/A International Conference TCSET20\4. - 2014. - Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic. - P. 563-564.

25. Соломицкий М.Ю. Простое формальное описание сетевого трафика конвергентной телекоммуникационной сети / Соломицкий М.Ю. // Збірник тез XII Всеукраїнської НТК студентів і аспірантів «Інформаційні системи і технології». - Одеса.-2012.-С. 143.

26. Соломицкий М.Ю. Балансировка нагрузки в распределенных системах / Соломицкий М.Ю. // Збірник тез доповідей IX Всеукраїнської НТК студентів і аспірантів «Інформаційні системи і технології». - Одеса: ОДАХ. - 2009. - С. 60.

27. Соломицкий М.Ю. Модель взаимодействия перспективной телекоммуникационной сети с внешней средой как математическая основа метода расчета нагрузки / Соломицкий М.Ю. // Збірник тез X Всеукраїнської НТК студентів і аспірантів «Інформаційні системи і технології». - Одеса. - 2010. - С. 85-87.

#### АНОТАЦІЯ

**Соломицький М.Ю. «Модель потоків повідомлень конвергентної телекомунікаційної мережі».** - На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 - телекомунікаційні системи та мережі. - Державний університет телекомунікацій МОН України, Київ, 2014.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі підвищення адекватності опису, ефективності функціонування та точності проектування конвергентної телекомунікаційної мережі за рахунок розробки моделі потоків повідомлень та заснованих на ній моделі навантаження та методу розрахунку мережного обладнання.

Наукова цінність роботи полягає в аналітичній формалізації потоків повідомлень, яка окрім врахування кількості повідомлень в потоці та часу їх перебування в мережі, характеризується обсягом та цінністю інформації в потоці, що дозволило створити модель потоків повідомлень, яка адекватно описує процеси розподілу інформації в КТМ. Розроблений аналітичний апарат, що описує функції розподілу: кількості повідомлень у просторі та часі, обсягу інформації в потоці повідомлень, часу перебування повідомлень в мережі, а також цінності інформації, сукупність яких складає модель потоків повідомлень, та формальний опис архітектури КТМ дозволили удосконалити модель навантаження і взяти до уваги основні характеристики потоків повідомлень конвергентних мереж, що дало можливість адекватно враховувати особливості ймовірно-часової структури потоків інформації при визначенні необхідного обсягу мережного обладнання. Удосконалено уніфікований метод розрахунку мережного обладнання, адаптивний до структури системи та дисципліни обслуговування, шляхом модифікації коефіцієнтів, що відображають характер інформаційних потоків, які створюють навантаження на КТМ.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що модифікація уніфікованого методу розрахунку мережного обладнання дозволила врахувати основні параметри потоків повідомлень при всіх режимах переносу інформації і підвищити точність проектування телекомунікаційних мереж з використанням цього методу на 18...22%.

— **Ключові слова:** конвергентна телекомунікаційна мережа, потік повідомлень, модель розподілення інформації, модель навантаження, метод розрахунку мережного обладнання.

### АННОТАЦИЯ

**Соломицкий М.Ю. «Модель потоков сообщений конвергентной телекоммуникационной сети».** - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 - телекоммуникационные системы и сети. - Государственный университет телекоммуникаций МОН Украины, Киев, 2014.

Диссертационная работа посвящена решению важной научно-технической задачи повышения адекватности описания, эффективности функционирования и точности проектирования конвергентной телекоммуникационной сети за счет разработки модели потоков сообщений и основанных на ней модели нагрузки и метода расчета сетевого оборудования.

Научная ценность работы заключается в аналитической формализации потоков сообщений, которая, кроме учета количества сообщений в потоке и времени их нахождения в сети, характеризуется объемом и ценностью информации в потоке, что позволило создать модель потоков сообщений, адекватно описывающую процессы распределения информации в конвергентной телекоммуникационной сети. Помимо этого предложено формальное описание архитектуры конвергентной телекоммуникационной сети, позволяющее определить взаимодействие сети с внешней средой на системном уровне для создания моделей анализа и синтеза и на аппаратно-программном уровне для разработки методов проектирования и

управления сети. Разработанный аналитический аппарат, описывающий функции распределения: количества сообщений в пространстве и времени, объема информации в потоке сообщений, времени нахождения сообщений в сети, а также ценности информации, совокупность которых составляет модель потоков сообщений, и формальное описание архитектуры конвергентной телекоммуникационной сети позволили усовершенствовать модель информационного сообщения и модель нагрузки, приняв в расчет основные характеристики потоков сообщений конвергентных сетей, что позволило адекватно учитывать особенности вероятностно-временной структуры потоков информации при определении необходимого объема оборудования этих сетей. Помимо этого предложенная формализация потоков сообщений конвергентной телекоммуникационной сети позволяет: создать математические модели поиска минимаксных решений, на основе которых сформулировать задачи линейного программирования; отделить параметры, которые могут быть изменены только посредством технической модернизации сетевого оборудования, от параметров, которые можно усовершенствовать путем оптимизации структуры сети; а также определить параметры, значения которых целесообразно получать путем измерений и анализом полученных статистических данных. Усовершенствован унифицированный метод расчета сетевого оборудования, адаптивный к структуре системы и дисциплины обслуживания, путем модификации коэффициентов, отражающих характер информационных потоков, создающих нагрузку на конвергентную телекоммуникационную сеть.

Практическое значение полученных результатов заключается в том, что модификация унифицированного метода расчета сетевого оборудования позволила учесть основные параметры потоков сообщений при всех режимах переноса информации и повысить точность проектирования телекоммуникационных сетей с использованием этого метода на 18...22%.

**Ключевые слова:** конвергентная телекоммуникационная сеть, поток сообщений, модель распределения информации, модель нагрузки, метод расчета сетевого оборудования.

## SUMMARY

**Solomitsky M.Y. «Messages streams' model of convergent telecommunication network».** - On rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of engineering sciences' candidate in the specialty 05.12.02 - telecommunication systems and networks. - State University of Telecommunications MES of Ukraine, Kyiv, 2014.

The dissertation is devoted to the solution of important scientific and technical problem of increasing of convergent telecommunication network's description adequacy, functioning efficiency and design accuracy by means of development of messages streams' model and based on it load model and network equipment calculation method.

The scientific value of the work consists in the analytical formalization of messages streams that in addition to consideration of the messages number in the stream and their life time in the network is characterized by information volume and value in the stream. This allowed development of messages streams' model, adequately describing information

distribution processes in the convergent telecommunication network. Developed analytical apparatus, describing the distribution functions of: messages number in space and time, information volume in the messages stream, messages' life time in the networks as well as the information value, set of which forms messages streams' model and formal description of the convergent telecommunication network's architecture allowed improvement of the information message's model and load model by means of taking into their account main characteristics of convergent networks' messages streams, which allowed adequately considering of features of information streams' spatio-temporal structure at the determination of network equipment's necessary amount. Unified network equipment calculating method, adaptive to the service system's structure and service discipline by modifying the coefficients, reflecting the character of the information streams, creating the converged telecommunications network's load, is improved.

**Practical significance of the results is that the modification of unified network equipment calculating method allowed consideration of the messages streams' main parameters at the all information transport modes and provided 18...22% improvement of the accuracy of telecommunication network's development, obtained by usage of this method.**

**Keywords: convergent telecommunication network, messages stream, information distribution model, load model, network equipment calculation method.**

#### **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

- БШ - блок переносу інформації;**
- ІКП - інфокомунікаційна послуга;**
- ІСТ - інформаційно-комунікаційні технології;**
- ІПК - інформаційне повідомлення користувача;**
- КШ - канал передачі інформації;**
- КТБ - кабельне телебачення;**
- КТМ - конвергентна телекомунікаційна мережа;**
- ММ - міточне мультиплексування;**
- < МПД - мережа передачі даних;**
- ПМ - позиційне мультиплексування;**
- РШ - режим переносу інформації;**
- СМО - система масового обслуговування;**
- ТМ - телекомунікаційна мережа;**
- ТТ - теорія телетрафіку;**
- ТфЗК - телефонна мережа загального користування;**
- MS - Messages Stream ;*
- NGN-Next Generation Network.*

**Обсяг 0,9 друк. арк. Наклад 100 пр. Замовлення №457**  
**СПД Яковлев М.Ю., серія В02, свід. №447881**  
**м. Одеса, вул. Пастера, 52**