

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

"Імітаційне моделювання комп'ютерних мереж"

для бакалаврів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія",

усіх форм навчання

Розрахунки працездатності мереж. Розробка структурних схем

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Імітаційне моделювання комп'ютерних мереж" для бакалаврів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія", усіх форм навчання. Розрахунки працездатності мереж. Розробка структурних схем / Укл. Г.Г Киричек. – Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2023. – 30 с.

Укладач:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Рецензент:

М.Ю. Тягунова, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри КСМ
Протокол № 8 від 27.04.2023

Рекомендовано до видання
НМК КНТ
Протокол № 9 від 28.04.2023

ЗМІСТ

1 Лабораторна робота <i>Розрахунок Path Delay Value</i>	4
1.1 Загальні відомості	4
1.2 Розрахунки для мережі Ethernet (10 Мбіт / с)	5
1.4 Розрахунки для мережі Fast Ethernet (100 Мбіт / с)	7
1.5 Завдання 1 для проведення розрахунків	9
1.6 Завдання 2 для проведення розрахунків	11
1.7 Зміст письмового звіту (потрібно зробити 2 звіти)	15
1.8 Контрольні питання	15
2 Лабораторна робота <i>IP-адресація</i>	16
2.1 Загальні відомості	16
2.2 Приклади вирішення завдань	18
2.3 Завдання 1 для самостійного виконання	21
2.4 Завдання 2 для самостійного виконання	24
2.5 Завдання 3 для самостійного виконання	26
2.6 Завдання 4 для самостійного виконання	27
2.7 Зміст письмового звіту (потрібно зробити 4 звіти)	29
Рекомендована література	30

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Розрахунок Path Delay Value

Мета роботи - навчитися виконувати розрахунок PDV для мереж, побудованих за технологією Ethernet із сегментами 10BASE-T, 10BASE-2, 10BASE-5, 10BASE-F, Fast Ethernet із сегментами 100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX та Gigabit Ethernet із сегментами 1000BASE-T, 1000BASE-SX і 1000BASE-LX.

1.1 Загальні відомості

Метод доступу до середовища передачі CSMA / CD (множинний доступ з контролем несучої і виявленням колізій). Розглянемо основні поняття:

- BT (Bit Time, бітовий інтервал) - тривалість передачі одного біта (10Мбіт - 100нс). Якщо 100Мбіт, то 10нс;

- IPG (Inter-Packet Gap, міжпакетное щілину) - мінімальний інтервал між двома пакетами, $IPG = 96 \text{ BT}$. (пакет не може починатися один після іншого (приймач не зможе розділити де закінчився один пакет і почався інший), стандартом встановлений інтервал 96 BT);

- PDV (Path Delay Value, затримка в дорозі) - подвійний час (подвійна затримка) проходження сигналу між абонентами мережі. (включає затримку по кабелю, в самих мережевих адаптерах (передавач - приймач) і проміжних пристроях);

- ST (Slot time, час каналу, квант часу) - максимально допустимий PDV ($ST = 512 \text{ BT}$ (верхній допустима межа затримки)). (системний час в мережі - мінімальний часовий інтервал, для виникнення події, визначається мінімальною тривалістю пакета) (якщо дві події в мережі відбуваються з тимчасовим зрушенням <ніж часовий інтервал, то вони відбуваються одночасно);

- максимальний діаметр мережі - допустима довжина мережі ($PDV = ST = 512 \text{ BT}$). (виходячи з ST (часу каналу) допустима довжина мережі, це деь виконується умова на максимальну затримку) більше цього розміру мережу бути не може;

- Jam (сигнал-пробка) - послідовність тривалістю 32 BT використовується для посилення колізії. (Її видає в мережу абонент при виявленні колізії, визначивши, що його пакет з кимось зіткнувся).

(Абонент починає передачу, контролює колізію і, якщо колізія виявлена, не відразу припиняє передачу, а спочатку видає в мережу 32 бітову послідовність. Це робиться для посилення колізії, щоб її виявили всі абоненти мережі);

– Truncated binary exponential back off (усічена двоичная Експоненціальна відстрочення) - затримка перед повторною передачею пакета після колізії.

1.2 Розрахунки для мережі Ethernet (10 Мбіт / с)

Подвійна затримка поширення сигналу (PDV) по шляху максимальної довжини не повинна перевищувати 512 ВТ. У затримку входять: затримки в мережевих адаптерах, затримки в концентраторах, затримки в кабелях. Обмеження на довжину кабелів і кількість концентраторів.

Зменшення міжпакетної щільності (ΔIPG) для будь-якого шляху не повинно перевищувати 49 ВТ. IPG зменшується при проходженні пакетів через концентратори. Обмеження на кількість концентраторів. Обидва умови повинні виконуватися для всієї мережі. На рисунку 1.1 та в таблиці 1.1 (значення затримок) наведено приклад, який відображає метод знаходження шляху максимальної довжини Ethernet.

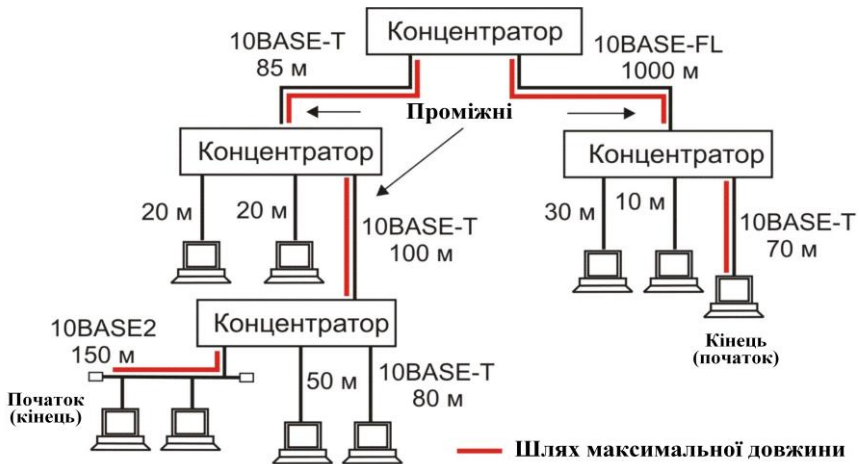


Рисунок 1.1 - Шлях максимальної довжини Ethernet

Таблиця 1.1 - Розрахунок PDV для мережі Ethernet (10 Мбит/с)

Тип сегменту	t_0 нач. сегм.	t_0 пром. сегм.	t_0 кінц. сегм.	t_1 на метр
10BASE5	11,8	46,5	169,5	0,087
10BASE2	11,8	46,5	169,5	0,103
10BASE-T	15,3	42,0	165,0	0,113
10BASE-F	12,3	33,5	156,5	0,100

При цьому $PDV = \sum PDV_s \leq 512$ ВТ, а $PDV_s = t_0 + L \cdot t_1$, де L — довжина кабелю сегменту в метрах. Для прикладу наведеного на рисунку 1.6 отримаємо:

$$PDV_1 = t_0 + L \cdot t_1 = 11,8 + 150 \cdot 0,103 = 27,25 \text{ ВТ}$$

$$PDV_2 = t_0 + L \cdot t_1 = 42 + 100 \cdot 0,113 = 53,3 \text{ ВТ}$$

$$PDV_3 = t_0 + L \cdot t_1 = 42 + 85 \cdot 0,113 = 51,6 \text{ ВТ}$$

$$PDV_4 = t_0 + L \cdot t_1 = 33,5 + 1000 \cdot 0,1 = 133,5 \text{ ВТ}$$

$$PDV_5 = t_0 + L \cdot t_1 = 165 + 70 \cdot 0,113 = 172,9 \text{ ВТ}$$

$PDV = \sum PDV_s = 27,25 + 53,3 + 51,6 + 133,5 + 172,9 = 438,55 \text{ ВТ} \leq 512 \text{ ВТ}$, що є підтвердженням працездатності мережі.

У випадку різних специфікацій на кінцях сегменту, розрахунок повторюємо у зворотному напрямку. В таблиці 1.2 наведено значення, які використовуємо при проведенні розрахунку за іншим методом.

Таблиця 1.2 - Розрахунок скорочення IPG для мережі Ethernet

Сегмент	Початковий	Проміжний
10BASE2	16	11
10BASE5	16	11
10BASE-T	16	11
10BASE-F	11	8

При цьому $\Delta IPG = \sum \Delta IPG_s \leq 49$ ВТ.

Враховуються тільки початковий і проміжні сегменти шляху. Кінцевий сегмент не враховується.

Оптоволокно, особливо одномодове, дозволяє значно збільшувати довжину кабельного сегмента. Обмежуючим фактором буде виступати затримка поширення.

Для перевірки на допустимість розміру домену колізій складають топологічний план мережі, на якому зазначають типи активного обладнання, типи і довжину кабельних сегментів. Далі визначають час подвійного обороту для пари вузлів, максимально віддалених один від одного (час поширення сигналу).

Якщо час вписується у встановлені обмеження, мережа буде працездатною. Якщо час подвійного обороту виявиться більше допустимого, доведеться змінювати топологію або розбивати мережу на логічні сегменти (домени колізій) меншого розміру і пов'язувати ці сегменти між собою мостами, комутаторами або маршрутизаторами.

1.4 Розрахунки для мережі Fast Ethernet (100 Мбіт / с)

Для розрахунку допустимого розміру мережі Fast Ethernet скористаємось значеннями затримок для кабелів, адаптерів та концентраторів, які наведено в таблицях 1.3 – 1.5.

Таблиця 1.3 - Затримки, які вносяться кабелем

Тип кабелю	Подвоєна затримка бітових інтервалів на один метр	Подвоєна затримка на кабель максимальної довжини
UTP 3	1,14 ВТ	114ВТ на 100м
UTP 4	1,14 ВТ	114ВТ на 100м
UTP 5	1.112 ВТ	111.3 на 100м
STP	1.112 ВТ	111.3 на 100м
оптоволокно	1	412

Таблиця 1.4 - Затримки, які вносяться адаптерами

Тип мережевих адаптерів	Максимальна затримка при подвійному обороті
Два адаптера TX/FX	100 ВТ
Два адаптера T4	138 ВТ
Один адаптер TX/FX і другий T4	127 ВТ

Таблиця 1.5 - Затримки, які вносяться концентраторами

Тип концентраторів (повторювачів)	Максимальна затримка при подвійному обороті (BT)
Концентратор класу 1	140
Концентратор класу два з портами TX/FX	92
Концентратор класу два з портами T4	67

Розглянемо мережу 100BaseTX з двома повторювачами класу II. Підсумуємо наступні затримки:

- пара адаптерів TX – 100 BT;
- два кабельних сегмента по 100 м і шнур між повторювачами (5 м) - $(100 + 100 + 5) \times 1,112 \text{ BT} = 227,96 \text{ BT}$;
- два повторювача TX класу II – $2 \times 92 \text{ BT} = 184 \text{ BT}$.

Разом: $100 \text{ BT} + 227,96 \text{ BT} + 184 \text{ BT} = 511,96 \text{ BT} < 512 \text{ BT}$ - обмеження дотримується, хоча майже без запасу. Правда, для кабелю категорії 5 в таблиці наводиться погонне подвійна затримка $1,112 \text{ bt} / \text{м}$, що відповідає швидкості поширення сигналу $0,6 \text{с}$ (с - швидкість світла у вакуумі), але багато кабелів мають швидкість поширення в межах $0,67\text{--}0,75 \text{с}$.

Якщо в розрахунок брати кабель зі швидкістю поширення $0,7 \text{с}$, то він в даному випадку вносить подвійну затримку на 32 bt менше, що і забезпечує необхідний запас. При використанні сегмента максимальної довжини для 100BaseFX (412 м) місця для повторювача вже немає - останні 100 bt "з'їдає" пара адаптерів.

Для мереж, побудованих із застосуванням мостів і комутаторів, обмеження на розмір визначаються інакше. Порт комутатора, в топологічному розрахунку можна розглядати як кінцевий вузол.

Якщо порт працює в напівдуплексному режимі, на його віддаленість від інших вузлів суміжного домену колізій накладаються обмеження, наведені вище.

Якщо порт з'єднується з портом комутатора - розмір домену колізій визначається протяжністю лінії, що зв'язує пару цих портів. При роботі в повнодуплексному режимі діють тільки обмеження на довжину сегмента, викликані загасанням і перекручуванням форми сигналу.

1.5 Завдання 1 для проведення розрахунків

Розрахуйте шлях максимальної довжини за варіантом (останні дві цифри залікової книжки).

1. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(80м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

2. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-5(100м); Сегмент2 – 10Base-T(100м); Сегмент3 – 10Base-T(70м); Сегмент4 – 10Base-2(190м); Сегмент5 – 10Base-F(900м)).

3. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(30м); Сегмент2 – 10Base-5(300м); Сегмент3 – 10Base-F(1000м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(300м)).

4. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-F(900м); Сегмент2 – 10Base-F(500м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(60м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

5. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-2(100м); Сегмент2 – 10Base-T(90м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-F(800м)).

6. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(150м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

7. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(80м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

8. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-5(100м); Сегмент2 – 10Base-T(100м); Сегмент3 – 10Base-T(70м); Сегмент4 – 10Base-2(190м); Сегмент5 – 10Base-F(900м)).

9. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(30м); Сегмент2 – 10Base-5(300м);

Сегмент3 – 10Base-F(1000м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(300м)).

10. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-F(900м); Сегмент2 – 10Base-F(500м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(60м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

11. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-2(100м); Сегмент2 – 10Base-T(90м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-F(800м)).

12. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(150м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

13. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(80м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

14. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(80м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

15. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-5(100м); Сегмент2 – 10Base-T(100м); Сегмент3 – 10Base-T(70м); Сегмент4 – 10Base-2(190м); Сегмент5 – 10Base-F(900м)).

16. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(30м); Сегмент2 – 10Base-5(300м); Сегмент3 – 10Base-F(1000м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(300м)).

17. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-F(900м); Сегмент2 – 10Base-F(500м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(60м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

18. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-2(100м); Сегмент2 – 10Base-T(90м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-F(800м)).

19. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(150м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

20. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(80м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

21. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-5(100м); Сегмент2 – 10Base-T(100м); Сегмент3 – 10Base-T(70м); Сегмент4 – 10Base-2(190м); Сегмент5 – 10Base-F(900м)).

22. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(30м); Сегмент2 – 10Base-5(300м); Сегмент3 – 10Base-F(1000м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(300м)).

23. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-F(900м); Сегмент2 – 10Base-F(500м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(60м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

24. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-2(100м); Сегмент2 – 10Base-T(90м); Сегмент3 – 10Base-2(180м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-F(800м)).

25. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент1 – 10Base-T(150м); Сегмент2 – 10Base-F(800м); Сегмент3 – 10Base-2(120м); Сегмент4 – 10Base-T(100м); Сегмент5 – 10Base-5(200м)).

1.6 Завдання 2 для проведення розрахунків

Визначити запас стійкості мережі (варіант - останні дві цифри залікової книжки).

1. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю - UTP категорії 5). Навести схему мережі.

2. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю - сегменти на UTP категорії 5). Навести схему мережі.

3. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю - сегменти - оптоволокно). Навести схему мережі.

4. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю – 2 варіанти: або сегменти на UTP категорії 5, або сегменти - оптоволокно). Навести схему мережі.

5. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 10 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина кожного сегменту 50 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

6. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 5 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина кожного сегменту 60 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

7. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 92 бітових інтервали, тип кабелю - UTP категорії 5 та оптоволокно). Навести схему мережі.

8. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 67 бітових інтервали, тип кабелю - сегменти на UTP категорії 3). Навести схему мережі.

9. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 92 бітовим інтервалам, типи кабелю – оптоволокно та UTP категорії 5). Навести схему мережі.

10. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 92 бітових інтервали, типи кабелю - сегменти на UTP категорії 5 та сегмент - оптоволокно). Навести схему мережі.

11. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 5 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-FX (оптоволокно, довжина сегментів по 1000 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

12. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 15 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина сегментів по 50 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

13. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю - UTP категорії 5). Навести схему мережі.

14. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю - сегменти на UTP категорії 5). Навести схему мережі.

15. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю - сегменти - оптоволокно). Навести схему мережі.

16. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам, тип кабелю – 2 варіанти: або сегменти на UTP категорії 5, або сегменти - оптоволокно). Навести схему мережі.

17. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 10 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина сегментів по 50 метрів; подвійна затримка, яка

вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

18. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 5 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина сегментів по 60 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

19. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 92 бітових інтервали, типи кабелю - UTP категорії 5 та оптоволокно). Навести схему мережі.

20. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 67 бітових інтервали, тип кабелю - сегменти на UTP категорії 3). Навести схему мережі.

21. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з одним повторювачем класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 92 бітовим інтервалам, типи кабелю – оптоволокно та UTP категорії 5). Навести схему мережі.

22. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 92 бітових інтервали, типи кабелю - сегменти на UTP категорії 5 та оптоволокно). Навести схему мережі.

23. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 5 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-FX (оптоволокно, довжина сегментів по 700 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

24. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 15 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина сегментів по 80 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

25. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка

вноситься повторювачем, дорівнює 67 бітових інтервали, тип кабелю - сегменти на UTP категорії 3). Навести схему мережі.

1.7 Зміст письмового звіту (потрібно зробити 2 звіти)

- наведене виконання завдання 1 (**звіт 1**);
- відповіді на контрольні питання 1-5 (**звіт 1**);
- наведене виконання завдання 2 (**звіт 2**);
- відповіді на контрольні питання 6-9 (**звіт 2**).

1.8 Контрольні питання

1. Основні поняття методу доступу до середовища передачі CSMA / CD.
2. Поняття колізії. Визначення домену колізій.
3. Навести алгоритм початку передачі пакету.
4. Навести алгоритм передачі пакету.
5. Якими параметрами визначаються допустимі розміри мережі Ethernet.
6. Методи розрахунку шляху максимальної довжини для мережі Ethernet.
7. Які затримки визначаються при проведенні розрахунку шляху максимальної довжини для мереж Fast Ethernet.
8. Метод розрахунку шляху максимальної довжини для мереж Fast Ethernet.
9. Приклад формування мереж максимальної довжини.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

IP-адресація

Мета: отримати базові навички налаштування мережеских з'єднань з використанням IP-адресації протоколу версії IPv4.

2.1 Загальні відомості

IP-адреси є основним типом адрес, на підставі яких мережевий рівень передає пакети між мережами. Мережеву адресу встановлює користувач (адміністратор) або вона призначається динамічно, протоколом DHCP з діапазону виділених адрес.

Мережева адреса є достатньо довгою (в IP-мережах версії IPv4 вона містить 32 біта (4 байти)) та ієрархічною).

4-х байтова адреса може бути представлена у різних системах числення: десятковій, двійковій, шістнадцятковій:

175.100.220.14;

10101111 01100100 11011100 00001110;

A F 6 4 D C 0 E

Незважаючи на те, що в третьому випадку цифр менше, поширеним є десяткове подання, точніше точково-десяткове. Частина адреси (старші розряди) є номером мережі, а інша частина (молодші розряди) - номером вузла в мережі. Виходячи з того, яка частина адреси відноситься до номера мережі, а яка - до номера вузла, адреси діляться на 5 класів: A, B, C, D та E. Для унікальної адресації вузлів використовуються тільки три перших класи адрес.

В адресі класу A старший байт задає адресу мережі, а три молодших байти - адресу вузла (host). 0.x.y.z - 127.x.y.z - мереж $2^7 - 2$ (не може бути 0 і 127) = 126 мереж, вузлів $2^{24} = 16$ млн.

В адресі класу B два старших байти задають адресу мережі, а два молодших байти - адресу вузла (host). 128.x.y.z - 191.x.y.z - мереж $2^{14} = 16$ тис., Вузлів $2^{16} = 64$ тис.

В адресі класу C три старших байти задають адресу мережі, а молодший байт - адресу вузла. 192.x.y.z - 223.x.y.z - мереж $2^{21} = 2$ млн., Вузлів $2^8 = 256$.

Існує також багатоадресний клас D і резервний клас E.

Номер вузла (адреса host) не може складатися тільки з одних одиниць або нулів. Якщо в поле адреси вузла всі нулі, це означає, що задається номер (адреса) мережі або підмережі.

Приватні адреси:

- 10.0.0.0 - 10.255.255.255 / 8;
- 172.16.0.0 - 172.31.255.255 / 12;
- 192.168.0.0 - 192.168.255.255 / 16.

Особливі адреси:

- IP-адреса 0.0.0.0;
- IP-адреси з нульовим номером мережі позначають поточну мережу;
 - адреса, яка складається з усіх одиниць, забезпечує ширококомовлення в межах поточної (зазвичай локальної) мережі - 255.255.255.255;
 - адреси, в яких вказана мережа, але з усіма одиницями в поле номера хоста, забезпечують ширококомовлення в межах віддаленої локальної мережі;
 - адреси, які мають вид 127.x.y.z зарезервовані для тестування мережевого програмного забезпечення методом зворотної передачі;
 - 169.254.0.0/16 (169.254.0.1 - 169.254.255.255) - зарезервовані APIPA.

Маски. У класовій адресації маємо недоцільність використання адресного простору для невеликих мереж, тому введене додаткове поле, що має назву - маска мережі. Маска - 32 бітове число, яке використовується в парі з IP-адресою. Двійковий запис маски містить послідовність одиниць в розрядах, які в IP-адресі інтерпретуються як адреса мережі. Оскільки адреса мережі - цільна частина адреси, то одиниці в масці повинні представляти безперервну послідовність. Додаючи кожній IP-адресі маску, можна відмовитися від понять класів адрес і зробити систему адресації більш гнучкою.

Нехай для IP-адреси 129.64.134.5 вказана маска 255.255.128.0. Якщо ігнорувати маску, то відповідно до системи класів 129.64.134.5 відноситься до класу В, тому номер мережі - перші два байти - 129.64.0.0, а номер вузла - 0.0.134.5. Якщо ж використовувати для визначення границі номеру мережі маску, то 17 послідовних двійкових одиниць у масці 255.255.128.0, «накладені» на IP-адресу, ділять його на наступні дві частини: номер мережі 10000001.

01000000. 1 (129.64.128.0) і номер вузла 0000110. 00000101 (0.0.6.5). Безперервна послідовність одиниць в старших розрядах маски задає число розрядів адреси, які відносяться до мережі. Молодші розряди маски, що дорівнюють 0, відповідають адресі вузла в мережі.

Маски змінної довжини. Використовуючи маски різної довжини для створення підмереж, адміністратор може формувати підмережі різного розміру в межах однієї автономної системи. Таким чином, маски змінної довжини (Variable-Length Subnet Mask - VLSM) дозволяють створювати підмережі різного розміру, при цьому гнучко задаючи границі між полем адреси мережі і полем адреси вузла.

Наприклад, для формування мереж по 30 вузлів у кожній потрібно 27 розрядів маски, які містять одиниці, а для створення мережі, яка з'єднує пару маршрутизаторів ("точка-точка"), потрібно всього дві адреси, маска повинна мати 30 безперервних одиниць. При цьому частина адресного простору використовується для мереж по 30 вузлів, а частина адрес - для адрес зв'язків "точка-точка".

Примітка. При використанні маски в 30 двійкових розрядів два молодших розряди в адресі дозволяють сформувати $2^2 = 4$ адреси, з яких перший потрібен для адресації мережі, другий і третій - для адресації вузлів, а четвертий - в якості широкомовної адреси.

2.2 Приклади вирішення завдань

Розглянемо **практичне завдання з визначення класу мережі та типу адреси.**

Для наведених адрес маємо:

- 201.10.255.0 – клас С, адреса мережі;
- 190.195.0.255 – клас В, адреса вузла;
- 9.255.255.255 – клас А, широкомовна адреса;
- 10.10.255.0 – клас А, адреса вузла;
- 134.11.255.255 – клас В, широкомовна адреса;
- 126.0.0.0 – клас А, адреса мережі.

Наведемо приклад **застосування маски для визначення номера мережі і діапазону вузлів** маючи IP-адресу і маску.

Нехай задана IP-адреса: 210.56.78.212. Віднесемо до неї маску 255.255.255.224 (префікс / 27) (в двійковому вигляді). Що тепер номер мережі, а що номер вузла?

Представимо у двійковому вигляді адресу, виконаємо логічне множення на маску, та отримаємо адресу мережі - 210.56.78.192.

Кількість вузлів маємо 2^5 (кількість нулів у масці = 5) = 32 - 2 (адреса мережі і широкомовна адреса) = 30.

Отримаємо діапазон адрес даної мережі:

- адреса першого вузла - 210.56.78.193;
- адреса останнього вузла - 210.56.78.222;
- широкомовна адреса - 210.56.78.223.

У ряді випадків для зручності управління адміністратор може самостійно формувати підмережі всередині виділеного йому адресного простору.

Розглянемо практичне завдання з формування підмереж із однаковою кількістю вузлів. Почнемо з формування мереж класу С.

Маємо адресу мережі - 212.24.222.0 / 24.

Розділимо її на 2 підмережі, для цього використовуємо 1 біт маски. Маска збільшиться на 1.

212.24.222.0 | 0000000 / 25 (255.255.255.128)

255.255.255.1 |

Перша підмережа 212.24.222.0 / 25.

Діапазон адрес - 212.24.222.1 - 212.24.222.126, 212.24.222.127 - широкомовна адреса.

Друга підмережа 212.24.222.128 / 25.

Діапазон адрес - 212.24.222.129 - 212.24.222.254, 212.24.222.255 - широкомовна адреса.

Маючи маску 255.255.255.224 (/27) можемо отримати 2^3 підмереж і 2^5-2 вузлів.

Якщо виділена адреса мережі класу С (дорівнює 198.11.163.0) і необхідно створити 10 комп'ютерних підмереж по 14 вузлів, то для адресації 10 підмереж потрібно 4 розряди адреси (4 біта). У цьому випадку максимально можна задати 16 підмереж по 14 вузлів у кожній. З 16 підмереж використовується 10, а 6 не використовуються (резервні). На практиці мережі формуються із різною кількістю вузлів.

Розглянемо практичне завдання з формування підмереж з використанням масок змінної довжини.

Дана адреса мережі **200.33.224.0/24** і маска, необхідно сформувати **9** підмереж:

- 3 підмережі на 50 вузлів;

- 3 підмережі на 10 вузлів;
- 1 підмережа на 4 вузла;
- 2 підмережі на 2 вузли.

Після збільшення маски на 2 біти (**200.33.224. |00| 000000**) маємо наступні підмережі:

- **200.33.224.0/26** – перша на 62 вузли (виділяємо на 50 вузлів);
- 200.33.224.1-200.33.224.62 – діапазон;
- 200.33.224.63 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.64/26** – друга на 62 вузли (виділяємо на 50 вузлів);
- 200.33.224.65-200.33.224.126 – діапазон;
- 200.33.224.127 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.128/26** – третя на 62 вузли (для 50 вузлів);
- 200.33.224.129-200.33.224.190 – діапазон;
- 200.33.224.191 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.192/26** – підмережа на 62 вузли (ділимо далі).

Після збільшення маски на 2 біти (**200.33.224. 11 |00| 0000**) маємо наступні підмережі:

- **200.33.224.192/28** – четверта на 16 вузлів (для 10 вузлів);
- 200.33.224.193-200.33.224.206 – діапазон;
- 200.33.224.207 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.208/28** – п'ята на 16 вузлів (для 10 вузлів);
- 200.33.224.209-200.33.224.222 – діапазон;
- 200.33.224.223 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.224/28** – шоста на 16 вузлів (для 10 вузлів);
- 200.33.224.225-200.33.224.238 – діапазон;
- 200.33.224.239 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.240/28** - підмережа на 14 вузлів (цю ділимо далі по 4 вузли).

Після збільшення маски на 1 біт (**200.33.224. 1111 |0| 000**) маємо наступні підмережі:

- **200.33.224.240/29** – сьома на 6 вузлів (виділяємо на 4 вузли);
- 200.33.224.241-200.33.224.246 – діапазон;
- 200.33.224.247 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.248/29** - підмережа на 6 вузлів (ділимо по 2 вузли).

Після збільшення маски на 1 біт (**200.33.224. 11111 |0| 00**) маємо наступні підмережі:

- **200.33.224.248/30** – восьма на 2 вузли;
 - 200.33.224.249-200.33.224.250 – діапазон;
 - 200.33.224.251 – широкомовна адреса;
 - **200.33.224.252/30** – дев'ята на 2 вузли;
 - 200.33.224.253-200.33.224.254 – діапазон;
 - 200.33.224.255 – широкомовна адреса.
- Таким чином отримали 9 підмереж із різною кількістю вузлів.

2.3 Завдання 1 для самостійного виконання

Виконайте завдання з визначення класу мережі та типу адреси (варіант - останні дві цифри залікової книжки).

1. 10.12.120.0; 5.7.6.20; 135.10.56.0; 225.45.1.0; 64.12.0.0; 193.12.54.0; 144.25.0.0; 45.12.255.255; 231.11.2.255; 8.255.255.255; 131.12.202.0; 195.7.16.20; 22.111.57.255; 137.199.121.0; 188.12.255.255; 244.233.254.0; 145.133.199.44; 11.11.11.255; 223.11.2.255; 18.0.255.255.

2. 131.12.120.0; 59.7.0.0; 13.10.255.255; 2.12.1.5; 191.12.0.0; 143.12.54.255; 244.25.1.255; 45.12.0.255; 11.255.255.255; 127.12.0.0; 138.19.135.0; 45.11.0.0; 29.17.255.255; 8.47.3.2; 166.23.0.0; 163.19.61.255; 234.37.8.255; 37.23.0.255; 22.255.255.255; 128.34.0.0.

3. 245.12.120.0; 191.7.6.255; 35.0.0.0; 222.45.255.255; 61.12.23.1; 193.112.154.255; 44.16.0.0; 145.120.255.255; 94.18.2.0; 118.0.255.255; 33.2.120.0; 192.17.26.255; 233.0.0.0; 17.45.255.255; 161.155.23.9; 11.112.154.255; 144.49.0.0; 195.120.255.255; 4.18.2.0; 213.0.255.255.

4. 19.12.120.255; 195.7.255.20; 7.10.56.0; 134.45.255.255; 164.112.17.0; 13.255.255.255; 154.0.0.0; 245.12.255.255; 212.17.102.255; 188.250.0.0; 191.18.144.255; 19.77.255.88; 137.101.5.0; 198.75.2.255; 244.155.201.0; 199.255.255.255; 22.0.0.0; 188.12.255.255; 4.33.205.255; 133.250.0.0.

5. 197.132.11.0; 156.7.255.255; 17.10.0.255; 155.45.0.0; 235.12.11.255; 191.12.7.255; 49.23.11.8; 224.12.255.255; 116.11.2.0; 13.13.13.13; 234.132.11.0; 16.12.255.255; 179.24.255.255; 14.45.0.0; 195.12.11.255; 12.12.255.255; 249.23.11.8; 124.12.255.255; 201.11.2.0; 185.13.13.0.

6. 6.12.0.0; 201.7.0.255; 131.12.255.0; 4.2.4.2; 233.12.0.255; 195.12.54.255; 23.25.255.255; 157.12.255.255; 211.12.255.255;

23.25.255.255; 144.2.255.255; 195.1.255.0; 232.255.255.0; 195.24.54.255; 17.0.0.255; 127.112.0.0; 136.12.0.0; 33.7.0.255; 211.12.13.0; 155.112.0.0.

7. 12.12.12.12; 19.255.255.255; 166.0.255.255; 227.25.255.0; 236.12.23.1; 89.0.0.255; 49.16.3.3; 199.120.255.255; 190.18.2.0; 129.0.255.255; 192.15.12.0; 213.255.255.255; 18.0.255.255; 227.25.255.0; 227.12.23.0; 89.0.255.255; 49.255.255.255; 197.120.255.0; 15.0.0.0; 129.0.255.255.

8. 112.89.0.0; 11.255.255.255; 245.10.255.0; 177.11.255.255; 114.0.0.0; 198.255.255.255; 225.12.11.0; 196.14.255.255; 213.17.0.0; 188.255.255.255; 112.89.0.0; 231.255.255.0; 201.10.255.0; 190.195.0.255; 159.0.0.0; 37.255.255.255; 225.225.225.0; 111.14.255.255; 139.17.0.0; 192.255.255.255.

9. 17.0.0.0; 202.13.255.255; 172.102.0.255; 5.12.0.0; 113.11.9.255; 192.14.75.255; 203.23.11.8; 100.12.255.255; 197.11.2.0; 203.255.255.255; 12.255.255.255; 197.255.255.0; 162.0.255.255; 125.0.0.0; 133.9.62.0; 225.0.0.255; 196.7.1.0; 13.180.255.255; 164.81.0.0; 190.190.255.255.

10. 64.25.0.0; 190.86.0.255; 241.12.29.25; 114.202.255.255; 34.12.0.255; 3.12.77.255; 123.65.255.255; 209.175.255.255; 13.12.255.255; 198.112.0.0; 179.0.0.0; 20.255.255.255; 172.102.255.255; 186.12.0.0; 198.11.9.255; 197.14.0.0; 23.23.11.255; 100.255.255.255; 136.11.2.0; 224.255.255.0.

11. 32.12.12.12; 198.255.255.255; 16.0.255.255; 9.212.255.0; 11.19.62.1; 233.0.0.255; 19.7.1.0; 133.180.255.255; 197.81.33.0; 190.0.0.0; 164.25.0.0; 90.86.0.255; 41.12.29.25; 241.202.255.255; 134.12.0.255; 9.192.77.255; 192.65.255.255; 3.175.255.255; 166.12.255.255; 128.112.0.0.

12. 135.13.0.0; 199.255.255.255; 21.10.255.0; 224.11.255.255; 211.0.0.0; 9.9.255.255; 13.12.11.0; 155.14.255.255; 223.14.0.0; 11.255.255.255; 15.13.0.1; 9.255.255.255; 210.10.255.0; 224.11.255.255; 1.0.0.0; 199.9.5.255; 136.1.0.0; 189.4.255.255; 2.18.0.0; 232.255.255.255.

13. 231.11.2.255; 8.255.255.255; 131.12.202.0; 195.7.16.20; 22.111.57.255; 137.199.121.0; 188.12.255.255; 244.233.254.0; 145.133.199.44; 11.11.11.255; 223.11.2.255; 10.12.120.0; 5.7.6.20; 135.10.56.0; 225.45.1.0; 64.12.0.0; 193.12.54.0; 144.25.0.0; 45.12.255.255; 18.0.255.255.

14. 127.12.0.0; 138.19.135.0; 45.11.0.0; 29.17.255.255; 8.47.3.2; 166.23.0.0; 163.19.61.255; 234.37.8.255; 37.23.0.255; 22.255.255.255;

131.12.120.0; 59.7.0.0; 13.10.255.255; 2.12.1.5; 191.12.0.0; 143.12.54.255; 244.25.1.255; 45.12.0.255; 11.255.255.255; 128.34.0.0.

15. 233.0.0.0; 17.45.255.255; 161.155.23.9; 11.112.154.255; 144.49.0.0; 195.120.255.255; 245.12.120.0; 191.7.6.255; 35.0.0.0; 222.45.255.255; 61.12.23.1; 193.112.154.255; 44.16.0.0; 145.120.255.255; 4.18.2.0; 8.0.255.255; 3.22.120.0; 192.17.26.255; 4.18.2.0; 213.0.255.255.

16. 137.101.5.0; 198.75.2.255; 244.155.201.0; 19.12.120.255; 195.7.255.20; 7.10.56.0; 134.45.255.255; 164.112.17.0; 13.255.255.255; 154.0.0.0; 245.12.255.255; 212.17.102.255; 188.250.0.0; 191.18.144.255; 19.77.255.88; 199.255.255.255; 22.0.0.0; 188.12.255.255; 4.33.205.255; 133.250.0.0.

17. 234.132.11.0; 16.12.255.255; 179.24.255.255; 14.45.0.0; 195.12.11.255; 12.12.255.255; 197.132.11.0; 156.7.255.255; 17.10.0.255; 155.45.0.0; 235.12.11.255; 191.12.7.255; 49.23.11.8; 224.12.255.255; 6.11.2.0; 3.13.13.13; 249.23.11.8; 124.12.255.255; 201.11.2.0; 185.13.13.0.

18. 33.7.0.255; 195.12.255.0; 232.255.255.0; 17.0.0.255; 195.24.54.255; 23.25.255.255; 6.12.0.0; 201.7.0.255; 131.12.255.0; 4.2.4.2; 233.12.0.255; 195.12.54.255; 23.25.255.255; 157.12.255.255; 211.12.255.255; 127.112.0.0; 136.12.0.0; 144.22.255.255; 211.12.13.0; 155.112.0.0.

19. 213.255.255.255; 18.0.255.255; 227.25.255.0; 227.12.23.0; 89.0.255.255; 49.255.255.255; 12.12.12.12; 19.255.255.255; 166.0.255.255; 227.25.255.0; 236.12.23.1; 89.0.0.255; 49.16.3.3; 199.120.255.255; 190.18.2.0; 129.0.255.255; 192.15.12.0; 197.120.255.0; 15.0.0.0; 129.0.255.255.

20. 201.10.255.0; 190.195.0.255; 159.0.0.0; 37.255.255.255; 225.225.225.0; 111.14.255.255; 139.17.0.0; 112.89.0.0; 11.255.255.255; 245.10.255.0; 177.11.255.255; 114.0.0.0; 198.255.255.255; 225.12.11.0; 196.14.255.255; 213.17.0.0; 188.255.255.255; 112.89.0.0; 231.255.255.0; 192.255.255.255.

21. 12.255.255.255; 17.0.0.0; 202.13.255.255; 172.102.0.255; 5.12.0.0; 113.11.9.255; 192.14.75.255; 203.23.11.8; 100.12.255.255; 197.11.2.0; 203.255.255.255; 197.255.255.0; 162.0.255.255; 125.0.0.0; 133.9.6.0; 225.0.0.255; 196.7.1.0; 13.18.255.255; 164.1.0.0; 190.1.255.255.

22. 20.255.255.255; 172.102.255.255; 186.12.0.0; 198.11.9.255; 197.14.0.0; 23.23.11.255; 100.255.255.255; 136.11.2.0; 64.25.0.0; 190.86.0.255; 241.12.29.25; 114.202.255.255; 34.12.0.255; 3.12.77.255; 3.65.255.255; 209.0.0.255; 1.12.0.255; 198.112.0.0; 179.0.0.0; 224.9.255.0.

23. 241.202.255.255; 134.12.0.255; 19.192.77.255; 192.65.255.255;
39.175.255.255; 166.12.255.255; 32.12.12.12; 198.255.255.255;
16.0.255.255; 9.212.255.0; 11.19.62.1; 233.0.0.255; 19.7.1.0;
133.180.255.255; 197.81.33.0; 190.0.0.0; 164.25.0.0; 90.86.0.255;
41.12.29.25; 128.112.0.0.

24. 155.14.255.255; 223.14.0.0; 11.255.255.255; 15.13.0.1;
9.255.255.255; 210.10.255.0; 135.13.0.0; 199.255.255.255; 21.10.255.0;
224.11.255.255; 211.0.0.0; 9.9.255.255; 13.12.11.0; 224.11.255.255;
1.0.0.0; 9.9.255.255; 136.12.0.0; 189.14.255.255; 3.18.0.0; 232.0.255.255.

25. 100.255.255.255; 136.11.2.0; 64.25.0.0; 190.86.0.255;
241.12.29.25; 114.202.255.255; ; 61.12.23.1; 193.112.154.255; 44.16.0.0;
145.120.255.255; 94.18.2.0; 118.0.255.255; 135.10.56.0; 225.45.1.0;
64.12.0.0; 193.12.54.0; 227.25.255.0; 236.12.23.1; 89.0.0.255; 49.16.3.3.

2.4 Завдання 2 для самостійного виконання

Виконайте завдання з визначення адреси мережі, кількості вузлів в мережі, діапазону адрес та широкомовної адреси для нижче наведених адрес (варіант - останні дві цифри залікової книжки).

1. 192.241.25.69/11; 122.64.120.0/21; 202.41.215.12/19;
22.164.210.13/20; 11.201.152.20/22; 101.13.24.4/12; 213.217.251.13/17;
51.13.221.2/15; 172.54.125.169/18; 182.114.211.7/30.

2. 92.251.205.79/10; 72.169.151.0/12; 112.31.15.112/14;
22.164.210.13/30; 11.201.152.20/15; 101.13.24.4/20; 13.217.231.213/19;
211.13.221.2/18; 162.114.225.119/21; 177.114.20.237/28.

3. 13.213.13.13/11; 179.24.251.12/21; 16.12.254.213/19;
49.23.211.8/20; 11.201.152.20/22; 219.123.11.8/12; 156.7.241.13/19;
195.212.11.2/15; 197.132.111.169/22; 116.11.2.39/27.

4. 131.112.120.179/12; 143.212.154.0/10; 138.29.135.112/14;
29.17.251.113/29; 214.251.11.20/13; 111.201.214.4/20; 166.23.221.213/19;
29.17.223.12/18; 137.199.121.219/9; 145.133.199.44/23.

5. 31.11.2.241/26; 191.7.119.0/21; 163.19.161.15/19;
188.12.253.13/20; 11.211.172.22/11; 105.13.124.4/19; 215.229.211.13/13;
151.213.221.2/23; 182.154.115.179/28; 182.114.211.7/12.

6. 16.212.29.18/14; 89.24.197.112/20; 96.28.247.113/23;
149.3.217.9/21; 111.91.231.20/21; 119.223.17.18/12; 206.227.41.3/19;
95.245.13.8/15; 177.32.199.16/18; 216.16.9.139/26.

7. 16.241.25.69/9; 132.6.129.0/19; 102.41.235.12/22;
52.174.21.243/28; 21.231.52.20/15; 111.118.24.4/12; 13.215.247.13/19;
151.75.121.2/14; 193.154.175.19/20; 42.14.21.117/29.

8. 112.211.25.79/10; 172.159.13.0/12; 2.31.15.112/14;
22.164.2.213/30; 51.201.152.20/15; 71.13.129.4/20; 3.17.231.13/19;
91.13.221.2/18; 165.14.225.119/21; 117.17.20.237/28.

9. 112.89.13.13/11; 11.251.251.12/21; 17.11.254.213/19;
49.16.214.8/20; 111.14.172.20/22; 112.189.11.8/12; 156.7.231.13/19;
195.212.11.2/15; 190.195.111.169/22; 139.17.2.139/27.

10. 12.212.12.79/12; 49.216.3.0/10; 138.29.135.112/14;
129.17.25.113/29; 199.120.11.20/13; 111.201.214.4/20; 89.0.215.213/19;
21.17.223.1/18; 137.177.11.19/11; 145.133.99.194/26.

11. 131.15.2.241/27; 181.7.189.0/21; 63.119.211.15/19;
88.112.233.13/20; 91.213.72.25/11; 205.13.174.4/19; 113.199.211.13/13;
57.207.21.202/27; 182.154.165.179/22; 82.159.211.7/13.

12. 76.219.29.18/13; 15.24.217.112/20; 196.58.247.13/23;
179.3.217.9/21; 131.95.229.20/21; 219.233.17.18/12; 56.227.241.3/19;
195.249.18.8/15; 155.139.73.16/18; 216.16.9.239/28.

13. 105.13.124.4/19; 215.229.211.13/13; 151.213.221.2/23;
182.154.115.179/28; 31.11.2.241/26; 191.7.119.0/21; 163.19.161.15/19;
188.12.253.13/20; 11.211.172.22/11; 182.114.211.7/12.

14. 119.223.17.18/12; 206.227.41.3/19; 95.245.13.8/15;
177.32.199.16/18; 16.212.29.18/14; 89.24.197.112/20; 96.28.247.113/23;
149.3.217.9/21; 111.91.231.20/21; 216.16.9.139/26.

15. 111.118.24.4/12; 13.215.247.13/19; 151.75.121.2/14;
193.154.175.19/20; 16.241.25.69/9; 132.6.129.0/19; 102.41.235.12/22;
52.174.21.243/28; 21.231.52.20/15; 42.14.21.117/29.

16. 71.13.129.4/20; 3.17.231.13/19; 91.13.221.2/18;
165.14.225.119/21; 112.211.25.79/10; 172.159.13.0/12; 2.31.15.112/14;
22.164.2.213/30; 51.201.152.20/15; 117.17.20.237/28.

17. 213.217.251.13/17; 51.13.221.2/15; 192.241.25.69/11;
122.64.120.0/21; 202.41.215.12/19; 22.164.210.13/20; 11.201.152.20/22;
101.13.24.4/12; 172.54.125.169/18; 182.114.211.7/30.

18. 13.217.231.213/19; 211.13.221.2/18; 92.251.205.79/10;
72.169.151.0/12; 112.31.15.112/14; 22.164.210.13/30; 11.201.152.20/15;
101.13.24.4/20; 162.114.225.119/21; 177.114.20.237/28.

19. 156.7.241.13/19; 195.212.11.2/15; 197.132.111.169/22;
13.213.13.13/11; 179.24.251.12/21; 16.12.254.213/19; 49.23.211.8/20;
11.201.152.20/22; 219.123.11.8/12; 116.11.2.39/27.

20. 29.17.223.12/18; 137.199.121.219/9; 131.112.120.179/12;
143.212.154.0/10; 138.29.135.112/14; 29.17.251.113/29; 214.251.11.20/13;
111.201.214.4/20; 166.23.221.213/19; 145.133.199.44/23.

21. 57.207.21.202/27; 182.154.165.179/22; 131.15.2.241/27;
181.7.189.0/21; 63.119.211.15/19; 88.112.233.13/20; 91.213.72.25/11;
205.13.174.4/19; 113.199.211.13/13; 182.159.211.7/13.

22. 219.233.17.18/12; 56.227.241.3/19; 195.249.18.8/15;
155.139.73.16/18; 76.219.29.18/13; 15.24.217.112/20; 196.58.247.13/23;
179.3.217.9/21; 131.95.229.20/21; 26.16.9.239/28.

23. 112.189.11.8/12; 156.7.231.13/19; 195.212.11.2/15;
190.195.111.169/22; 112.89.13.13/11; 11.251.251.12/21; 17.11.254.213/19;
49.16.214.8/20; 111.14.172.20/22; 19.17.2.139/27.

24. 89.0.215.213/19; 21.17.223.1/18; 137.177.11.19/11;
12.212.12.79/12; 49.216.3.0/10; 138.29.135.112/14; 129.17.25.113/29;
199.120.11.20/13; 111.201.214.4/20; 215.133.99.194/26.

25. 214.251.11.20/13; 71.13.129.4/20; 17.11.254.213/19;
193.154.175.19/20; 13.213.13.13/11; 111.118.24.4/12; 143.212.154.0/10;
151.75.121.2/14; 22.164.210.13/30; 132.6.129.0/19.

2.5 Завдання 3 для самостійного виконання

Виконайте завдання з формування підмереж із однаковою кількістю вузлів (варіант - останні дві цифри залікової книжки).

1. Маючи адресу 215.45.89.0/24, сформууйте 16 підмереж.
2. Маючи адресу 15.224.0.0/14, сформууйте 8 підмереж.
3. Маючи адресу 11.201.192.0/22, сформууйте 8 підмереж.
4. Маючи адресу 202.128.0.0/10, сформууйте 16 підмереж.
5. Маючи адресу 188.12.240.0/20, сформууйте 8 підмереж.
6. Маючи адресу 145.248.0.0/14, сформууйте 16 підмереж.
7. Маючи адресу 219.112.0.0/12, сформууйте 8 підмереж.
8. Маючи адресу 156.7.224.0/19, сформууйте 16 підмереж.
9. Маючи адресу 119.223.32.0/21, сформууйте 8 підмереж.
10. Маючи адресу 206.208.0.0/13, сформууйте 16 підмереж.
11. Маючи адресу 29.17.251.128/26, сформууйте 8 підмереж.

12. Маючи адресу 214.96.0.0/11, сформуйте 16 підмереж.
13. Маючи адресу 11.128.0.0/10, сформуйте 8 підмереж.
14. Маючи адресу 105.13.224.0/21, сформуйте 16 підмереж.
15. Маючи адресу 95.252.0.0/15, сформуйте 8 підмереж.
16. Маючи адресу 177.32.64.0/18, сформуйте 16 підмереж.
17. Маючи адресу 52.174.21.0/25, сформуйте 8 підмереж.
18. Маючи адресу 21.24.0.0/14, сформуйте 16 підмереж.
19. Маючи адресу 51.12.0.0/15, сформуйте 8 підмереж.
20. Маючи адресу 71.13.48.0/20, сформуйте 16 підмереж.
21. Маючи адресу 111.14.64.0/18, сформуйте 8 підмереж.
22. Маючи адресу 212.80.0.0/12, сформуйте 16 підмереж.
23. Маючи адресу 199.120.0.0/13, сформуйте 8 підмереж.
24. Маючи адресу 111.201.208.0/20, сформуйте 16 підмереж.
25. Маючи адресу 146.200.0.0/14, сформуйте 16 підмереж.

2.6 Завдання 4 для самостійного виконання

Виконайте завдання з формування підмереж з використанням масок змінної довжини (варіант - останні дві цифри залікової книжки).

1. Маючи адресу 167.224.24.0/22, сформуйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 10 вузлів. Наведіть структурну схему.

2. Маючи адресу 135.13.254.0/23, сформуйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 90 вузлів, 1 на 45 вузлів, 3 на 10 вузлів та 2 на 4 вузли. Наведіть структурну схему.

3. Маючи адресу 150.129.240.0/21, сформуйте необхідну кількість підмереж: 3 мережі на 300 вузлів, 1 на 150 вузлів, 1 на 80 вузлів, 1 на 40 вузлів та 3 на 10 вузлів. Наведіть структурну схему.

4. Маючи адресу 201.222.128.0/19, сформуйте необхідну кількість підмереж для структури: 5 мереж на 800 вузлів, 4 на 400 вузлів, 3 на 200 вузлів та 2 на 120 вузлів. Наведіть структурну схему.

5. Маючи адресу 115.22.252.0/23, сформуйте необхідну кількість підмереж для структури: 1 мережа на 200 вузлів, 1 на 100 вузлів, 3 на 25 вузлів та 4 на 5 вузлів. Наведіть структурну схему.

6. Маючи адресу 195.33.192.0/21, сформуйте необхідну кількість підмереж для структури: 2 мережі на 400, 1 на 200 вузлів, 4 на 100 вузлів, 3 на 50 вузлів та 2 на 20. Наведіть структурну схему.

7. Маючи адресу 114.213.248.0/22, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 9 вузлів. Наведіть структурну схему.

8. Маючи адресу 128.213.244.0/23, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 1 мережа на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 3 на 20 вузлів та 4 на 5 вузлів. Наведіть структурну схему.

9. Маючи адресу 136.121.252.0/23, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 90 вузлів, 1 на 45 вузлів, 3 на 10 вузлів та 2 на 4 вузли. Наведіть структурну схему.

10. Маючи адресу 141.12.224.0/21, сформууйте необхідну кількість підмереж: 3 мережі на 400 вузлів, 1 на 200 вузлів, 1 на 90 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 9 вузлів. Наведіть структурну схему.

11. Маючи адресу 181.23.248.0/22, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 9 вузлів. Наведіть структурну схему.

12. Маючи адресу 211.45.0.0/21, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 2 мережі на 400 вузлів, 1 на 200 вузлів, 4 на 100 вузлів, 3 на 50 вузлів та 2 на 20 вузлів. Наведіть структурну схему.

13. Маючи адресу 17.45.24.0/22, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 10 вузлів. Наведіть структурну схему.

14. Маючи адресу 170.20.252.0/23, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 90 вузлів, 1 на 45 вузлів, 3 на 10 вузлів та 2 на 4 вузли. Наведіть структурну схему.

15. Маючи адресу 13.19.224.0/21, сформууйте необхідну кількість підмереж: 3 мережі на 300 вузлів, 1 на 150 вузлів, 1 на 80 вузлів, 1 на 40 вузлів та 3 на 10 вузлів. Наведіть структурну схему.

16. Маючи адресу 111.45.192.0/19 для підприємства: 5 мереж на 800 вузлів, 4 на 400 вузлів, 3 на 200 вузлів та 2 на 120 вузлів. Наведіть структурну схему.

17. Маючи адресу 88.33.248.0/23, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 1 мережа на 200 вузлів, 1 на 100 вузлів, 3 на 25 вузлів та 4 на 5 вузлів. Наведіть структурну схему.

18. Маючи адресу 33.190.240.0/21, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 2 мережі на 400, 1 на 200 вузлів, 4 на 100 вузлів, 3 на 50 вузлів та 2 на 20. Наведіть структурну схему.

19. Маючи адресу 95.146.224.0/22, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 9 вузлів. Наведіть структурну схему.

20. Маючи адресу 166.21.242.0/23, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 1 мережа на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 3 на 20 вузлів та 4 на 5 вузлів. Наведіть структурну схему.

21. Маючи адресу 36.21.250.0/23, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 90 вузлів, 1 на 45 вузлів, 3 на 10 вузлів та 2 на 4 вузли. Наведіть структурну схему.

22. Маючи адресу 214.15.240.0/21, сформууйте необхідну кількість підмереж: 3 мережі на 400 вузлів, 1 на 200 вузлів, 1 на 90 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 9 вузлів. Наведіть структурну схему.

23. Маючи адресу 81.123.248.0/22, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 200 вузлів, 1 на 110 вузлів, 1 на 50 вузлів та 4 на 9 вузлів. Наведіть структурну схему.

24. Маючи адресу 15.134.208.0/21, сформууйте необхідну кількість підмереж: 2 мережі на 400 вузлів, 1 на 200 вузлів, 4 на 100 вузлів, 3 на 50 вузлів та 2 на 20 вузлів. Наведіть структурну схему.

25. Маючи адресу 69.145.160.0/19, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 5 мереж на 800 вузлів, 4 на 400 вузлів, 3 на 200 вузлів та 2 на 120 вузлів. Наведіть структурну схему.

2.7 Зміст письмового звіту (потрібно зробити 4 звіти)

- наведене виконання завдання 1 (звіт 1);
- наведене виконання завдання 2 (звіт 2);
- наведене виконання завдання 3 (звіт 3);
- наведене виконання завдання 4 (звіт 4).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Santitoro, R. Metro Ethernet Services—A Technical Overview. In Metro Ethernet Forum (Vol. 2006). 2003.
2. Киричек Г. Г. Курсовий проект для бакалаврів з проектування комп'ютерних мереж. Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2020.
3. Odom, W. Cisco CCENT/CCNA ICND1 100-101. Indianapolis: Cisco Press. 2013.
4. Odom, W. CCNA Routing and Switching ICND2 200-101 Official Cert Guide. Cisco Press. 2013.
5. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Комп'ютерні мережі. Частина 1. Навчальний посібник. 2020.
6. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Комп'ютерні мережі. Частина 2. Навчальний посібник. 2020.
7. Odom, W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1. Cisco Press. 2019.
8. Odom, W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2. Cisco Press. 2019.
9. Блозва А.І.. Комп'ютерні мережі [навчальний посібник] / А.І.Блозва, Ю.В.Матус, В.В.Смолій, Б.С.Гусєв, Д.Ю.Касаткін, Т.Ю.Осипова, Я.А.Савицька. К.: Компрінт, 2017.