КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

**1 Еволюція телекомунікаційних послуг**

### До середини 80-х років основним завданням під час проектування систем зв'язку було забезпечення високої пропускної спроможності за прийнятною ціною. Оскільки ця мета була частково досягнута з розгортанням волоконно-оптичних систем і впровадженням технологій SDH, B-ISDN, ATM, на телекомунікаційному ринку набуває значущості інший фактор – можливість швидкого розвитку комплексних телекомунікаційних послуг, що задовольняють зростаючі потреби абонентів. Загалом в історичному розвитку телекомунікаційних мереж і послуг можна умовно виділити такі основні етапи (рис. 1):

### Побудова телефонної мережі загального користування ТМЗК (Public Switched Telephone Network, PSTN). На даному етапі створювалася національна аналогова телефонна мережа загального користування, орієнтована на передачу мовних повідомлень. Надалі в ТМЗК за допомогою модемів стала здійснюватися передача даних.

### Цифровізація телефонної мережі. Для підвищення якості послуг зв'язку, підвищення автоматизації управління та технологічності обладнання на даному етапі починають створюватися інтегральні цифрові мережі (Integrated Digital Network, IDN), які надають також в основному послуги телефонного зв'язку на базі цифрових систем комутації та передачі інформації.

### Інтеграція послуг. На даному етапі розширюється спектр послуг, що надаються абонентам мережі і з'являється концепція цифрової мережі з інтеграцією служб (Integrated Service Digital Network, ISDN). Однак ця концепція не мала широкого поширення через високу вартість обладнання.

### Створення інтелектуальної мережі (Intelligent Network, IN). Концепція IN була розроблена для більш швидкого впровадження нових послуг при максимально ефективному використанні існуючої інфраструктури телекомунікаційної мережі.



###### Рисунок 1 – Етапи розвитку телекомунікаційних послуг і мереж

### До 50-х років ХХ століття телекомунікаційні мережі обмежувалися тільки передачею аналогової телефонії. Основне завдання, яке в цей період ставили розробники мереж, полягало в якісній передачі мови на великі відстані з високою надійністю та мінімальною вартістю.

До середини XX-го століття в розвинених країнах оператори опинилися перед фактом значного зниження темпів зростання доходів від надання традиційних послуг. Попит на такі послуги був повністю задоволений і в міру розвитку всіх галузей людської діяльності на ринку зв'язку стали з'являтися користувачі, які вимагали нових типів послуг окрім традиційного двоточкового мовного з'єднання. Звичайні мовні з'єднання між двома абонентами більше не могли задовольнити потреби клієнтів ділового сектора, і вже з другої половини 60-х років оператори мереж зв'язку почали пропонувати ряд послуг, щоб залучити нових користувачів: послуги, зроблені на замовлення для простих абонентів і послуги Centrex для ділових абонентів.

Перелік послуг, зроблених на замовлення, визначався можливостями комутаційних станцій, наприклад, абонент міг попросити розбудити його дзвінком у певний час тощо.

Під ***Centrex*** спочатку розумівся спосіб надання послуг зв'язку абонентам декількох компаній на основі спільно використовуваної відомчої комутаційної станції. З появою комутаційних станцій із програмним управлінням термін «Centrex» став означати спосіб надання додаткових послуг діловим абонентам мережі загального користування, аналогічних послугам відомчої АТС. Для цього АТС доустатковувалися спеціальним блоком, а багато компаній-користувачів заощаджували засоби на закупівлю, монтаж і експлуатацію власних відомчих АТС, оскільки могли за допомогою Centrex створювати свої корпоративні мережі, використовуючи ресурси телефонної мережі загального користування. Centrex дозволяв користуватися скороченим набором номера, тристороннім конференц-зв'язком, переадресацією виклику, переведенням з'єднання на інший номер, постановкою виклику на очікування, встановленням з'єднання із зайнятим у цей момент абонентом після його звільнення тощо.

У випадку Centrex надання нових послуг вимагало узгодження оператором із замовником цілого ряду специфічних вимог, виконувати які повинен був виробник АТС. Внаслідок цього стандартизація для Centrex практично відсутня, а його послугами користується досить незначна кількість абонентів з тих, кому ці послуги доступні.

### З початком чергового бурхливого етапу інформаційної революції з'явилася потреба передачі даних у величезних обсягах з високою швидкістю, у тому числі й комутованими каналами. При цьому швидкість комутації аналогової телефонії перестала бути задовільною. Подальший розвиток розвинених аналогових мереж із досить високою якістю передачі мови в країнах Заходу до кінця 60-х років став недоцільним. У 70-х роках з’явилася концепція цифрової телефонії на базі можливості здійснення з'єднання зі швидкістю 64 кбіт/с, а також розвитку цифрових сполучних ліній (наприклад, ІКМ). З середини 80-х років основна мета щодо забезпечення високої пропускної спроможності за прийнятною ціною була почасти досягнута з розгортанням волоконно-оптичних систем і впровадженням таких технологій як SDH і ATM.

### Цифровізація мереж дозволила не тільки підвищити якість послуг, але й сприяла зростанню їх кількості. Внаслідок цього були сформульовані основні принципи створення ***цифрової мережі з інтеграцією послуг*** або ***ISDN.*** Абонент ISDN одержує два інформаційних канали по 64 кбіт/с і один канал сигналізації 16 кбіт/с для управління з'єднанням (2B+D). Загальна пропускна спроможність каналу становить 144 кбіт/с, що дозволяє передавати навіть один відеоканал у реальному часі.

Ці нові мережі складаються з ISDN-станцій, які комутують цифрові потоки, що містять будь-яку інформацію: мова, дані, стисле відео тощо. Перетворення в аналоговий сигнал відбувається безпосередньо в абонентському терміналі. Крім того, всі комутаційні станції мережі ISDN на відміну від аналогових можуть працювати як одна велика станція, дозволяючи здійснювати автоматичну маршрутизацію виклику, рівномірний розподіл навантаження, мати єдиний план номерів, створювати віртуальну мережу, та надають цілий ряд інших додаткових послуг. За час свого розвитку концепція ISDN пережила зльоти й падіння, пов'язані з коливанням потреб ринку та наявністю в абонентів комп'ютерів. Нині практично всі комутаційні станції на мережах розвинених країн мають функції ISDN.

Однак ISDN та інші методи надання абонентам додаткових послуг мають свої проблеми, що виражаються також у недостатній стандартизації, внаслідок чого у світі діє кілька несумісних стандартів. Крім того, для введення нових послуг необхідно замінити програмне забезпечення кожної ISDN-станції, що вимагає значних капіталовкладень і колосальної інтуїції від оператора мережі, оскільки в цьому випадку крок "не в ту сторону" обходиться ще дорожче. Час життя комутаційного обладнання триває кілька десятків років, тому заміняти його щоразу для надання нової послуги недоцільно (і не заміняти не можна, оскільки існує різке зростання вимог до збільшення кількості функцій, які мають бути підтримані мережею). Крім того, при введенні в такий спосіб нових послуг ускладнюється структура мереж, а також процеси управління та експлуатації.

Необхідність модернізації обладнання та програмного забезпечення на всіх АТС мережі є слабким місцем усіх перерахованих технологій при розширенні набору послуг, які надає мережа. Для вирішення питання про послуги, які оператор мережі хотів би запропонувати своїм клієнтам, необхідно було погоджувати з виробником обладнання характеристики майбутніх послуг і можливості їхньої реалізації. Розгортання кожної нової послуги вимагало модифікації апаратних засобів у всіх комутаційних станціях. Цей процес ускладнювався ще й тим, що мережа оператора, як правило, складалася з обладнання декількох різних виробників, і іноді траплялося, що послуги в зоні обслуговування цього оператора виявлялися не повністю ідентичними. Крім того, після введення послуги в експлуатацію модифікувати її з урахуванням вимог нових груп клієнтів також було дуже непросто. Найчастіше для цього доводилося погоджувати з постачальником обладнання додаткові зміни апаратних засобів. Як наслідок, оператору були потрібні роки, щоб спланувати та реалізувати у своїй мережі нову послугу. Створення комутаційних станцій із програмним управлінням було суттєвим кроком уперед, який дозволив зробити логіку надання послуг програмованою, що значно полегшило реалізацію процесу надання послуг. Однак концепція надання послуг не була модульною. В міру зростання складності окремих послуг і залежності між ними додати нову послугу до вже існуючих ставало все складніше. Оператор не міг сам використати логіку, що підтримує одну послугу, для підтримки іншої.

Велика кількість, складність і частота введення нових функцій у мережі зв'язку потребували нового підходу, який міг кардинально змінити всі аспекти створення та надання послуг, а також експлуатаційного управління ними. Виникла необхідність переходу від консервативного підходу, який використовувався протягом тривалих років і передбачав надання невеликого переліку послуг, до створення нової платформи, що дозволяє вводити широкий спектр нетрадиційних послуг і надає можливість «налаштовувати» їх під індивідуальні вимоги клієнта. Таким новим підходом стала концепція інтелектуальної мережі.

Основні ключові моменти розвитку телекомунікаційних технологій, з погляду їх "інтелектуалізації", відбиті на рис. 1.



Рисунок 1 – Ключові моменти розвитку телекомунікаційних технологій   
з погляду їх "інтелектуалізації"

Першим важливим моментом є поява послуг модемного зв'язку, використовуваного для передачі даних по аналоговій телефонній мережі. Їх основним недоліком є низька швидкість передачі. Далі виникла потреба в тарифікації обсягів переданих даних, а не часу їхньої передачі. Така послуга була надана в мережах пакетної комутації. Потім, майже одночасно з ISDN, CCITT (зараз ITU-T) розробив і стандартизував цифрову систему спільноканальної сигналізації СКС №7, що стало поворотним моментом у розвитку цифрових мереж зв'язку. Вважається, що SS7 у цифрових мережах подібна центральній нервовій системі живого організму. Наприклад, без неї неможлива побудова мереж ISDN, GSM, IN та ін.

Наступний принциповий момент – це поява в 1992 році технології асинхронного режиму перенесення інформації ATM (Asynchronous Transfer Mode), завдяки якому одержали подальший розвиток такі мережні концепції, як B-ISDN, UMTS, B-IN і деякі інші. Інфраструктура широкосмугових комунікацій уможливлює створення нових послуг, таких як послуги універсального рухомого зв'язку та послуги мультимедіа на мережах зв'язку. Якісний прогноз вартісних оцінок цих послуг порівняно з традиційними послугами встановлення з'єднання показано на рис. 2.



Рисунок 2 – Якісний прогноз вартості послуг зв'язку

**2 Концептуальна модель інтелектуальної мережі (IN)**

Концепцію IN визначають рекомендації ITU-T серії Q.12хх, причому група рекомендацій Q.120х описує загальні аспекти концепції, група Q.121х – аспекти реалізації послуг, що відповідають першому набору можливостей (CS-1) або першому поколінню IN, Q.122х – аспекти, що відповідають другому набору (CS-2) тощо.

Як загальна для всіх CS модель опису архітектури IN запропонована ***концептуальна модель IN (IN Conceptual Model, INCM)***, що розглядає цю архітектуру в різних площинах, які надають різний ступінь деталізації. Модель (рис. 3) містить чотири розташовані одна над одною площини, кожна з яких є абстрактним поданням (зі своїм ступенем деталізації) тих можливостей, які має мережа, побудована згідно з концепцією IN.



Рисунок 3 – Концептуальна модель IN

Верхня площина моделі – ***площина послуг*** надає послуги такими, якими їх бачать кінцеві користувачі. Таке подання не містить інформації, що стосується способу та деталей реалізації послуги в мережі. На цій площині послуги компонуються з однієї або з декількох різних стандартизованих складових, кожну з яких користувач сприймає як одну з характерних властивостей – атрибутів (компонентів) послуги (Service Feature, SF).

На ***глобальній функціональній площині*** подано можливості мережі, які необхідні розробникам для впровадження послуг, при цьому мережа IN розглядається як єдине ціле. На цій площині визначено незалежні від послуг конструктивні блоки (Service Independent Building Block, SIB), одним з яких є SIB, що реалізує базовий процес обслуговування виклику (Basic Call Process, ВСР), а також точки звернення ВСР до інших SIB, які мають назву ініціюючих точок (Point Of Initiation, POI) і точок повернення у ВСР (Point Of Return, POR).

ВСР виконує традиційні для звичайної комутаційної станції функції, такі як установлення з'єднання, роз'єднання, зберігання оперативних даних, необхідних для подальшої обробки, і має можливість (при виявленні запиту послуги IN) звертатися до інших процесів. Точка POI є функціональним інтерфейсом між логікою процесу ВСР і логікою іншого процесу, що забезпечує надання послуги (або однієї зі складових послуги) IN. Після завершення цього процесу відбувається повернення через інший функціональний інтерфейс (через точку POR) у процес ВСР, що продовжує роботу, використовуючи дані, отримані при поверненні.

На ***розподіленій функціональній площині*** подано функції, реалізовані вузлами мережі. Тут мережа розглядається як сукупність функціональних елементів, що породжують інформаційні потоки. Кожен функціональний об'єкт (Functional Entity, FE), визначений на цій площині, складається з елементарних функцій (Elementary Function, EF) і може виконувати цілий ряд визначених для нього дій (Functional Entity Action, FEA). Розглянуті вище незалежні конструктивні блоки SIB подано на розподіленій функціональній площині у вигляді послідовностей дій, що виконуються функціональними об'єктами. Деякі такі дії пов'язані з обміном інформацією між об'єктами, що показано на цій площині у вигляді інформаційних потоків (Information Flow, IF).

***Фізична площина*** описує вузли мережі, їхні функції та протоколи взаємодії. Вузли мережі подано у вигляді фізичних елементів (Physical Entities, РЕ), якими можуть бути комутаційні станції, спеціалізовані комп'ютери або бази даних. На фізичній площині визначено також, у яких РЕ розміщуються ті або інші FE та які протоколи підтримують інформаційний обмін між різними РЕ.

Логіку процесів, які забезпечують надання послуг IN, показано на різних площинах по-різному. На глобальній функціональній площині визначено лише глобальну логіку послуг (Global Service Logic, GSL), що містить сервісні модулі, кожний з яких підтримує одну зі складових послуг (один з атрибутів). На розподіленій функціональній площині ту саму логіку подано як набір розподілено виконуваних програм. Нарешті, на фізичній площині показано, що програми, які реалізують логіку послуг, розміщено в різних призначених для цього програмно-апаратних комплексах – вузлах інтелектуальної мережі.

Концепцією IN задається чітко визначена взаємна відповідність між архітектурними елементами площин моделі. Атрибути послуг, визначені на площині послуг, реалізуються на глобальній функціональній площині відповідними сполученнями конструктивних блоків SIB, до числа яких завжди входить BCР, і сервісних модулів глобальної логіки послуг. Для кожного атрибута відповідність визначається на етапі створення послуги. Кожен SIB, визначений на глобальній функціональній площині, має бути представлений хоча б в одному FE розподіленої функціональної площини, але може бути реалізований і в декількох FE. В останньому випадку можуть знадобитися спільні дії різних FE. FE розподіленої функціональної площини визначають, які властивості повинні мати фізичні елементи РЕ, в яких вони розміщені. Кожен FE розміщується тільки в одному РЕ, але в одному РЕ можуть бути реалізовані декілька FE. Зв'язки між різними FE, визначені на розподіленій функціональній площині, специфіковано на фізичній площині у вигляді протоколів.