

Тема 4. Еталонна модель OSI

Мережева модель OSI (*Open systems interconnection basic reference model* – Базова Еталонна Модель Взаємодії Відкритих Систем (БЕМВВС)) – мережева модель стеку мережевих протоколів OSI/ISO (рис. 4.1). Представляє рівневий підхід до мережі. Кожен рівень обслуговує свою частину процесу взаємодії. Завдяки такій структурі спільна робота мережевого обладнання й програмного забезпечення стає набагато простішою, прозорішою й зрозумілішою.

Дані	7 прикладний application	Доступ до мережевих служб
	6 представлень presentation	Представлення і кодування даних
	5 сеансовий session	Управління сеансом зв'язку
Сегменти	4 транспортний transport	Прямий зв'язок між кінцевими пунктами і надійність
Пакети	3 мережевий network	Визначення маршруту і логічна адресація
Кадри	2 каналний data link	Фізична адресація
Біти	1 фізичний physical	Робота з середовищем передачі, сигналами і двійковими даними

Рисунок 4.1 – Мережева модель OSI

4.1 Рівні моделі OSI

У літературі найбільш часто прийнято починати опис рівнів моделі OSI з 7-го рівня, що називається прикладним, на якому призначені для користувача програми звертаються до мережі. Модель OSI закінчується 1 рівнем – фізичним, на якому визначені стандарти, що висуваються незалежними виробниками до середовища передачі даних.

Будь-який протокол моделі OSI повинен взаємодіяти або з протоколами свого рівня, або з протоколами сусіднього рівня. Взаємодії з протоколами свого рівня називаються горизонтальними, а з рівнями на одиницю вище або нижче – вертикальними. Будь-який протокол моделі OSI може виконувати тільки функції свого рівня і не може виконувати функцій іншого рівня, що не виконується в протоколах альтернативних моделей.

Кожному рівню з деякою часткою умовності відповідає свій операнд – логічно неподільний елемент даних, яким на окремому рівні можна оперувати в рамках моделі і використовуваних протоколів: на фізичному рівні – біт, на канальному рівні інформація об'єднана в кадри, на мережевому – в пакети (датаграми), на транспортному – в сегменти. Будь-який фрагмент даних, логічно об'єднаних для передачі – кадр, пакет, датаграма – вважається повідомленням. Саме повідомлення в загальному вигляді є операндами сеансового, представницького і прикладного рівнів.

До базових мережевих технологій відносяться фізичний і канальний рівні.

4.1.1 Фізичний рівень

Фізичний рівень (Physical Layer) – перший рівень мережевої моделі OSI, який визначає метод передачі даних, представлених у двійковому вигляді, від одного пристрою (комп'ютера) до іншого. Складанням таких методів займаються різні організації, в тому числі: Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE), Альянс електронної промисловості (EIA), Європейський інститут телекомунікаційних стандартів (ETSI) і інші.

Здійснює передачу електричних або оптичних сигналів з використанням провідного або безпровідного середовища і, відповідно, їх прийом і перетворення в біти даних відповідно до методів кодування цифрових сигналів.

На цьому рівні працюють концентратори, повторювачі сигналу та медіаконвертери. Функції фізичного рівня реалізуються на всіх пристроях, підключених до мережі. З боку комп'ютера функції фізичного рівня виконуються мережевим адаптером або послідовним портом.

До фізичного рівня відносяться фізичні, електричні і механічні інтерфейси між двома системами. Фізичний рівень визначає такі види середовищ передачі даних як оптоволокно, вита пара, коаксіальний кабель, супутниковий канал передачі даних тощо.

До протоколів фізичного рівня відносять:

- IEEE 802.15 (Bluetooth);
- IrDA;
- USB;
- EIA RS-232 (COM-порт);
- DSL;
- ISDN;
- SONET / SDH;
- 802.11 (Wi-Fi);
- GSM;
- CAN.

4.1.2 Канальний рівень

Канальний рівень (Data Link Layer) – другий рівень мережевої моделі OSI, призначений для передачі даних між вузлами, що перебувають в одному сегменті локальної мережі. Також може використовуватися для виявлення і, можливо, виправлення помилок, що виникли на фізичному рівні.

Канальний рівень відповідає за доставку кадрів між пристроями, підключеними до одного мережевого сегмента. Кадри канального рівня не перетинають кордонів мережевого сегменту.

Заголовок кадру містить апаратні адреси відправника та одержувача, що дозволяє визначити, який пристрій відправив кадр і який пристрій має отримати та обробити його.

Коли пристрої намагаються використовувати середовище одночасно, виникають колізії. Протоколи канального рівня виявляють такі випадки і забезпечують механізми для зменшення їх кількості або ж їх запобігання.

Багато протоколів канального рівня не мають підтвердження про прийом кадру, деякі протоколи навіть не мають контрольної суми для перевірки цілісності кадру. У таких випадках протоколи вищого рівня мають забезпечувати керування потоком даних, контроль помилок, підтвердження доставки та ретрансляцію втрачених даних.

На цьому рівні працюють комутатори та мости.

Функції канального рівня:

1. Отримання доступу до середовища передачі даних;
2. Виділення меж кадру. Ця задача вирішується завжди. Серед можливих рішень цієї задачі – резервування певної послідовності, яка позначає початок або кінець кадру.
3. Апаратна адресація. Потрібна в тому випадку, коли кадр можуть отримати відразу декілька адресатів. В локальних мережах апаратні адреси (MAC-адреси) застосовуються завжди.
4. Забезпечення достовірності прийнятих даних. Під час передачі кадру є ймовірність, що дані можуть бути спотворені. Зазвичай на канальному рівні використовуються алгоритми контрольних сум, що дають високу гарантію виявлення помилок.
5. Адресація протоколу верхнього рівня.

4.1.3 Мережевий рівень

Мережевий рівень (Network Layer) моделі призначений для визначення шляху передачі даних. Відповідає за трансляцію логічних адрес і імен у фізичні, визначення найкоротших маршрутів, комутацію і маршрутизацію, відстеження неполадок і «заторів» в мережі.

На цьому рівні працює такий мережний пристрій, як маршрутизатор.

Функції мережевого рівня:

1. Мережевий рівень моделі OSI може бути як з установкою з'єднання, так і без. В стеці протоколів TCP/IP підтримує тільки протокол IP, який є

протоколом без встановлення з'єднання; протоколи з установкою з'єднання знаходяться на наступних рівнях цієї моделі.

2. Кожен хост в мережі повинен мати унікальну адресу, яка визначає, де він знаходиться. Ця адреса зазвичай призначається з ієрархічної системи і відома як IP-адреса.

3. Просування даних.

Через те, що багато мереж розділені на підмережі і з'єднуються з іншими розгалуженими мережами, вони використовують спеціальні хости, які називаються шлюзами (маршрутизаторами) для доставки пакетів між мережами. Це також використовується в інтересах мобільних додатків, коли користувач рухається від однієї програми до іншої, в цьому випадку пакети (повідомлення) повинні слідувати за ним. У протоколі IPv4 така ідея описана, але практично не застосовується. IPv6 містить більш раціональне рішення.

Протоколи:

- IPv4/IPv6 (Internet Protocol) – мережевий протокол адресації;
- DVMRP – протокол дистанційно-векторної багатоадресної маршрутизації;
- ICMP – використовується для передачі повідомлень про помилки й інші виняткові ситуації, що виникли при передачі даних;
- IGMP – протокол керування груповою (multicast) передачею даних;
- IPsec – набір протоколів для забезпечення захисту даних, що передаються за допомогою протоколу IP;
- RIP – один із найрозповсюдженіших протоколів маршрутизації в невеликих комп'ютерних мережах;
- ARP – комунікаційний протокол, призначений для перетворення IP-адрес в MAC-адреси.

4.1.4 Транспортний рівень

Транспортний рівень (Transport Layer) – 4-й рівень моделі OSI, призначений для доставки даних без помилок, втрат і дублювання в тій послідовності, у якій вони були передані. При цьому немає значення, які дані передаються, звідки й куди, тобто він визначає сам механізм передачі. Блоки даних він розділяє на фрагменти, розмір яких залежить від протоколу, короткі об'єднує в один, довгі розбиває на частини. Протоколи цього рівня призначені для взаємодії типу точка-точка.

Протокол транспортного рівня може не використовувати усіх вищевказаних можливостей. Наприклад, протокол UDP не гарантує послідовність, відсутність втрат та дублювання, але завдяки відсутності цих можливостей не має так званого «службового» трафіку.

Протоколи:

- UDP (User Datagram Protocol) – один з найпростіших протоколів транспортного рівня моделі OSI, працює без встановлення з'єднання;
- TCP (Transmission Control Protocol) – призначений для керування передачею даних у комп'ютерних мережах, працює на транспортному рівні моделі OSI;
- SCTP (Stream Control Transmission Protocol) – протокол транспортного рівня з підтримкою багатопотоковості;
- DCCP (Datagram Congestion Control Protocol) – протокол транспортного рівня з відстеженням перевантажень в мережі;
- RUDP (Reliable User Datagram Protocol) – протокол для передачі телефонних сигналів через IP-мережі.

4.1.5 Сеансовий рівень

Сеансовий рівень (Session Layer) – 5-й рівень мережевої моделі OSI, який відповідає за підтримання сеансу зв'язку, дозволяючи програмам взаємодіяти між собою тривалий час. Рівень керує створенням/завершенням сеансу, обміном інформацією, синхронізацією завдань, визначенням права на передачу даних і

підтримкою сеансу в періоди неактивності програм. Синхронізація передачі забезпечується включенням у потік даних контрольних точок, починаючи з яких поновлюється процес при порушенні взаємодії.

Сеанси передачі складаються із запитів і відповідей, які здійснюються між програмами. Служби сеансового рівня зазвичай використовуються в середовищах програм, у яких потрібно використання віддаленого виклику процедур.

Сеансовий рівень моделі OSI відповідає за встановлення контрольних точок та відновлення. Він дозволяє відповідним чином поєднувати і синхронізувати інформацію декількох потоків, можливо від різних джерел.

Прикладом застосування є організація відеоконференцій в мережі, коли звуковий і відео потоки повинні бути синхронізовані для уникнення проблем із синхронізацією руху губ з розмовою.

Протоколи:

- L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) – тунельний протокол, який використовується для підтримки віртуальних приватних мереж;
- NetBIOS – відповідає за логічні імена комп'ютерів у мережі і передачу даних між двома комп'ютерами, що встановили між собою сесію;
- PAP (Password Authentication Protocol) – забезпечує вузлам одного рівня простий спосіб ідентифікації один одного шляхом двосторонньої згоди;
- PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol) – тунельний протокол типу точка-точка, що дозволяє комп'ютеру встановлювати захищене з'єднання з сервером за рахунок створення спеціального тунелю в стандартній, незахищеній мережі;
- RPC (Remote Procedure Call) – протокол, що дозволяє програмі, запущеній на одному комп'ютері, звертатись до функцій (процедур) програми, що виконується на іншому комп'ютері;
- RTCP (RTP Control Protocol) – протокол, що надає застосункам, які працюють за протоколом RTP, механізм реагування на зміни в мережі;

- SMPP (Short Message Peer-to-Peer Protocol) – протокол, що дозволяє «зовнішнім» пристроям обмінюватися повідомленнями з мобільною мережею засобами SMS-сервера;
- SOCKS – мережевий протокол, який дозволяє клієнт-серверним додаткам використовувати сервіси за міжмережевими екранами.

4.1.6 Представницький рівень

Представницький рівень (Presentation Layer) – шостий рівень мережевої моделі OSI. Цей рівень відповідає за перетворення протоколів і кодування/декодування даних. На цьому рівні може здійснюватися стиснення/розпакування або кодування/декодування даних, а також перенаправлення запитів іншому мережевому ресурсу, якщо вони не можуть бути оброблені локально.

Однією з функцій, що виконуються на цьому рівні, є шифрування і дешифрування даних, що забезпечує таємність переданих даних відразу для всіх прикладних служб. Щоб вирішити це завдання, процеси та коди, що знаходяться на представницькому рівні, повинні виконати перетворення даних.

У багатьох широко використовуваних програмах і протоколах фактично не робиться різниці між презентаційним і прикладним рівнями. Наприклад, протокол передачі гіпертексту (HTTP), який зазвичай вважається протоколом прикладного рівня, має аспекти представницького рівня, такі як здатність ідентифікувати кодування символів для належного перетворення, яке потім виконується на прикладному рівні.

Представницький рівень – це найнижчий рівень, на якому програмісти прикладних програм розглядають структуру даних і представлення, замість простого надсилання даних у формі дейтаграм або пакетів між хостами. Ідея полягає в тому, що прикладний рівень повинен мати можливість вказувати на дані, які потрібно перемістити, а презентаційний рівень переводитиме це в команди, зрозумілі іншим програмам і процесам.

4.1.7 Прикладний рівень

Прикладний рівень (Application Layer) – верхній (7-й) рівень моделі OSI, що забезпечує взаємодію мережі та користувача. Саме на цьому рівні працюють всі прикладні програми, які використовують доступ до мережі, такі як оглядач вебсторінок (браузер), електронна пошта, віддалений доступ до файлів та інші. Всі протоколи рівнів нижчих за прикладний займаються доставкою даних, але корисних для кінцевого користувача функцій не надають.

Протоколи:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol);
- Telnet (TELEtype NETwork);
- SSH (Secure Shell);
- FTP (File Transfer Protocol);
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol);
- DNS (Domain Name System);
- BOOTP (Bootstrap Protocol);
- IMAP (Internet Message Access Protocol);
- LDAP (Lightweight Directory Access Protocol);
- MQTT (MQ Telemetry Transport);
- NTP (Network Time Protocol);
- POP (Post Office Protocol);
- RDP (Remote Desktop Protocol).