

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет



4579 Методичні вказівки
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни
«Телекомунікаційні та інформаційні мережі»
для студентів
спеціальності 172 *«Телекомунікації та радіотехніка»*
усіх форм навчання

Суми
Сумський державний університет
2019

Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Телекомунікаційні та інформаційні мережі» / укладачі: О. В. Бережна, В. В. Арбузов. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 83 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ЗМІСТ

	С.
1. Загальні положення	5
2. Мета й завдання розрахунково-графічної роботи	5
3. Завдання для розрахунково-графічної роботи та вихідні дані	6
3.1 Завдання 1	6
3.2 Завдання 2	7
3.3 Завдання 3	7
4. Структура й зміст розрахунково-графічної роботи	8
5. Методичні вказівки до організації виконання розрахунково-графічної роботи	9
5.1 Організація та планування роботи	9
5.2 Термін і порядок захисту розрахунково-графічної роботи	10
6. Рекомендації щодо виконання розрахунково-графічної роботи	10
6.1 Загальні методичні вказівки	10
6.2 Короткі відомості з теорії	11
6.2.1 Теоретична частина для виконання завдання 2	11
6.2.2 Теоретична частина для виконання завдання ^о 3.....	28
6.3 Методичні вказівки до виконання розрахункової частини роботи	44
6.3.1 Рекомендації до виконання завдання 1... ..	44
6.3.2 Рекомендації до виконання завдання 2... ..	45
6.3.3 Рекомендації до виконання завдання 3... ..	46
7. Загальні вимоги до оформлення роботи	46
Список літератури	52
Додаток А	54

Додаток Б	59
Додаток В	70
Додаток Г	75
Додаток Д	82

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Розрахунково-графічна робота ґрунтується на матеріалі дисципліни «Телекомунікаційні та інформаційні мережі» й забезпечуючих дисциплін, зокрема «Основи теорії телекомунікацій», «Теорія інформації та кодування» й «Інформаційні основи телекомунікацій».

Розрахунково-графічну роботу студенти виконують самостійно для закріплення та поглиблення знань про середовища передавання інформації; принципи розподілення ресурсів у телекомунікаційних мережах, взаємодії протоколів комп'ютерної мережі; проектування телекомунікаційних мереж; методи доступу до комп'ютерної мережі; різні топології комп'ютерних мереж; основні рівні управління телекомунікаційною мережею; переваги й недоліки телекомунікаційних мереж.

У методичних вказівках зазначені цілі та завдання розрахунково-графічної роботи, вимоги до її обсягу, змісту, порядку виконання, оформлення й захисту. Наведені також варіанти індивідуальних завдань, перелік величин для розраховування, вказані алгоритми розрахунків.

2 МЕТА Й ЗАВДАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Мета виконання розрахунково-графічної роботи^о– закріплення матеріалу з дисципліни «Телекомунікаційні та інформаційні мережі», здобуття знань і вмій у результаті:

– аналізування алгоритмів функціонування телекомунікаційних мереж, побудованих на основі базових технологій, переваг і недоліків зазначених телекомунікаційних мереж, а також галузей їх використання;

- оцінювання ефективності функціонування цих мереж;
- проектування телекомунікаційної мережі із заданою кількістю хостів, розрахування часу подвійного оберту та скорочення міжкадрового інтервалу;
- формування адрес вузлів телекомунікаційної мережі із заданою кількістю хостів і підмереж.

3 ЗАВДАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ ТА ВИХІДНІ ДАНІ

Студенти виконують три контрольні завдання згідно з виданим викладачем варіантам (Додаток А).

3.1 Завдання 1

У завданні відповідно до свого варіанта (табл. А.1) необхідно:

- виконати літературний огляд і проаналізувати різні джерела інформації із заданої теми;
- визначити призначення й можливе застосування технічних рішень у галузі знань, зазначеній у завданні, зокрема для мережевих технологій, протоколів обміну та доступу до передавального середовища;
- репрезентувати результати літературного огляду й аналізу у формі інформаційного повідомлення з такою рекомендованою структурою викладу: «Вступ», «Призначення», «Основні функції та завдання», «Основні технічні характеристики», «Галузь застосування», «Висновки», «Список літератури»;
- забезпечити необхідний обсяг інформаційного повідомлення – не більше ніж 10 сторінок тексту формату А4 з міжрядковим інтервалом 1,5 і розміром шрифту 14.

3.2 Завдання 2

Для наведених у таблиці А.2 вихідних даних, що характеризують сегмент локальної мережі під час обміну інформацією між вузлами А й В, необхідно:

- навести схему сегмента комп'ютерної мережі з урахуванням концентраторів і зазначених у завданні чисел (табл. А.2), довжин та типів фізичних сегментів, розміщених між вузлами А й В;

- розрахувати час подвійного оберту PDV і скорочення міжкадрового інтервалу PVV для заданої кількості фізичних сегментів у мережі з урахуванням їх довжин та типів специфікації середовища передавання даних;

- розрахувати PDV для двох варіантів передавання даних: від вузла А до вузла В і навпаки;

- за результатами розрахунків PDV та PVV зробити висновок про функціональну здатність як заданого сегмента, так і комп'ютерної мережі під час обміну інформацією між вузлами А й В;

- у разі негативного висновку запропонувати рекомендації щодо забезпечення функціональної здатності сегмента мережі.

3.3 Завдання 3

Задача 1

Підприємству для створення телекомунікаційної мережі з мережевою адресою, зазначеною в таблиці А.3, необхідно:

- поділити мережу на підмережі, кожна з яких повинна підтримувати наведену в таблиці А.3 кількість мережевих пристроїв;

- визначити маску підмереж;

- сформуванати номери підмереж;

- сформувати номери та IP-адреси мережевих пристроїв;
- зазначити широкомовні адреси для кожної підмережі.

Задача 2

Підприємству для створення телекомунікаційної мережі з мережевою адресою, зазначеною в таблиці А.3, необхідно:

- сформувати наведену в таблиці А.3 кількість підмереж;
- визначити маску підмереж;
- сформувати номери підмереж;
- сформувати номери та IP-адреси мережевих пристроїв;
- зазначити широкомовні адреси для кожної підмережі.

4 СТРУКТУРА Й ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Розрахунково-графічна робота є текстовим документом, виконуваним відповідно до вимог ДСТУ 3.008-95, ГОСТ 2.105-95. Загальний обсяг контрольної роботи повинен становити близько 20 сторінок формату А4, що містять текст креслярським шрифтом, розрахунки, рисунки та додатки.

Структура розрахунково-графічної роботи: титульний аркуш (зразок наведений у додатку Д); зміст; перелік скорочень; завдання й розрахункова частина для кожного з трьох контрольних завдань; список літератури (зокрема, список використаних матеріалів із методичних вказівок, конспектів лекцій, ГОСТів та ін.); додатки.

Завдання для розрахунково-графічної роботи повинне містити вихідні дані згідно з варіантом, конкретний перелік величин, що необхідно розрахувати.

Для всіх студентів номер варіанта завдання встановлює керівник.

5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

5.1 Організація та планування роботи

Успішне виконання розрахунково-графічної роботи потребує чіткої організації графіка студента, починаючи з моменту одержання завдання й закінчуючи поданням роботи до захисту.

Після одержання завдання студентові необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою та за необхідності самостійно підібрати додаткову. Потім варто вибрати методику розрахування, виписати необхідні формули та порівняти їх із початковими даними. Якщо їх у завданні недостатньо або виникли сумніви в доцільності застосування запропонованої методики розрахування, потрібно звернутися за консультацією до керівника. Студентові необхідно пам'ятати, що регулярне перевіряння керівником виконаної роботи дозволить своєчасно виявити зроблені помилки, неточності в розрахунку та ін. Під час виконання розрахунково-графічної роботи студентові також варто мати на увазі, що керівник під час консультацій не повинен давати йому готових рішень, а лише поради, підказки й додаткову літературу, що допоможуть знайти правильний спосіб виконання завдання.

5.2 Термін і порядок захисту розрахунково-графічної роботи

Після виправлення зауважень, що з'явилися в процесі виконання, оформлену роботу студент підписує та віддає на перевірку в строк, визначений викладачем, але не пізніше, ніж за два тижні до початку сесії. У разі відповідності роботи встановленим вимогам і відсутності істотних зауважень керівник допускає студента до захисту розрахунково-графічної роботи.

Під час підготовки до захисту варто звернути увагу на перелік питань і завдань із дисципліни, зазначених у додатках В і Г. На захисті студент повинен упродовж 5–10^охв. стисло обґрунтувати ухвалені в роботі рішення й відповісти на запитання викладача.

6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

6.1 Загальні методичні вказівки

Виконання розрахунково-графічної роботи потрібно починати з вивчення літератури [1–10]. Виконання цього етапу допоможе студентові глибше зрозуміти в проблеми побудови телекомунікаційних та інформаційних мереж із додержанням основних вимог і правил, відповідних різним мережевим технологіям, докладніше вивчити теоретичний матеріал із цих питань та покращити знання, здобуті під час лекційних занять.

Для обчислення часу подвійного оберту та скорочення міжкадрового інтервалу, а також формування мережевих адрес для зменшення часу на обчислення доцільне використання ЕОМ. Проте потрібно мати на увазі, що воно не позбавляє студента необхідності описування методики й прикладів обчислень.

Оформляти розрахунково-графічну роботу потрібно поступово впродовж семестру, з виконанням окремих завдань.

6.2 Короткі відомості з теорії

6.2.1 Теоретична частина для виконання завдання 2

Під час створення нової мережі підприємства необхідно враховувати такі чинники [6, 8, 10]:

- потрібний розмір мережі (в найближчому майбутньому й за прогнозами);

- необхідну структуру, ієрархію та основні частини мережі (за підрозділами, а також за кімнатами, поверхами й будівлями підприємства);

- основні напрями та інтенсивність інформаційних потоків (у найближчому майбутньому й у перспективі);

- технічні характеристики устаткування (комп'ютерів, адаптерів, кабелів, репітерів, концентраторів, комутаторів) і його вартість;

- можливості проведення кабельної системи в приміщеннях та між ними, а також заходи забезпечення цілісності кабелю;

- забезпечення обслуговування мережі й контролювання її функціональної здатності, безвідмовності та безпеки;

- вимоги до програмних засобів за допустимим розміром мережі, швидкістю, гнучкістю, розмежуванням прав доступу, вартістю, можливістю контролювання обміну інформацією й т.д.;

- необхідність підключення до глобальних або локальних мереж.

Цілком можливо, що після вивчення всіх зазначених і ні чинників з'ясується, що можна цілком обійтися взагалі без мережі, уникнувши завдяки цьому досить великих витрат на апаратуру й програмне забезпечення, створення

та експлуатацію мережі, заробітну плату обслуговуючому персоналу, підтримку, ремонт і т.д. Наприклад, якщо є всього декілька користувачів, які працюють на своїх комп'ютерах автономно й лише іноді обмінюються файлами, мережу цілком може замінити звичайна дискета (це дешевше та менш складно).

Мережа створює безліч додаткових проблем, порівнюючи з автономними комп'ютерами: від простих механічних (комп'ютери, підключені до мережі, складніше переносити з місця на місце) до складних інформаційних (необхідність контролювати спільно використовувані ресурси, запобігати зараженню мережі вірусами). Крім того, користувачі мережі не такі незалежні, як користувачі автономних комп'ютерів: їм потрібно додержуватися певних правил, установлених вимог, яких їх необхідно навчити.

Нарешті, мережа гостро зачіпає питання безпеки інформації, захисту від несанкціонованого доступу, тому що з будь-якого комп'ютера мережі можна зчитувати дані із загальних мережевих дисків. Захистити один комп'ютер або навіть декілька одиночних у будь-якому разі значно простіше, ніж мережу. Тому створювати її мережі доцільно лише тоді, коли без мережі робота просто неможлива, непродуктивна, відсутність міжкомп'ютерного зв'язку гальмує роботу та стримує розвиток справи.

У разі вибору конфігурації мережі Ethernet, що складається із сегментів різних типів, виникає багато питань, пов'язаних насамперед із максимально допустимим розміром (діаметром) мережі й максимально можливою кількістю різних елементів. Мережа буде функціонально здатною лише якщо максимальна затримка розповсюдження сигналу в ній не перевищуватиме граничної величини. Цю величину визначають методом

управління обміном CSMA/CD, що базується на виявленні колізій [4, 8].

Чітке розпізнавання колізій усіма станціями мережі є необхідною умовою правильного функціонування мережі Ethernet. Якщо яка-небудь передавальна станція не розпізнає колізії й вирішить, що кадр даних переданий нею правильно, він буде загубленим. Через накладання сигналів унаслідок колізії інформація кадру спотвориться, тому його забракує приймаюча станція (можливо, через не збігання контрольної суми). Наймовірніше, спотворена інформація буде повторно переданою певним протоколом верхнього рівня, наприклад транспортним або прикладним, таким, що функціонує з установленням з'єднання. Але повторне передавання повідомлення протоколами верхніх рівнів відбудеться через значно триваліший інтервал часу (іноді навіть через декілька секунд), порівнюючи з мікросекундними інтервалами, якими оперує протокол Ethernet. Тому, якщо колізії надійно не розпізнаватимуться вузлами мережі Ethernet, це призведе до помітного зниження корисної пропускної спроможності цієї мережі.

Для надійного розпізнавання колізій повинне виконуватися таке співвідношення:

$$T_{min} > t_{PDV},$$

де T_{min} – час передавання кадру мінімальної довжини;
 t_{PDV} – час, за який сигнал колізії встигає розповсюдитися до найдалшого вузла мережі.

Оскільки в гіршому разі сигнал повинен пройти двічі між найбільш віддаленими одна від одної станціями мережі (в один бік проходить неспотворений сигнал, а в інший розповсюджується вже спотворений колізією), цей час називають часом *подвійного оберту* (*Path Delay Value, PDV*).

У разі виконання цієї умови передавальна станція повинна встигати виявляти колізію, спричинену переданим нею кадром, ще до завершення передавання цього кадру.

Очевидно, що виконання цієї умови залежить, з одного боку, від довжини мінімального кадру та пропускної спроможності мережі, а з іншого – від довжини кабельної системи мережі й швидкості розповсюдження сигналу в кабелі (для різних типів кабелю ця швидкість різна).

Усі параметри протоколу Ethernet підібрані так, щоб у разі нормального функціонування вузлів мережі колізії завжди чітко розпізнавалися. Під час вибору параметрів, зазвичай, також враховують наведене вище співвідношення, що пов'язує між собою мінімальну довжину кадру та максимальну відстань між станціями в сегменті мережі.

У стандарті Ethernet прийнято, що мінімальна довжина поля даних кадру становить 46 байтів (що разом зі службовими полями дає мінімальну довжину кадру 64 байти, а разом із преамбулою – 72 байти або 576 бітів). На основі цього можна визначити обмеження на відстань між станціями.

Після завершення передавання кадру всі вузли мережі зобов'язані витримати технологічну паузу IPG (Inter Packet Gap) – 9,6 мкс. Ця пауза, зумовлена також міжкадровим інтервалом, потрібна для приведення мережевих адаптерів у початковий стан, а також для запобігання монопольному захопленню середовища однією станцією. Після технологічної паузи вузли мають право почати передавання свого кадру, тому що середовище вільне.

Додержання численних обмежень, установлених для різних стандартів фізичного рівня мереж Ethernet, гарантує

конкретне функціонування мережі (в разі справного стану всіх елементів фізичного рівня).

Найчастіше доводиться перевіряти обмеження, пов'язані з довжиною окремого сегмента кабелю, з кількістю повторювачів та із загальною довжиною мережі. Правила «5°-4°-3» для коаксіальних мереж та «4 хабів» для мереж на основі виті пари й оптоволокна не лише гарантують працездатність, а й залишають великий «запас міцності» мережі. Наприклад, якщо підрахувати час подвійного оберту в мережі з 4 повторювачів 10°Base-5 і 5 сегментів максимальної довжини 500 м, виявиться, що він становить 537 бітових інтервалів. А оскільки час передавання кадру мінімальної довжини, що разом із преамбулою складається з 72 байтів, – 575 бітових інтервалів, бачимо, що розробники стандарту Ethernet залишили 38 бітових інтервалів як запас для надійності. Проте комітет IEEE°802.3 стверджує, що й 4 додаткових бітових інтервали створюють достатній запас надійності.

Комітет IEEE°802.3 наводить початкові дані про затримки, зумовлені повторювачами та різними середовищами передавання даних, для тих фахівців, які хочуть самостійно розраховувати максимальну кількість повторювачів і максимальну загальну довжину мережі, не задовольняючись значеннями, наведеними в правилах «5°-4°-3» і «4 хабів». Особливо такі розрахунки корисні для мереж зі змішаних кабельних систем, наприклад коаксиалу та оптоволокна, не передбачених правилами про кількість повторювачів. Водночас максимальна довжина кожного окремого фізичного сегмента повинна суворо відповідати стандарту, тобто 500 м для «товстого» коаксиалу, 100 м для виті пари й т.д.

Щоб мережа Ethernet із сегментів різної фізичної природи функціонувала правильно, необхідне виконання чотирьох основних умов:

- кількість станцій у мережі – не більше ніж $1^{0}024$;
- максимальна довжина кожного фізичного сегмента не більша за величину, визначену відповідно до стандарту фізичного рівня;
- час подвійного оберту сигналу PDV (Part Delay Value) між двома найвіддаленішими однієї від одної станціями мережі – не довше за 575 бітових інтервалів;
- скорочення міжкадрового інтервалу PVV (Part Variability Value,) під час проходження послідовності кадрів через усі повторювачі повинне бути не більшим ніж 49° бітових інтервалів. Оскільки під час відправлення кадрів кінцеві вузли забезпечують початкову міжкадрову відстань в 96° бітових інтервалів, після проходження повторювача вона повинна бути не меншою ніж $96^{\circ} - 49^{\circ} = 47^{\circ}$ бітових інтервалів.

Для спрощення розрахунків зазвичай використовують довідкові дані IEEE, що містять значення затримок розповсюдження сигналів у повторювачах, приймачах і різних фізичних середовищах. У таблиці 6.1 наведені дані, необхідні для розрахування значення t_{PDV} для всіх фізичних стандартів мереж Ethernet. Величини затримок сигналу для розрахування PDV вимірюються в бітових інтервалах.

Комітет 802.3 прагнув максимально спростити виконання розрахунків, тому дані таблиці містять відразу декілька етапів проходження сигналу. Наприклад, затримки, зумовлені повторювачем, складаються із затримки вхідного трансивера, затримки блоку повторення й затримки вихідного трансивера. Проте в таблиці всі ці затримки репрезентовані однією величиною – базою сегмента.

Таблиця 6.1 – Дані для розрахунку значення часу подвійного оберту

Тип сегмента	База лівого сегмента	База проміжного сегмента	База правого сегмента	Затримка середовища на 1 м	Максимальна довжина сегмента, м
10Base-5	11,8	46,5	169,5	0,086°6	500
10Base-2	11,8	46,5	169,5	0,102°6	185
10Base-T	15,3	42,0	165,0	0,113	100
10Base-FB	–	24,0	–	0,1	2°000
10Base-FL	12,3	33,5	156,5	0,1	2°000
FOIRL	7,8	29,0	152,0	0,1	1°000
AUI (>2°М)	0	0	0	0,102°6	2°+°48

Щоб двічі не додавати затримки, зумовлені кабелем, у таблиці зазначені подвоєні величини затримок для кожного типу кабелю.

У таблиці використані також такі поняття, як лівий, правий і проміжний сегменти.

Лівим сегментом у термінології 802.3 названий сегмент, із якого починається шлях сигналу від виходу передавача кінцевого вузла. Сам термін «лівий» не стосується розміщення в просторі.

Це просто умовна назва сегмента, з якого починається розрахунок.

Кінцевий сегмент, у якому може виникнути колізія, називають правим.

Із кожним сегментом пов'язана постійна затримка (база), що залежить лише від типу сегмента та його положення на шляху сигналу (лівий, проміжний чи правий). База правого сегмента, в якому виникає колізія, істотно перевищує базу лівого й проміжних сегментів.

Крім того, з кожним сегментом пов'язана затримка розповсюдження сигналу вздовж кабелю, що залежить від довжини сегмента. Її обчислюють множенням часу розповсюдження сигналу по один метр кабелю (у бітових інтервалах) на довжину кабелю в метрах.

Для розрахування потрібно обчислити затримки, зумовлені кожним відрізком кабелю (наведену в таблиці затримку сигналу на 1 м кабелю помножити на довжину сегмента), а потім додати ці затримки з базами лівого, проміжних і правого сегментів.

Оскільки лівий та правий сегменти мають різні величини базової затримки, в разі різних типів сегментів на видалених краях мережі необхідно виконати розрахунки двічі: спершу вважати як лівим сегментом сегмент одного типу, а потім – сегмент іншого. Результатом буде максимальне з одержаних значень t_{PDV} .

Оцінюють PDV для найгіршої ситуації для максимально віддалених вузлів, між якими, наприклад, n сегментів відповідно до такого виразу:

$$t_{PDV} = \sum_{i=1}^n (t_i^{\delta} + l_i^c \cdot t_i^c), \quad (6.1)$$

де i – номер сегмента;

n – кількість сегментів;

t_i^{δ} – база у формі постійної затримки сигналу, залежної від типу i -го сегмента та його положення на шляху сигналу (наприклад, лівий, проміжний, правий); затримку вимірюють за допомогою бітових інтервалів;

l_i^c – довжина i -го сегмента, м;

t_i^c – час розповсюдження (затримки) сигналу по 1 м кабелю i -го сегмента, бітовий інтервал/м.

Насамперед, відзначимо, що для одержання складних конфігурацій Ethernet з окремих сегментів застосовують концентратори двох основних типів [6]:

- репітерні концентратори, що є набором репітерів (повторювачів) і ніяк логічно не поділяють сегменти, підключені до них;

- комутувальні (switching) концентратори, або комутатори, що передають інформацію між сегментами, але не передають конфліктів із сегмента на сегмент.

У разі більш складних комутувальних концентраторів конфлікти в окремих сегментах вирішуються на місці, в самих сегментах, і не розповсюджуються мережею, як у разі простіших репітерних концентраторів. Це має принципове значення для вибору топології мережі Ethernet, тому що застосовуваний у ній метод доступу CSMA/CD передбачає наявність конфліктів і дозволяє їх. Водночас загальна довжина мережі обумовлена розміром зони конфлікту, області колізії (collision domain). Отже, використання репітерного концентратора не розділяє зони конфлікту, тоді як кожен комутувальний концентратор ділить зону конфлікту на частини. У разі вибору комутатора оцінювати функціональну здатність потрібно для кожної частини мережі окремо, а в разі репітерних концентраторів – для всієї мережі в цілому.

На практиці репітерні концентратори (повторювачі) використовують значно частіше, тому що вони простіші й дешевші. Як відомо, повторювач необхідний для об'єднання в одну мережу декількох сегментів кабелю та збільшення таким способом загальної довжини мережі. Повторювач приймає сигнали з одного сегмента кабелю й побітно синхронно повторює їх в іншому сегменті, покращаючи форму та потужність імпульсів, а також синхронізуючи імпульси. Повторювач складається з двох (або декількох) трансиверів, приєднаних до сегментів

кабелю, а також блоку повторення зі своїм тактовим генератором. Для кращої синхронізації бітів, що передаються, повторювач затримує передавання декількох перших бітів преамбули кадру, у результаті чого збільшується затримка передавання кадру з сегмента на сегмент, а також дещо зменшується міжкадровий інтервал IPG.

Стандарт дозволяє використання в мережі не більше ніж 4°повторювачів і відповідно не більше за 5°сегментів кабелю. За максимальної довжини сегмента кабелю (500°м) довжина мережі 10Base-5 також максимальна – 2°500°м. Лише 3°сегменти з 5 можуть бути навантаженими, тобто такими, до яких підключають кінцеві вузли. Між навантаженими сегментами повинні бути ненавантажені сегменти, тому максимальна конфігурація мережі є двома навантаженими крайніми сегментами з'єднаними ненавантаженими сегментами ще з одним центральним навантаженим сегментом.

Правило використання повторювачів у мережі Ethernet 10Base-5 називають «5°–4°–3»: 5°сегментів, 4°повторювачі, 3°навантажених сегменти. Обмежену кількість повторювачів можна пояснити додатковими затримками розповсюдження сигналу, які вони зумовлюють. Повторювачі збільшують час подвійного розповсюдження сигналу, який для надійного розпізнавання колізій не повинен перевищувати часу передавання кадру мінімальної довжини°– 72°байти, або 576°бітів.

Для вибору й оцінювання конфігурації Ethernet застосовують дві основні моделі. Коротко зупинимося на їх особливостях [6].

Перша модель формулює набір простих правил, яких необхідно дотримуватися проектувальникові мережі під час з'єднання окремих комп'ютерів і сегментів.

1 Повторювач або концентратор, підключений до сегмента, зменшує на одиницю максимально допустиму кількість абонентів, підключених до сегмента.

2 Повний шлях між двома будь-якими абонентами повинен містити не більше ніж п'ять сегментів, чотирьох концентраторів (повторювачів) і двох трансиверів для сегментів 10Base-5.

3 Якщо шлях між абонентами складається з п'яти сегментів і чотирьох концентраторів (повторювачів), кількість сегментів, до яких підключені комп'ютери, не повинна перевищувати трьох, а решта сегментів повинні просто пов'язувати між собою концентратори (повторювачі). Це так зване «правило $5^{\circ}-4^{\circ}-3$ ».

4 Якщо шлях між абонентами складається з чотирьох сегментів і трьох концентраторів (повторювачів), то повинні виконуватися такі умови:

- максимальна довжина оптоволоконного кабелю сегмента 10Base-FL, що з'єднує між собою концентратори (повторювачі), не повинна перевищувати $1^{\circ}000^{\circ}\text{м}$;

- максимальна довжина оптоволоконного кабелю сегмента 10Base-FL, що з'єднує концентратори (повторювачі) з комп'ютерами, не повинна перевищувати 400°м ;

- до всіх сегментів можна підключати комп'ютери.

У разі виконання цих правил можна бути впевненим, що мережа буде функціонально здатною. Ніякі додаткові розрахунки в такому разі не потрібні. Вважають, що додержання цих правил гарантує допустиму величину затримки сигналу в мережі.

На рисунку 6.1 зображений приклад максимальної конфігурації, що відповідає цим правилам. Максимально можливий шлях (діаметр мережі) проходить між двома нижніми згідно з рисунком абонентами: він містить п'ять сегментів (10Base-2, 10Base-5, 10Base-FL, 10Base-FL і

10Base-T), чотири концентратори (репітери) та два трансивери MAU.

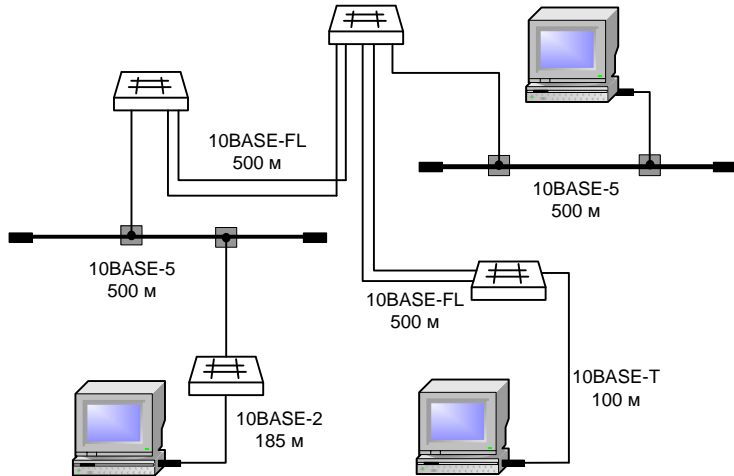


Рисунок 6.1 – Приклад максимальної конфігурації відповідно до першої моделі

Друга модель, застосовувана для оцінювання конфігурації Ethernet, базується на точному розрахуванні часових характеристик вибраної конфігурації мережі. Іноді вона дозволяє вийти за межі суворих обмежень моделі 1. Застосування моделі 2 є абсолютно необхідним, якщо розмір проектованої мережі близький до максимально допустимого.

У моделі 2 використовують дві системи розрахунків:

– перша система припускає обчислення подвійного (кругового) часу проходження сигналу мережею та його порівняння з максимально допустимою величиною;

– друга система перевіряє допустимість величини одержаного міжкадрового часового інтервалу (IPG – Interpacket Gap) у мережі.

В обох системах показники обчислюють для найгіршої ситуації – шляху максимальної довжини, тобто для такого шляху пакета, що потребує для свого проходження максимального часу. У разі першої системи розрахунків виділяють три типи сегментів:

– початковий, що в термінології 802.3 є «лівим» сегментом і відповідає початку шляху максимальної довжини;

– кінцевий – «правий» сегмент, розміщений у кінці шляху максимальної довжини;

– проміжний – сегмент, що належить до шляху максимальної довжини, але не є ні початковим, ні кінцевим.

Проміжних сегментів у вибраному шляху може бути декілька, а початковий і кінцевий сегменти в різних розрахунках можуть міняти місцями один з одним. Виділення трьох типів сегментів дозволяє автоматично враховувати затримки сигналу на всіх концентраторах, що належать до шляху максимальної довжини, а також у приймально-передавальних вузлах адаптерів. Для розрахування використовують величини затримок, наведені в таблиці 6.2.

Методика розрахування

1 У мережі виділяють шлях максимальної довжини. Усі подальші показники розраховують для нього. Якщо цей шлях не є очевидним, розраховують усі можливі шляхи, й на їх основі вибирають шлях максимальної довжини.

2 Якщо довжина сегмента, що належить до вибраного шляху, не є максимальною, розраховують подвійний

(круговий) час проходження в кожному i -му сегменті виділеного шляху за формулою:

$$t_i^s = t_i^{\bar{o}} + l_i \cdot t_i^c. \quad (6.2)$$

Таблиця 6.2 – Величини затримок для розрахування подвійного часу проходження сигналу

Тип сегмента Ethernet	Макс. довжина, м	Величина затримки (база)						Затримка на метр довжини
		лівого сегмента		проміжного сегмента		правого сегмента		
		$t^{\bar{o}}$	$t_m^{\bar{o}}$	$t^{\bar{o}}$	$t_m^{\bar{o}}$	$t^{\bar{o}}$	$t_m^{\bar{o}}$	t_i^c
10Base-5	500	11,8	55,0	46,5	89,8	169,5	212,8	0,087
10Base -2	185	11,8	30,8	46,5	65,5	169,5	188,5	0,103
10Base-T	100	15,3	26,6	42,0	53,3	165,0	176,3	0,113
10Base-FL	2°000	12,3	212,3	33,5	233,5	156,5	356,5	0,100
FOIRL	1°000	7,8	107,8	29,0	129,0	152,0	252,0	0,100
AUI	50	0	5,1	0	5,1	0	5,1	0,103

Водночас потрібно враховувати тип сегмента: початковий, проміжний чи кінцевий.

3 Якщо довжина сегмента є максимально допустимою, то з таблиці 6.2 для нього беруть величину максимальної затримки t_m .

4 Сумарну величину затримок усіх сегментів виділеного шляху визначають відповідно до формули (6.1). Вона не повинна перевищувати граничної величини 512°бітових інтервалів (51,2 мкс).

5 Виконують ті самі дії для зворотного напрямку вибраного шляху (тобто кінцевий сегмент вважають початковим і навпаки). Через різні затримки передавальних і приймаючих вузлів концентраторів величини затримок у різних напрямках можуть відрізнятись.

б Якщо затримки в обох ситуаціях не перевищують 512°бітових інтервалів, мережу вважають функціонально здатною.

Наприклад, для конфігурації, зображеної на рисунку°6.1, шлях найбільшої довжини – це шлях між двома нижніми комп’ютерами. У такому разі це очевидно. Цей шлях містить п’ять сегментів (зліва направо): 10Base-2, 10Base-5, 10Base-FL (два сегменти) та 10Base-T.

Проведемо розрахунок, вважаючи початковим сегментом 10Base-2, а кінцевим – Base-T.

1 Початковий сегмент 10Base-2 має максимально допустиму довжину (185 м), отже, для нього беремо з таблиці 6.2 величину затримки 30,8.

2 Проміжний сегмент 10Base-5 також має максимально допустиму довжину (500 м), тому для нього беремо з таблиці 6.2 величину затримки 89,8.

3 Обидва проміжні сегменти 10Base-FL мають довжину 500 м, отже, затримку кожного з них потрібно обчислювати за формулою:

$$t_3^s = t_4^s = 500 * 0,100 + 33,5 = 83,5.$$

4 Кінцевий сегмент 10Base-T має максимально допустиму довжину (100 м), тому з таблиці беремо для нього величину затримки $t_5^s = t_{m5}^{\bar{o}} = 176,3$.

5 Шлях найбільшої довжини передбачає також шість АUI-кабелей: два з них (у сегменті 10Base-5) зображені на рисунку, а чотири (у двох сегментах 10Base-FL) не зазначені, але в реальності цілком можуть існувати. Вважатимемо, що сумарна довжина всіх цих кабелів – 200°м, тобто відповідає чотирьом максимальним довжинам. Тоді затримка на всіх АUI-кабелях дорівнює:

$$t_{AUI} = 4t_m^{\bar{o}} = 4 * 5,1 = 20,4.$$

6 У результаті сумарна затримка для всіх п'яти сегментів з урахуванням кабелів АUI становитиме:

$$t_{PDV} = t_{AUI} + \sum_i^n t_i^s = 20,4 + (30,8 + 89,8 + 83,5 + 83,5 + \\ + 176,3) = 484,3.$$

Це менше ніж гранично допустима величина (512°бітових інтервалів), отже, мережа функціонально здатна.

Тепер розрахуємо сумарну затримку для того самого шляху, але у зворотному напрямку. Водночас початковим сегментом буде 10Base-T, а кінцевим – 10Base-2. В остаточній сумі зміняться лише два доданки (проміжні сегменти залишаються проміжними). Для початкового сегмента 10Base-T максимальної довжини затримка становитиме 26,6 бітових інтервалів, а для кінцевого сегмента 10Base-2 максимальної довжини – 188,5 бітових інтервалів. Сумарна затримка дорівнюватиме:

$$t_{PDV} = 20,4 + (26,6 + 83,5 + 83,5 + 89,8 + 188,5) = 492,3.$$

Це знову менше ніж 512 бітових інтервалів. Функціональна здатність мережі підтверджена.

Проте розрахування подвійного часу проходження відповідно до стандарту недостатньо, щоб зробити остаточний висновок про функціональну здатність мережі.

Другий метод розрахування, застосовуваний в моделі 2, перевіряє відповідність стандарту величини міжкадрового інтервалу (IPG). Ця величина спочатку не повинна бути меншою, ніж 96 бітових інтервалів (9,6 мкс), тобто лише через 9,6 мкс після звільнення мережі абоненти можуть почати передавання. Проте під час проходження пакетів (кадрів) через репітери та концентратори міжкадровий інтервал може скорочуватися, внаслідок чого абоненти можуть врешті-решт сприймати два пакети як

один. Допустиме скорочення IPG, визначене стандартом, – 49 бітових інтервалів (4,9 мкс).

Для обчислення так само, як і в попередньому разі, використовують поняття початкового та проміжного сегментів. Кінцевий сегмент скорочує міжкадрового інтервалу, тому що пакет доходить по ньому до приймаючого комп'ютера без проходження репітерів та концентраторів. Для розрахування використовують дані таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Величини скорочення міжкадрового інтервалу (IPG) для різних сегментів мережі Ethernet

Тип сегмента Ethernet	Величина скорочення IPG (t_i^{IPG})	
	лівого сегмента	проміжного сегмента
10Base-2	16	11
10Base-5	16	11
10Base-T	16	11
10Base-FL	11	8

Повну величину скорочення IPG для всіх n сегментів визначають відповідно до виразу:

$$t_{PVV} = \sum_{t=i}^{n-1} t_i^{IPG} . \quad (6.3)$$

Одержане значення t_{PVV} необхідно порівняти з граничною величиною – 49 бітовими інтервалами. Якщо сума менша за 49, можемо зробити висновок про функціональну здатність мережі. Для точності значення розраховують в обох напрямках вибраного шляху.

Для прикладу розглянемо конфігурацію зображену на рисунку 6.1. Максимальний шлях – між двома нижніми комп'ютерами. Як початковий беремо сегмент 10Base-2.

Для нього скорочення міжкадрового інтервалу $t_1^{IPG} = 16$. Менші значення мають проміжні сегменти: 10Base-5 ($t_2^{IPG} = 11$) і два сегменти 10Base-FL (кожен із них робить свій внесок по $t_3^{IPG} = t_4^{IPG} = 8$ бітових інтервалів). У результаті сумарне скорочення міжкадрового інтервалу становить:

$$t_{PVV} = 16 + 11 + 8 + 8 = 43.$$

Це менше ніж гранична величина (49 бітових інтервалів). Отже, конфігурація й за цим показником буде функціонально здатною.

Обчислення для зворотного напрямку по цьому ж шляху дадуть в даному випадку той же результат, оскільки початковий сегмент 10Base-T дасть ту ж величину, що й початковий сегмент 10Base-2 (16 бітових інтервалів), а всі проміжні сегменти залишаться проміжними.

6.2.2 Теоретична частина для виконання завдання^o3

У стеку TCP/IP використовують три типи адрес: локальні (їх також називають апаратними), IP-адреси й символні доменні імена.

У термінології TCP/IP *локальна адреса* – тип адреси, використовуваний засобами базової технології для доставки даних у межах підмережі, що є елементом складної інтермережі. У різних підмережах є допустимими різні мережеві технології, та стеки протоколів, тому під час створення стека TCP/IP передбачили наявність різних типів локальних адрес. Якщо підмережею інтермережі є локальна мережа, то локальна адреса – це MAC-адреса. MAC-адреси присвоюють мережевим адаптерам і мережевим інтерфейсам маршрутизаторів виробники устаткування. Вони унікальні, тому що ними управляють централізовано. Для всіх технологій локальних мереж

MAC-адреса має формат 6°байт, наприклад 11-A0-17-3D-BC-01. Проте протокол IP може опрацьовувати й протоколи більш високого рівня, наприклад IPX або X.25. У такому разі локальними адресами для протоколу IP відповідно будуть адреси IPX та X.25. Варто враховувати, що комп'ютер у локальній мережі може мати декілька локальних адрес, навіть якщо мережевий адаптер один. Певні мережеві пристрої не мають локальних адрес, наприклад глобальні порти маршрутизаторів, призначені для з'єднань типу «крапка°-°крапка».

IP-адреса є основним типом адрес, на підґрунті яких мережевий рівень передає пакети між мережами. Ці адреси складаються з 4 байт, наприклад 109.26.17.100. IP-адресу присвоює адміністратор під час конфігурації комп'ютерів і маршрутизаторів. IP-адреса складається з двох частин: номера мережі та номера вузла. Номер мережі може бути довільно обраним адміністратором або призначеним за рекомендацією спеціального підрозділу Internet (Internet Network Information Center, InterNIC), якщо мережа повинна функціонувати як складова Internet. Зазвичай постачальники послуг Internet одержують діапазони адрес у підрозділів InterNIC, а потім розподіляють їх між своїми абонентами. Номер вузла в протоколі IP призначають незалежно від локальної адреси вузла. Маршрутизатор за визначенням належить відразу до декількох мереж. Тому кожен порт маршрутизатора має власну IP-адресу. Кінцевий вузол також може належати до декількох IP-мереж. У такому разі комп'ютер повинен мати декілька IP-адрес відповідно до кількості мережевих зв'язків. Отже, IP-адреса характеризує не окремий комп'ютер або маршрутизатор, а одне мережеве з'єднання.

Символьні доменні імена. Символьні імена в IP-мережах називають доменними й будують за

ієрархічною ознакою. Складові повного символічного імені в IP-мережах відділяють крапкою та зазначають у такому порядку: спочатку просте ім'я кінцевого вузла, потім ім'я групи вузлів (наприклад, ім'я організації), потім ім'я більш загальної групи (піддомена) й так до імені домена найвищого рівня (наприклад, об'єднуючої організації за географічним принципом: UA –°Україна, UK –°Великобританія, SU –°США). Прикладом доменного імені може служити ім'я base2.sales.zil.ru. Між доменним ім'ям та IP-адресою вузла немає ніякої алгоритмічної відповідності, тому необхідно використовувати певні додаткові таблиці або служби, щоб вузол мережі однозначно визначався як за доменним ім'ям, так і за IP-адресою. У мережах TCP/IP використовують спеціальну розподільну службу Domain Name System (DNS), що встановлює цю відповідність на основі створюваних адміністраторами мережі таблиць відповідності. Тому доменні імена називають також DNS-іменами.

IP-адреса має довжину 4 байти. Її зазвичай записують чотирма числами, що відповідають значенням байтів у десятковій формі та відділені крапками, наприклад 128.10.2.30 – традиційна десяткова форма репрезентування адреси, а 10000000.00001010.00000010.00011110 – двійкова форма цієї самої адреси.

Адреса складається з двох логічних частин – номера мережі й номера вузла в мережі. Яка частина адреси відповідає номеру мережі, а яка – номеру вузла, визначають значеннями перших біт адреси. Вони також є ознаками того, до якого класу належить та чи інша IP-адреса.

На рисунку 6.2 зображена структура IP-адреси різних класів.



Рисунок 6.2 – Структура IP-адреси

Якщо адреса починається з 0, мережа належить до класу А, номер мережі займає один байт, останні 3 байти інтерпретують як номер вузла в мережі. Мережі класу А мають номери в діапазоні від 1 до 126. Номер 0 не використовують, а номер 127 зарезервований для спеціальних цілей, розглянутих нижче. Мереж класу А небагато, проте кількість вузлів у них може досягати 2^{24} , тобто $16^{777} \cdot 216$.

Якщо перші два біта адреси – 10, мережа належить до класу В. У мережах класу В номерам мережі й вузла відведені по 16 бітів, тобто по 2 байти. Отже, мережа класу В є мережею середніх розмірів із максимальною кількістю вузлів 2^{16} , що становить 65^{536} вузлів.

Якщо адреса починається з послідовності 110, це мережа класу С. У такому разі номеру мережі відповідають 24 біта, а номеру вузла – 8 біт. Мережі цього класу найбільш поширені, кількість вузлів у них обмежена – 2^8 , тобто 256.

Якщо адреса починається з послідовності 1110, то вона є адресою класу *D* і позначає особливу, групову адресу – multicast. Якщо в пакеті як адреса призначення зазначена адреса класу *D*, такий пакет повинні одержати всі вузли під цією адресою.

Якщо адреса починається з послідовності 11110, це означає, що вона належить до класу *E*. Адреси цього класу зарезервовані для майбутніх застосувань.

У таблиці 6.4 наведені діапазони номерів мереж і максимальна кількість вузлів, відповідних кожному класу мереж.

Таблиця 6.4 – Характеристики адрес різного класу

Клас	Перші біти	Найменший номер мережі	Найбільший номер мережі	Максимальна кількість вузлів у мережі
A	0	1.0.0.0	126.0.0.0	2^{24}
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	2^{16}
C	110	192.0.1.0	223.255.255.0	2^8
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Multicast
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервований

Великі мережі одержують адреси класу *A*, середні – класу *B*, а маленькі – класу *C*.

У протоколі IP передбачені декілька угод про особливу інтерпретацію IP-адрес.

Якщо вся IP-адреса складається лише з двійкових нулів, це адреса вузла, що згенерував цей пакет; цей режим використовують лише в певних повідомленнях ICMP.

Якщо в полі номера мережі зазначені лише нулі, стандартно вважають, що вузол призначення належить тій самій мережі, що й вузол, який відправив пакет.

Якщо всі двійкові розряди IP-адреси дорівнюють 1, пакет із такою адресою призначення повинен бути надісланим усім вузлам тієї самої мережі, що й джерело цього пакета. Таку розсилку називають *обмеженим широкомовним повідомленням (limited broadcast)*.

Якщо поле номера вузла призначення містить лише одиниці, пакет під такою адресою розсилається всім вузлам мережі із заданим номером мережі. Наприклад, пакет з адресою 192.190.21.255 доставляється всім вузлам мережі 192.190.21.0. Таку розсилку називають *широкомовним повідомленням (broadcast)*.

У разі адресації необхідно враховувати обмеження, зумовлені особливим призначенням певних IP-адрес. Так, ні номер мережі, ні номер вузла не може складатися лише з двійкових одиниць або двійкових нулів. Отже, максимальну кількість вузлів, наведену в таблиці для мереж кожного класу, на практиці потрібно зменшувати на 2. Наприклад, у мережах класу C для номера вузла відводять 8^обіт, що дозволяє задати 256 номерів – від 0 до 255. Проте на практиці максимальна кількість вузлів у мережі класу C не може перевищувати 254, тому що адреси 0 і 255 мають спеціальне призначення. На підґрунті цих самих міркувань робимо висновок, що кінцевий вузол не може мати адреси на зразок 98.255.255.255, тому що номер вузла в цій адресі класу A складається лише з двійкових одиниць.

Особливе призначення має IP-адреса, перший октет якої дорівнює 127. Її використовують для тестування програм і взаємодії процесів у межах однієї машини. Коли програма надсилає дані за IP-адресою 127.0.0.1, утворюється своєрідна «петля». Дані не передаються по

мережі, а повертаються модулям верхнього рівня як щойно прийняті. Тому в IP-мережі заборонено присвоювати машинам IP-адреси, що починаються з 127. Ця адреса має назву loopback. Можна визначити адресу 127.0.0.0 як внутрішню мережеву модуля маршрутизації вузла, а адресу 127.0.0.1 – як адресу цього модуля на внутрішній мережі. Насправді, будь-яка адреса мережі 127.0.0.0 служить для позначення свого модуля маршрутизації, а не лише 127.0.0.1, наприклад 127.0.0.3.

У протоколі IP немає поняття ширококомовності в тому значенні, в якому його використовують у протоколах каналного рівня локальних мереж, коли дані повинні бути доставленими абсолютно всім вузлам. Як обмежена ширококомовна, так і ширококомовна IP-адреса має межі розповсюдження в інтермережі. Вони обмежені або мережею, до якої належить вузол-джерело пакета, або мережею, номер якої зазначений в адресі призначення. Ділення мережі за допомогою маршрутизаторів на частини локалізує ширококомовний шторм межами однієї зі складових загальної мережі, насамперед тому що немає способу адресувати пакет одночасно всім вузлам усіх мереж складеної мережі.

Вищезазначена форма групової IP-адреси – *multicast*^o – означає, що цей пакет повинен бути доставленим відразу декільком вузлам, що утворюють групу з номером, наведеним у полі адреси. Вузли самі себе ідентифікують, тобто визначають, якої вони групи. Один і той самий вузол може бути складовою декількох груп. Члени певної групи multicast не обов'язково повинні належати до однієї мережі. Узагальнено вони можуть бути розподіленими по абсолютно різних мережах, розміщених одна від одної на довільній кількості хопів. Групова адреса не ділиться на поля номера мережі та вузла. та Маршрутизатор обробляє її особливим способом.

Основне призначення multicast-адрес – розповсюдження інформації за схемою «один до багатьох». Хост, що хоче передавати одну й ту саму інформацію багатьом абонентам за допомогою спеціального протоколу IGMP (Internet Group Management Protocol) повідомляє про створення в мережі нової мультимовної групи з певною адресою. Маршрутизатори, що підтримують мультимовлення, поширюють інформацію про створення нової групи в мережах, підключених до портів цього маршрутизатора. Хости, що хочуть приєднатися до новоствореної мультимовної групи, повідомляють про це свої локальні маршрутизатори, які передають цю інформацію хосту – ініціатору створення нової групи.

Щоб маршрутизатори могли автоматично поширювати пакети з адресою multicast по складеній мережі, необхідно використовувати в кінцевих маршрутизаторах модифіковані протоколи обміну маршрутною інформацією, наприклад MOSPF (Multicast OSPF, аналог OSPF).

Групова адресація призначена для економічного розповсюдження в Internet або великій корпоративній мережі аудіо- або відеопрограм для великої аудиторії слухачів чи глядачів. Якщо такі засоби стануть широко застосовуваними (зараз вони репрезентують здебільшого невеликі експериментальні острівці загалом Інтернет), Інтернет зможе серйозно конкурувати з радіо та телебаченням.

Традиційна схема ділення IP-адреси на номер мережі й номер вузла базується на понятті класу, який визначають за значеннями декількох перших біт адреси. Оскільки перший байт адреси 185.23.44.206 перебуває в діапазоні 128°–°191, ця адреса належить до класу В. Отже, номером

мережі є перші два байти, доповнені двома нульовими байтами, – 185.23.0.0, а номером вузла – 0.0.44.206.

А якщо використовувати яку-небудь іншу ознаку, за допомогою якої можна було б гнучкіше встановлювати межу між номером мережі та номером вузла? Як така ознака зараз значно поширені маски. *Маска* – це число, використовуване з IP-адресою; двійковий запис маски містить одиниці в тих розрядах, що в IP-адресі повинні бути інтерпретованими як номер мережі. Оскільки номер мережі є цілісною частиною адреси, одиниці в масці також повинні репрезентувати безперервну послідовність.

Для стандартних класів мереж маски мають такі значення:

- клас А – 11111111. 00000000. 00000000. 00000000
(255.0.0.0);
- клас В – 11111111.11111111.00000000. 00000000
(255.255.0.0);
- клас С – 11111111.11111111.11111111.00000000
(255.255.255.0).

Для записування масок використовують і інші формати. Наприклад, зручно інтерпретувати значення маски, записаної в шістнадцятковому коді: FF.FF.00.00 – маска для адрес класу В. Часто зустрічається й позначення 185.23.44.206/16. Цей запис свідчить про те, що маска для цієї адреси містить 16 одиниць або що в зазначеній IP-адресі для номера мережі відведені 16 двійкових розрядів.

Забезпечуючи кожному IP-адресу маскою, можна відмовитися від понять класів адрес і зробити гнучкішою систему адресації. Наприклад, якщо розглянуту вище адресу 185.23.44.206 асоціювати з маскою 255.255.255.0, номером мережі буде 185.23.44.0, а не 185.23.0.0, як це визначено системою класів.

У масках кількість одиниць у послідовності, що визначає межу номера мережі, не обов'язково повинна бути кратною 8, щоб повторювати ділення адреси на байти. Нехай, наприклад, для IP-адреси 129.64.134.5 зазначена маска 255.255.128.0, тобто у двійковому вигляді:

– IP-адреса

129.64.134.5 – 10000001.01000000.10000110.00000101;

– маска

255.255.128.0 – 11111111.11111111.10000000.00000000.

Якщо ігнорувати маску, відповідно до системи класів адреса 129.64.134.5 належить до класу В. Отже, номером мережі є перші 2°байти – 129.64.0.0, а номером вузла – 0.0.134.5.

Якщо використовувати для визначення межі номера мережі маску, то 17 послідовних одиниць у масці, «накладені» на IP-адресу, визначають як номер мережі у двійковій формі число

10000001.01000000.10000000.00000000

або в десятковій – номер мережі 129.64.128.0, а номер вузла – 0.0.6.5.

Механізм масок значно поширений в IP-маршрутизації, водночас маски використовують для різних цілей. За їх допомогою адміністратор може структурувати свою мережу, не потребуючи від постачальника послуг додаткових номерів мереж. На основі цього самого механізму постачальники послуг можуть об'єднувати адресні простори декількох мереж уведенням так званих «префіксів» для зменшення обсягу таблиць маршрутизації та підвищення завдяки цьому продуктивності маршрутизаторів.

Алгоритм маршрутизації ускладнюється, якщо до системи адресації вузлів вносять додаткові елементи – маски. У чому причина відмови від методу адресації, що

був добре зарекомендований упродовж багатьох років і базується на класах? Таких причин декілька, одна з них – потреба в структуризації мереж.

Часто адміністратори мереж терплять незручності через те, що кількості централізованих виділених для них номерів мереж недостатньо, щоб належно структурувати мережу, наприклад розмістити всі погано взаємодіючі комп'ютери по різних мережах. У такій ситуації можливі два шляхи. Перший із них пов'язаний з одержанням від InterNIC або постачальника послуг Інтернет додаткових номерів мереж. Другий спосіб, застосовуваний частіше, пов'язаний із використанням технології масок, що дозволяє розділяти одну мережу на декілька.

Припустимо, адміністратор одержав у своє розпорядження адресу класу В 129.44.0.0. Він може організувати мережу з великою кількістю вузлів, номери яких брати з діапазону 0.0.0.1–0.0.255.254 (з урахуванням того, що адреси лише з нулів та лише з одиниць мають спеціальне призначення й не придатні для адресації вузлів). Проте адміністраторові не потрібна одна велика неструктурована мережа. Виробнича необхідність диктує йому інше рішення, відповідно до якого мережа повинна бути розділеною на три окремі підмережі, а трафік у кожній підмережі надійно локалізованим. Це дозволить легше діагностувати мережу та проводити в кожній із підмереж особливу політику безпеки.

Подивимося, як вирішують цю проблему використанням механізму масок.

Отже, номер мережі, одержаний адміністратором від постачальника послуг, – 129.44.0.0 (10000001.00101100.00000000.00000000). Як маску обрано значення 255.255.192.0 (11111111.11111111.11000000.00000000). Після накладення маски на цю адресу кількість розрядів, інтерпретованих як номер мережі, збільшилася з 16

(стандартної довжини поля номера мережі для класу В) до 18 (кількості одиниць у масці), тобто адміністратор одержав можливість використовувати для нумерування підмереж два додаткових біта. Це дозволяє йому зробити з одного, заданого йому централізованого номера мережі, незмінне поле чотири:

- 129.44.0.0 (10000001.00101100.00000000.00000000);
- 129.44.64.0 (10000001.00101100.01000000.00000000);
- 129.44.128.0 (10000001.00101100.10000000.00000000);
- 129.44.192.0 (10000001.00101100.11000000.00000000).

Два додаткових останніх біти в номері мережі часто інтерпретують як номери підмереж (subnet), і тоді чотири зазначені вище підмережі мають номери 0 (00), 1 (01), 2 (10) та 3 (11) відповідно.

Певні програмні й апаратні маршрутизатори не підтримують номерів підмереж, що складаються або лише з нулів, або лише з одиниць. Наприклад, для певних типів устаткування номер мережі 129.44.0.0 із маскою 255.255.192.0, використаний у нашому прикладі, неприпустимий, тому що в такому разі розряди в полі номера підмережі мають значення 00. Також неприпустимим може бути номер мережі 129.44.192.0 із тим самим значенням маски. У такому разі номер підмережі складається лише з одиниць. Проте сучасніші маршрутизатори вільні від цих обмежень. Тому, ухвалюючи рішення про застосування механізму масок, необхідно з'ясувати характеристики устаткування, що ви маєте в своєму розпорядженні, щоб відповідно конфігурувати маршрутизатори й комп'ютери мережі.

У результаті використання масок запропонували таку схему розподілу адресного простору (рис. 6.3).

Мережа, що є результатом проведеної структуризації, зображена на рисунку 6.4.

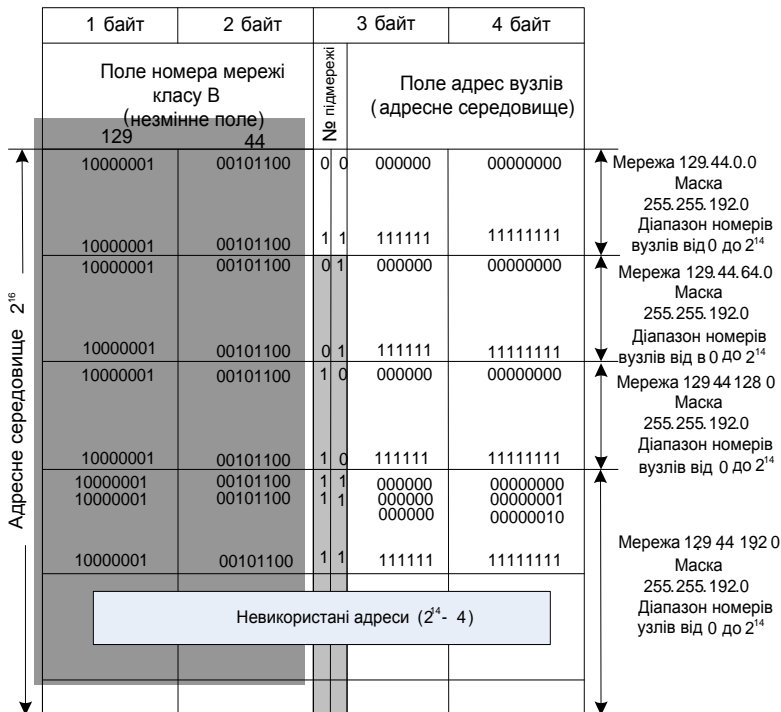


Рисунок 6.3 – Розділення адресного простору мережі класу В 129.44.0.0 на чотири рівні частини шляхом використання масок однакової довжини 255.255.192.0

Весь трафік у внутрішню мережу 129.44.0.0, направлений із зовнішньої мережі, надходить через маршрутизатор М1. Для структуризації інформаційних потоків у внутрішній мережі встановлений додатковий маршрутизатор М2.

Усі вузли розподілені по трьох різних мережах, яким присвоєні номери 129.44.0.0, 129.44.64.0 і 129.44.128.0 та маски однакової довжини – 255.255.192.0. Кожну зі знов створених мереж підключили до відповідно конфігурованих портів внутрішнього маршрутизатора М2.

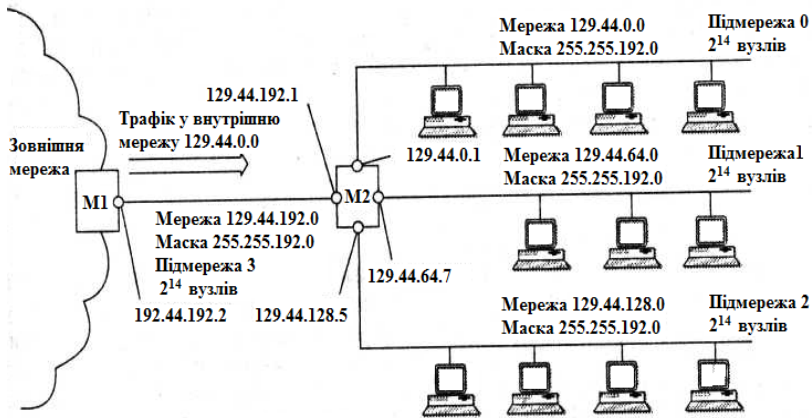


Рисунок 6.4 – Маршрутизація з використанням масок однакової довжини

Крім того, ще одну мережу (номер 129.44.192.0, маска 255.255.192.0) виділили для створення з'єднання між зовнішнім та внутрішнім маршрутизаторами. Особливо відзначимо, що в цій мережі для адресації вузлів зайняті всього дві адреси – 129.44.192.1 (порт маршрутизатора M2) і 129.44.192.2 (порт маршрутизатора M1), ще дві адреси – 129.44.192.0 та 129.44.192.255 – є особливими. Отже, значну кількість вузлів ($2^{14}-4$) у цій підмережі ніяк не використовують.

Зовні мережа як і раніше виглядає як єдина мережа класу B, а на місцевому рівні це повноцінна складена мережа, що містить у собі три окремі мережі. Загальний трафік, що приходить, місцевий маршрутизатор M2 розділяє між цими мережами відповідно до таблиці маршрутизації. Зазначимо, що розділення великої мережі, яка має одну адресу старшого класу, наприклад A або B, за допомогою масок забезпечує ще одну перевагу,

порівнюючі з використанням декількох адрес стандартних класів для мереж меншого розміру, наприклад С. Воно дозволяє приховати внутрішню структуру мережі підприємства від зовнішнього спостереження й таким способом підвищити її безпеку.

Розглянемо, як змінюється робота модуля IP, коли необхідно враховувати наявність масок. По-перше, в кожному записі таблиці маршрутизації з'являється нове поле – поле маски.

По-друге, змінюється алгоритм визначення маршруту згідно з таблицями маршрутизації. Після виділення IP-адреси з чергового одержаного IP-пакета необхідно визначити адресу наступного маршрутизатора, на який потрібно передати пакет із цією адресою. Модуль IP послідовно проглядає всі записи таблиці маршрутизації. Із кожним записом проводяться зазначені нижче дії.

Маска М цього запису накладається на IP-адресу вузла призначення, виділеного з пакета.

Одержане в результаті число є номером мережі призначення аналізованого пакета. Це число порівнюється з номером мережі, зазначеним у відповідному записі таблиці маршрутизації.

Якщо номери мереж збігаються, пакет передається маршрутизатору, адреса якого записана у відповідному полі цього запису.

Тепер розглянемо цей алгоритм на прикладі маршрутизації пакетів у мережі, зображеній на рисунку^{6.4}. Усі маршрутизатори зовнішньої мережі, опрацьовуючи пакети з адресами, що починаються зі 129.44, інтерпретують їх як адреси класу В і відправляють маршрутами, що ведуть до маршрутизатора М1. Маршрутизатор М1, у свою чергу, направляє весь вхідний трафік мережі 129.44.0.0 на порт 129.44.192.1 маршрутизатора М2.

Маршрутизатор М2 обробляє всі одержані пакети відповідно до таблиці маршрутизації (табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Таблиця маршрутизатора М2 у мережі із масками однакової довжини

Номер мережі	Маска	Адреса наступного маршрутизатора	Адреса порту	Відстань
129.44.0.0	255.255.192.0	129.44.0.1	129.44.0.1	Підключена
129.44.64.0	255.255.192.0	129.44.64.7	129.44.64.7	Підключена
129.44.128.0	255.255.192.0	129.44.128.5	129.44.128.5	Підключена
129.44.192.0	255.255.192.0	129.44.192.1	129.44.192.1	Підключена
0.0.0.0	0.0.0.0	129.44.192.2	129.44.192.1	Підключена

Перші чотири записи в таблиці відповідають внутрішнім підмережам, безпосередньо підключеним до портів маршрутизатора М2.

Запис 0.0.0.0 із маскою 0.0.0.0 відповідає маршруту «за замовчанням». Дійсно, будь-яка адреса в пакеті, що надійшов, після накладення на неї маски 0.0.0.0 формує адресу мережі 0.0.0.0, що збігається з адресою, зазначеною в записі. Маршрутизатор порівнює з адресою 0.0.0.0 в останню чергу, якщо адреса, що надійшла, не збіглася ні з одним записом у таблиці, що відрізняється від 0.0.0.0. Записів із адресою 0.0.0.0 у таблиці маршрутизації може бути декілька. У такому разі маршрутизатор передає пакет усіма такими маршрутами.

Наприклад, із маршрутизатора М1 на порт 129.44.192.1 маршрутизатора М2 надходить пакет з адресою призначення 29.44.78.200. Модуль ІР починає послідовно проглядати всі рядки таблиці доти, доки не знайде збігу номера мережі в адресі призначення й рядку таблиці. Маска з першого рядка 255.255.192.0 накладається

на адресу 129.44.78.200, у результаті чого одержуємо номер мережі 129.44.64.0.

У двійковому вигляді ця операція виглядає так:

```
10000001.00101100.01001110.11001000
11111111.11111111.11000000.00000000
-----
10000001.00101100.01000000.00000000.
```

Одержаний номер 129.44.64.0 порівнюється з номером мережі в першому рядку таблиці 129.44.0.0. Оскільки вони не збігаються, відбувається перехід до наступного рядка. Тепер витягується маска з другого рядка (у цьому разі вона має таке саме значення, але це зовсім не обов'язково) та накладається на адресу призначення пакета 129.44.78.200. Зрозуміло, що через збіг довжин масок буде одержаним той самий номер мережі – 129.44.64.0. Цей номер збігається з номером мережі в другому рядку таблиці, тому маршрут для цього пакета знайдений, – він повинен бути відправленим на порт маршрутизатора 129.44.64.7 у мережу, безпосередньо підключену до цього маршрутизатора.

Розглянемо ще один приклад. IP-адреса 129.44.141.15 (10000001.00101100.10001101.00001111), що в разі використання класів поділяється на номер мережі 129.44.0.0 і номер вузла 0.0.141.15, у разі використання маски 255.255.192.0 інтерпретуватиметься як пара: 129.44.128.0 – номер мережі, 0.0.13.15 – номер вузла.

6.3 Методичні вказівки до виконання розрахункової частини роботи

6.3.1 Рекомендації до виконання завдання 1

Для виконання завдання необхідно знайти потрібну інформацію за декількома літературними джерелами, наприклад [1–10], та інтернет-ресурсами. Інформація

повинна сформувати уявлення й допомогти студентів розуміти питання, що він вивчає, відповідно до завдання, галузі знань та ступеня актуальності теми на ринку інформаційних технологій. Цю інформацію варто розмістити в розділі «Вступ».

Для визначення кінцевого користувача елементів інформаційних технологій і їх ефективної взаємодії в розділі «Призначення» необхідно навести інформацію, що дозволяє відповісти на запитання: «Кому й навіщо потрібна ця технологія або елемент?» Наприклад, «Телекомунікаційні мережі призначені для побудови розподілених автоматизованих систем, щоб проводити інформаційний обмін між їх елементами».

Для забезпечення необхідної функціональної повноти в розділі «Основні функції та завдання» рекомендовано навести функції й завдання технології або елемента, що обумовлюють призначення та цілі її/його застосування.

Для визначення ефективної області застосування технологій та устаткування необхідно знайти їх конкурентні аналоги, виділити їх основні характеристики, визначити переваги й недоліки. Виявлення особливостей технологій та устаткування повинне допомогти визначити галузі їх ефективного застосування.

Після завершення роботи над цим завданням необхідно навести в розділі «Висновки» основні результати аналізування інформації із зазначенням інформаційних джерел у розділі «Список літератури».

6.3.2 Рекомендації до виконання завдання 2

Для виконання завдання рекомендовано всі проектні процедури й розрахунки здійснювати в послідовності, зазначеній у підрозділі 3.2 як завдання для виконання. Після наведення схеми сегмента локальної мережі доцільно розрахувати загальну довжину мережі та порівняти це значення з допустимою довжиною. Водночас

необхідно користуватися теоретичними даними наведеними в пункті 6.2.1 методичних вказівок, і прикладом виконання завдання (додаток Б). Розраховуючи значення часу подвійного оберту PDV для передавання даних від вузла А до вузла В, потрібно звернути увагу на необхідність зворотного розрахування PDV для передавання інформації від вузла В до вузла А лише в разі різних типів фізичного сегмента для початкового (лівого) та кінцевого (правого) сегментів.

6.3.3 Рекомендації до виконання завдання 3

Виконувати завдання рекомендовано після ознайомлення з теоретичними даними пункту 6.2.2 методичних вказівок і прикладом у додатку В.

Особливу увагу необхідно звертати на правильність визначення класу мережі, від якої відповідно залежить і правильність визначення кількості підмереж та мережевих пристроїв у них. Водночас потрібно пам'ятати, що в загальній кількості адрес мережевих пристроїв не враховані зарезервовані адреси з нульовими й широкомовними адресами в підмережах. Необхідно також розрізняти поняття мережевої адреси та ІР-адреси мережевого пристрою. Обов'язково наводити адреси в десятковій та двійковій формах як для номерів мереж та ІР-адрес, так і для широкомовних адрес.

7 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ

1 Текстова частина роботи повинна бути надрукованою на одному боці аркуша білого паперу формату А4 із полями: верхнє, лівє й нижнє – не менше ніж 20°мм, правє – не менше за 10°мм.

Дозволене використання аркушів формату А3, якщо воно необхідне. Текст друкують із розрахунку не більше ніж 40 рядків на одній сторінці з висотою букв і цифр не

меншою за 1,8°мм, кожний рядок – не більше ніж 60 знаків з урахуванням пропусків між словами.

2 Роботу потрібно компонувати в такому порядку: титульний аркуш, зміст, завдання, перелік скорочень, розрахункова частина для кожного з двох контрольних завдань, список літератури, додатки.

3 Сторінки роботи варто нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації в усьому тексті роботи. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки після нього.

Титульний аркуш, а також ілюстрації й таблиці, розміщені на окремих сторінках, потрібно враховувати в загальній нумерації сторінок роботи. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

4 Суть роботи викладають, поділяючи матеріал на розділи. Розділи можуть містити підрозділи й пункти. Пункти, якщо це необхідно, поділяють на підпункти. Кожний пункт і підпункт повинен містити логічно завершену інформацію.

5 Розділи, підрозділи, пункти, підпункти варто нумерувати арабськими цифрами.

Розділи роботи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладу суті роботи й бути позначеними арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3 і т. д.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу й порядкового номера підрозділу, відділеного крапкою. Після номера підрозділу крапки не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2, 1.3 і т. д.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу й порядкового номера пункту або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відділених крапкою.

Після номера пункту крапки не ставлять, наприклад 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 і т. д.

Якщо текст поділяють лише на пункти, їх варто нумерувати, за винятком додатків, порядковими номерами.

Структурні елементи «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ», «ВСТУП», «СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ», «ВИСНОВКИ» не нумерують, а їх назви є заголовками структурних елементів.

6 Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) варто розміщувати в роботі безпосередньо після тексту, в якому вони згадані вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації необхідні посилання.

Ілюстрації повинні мати назву, розміщену під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією наводять пояснювальні дані (підрисунковий текст).

Ілюстрацію позначають словом «Рисунок» і разом із назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад «Рисунок 3.1 – Схема розміщення».

Ілюстрації варто нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках.

Номер ілюстрації складається з номера розділу й порядкового номера ілюстрації, відділених крапкою, наприклад «Рисунок 3.2 – Другий рисунок третього розділу».

Якщо ілюстрація завелика для однієї сторінки, можна перенести її на інші сторінки й під нею зазначити «Рисунок 3.1, аркуш 2».

7 Список джерел, на які посилаються в розрахунковій частині роботи, потрібно навести наприкінці тексту курсової роботи, починаючи з нової сторінки. У відповідних місцях тексту повинні бути посилання.

Бібліографічні описи в переліку посилань наводять у порядку, в якому вони вперше згадані в тексті. Порядкові номери описів у переліку є посиланнями в тексті (номерні посилання).

8 Помилки, описки й графічні неточності дозволено виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою та нанесенням на тому самому місці або між рядками виправлення.

9 Розділи й підрозділи повинні мати заголовки. Пункти та підпункти можуть мати заголовки.

Заголовки структурних елементів роботи й заголовки розділів варто розміщувати всередині рядка та друкувати великими літерами без крапки наприкінці, не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів роботи варто починати з абзацного відступу й друкувати малими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки наприкінці.

Абзацний відступ повинен бути однаковим по всьому тексту роботи й дорівнювати п'яти знакам.

Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх відділяють крапкою. Переноси слів у заголовку тексту не додозволені.

Відстань між заголовком і наступним або попереднім текстом повинна бути не меншою ніж один рядок.

Не можна залишати назви розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщений лише один рядок тексту.

10 Цифровий матеріал здебільшого репрезентують у формі таблиць відповідно до рисунка 7.1.

Таблицю варто розміщати безпосередньо після тексту, в якому вона згадана вперше, або на наступній сторінці.

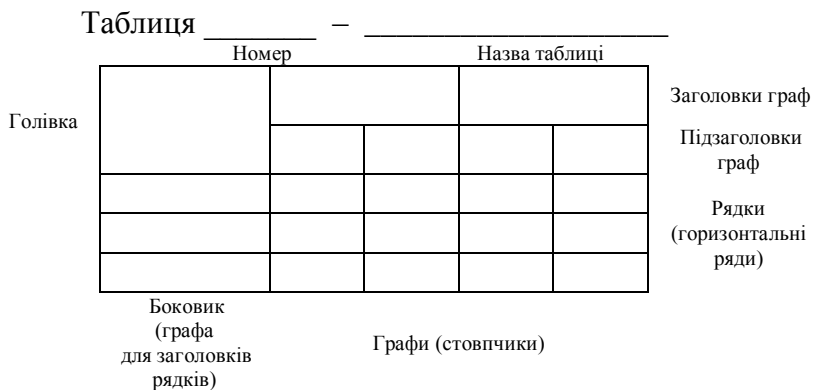


Рисунок 7.1 – Приклад оформлення таблиці

На всі таблиці повинні бути посилання в тексті роботи.

Таблиці потрібно нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, наведених у додатках.

Номер таблиці складається з номера розділу й порядкового номера таблиці, відділених крапкою, наприклад «Таблиця 2.1 – перша таблиця другого розділу».

Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і розміщують над таблицею.

Назва повинна бути короткою й передавати зміст таблиці.

Заголовки граф таблиці друкують починаючи з великих букв, а підзаголовки – з малих, якщо вони становлять одне речення із заголовком.

Підзаголовки, що мають самостійне значення, починають писати з великої букви. Наприкінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки й підзаголовки граф зазначають в однині.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, таблицю ділять на частини, розміщують одну частину під одною або поруч чи переносять частину таблиці на наступну сторінку. Водночас у кожній частині таблиці повторюють її голівку й боковик.

11 Перелік за необхідності можна бути наводити всередині пунктів або підпунктів. Перед переліком ставлять двокрапку.

Кожна позиція переліку повинна починатися малою літерою українського алфавіту з дужкою або тире (перший рівень деталізації).

Для подальшої деталізації переліку варто використати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

Приклад:

- а) форма й розмір клітин;
- б) живий вміст клітин:
 - 1) частини клітин;
 - 2) неживі включення протопластів;
- в) утворення тканини.

Перелік першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня – з відступом щодо місця розміщення переліку першого рівня.

12 Формули й рівняння розміщують безпосередньо після тексту, в якому вони згадані, посередині сторінки.

Вище й нижче від кожної формули або рівняння потрібно залишати не більше ніж один пустий рядок.

Формули й рівняння в роботі (за винятком формул і рівнянь, наведених у додатках) варто нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу.

Номер формули або рівняння складається з номера розділу й порядкового номера формули або рівняння, відділених крапкою, наприклад формула (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули або рівняння записують на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів в формулах або рівняннях варто наводити безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони зазначені.

Пояснення значень кожного символу та числового коефіцієнта потрібно розміщувати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер.– 3-е изд.– Санкт-Петербург : Питер, 2006.– 958 с.

2. Комп'ютерні мережі. Книга 1 : навчальний посібник/ А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник.– Львів : Магнолія 2006, 2013. – 256 с.

3. Комп'ютерні мережі. Книга 2 : навчальний посібник/ А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник.– Львів : Магнолія 2006, 2014. – 328 с.

4. Танненбаум Э. Компьютерные сети. / Э. Танненбаум.– 4-е изд.– Санкт-Петербург : Питер, 2005.– 992 с.

5. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – Санкт-Петербург : Питер, 2016.– 992 с.

6. Семенов А. Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов.— Москва : ДМК Пресс, 2003.– 416 с.

7. Жуков І. А. Експлуатація комп'ютерних систем та мереж : навч. посібник / І. А. Жуков, В. І. Дрововозов, Б. Г. Масловський.– Київ : НАУ, 2007.– 368 с.

8. Бережная О. В. Локальные информационные сети : конспект лекций для студ. спец. 7.090803 «Электронные системы» дневной формы обучения / О. В. Бережная.– Сумы : СумДУ, 2007. Ч.1– 106 с.

9. Куроуз Ф. Джеймс. Компьютерные сети / Джеймс Ф. Куроуз, Кит В. Росс.– Санкт-Петербург : Питер, 2004.– 765 с.

10. Бережная О. В. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Локальные информационные сети» для студентов специальности 7.090803 «Электронные системы» заочной формы обучения / О. В. Бережная, В. В. Арбузов.– Сумы : СумГУ, 2006. – 83 с.

Додаток А
(обов'язковий)

Таблиця А.1 – Перелік тем для виконання завдання 1

Номер варіанта	Назва теми
1	2
1	Технологія Fast Ethernet
2	Технологія Radio-Ethernet
3	Технологія Gigabit Ethernet
4	Технологія Arcnet
5	Технологія Token Ring
6	Технологія FDDI
7	Технологія 100VG-AnyLAN
8	Технологія АТМ
9	Технологія віртуальних мереж
10	Технологія глобальних мереж
11	Протоколи сімейства TCP/IP
12	Протоколи сімейства IPX/SPX
13	Устаткування локальних обчислювальних мереж
14	Побудова локальних обчислювальних мереж на основі комутаторів
15	Побудова інформаційно-обчислювальних мереж на основі маршрутизаторів
16	Сегментування інформаційно-обчислювальних мереж
17	Протоколи маршрутизації
18	Організація інтрамережі підприємства
19	Мережеві операційні системи Unix

Продовження таблиці А.1

1	2
20	Мережеві операційні системи Novell Netware
21	Сімейство мережевих операційних систем Windows
22	Організація й адміністрування поштових серверів Internet
23	Захист локальних обчислювальних мереж
24	Управління локальними обчислювальними мережами
25	Управління базами даних в локальних обчислювальних мережах
26	Організація доступу в Internet із локальної обчислювальної мережі
27	Створення вмісту WEB-вузлів
28	Фізична структуризація локальної мережі
29	Логічна структуризація локальної мережі
30	IP-телефонія

Таблиця А.2 – Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Номер, довжина й тип сегмента															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	L ₁ , м	Тип	L ₂ , м	Тип	L ₃ , м	Тип	L ₄ , м	Тип	L ₅ , м	Тип	L ₆ , м	Тип	L ₇ , м	Тип	L ₈ , м	Тип
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	30	10Base-T	100	10Base-T	250	10Base-2	400	10Base-5	500	10Base-FB	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	300	10Base-2
2	30	10Base-T	100	10Base-T	150	10Base-2	400	10Base-5	500	10Base-FB	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	100	10Base-2
3	80	10Base-T	700	10Base-5	200	10Base-2	600	10Base-5	1°500	10Base-FB	2°500	10Base-FL	70	10Base-T	200	10Base-2
4	230	10Base-2	170	10Base-2	650	10Base-5	500	10Base-5	2°500	10Base-FL	1°500	10Base-FB	120	10Base-T	130	10Base-2
5	250	10Base-2	150	10Base-T	150	10Base-2	200	10Base-2	1°500	10Base-FB	600	10Base-5	70	10Base-T	100	10Base-2
6	240	10Base-2	400	10Base-5	250	10Base-2	600	10Base-5	2 500	10Base-FB	500	10Base-5	70	10Base-T	100	10Base-T
7	30	10Base-T	100	10Base-T	150	10Base-2	400	10Base-5	500	10Base-FB	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	100	10Base-2
8	400	10Base-5	100	10Base-T	200	10Base-2	400	10Base-5	1°500	10Base-FB	2°000	10Base-FL	120	10Base-T	200	10Base-2
9	130	10Base-T	80	10Base-T	250	10Base-2	400	10Base-5	200	10Base-2	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	200	10Base-2
10	110	10Base-T	70	10Base-T	150	10Base-2	400	10Base-5	800	10Base-FB	1°500	10Base-FL	120	10Base-T	200	10Base-2
11	30	10Base-T	100	10Base-T	150	10Base-2	400	10Base-5	500	10Base-FB	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	100	10Base-2
12	230	10Base-2	100	10Base-T	250	10Base-2	600	10Base-5	1°500	10Base-FB	600	10Base-FL	70	10Base-T	120	10Base-T
13	130	10Base-T	90	10Base-T	150	10Base-2	400	10Base-5	500	10Base-FB	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	100	10Base-2
14	230	10Base-2	120	10Base-T	200	10Base-2	600	10Base-5	1°500	10Base-FB	2°000	10Base-FL	70	10Base-T	600	10Base-5
15	30	10Base-T	100	10Base-2	250	10Base-T	400	10Base-5	500	10Base-2	-	-	-	-	-	-
16	30	10Base-2	100	10Base-T	150	10Base-2	400	10Base-5	300	10Base-2	-	-	-	-	-	-
17	80	10Base-T	700	10Base-5	200	10Base-T	600	10Base-5	250	10Base-2	-	-	-	-	-	-
18	230	10Base-2	170	10Base-2	650	10Base-5	100	10Base-T	150	10Base-T	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
19	250	10Base-T	150	10Base-T	150	10Base-2	200	10Base-2	500	10Base-5	-	-	-	-	-	-
20	240	10Base-2	400	10Base-5	250	10Base-T	600	10Base-5	150	10Base-T	-	-	-	-	-	-
21	30	10Base-2	100	10Base-2	150	10Base-T	250	10Base-2	500	10Base-5	-	-	-	-	-	-
22	230	10Base-2	80	10Base-T	650	10Base-5	400	10Base-5	200	10Base-2	1°500	10Base-FB	70	10Base-T	300	10Base-2
23	240	10Base-2	100	10Base-T	150	10Base-2	600	10Base-5	800	10Base-FB	1°500	10Base-FB	120	10Base-T	200	10Base-2
24	400	10Base-5	170	10Base-2	200	10Base-2	400	10Base-5	1°500	10Base-FB	500	10Base-5	120	10Base-T	100	10Base-T
25	130	10Base-T	70	10Base-T	150	10Base-2	600	10Base-5	500	10Base-FB	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	200	10Base-2
26	230	10Base-2	90	10Base-T	250	10Base-T	400	10Base-5	500	10Base-2	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	120	10Base-T
27	400	10Base-5	100	10Base-2	200	10Base-2	400	10Base-5	300	10Base-2	2°000	10Base-FL	70	10Base-T	600	10Base-5
28	30	10Base-T	80	10Base-T	150	10Base-2	400	10Base-5	500	10Base-FB	600	10Base-FL	120	10Base-T	100	10Base-2
29	80	10Base-T	100	10Base-2	150	10Base-2	400	10Base-5	500	10Base-2	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	100	10Base-2
30	230	10Base-2	100	10Base-T	200	10Base-2	400	10Base-5	800	10Base-FB	1°500	10Base-FL	70	10Base-T	100	10Base-T

Таблиця А.3 – Вихідні дані для виконання завдання 3

№ пор.	Задача 1		Задача 2	
	Мережевий номер	Кількість пристроїв в підмережі	Мережевий номер	Кількість підмереж
1	2	3	4	5
1	204.25.12.0	60	203.45.31.0	6
2	200.43.14.0	20	199.34.12.0	16
3	210.54.34.0	40	216.52.4.0	11
4	222.18.4.0	10	207.54.23.0	30
5	195.45.1.0	15	203.14.6.0	32
6	203.31.11.0	35	198.26.8.0	16
7	204.33.14.0	50	219.15.12.0	5
8	203.43.5.0	30	209.11.7.0	15
9	200.40.2.0	50	209.22.12.0	28
10	210.41.17.0	15	221.55.43.0	31
11	201.23.21.0	22	205.55.11.0	12
12	204.33.2.0	16	195.17.1.0	7
13	196.37.3.0	60	219.43.7.0	25
14	201.43.12.0	24	217.44.22.0	14
15	201.34.19.0	35	199.55.3.0	15
16	201.17.5.0	12	197.54.35.0	16
17	203.47.12.0	40	193.54.14.0	26
18	205.42.18.0	12	197.54.21.0	10
19	200.43.1.0	24	219.54.23.0	16
20	202.43.34.0	28	198.54.21.0	16
21	201.43.12.0	20	210.24.17.0	16
22	198.43.15.0	28	219.54.36.0	6
23	201.43.12.0	12	214.43.18.0	15
24	200.25.15.0	40	204.54.32.0	16
25	210.22.14.0	30	205.54.12.0	12
26	200.19.26.0	54	214.18.10.0	29
27	196.7.32.0	39	193.62.29.0	17
28	208.1.9.0	35	218.31.5.0	20
29	207.16.5.0	13	197.20.32.0	15
30	198.35.6.0	41	201.22.11.0	9

ДОДАТОК Б (обов'язковий)

ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ 2

2.1 Завдання

Кількість сегментів – 8.

Фізичний сегмент 1: довжина – 100 м;
тип сегмента – 10 Base-T.

Фізичний сегмент 2: довжина – 100 м;
тип сегменту – 10Base-2.

Фізичний сегмент 3: довжина – 250 м;
тип сегмента – 10Base-2.

Фізичний сегмент 4: довжина – 400 м;
тип сегмента – 10Base-5.

Фізичний сегмент 5: довжина – 2000 м;
тип сегмента – 10 Base-FB.

Фізичний сегмент 6: довжина – 400 м;
тип сегмента – 10Base-5.

Фізичний сегмент 7: довжина – 150 м;
тип сегмента – 10 Base-T.

Фізичний сегмент 8: довжина – 200 м;
тип сегмента – 10Base-5.

Необхідно:

– привести схему сегмента локальної мережі з урахуванням концентраторів і зазначених у завданні чисел, довжин та типів фізичних сегментів, розміщених між вузлами А й В;

– розрахувати час подвійного оберту PDV і скорочення міжкадрового інтервалу PVV для заданої кількості фізичних сегментів мережі з урахуванням їх довжин і типів специфікації середовища передавання даних;

– розрахувати PDV для двох варіантів передавання даних: від вузла А до вузла В і навпаки;

– за результатами розрахування PDV та PVV зробити висновок про функціональну здатність як заданого сегмента, так і локальної мережі в цілому під час обміну інформацією між вузлами А й В;

– у разі негативного висновку запропонувати рекомендації щодо забезпечення функціональної здатності сегмента мережі.

2.2 Розв'язання

Визначаємо загальну довжину мережі:

$$100 + 100 + 250 + 400 + 2^{\circ}000 + 400 + 150 + 200 = 3^{\circ}600 \text{ м.}$$

Перевіримо функціональну здатність цієї мережі, визначивши PDV та PVV.

Розрахуємо подвоєну затримку розповсюдження сигналу (PDV) між найбільш віддаленими ділянками мережі.

Лівий сегмент 10Base-T:

$$15,3 + 100 \cdot 0,113 = 26,6.$$

Проміжний сегмент 10Base-2:

$$46,5 + 100 \cdot 0,1026 = 56,76.$$

Проміжний сегмент 10Base-2:

$$46,5 + 250 \cdot 0,102^{\circ}6 = 72,15.$$

Проміжний сегмент 10Base-5:

$$46,5 + 400 \cdot 0,086^{\circ}6 = 81,14.$$

Проміжний сегмент 10Base-FB:

$$24 + 2^{\circ}000 \cdot 0,1 = 224.$$

Проміжний сегмент 10Base-5:

$$46,5 + 400 \cdot 0,086^{\circ}6 = 81,14.$$

Проміжний сегмент 10Base-T:

$$42 + 150 \cdot 0,113 = 58,95.$$

Правий сегмент 10Base-5:

$$169,5 + 200 \cdot 0,086^{\circ}6 = 186,82.$$

$$PDV = 26,6 + 56,76 + 72,15 + 81,14 + 224 + 81,14 + 58,95 + 186,82 = 787,6.$$

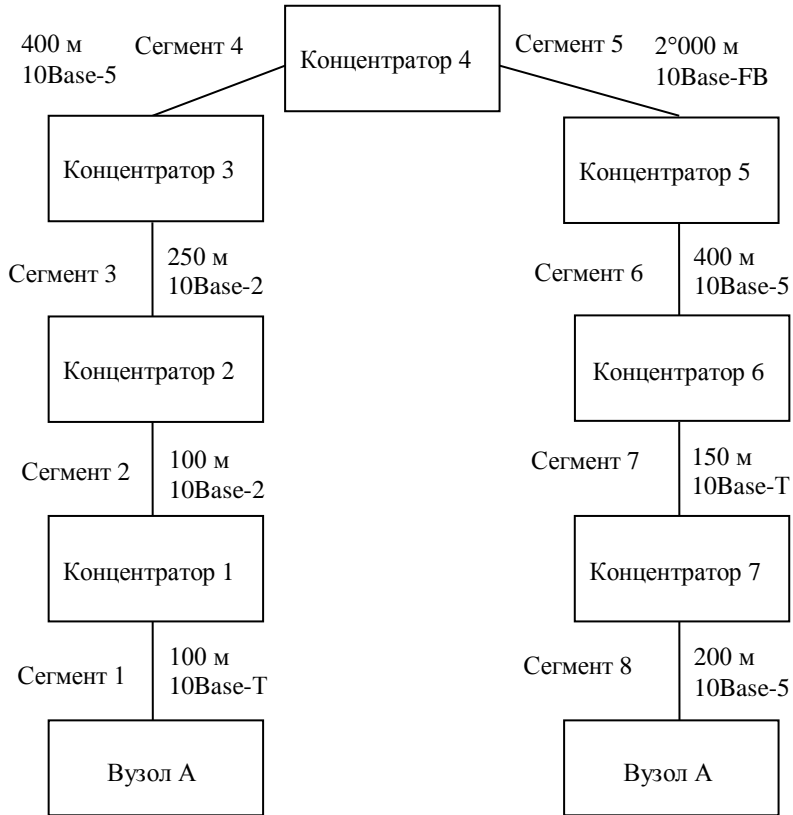


Рисунок Б.1 – Структура мережі

Оскільки крайні сегменти в нашій мережі різні, необхідно провести другий розрахунок. Поміняємо місцями лівий і правий сегменти.

Лівий сегмент 10Base-5:

$$11,8 + 200 \cdot 0,086\% = 29,12.$$

Правий сегмент 10Base-T:
 $165 + 100 \cdot 0,113 = 176,3$.

$$PDV = 29,12 + 56,76 + 72,15 + 81,14 + 224 + 81,14 + 58,95 + 176,3 = 779,56.$$

Оскільки значення PDV для двох ситуацій різні, беремо до уваги більше значення, тобто $PDV = 787,56$.

Розрахуємо сумарну величину зменшення міжкадрового інтервалу PVV.

Передавальний сегмент 10Base-T – 10,5.

Проміжний сегмент 10Base-2 – 11.

Проміжний сегмент 10Base-2 – 11.

Проміжний сегмент 10Base-5 – 11.

Проміжний сегмент 10Base-FB – 2.

Проміжний сегмент 10Base-5 – 11.

Проміжний сегмент 10Base-T – 8.

$$PVV = 10,5 + 11 + 11 + 11 + 2 + 11 + 8 = 64,5.$$

Висновок: зіставивши довжини сегментів у заданій мережі з табличними даними з'ясували, що довжини сегментів 3 (10Base-2) і 7 (10Base-T) не відповідають максимально дозволеним за стандартом.

Загальна довжина мережі 3°600°м перевищує максимально допустиму довжину (2°500°м).

Оскільки значення $PDV = 787,56$ більше за максимально допустиму величину (575), ця мережа не є функціонально здатною за критерієм подвоєної затримки розповсюдження сигналу.

Оскільки значення $PVV = 64,5$ більше за граничне (49 бітових інтервалів), за цим параметром мережа також не відповідає стандарту.

Щоб мережа відповідала стандарту за довжиною сегментів, можна замінити сегменти 3 (10Base-2) і 7 (10Base-T) на сегменти типу 10Base-5 максимальною довжиною до 500°м).

ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ 3

3.1 Завдання для задачі 1

Підприємству для створення локальної мережі з мережевою адресою 215.52.8.0 необхідно:

- розділити мережу на підмережі, кожна з яких повинна підтримувати 32 мережевих пристрої;
- визначити маску підмереж;
- навести номери підмереж;
- сформуванати номери й IP-адреси мережевих пристроїв;
- зазначити ширококомвні адреси для кожної підмережі.

3.2 Розв'язання задачі 1

Оскільки перший байт номера мережі дорівнює 215, мережа належить до класу С. Знаючи, що організація отримала мережу класу С та їй необхідно сформуванати декілька підмереж з кількістю хостів 32 спочатку розрахуємо кількість бітів, потрібну для визначення необхідних 32 хостів:

$$n = \lceil \log_2 32 \rceil = 5.$$

Проте адреси, в яких усі біти мають нульове або одиничне значення, є зарезервованими, тому загальна кількість адрес хостів у кожній підмережі дорівнює 30 ($2^5 - 2 = 30$), що нас відповідно до початкової умови не влаштовує. Кількість біт, потрібну для визначення необхідних 32 хостів, розрахуємо:

$$n = \lceil \log_2 (32 + 2) \rceil = 6.$$

Тобто для виділення підмереж будуть використаними 2^6 біти, що залишилися з виділеної адреси.

У мережах класу С для задання номера мережі відведені 3 перших байта, а для задання адреси пристрою

1°байт. Отже, стандартна маска мережі у двійковому записі – 11111111.11111111.11111111.00000000.

Десятковий запис маски мережі – 255.255.255.0.

Запишемо маску мережі з урахуванням формування 32 пристроїв.

У двійковій формі:

11111111.11111111.11111111.11000000.

У десятковій формі:

255.255.255.192.

Визначимо номери підмереж 215.52.8.0.

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
215.52.8.0	00000000
215.52.8.64	01000000
215.52.8.128	10000000
215.52.8.192	11000000

Усього можливі 4 підмережі.

Визначимо адреси мережевих пристроїв і широкомовні адреси для кожної з підмереж. Для 0-ї підмережі 215.52.8.0

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
215.52.8.1	00000001
215.52.8.2	00000010
215.52.8.3	00000011
215.52.8.4	00000100
215.52.8.5	00000101
215.52.8.6	00000110
215.52.8.7	00000111
215.52.8.8	00001000
215.52.8.9	00001001

215.52.8.10	00001010
215.52.8.11	00001011
215.52.8.12	00001100
215.52.8.13	00001101
215.52.8.14	00001110
215.52.8.15	00001111
215.52.8.16	00010000
215.52.8.17	00010001
215.52.8.18	00010010
215.52.8.19	00010011
215.52.8.20	00010100
215.52.8.21	00010101
215.52.8.22	00010110
215.52.8.23	00010111
215.52.8.24	00011000
215.52.8.25	00011001
215.52.8.26	00011010
215.52.8.27	00011011
215.52.8.28	00011100
215.52.8.29	00011101
215.52.8.30	00011110
215.52.8.31	00011111
215.52.8.32	00100000
215.52.8.33	00100001
215.52.8.34	00100010
215.52.8.35	00100011
215.52.8.36	00100100
215.52.8.37	00100101
215.52.8.38	00100110
215.52.8.39	00100111
215.52.8.40	00101000
215.52.8.41	00101001
215.52.8.42	00101010

215.52.8.43	00101011
215.52.8.44	00101100
215.52.8.45	00101101
215.52.8.46	00101110
215.52.8.47	00101111
215.52.8.48	00110000
215.52.8.49	00110001
215.52.8.50	00110010
215.52.8.51	00110011
215.52.8.52	00110100
215.52.8.53	00110101
215.52.8.54	00110110
215.52.8.55	00110111
215.52.8.56	00111000
215.52.8.57	00111001
215.52.8.58	00111010
215.52.8.59	00111011
215.52.8.60	00111100
215.52.8.61	00111101
215.52.8.62	00111110

215.52.8.63 (00111111) – широкомовна адреса для 0-ї підмережі.

Адреси пристроїв для 1-ї підмережі 215.52.8.64

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
215.52.8.65	01000001
215.52.8.66	01000010
215.52.8.67	01000011
...	...
215.52.8.126	01111110

215.52.8.127 (01111111) – ширококомвна адреса для 1-ї підмережі.

Адреси пристроїв для 2-ї підмережі 215.52.8.128

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
215.52.8.129	10000001
215.52.8.130	10000010
215.52.8.131	10000011
...	...
215.52.8.190	10111110

215.52.8.191 (10111111) – ширококомвна адреса для 2-ї підмережі.

Адреси пристроїв для 3-ї підмережі 215.52.8.192

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
215.52.8.193	11000001
215.52.8.194	11000010
...	...
215.52.8.254	11111110

215.52.8.255 (11111111) – ширококомвна адреса для #3 підмережі.

3.3 Завдання для задачі 2

Підприємству для створення локальної мережі з мережевою адресою 209.42.21.0 необхідно:

- сформуванати три підмережі;
- навести номери підмереж;
- сформуванати номери й IP-адрес мережевих пристроїв;

– зазначити ширококомвні адреси для кожної підмережі.

3.4 Розв’язання задачі 2

Кількість розрядів для задання номера підмережі:

$$n = \lceil \log_2 3 \rceil = 2.$$

Маска мережі: 255.255.255.0 – десятковий запис;
11111111.11111111.11111111.00000000 – двійковий запис.

Запишемо маску мережі з урахуванням 3^о підмереж:
255.255.255.192 – десятковий запис;

11111111.11111111.11111111.11000000 – двійковий запис.

Визначимо номери підмереж 209.42.21.0:

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
209.42.21.0	000000000
209.42.21.64	010000000
209.42.21.128	100000000
209.42.21.192	110000000

Усього можливі 4 підмережі.

Знайдемо адреси мережевих пристроїв:

Для 0-ї підмережі 209.42.21.0

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
209.42.21.1	00000001
209.42.21.2	00000010
209.42.21.3	00000011
...	...
209.42.21.62	00111110

209.42.21.63 (00111111) – ширококомвна адреса для 0-ї підмережі.

Адреси мережевих пристроїв для 1-ї підмережі:

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
209.42.21.65	01000001
209.42.21.66	01000010
209.42.21.67	01000011
...	...
209.42.21.126	01111110

209.42.21.127 (01111111) – широкомовна адреса для 0-ї підмережі.

Адреси мережевих пристроїв для 2-ї підмережі:

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
209.42.21.129	10000001
209.42.21.130	10000010
209.42.21.131	10000011
...	...
209.42.21.190	10111110

209.42.21.191 (10111111) — широкомовна адреса для 2-ї підмережі.

Адреси мережевих пристроїв для 3-ї підмережі:

Десятковий запис	Останній байт (двійковий запис)
209.42.21.193	11000001
209.42.21.194	11000010
209.42.21.195	11000011
...	...
209.42.21.254	11111110

209.42.21.255 (11111111) – широкомовна адреса для 3-ї підмережі.

ДОДАТОК В (обов'язковий)

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Визначення й призначення локальних мереж. Загальні характеристики та вимоги до локальних мереж: продуктивність, керованість, сумісність.

2. Принципи маршрутизації в складній мережі. Таблиці маршрутизації.

3. Для специфікації фізичного середовища Ethernet 10Base-5 зазначити тип кабелю, максимальну довжину безперервних відрізків кабелю, бітову швидкість передавання даних, правило використання концентраторів для збільшення діаметра мережі. Навести приклад побудови фрагмента мережі з використанням цієї специфікації.

4. Логічна топологія локальних мереж, методи доступу до середовища передавання.

5. Структура кадрів LLC-рівня. Призначення полів.

6. Протокол OSPF: визначення, функції, алгоритм.

7. Архітектурна модель взаємодії відкритих систем (OSI). Рівні моделі OSI.

8. Типи адрес стека TCP/IP. Наведіть приклади.

9. Призначення різних методів структуризації мережі. Навести приклад структуризації мережі за допомогою комутаторів.

10. Апаратура локальних мереж. Призначення та функції мережевих адаптерів, трансиверів, концентраторів.

11. Методи доступу до передавального середовища в локальних обчислювальних мережах. Передавання маркера по кільцю.

12. Методика розрахування конфігурації мережі Ethernet. Умови правильного функціонування мережі Ethernet.

13. Відповідно до заданого типу коду в лінії зв'язку опишіть процес кодування, переваги, недоліки, галузі застосування, а також часову діаграму сигналів для двійкової кодової комбінації 0001110101. Код у лінії зв'язку – NRZ.

14. Структура IP-пакета. Призначення полів.

15. Оцінювання продуктивності мережі.

16. Характеристики, переваги, недоліки й галузі застосування кабелів на основі витих пар.

17. Методи доступу до передавального середовища в локальних обчислювальних мережах. Методи «проста» ALOHA й «тактована» ALOHA.

18. Для специфікації фізичного середовища Ethernet 10Base-2 зазначити тип кабелю, максимальну довжину безперервних відрізків кабелю, бітову швидкість передавання даних, правило використання концентраторів для збільшення діаметра мережі. Навести приклад побудови фрагмента мережі з використанням цієї специфікації.

19. Поняття «відкрита система». Протокол. Інтерфейс. Стек протоколів.

20. Формат кадру MAC-рівня на прикладі технології Ethernet.

21. Призначення різних методів структуризації мережі. Навести приклад структуризації мережі за допомогою концентраторів.

22. Якісні характеристики фізичних топологій локальних мереж «шина», «зірка». Переваги, недоліки, порівняльний аналіз, галузі застосування.

23. Методи доступу до передавального середовища в локальних обчислювальних мережах. Метод тактового доступу.

24. Призначення різних методів структуризації мережі. Навести приклад структуризації мережі за допомогою маршрутизаторів.

25. Відповідно до заданого типу коду в лінії зв'язку опишіть процес кодування, переваги, недоліки, галузі застосування, а також часову діаграму сигналів для двійкової кодової комбінації 0001110101. Код у лінії зв'язку – RZ.

26. Середовища передавання інформації. Характеристики, переваги, недоліки та області застосування оптоволоконних кабелів.

27. Функції маршрутизатора.

28. IP-адреси стека протоколів TCP/IP. Класи IP-адрес. Особливі IP-адреси.

29. Методи доступу до передавального середовища в локальних мережах. Методи CSMA/CA та CSMA/CD.

30. Призначення різних методів структуризації мережі. Навести приклад структуризації мережі за допомогою мостів.

31. Якісні характеристики фізичних топологій локальних мереж «шина», «кільце». Переваги, недоліки, порівняльний аналіз, галузі застосування.

32. Функції підрівнів канального рівня. Протокол LLC-рівня. Типи процедур LLC-рівня.

33. Призначення й основні функції устаткування, використовуваного для фізичної структуризації мереж. Навести приклад побудови «пасивної зірки» із застосуванням усіх розглянутих типів устаткування.

34. Характеристики, переваги, недоліки й галузі застосування коаксіальних кабелів.

35. Методи доступу до передавального середовища в локальних мережах. Метод вставки регістра.

36. Для специфікації фізичного середовища Ethernet 10Base-T зазначити тип кабелю, максимальну довжину безперервних відрізків кабелю, бітову швидкість передавання даних, правило використання концентраторів для збільшення діаметра мережі. Навести приклад побудови фрагмента мережі з використанням цієї специфікації

37. Відповідно до заданого типу коду в лінії зв'язку опишіть процес кодування, переваги, недоліки, галузі застосування, а також часову діаграму сигналів для двійкової кодової комбінації 0001110101. Код у лінії зв'язку – Манчестер-2.

38. Стандартні стеки комунікаційних протоколів TCP/IP, IPX/SPX, OSI.

39. Алгоритми й протоколи маршрутизації.

40. Апаратура локальних мереж. Призначення та функції узгоджувачів термінаторів, репітерів, мостів, маршрутизаторів.

41. Методи доступу до передавального середовища в локальних обчислювальних мережах. Передавання маркера по шині.

42. Виникнення й розпізнавання колізій. Час подвійного оберту. Умова надійного розпізнавання колізій.

43. Використання масок в IP-адресації.

44. Структура стека TCP/IP. Відповідність рівнів стека TCP/IP моделі взаємодії відкритих систем ISO/OSI.

45. Призначення та основні функції устаткування, використовуваного для логічної структуризації мереж. Навести приклад побудови мережі деревовидної структури (ієрархічної зірки) з усіма розглянутими типами устаткування.

46. Якісні характеристики фізичних топологій локальних мереж «кільце», «зірка». Переваги, недоліки, порівняльний аналіз, галузі застосування.

47. Поняття інтермережі та її архітектура. Обмеження мостів і комутаторів.

48. Описати фрагментацію IP-пакетів під час передавання між мережами з різними максимальними розмірами пакетів.

ДОДАТОК Г (обов'язковий)

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні властивості, показники якості й характеристики локальних мереж.

2. Зазначте основні відмінності локальних мереж від глобальних.

3. Поясніть різницю між масштабованістю та розширюваністю.

4. Дайте визначення поняття «топологія».

5. Назвіть головні недоліки повнозв'язної топології, а також топологій типу загальна шина, зірка, кільце.

6. До якого типу топології належить структура, утворена трьома пов'язаними один з одним вузлами (у формі трикутника)?

7. До якого типу топології належить структура, утворена чотирма пов'язаними один з одним вузлами (у формі квадрата)?

8. До якого типу топології належить структура, утворена трьома послідовно сполученими один з одним вузлами (останній не пов'язаний із першим)?

9. Окремим зразком якої топології є загальна шина:

- повнозв'язна;
- кільце;
- зірка?

10. Яка з відомих топологій має підвищену надійність?

11. Який тип топології найбільш поширений сьогодні в локальних мережах?

12. У чому полягає багатозначність поняття топології?

13. Що таке «відкрита система»?

14. Дайте визначення протоколу, інтерфейсу й архітектури локальної мережі.

15. Які з наведених тверджень ви вважаєте помилковими:

- протокол – це програмний модуль, що виконує завдання взаємодії систем;

- протокол – це формалізований опис правил взаємодії, що визначають послідовність обміну повідомленнями та їх формати;

- терміни «інтерфейс» і «протокол», фактично, є синонімами?

16. Що стандартизує модель OSI?

17. Зазначте рівні моделі OSI.

18. Лаконічно опишіть функції фізичного й каналного рівнів моделі OSI.

19. Лаконічно опишіть функції мережевого рівня моделі OSI.

20. Лаконічно опишіть функції транспортного, сеансового, представницького та прикладного рівнів моделі OSI.

21. Нехай маловідома невелика компанія пропонує потрібний вам продукт із характеристиками, що перевершують характеристики аналогічних продуктів відомих фірм. У якому з перелічених варіантів ваші дії можна вважати такими, що відповідають принципу відкритих систем:

- приймаю пропозицію, перевірявши додану документацію і переконавшись, що в ній зазначені характеристики, що перевершують відомі аналоги;

- приймаю пропозицію лише після того, як проведу тестування й переконаюся, що характеристики дійсно кращі;

– у будь-якому разі відмовлюся на користь продукту відомої фірми, тому що остання напевно додержується стандартів і буде менше проблем із сумісністю;

– відмовлюся від продукту невідомої компанії, тому що є ризик її зникнення й можуть бути проблеми з підтримкою?

22. Назвіть основні види кабельних і безкабельних каналів зв'язку.

23. Наведіть основні види якісних ознак сигналу, використовуюваного для електричного передавання каналом зв'язку.

24. Зазначте переваги та недоліки основних кодів, використовуваних для модуляції сигналів у локальних мережах.

25. Як виглядатиме манчестерський код двійкової послідовності 0001110101?

26. Поясніть призначення фізичної структуризації мережі й назвіть використовуване для цього структуроутворювальне устаткування.

27. Порівняйте випадкові та детерміновані методи доступу до середовища передавання даних.

28. Що таке «колізія»:

– ситуація, коли станція, готова передати пакет, виявляє, що в цей момент інша станція вже зайняла передавальне середовище;

– ситуація, коли дві робочі станції одночасно передають дані в лінію зв'язку?

29. Що таке «домен колізій»? Чи є доменами колізій фрагменти мережі, зображені на рисунку Г.1?

30. Опишіть алгоритм доступу до середовища технології Ethernet.

31. Опишіть алгоритм доступу до середовища з передаванням маркера.

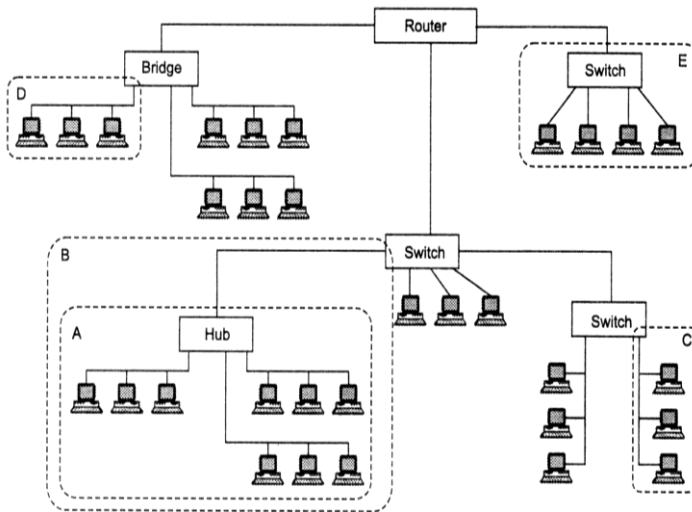


Рисунок Г.1

32. У чому полягають функції преамбули та початкового обмежувача кадру в стандарті Ethernet?

33. Поясніть, чому що мінімальна довжина кадру в стандарті 10Base-5 64 байт?

34. Поясніть сенс кожного поля кадру Ethernet.

35. На якому принципі базуються методи виявлення й корекції помилок?

Варіанти відповідей:

- самосинхронізація;
- надмірність;
- максимізація відношення потужності сигналу до потужності перешкод.

36. Припустимо, пакет містить дані з послідовністю бітів 10101010101011, і використовується схема з бітом парності. Яким буде значення поля контрольної суми?

37. У чому відмінність логічної структуризації мережі від фізичної?

38. Визначте функціональне призначення основних типів комунікаційного устаткування: повторювачів, концентраторів, мостів, комутаторів, маршрутизаторів.

39. Якщо всі комунікаційні пристрої в наведеному на рисунку Г.2 фрагменті мережі є концентраторами, то на яких портах з'явиться кадр, відправлений комп'ютером А комп'ютеру В; комп'ютером А комп'ютеру С; комп'ютером А комп'ютеру D?

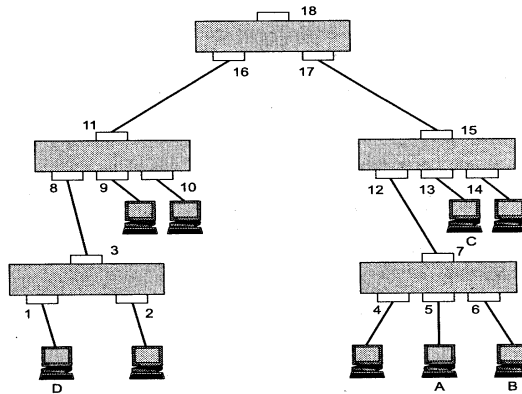


Рисунок Г.2

40. Якщо в попередній вправі вважати, що всі комунікаційні пристрої є комутаторами, то на яких портах з'явиться кадр, відправлений комп'ютером А комп'ютеру В; комп'ютером А комп'ютеру С; комп'ютером А комп'ютеру D?

41. Якщо всі комунікаційні пристрої у фрагменті мережі на рисунку Г.2 є комутаторами, крім одного концентратора, до якого підключені комп'ютери А й В, на яких портах з'явиться кадр, відправлений комп'ютером А

комп'ютеру В; комп'ютером А комп'ютеру С;
комп'ютером А комп'ютеру D?

42. Визначте, які із зазначених пристроїв є функціонально подібними:

- хаб;
- комутатор;
- повторювач;
- маршрутизатор;
- міст.

43. Чим відрізняється міст від комутатора?

44. У яких мережевих пристроях (маршрутизатор, комутатор, міст, повторювач, мережвий адаптер, концентратор) реалізуються функції рівнів моделі OSI:

- фізичного;
- канального;
- мережевого?

45. Що відбудеться та чому, якщо в мережі, побудованій на концентраторах, є замкнуті контури, наприклад як на рисунку Г.3:

- а) мережа функціонуватиме нормально;
- б) кадри не доходять до адресата;
- в) у мережі під час передавання будь-якого кадру виникатиме колізія;
- г) відбудеться зациклення кадрів?

46. Назвіть критерії правильної роботи мережі Ethernet.

47. Сформулюйте правило «5 – 4 – 3».

48. Сформулюйте «правило 4-х хабів».

49. Навіщо в технології Ethernet передбачений міжпакетний (міжкадровий) інтервал?

50. Назвіть найбільш часто використовувані характеристики продуктивності мережі?

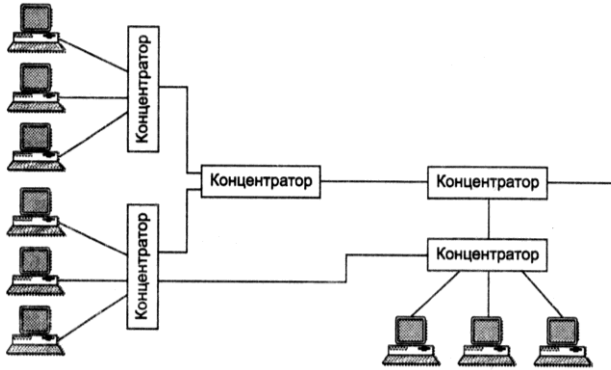


Рисунок Г.3

51. Припустимо, два вузли одночасно починають передавати пакет довжиною L по широкомовному каналу зі швидкістю R . Позначимо затримку розповсюдження між двома вузлами як $t_{розп}$. Чи відбудеться колізія, якщо $t_{розп} < L/R$? Чому так або чому ні?

52. Як довжина кадру впливає на роботу мережі? Які проблеми пов'язані з дуже довгими кадрами? Чому неефективні короткі кадри?

53. Як коефіцієнт використання впливає на продуктивність мережі Ethernet?

54. Яка швидкість передавання в Ethernet-мережах? Чи можуть усі користувачі мережі передавати дані з цією швидкістю?

55. Мережа побудована на роздільному середовищі з пропускнуною спроможністю 10 Мбіт/с і складається зі 100 вузлів. Із якою максимальною швидкістю можуть обмінюватися даними два вузли в мережі?

ДОДАТОК Д
(обов'язковий)

Титульний аркуш (зразок)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА
з дисципліни
«Телекомунікаційні та інформаційні мережі»

Виконав студент гр. _____

П.І.°Б. студента

Перевірив

П.І.°Б. викладача

Суми
20__ р.

Навчальне видання

4579 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни
«Телекомунікаційні та інформаційні мережі»
для студентів
спеціальності 172 *«Телекомунікації та радіотехніка»*
усіх форм навчання

Відповідальний за випуск А.°С.°Опанасюк
Редактор О.°В.°Федяй
Комп'ютерне верстання О.°В.°Бережної

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 4,88 Обл.-вид. арк. 4,54.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.