

## РОЗБОБКА МОДЕЛІ МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ МЕРЕЖІ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** В даній роботі проведено моделювання швидкісних мультисервісних мереж. В ході розробки було проведено короткий літературний огляд розвитку мультисервісних мереж зв'язку. Було розглянуто мережу NGN, її архітектуру, принципи побудови, функціонування, надання послуг користувачам, а також досліджено гнучкий комутатор Softswitch та класифікацію обладнання, що реалізує даний комутатор. Було проведено проектування транспортної пакетної мережі з використанням технології NGN.

**Ключові слова:** мультисервісна мережа, мережа зв'язку, мережа NGN, комутатор Softswitch, транспортна пакетна мережа, технологія NGN.

**Abstract .** In this work the simulation of high-speed multiservice networks. During the development was conducted brief literature review of multi-service networks. Were considered network NGN, its architecture, principles of construction, operation, provision of services to users and commutator investigated flexible Softswitch and classification equipment that implements this switch. There were designing a transport packet network using technology NGN.

**Keywords:** multiservice network, network NGN, commutator Softswitch, ransport packet network, technology NGN.

**Вступ.** З бурхливим розвитком телекомунікації у сучасному світі суспільство неухильно йде до ускладнення взаємозв'язку між різними ланками виробництва, збільшення інформаційних потоків у технічній, науковій, політичній, культурній, побутовій та інших сферах суспільної діяльності [1]. Сьогодні, очевидно, що жоден процес у житті сучасного суспільства не може відбуватися без обміну інформації, для своєчасної передачі якої використовуються різні засоби й системи зв'язку.

У цей час розвиток телекомунікаційних мереж відбувається в напрямку росту ринку мультисервісних послуг, впровадження нових телекомунікаційних і інформаційних технологій, зокрема, при проектуванні засобів дистанційного навчання [2].

Широкосмугове підключення до Інтернету стало однією з найбільш успішних телекомунікаційних послуг не дуже давно, але всього за кілька років кількість користувачів виросла до 200 млн., більшість із них поки обмежуються доступом в Інтернет з комп'ютера або ноутбука.

Сучасний розвиток комп'ютерних мереж характеризується їхньою конвергенцією. Актуальною стає задача побудови універсальних мереж, що здібні однаково ефективно надавати послуги різних типів.

Одне з найважливіших напрямків цифрування - модернізація мереж зв'язку загального користування на основі концепції NGN (Next Generation Network) - мереж зв'язку наступного покоління. Перспективна архітектура мереж нового покоління (NGN) припускає створення мультисервісної мережі з винесенням функціональності послуг в граничні вузли мережі, створення спеціальної підсистеми керування послугами у вигляді окремої мережевої підсистеми, а також розширення номенклатури інтерфейсів для підключення устаткування постачальників послуг. Мультисервісні мережі можуть бути створені як новий клас мереж зі забезпеченням можливості взаємодії з існуючими мережами.

Сутність мережі нового покоління полягає у переході від багатоплатформності до простої та ефективної мережі, розробленої спеціально для того, щоб надавати всі види послуг. У результаті можна одержати мережі, що пристосовані до всіх видів послуг. Цими мережами буде набагато легше керувати, і водночас контроль за якістю послуг великою мірою перейде до самих клієнтів.

На сьогоднішній день розвиток інфокомунікаційних послуг здійснюється, в основному, в рамках комп'ютерної мережі Інтернет, доступ до послуг якої виконується через традиційні мережі зв'язку. Проте у ряді випадків послуги Інтернет, зважаючи на обмежені можливості її транспортної інфраструктури не відповідають сучасним вимогам, що пред'являються до послуг інформаційного суспільства. У зв'язку з цим розвиток інфокомунікаційних послуг вимагає рішення задач ефективного управління інформаційними ресурсами з одночасним розширенням функціональності мереж зв'язку. У свою чергу, це стимулює процес інтеграції Інтернет і мереж зв'язку [3].

**Архітектура мережі NGN.** В сучасних телекомунікаціях створюються значні зміни, пов'язані з підсиленою «інтернетизацією» людей, яких можна вважати науково-технічною революцією. До нашого часу світові телекомунікації пережили дві науково-технічні революції.

Слова «нове покоління» стають останнім часом модною фразою, що появляється в різних контекстах. Це обговорено революційною ситуацією, коли під NGN розуміються різні підходи, рішення, обладнання, але вони всі єдині в головному – в еру NGN данні важливіші мови, комутація пакетів і пакетний трафік є важливішим комутації каналів і мовного трафіку. Доля трафіку передачі даних останнім часом динамічно росте вгору і становиться домінуючим в сучасних системах зв'язку (рис. 1).

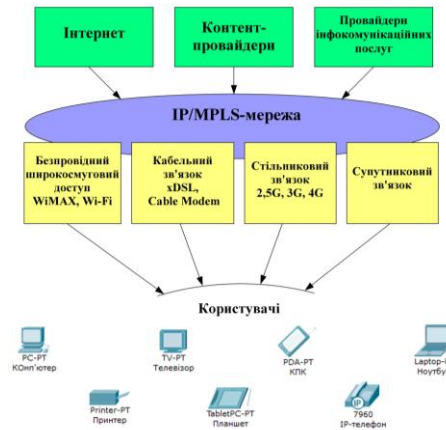


Рисунок 1 – Загальна концепція побудови мультисервісної мережі

Як показують якісні та корисні оцінки, динаміка розвитку мовного трафіку в загальносвітовому масштабі в середньому стабільна. В протилежному напрямку йому доля трафіку даних, і особливо доля трафіка IP (Інтернету), в останній час зростає експоненціально, і цей трафік даних почав переважати на мережах Європи.

Революція переходу від мовного трафіку до трафіку даних складає основу ідеології NGN. Значення цього факту невелика, що вище він поставлений в основу значення NGN.

NGN необхідно розглядати як ідеологічну доктрину, що опирається на стратегічний постулат:

- 1) комп'ютер для майбутнього людства важливіше телефона і його необхідно поставити в центр нових технологій зв'язку;
- 2) для нормальної роботи мережі, орієнтуючий на комп'ютери, а не на телефони, необхідна корінна модернізація мереж зв'язку.

Трафік даних ріс по мірі розвитку комп'ютеризації і інформатизації, і по міркам історії, зміна пріоритетів пройшла дуже швидко, але і в цього процесу була передісторія. Для того, щоб показати, на скільки змінились основи створення сучасних мереж, дослідимо еволюцію принципів створення систем зв'язку до і після прийняття основного постулату NGN.

Традиційно в основі створення класичної системи електрозв'язку лежить первинна мережа, що включає в себе середовище поширення сигналів і апаратуру передачі сигналів, що забезпечує створення типових каналів і трактів первинної мережі. Ці канали використовуються потім вторинними мережами для забезпечення послуг зв'язку [3].

**Архітектура традиційних мереж електрозв'язку.** Початковою базою революції NGN стала зміна пріоритетів світової цивілізації в її відношенні до трафіку мови і даних. Трафік даних ріс поступово по мірі розвитку комп'ютеризації та інформатизації суспільства і в якийсь момент «переміг» мовний трафік. Процес інформатизації йшов бурхливо, і, але мірками історії, зміна пріоритетів сталося майже миттєво, а й у цього процесу була передісторія. Для того щоб показати, наскільки змінились основи побудови сучасних мереж, простежимо еволюцію принципів побудови систем зв'язку до і після прийняття основного постулату NGN [4].

Традиційно в основі побудови класичної системи електрозв'язку лежить первинна мережа, що включає в себе середовище поширення сигналів та апаратуру передачі сигналу, що забезпечує створення типових каналів і трактів первинної мережі. Ці канали використовуються потім вторинними мережами для забезпечення послуг зв'язку.

Первинна мережа у свою чергу поділяється на два підрівні (транспортний і обладнання передачі), оскільки методично процедури експлуатації середовища поширення сигналів (волоконно-оптичних ліній зв'язку, металевих кабелів і ресурсу радіочастотного спектру) відрізняються від процедур експлуатації первинної мережі як уніфікованого банку цифрових каналів. Цифрова

первинна мережа може будуватися на основі принципів плезіохронна (PDH) або синхронної цифрової ієрархії (SDH).

У процесі розвитку традиційних систем зв'язку в останні декілька десятиліть спостерігалися дві тенденції:

1) стандарти первинної мережі залишалися незмінними і ґрунтуючись на типовій ієрархії каналів PDH (потоки E1, E2, E3 і E4 зі швидкостями 2, 8, 34, 140 Мбіт / с відповідно) або SDH (потоки STM-1/4, 6/64 зі швидкостями 0,155; 0,622; 2,5 і 10 Гбіт / с відповідно),

2) технології вторинних мереж розвивалися бурхливо, що призводило до постійного дробленню рівня вторинних мереж на нові і нові сегменти. Так, на кордоні телефонії та мереж передачі даних з'явилася технологія ISDN, на кордоні ISDN і традиційних телефонних систем сигналізації - система ОКС № 7.

Таким чином, дуалізм традиційних телекомунікаційних мереж (первинна мережа - вторинні мережі) зовсім не стримував розвитку технології і не сприяв революційної ситуації, яка привела до NGN. Революція була обумовлена причинами всередині технології, а зміною пріоритетів світової цивілізації, тобто вона прийшла в телекомунікації ззовні.

Відповідно до сучасного розвитку, мережа NGN може бути розділена на чотири рівні (рис. 2).

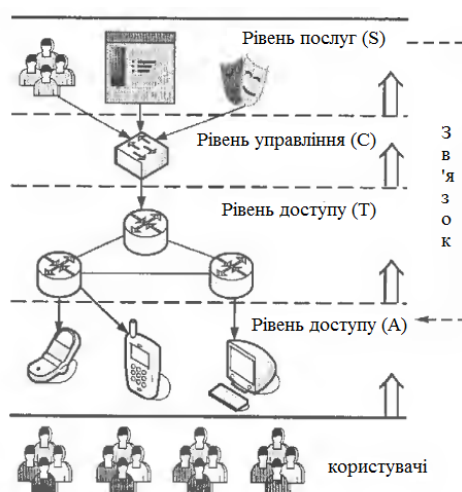


Рисунок 2 – Рівні мережі NGN

- 1) рівень доступу А (Access) забезпечує доступ користувачам до ресурсів мережі;
- 2) рівень транспорту Т (Transport) являє собою основний ресурс мережі, що забезпечує передачу інформації від користувача до користувача;
- 3) рівень управління С (Control) являє собою нову концепцію комутації, засновану на застосуванні технології комп'ютерної телефонії та Softswitch;
- 4) рівень послуг S (Service) визначає склад інформаційного наповнення мережі. Тут знаходиться корисне навантаження мережі у вигляді послуг з доступу користувачів до інформації.

У центрі (ядро) застосовуються високопродуктивні технології для швидкої комутації трафіку з підтримкою протоколів динамічної маршрутизації; також на цьому рівні забезпечується підключення до інших провайдерів та розташовуються сервісні центри. Рівень обслуговування та керування виконує функції керування та обслуговування трафіку, забезпечення необхідної швидкості та якості обслуговування, інтеграції мережі з іншими мережами, такими, як телефонна мережа загального користування (PSPN), мережа передачі даних (PDN), цифрова мережа інтеграції послуг (ISDN) та мережа цифрового телебачення (DTV). Транспортний рівень виконує функції перенесення мультимедійного трафіку та розподілу його між мережами доступу. На даному рівні необхідно забезпечити високу швидкість передачі, відсутність затримок цифрового потоку та гарантію доставки даних. На рівні доступу мультимедійний трафік буде розподілятися між абонентами відповідно їх типу. У мультисервісній мережі зазвичай існує два типи абонентів: фізичні (окремі особи) та юридичні (підприємства та організації).

**Загальні принципи проектування транспортної мережі NGN.** До загальних принципів проектування мережі відносяться [5]:

- 1) транспортна мережа є розвитком первинної мережі при переході від комутації каналів до комутації пакетів;

2) транспортна мережа є каркасом сучасної мережі NGN. Вона являє собою засіб з'єднання користувачів і додатків;

3) у первинній мережі основна функція зводилася до утворення стандартного аналогового або цифрового каналу між двома точками мережі, а транспортна мережа формує канал передачі даних між двома точками підключення користувачів NGN. Аналогія між транспортною мережею та первинною мережею присутня також у механізмі зв'язків між користувачами;

4) незважаючи на єдність принципів роботи транспортної мережі та первинної мережі, NGN вносить свою специфіку;

5) на відміну від мереж доступу, які розгортаються «за місцем», транспортна мережа будується заплановано, у відповідності зі стратегією розвитку оператора.

На рис. 3 представлена модель функціонування транспортної мережі, згідно з якою споживачами ресурсів транспортної мережі є мережі доступу.



Рисунок 3 - Взаємозв'язок мереж доступу через транспортну мережу

Мережі доступу збирають трафік від користувачів NGN і взаємодіють один з одним через транспортну мережу. З цієї моделі ми отримуємо найважливіший висновок, що визначає цінність технічних рішень в області транспортних мереж.

Основне призначення транспортної мережі полягає в обслуговуванні трафіку даних NGN. Для обслуговування трафіку транспортна мережа повинна забезпечувати наступні процедури: прийняті в NGN-розподіл трафіку, вирівнювання навантаження, маршрутизацію трафіку по зв'язках різної топології («точка-точка», «точка-багатоточка» тощо), дублювання трафіку, мультиплексування (об'єднання) і демультіплексування (поділ) і т.д. Отже, чим успішніше обслуговує технологія транспортної мережі пакетний трафік, тим ефективніше технічне рішення.

**Вплив абонентських послуг на розвиток мереж NGN.** Завершуючи дослідження загальних принципів функціонування NGN. Щоб оцінити роль послуг, необхідно вийти за межі галузі телекомунікацій і згадати, що XGN як третя революція в зв'язку з глобальною ідеєю «інтернетизації» нашої цивілізації. Оскільки впровадження NGN може окупатися тільки через оплату послуг, то номенклатура і якість нових послуг зв'язку є вирішальним фактором на користь інвестицій в телекомунікації.

З точки зору архітектури NGN протоколи і принципи організації послуг перебувають на четвертому рівні моделі SCTA. Але при цьому нова концепція послуг впливає на всі рівні моделі SCTA. Так концепція управління новими послугами неминує вимагає уточнення принципів роботи рівня управління. Оскільки нові послуги можуть привести до зміни структури трафіку і принципів його маршрутизації, а також параметрів гарантованої якості послуг (QoS) для трафіку різної категорії, то виникає необхідність перегляду стандартів рівня транспорту.

На рівні доступу вплив нових концепцій послуг тим більше явно. Наприклад, нові послуги можуть висунути вимогу істотного збільшення смуги пропускання абонентського каналу. У такому випадку потрібно вдосконалення технології «останньої милі» або створення принципово нових технологій, що в історії NGN вже кілька разів мало місце.

Більш того, можна вказати на той факт, що з історичної точки зору саме зміна концепцій ГІО і введення нових послуг визначало напрямок розвитку технології NGN в цілому. Для того, щоб ілюструвати процес такого впливу послуг на формування стандартів і технологій, що входять в сімейство NGN.

В залежності від того, що розумілося під інформаційним суспільством, змінювалася концепція послуг і разом з нею технологія NGN (рис. 4).

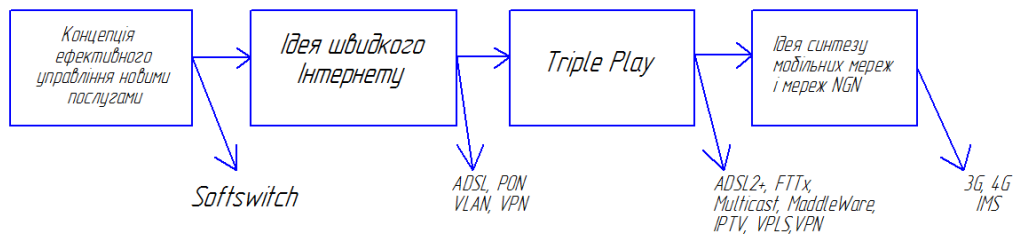


Рисунок 4 – Розвиток концепцій послуг і зміни в технології NGN

При розгортанні нових телефонних послуг, таких як телеголосування, передплачені послуги та інше, була сформульована концепція інтелектуальної мережі (IN). Внаслідок з'єднання концепції інтелектуальної мережі та принципу децентралізації привели до появи технології декомпозиції шлюзів, що і створило Softswitch.

Поява послуг широкополосного доступу пов'язане з ідеєю «інтер-винтізації суспільства». Вирішення цієї задачі в рамках традиційної телефонної мережі призвело до появи концепції ISDN, але швидкість передачі, яку забезпечувала ця технологія для абонентів (128 кбіт/с), не можна було признати достатньою. Нова концепція послуг вимагала, щоб швидкість передачі даних до абонента перевищувала 1...1,5 Мбіт/с. З'явилися нові технології ширококутового абонентського доступу: HDSL, FTTx, РОГч \ Ethernet, Gigabit Ethernet, Wi-Fi. Оскільки відповідно до нової концепції передбачалося істотне збільшення об'ємів трафіку, на рівні транспортних мереж були впроваджені модернізування технології NGSDH, 10 Gigabit Ethernet. Необхідність забезпечення якості призвело до технології MPLS. Для об'єднання абонентів у локальні групи і кластери були створені VLAN VPN. Зрештою підвищення ефективності управління послугами ширококутового доступу було досягнуто модифікацією під нові завдання технології Softswitch. Таким чином, концепція «комп'ютер + телефон» призвела до істотної зміни архітектури NGN на всіх рівнях.

Технології управління суспільством, підготовлені новини, клонування менталітету, вплив «піар», ідеологічні та інформаційні інтервенції, всі «принади» яких жителі розвинених країн могли відчути на собі, показали, що телебачення є масовою, доступною і суттєвою силою в сучасному культурному і інформаційному полі. Тому синтез телебачення і комп'ютера в поєднанні з широким використанням розважальних технологій виявилось нове ефективне трактуванням ідеї ГІО. Для її реалізації з'явилася нова концепція послуг Triple Play як інтеграція «комп'ютер + телефон + телевізор».

Розширення послуг передачі відеоінформації змінить архітектуру NGN на всіх рівнях. Передача відеоінформації зажадала збільшити швидкість передачі даних для абонентів з 1,5 до 24 Мбіт / с. Однак більш ніж 10-кратне збільшення швидкості неможливо без корінної перебудови технології мереж доступу. Показали свою ефективність технології радіо-Ethernet і ADSL будуть перетворені у відповідності з новими стандартами. Широке поширення одержать технології «оптичної останньої милі». Навіть технологія стільникових мереж не залишилася осторонь, відповівши на виклик сучасності перспективними технологіями EV-DO і 3G. Одночасно будуть істотно перебудовані транспортні мережі, оскільки трафік змінить свою структуру, а для трансляції телевізійних програм буде потрібно групова розсилка (Multicast). Впровадження Triple Play приведе до перегляду ряду положень архітектури керування Softswitch.

Саме цей стан реконструкції мереж характерні для сучасного стану технологій NGN. Для суспільства перехід до концепції Triple Play поки не помітний.

Втім, можна заглянути в майбутнє і передбачити, що нова концепція послуг, post-Triple Play, буде концепцією персоналізації послуг, тобто абонент зможе сам формувати перелік (профіль) послуг та налаштовувати їх «під себе». Перш за все, будь-яка людина може отримати свій персональний номер, по якому він буде доступний незалежно від того, перебуває він у своєму кабінеті або в будь-якій точці Землі. Таким чином, нова концепція пропонує синтез мереж NGN і мобільних мереж, що може бути виражено формулою «комп'ютер + телефон + телевізор + роумінг».

До роумінгу абонентів привчили стільникові мережі, де персоналізація послуги відбулася сама собою, оскільки телефонна трубка виявляється в кишені абонента. Але NGN надає нову ідею ширококугових послуг, та ще й у конвергентному абонентському середовищі. Персоналізація послуг в рамках всієї системи NGN вимагає розширити поняття роумінгу з технології стільникових мереж на всі можливі абонентські мережі доступу. Єдиний номер повинен бути в рівній мірі доступний абоненту ADSL, Wi-Fi або Ethernet. При цьому роумінг повинен забезпечувати просторову міграцію абонента (переїзд в інше місто), і внутрішню міграцію (наприклад, перехід з технології Wi-Fi на технологію ADSL).

Вже зараз зрозуміло, що персоніфікація зв'язку зажадає очевидної кардинальної перебудови всієї архітектури NGN. В першу чергу перестройка торкнеться рівня управління, де зосереджені засоби забезпечення роумінгу, сигналізації, а також ідентифікації користувачів, що отримали коротке найменування AAA (authentication, authoriaflion і accounting). На цьому рівні вже зараз впроваджуються пристрої SMS, які приходять па зміну далеко ще не застарілих систем Softswitch.

Досить важко зараз припустити, які зміни викличе концепція персоніфікації послуг на інших рівнях NGN. Вже зараз ряд виробників пропонують спеціальні пристрої для абонентських мереж доступу, що дозволяють персоніфікувати послуги Triple Play для кожного абонента. Але в будь-якому випадку концепція персональної зв'язку стане актуальною тільки після широкого впровадження послуг Triple Play, а зараз ця концепція тільки починає впливати на архітектуру NGN.

**Висновки:** У даній роботі розглянуті технічні особливості методики проектування NGN мереж зв'язку з мобільним доступом в інфраструктури компанії.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гороховський О. І. Інформаційна технологія розробки адаптивних дистанційних курсів / О. І. Гороховський, Т. І. Трояновська // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія – 2009. – № 2. – С. 75–80. – ISSN 1999–9941.
2. Гороховський О. І. Застосування UML при проектуванні засобів дистанційного навчання / О. І. Гороховський, Т. І. Трояновська // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія – 2005. – № 2. – С. 72–77. – ISSN 1999–9941.
3. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд / В.Г.Олифер. – Питер.: СПб, 2010. – 944с.
4. Мережі нового покоління для нової України. Інформаційний бюлетень Міжнародного центру перспективних досліджень // [Електронний ресурс], 2006. – Режим доступу: [http://www.icps.com.ua/arh/pub/inform\\_technologies.html](http://www.icps.com.ua/arh/pub/inform_technologies.html)
5. Величко, В.В. Телекоммуникационные системы и сети / В.В.Величко. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592с.

*Поліщук Денис Миколайович, ст. гр. ІКІ-14мс, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [polden94@gmail.com](mailto:polden94@gmail.com).*

*Керівник: Трояновська Тетяна Іванівна, к.т.н., ст. викл. каф. ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.*

*Polishchuk Denys Mukolayovich, student, IKI-14ms, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [polden94@gmail.com](mailto:polden94@gmail.com).*

*Head: Troianovska Tetiana Ivanivna, PhD, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University.*