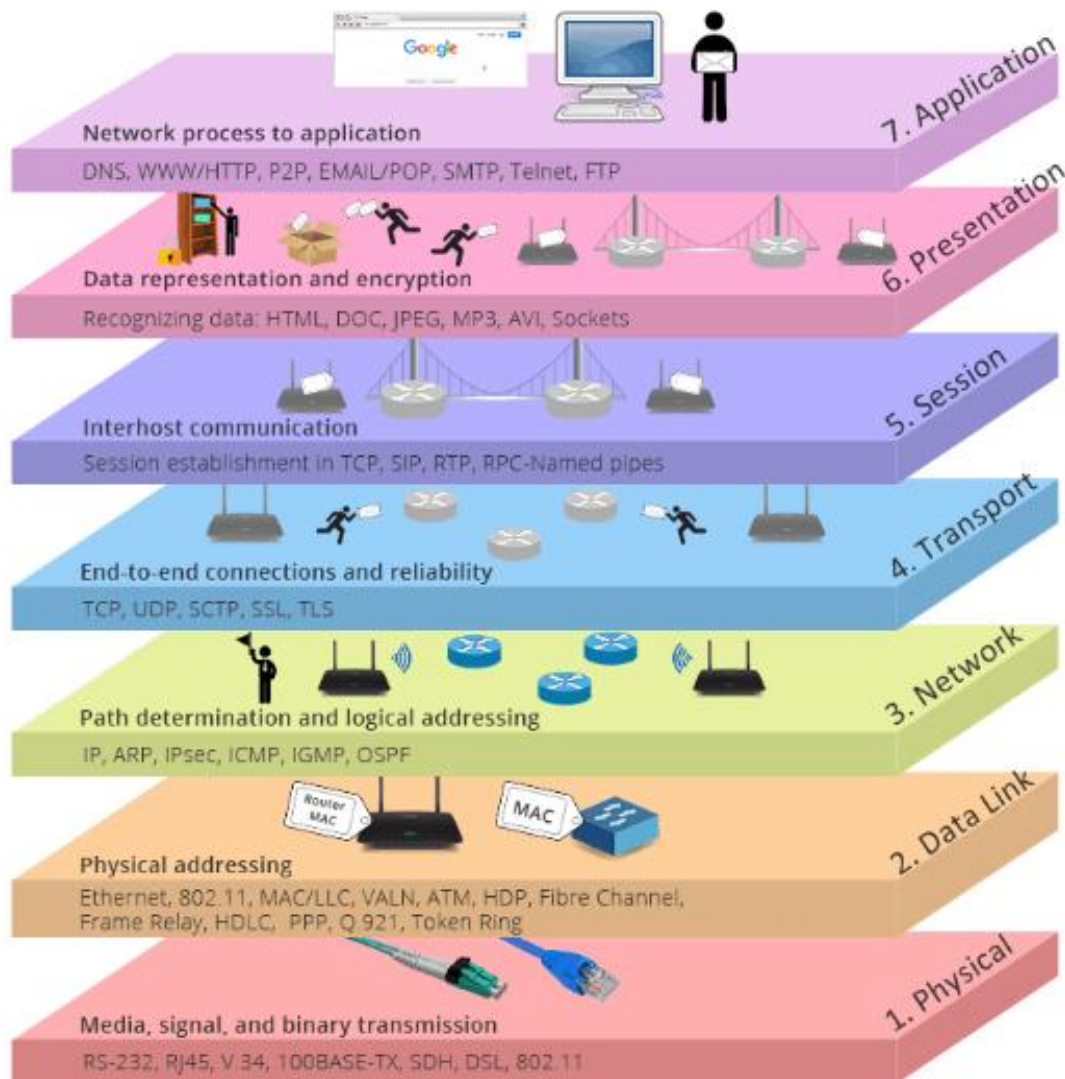


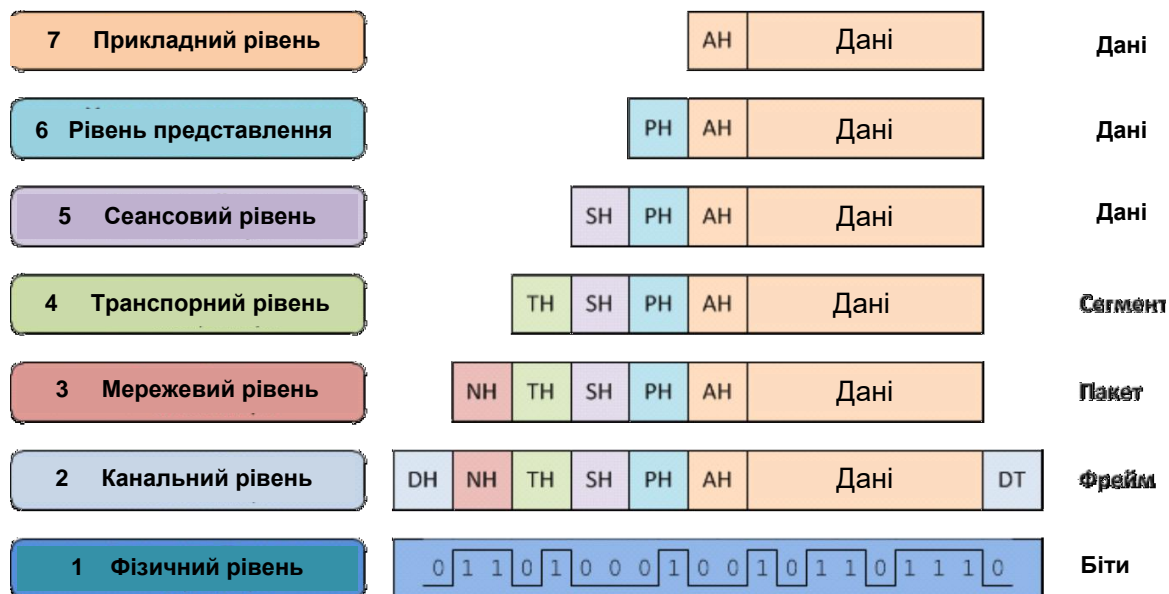
Лекція Еталонна модель OSI

Обмін інформацією між комп'ютерами, БРС, медичними приладами об'єднаними в мережу, дуже складне завдання. Це пов'язане з тим, що існує багато виробників апаратних і програмних засобів обчислювальних систем. Єдиний вихід – уніфікувати засоби сполучення систем, а саме використати відкриті системи. Відкрита система взаємодіє з іншими системами відповідно до прийнятих стандартів.

У 1984р. Міжнародна Організація зі Стандартизації (ISO) випустила стандарт – еталонна модель взаємодії відкритих систем (Seven-layer Open System Interconnection Reference Model – OSI), щоб допомогти постачальникам створювати сумісні мережеві апаратні й програмні засоби. Модель OSI являє собою універсальний стандарт на взаємодію двох систем (комп'ютерів) через обчислювальну мережу.

Ця модель описує функції семи ієрархічних рівнів і інтерфейси взаємодії між рівнями. Кожний рівень визначається сервісом, який він надає рівню, що стоїть вище, і протоколом – набором правил і форматів даних для взаємодії між собою об'єктів одного рівня, котрі працюють на різних комп'ютерах.





Нижче перераховані (у напрямку зверху вниз) рівні моделі OSI і зазначені їхні загальні функції. Кожний рівень підтримує інтерфейси з вищим і нижчим рівнями.

Прикладний рівень (Application) – інтерфейс із прикладними процесами. Прикладний рівень – є найближчим до абонента, користувача системи. Він не забезпечує послуг жодному з інших рівнів OSI, проте безпосередньо взаємодіє з прикладними програмами та обладнанням користувачів, надаючи їм доступ до мережі.

Рівень подання (Presentation) – узгодження подання (форматів, кодувань) даних прикладних процесів.

Сеансовий рівень (Session) – установлення, підтримка й закриття логічного сеансу зв'язку між віддаленими процесами: забезпечує керування сеансами взаємодії між абонентами, визначає початок та закінчення сеансів, синхронізує діалог між об'єктами представницького рівня.

Чотири нижніх рівні узагальнено називають транспортною підсистемою, яка в цілому вирішує завдання транспортування (передачі) повідомлень з визначеним рівнем якості та надійності в складних складених мережах з довільною топологією і різними технологіями.

Транспортний рівень (Transport) – забезпечення безпомилкового наскрізного обміну потоками даних між процесами під час сеансу: забезпечує верхнім рівням (прикладному та сеансовому) передачу даних з потрібним для них ступенем надійності. Якість наданих послуг визначають: можливість відновлення перерваного зв'язку; можливість виявлення та виправлення помилок, викликаних спотвореннями, втратами та дублюванням пакетів; наявність засобів мультимплексування кількох сполучень; можливість урахування категорій терміновості і т. ін.

Мережевий рівень (Network) – фрагментація й збірка переданих транспортним рівнем даних, маршрутизація й просування їх по мережі від комп'ютера-відправника до комп'ютера-одержувача. Мережний рівень призначений для утворення єдиної транспортної системи між системами, які можуть знаходитись у різних географічних пунктах і бути підключеними до мереж, побудованих за різними принципами і топологіями. Засоби мережного рівня забезпечують вибір оптимального маршруту доставки повідомлень через шерег з'єднаних між собою мереж (або підмереж). **Повідомлення мережного рівня звичайно називають пакетами (packets).**

Канальний рівень (Data Link) – керування каналом передачі даних, доступом до середовища передачі, передача даних по каналу, виявлення помилок у каналі та їх корекція. Канальний рівень забезпечує надійне проходження даних фізичним каналом. Завданням засобів канального рівня є перевірка зайнятості фізичного каналу, виявлення помилок. Для цього **на канальному рівні біти даних об'єднують у кадри (frames)**, додаючи до інформаційних контрольні біти та біти, що визначають початок і кінець кадру. На приймальному кінці за допомогою контрольних символів визначають наявність помилки. У разі помилки передачу хибного кадру повторюють.

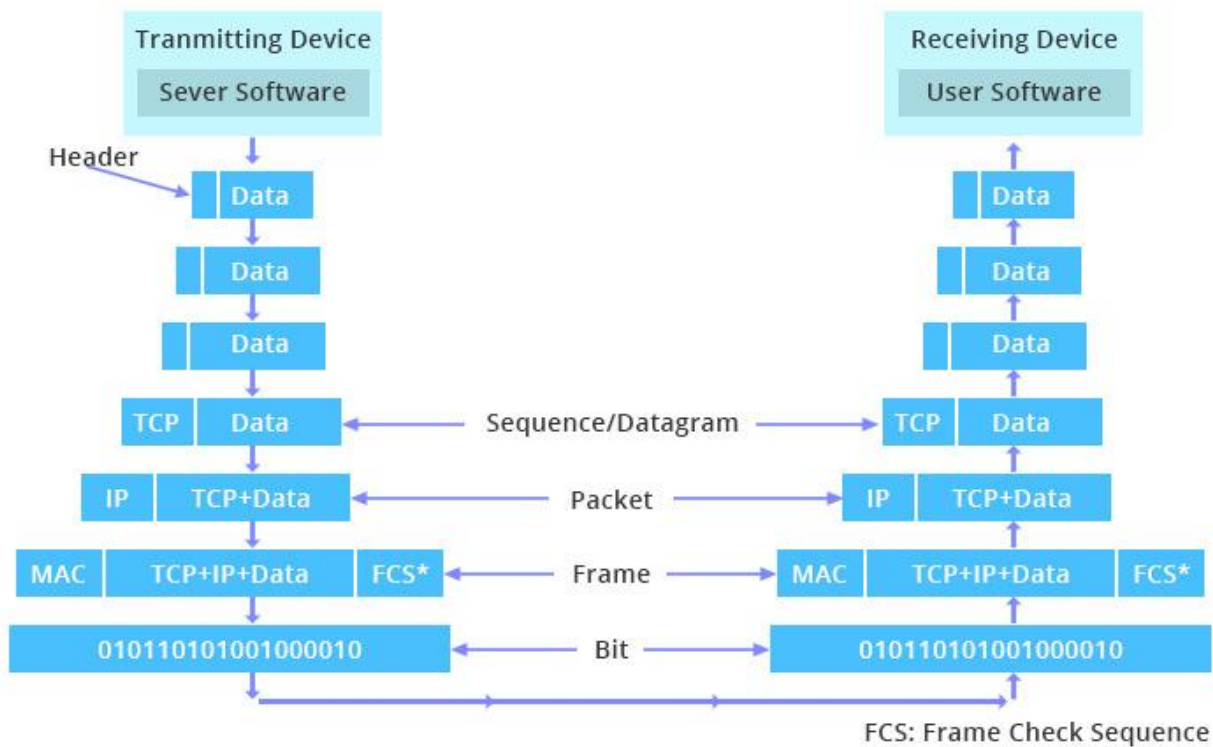
Фізичний рівень (Physical) – фізичний інтерфейс із каналом передачі даних, подання даних у вигляді фізичних сигналів і їх кодування. Фізичний рівень відповідальний за передачу цифрової інформації фізичними каналами зв'язку, такими як коаксиальний кабель, світловолоконний кабель, вита пара і т. ін. На цьому рівні визначаються смуга пропускання, швидкість передачі інформації, рівні напруг або струмів, характеристики конекторів та призначення контактів. Функції фізичного рівня реалізуються послідовним портом комп'ютера або мережним адаптером.

Два найнижчих рівні – фізичний і канальний – реалізуються апаратними й програмними засобами, інші п'ять, більш високих рівнів, реалізуються, як правило, програмними засобами.

При просуванні пакета даних по рівнях зверху вниз кожний новий рівень додає до пакета свою службову інформацію у вигляді заголовка й, можливо, трейлера (інформації, що поміщає в кінець повідомлення). Ця операція називається інкапсуляцією даних верхнього рівня в пакеті нижнього рівня. Службова інформація призначається для об'єкта того ж рівня на віддаленому комп'ютері, її формат і інтерпретація визначаються протоколом даного рівня.

№	Рівень моделі OSI	Функції рівня
7	Прикладний рівень (Application Layer)	На цьому рівні функціонують мережеві додатки, з якими працюють користувачі та за допомогою яких вони отримують доступ до ресурсів загального користування, таких як файли, принтери або гіпертекстові веб-сторінки, а також організують свою спільну роботу.
6	Рівень представлення (Presentation Layer)	Забезпечує можливість розуміння прикладним рівнем одного комп'ютера інформації, посланої прикладним рівнем іншого. Завданням даного рівня є трансляція з одного формату даних в інші, стиснення даних та їх шифрування.
5	Сеансовий (Session layer)	Забезпечує керування діалогом між процесами на різних вузлах, надає засоби синхронізації.
4	Транспортний (Transport Layer)	Відповідає за розбиття даних на пакети та забезпечує надійну доставку інформації з необхідною якістю між вузлами мережі (мультиплексування, контроль помилок).
3	Мережевий (Network layer)	Слугує для утворення єдиної транспортної системи, що об'єднує кілька мереж, забезпечує єдину систему адресації транспортної системи. Усередині мережі доставка даних забезпечується відповідним канальним рівнем.
2	Канальний (Data-Link Layer)	Забезпечує надійну передачу даних через канал зв'язку (фізичне з'єднання, кабель). Цей рівень забезпечує фізичну адресацію, повідомлення про помилки, порядок доставки кадрів і керування потоком даних.

1	Фізичний (Physical Layer)	Електричні, механічні, процедурні та функціональні специфікації, що керують фізичним з'єднанням вузлів мережі. Даний рівень визначає тип середовища передачі, топологію, кодування сигналів, методи передачі, форму та тип роз'ємів тощо
---	---------------------------	--



Коли повідомлення по мережі надходить на іншу машину, воно послідовно переміщається нагору з рівня на рівень. Кожний рівень аналізує, обробляє й видаляє заголовок свого рівня, виконує відповідному даному рівню функції й передає повідомлення наступному рівню. Той у свою чергу розглядає ці дані як пакет зі своєю службовою інформацією й даними для більш верхнього рівня, і процедура повторюється, поки дані користувача, очищені від усієї службової інформації, не досягнуть прикладного процесу.

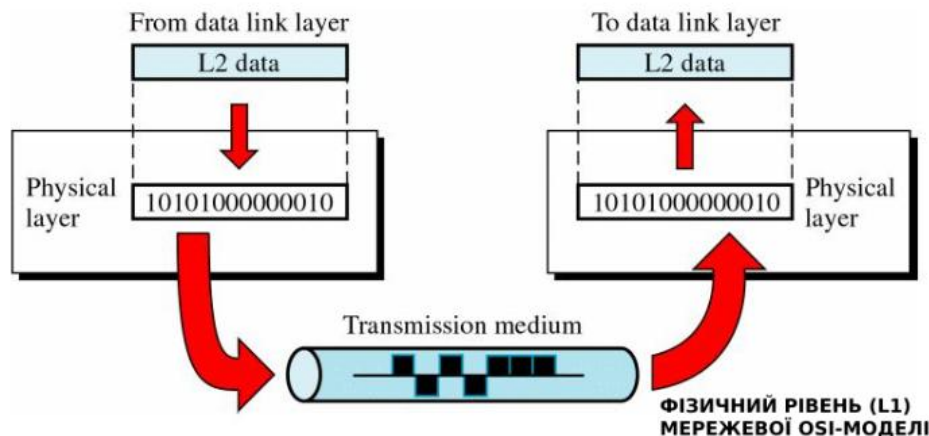
Крім терміна "повідомлення" (message), існують інші назви, використовувані мережними фахівцями для позначення одиниці обміну даними. У стандартах ISO для протоколів будь-якого рівня використовується такий термін як "протокольний блок даних" – Protocol Data Unit (PDU). Крім цього, часто послуговуються назвами кадр (frame), пакет (packet), дейтаграма (datagram).

Тепер розглянемо більш детально кожний рівень цієї моделі. Зазначимо, що це модель, а не архітектура мережі. Вона не визначає протоколів і сервіс кожного рівня, а лише говорить, що він повинен робити.

Фізичний рівень. Цей рівень має справу з передачею біт по фізичних каналах, таким, наприклад, як коаксіальний кабель, кручена пара або оптичний кабель. До цього рівня мають відношення характеристики фізичних середовищ передачі даних, зокрема смуга пропускання, перешкодозахищеність, хвильовий опір та інші. На цьому ж рівні визначаються характеристики електричних сигналів: вимоги до фронтів імпульсів, рівня напруги або струму переданого сигналу, тип кодування, швидкість передачі сигналів.

Крім цього, тут стандартизуються типи з'єднувачів і призначення кожного контакту. Цей рівень відповідає за передачу послідовності біт через канал зв'язку. Основна проблема: не можна гарантувати, що якщо на одному кінці послали 1, то на іншому одержали 1, а не 0. На цьому рівні вирішують такі питання, якою напругою треба

представляти 1, а якою – 0; скільки мікросекунд витрачатися на передачу одного біта; чи варто підтримувати передачу даних в обох напрямках одночасно; як установлюється початкове з'єднання і як воно розривається; яка кількість контактів на мережевому з'єднувачі, для чого використовується кожний контакт. Тут в основному питання механіки, електрики.



Функції фізичного рівня реалізуються в усіх пристроях, підключених до мережі. З боку комп'ютера функції фізичного рівня виконуються мережним адаптером або послідовним портом.

Прикладом протоколу фізичного рівня може служити специфікація 10Base-T технології Ethernet.

На цьому рівні також працюють концентратори, повторювачі сигналу й медіаконвертери.

Функції фізичного рівня реалізуються на всіх пристроях, підключених до мережі. З боку комп'ютера функції фізичного рівня виконуються мережним 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, кручена пара, коаксіальний кабель, супутниковий канал передачі даних і т.п. Стандартними типами мережних інтерфейсів, що відносяться до фізичного рівня, є: V.35, RS-232, RS-485, RJ-11, RJ-45, роз'єми AUI і BNC.

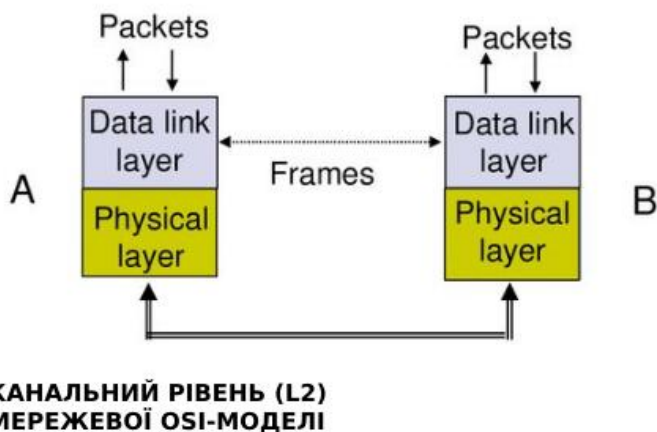
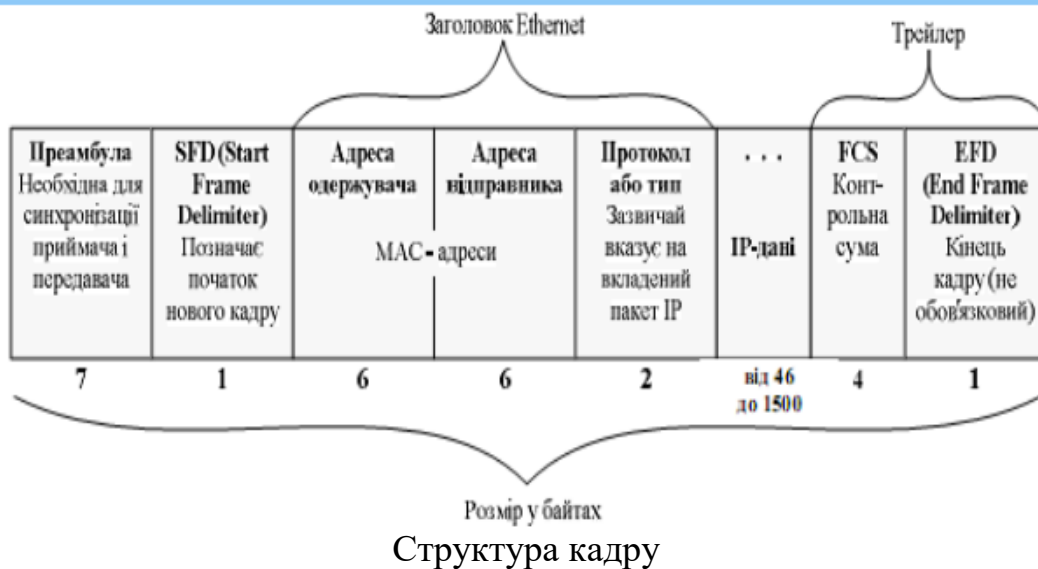
При розробці стеків протоколів на цьому рівні вирішуються завдання синхронізації і лінійного кодування. До таких способів кодування відноситься код NRZ, код RZ, MLT-3, PAM5, Манчестер II.

Протоколи фізичного рівня: IEEE 802.15 (Bluetooth), IRDA, EIA RS-232, EIA-422, EIA-423, RS-449, RS-485, DSL, ISDN, SONET / SDH, 802.11 Wi-Fi, Etherloop, GSM Um radio interface, ITU та ITU-T, TransferJet, ARINC 818, G.hn/G.9960.

Канальний рівень. Основним завданням рівня каналу даних – перетворити недосконале середовище передачі в надійний канал, вільний від помилок передачі. Іншим завданням каналного рівня є реалізація механізмів виявлення й корекції помилок. Це завдання розв'язується поділом даних відправника на фрейми (зазвичай від декількох сотень до декількох тисяч байтів), передачею фреймів послідовно й обробкою фреймів повідомлення, що надходять від одержувача. Оскільки фізичний рівень не розпізнає структури в переданих даних, завданням каналу даних є визначення границь фрейму. Це завдання вирішується введенням спеціальної послідовності біт, що додається в початок і в кінець фрейму й завжди інтерпретуються як границі фрейму.

Перешкоди на лінії можуть зруйнувати фрейм. У такому разі він повинен бути переданий повторно. Він буде повторений також і тоді, коли фрейм повідомлення буде

загублений. І рівень має боротися з дублікатами того самого фрейму, втратами або перекручуваннями фреймів. Рівень каналу даних може підтримувати сервіс різних класів для мережного рівня, різної якості й вартості.



У протоколах каналного рівня, використовуваних у локальних мережах, закладена певна структура зв'язків між комп'ютерами й способи їхньої адресації. Хоча каналний рівень і забезпечує доставку кадру між будь-якими двома вузлами локальної мережі, він це робить тільки в мережі з певною топологією зв'язків, саме тією топологією, для якої він був розроблений. До таких типових топологій, що підтримуються протоколами каналного рівня локальних мереж, відносяться загальна шина, кільце й зірка.

На фізичному рівні просто пересилаються біти. При цьому не враховується, що в деяких мережах, де лінії зв'язку використовуються (розділяються) поперемінно декількома парами комп'ютерів, що взаємодіють, фізичне середовище передачі може бути зайнятим. Тому одним із завдань каналного рівня є перевірка доступності середовища передачі. У локальних мережах протоколи каналного рівня використовуються комп'ютерами, мостами, комутаторами й маршрутизаторами. У комп'ютерах функції каналного рівня реалізуються спільними зусиллями мережних адаптерів та їхніх драйверів.

Прикладами протоколів "точка-точка" (як часто називають такі протоколи) можуть служити широко розповсюджені протоколи PPP і LAP-B, Ethernet, Token Ring, FDDI.

На цьому рівні працюють комутатори, мости та інші пристрої. Ці пристрої використовують адресацію другого рівня (за номером рівня в моделі OSI).

Протоколи каналного рівня: ARCnet, ATM, Controller Area Network (CAN), Econet, IEEE 802.3 (Ethernet), Ethernet Automatic Protection Switching (EAPS), Fiber Distributed

Data Interface (FDDI), Frame Relay, High-Level Data Link Control (HDLC), IEEE 802.2 (надає функції LLC для підрівня IEEE 802 MAC), Link Access Procedures, D channel (LAPD), IEEE 802.11 wireless LAN, LocalTalk, Multiprotocol Label Switching (MPLS), Point-to-Point Protocol (PPP), Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE), Serial Line Internet Protocol (SLIP, застарів), StarLan, Token ring, Unidirectional Link Detection (UDLD), x.25, ARP.

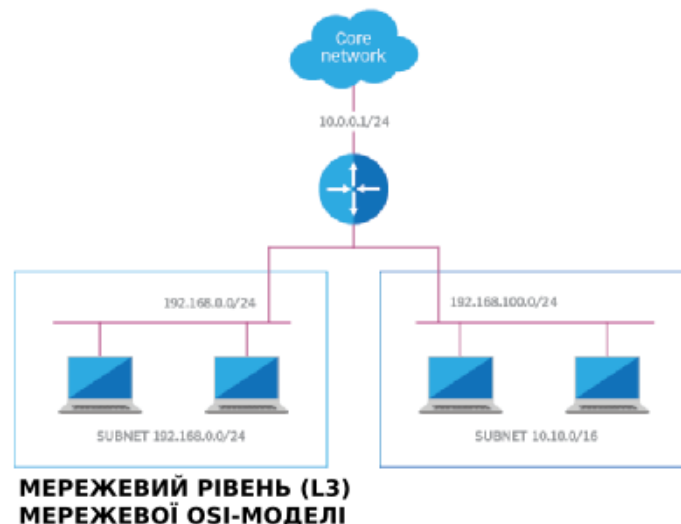
При розробці стеків протоколів на цьому рівні вирішуються завдання завадостійкого кодування. До таких способів кодування відноситься код Хеммінга, блочне кодування, код Ріда-Соломона.

Мережевий рівень. Цей рівень забезпечує можливість з'єднання й вибір маршруту між двома кінцевими системами, підключеними до різних підмереж. Маршрути можуть бути визначені заздалегідь і прописані в статичній таблиці, що не змінюється. Вони можуть визначатися в момент установалення з'єднання. Нарешті, вони можуть будуватися динамічно залежно від завантаження мережі.

Якщо в підмережі циркулює занадто багато пакетів, то вони можуть використати ті самі маршрути, що спричинятиме затори. Ця проблема так само розв'язується на мережевому рівні. Оскільки за використання підмережі, як правило, передбачається оплата, то на цьому рівні також присутні функції обліку: як багато байт, символів послав або одержав абонент мережі.

Якщо абоненти розташовані в різних країнах, де різні тарифи, то треба належним чином скорегувати ціну послуги. Мережевий рівень служить для створення єдиної транспортної системи, що поєднує кілька мереж з різними принципами передачі інформації між кінцевими вузлами.

У середині мережі доставка даних регулюється каналним рівнем, а от доставкою даних між мережами займається мережевий рівень.



Повідомлення мережного рівня прийнято називати пакетами (packets). При організації доставки пакетів на мережному рівні використовується поняття "номер мережі". У цьому випадку адреса одержувача складається з номера мережі й номера комп'ютера в цій мережі.



На мережному рівні визначається два види протоколів.

Перший вид відноситься до визначення правил передачі пакетів з даними кінцевих вузлів від вузла до маршрутизатора й між маршрутизаторами. Саме про ці протоколи звичайно йдеться, коли говорять про протоколи мережевого рівня. До мережевого рівня відносять і інший вид протоколів, названих протоколами обміну маршрутною інформацією. За допомогою цих протоколів маршрутизатори збирають інформацію про топологію міжмережових з'єднань. Працюючи на цьому рівні пристрою (маршрутизатори) умовно називають пристроями третього рівня (за номером рівня в моделі OSI).

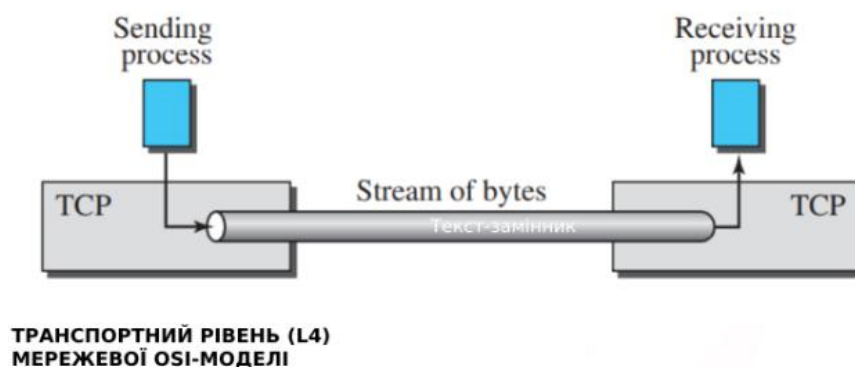
Протоколи мережевого рівня: IP/IPv4/IPv6 (Internet Protocol), IPX (Internetwork Packet Exchange, протокол міжмережевого обміну), X.25 (частково цей протокол реалізований на рівні 2), CLNP (мережевий протокол без організації з'єднань), IPsec (Internet Protocol Security). Протоколи маршрутизації - RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First).

Транспортний рівень. Транспортний рівень забезпечує інтерфейс між процесами й мережею, встановлює логічні канали між процесами й забезпечує передачу по цих каналах інформаційних блоків. Ці логічні канали називаються транспортними. Основна функція транспортного рівня – прийняти дані з рівня сесії, розділити, якщо треба, на більш дрібні одиниці, передати на мережевий рівень і подбати, щоб усі вони дійшли повністю до адресата. Усе це має бути зроблене ефективно й так, щоб сховати від вищого рівня непринципові зміни на нижніх рівнях.

Транспортний рівень визначає, який тип сервісу надати вищим рівням і користувачам мережі. Часто використовуваним сервісом є канал точка-точка без помилок, що забезпечує доставку повідомлень або байтів у тій послідовності, у якій вони були відправлені. Інший вид сервісу – доставка окремих повідомлень без гарантії збереження їхньої послідовності, розсилання одного повідомлення багатьом у режимі віщання. Тип сервісу визначається при встановленні транспортного з'єднання.

Транспортний рівень також відповідає за встановлення й розрив транспортного з'єднання в мережі. Це передбачає наявність механізму іменування, тобто процес на одній машині повинен уміти вказати, з ким у мережі йому треба обмінятися інформацією.

Транспортний рівень також повинен запобігати "перевантаженню" одержувача в разі дуже "швидко" відправника. Механізм для цього називається управлінням потоком. Він є й на інших рівнях. Однак керування потоком між хостами відрізняється від керування потоком між маршрутизаторами, хоча в них є загальні принципи.



Як правило, усі протоколи, починаючи із транспортного рівня й вище, реалізуються програмними засобами кінцевих вузлів мережі – компонентами їх мережових операційних систем. Як приклад транспортних протоколів можна привести

протоколи TCP і UDP стека TCP/IP і протокол SPX стека Novell. Протоколи транспортного рівня: ATP (AppleTalk Transaction Protocol), CUDP (Cyclic UDP), DCCP (Datagram Congestion Control Protocol), FCP (Fiber Channel Protocol), IL (IL Protocol), NBF (NetBIOS Frames protocol), NCP (NetWare Core Protocol), SCTP (Stream Control Transmission Protocol), SPX (Sequenced Packet Exchange), SST (Structured Stream Transport), TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol).

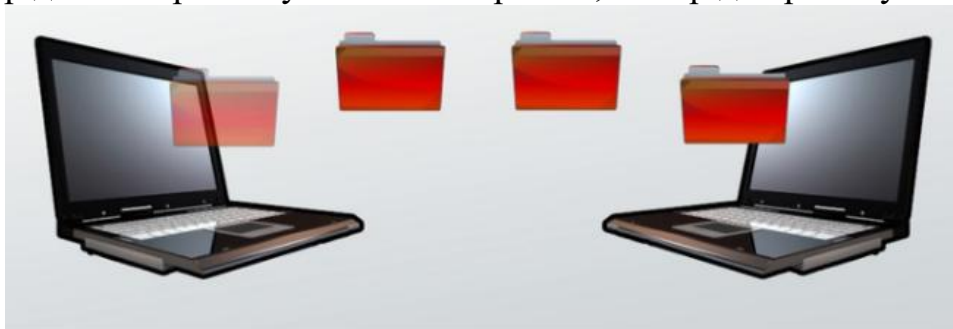
Сеансовий рівень. Рівень сесії дозволяє користувачам на різних машинах (нагадаємо, що користувачем може бути програма) установлювати сесії. Сесія дозволяє передавати дані, як це може робити транспортний рівень, але, крім того, цей рівень має більш складний сервіс, корисний у деяких додатках. Наприклад, вхід у віддалену систему, передача файлів між двома додатками.

Одна з послуг цього рівня – керування діалогом. Потоки даних можуть бути санкціоновані в обох напрямках одночасно або по черзі в одному напрямку. Сервіс на рівні сесії буде керувати напрямком передачі.

Інший вид сервісу – керування маркером. Для деяких протоколів неприпустиме виконання однієї й тієї ж операції на обох кінцях з'єднання одночасно. Для цього рівень сесії виділяє активний бік маркера. Операцію може виконувати той, хто володіє маркером.

Іншою послугою рівня сесії є синхронізація. Нехай нам треба передати файл такий, що його пересилання займе дві години, між машинами, час роботи на відмову, у яких одна година. Передавання такого файлу засобами транспортного рівня не можливе. Рівень сесії дозволяє розставляти контрольні точки. У разі відмови однієї з машин передача відновиться з останньої контрольної точки.

Сеансовий рівень забезпечує керування діалогом для того, щоб фіксувати, яка зі сторін є активною в цей момент, а також надає засоби синхронізації. Останні дозволяють вставляти контрольні точки в довгі передачі, щоб у разі відмови можна було повернутися назад до останньої контрольної точки, замість того, щоб починати все з початку. На практиці додатки рідко використовують сеансів рівень, і він рідко реалізується.

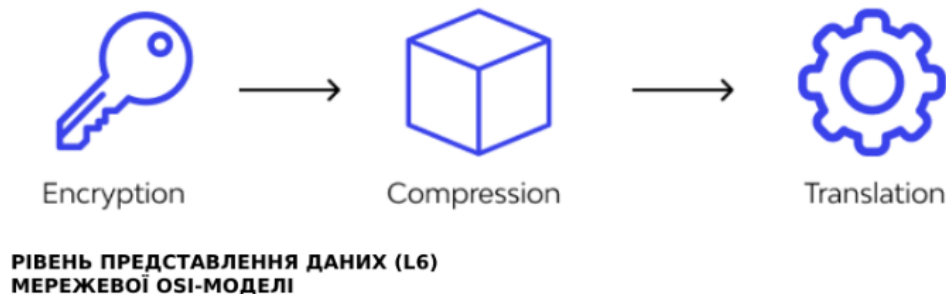


**СЕАНСОВИЙ РІВЕНЬ (L5)
МЕРЕЖЕВОЇ OSI-МОДЕЛІ**

Протоколи сеансового рівня: ADSP (AppleTalk Data Stream Protocol), ASP (AppleTalk Session Protocol), H.245 (Call Control Protocol for Multimedia Communication), ISO-SP (OSI Session Layer Protocol (X.225, ISO 8327)), iSNS (Internet Storage Name Service), L2F (Layer 2 Forwarding Protocol), L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol), NetBIOS (Network Basic Input Output System), PAP (Password Authentication Protocol), PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol), RPC (Remote Procedure Call Protocol), RTCP (Real-time Transport Control Protocol), SMPP (Short Message Peer-to-Peer), SCP (Session Control Protocol), ZIP (Zone Information Protocol), SDP (Sockets Direct Protocol).

Представницький Рівень подання. Рівень подання визначає синтаксис, формати й структури подання переданих даних (але не торкається семантики, значення даних).

Для того щоб інформація, що посилає із прикладного рівня однієї системи, була іншою системою прочитана на прикладному рівні, представницький рівень здійснює трансляцію між відомими форматами подання інформації за рахунок використання загального формату. Цей рівень має справу з інформацією, а не з потоком біт.



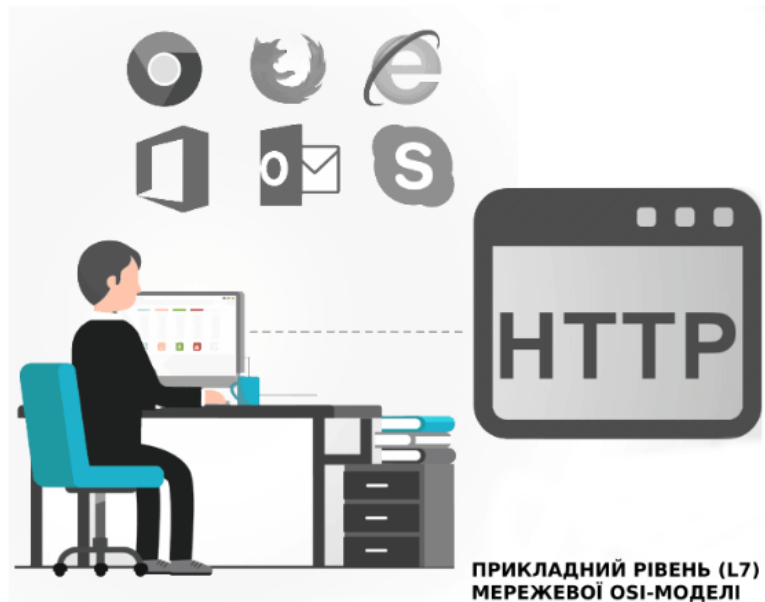
Типовим прикладом послуги на цьому рівні – уніфіковане кодування даних. Річ у тому, що на різних машинах використовуються різні способи кодування ASCII, Unicode і т.п. для символів, різні способи подання цілих – у прямому, зворотному або додатковому коді, нумерація біт у байті ліворуч, праворуч або навпаки й т.п. Користувачі, як правило, використовують структури даних, а не випадковий набір байт. Для того, щоб машини з різним кодуванням і поданням даних могли взаємодіяти, передані структури даних визначаються спеціальним абстрактним способом, що не залежить від кодування, використовуваного при передачі.

Рівень подання працює зі структурами даних в абстрактній формі, перетворює це подання у внутрішнє для конкретної машини й із внутрішнього, машинного, подання в подання для передачі мережею.

На цьому рівні може виконуватися шифрування й дешифрування даних, завдяки якому таємність обміну даними забезпечується відразу для всіх прикладних сервісів.

Протоколи рівня представлень: AFP - Apple Filing Protocol, ICA - Independent Computing Architecture, LPP - Lightweight Presentation Protocol, NCP - NetWare Core Protocol, NDR - Network Data Representation, XDR - eXternal Data Representation, X.25 PAD - Packet Assembler/Disassembler Protocol .

Прикладний рівень. На відміну від інших рівнів, прикладний рівень – найближчий до користувача рівень OSI – не надає послуги іншим рівням OSI, однак він забезпечує прикладні процеси, що лежать за межами масштабу моделі OSI. Прикладний рівень забезпечує безпосередню підтримку прикладних процесів і програм кінцевого користувача і керування взаємодією цих програм з мережею передачі даних. Прикладний рівень – це просто набір різноманітних протоколів, за допомогою яких користувачі мережі одержують доступ до поділюваних ресурсів, зокрема файлів, принтерів або гіпертекстових Web-сторінок, а також організують свою спільну роботу, наприклад, за допомогою протоколу електронної пошти. Одиниця даних, якою оперує прикладний рівень, зазвичай називається повідомленням (message). Існує велике розмаїття протоколів прикладного рівня.



Протоколи прикладного рівня: RDP, HTTP, SMTP, SNMP, POP3, FTP, XMPP, OSCAR, Modbus, SIP, TELNET і інші.

Рівень OSI	Протоколи
прикладний	HTTP , gopher , Telnet , DNS , DHCP , SMTP , SNMP , CMIP , FTP , TFTP , SSH , IRC , AIM , NFS , NNTP , NTP , SNTP , XMPP , FTAM , APPC , X.400 , X.500 , AFP , LDAP , SIP , IETF , RTP , RTCP , ITMS , Modbus TCP , BACnet IP , IMAP , POP3 , SMB , MFTP , BitTorrent , e2k , PROFIBUS Це всього лише кілька найрозповсюдженіших протоколів прикладного рівня, яких існує неймовірно велика кількість. Всі їх неможливо описати в рамках даної статті.
представлення	ASN.1 , XML , TDI , XDR , NCP , AFP , ASCII , Unicode
сеансовий	ASP , ADSP , DLC , Named Pipes , NBT , NetBIOS , NWLink , Printer Access Protocol , Zone Information Protocol , SSL , TLS , SOCKS , PPTP
транспортний	TCP , UDP , NetBEUI , AEP , ATP , IL , NBP , RTMP , SMB , SPX , SCTP , DCCP , RTP , STP , TFTP
мережевий	IPv4 , IPv6 , ICMP , IGMP , IPX , NWLink , NetBEUI , DDP , IPSec , SKIP
канальний (Ланки даних)	ARCnet , ATM , DTM , SLIP , SMDS , Ethernet , ARP , FDDI , Frame Relay , LocalTalk , Token Ring , PPP , PPPoE , StarLan , WiFi , PPTP , L2F , L2TP , PROFIBUS
фізичний	RS-232 , RS-422 , RS-423 , RS-449 , RS-485 , ITU-T , RJ-11 , T-carrier (T1, E1), модифікації стандарту Ethernet : 10BASE-T , 10BASE2 , 10BASE5 , 100BASE-TX , 100BASE-FX , 100BASE-T , 1000BASE-T , 1000BASE-TX , 1000BASE-SX

Модель OSI представляє хоча й дуже важливу, але тільки одну з багатьох моделей комунікацій. Ці моделі й пов'язані з ними стеки протоколів можуть відрізнятися кількістю рівнів, їхніми функціями, форматами повідомлень, сервісами, надаваними на верхніх рівнях і інших параметрах.

Тому модель OSI варто розглядати, в основному, як опорну базу для класифікації й зіставлення протокольних стеків.

	Рівень моделі OSI	Додаткова службова інформація	Структурна одиниця інформації
7	Прикладний рівень	Тип й ім'я прикладної програми, адреса одержувача	Потік даних
6	Рівень представлення	Формат представлення даних, ім'я файлу	Потік, файл
5	Сеансовий рівень	Контрольні точки	Потік
4	Транспортний рівень	Номер пакету, розмір пакету, програмний порт	Дейтаграма
3	Мережевий рівень	IP-адреси відправника й одержувача, контрольна сума	Пакет
2	Канальний рівень	MAC-адреси відправника й одержувача	Кадр
1	Фізичний рівень	-	Сигнал

Модель OSI	IBM/Microsoft	TCP/IP	Пристрої, що працюють на цьому рівні
Прикладний рівень	SMB	Telnet FTP HTTP SMTP SNMP	Кінцеві вузли
Рівень представлення даних			
Сеансовий рівень	NetBIOS	TCP	
Транспортний рівень			
Мережевий рівень		IP	Маршрутизатор
Канальний рівень			Комутатор
Фізичний рівень	802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), FDDI, SLIP, LAP-B, PPP		Коаксіальна шина, звита пара, оптичне волокно, радіоканал, концентратор, СКС.