

Моделі взаємодії відкритих систем DoD та OSI

1. Відкрита система. Структура середовища зв'язку

Комп'ютерна мережа є окремим випадком так званої відкритої системи (open system). Відкрита система – це система, яка побудована і функціонує з дотриманням вимог міжнародних стандартів. Декілька відкритих систем можуть з'єднуватися між собою середовищем зв'язку.

У даному випадку середовище зв'язку являє собою сукупність функцій, які дають можливість реальним відкритим системам обмінюватися даними відповідно до міжнародних стандартів.

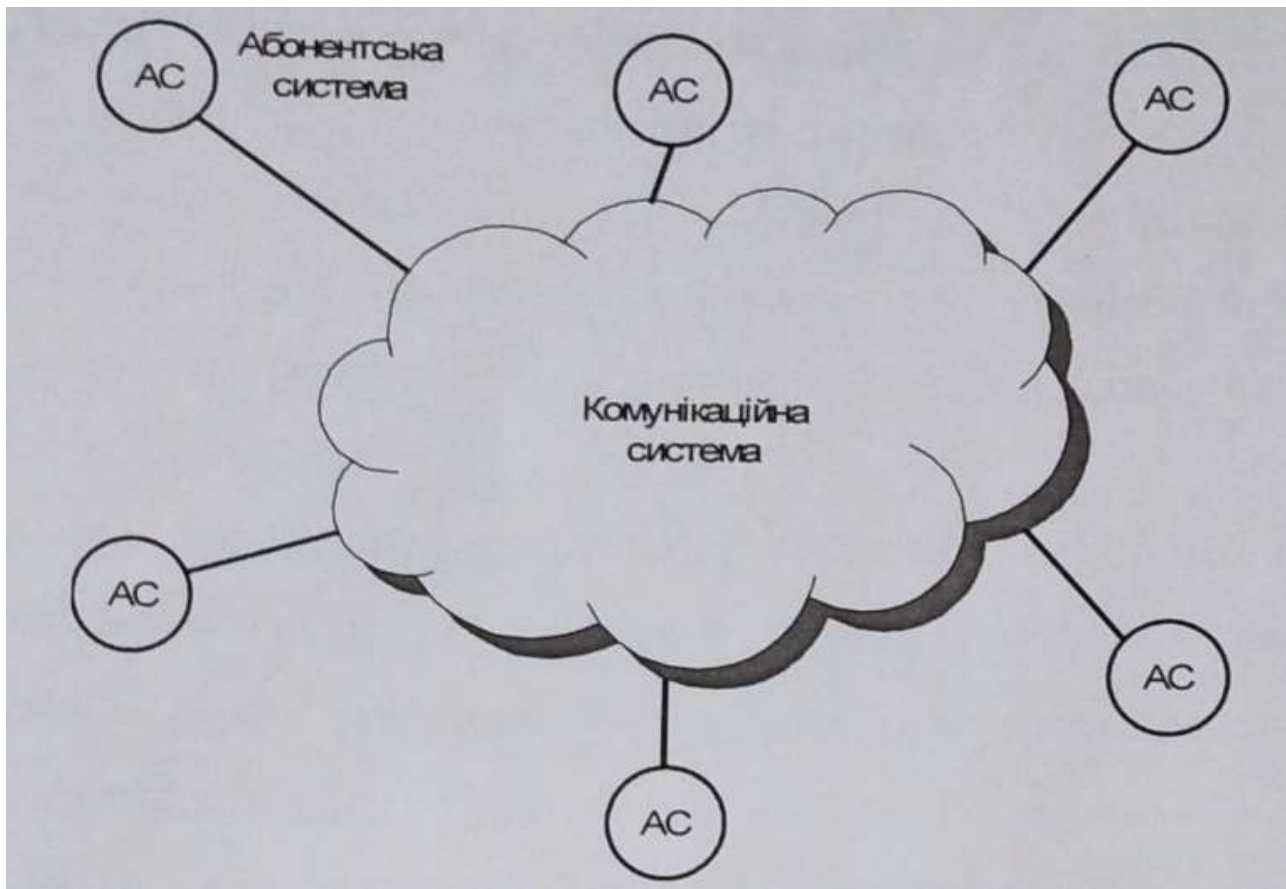


Рис. 1. Відкрита інформаційна система

Структура середовища зв'язку відкритих систем визначається стандартом 7498 ISO (1983 р.). Середовище в цілому має складний набір мережевих функцій тому під час його створення структури був використаний ієрархічний підхід, який ґрунтується на наступних принципах:

- Оскільки процес передавання у середовищі дуже складний, то його розділяють за рівнями;
- На кожному рівні виконується конкретний скінчений набір мережевих функцій;
- На межі між рівнями обмін даними повинен бути мінімальним;

- Рівні повинні описуватись так, щоб зміни на одному з них не викликали необхідності внесення змін на інших рівнях.

2. Семирівнева модель взаємодії відкритих систем OSI

У відповідності до стандарту 7498 ISO (Open Systems Interconnection) процес обробки даних під час передавання їх у сеансі зв'язку відкритих систем поділений на сім рівнів:

- Рівень 7 – прикладний;
- Рівень 6 – відображення;
- Рівень 5 – сеансовий;
- Рівень 4 – транспортний;
- Рівень 3 – мережевий;
- Рівень 2 – канальний;
- Рівень 1 – фізичний;

Передавання даних з використанням семирівневої моделі взаємодії відкритих систем подано на схемі:

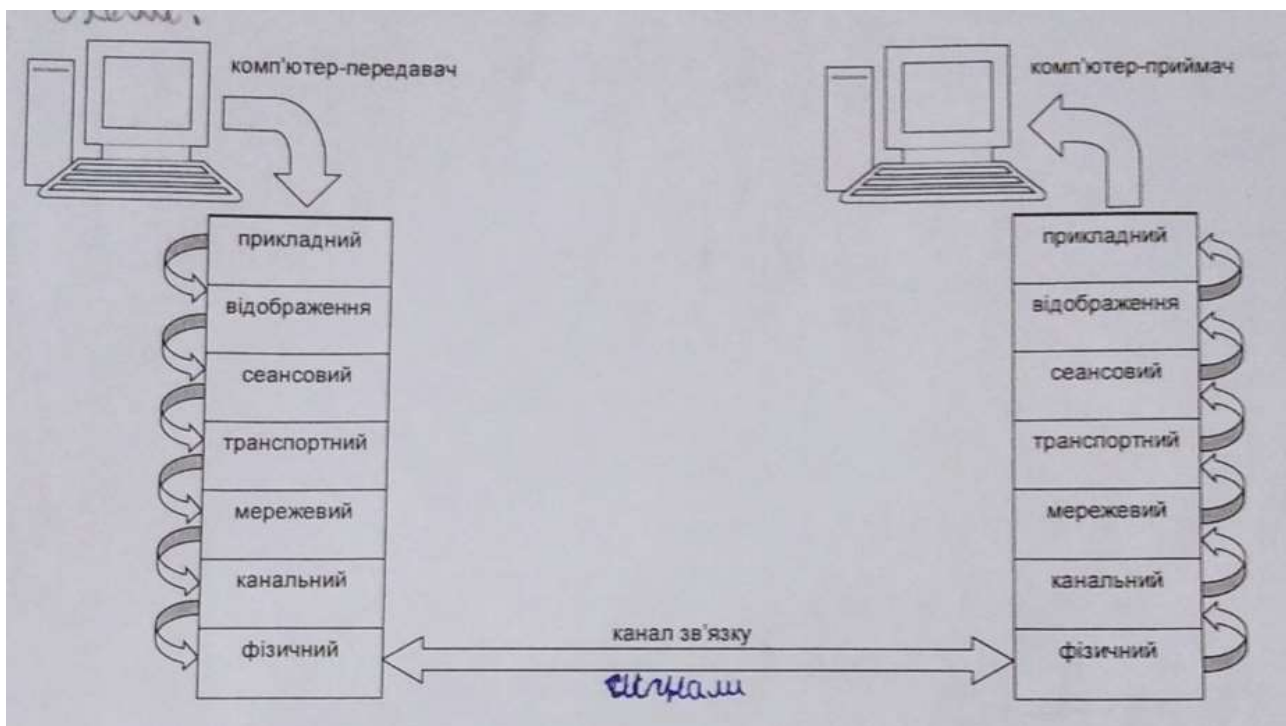


Рис. 2. Передавання даних з використанням семирівневої моделі взаємодії відкритих систем

Перед початком процесу передавання файл даних чи потік даних розбивається на пакети транспортного рівня – сегменти. Кожен сегмент передається окремо.

Зведені дані щодо протоколів різних рівнів моделі взаємодії відкритих систем наведені в табл.1.

Рівні моделі взаємодії відкритих систем OSI

№ рівня	Рівень	Англійська назва рівня	Основні задачі	Приклади протоколів
7	Прикладний	A - Application	Форми взаємодії прикладних процесів	HTTP, FTP, TELNET, SMTP
6	Відображення	P - Presentation	Перетворення даних	
5	Сеансовий	S - Session	Організація та проведення діалогу	
4	Транспортний	T - Transport	Налагодження наскрізних сполучень	TCP, UDP
3	Мережевий	N - Network	Прокладання сполучень між системами	IP, ICMP
2	Канальний	DL - Data Link	Передавання між суміжними системами	Ethernet, Token Ring, Novell
1	Фізичний	PL - Physical Link	Спряження з фізичними середовищами передавання	

Модель OSI чудово спроектована, але вона не використовується у практиці комп'ютерних мереж. Передбачалося, що ця семирівнева структура стане основою для нового стека протоколів, але в комерційній формі він так і не був реалізований. Модель OSI з'явилась занадто пізно, коли комп'ютерні мережі, зокрема Інтернет, були уже досить розвинені і поширені та в своїй основі використовували іншу модель взаємодії систем (DoD). Але модель OSI широко представлена у сфері дослідження і особливо вивчення комп'ютерних мереж.

3. Короткий опис призначення рівнів моделі OSI

- Фізичний рівень

На самому нижньому рівні моделі OSI – фізичному (Physical) - визначаються характеристики елементів обладнання мережі - мережеве середовище, спосіб установки, тип сигналів, використовуваних для передачі по мережі двійкових даних.

У локальній обчислювальній мережі специфікації фізичного рівня безпосередньо пов'язані з протоколом канального рівня, який використовується в мережі. Вибравши протокол канального рівня, необхідно використовувати одну з специфікацій фізичного рівня, підтримувану цим протоколом. Наприклад, протокол канального рівня Ethernet підтримує кілька різних варіантів фізичного рівня - один з двох типів коаксіального кабелю, будь-який кабель типу «кручена пара», оптоволоконний кабель.

- Канальний рівень

Протокол канального(Data-link) рівня забезпечує обмін інформацією між апаратною частиною включеного в мережу комп'ютера і мережевим ПЗ. Він

готує для відправки в мережу дані, передані йому протоколом мережевого рівня, і передає на мережевий рівень дані, отримані системою з мережі. При проектуванні і створенні локальної обчислювальної мережі використовуваний протокол канального рівня - найважливіший фактор для вибору обладнання і способу його установки. Для реалізації протоколу канального рівня необхідно наступне апаратне і програмне забезпечення:

адаптери мережевого інтерфейсу (якщо адаптер являє собою окремий пристрій, що підключається до шини, його називають платою мережного інтерфейсу або просто мережевою платою);

драйвери мережного адаптера;

мережеві кабелі (або інша мережеве середовище) і допоміжне обладнання;

мережеві концентратори або комутатори.

У специфікацію протоколу канального рівня зазвичай включаються три основних елементи:

формат кадру (тобто заголовок і трейлер, що додаються до даних мережевого рівня перед передачею в мережу);

механізм контролю доступу до мережевого середовища (media access control, MAC). У Ethernet для управління доступом до середовища використовується механізм з контролем несучої і виявленням колізій (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA / CD). У деяких інших протоколах, наприклад, в Token Ring, використовується передача маркера (token passing);

одна або кілька специфікацій фізичного рівня, застосовувані з цим протоколом. Протоколи канального рівня, що використовуються в ЛВС, часто підтримують більше однієї мережевої середовища, і в стандарт протоколу включені одна або кілька специфікацій фізичного рівня.

- Мережевий рівень

Мережевий рівень відповідає за наскрізні (End-to-end) зв'язки, тоді як протоколи канального рівня функціонують тільки в межах ЛВС. Іншими словами, мережевий рівень повністю забезпечує передачу пакета від вихідної до цільової системи. Залежно від типу мережі, відправник і одержувач можуть перебувати в одній ЛВС, в різних ЛВС в межах однієї будівлі або в ЛВС, розділених тисячами кілометрів.

Для забезпечення виконання цього завдання на мережевому рівні виконуються три мережеві функції: адресація, маршрутизація і фрагментація.

Адресація - кожному комп'ютеру в мережі з протоколом IP вручну або автоматично призначається 32-бітовий IP- адреса, що ідентифікує як сам комп'ютер, так і мережа, в якій він знаходиться.

Маршрутизація - процес вибору в інтермережі найефективнішого маршруту для передачі даних від системи-відправника до системи-одержувача.

Дейтаграмі мережевого рівня на шляху до місця призначення доводиться проходити через безліч мереж, стикаючись при цьому з специфічними властивостями і обмеженнями різних протоколів канального рівня. Одне з таких обмежень - максимальний розмір пакета, дозволений протоколом. Наприклад, розмір кадру Token Ring може досягати 4500 байт, тоді як розмір кадрів Ethernet не може перевищувати 1500 байтів. Коли велика дейтаграма, сформована в мережі Token Ring, передається в мережу Ethernet, протокол мережевого рівня повинен розбити її на кілька фрагментів розміром не більше 1500 байт. Цей процес називається фрагментацією(Fragmentation). В процесі фрагментації протокол мережевого рівня розбиває дейтаграму на фрагменти, розмір яких відповідає можливостям використовуваного протоколу канального рівня. Кожен фрагмент стає самостійним пакетом і продовжує шлях до цільової системи мережевого рівня. Вихідна дейтаграма формується лише після того, як місця призначення досягнутий всі фрагменти.

- Транспортний рівень

Функції, що виконуються протоколами транспортного(Transport) рівня, доповнюють функції протоколів мережевого рівня. Часто протоколи цих рівнів, які використовуються для передачі даних, утворюють пару, що видно на прикладі TCP / IP: протокол TCP функціонує на транспортному рівні, IP - на мережевому. У більшості стеків протоколів є два або кілька протоколів транспортного рівня, що виконують різні функції.

Різниця між протоколами транспортного рівня з певного стеку полягає в тому, що деякі з них орієнтовані на з'єднання, а інші - ні. Протокол TCP, наприклад, орієнтований на з'єднання. Коли Ви за допомогою браузера підключаєтеся до сервера Інтернету, браузер і сервер для встановлення зв'язку спочатку виконують так зване трикрокове рукостискання(Three-way handshake). Лише після цього браузер передає серверу адресу потрібної Web-сторінки.

Протокол, не орієнтований на з'єднання (Connectionless), наприклад UDP, не встановлює з'єднання між двома системами до передачі даних. Відправник просто передає інформацію цільовій системі, не турбуючись про те, чи готова вона прийняти дані і чи існує ця система взагалі.

- Сеансовий рівень

На відміну від нижчих рівнів, виділених протоколів сеансового рівня не існує. Функції цього рівня інтегровані в протоколи, які виконують також функції представницького і прикладного рівнів.

До сеансового рівня відносяться служби, багато з яких задають способи обміну інформацією між системами, включеними в мережу. Найбільш важливі служби управління діалогом і поділу діалогу. Обмін інформацією між двома системами в мережі називається діалогом(Dialog). Управління діалогом(Dialog control) полягає у виборі режиму, в якому системи будуть обмінюватися повідомленнями. Таких режимів два: напівдуплексний (Two-way alternate, TWA) і повнодуплексний (Two-way simultaneous, TWS).

- Рівень відображення

На рівні відображення (Presentation) виконується єдина функція: трансляція синтаксису між різними системами. Іноді комп'ютери в мережі застосовують різні синтаксиси. Представницький рівень дозволяє їм «домовитися» про загальний синтаксис для обміну даними.

- Прикладний рівень

Прикладний рівень - це точка входу, через яку програми отримують доступ до моделі OSI і мережевих ресурсів. Більшість про протоколі прикладного рівня надає служби доступу до мережі. Наприклад, протоколом SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) більшість програм електронної пошти користується для відправки повідомлень. Інші протоколи прикладного рівня, наприклад, FTP (File Transfer Protocol), самі є програмами.

4. Модель взаємодій відкритих систем DoD (Department of Defence)

У практиці комп'ютерних комунікацій використовується не модель OSI, а модель міністерства оборони США DoD, або ще її називають модель TCP/IP. Модель DoD була створена у 1970-х роках агентством DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency).

На базі моделі DoD створено стек протоколів TCP/IP.

Модель DoD має всього 4 рівні:

Таблиця 2

Рівні моделі взаємодії відкритих систем DoD

№ рівня	Рівень	Англійська назва рівня	Основні задачі	Приклади протоколів
4	Прикладний	Application	Організація взаємодії прикладних процесів вузлів і форми подання інформації за такої взаємодії	HTTP, FTP, TELNET, SMTP та ін.
3	Транспортний	Transport	Надання транспортних послуг прикладним процесам	TCP, UDP
2	Міжмережевий	Internet	Прокладання сполучень між системами	IP, ICMP
1	Канальний	Link	Передавання між суміжними системами	Ethernet, Token Ring, Novell та ін.

На рис.3 наведено схему процесу обробки даних у відповідності до цієї моделі.

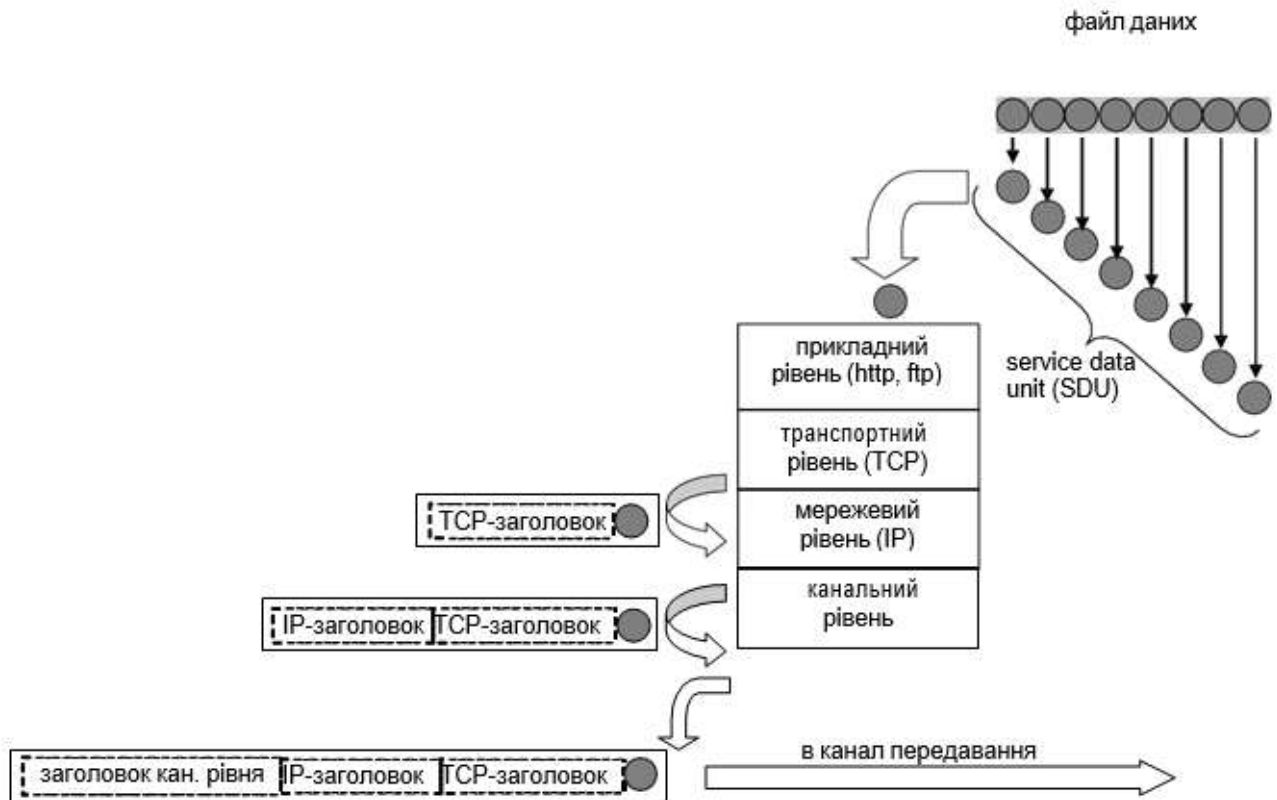


Рис. 3. Обробка даних на різних рівнях чотирирівневої моделі зв'язку відкритих систем DoD

Перед передаванням файла даних він розбивається на частини, так звані, service data unit (SDU). При переході на наступні рівні формується TCP-пакет (за протоколом TCP - так званий сегмент), потім IP-пакет (за протоколом IP – так звана IP-дейтаграма) і, нарешті, пакет для передавання в канал передачі, до якого додається заголовок і зазвичай трейлер (кінцевик – на рисунку не показаний) (так званий фрейм або кадр) , що залежать від протоколу канального рівня.

Такий процес додавання заголовків при формуванні пакетів для передачі в мережі називається інкапсуляцією пакетів.

Ця процедура нагадує процес підготовки листа для відправки поштою. Запит - це саме лист, а додавання заголовків аналогічно вкладанню листа в конверт, написання адреси, штемпелювання і власне відправці.

5. Історія розвитку Інтернету

Інтернет (скорочення interconnected network) є глобальною системою взаємопов'язаних комп'ютерних мереж, які використовують Інтернет-протокол (TCP / IP) для зв'язку пристроїв у всьому світі.

Історія глобальних мереж почалася у кінці 1950-х років. У самий розпал холодної війни Міністерство оборони (МО) США захотіло мати таку мережу для передачі інформації, яка могла б пережити навіть ядерну війну. У той час військові комунікації базувались на громадських телефонних мережах і були визнані занадто вразливими (див. Рис.4).

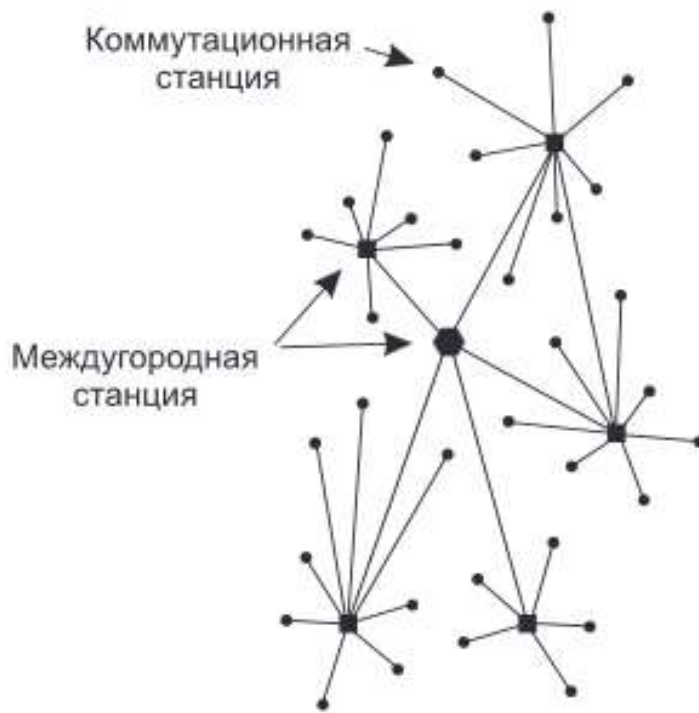


Рис. 4. Структура телефонної мережі

Вразливість полягала в тому, що втрата хоча б однієї або декількох міжміських станцій перетворила б мережу на ізольовані ділянки.

Для вирішення цієї проблеми в 1960-х роках МО США звернулося до корпорації RAND. Один із її працівників Пол Берен (до речі, родом із Білорусі, м. Гродно) розробив проект високонадійної розподіленої мережі (див. Рис 5).

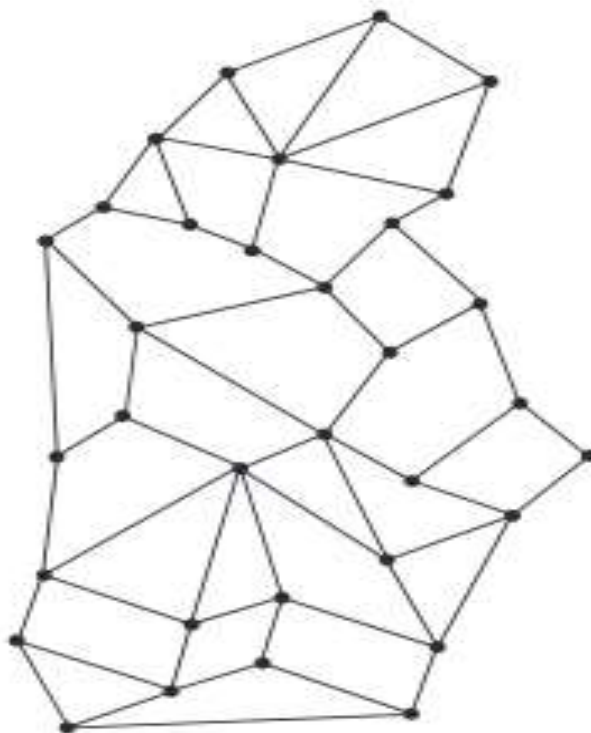


Рис. 5. Запропонована Полом Береном архітектура розподіленої мережі.

Оскільки по лініям такої довжини важко було передати аналоговий сигнал з прийнятним рівнем викривлень і втрат, Берен запропонував передавати цифрові дані і використовувати технологію передачі пакетів. Пентагон направив проект Берена у телекомунікаційну компанію AT&T для реалізації. Але проект був настільки революційним і випереджав свій час, що компанія заявила про неможливість побудувати таку мережу і проект був закритий.

У 1957 році совдепія запустила штучний супутник Землі і обігнала США у космічній галузі. Президент Дуайт Ейзенгауер провів аналіз причин такої ситуації і виявив, що армія, флот і ВПС неефективно використовують гроші, виділені їм для наукових досліджень. Треба було терміново виправляти ситуацію. І він у 1958 році створив єдину наукову організацію під керуванням міністерства оборони ARPA (Advanced Research Projects Agency, Управління перспективного планування науково-дослідницьких робіт) (зараз DARPA). У ARPA не було ні вчених ні лабораторій. Вона займалась тільки тим, що знаходила перспективні проекти науковців і організовувала для них гранти.

У 1967 р. в ARPA вирішили побудувати мережу, аналогічну уже зробленій у Національній фізичній лабораторії у Великій Британії (мережа NPL), яка у свою чергу реалізовувала ідеї Пола Берена. А вже у 1969 році було створено мережу ARPANET із чотирьох вузлів, які стояли у різних університетах.

У результаті значного розширенні мережі, науково-технічного вдосконалення (зокрема, реалізації моделі DoD) і декількох реорганізацій ARPANET до 1990 року став тим, що називається Інтернет.