

Дисципліна: Телекомунікаційні мережі та інформаційні технології

Лекції – 16 годин.

Лабораторні роботи – 16 год.

Звітність – Екзамен.

Модуль 1. Комп'ютерні мережі

Модуль 2. Організація роботи мереж

Модуль 3. Бездротові комп'ютерні мережі та інформаційні технології

ЛІТЕРАТУРА:

- 1.Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проектування телекомунікаційних мереж – К., «Техніка», 2002. – 792 с.
2. С. В. Мінухін, С. В. Кавун, С. В. Знахур. Комп'ютерні мережі. Загальні принципи функціонування комп'ютерних мереж. Навчальний посібник. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 350 с.
- 3.Комп'ютерні мережі. Конспект лекцій /Укл.: Зав'ялець Ю.А. – Чернівці, 2015. – 183 с.
- 4.Павликевич М. Телекомунікаційні мережі. Мережі ІР – Л.: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 216 с.
5. Буров Є. Комп'ютерні мережі. Львів: БаК, 1999. - 468 с., іл.
5. Д. Хьюкаби, С. Мак-квери, Э. Уитакер. Маршрутизаторы Cisco. Руководство по конфигурированию / 2-е изд. – Изд. дом «Вильямс», 2011. – 736 с.

Державний університет «Житомирська політехніка»
Кафедра біомедичної інженерії та телекомунікацій

Лекція. **ОСНОВИ МЕРЕЖ. ВЗАЄМОДІЯ КОМП'ЮТЕРІВ В МЕРЕЖІ**

2022 року

ПИТАННЯ:

- 1. Класифікація комп'ютерних мереж.**
- 2. Модель OSI.**
- 3. Інкапсуляція даних.**
- 4. Стек протоколів OSI.**
- 5. Стек протоколів TCP/IP.**

Комп'ютерна мережа або мережа передачі даних являє собою деяку сукупність вузлів (комп'ютерів, робочих станцій чи іншого обладнання), з'єднаних комунікаційними каналами, а також набір обладнання, який забезпечує з'єднання станцій і передачу між ними інформації.

Мережева архітектура – це сукупність мережевих апаратних і програмних рішень, методів доступу та протоколів обміну інформацією. Архітектура і номенклатура мережевого обладнання сучасних комп'ютерних мереж є результатом розвитку технічних засобів і викликані необхідністю користувачів комп'ютерної техніки обмінюватися між собою даними.

Мережева технологія – це узгоджений набір програмних і апаратних засобів (наприклад, драйверів, мережевих адаптерів, кабелів і роз'ємів) і механізмів передачі даних лініями зв'язку, достатніх для побудови обчислювальної мережі.

До **локальних мереж Local Area Networks (LAN)** відносять мережі комп'ютерів, зосереджені на невеликій території (звичайно в радіусі не більше за 1-2 км). У загальному випадку локальна мережа являє собою комунікаційну систему, що належить одній організації. Через короткі відстані в локальних мережах є можливість використання відносно дорогих високоякісних ліній зв'язку, які дозволяють, застосовуючи прості методи передачі даних, досягати високих швидкостей обміну даними порядку 100Мбіт/с. У зв'язку з цим послуги, що надаються локальними мережами, відрізняються широкою різноманітністю і звичайно передбачають реалізацію в режимі on-line.

Глобальні мережі *Wide Area Networks (WAN)* об'єднують комп'ютери, що територіально розосередилися, які можуть знаходитися в різних містах і країнах. Оскільки прокладка високоякісних ліній зв'язку на великі відстані обходиться дуже дорого, в глобальних мережах часто використовуються вже існуючі лінії зв'язку, спочатку призначені зовсім для інших цілей. Для стійкої передачі дискретних даних по неякісних лініях зв'язку застосовуються методи і обладнання, істотно відмінні від методів і обладнання, характерних для локальних мереж. Як правило, тут застосовуються складні процедури контролю і відновлення даних, оскільки найбільш типовий режим передачі даних по територіальному каналу зв'язку пов'язаний зі значними спотвореннями сигналів

Міські мережі (або мережі мегаполісів) Metropolitan Area Networks (MAN) є менш поширеним типом мереж. Ці мережі з'явилися порівняно недавно. Вони призначені для обслуговування території великого міста мегаполіса. У той час як локальні мережі найкращим образом підходять для розділення ресурсів на коротких відстанях і ширококомовних передач, а глобальні мережі забезпечують роботу на великих відстанях, але з обмеженою швидкістю і небагатим набором послуг, мережі мегаполісів займають деяке проміжне положення. Вони використовують цифрові магістральні лінії зв'язку, часто оптичноволоконні, з швидкостями від 45 Мбіт/с, і призначені для зв'язку локальних мереж в масштабах міста і з'єднання локальних мереж з глобальними.

Мережевий протокол – це набір правил, що дозволяє здійснювати з'єднання та обмін даними між двома і більше включеними в мережу пристроями. Протоколи бувають як відкриті (опубліковані для безкоштовного застосування), так і закриті (розроблені комерційними компаніями, що вимагають ліцензування для використання).

Однак усі ці протоколи прийнято співвідносити з так званою еталонною моделлю взаємодії відкритих систем (**Open Systems Interconnection Reference Model**), або просто моделлю **OSI**. Її опис був опублікований у 1984 р. Міжнародною організацією зі стандартизації (**International Standards Organization, ISO**), тому для неї часто використовується інша назва: модель **ISO/OSI**. Ця модель являє собою набір специфікацій, які описують мережі з неоднорідними пристроями, вимоги до них, а також способи їх взаємодії. Модель OSI має вертикальну структуру, у якій усі мережеві функції розподілені між сімома рівнями

Питання 2. Модель OSI

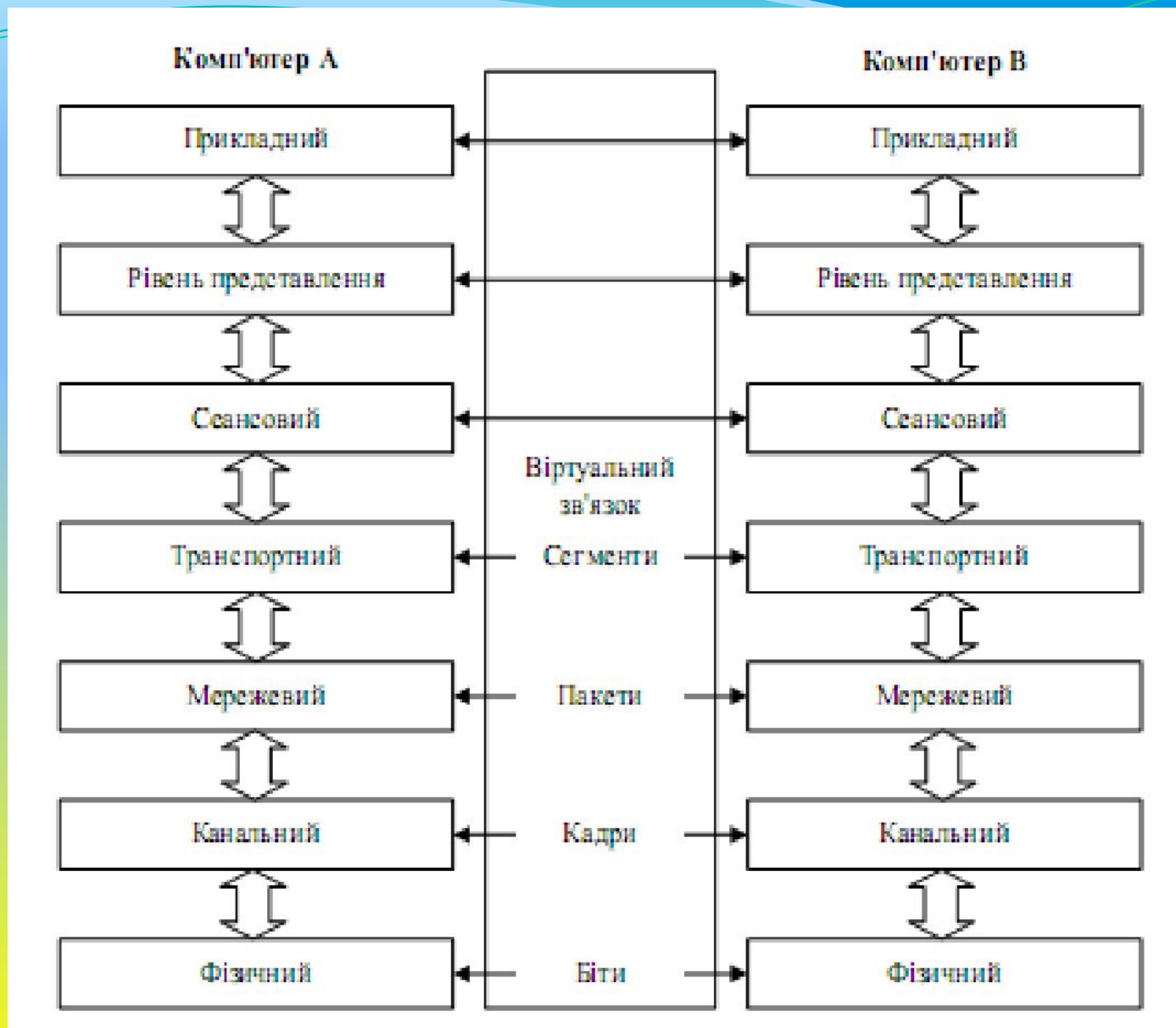


Рис. 2.1. Взаємодія між рівнями моделі OSI

Питання2. Модель OSI

Рівень 0. Він не визначений у загальній схемі (див. рис. 2.2.1), але досить важливий для розуміння. Тут представлені посередники, якими власне і відбувається передача сигналів: кабелі різних типів, радіосигнали, ІЧ- сигнали і т. д. На цьому рівні нічого не описується, рівень 0 надає фізичному рівню 1 тільки *середовище передачі*.

Рівень 1 – Фізичний (Physical). Тут здійснюється передача не-структурованого потоку бітів, отриманих від канального рівня 2, по фізичному середовищу, наприклад, у вигляді електричних або світлових сигналів. При прийомі/отриманні з лінії зв'язку дані декодуються та передаються для подальшої обробки канальному рівню. Фізичний рівень відповідає за *підтримку зв'язку (link)*, тобто здійснює інтерфейс між мережевим носієм та мережевим пристроєм. На цьому рівні регламентуються напруги, частоти, довжини хвиль, типи конекторів, число й функціональність контактів, схеми кодування сигналів тощо.

Рівень 2 – Канальний (Data Link). Забезпечує безпомилкову передачу даних, отриманих від мережевого рівня 3, через фізичний рівень 1, який сам по собі відсутності помилок не гарантує та може видозмінювати дані. Інформація на цьому рівні розміщується в кадрах (frames), де на початку (у заголовку кадру) розміщується адреса одержувача та відправника, а також керуюча інформація, а наприкінці – контрольна сума, яка дозволяє виявити виникаючі при передачі помилки

Питання 2. Модель OSI

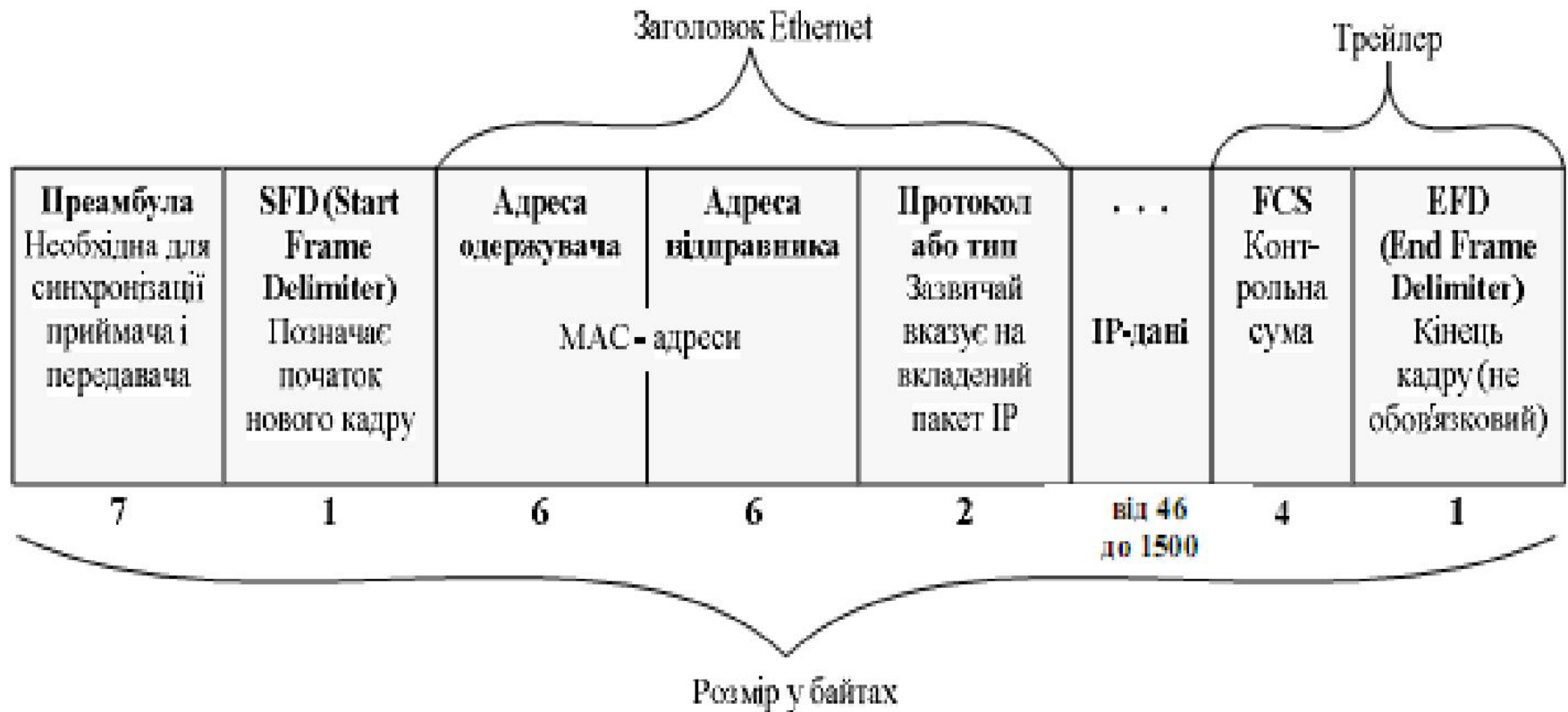


Рис.2.2. Структура кадру

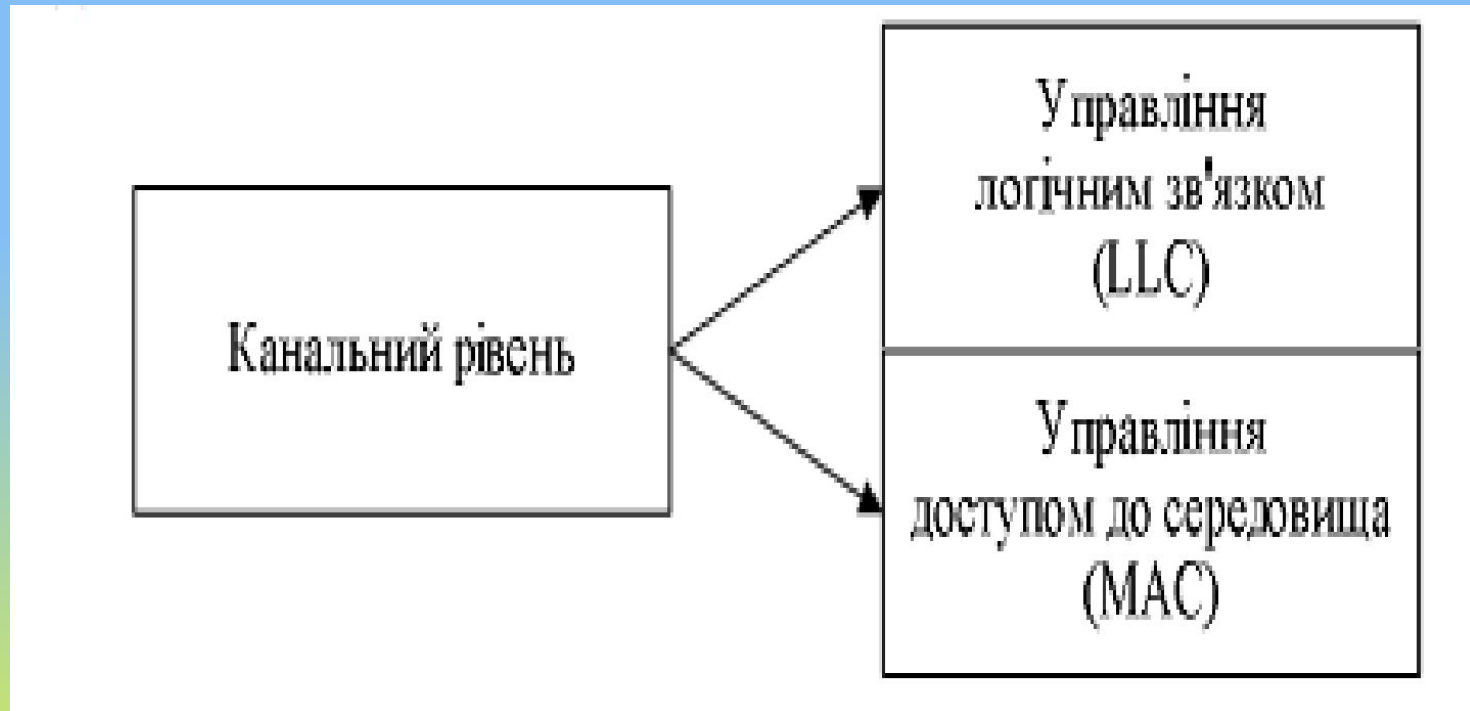


Рис. 2.3. Розділення канального рівня на підрівні LLC та MAC

Рівень 3 – Мережевий (Network). Цей рівень забезпечує доставку даних між двома вузлами в мережі. Повідомлення мережевого рівня називають *пакетами (packets)*. Головна задача мережевого рівня – це пошук маршруту від одного комп'ютера до іншого і передача пакета цим маршрутом. Пакет узагальнено складається із заголовка і поля даних. У полі даних розміщується сегмент транспортного рівня, а заголовок містить службову інформацію, а також адреси відправника та одержувача. На мережевому рівні вводиться адресація комп'ютерів. Адреси мережевого рівня називають логічними адресами, оскільки адресація не залежить від апаратного забезпечення. Адресація мережевого рівня ієрархічна, адреса складається мінімум з двох частин – номера мережі і номера вузла у цій мережі. Передача даних між мережами здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв, які називаються *маршрутизаторами*. Основні задачі маршрутизатора – визначення маршруту і комутація пакета. Задача вибору маршруту називається *маршрутизацією*.

Рівень 4 – Транспортний (Transport). Цей рівень пов'язує більш високі рівні, які сильно залежать від додатків, з нижніми рівнями, які більше прив'язані до ліній зв'язку. На транспортному рівні відбувається розбиття потоку даних на сегменти при відправленні даних або збирання вихідного потоку даних із сегментів при прийманні. Сегментом називається блок даних транспортного рівня. Транспортний рівень призначений для доставки даних без помилок, втрат і дублювання в тій послідовності, у якій вони були передані. Він забезпечує передачу даних між двома додатками з необхідним рівнем надійності. Протоколи транспортного рівня, які гарантують надійну доставку даних, встановлюють перед обміном даними віртуальне з'єднання та у випадку втрати або пошкодження сегментів повторно їх відправляють (наприклад, TCP). Протоколи ненадійної доставки не ретранслюють дані (наприклад, UDP).

Рівень 5 – Сеансовий (Session). Дозволяє двом мережевим додаткам на різних комп'ютерах встановлювати, підтримувати й завершувати з'єднання, яке називається *мережевим сеансом*. Цей рівень також відповідає за відновлення аварійно перерваних сеансів зв'язку. Крім того, на п'ятому рівні виконується перетворення зручних для людей імен комп'ютерів у мережеві адреси (розпізнавання імен), а також реалізуються функції захисту сеансу.

Рівень 6 – Рівень представлення даних (Presentation). Визначає формати переданої між комп'ютерами інформації. Тут вирішуються такі завдання, як перекодування, стиск і розпакування даних, шифрування й дешифрування, підтримка мережесих файлових систем і т.д.

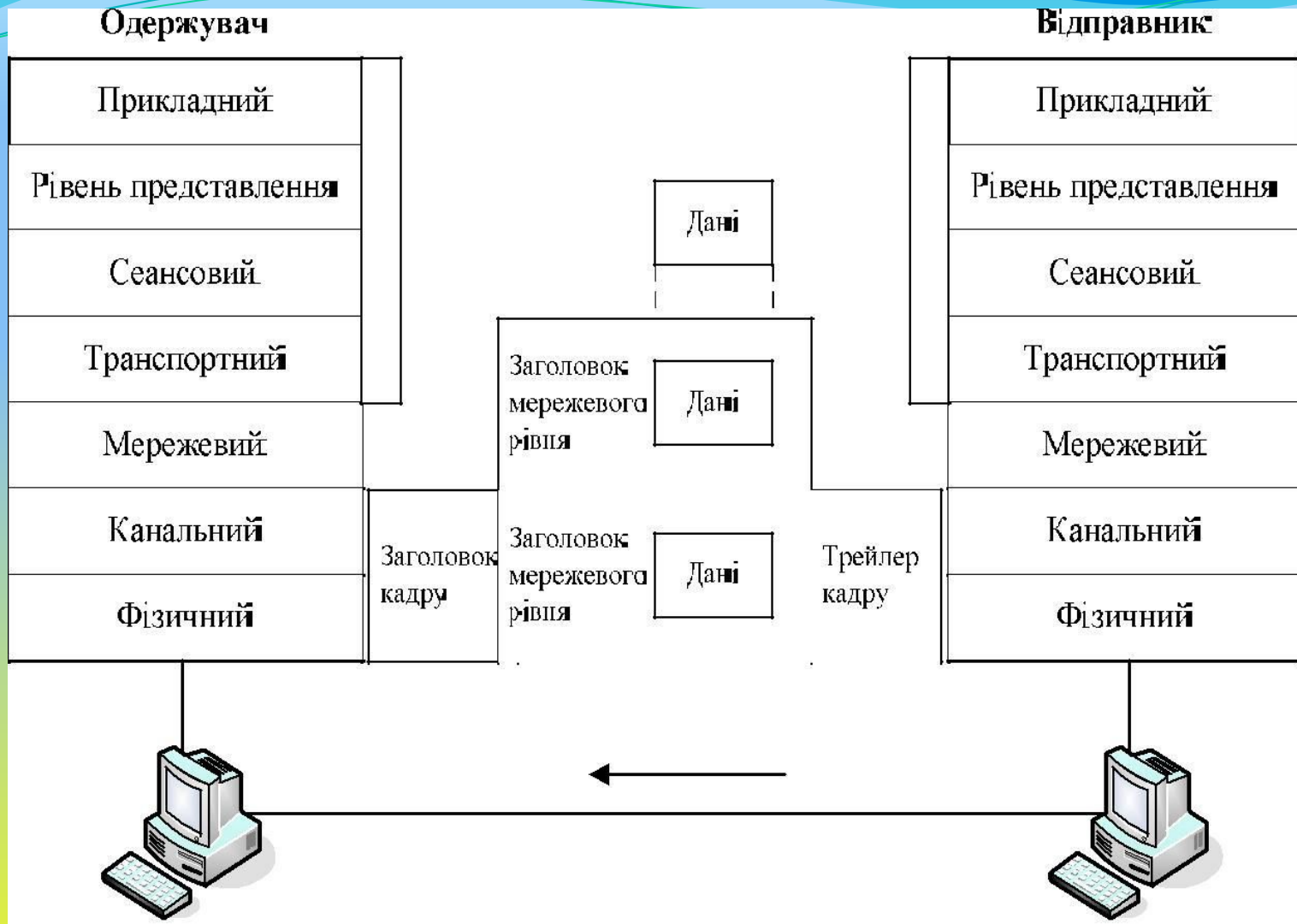
Рівень 7 – Прикладний, або Рівень додатків (Application). Забезпечує інтерфейс взаємодії програм, які працюють на комп'ютерах у мережі. Саме за допомогою цих програм користувач одержує доступ до таких мережесих послуг, як обмін файлами, передача електронної пошти, віддалений термінальний доступ і т.д.

Питання 3. Інкапсуляція даних

Інформацію, відправлену в мережу, називають *даними*, або *пакетами даних*. Якщо один комп'ютер (джерело) бажає послати дані іншому комп'ютеру (одержувачу), то дані спочатку повинні бути зібрані в пакети в процесі *інкапсуляції*, тобто перед відправленням у мережу комп'ютер поміщує дані у заголовок конкретного протоколу.

Кожний рівень еталонної моделі залежить від послуг нижнього рівня. Щоб забезпечити ці послуги, нижній рівень за допомогою процесу *інкапсуляції* розміщує *PDU (Protocol Data Unit – узагальнена назва фрагменту даних на різних рівнях моделі OSI)*, отриманий від верхнього рівня, у своє поле даних. Потім можуть додаватися заголовки й трейлери, необхідні рівню для реалізації своїх функцій. Згодом, у міру переміщення даних униз по рівнях моделі OSI, до них будуть прикріплюватися додаткові заголовки й трейлери.

Питання 3. Інкапсуляція даних



Рух пакетів у мережі

Питання 3. Інкапсуляція даних

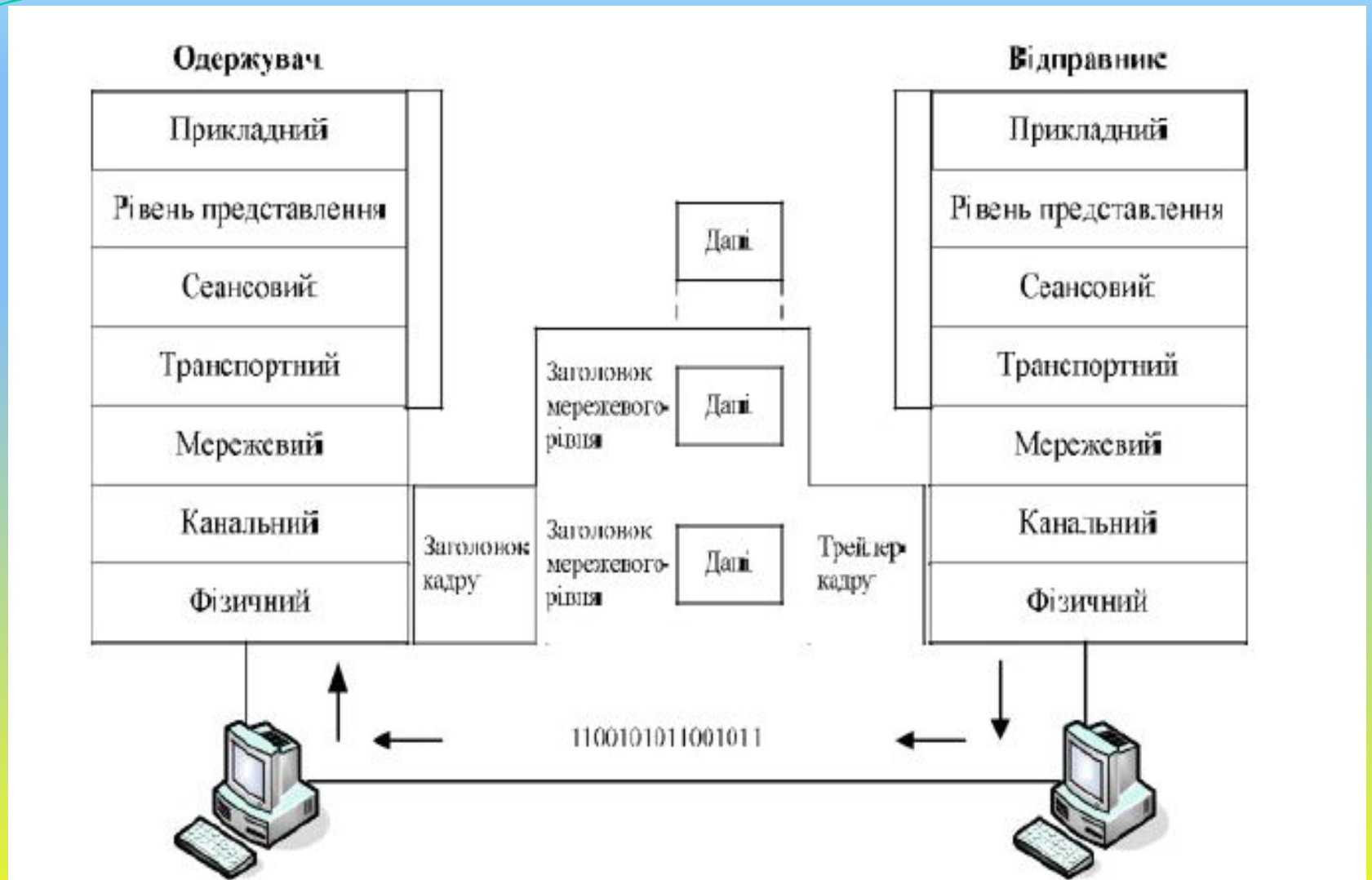


Рис. 2.6. Розміщення інформації в кадрі

Питання 3. Інкапсуляція даних

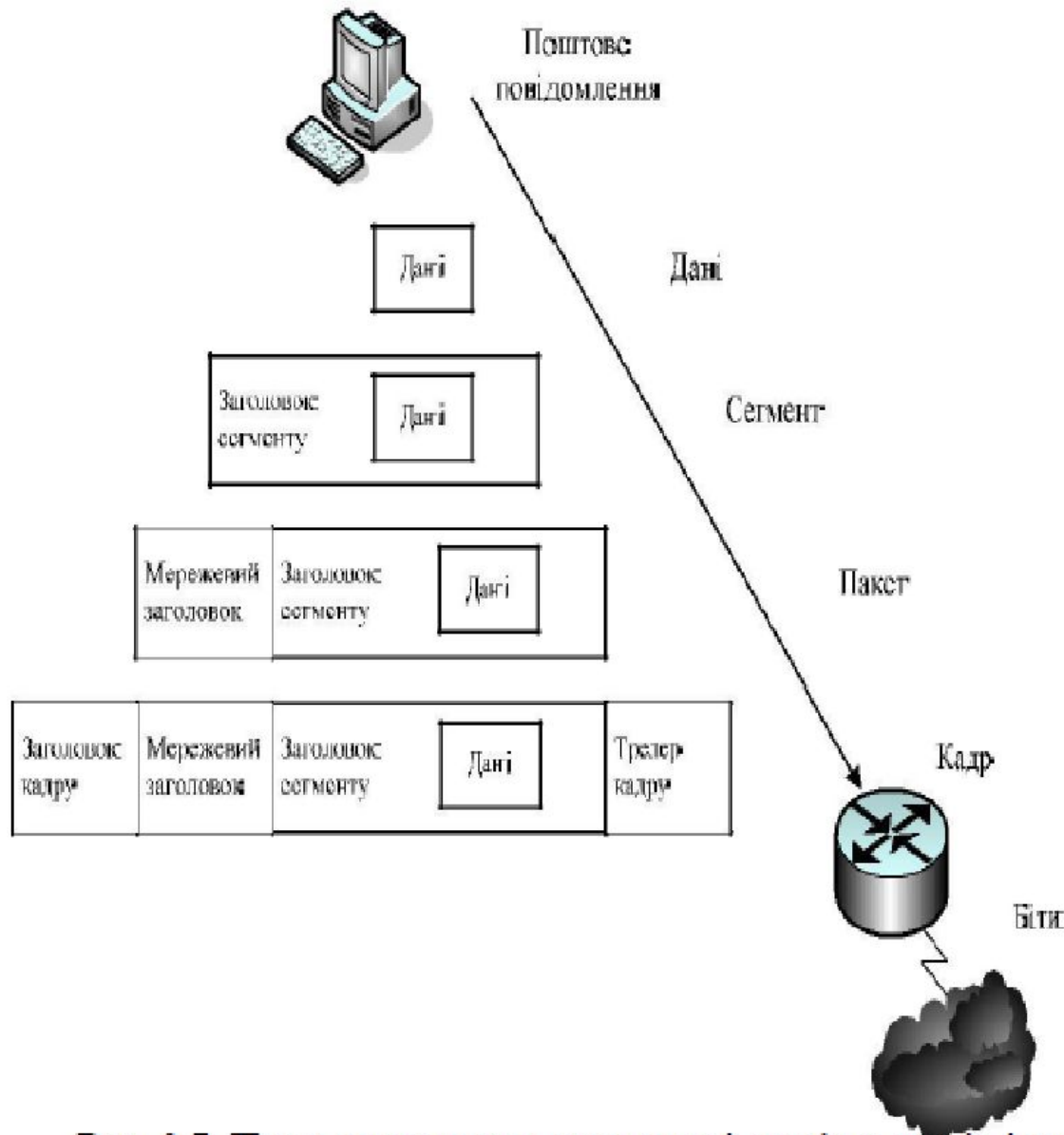


Рис. 2.7. Перетворення кадру в послідовність нулів і одиниць

Питання 3. Інкапсуляція даних

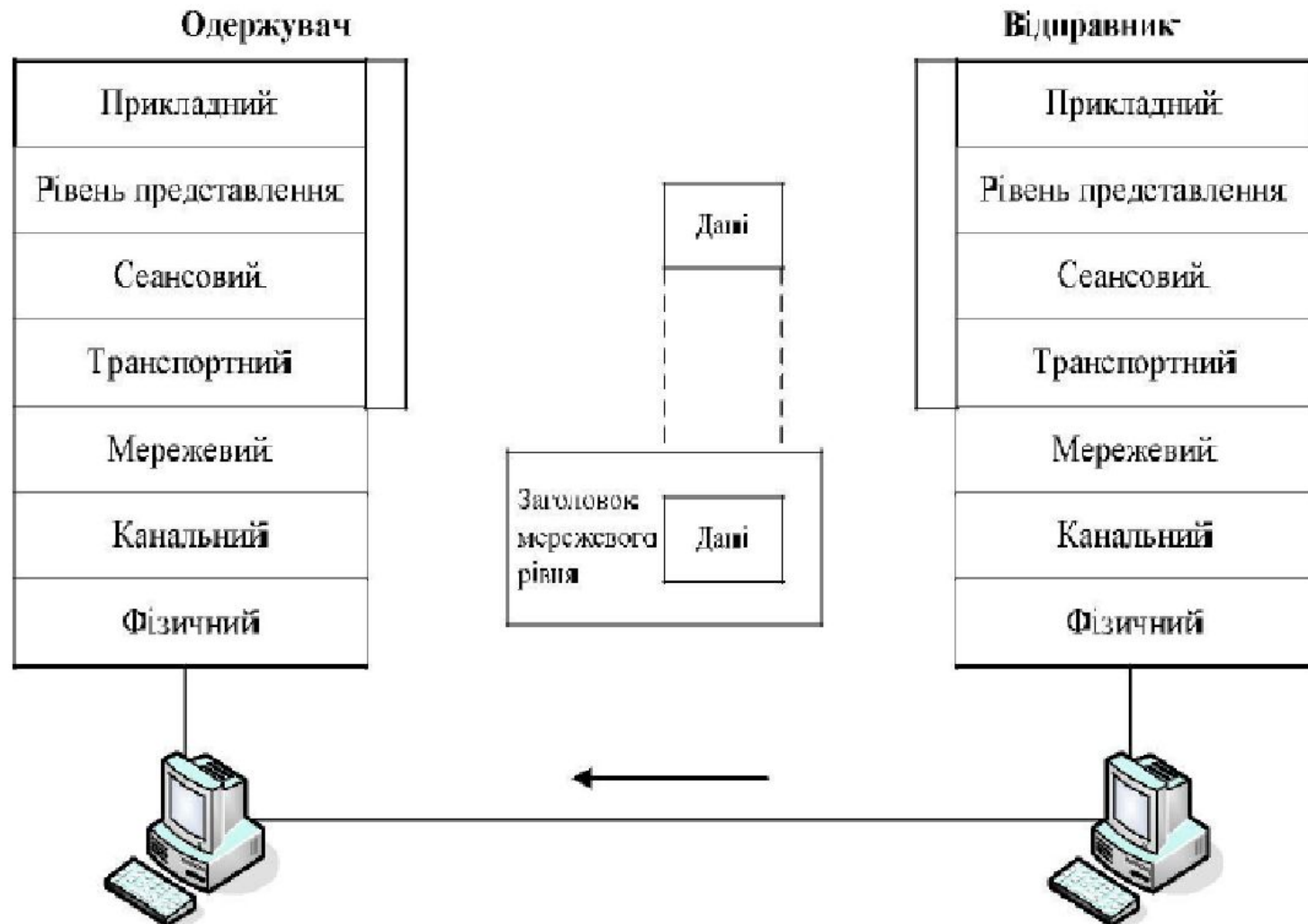


Рис. 2.8. Додавання нових заголовків та трейлерів

Питання 3. Інкапсуляція даних

1. Формування даних. Коли користувач відправляє повідомлення електронною поштою, алфавітно-цифрові символи повідомлення перетворюються в дані, які можуть переміщуватися в мережевому комплексі.

2. Пакування даних для наскрізного транспортування. Для передачі даних через мережевий комплекс вони відповідним чином упаковуються. Завдяки використанню сегментів транспортна функція гарантує надійне з'єднання хост-машин, що беруть участь в обміні повідомленнями, на обох кінцях поштової системи.

3. Додавання мережевої адреси в заголовок (IP-адреси). Дані розміщуються в пакеті або дейтаграмі, яка містить мережевий заголовок з логічними адресами відправника й одержувача. Ці адреси допомагають мережевим пристроям передавати пакети через мережу обраним шляхом.

4. Додавання локальної адреси в канальний заголовок (MAC - адреси). Кожен мережевий пристрій повинен помістити пакети в кадр. Кадри дозволяють взаємодіяти з найближчим, безпосередньо підключеним, мережевим пристроєм у каналі. Кожен пристрій, який перебуває на шляху руху даних мережею, вимагає формування кадрів для з'єднання з наступним пристроєм.

5. Перетворення в послідовність бітів при передачі. Для передачі фізичними каналами (як правило, кабелями) кадр повинен бути перетворений у послідовність одиниць і нулів. Функція тактування дає можливість пристроям розрізняти ці біти в процесі їх переміщення в середовищі передачі даних. Середовище на різних ділянках шляху проходження може змінюватися. Наприклад, повідомлення електронної пошти може виходити із локальної мережі, потім перетинати магістральну мережу комплексу будинків і далі виходити в глобальну мережу, доки не дійде до одержувача, який перебуває у віддаленій локальній мережі.

Питання 1. Стек протоколів OSI.

Стек протоколів – це ієрархічно впорядкована сукупність протоколів, достатніх для реалізації взаємодії вузлів у комп'ютерній мережі.

На відміну від моделі, що являє собою концептуальну схему взаємодії систем, стек протоколів – це набір конкретних специфікацій, що дозволяє реалізувати мережеву взаємодію.

Протоколи можуть бути реалізовані у вигляді програмних елементів операційної системи. Наприклад, дуже часто протоколи канального рівня виконані у вигляді драйвера мережевого адаптера, а функції протоколів верхніх рівнів представляються серверними або клієнтськими компонентами мережевих служб.

Кожному рівню моделі OSI відповідає один або кілька протоколів, які виконують функції забезпечення мережевої взаємодії.

Стек протоколів OSI відповідає моделі OSI і включає протоколи для всіх семи рівнів .

На фізичному і канальному рівнях стека OSI використовуються стандартні протоколи Ethernet, Token Ring тощо. Мережевий рівень реалізований за допомогою протоколів ES-IS і IS-IS.

Питання 4. Стек протоколів OSI.

Стек протоколів OSI

Рівень моделі OSI	Протоколи OSI
7 Прикладний	FTP, VTP, X.400 і X.500
6 Представлення	Протокол представлення OSI
5 Сеансовий	Сеансовий протокол OSI
4 Транспортний	Транспортний протокол OSI
3 Мережевий	ES-IS, IS-IS
2 Канальний	Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, ISDN, ATM, LAP-D, PPP та інші
1 Фізичний	Специфікації фізичних середовищ

Питання 4. Стек протоколів OSI.

ES-IS (End System to Intermediate System routing exchange protocol) – протокол маршрутизації кінцевих систем, за допомогою якого кінцеві системи (робочі станції) сповіщають про себе проміжні системи (наприклад, концентратори).

IS-IS (Intermediate System to Intermediate System routing exchange protocol) – протокол маршрутизації проміжних станцій, за допомогою якого проміжні системи обмінюються інформацією про діючі маршрути в мережі. Ці протоколи використовуються для розвідки і побудови повної, послідовної картини топології мережі, щоб забезпечити можливість маршрутизації пакетів, які пересилаються. Транспортний, сеансовий і рівень представлення реалізовані від-повідними протоколами OSI, які мають мале поширення. Найбільшу популярність отримали протоколи прикладного рівня стека OSI. Це, передусім, протоколи FTAM, VTP, X.400 та X.500. *FTAM (File Transfer Access and Management)* – протокол передачі, забезпечення доступу і управління файлами. *VTP (Virtual Terminal Protocol)* – протокол, що описує роботу віртуального терміналу.

Питання 4. Стек протоколів OSI.

X.400 — являє собою набір рекомендацій Міжнародного консультативного комітету з телеграфії та телефонії (CCITT – від *франц. Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique*), у яких описуються системи пересилання електронних повідомлень. Протокол X.400 визначає структуру повідомлень електронної пошти так, що всі повідомлення задовольняють стандартний формат.

X.500 – розширення стандарту X.400, який визначає формат адреси повідомлення, що й дозволяє всім системам електронної пошти зв'язуватися між собою. З самого початку метою рекомендацій X.500 є розробка стандартів глобальної довідкової служби. Однак процес доставки повідомлення вимагає знання адреси одержувача. При великих розмірах мереж виникає проблема зберігання, пошуку й одержання адрес. Рішенням цієї проблеми є довідкова служба, яка допомагає одержувати адреси відправників і одержувачів, що й являє собою роз-поділену базу даних імен і адрес.

Питання 4. Стег протоколів OSI.

Проблеми реалізації протоколів для моделі OSI:

- протоколи засновані на концепціях, які мають мало сенсу в сучасних мережах;
- специфікації у деяких випадках виявилися неповними або такими, що суперечать одна одній;
- за функціональними можливостями протоколи ISO/OSI поступалися іншим протоколам;
- наявність великої кількості рівнів вимагає більшої обчислювальної потужності і, як наслідок, призводить до зменшення швидкодії.

Поняття Request for Comments, RFC

Запит коментарів, прохання прокоментувати (англ. Request for Comments, RFC) — документ із серії пронумерованих інформаційних документів Інтернету, що містить технічні **специфікації та Стандарти**, має широке застосування у всесвітній мережі. Назву «Request for Comments» ще можна перекласти як «заявка на обговорення» чи «тема для обговорення». Зараз публікацією документів RFC займається IETF під егідою відкритої організації Товариство Інтернету (англ. Internet Society, ISOC). Правами на RFC володіє якраз Товариство Інтернету.

Питання 4. Стек протоколів OSI.

Приклади популярних RFC

Номер RFC	Тема
<u>RFC 768</u>	<u>UDP</u>
<u>RFC 791</u>	<u>IP</u>
<u>RFC 792</u>	<u>ICMP</u>
<u>RFC 793</u>	<u>TCP</u>
<u>RFC 821</u>	<u>SMTP</u> SMTP, замінений <u>RFC 2821</u>
<u>RFC 822</u>	Формат <u>електронної пошти</u> Формат електронної пошти, замінений <u>RFC 2822</u>
<u>RFC 826</u>	<u>Протокол визначення адреси</u> (Протокол визначення адреси (<u>ARP</u>))
<u>RFC 894</u>	<u>IP</u> через <u>Ethernet</u>
<u>RFC 951</u>	Протокол початкового завантаження <u>BOOTP</u>
<u>RFC 959</u>	<u>FTP</u>
<u>RFC 1034</u>	<u>DNS</u> — концепція
<u>RFC 1035</u>	<u>DNS</u> — втілення
<u>RFC 1122</u>	Вимоги до хоста 1
<u>RFC 1123</u>	Вимоги до хоста 2
<u>RFC 1191</u>	Визначення шляху <u>MTU</u>
<u>RFC 1256</u>	Виявлення <u>маршрутизатора</u> в мережі

Питання 5. Стек протоколів TCP/IP.

Стек протоколів TCP/IP

Рівні моделі OSI	Протоколи TCP/IP	Рівні TCP/IP
7	HTTP, FTP, TFTP, Telnet, SSH, SMTP, SNMP та інші	1
6		
5	TCP, UDP	2
4		
3	IP, ICMP, IGMP	3
2	Не регламентовано, але підтримуються всі популярні стандарти	4
1		

Питання 5. Стек протоколів TCP/IP.

Рівень міжмережевої взаємодії (рівень 3) забезпечує маршрутизацію й передачу даних мережею, виконуючи, таким чином, функції, відповідні до мережевого рівня моделі OSI. На цьому рівні використовуються протоколи IP, ICMP, IGMP.

IP (Internet Protocol) – міжмережевий протокол, який забезпечує передачу даних у мережах. Протокол IP специфікований в RFC 791. До його основних функцій належать адресація та фрагментація пакетів. Протокол не гарантує надійну доставку даних, не має механізму підтверджень доставки повідомлень, не підтримує повторну передачу та не виконує функцію управління потоком (flow control). Протокол виконує контроль помилок для поля даних, не 1). Виявлені помилки можуть бути оголошені за допомогою протоколу ICMP, який підтримується модулем IP протоколу.

Питання 5. Стек протоколів TCP/IP.

ICMP (Internet Control Message Protocol) – протокол міжмережових керуючих повідомлень, призначений для організації зворотного зв'язку з окремими вузлами мережі при обміні інформацією про помилки, наприклад, про неможливість доставки пакета, про перевищення часу життя або тривалості складання пакета із фрагментів, про ненормальні значення параметрів. Крім того, за допомогою цього протоколу передаються пакети, які використовуються для тестування, і пакети, які містять службові інформаційні повідомлення, наприклад, про зміну маршруту пересилання й типу обслуговування, про стан системи тощо. Протокол ICMP не робить протокол IP засобом надійної доставки повідомлень. Для цих цілей існує TCP.

IGMP (Internet Group Management Protocol) – протокол, що використовується IP-вузлами і маршрутизаторами для того, щоб підтримувати групову розсилку повідомлень. Він дозволяє всім системам фізичної мережі знати, які IP-вузли в даний час об'єднані в групи і до яких груп вони належать. Ця інформація необхідна для групових маршрутизаторів, саме так вони дізнаються, які групові дейтаграми необхідно перенаправляти і на які інтерфейси. IGMP визначений в RFC 1112.

Питання 5. Стек протоколів TCP/IP.

Рівень 2 стека TCP/IP називається основним і забезпечує функції транспортування інформації з мережі. При цьому використовуються два протоколи TCP і UDP, що реалізують різні механізми доставки даних та мають різні ступені надійності.

TCP (Transmission Control Protocol) – протокол керування передачею, що працює з установкою логічного з'єднання між віддаленими прикладними процесами, а також використовує принцип автоматичної повторної передачі пакетів, які містять помилки. TCP визначений в RFC 793.

UDP (User Datagram Protocol) – протокол користувальницьких дейтаграм (синонім терміна —пакет), який є спрощеним варіантом TCP і працює без встановлення логічного з'єднання, відповідно, не забезпечує перевірку на наявність помилок і підтвердження доставки пакета. UDP визначений в RFC 768.

Питання 5. Стек протоколів TCP/IP.

Верхній рівень стеку TCP/IP називається **прикладним**. До протоколів цього рівня належать такі широко використовувані протоколи, як HTTP, FTP, telnet, SMTP, SNMP і багато інших.

HTTP (HyperText Transfer Protocol) – протокол передачі гіпертексту. Основою HTTP є технологія —клієнт-серверll, тобто клієнти ініціюють з'єднання і посилають запит, а сервери очікують з'єднання для отримання запиту, роблять необхідні дії і повертають назад повідомлення з результатом. HTTP на сьогодні використовується у Всесвітній павутині для отримання інформації з веб-сайтів.

FTP (File Transfer Protocol) – протокол передачі файлів, який використовує як транспортний протокол із встановленням з'єднань— TCP, що підвищує надійність передачі файлів. Протокол, призначений для забезпечення передачі та прийому файлів між серверами та клієнтами.

TFTP (Trivial File Transfer Protocol) – найпростіший протокол передачі файлів. На відміну від FTP, цей протокол базується на роботі з UDP, при цьому протокол реалізує тільки передачу файлів.

SNMP (Simple Network Management Protocol) – простий протокол керування мережею, призначений для передачі інформації, що визначає формати повідомлень, якими обмінюються клієнти й сервери, а також формати імен і адрес вузлів мережі.

Telnet – протокол, що забезпечує передачу потоку байтів між процесами або між процесом і терміналом, який зазвичай використовується для емуляції терміналу віддаленої станції. **SSH (Secure Shell Protocol)** є аналогом протоколу Telnet, але при цьому здійснюється шифрування даних для передачі.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – простий протокол передачі пошти, який використовується для забезпечення передачі електронних поштових повідомлень із застосуванням транспортного протоколу TCP.