

Ігор Гах,

молодший науковий співробітник,

Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського

Голосіївський просп., 3, Київ, 03039, Україна

e-mail: ipgakh@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7283-1239>

МОДЕЛІ МЕРЕЖ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ТА КОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-БІБЛІОТЕЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

У статті проаналізовано принципи та технологію функціонування цифрових мереж інтегрального обслуговування, стандарти та протоколи передачі даних у них. Розроблено та представлено кілька моделей мереж новітньої архітектури з інтеграцією послуг. Проведено аналіз методик проєктування та єдиного системного підходу до оцінки телекомунікаційних сервісів (обслуговування).

Досліджено метод оцінки й визначення експериментальним шляхом коефіцієнтів готовності ділянок первинної мережі зв'язку до встановлення з'єднань. При цьому розглянуто структуру з'єднання в первинній мережі зв'язку та досліджено можливі випадки результату експериментів, визначено послідовність аналізу й використання отриманої експериментальної інформації.

Проаналізовано метод оцінювання концепції цифрових мереж інтегрального обслуговування (далі – ЦМІО) на основі комплексної ієрархічної моделі, що враховує топологічний, інформаційний та технічний аспекти. Зроблено висновки про перспективи їх технічної реалізації, розвиток та впровадження визначених видів обслуговування з використанням сучасних протоколів для передачі мультимедійної інформації в інформаційно-бібліотечному середовищі.

Ключові слова: мультимедійна інформація, мультимедійні технології, цифрові мережі, потоки даних, мережеві протоколи, безпека даних.

Розвиток міжбібліотечного інформаційного простору в нинішніх умовах неможливий без сучасних засобів зв'язку. Впровадження сучасних автоматизованих виробництв та комп'ютерної техніки в бібліотечну діяльність потребують організації високошвидкісних каналів передачі даних між вилученими одна від одної бібліотеками чи їхніми підрозділами, розташованими в різних районах міста, різних містах регіону чи різних регіонах України. Створення додаткових каналів зв'язку

і вузлів комутації спричиняє витрати, які можна порівняти з витратами на будівництво високошвидкісного цифрового каналу зв'язку. Технології інтеграції, що з'явилися за останні 10 років, цих двох основних видів послуг дають змогу вирішити завдання на базі єдиного уніфікованого устаткування та вже діючих каналів зв'язку. Ефективність використання ресурсів мережі при цьому багаторазово зростає. За оцінками західних фахівців і аналітиків уже у 2020–2022 рр. не менше 80% усіх міжбібліотечних та внутрішньобібліотечних послуг здійснюватимуться мережами з інтеграцією послуг на основі FrameRelay, ATM, IP-комутації. Тому розвиток цих систем зв'язку в Україні неминуче відбуватиметься шляхом інтеграції послуг на основі цифрової комутації, що відповідає напряму розвитку інформатизації бібліотек країни. Ці питання розглядалися в роботах І. Гаха [1], Г. Конаховича [4], А. Шаршакова [11]. Висвітлення ролі та значення сучасних засобів передачі інформації в інформаційно-бібліотечному середовищі, у тому числі й за допомогою мереж з інтеграцією послуг знайшли своє відображення в роботах І. Гаха [2], Bharat T. Doshi [6], В. Оліфера [13].

Водночас аналіз публікацій, присвячених проблемам автоматизації та інформатизації бібліотечного середовища, дає підстави зробити висновок щодо актуальності та затребуваності досліджень, що розвивають, доповнюють і конкретизують висвітлення питання щодо переваг використання цифрових мереж з інтеграцією послуг для передачі різномірної мультимедійної інформації в інформаційно-бібліотечному середовищі.

Наразі високими темпами ведеться будівництво високошвидкісних цифрових каналів зв'язку, що становлять базову інфраструктуру вітчизняних мереж зв'язку. Як неодноразово зауважувало керівництво телекомунікаційних компаній і компаній-провайдерів Інтернету, на базі споруджуваних транспортних цифрових мереж планується розгорнути єдину мережу інтегрального обслуговування для передачі телефонного трафіку, даних, мультимедійної інформації та різної службової інформації.

Незважаючи на перспективність таких рішень, на сьогодні не створено адекватних засобів проектування й аналізу бібліотечних мереж інтегрального обслуговування. Це пов'язано насамперед з тим, що подібні об'єкти з'явилися порівняно недавно й за короткий час пройшли шлях від окремих експериментальних установок до систем загальнонаціонального масштабу. Найвні напрацювання у сфері проектування традиційних мереж передачі даних, з одного боку, і телекомунікаційного зв'язку, з іншого боку, оперують не завжди сумісними й чіткими, а іноді навіть

суперечливими поняттями та критеріями [7, 10, 12]. Тому створення відповідних методик проектування й аналізу цифрових мереж інтегрального обслуговування (далі – ЦМІО) в бібліотечному середовищі, а також єдиного системного підходу до оцінки процесів передачі різних класів інформації і видів телекомунікаційних сервісів (обслуговування) є актуальним завданням.

Метою цієї праці є проведення аналізу та наведення прикладу розробки моделей мереж для передачі мультимедійної інформації новітньої архітектури з інтеграцією послуг у бібліотечному середовищі. На основі проведеного аналізу та розробки зробити висновки про перспективи технічної реалізації та впровадження визначених видів обслуговування для передачі мультимедійної інформації в інформаційно-бібліотечному середовищі.

1. Постановка завдання з аналізу та розробки моделей мереж для передачі мультимедійної інформації з інтеграцією послуг (ЦМІО).

На основі проведених раніше досліджень процесу проектування ЦМІО [1, 2] визначено найбільш значущі завдання аналізу:

а) дослідження коефіцієнтів готовності з'єднань первинної мережі зв'язку.

Необхідно визначити коефіцієнти готовності з'єднань між вузлами комутації первинної мережі зв'язку.

При цьому використовуються такі початкові дані:

- кількість спроб встановлення з'єднання між вузлами;
- безліч можливих варіантів результатів спроб встановлення з'єднання;
- б) аналіз і обґрунтування варіантів концепції ЦМІО.

Виконання цього завдання полягає у визначенні прийнятних варіантів організаційної, технічної та алгоритмічної структур ЦМІО, виходячи з таких обмежень:

- допустима середня затримка одиниці інформації в ЦМІО;
- імовірність своєчасної доставки за певний час.

Вихідними даними є:

- безліч варіантів організаційної структури ЦМІО;
- безліч варіантів топологічної структури ЦМІО;
- безліч варіантів технічної структури ЦМІО;

в) дослідження пропускної здатності ЦМІО.

Це завдання складається з двох етапів:

– визначення можливих оптимальних і субоптимальних розподілів заданих потоків інформації класів обслуговування з урахуванням обмежень на допустиму затримку;

– визначення можливого розподілу максимальних потоків інформації (максимальної пропускної здатності ЦМІО) при заданому співвідношенні потоків класів обслуговування з урахуванням обмежень на допустиму затримку.

Для виконання цього завдання необхідні такі вихідні дані:

- топологічна структура ЦМІО;
- технічна структура ЦМІО;
- безліч вимог передачі інформації;
- обмеження на затримку при передачі одиниці інформації у ЦМІО;
- г) аналіз затримки одиниці інформації в ЦМІО.

Необхідно визначити розподіл імовірності затримки одиниці інформації у ЦМІО.

Вхідними даними для цього завдання є:

- топологічна структура ЦМІО;
- технічна структура ЦМІО;
- розподіл потоків інформації.

На підставі постановок завдань аналізу розробляються відповідні моделі.

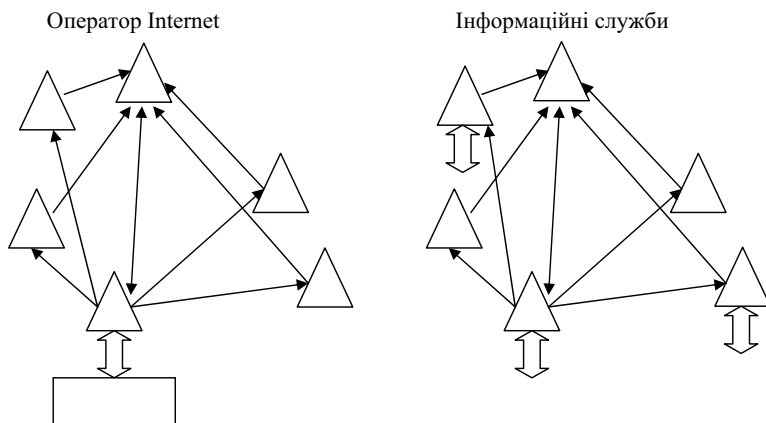
2. Визначення коефіцієнтів готовності ресурсів первинної мережі зв'язку.

У більшості випадків ЦМІО будуються з використанням існуючої інфраструктури мереж передачі даних і мереж телефонного зв'язку. При цьому щодо ЦМІО такі мережі розглядаються як первинні, стосовно яких ЦМІО є вторинною.

Унаслідок високої технічної складності первинних мереж, тривалого часу їх експлуатації, численних модернізацій, невідповідності більшої частини ресурсів реальному вхідному навантаженню достовірні відомості про характеристики, що цікавлять проєктувальника комутацій у мережі, можна отримати тільки експериментальним шляхом. Наприклад (див. рис. 1), оператору інтернет-послуг необхідно визначити можливість та якість зв'язку з його пулом абонентів з різних районів міста, які використовують з'єднання на різних ділянках мережі. Або, навпаки, різним інформаційним оперативним службам необхідно визначити можливість встановлення зв'язку, оповіщення різних віддалених точок за допомогою різних видів зв'язку.

Одним з найважливіших показників якості функціонування первинної мережі є коефіцієнт готовності [5] встановлення комутуваних з'єднань (це також актуально і для мереж з комутацією пакетів при організації віртуальних з'єднань) [11].

Для дослідження цього показника в реальних мережах зв'язку був запропонований відповідний метод.



Необхідно оцінити можливість організації з'єднань між вхідними лініями й різними ділянками мережі

Необхідно оцінити можливість з'єднань між різними ділянками мережі і вихідними лініями інформаційних систем і служб

Рис. 1. Загальна схема комутації мережі загального користування

Коефіцієнт готовності комутованого з'єднання визначається коефіцієнтами готовності складових ділянок з'єднання. З'єднання складається з таких частин (рис. 2):

- ділянки від абонента до місцевого вузла комутації;
- ділянки від місцевого вузла комутації до віддаленого вузла комутації;
- ділянки від віддаленого вузла комутації до абонента, якого викликають.

Запропонований метод передбачає експериментальне дослідження з'єднань від абонента до кожного з цих ділянок. При встановленні експериментальних сполук можливі такі випадки:

- неготовність місцевого вузла комутації;
- неготовність з'єднання між місцевим і віддаленим вузлами комутації;
- неготовність віддаленого вузла комутації;
- неправильне з'єднання;
- загальний збій;
- правильне з'єднання.

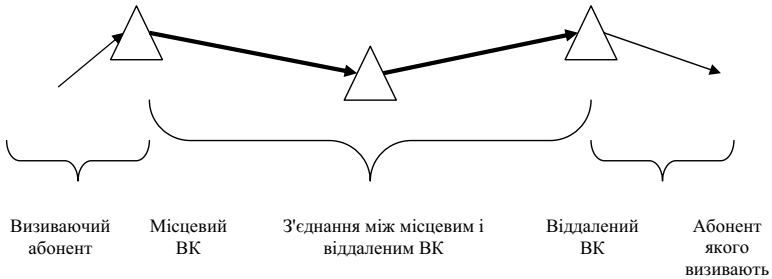


Рис. 2. Структура встановлюваного з'єднання

При цьому застосовуються такі терміни:

- відрізок часу доби, протягом якого проводилися експерименти;
- кількість спроб;
- кількість випадків неготовності місцевого ВК;
- кількість випадків неготовності з'єднання між ВК;
- кількість випадків неготовності віддаленого ВК;
- кількість випадків неправильного з'єднання;
- кількість випадків загальної відмови;
- кількість випадків правильного з'єднання.

На підставі експериментальних даних за тривалий період визначаються такі показники якості з'єднань:

- коефіцієнт готовності місцевого ВК з боку абонента;
- коефіцієнт готовності з'єднання між ВК з боку абонента;
- коефіцієнт готовності віддаленого ВК з боку абонента;
- коефіцієнт готовності з'єднання між абонентами;
- коефіцієнт збоїв при організації з'єднання між абонентами;
- коефіцієнт відмов з'єднання між абонентами.

На підставі отриманих статистичних відомостей визначаються коефіцієнти готовності з'єднань з боку абонента для різних ділянок первинної мережі. Потім формуються таблиці коефіцієнтів готовності комутованих з'єднань (рис. 3).

Проектувальник керується отриманою за допомогою цієї методики інформацією для вибору варіантів ресурсів первинної мережі, які використовуються для ЦМІО.

Основні принципи запропонованого підходу можна застосувати й до ЦМІО. На основі ЦМІО наразі бурхливо розвиваються такі види обслуговування, як надання комутованих віртуальних з'єднань, надання

з'єднань за викликом. У цьому випадку за допомогою названого методу можна також визначати коефіцієнти готовності встановлення віртуальних комутованих з'єднань (SVC) в ЦМІО.

Відрізок часу	В	В	...	ВК	В
ВК 1	X				
ВК 2	...	X	...	...	...
...
ВК n-1	X	...
ВК n	X

Вузол i	В	В	...	В	В
Δt_1	X				
Δt_2		X	...	...	...
...
Δt_{k-1}	...	...	...	X	...
Δt_k	...	...	...	...	X

Рис. 3. Приклад таблиць коефіцієнтів готовності з'єднань між вузлами

3. Моделі процесів передачі інформації у ЦМІО.

Для оцінки концепції ЦМІО на ранніх етапах проектування розроблено спеціальний метод, заснований на використанні сукупності приватних моделей окремих аспектів ЦМІО. На початкових стадіях проектування (ТЕО, ТЗ) існує ряд питань, пов'язаних із вхідними даними та великою розмірністю завдань [4, 5, 9, 13]:

- неповнота інформації про вхідні інформаційні потоки, що породжуються абонентами мережі;
- неповнота інформації про інформаційні потоки у використовуваних фрагментах первинних мереж;
- неповнота інформації про обладнання та технології, що використовуються операторами фрагментів первинних мереж;
- велика кількість можливих варіантів побудови ЦМІО, технічних й організаційних рішень.

З огляду на це, можна стверджувати, що застосування точних методів на початкових стадіях проектування неефективне, тобто на ранніх стадіях проектування ЦМІО досить використовувати наближені методи оцінки

характеристик, що дають змогу відповісти на питання про загальні можливості досліджуваної мережі [9]. Необхідні моделі та методи, що дають можливість охопити якомога більше аспектів проєктованої ЦМІО та проаналізувати більшу кількість варіантів побудови ЦМІО. Тому, як один з базових підходів, пропонується використовувати аналітичне моделювання, яке дасть змогу застосувати сучасні методики опису прогнозованого трафіку, швидко аналізувати велику кількість варіантів мережі. Використання ЦМІО здебільшого в номінальному режимі дає змогу застосовувати для їх аналізу методи МО, зокрема використовувати обґрунтовані в роботах [7, 8, 9, 13] припущення про опис процесів функціонування СПД у номінальному режимі за допомогою пуассонівського розподілу.

3.1. Подання ЦМІО у вигляді багаторівневої ієрархічної моделі.

Пропонується ієрархічна модель ЦМІО, заснована на використанні усереднених топологічних й імовірно-часових характеристик підмереж. Цей підхід дає змогу аналізувати процеси функціонування як для всієї мережі, так і більш детально щодо окремої підмережі, що містить певну кількість вузлів, ліній зв'язку, набір обладнання.

Декомпозиція ЦМІО здійснюється за адміністративно-організаційним принципом. На першому рівні такої мережі перебувають магістральні вузли, на другому – мережі вузлів доступу, на третьому – кінцеве обладнання передачі даних абонентів. Пропонована декомпозиція враховує також технічні показники обладнання, що використовується на різних рівнях ієрархії.

Зазначимо такі припущення, що приймаються в пропонованій моделі:

- розглянутий режим функціонування ЦМІО – номінальний. Це обумовлено тим, що в ЦМІО граничні режими функціонування (на відміну від систем спеціального призначення) практично не використовуються;
- вхідний потік одиниць інформації в лінію зв'язку – пуассонівський. Справедливість цього припущення доведена в роботах [6, 7, 8];
- передача одиниць інформації каналами зв'язку є пуассонівським процесом (довжини одиниць інформації розподілені за законом Пуассона);
- сумарний трафік, що надходить у підмережу, дорівнює сумарному трафіку, що виходить і споживається в підмережі;
- підмережа на кожному рівні є однорідною. ВК і ЛМ розподілені рівномірно по всій площі, займаній мережею;
- ВК одного рівня є ідентичними, мають однаковий набір обладнання, однакову інтенсивність вимог на обслуговування від абонентів вузла й однакові топологічні характеристики (рис. 4);

- всі підмережі одного рівня є ідентичними, тобто підмережі одного рівня мають однакові топології і складаються з ідентичних ВК;
- кожному ВК r -го рівня (крім останнього) відповідає підмережа $r+1$ -го рівня.

Очевидно, що запропонована декомпозиція ЦМІО дає змогу аналізувати характеристики підмереж кожного з рівнів окремо один від одного, що спрощує завдання розробки моделей вузлів і підмереж рівнів. Таким чином, уявлення складної ЦМІО зводиться до визначення набору моделей, що відображають ті чи інші чинники й аспекти реальної мережі.

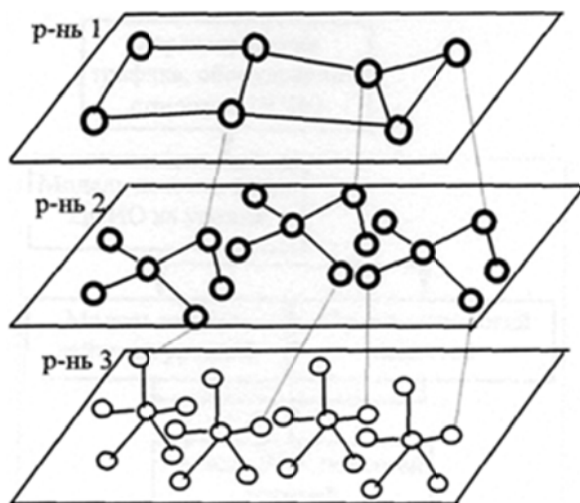


Рис. 4. Представлення ЦМІО у вигляді ієрархічної структури

Сукупність цих моделей, а також модель їх взаємодії і взаємозалежностей між ними складають загальну модель проектованої мережі при викладених нижче припущеннях:

- організаційний аспект описується за допомогою моделі взаємодії рівнів ієрархії;
- інформаційний аспект описується за допомогою моделей трафіків інформації, що надходить у мережу від абонентів різних рівнів;
- технічний аспект описується за допомогою характеристик каналів зв'язку й устаткування вузлів комутації [6, 7, 9];
- алгоритмічний аспект описується за допомогою моделей телекомунікаційних протоколів [9, 11];

– топологічний аспект описується за допомогою усереднених геометричних моделей підмереж, що відображають такі топологічні параметри, як середня зв'язність вузлів комутації, середня довжина маршрутів [9].

Математичні моделі топологій підмереж, методів комутації, модель взаємодії рівнів ієрархії узагальнені в комплексну модель ЦМІО, що описує функціонування всієї мережі. Взаємозв'язок приватних підмоделей у складі загальної моделі ЦМІО показана на рис. 5.

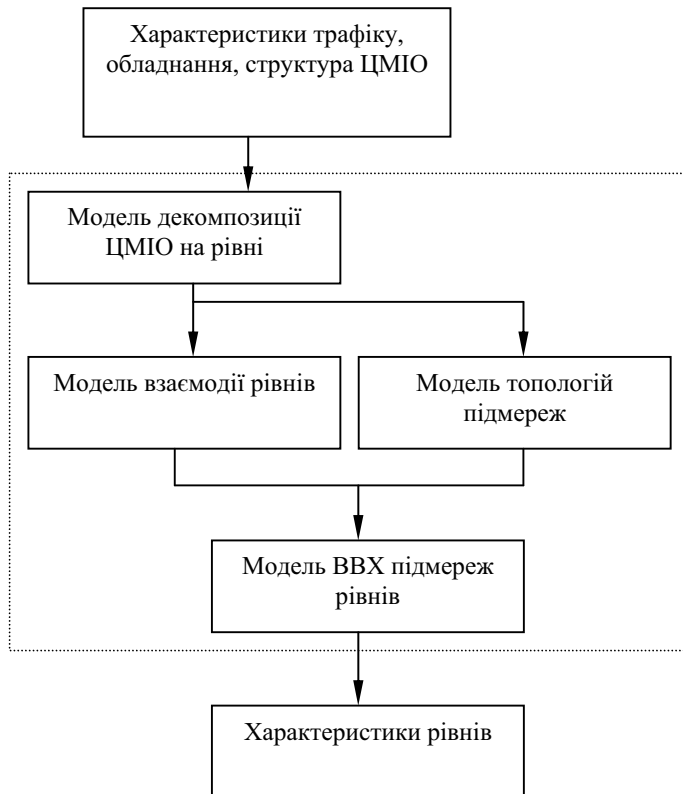


Рис. 5. Приватні моделі і взаємозв'язок між ними

Запропонований підхід дає змогу аналізувати характеристики підмереж рівнів та узагальнені характеристики всієї мережі щодо типових маршрутів доставки інформації при різних інтенсивностях вхідного трафіку.

Загальний потік інформації, що обробляється підмережею, залежить від таких параметрів:

- середнього абонентського трафіку вузла;
- кількості вузлів у підмережі;
- середньої кількості транзитів у підмережі;
- обсягу трафіку, що надходить від абонентів інших рівнів через суміжні підмережі.

Крім того, враховуються також усереднені топологічні характеристики підмереж, що впливають на процеси передачі інформації [9, 10]:

- середня довжина маршруту передачі інформації або його частини в зазначеній підмережі;
- середня кількість альтернативних маршрутів при передачі інформації підмережею.

Імовірно-тимчасові характеристики процесу передачі інформаційних потоків визначаються такими характеристиками обладнання:

- використовуваної телекомунікаційної технології;
- продуктивністю обладнання ліній зв'язку;
- характеристиками надійності обладнання.

З урахуванням результатів, отриманих за допомогою моделей, є можливість оцінити ймовірність своєчасної доставки інформації, розподіл імовірності затримки доставки одиниці інформації, середній час доставки інформації за заданим маршрутом.

Передбачається, що виробляється оцінка середнього часу та ймовірності доставки інформації за певний час для кожного фрагмента мережі, тобто допустимий час доставки ділиться на відрізки часу, відповідні передачі інформації за підмережі різних рівнів. Таке уявлення середньої затримки та ймовірності доставки спрощує аналіз ВВХ і відповідає процесу проектування «зверху – вниз».

3.2. Модель процесу передачі інформації, що відповідає різним видам обслуговування.

Розроблена модель призначена для якісного аналізу відповідності великої кількості варіантів ЦМІО вимогам телекомунікаційного обслуговування. Для оцінки процесів передачі інформації, що відповідає різним видам обслуговування, пропонується визначення усереднених характеристик за кількома видами обслуговування.

Для оперативних видів обслуговування (передача мови, відео, оперативних даних) інформація, доставлена пізніше заданого часу, як правило, ігнорується. Використання інформації, доставленої несвоєчасно, може внести додаткові спотворення. З цього отримуємо усереднену інтег-

ральну характеристику ймовірності доставки інформації для декількох класів обслуговування.

3.3. Модель інформаційної взаємодії рівнів адміністративно-організаційної ієрархії ЦМІО.

У реальній мережі між фрагментами мережі існують потоки інформації, запити, вимоги, що виникають у різних частинах мережі та протікають по ній. Пропонується описати взаємозв'язок рівнів ієрархічної мережі за допомогою моделей трафіків (обсяг інформації в одиницю часу) підмереж і законів циркуляції трафіку по всій мережі [2, 9, 10]. У процесі функціонування мережі частина виниклого трафіку обслуговуватиметься в цій же підмережі, а частина направлятиметься підмережам інших рівнів та інших фрагментів мережі.

За основу міркувань візьмемо (див. рис. 6):

– R – кількість рівнів адміністративно-організаційної ієрархії мережі;
 – λ_r – сумарний потік, який передається підмережею рівня r , абонентам підмереж інших підмереж (вхідний);

– λ_r^* – сумарний потік, який передається в підмережі рівня r (вихідний).

При цьому

$$\lambda_r^{\alpha} + \lambda_r^{\beta} = \lambda_r^{\alpha} + \lambda_r^{\beta}$$

де λ_r^{α} – трафік, спрямований абонентам підмереж рівнів $r+1, R$ абонентами інших підмереж транзитом через рівень r (вхідний);

λ_r^{β} – трафік, спрямований абонентам підмереж рівнів $r+1, R$ абонентами інших підмереж (вхідний);

λ_r^{α} – трафік, спрямований абонентами підмереж рівнів r, R абонентами інших рівнів транзитом через рівень r (вихідний);

λ_r^{β} – трафік, спрямований абонентами підмереж рівнів r, R абонентами інших рівнів та абонентами інших рівнів транзитом через рівні r (вихідний).

Введемо додаткові позначення:

– x_j^k – частка абонентського трафіку рівня r , яку направляють абонентам рівня j транзитом через верхній рівень k (рис. 7);

– nr – кількість вузлів у підмережі рівня r .

Кожному вузлу підмережі рівня r відповідає підмережа рівня $r+1$, що складається з $nr+1$ вузлів. Тоді модель передачі трафіку від підмережі рівня i в підмережу рівня j транзитом через рівень k представлена на рис. 7.

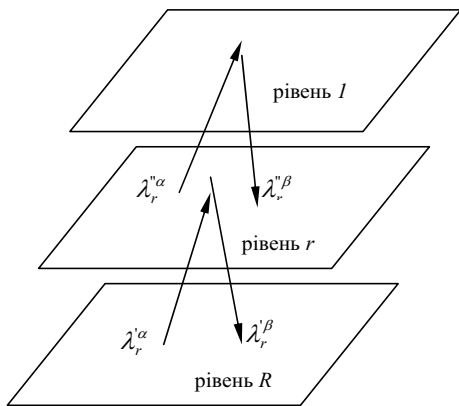
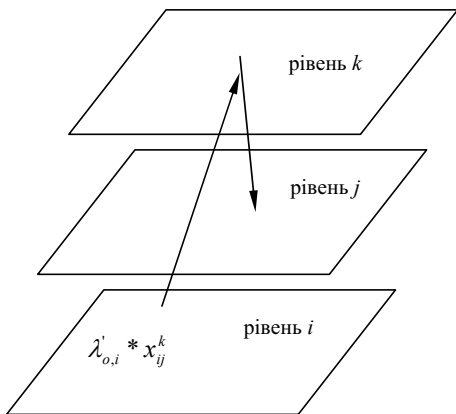


Рис. 6. Модель інформаційної взаємодії рівнів ієрархії

Рис. 7. Представлення передачі трафіку від підмережі рівня i в підмережу рівня j транзитом через рівень k

Отже, проведені дослідження дали змогу отримати такі результати:

1. Подальший розвиток бібліотечного простору потребує використання цифрових мереж інтегрального обслуговування, що дає змогу підвищити економічні показники за рахунок зменшення кількості ліній передачі інформації.

2. Досліджено метод оцінки і визначення експериментальним шляхом коефіцієнтів готовності ділянок первинної мережі зв'язку до встановлення з'єднань. При цьому була розглянута структура з'єднання в первинній мережі зв'язку та досліджено можливі випадки результату експериментів, визначено послідовність аналізу і використання отриманої експериментальної інформації.

3. Проаналізовано метод оцінки концепції ЦМІО на основі комплексної ієрархічної моделі, що враховує топологічний, інформаційний та технічний аспекти. Цей метод полягає в декомпозиції складної багаторівневої ЦМІО на декілька підмереж відповідно до організаційної і технічної ієрархії. Така декомпозиція спрощує завдання аналізу й дослідження фрагментів мережі та типових маршрутів передачі одиниць інформації.

4. До переваг цифрових мереж інтегрального обслуговування варто віднести:

- вищу економічну ефективність порівняно з будь-якою іншою мережею;
- забезпечення широкого спектра видів обслуговування при використанні тільки однієї лінії;
- сумісність ЦМІО з існуючими та споруджуваними мережами зв'язку;
- застосування тільки цифрових методів передачі інформації;
- високу надійність, обумовлену використанням висококласного уніфікованого устаткування, систем моніторингу і керування.

5. Переваги цих мереж найбільше проявляються при передачі мультимедійної інформації шляхом інтеграції її різних видів.

6. Розглянута сфера діяльності має великі перспективи для подальшого розвитку та характеризується стійким збільшенням і розширенням кількості й спектра послуг, змінами собівартості та якості обслуговування.

Список бібліографічних посилань

1. Гах І. П. Моделі цифрових мереж інтегрального обслуговування в інформаційно-бібліотечному середовищі: відповідність сучасним вимогам. *Наук. пр. Нац. б-ки України ім. В. І. Вернадського*. Київ, 2015. Вип. 41. С. 609–623.

2. Гах І. П. Мультимедійні технології у бібліотеці в контексті сучасних бездротових бібліотечних мереж. *Наук. пр. Нац. б-ки України ім. В. І. Вернадського*. Київ, 2017. Вип. 46. С. 478–490.

3. Приложение 10 к Конвенции ИСАО. Т. 3. Системы связи. Монреаль : ИСАО, 1995. 432 с.

4. Конахович Г. Ф., Сухопара О. М., Потапов В. Г. Сучасні мережі передачі даних підприємств ЦА. *Захист інформації*. Київ, 2003. № 1. С. 4–27.

5. Конахович Г. Ф., Сухопара О. М. Аналіз принципів захисту від несанкціонованого доступу підсистем керування глобальних мереж передачі даних. *Захист інформації*. Київ, 2002. № 4. С. 23.

6. Bharat T. Doshi, Ramesh Nagarajan, G. N. SrinivasaPrasanna, M. Akber Qureshi. Future WAN Architecture Drivenby Services, Traffic Volumeand *Technology Trends. BellLabs Technical Journal*. 2001. January – June. p. 13. <https://doi.org/10.1002/bltj.2261>.

7. Захаров Г. П. Методы исследования сетей передачи данных. М. : Радио и связь, 1982. 208 с.

8. Боккер П. ISDN. Цифровая сеть с интеграцией служб. Понятия, методы, системы / пер. с нем. М. : Радио и связь, 1991. 357 с.

9. Захаров Г. П., Симонов М. В., Яновский Г. Г. Службы и архитектура широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания. *Электронные знания ТЭК*. М. : Эко-трендз, 1993. Т. 42. 234 с.

10. Иносэ Х. Интегральные цифровые сети связи: введение в теорию и практику. М. : Радио и связь, 1982. 320 с.

11. Шаршаков А. Будущее сетевых технологий. *Сети*. 1997. № 1. С. 40–47.

12. Тобаги Ф. А. Архитектуры высокоскоростных коммутаторов пакетов для широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания. *ТМЭР*. 1990. № 1. С. 105–142.

13. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб. : Питер, 2001. 669 с.

References

1. Hakh, I. P. (2015). Modeli cyfrovyyh mrezezh intehralnoho obsluh-ovuvannya v informacijno-bibliotechnomu seredovyschi: vidpovidnist suchasnym vymoham [Models of Integrated Services Integrated Digital Networks in the Information and Library Environment: Compliance with Modern Requirements]. *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteki Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho – Transactions of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine*, 41, 609–623. Kyiv [in Ukrainian].

2. Hakh, I. P. (2017). Multymedijni tehnolohiyi u bibliotetsi v konteksti

suchasnyh bezdrotovyh bibliotechnyh merezh [Multimedia technologies in the library in the context of modern wireless library networks]. *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteky Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho – Transactions of V. I. Vernadsky National Library of Ukraine*, 46, 478–490. Kyiv [in Ukrainian].

3. Prilozhenie 10 k Konventsii ICAO [Annex 10 to the Convention ICAO]. (1995). Vol. 3. *Sistemyi svyazi. Montreal: ICAO*. 432 p. [in Russian].

4. Konahovich, G. F., Suhopara, O. M., Potapov, V. G. (2003). Suchasni merezhi peredachi danih pidpriemstv TsA [Modern data network enterprise CA.]. *Zahist Informatsiyi – Information Protection*, 1, 4–27. Kyiv [in Ukrainian].

5. Konahovich, G. F., Suhopara, O. M. (2002). Analiz printsipiv zahistu vid nesanktsionovanogo dostupu pidsistem keruvannya globalnih merezh peredachi danih [Analysis of Principles for the Protection against unauthorized access control subsystems of global data networks]. *Zahist Informatsiyi – Information Protection*, 4, 23. Kyiv [in Ukrainian].

6. Bharat, T. Doshi, Ramesh, Nagarajan, G. N., SrinivasaPrasanna, M., Akber Qureshi. (2001). Future WAN Architecture Drivenby Services, Traffic Volumeand Technology Trends. *BellLabs Technical Journal*. January – June. <https://doi.org/10.1002/bltj.2261> [in English].

7. Zakharov, G. P. (1982). Metody issledovaniia setei peredachi dannykh [Methods of research data networks]. Moscow: Radio i sviaz [in Russian].

8. Bokker, P. (1991). ISDN. Tcifrovaia set s integratsiey sluzhb. Poniatia, metody, sistemy [Digital network with integration of services. Concepts, methods, systems]. Moscow: Radio i sviaz [in Russian].

9. Zakharov, G. P., Simonov, M. V., Ianovskii, G. G. (1993). Sluzhby i arkhitektura shirokopolosnykh tcifrovyykh setei integralnogo obsluzhivaniia [Service and architecture of broadband digital networks Integrated Services]. *Elektronnye znaniia TEK – Electronic Knowledge of the Fuel and Energy Complex*, 42. Moscow: Eco-trend [in Russian].

10. Inose, H. (1982). Integralnyie tsifrovyye seti svyazi: vvedenie v teoriyu i praktiku [Service and architecture of broadband digital networks Integrated Services]. Moscow: Radio i sviaz [in Russian].

11. Sharshakov, A. (1997). Buduschee setevyih tehnologiy [Future network technologies]. *Seti – Networks*, 1, 40–47 [in Russian].

12. Tobagi, F. A. (1990). Arkhitektury vysokoskorostnykh kommutatorov paketov dlia shirokopolosnykh tcifrovikh setei integralnogo obsluzhivaniia [Architecture of high-speed packet switches for broadband integrated services digital networks]. *TIHER*, 1, 105–142 [in Russian].

13. Olifer, V. G., Olifer, N. A. (2001). *Kompyuternyye seti. Printsipy, tehnologii, protokoly* [Computer networks. Principles, technologies, protocols]. St. Petersburg: Peter [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 19.03.2020.

Ihor Gakh,

Junior Researcher,

V. I. Vernadsky National Library of Ukraine

3 Holosiivskyi Ave., Kyiv 03039, Ukraine

e-mail: ipgakh@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7283-1239>

Network Models for the Transmission of Multimedia and Communication Information in an Information and Library Environment

In the article the principles and technology of functioning of digital integrated service networks, standards and protocols of data transmission in them are analyzed. Several models of modern architecture networks with service integration have been developed and presented. The analysis of design techniques and a unified system approach to the assessment of telecommunication services (maintenance) is also conducted. The method of estimation and determination of the coefficients of readiness of the sites of the primary network to establish connections is experimentally investigated. The structure of the connection in the primary communication network was considered and possible cases of the result of the experiments were investigated, the sequence of analysis and use of the obtained experimental information was determined. The method of estimation of the CIS concept is analyzed on the basis of a complex hierarchical model that takes into account topological, informational and technical aspects. The conclusions about the prospects of their technical implementation, development and implementation of certain types of services using modern protocols for the transmission of multimedia information in the information and library environment were made.

The dependencies of library networks with service integration were investigated and the following information was obtained: comparative qualitative assessments of the capabilities of protocols for the types of telecommunication services considered, options for joint implementation of several types of services based on a single protocol. The conclusions about the possibility, prospects of technical implementation and implementation of certain types of services using modern protocols for transmission of multimedia information in the information and library environment are made.

It is stated that this sphere of activity has great prospects for further development and is characterized by steady increase and expansion of the number and range of services, changes in cost and quality of service.

Keywords: multimedia information, multimedia technology, digital network, data streams, network protocols, security of data.