

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання самостійних робіт з дисципліни
"Комп'ютерні мережі"
для студентів напряму підготовки 6.050102 "Комп'ютерна інженерія",
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни "Комп'ютерні мережі" для студентів напряму підготовки 6.050102 "Комп'ютерна інженерія", усіх форм навчання / Укл. Г.Г Киричек. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. – 46 с.

Укладач:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Рецензент:

Р.К. Кудерметов, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри КСМ

Протокол № 3
від 05 жовтня 2015 року

ЗМІСТ

1 Самостійна робота № 1 <i>Розрахунок PDV</i>	4
1.1 Загальні відомості	4
1.2 Область колізій	8
1.3 Розрахунки для мережі Ethernet (10 Мбіт / с)	10
1.4 Розрахунки для мережі Fast Ethernet (100 Мбіт / с)	13
1.5 Завдання 1 для проведення розрахунків	14
1.6 Завдання 2 для проведення розрахунків	17
1.7 Зміст письмового звіту	20
1.8 Контрольні питання	21
2 Самостійна робота № 2 <i>Розрахунок MTU</i>	22
2.1 Загальні відомості	22
2.2 Приклад проведення розрахунків	28
2.3 Завдання для проведення розрахунків	28
2.4 Зміст письмового звіту	29
2.5 Контрольні питання	29
3 Самостійна робота № 3 <i>IP-адресація</i>	30
3.1 Загальні відомості	30
3.2 Приклади вирішення завдань	32
3.3 Завдання 1 для самостійного виконання	35
3.4 Завдання 2 для самостійного виконання	39
3.5 Завдання 3 для самостійного виконання	41
3.6 Завдання 4 для самостійного виконання	43
3.7 Зміст письмового звіту	45
Рекомендована література	46

1 САМОСТІЙНА РОБОТА № 1

Розрахунок PDV

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, межпакетное 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), тому 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 двоична Експоненціальна відстрочення) - затримка перед повторною передачею пакета після колізії. (той часовий інтервал (тимчасова затримка) до початку повторної передачі).

Передача пакетів в Ethernet. Далі розглянемо як відбувається передача пакетів. Зобразимо два пакети і між ними часовий інтервал 96 Вт. Більше може бути - менше немає. Далі розглянемо як відбувається колізія (рис.1.1).

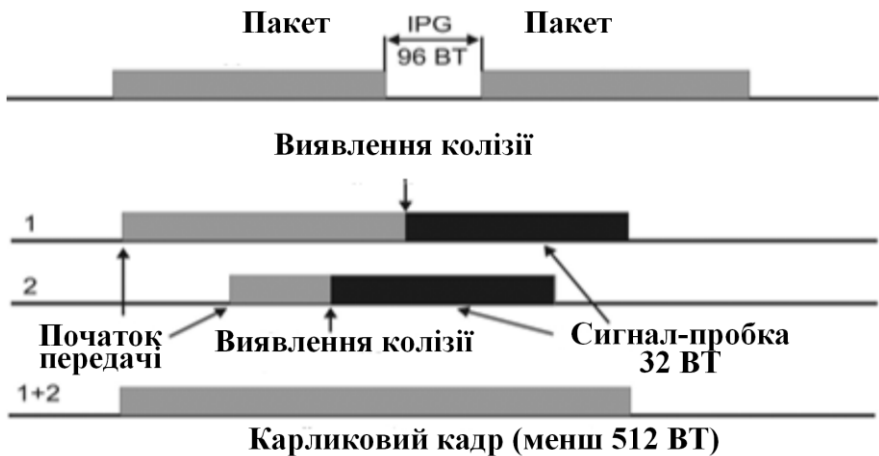


Рисунок 1.1 - Колізія

Перший абонент передає свій пакет, а через деякий час і другий почав передачу свого пакета (важливо те, що зсув між початком передачі 1 і 2 не перевищував 512 вт інтервалів, щоб зіткнення відбулося і воно було гарантовано виявлено), потім вони виявили колізію (зазвичай неодноразово) - 2 раніше, а 1 пізніше. Потім обидва діють однаково - вони припиняють передачу пакетів і видають в мережу сигнал-пробку 32 Вт У сумі можемо отримати (об'єднання

даних 2-х зіткнулися пакетів з сигналами-пробками) карликовий кадр (сміття) <512 Бт Цей кадр ніякої інформації не несе. Його може прийняти якийсь абонент - якщо мас-адреса зберігся, але відразу визначить, що він пошкоджений.

Розглянемо докладніше алгоритм передачі. Перша частина - те, що відбувається на початку передачі, 2-а при передачі. З даних формується пакет. Потім скидається лічильник спроб. Так як кількість повторів (спроб) обмежено стандартом. За допомогою самосинхронізуючихся кодів перевіряється вільна мережа чи ні, якщо так то перевірити, що пройшло 96 вт і починається передача. Якщо мережа не вільна, то очікуємо кінець передачі, відраховуємо 96 вт і починаємо передачу.

Далі передаємо 1 біт і перевіряємо, чи є колізія? Якщо ні, то наступний біт і так далі. Якщо колізія є то передається сигнал-пробка, збільшується лічильник спроб, перевіряється, чи не перевищив він 16 повторів. Якщо менше, то обчислюється затримка і відбувається повторна передача. Далі розглянемо алгоритм передачі (рис.1.2, 1.3).

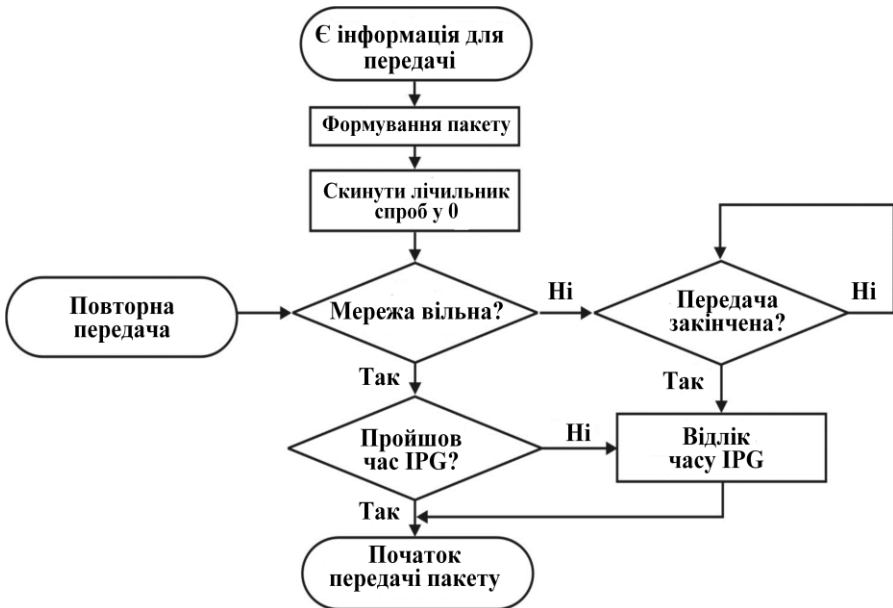


Рисунок 1.2 - Алгоритм початку передачі

Кількість повторів обмежено 16 спробами. Тому лічильник скидається в нуль. Якщо відбувається повторна передача. Ми переходимо на блок «Повторна передача».



Рисунок 1.3 - Алгоритм передачі пакету

Після передачі кожного біта перевіряємо є колізія чи ні. Якщо є то сигнал-пробка і перевірка лічильника спроб (16). Якщо менше 16, то повторна передача. Обчислення затримки повтору передачі. Затримка обчислюється по формулі:

$$\text{RAND}(0, 2 \min(N, 10)) \cdot ST, \quad (1.1)$$

Де N - значення лічильника спроб; $\text{RAND}(a, b)$ — генератор випадкових нормально розподілених цілих чисел в діапазоні $a \dots b$, включаючи крайні значення; ST — квант часу, рівний 512 БТ; максимальна затримка дорівнює 1024 ST (524788 БТ). (так як N до 10) (затримка обчислюється як випадкове число в діапазоні від 0 до $2N$, (з кожною наступною спробою діапазон затримок збільшується в 2 рази) і множиться на квант часу = 512 вт) (поки кількість спроб = 10).

У реальній мережі зазвичай 2-3 повтору, якщо мережа перевантажена (велика інтенсивність обміну) то може бути 4-5.

Як відрізнити, що кадри зіткнулися і пакет прийнятий неправильний. Маємо 3 ознаки. Ознаки спотвореного колізією кадру:

- кадр має довжину, меншу мінімально допустимого розміру 512 БТ (карликовий кадр) - якщо колізія сталася до 480-го біта кадру; (зіткнення на самому початку пакета, тому кадр невеликої + враховуємо сигнал-пробку 32 бт) (спрацьовує не завжди, тоді інший критерій);

- кадр має неправильну контрольну суму - якщо колізія сталася після 480-го біта кадру, то сигнал-пробка (32 біта) грає роль контрольної суми; (порівняння контрольної суми. Якщо неправильне - відкидається) (з мільярдної ймовірністю контрольна сума не співпадає з сигналом-пробкою);

- кадр має довжину, не рівну цілому числу байт, - якщо колізія сталася в середині одного з переданих байтів. (саме довжина кадру тільки ціле число байт).

1.2 Область колізій

Приклад формування домену колізій (рис.1.4):

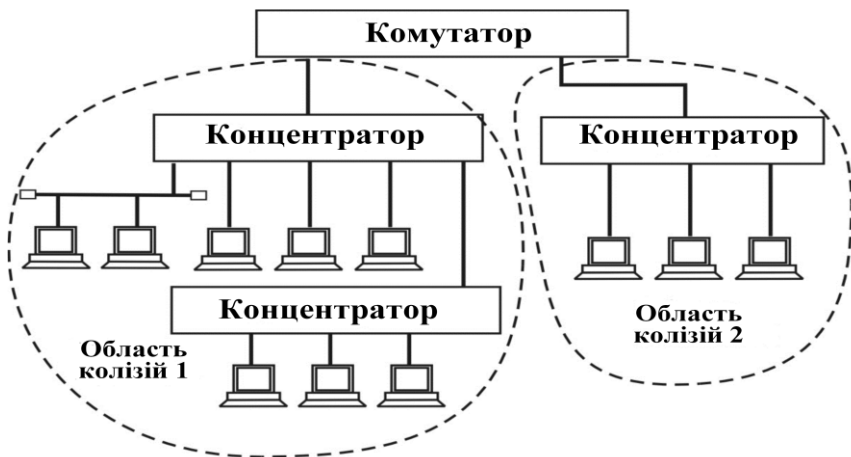


Рисунок 1.4 - Область коллизии (Collision Domain)

Класи концентраторів (рис.1.5):

- клас II — простий, більш швидкий, без кодування і декодування, без можливості управління (Ethernet, Fast Ethernet);
- клас I — складний, більш повільний, з кодуванням і декодуванням, з можливістю управління (тільки Fast Ethernet).

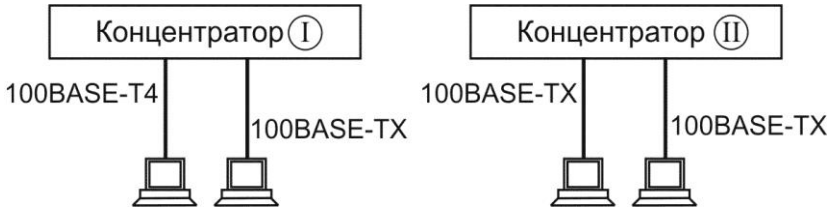


Рисунок 1.5 - Класи концентраторів

Наведемо граничний розмір області колізій. Ethernet (10 Мбіт/с):

- гранична подвійна затримка (ST) $512 \text{ BT} = 51,2 \text{ мкс}$;
- одинарна затримка в кабелі $= 25,6 \text{ мкс}$;
- гранична довжина кабелю $= 25,6 \text{ мкс} / 4 \text{ нс} = 6,4 \text{ км}$;

Fast Ethernet (100 Мбіт / с):

- гранична подвійна затримка (ST) $512 \text{ BT} = 5,12 \text{ мкс}$;
- одинарна затримка в кабелі $= 2,56 \text{ мкс}$;
- гранична довжина кабелю $= 2,56 \text{ мкс} / 4 \text{ нс} = 640 \text{ м}$;

Gigabit Ethernet (1000 Мбіт / с):

- гранична подвійна затримка (ST) $512 \text{ BT} = 0,512 \text{ мкс}$;
- одинарна затримка в кабелі $= 0,256 \text{ мкс}$;
- гранична довжина кабелю $= 0,256 \text{ мкс} / 4 \text{ нс} = 64 \text{ м}$.

Допустимі розміри мережі Ethernet визначаються:

- обмеження на довжину кабельного сегмента, пов'язані з загасанням і перекручуванням форми сигналу: 10Base5 - 500 м і правило "5-4-3", 10Base2 - 185 (300) м і правило "5-4-3", 10BaseT / 100BaseTX / 100BaseT4 - 100 м;
- обмеження на кількість вузлів в домені колізій: не більше 1024;
- обмеження на кількість повторювачів між будь-якою парою вузлів: Ethernet - 4, Fast Ethernet - 1 або 2, Gigabit Ethernet – 1;

– обмеження на розмір домену колізій, пов'язані з часом поширення сигналу між кінцевими вузлами мережі: час подвійного обороту для Ethernet, Fast Ethernet і Gigabit Ethernet не повинно перевищувати 512 bt та для Gigabit Ethernet (якщо використовується одномодове волокно) - 2048 bt.

Для мереж на мідних кабелях - досить виконати перші три умови.

1.3 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 1.6 та в таблиці 1.1 (значення затримок) наведено приклад, який відображає метод знаходження шляху максимальної довжини Ethernet.

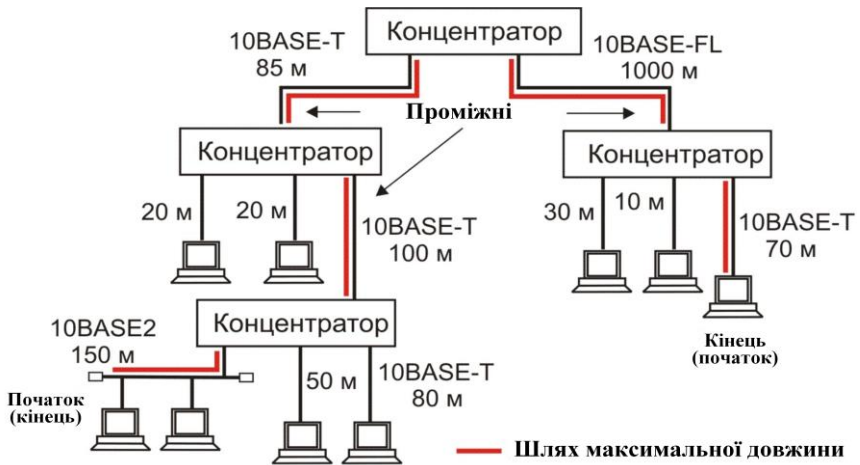


Рисунок 1.6 - Шлях максимальної довжини Ethernet

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:

$$PDV_1 = t_0 + L \cdot t_1 = 11,8 + 150 \cdot 0,087 = 24,85 \text{ ВТ}$$

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

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

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

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

$PDV = \sum PDV_s = 24,85 + 53,3 + 51,6 + 133,5 + 172,9 = 436,15 \text{ ВТ} \leq 512 \text{ ВТ}$, 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 $\Delta IPG = \sum \Delta IPG_s \leq 49 \text{ ВТ}$.

Враховуються тільки початковий і проміжні сегменти шляху. Кінцевий сегмент не враховується. Розглянемо на прикладі формування мереж максимальної довжини (рис.1.7).

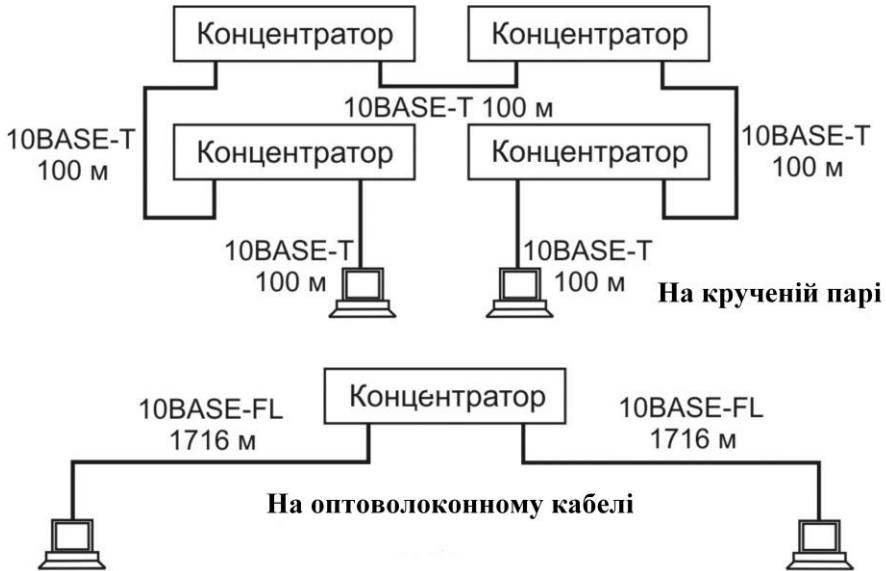


Рисунок 1.7 – Мережі максимальної довжини

Оптоволокно, особливо одномодовое, 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 Mbit / c)

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 (ВТ)
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 ВТ;
- два кабельних сегмента по 100 м і шнур між повторювачами (5 м) - $(100 + 100 + 5) \times 1,112 \text{ ВТ} = 227,96 \text{ ВТ}$;

– два повторювача TX класу II – $2 \times 92 \text{ ВТ} = 184 \text{ ВТ}$.

Разом: $100 \text{ ВТ} + 227,96 \text{ ВТ} + 184 \text{ ВТ} = 511,96 \text{ ВТ} < 512 \text{ ВТ}$ - 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 - декілька сегментів 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 - декілька сегментів - 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 - декілька сегментів на UTP категорії 5, декілька сегментів - 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 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 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, типи кабелю - UTP категорії 3 та 5). 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 - декілька сегментів 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 3). 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 - декілька сегментів на UTP категорії 3 та декілька сегментів - 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 сегменту 100 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 сегменту 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 - декілька сегментів 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 - декілька сегментів - 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 - декілька сегментів на UTP категорії 5, декілька сегментів - 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 сегменту 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 сегменту 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 3 та 5). 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 - декілька сегментів 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 3). 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 - декілька сегментів на UTP категорії 3 та декілька сегментів - 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 сегменту 100 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 сегменту 50 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 - декілька сегментів на UTP категорії 3). Навести схему мережі.

1.7 Зміст письмового звіту

- наведене виконання завдання 1;
- наведене виконання завдання 2;
- відповіді на контрольні питання.

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 САМОСТІЙНА РОБОТА № 2

Розрахунок MTU

Мета: отримати базові навички проведення розрахунків для отримання бажаного розміру MTU при передачі пакетів між мережами, які побудовані за різними технологіями канального рівня.

Примітка. MTU (Maximum Transmission Unit - максимальна одиниця передачі).

2.1 Загальні відомості

MTU - максимальний розмір пакета даних, який може бути переданий за один фізичний кадр по протоколу TCP / IP. При установці нового з'єднання два віддалених комп'ютера повинні узгодити між собою розмір кадру. Окрім того, по дорозі до місця призначення, пакет долає цілий ряд проміжних серверів і маршрутизаторів, настройки MTU яких можуть бути абсолютно різними. Тому занадто великий пакет в мережі буде фрагментуватися і заповнюватися «повітрям», «баластом», що негативно позначиться на ефективності зв'язку. Якщо провайдер має установки MTU = 576, а у вас в Windows задано MTU = 1500, то кожний пакет буде розбиватися на три по 576 байт: $576 + 576 + 576 = 1728$ - тобто, 228 байт баласту будуть додаватися до кожного пакету. Але навіть якщо провайдер теж має MTU = 1500, то при зв'язку з віддаленим сервером цілком може бути задіяний маршрутизатор з меншим значенням MTU і пакети знову-таки фрагментуватимуться, сповільнюючи передачу даних. Цю ситуацію рятує включена в «Windows», за замовчуванням, функція автоматичного визначення MTU - «PMTU Discovery» або «MTU Auto Discovery». Але процедура обчислення MTU для кожного з'єднання вимагає багато часу, що може затримувати роботу при передачі невеликих файлів. Окрім того, у разі неузгодження ваших параметрів з параметрами провайдера, ця функція навряд чи вам допоможе. Звичайно, існують загальноприйняті стандарти для даного параметра, так, наприклад, для Ethernet MTU = 1500 байт, для SLIP - 1006, для PPPoE - 1492, для PPP, тобто модемного зв'язку з Інтернетом - 576. Але на ділі ваш провайдер може вибрати відмінне від цих значень число,

виходячи з того, що йому це з якихось причин зручніше. Ми ж в результаті або не завантажуюмо свій канал зв'язку повністю, відправляючи кадри меншого розміру, ніж це дозволяє провайдер і сервери, або навпаки, наші установки перевищують необхідне значення, і великі пакети йдуть фрагментованими і це ще більше знижує можливості лінії зв'язку.

Кожен пакет даних в дійсності складається з декількох сегментів - заголовка і фактичних даних.

Формат стандартного заголовку IP-пакету (на прикладі протоколу IPv4) наведено на рисунку 2.1.

4 біта Номер версії	4 біта Довжина заголовку	8 біт Тип сервісу					16 біт Загальна довжина							
		PR	D	T	R									
16 біт Ідентифікатор пакету							3 біта флаги		13 біт Зсув фрагменту					
							DF	MF						
8 біт Час життя (TTL)		8 біт Протокол верхнього рівня					16 біт Контрольна сума							
32 біти IP-адреса джерела														
32 біти IP-адреса приймача														
Поле параметрів														

Рисунок 2.1 – Структура заголовку IP-пакету

Поле **номер версії** займає 4 біта і ідентифікує версію протоколу IP. Зараз використовується версія 4 (IPv4), але часто зустрічається і нова версія (IPv6).

Довжина заголовка IP-пакета займає 4 біта і вимірюється в 32-бітових словах. Зазвичай заголовок має довжину в 20 байт (п'ять 32-бітових слів). Найбільша довжина заголовка складає 60 байт.

Тип сервісу (Type of Service, ToS) - байт диференційованого обслуговування, або DS-байт. Зберігає ознаки, які відображають вимоги до якості обслуговування пакета. Перші три біти - значення

пріоритету пакета: від найнижчого - 0 до найвищого - 7. Наступні три біта - критерій вибору маршруту. Якщо біт D (Delay - затримка) встановлений в 1, то маршрут вибирається з мінімізацією затримки доставки пакету, якщо встановлено в 1 біт T (Throughput - пропускна здатність) - для максимізації пропускної здатності, а біт R (Reliability - надійність) - для максимізації надійності доставки. Решта - два біти, мають нульове значення.

Поле загальної довжини займає 2 байти і характеризує загальну довжину пакета з урахуванням заголовка і поля даних. Максимальна довжина пакета обмежена розрядністю поля, яка визначає цю величину - 65535 байт. Залежить від максимальної довжини пакета протоколу нижнього рівня. Якщо це кадри Ethernet, то вибираються пакети з максимальною довжиною 1500 байт.

Ідентифікатор пакету займає 2 байти і використовується для розпізнавання пакетів, при фрагментації вихідного пакета. Всі фрагменти одного пакету повинні мати однакове значення цього поля.

Флаги займають 3 біта і містять ознаки, пов'язані з фрагментацією. Встановлений в 1 біт DF (Do not Fragment - не фрагментований) забороняє маршрутизатора фрагментувати даний пакет, а встановлений в 1 біт MF (More Fragments - більше фрагментів) говорить про те, що даний пакет є проміжним (не останнім) фрагментом. Біт, який залишився - зарезервований.

Поле зсуву фрагмента займає 13 біт і задає зсув у байтах поля даних цього фрагмента відносно початку поля даних вихідного не фрагментованого пакета. Використовується при складанні/розбиранні фрагментів пакетів. Зміщення повинно бути кратним 8 байтам.

Поле часу життя (Time To Live, TTL) - 1 байт, задає граничний термін, протягом якого пакет може переміщатися по мережі. Час життя пакету вимірюється в секундах і задається джерелом пакетів.

Поле протоколу верхнього рівня - один байт - ідентифікатор, який вказує, якому протоколу верхнього рівня належить інформація, яка розміщена в полі даних пакета. Значення ідентифікаторів для протоколів (RFC 1700), за адресою <http://www.iana.org>. 6 - в пакеті знаходиться повідомлення TCP, 17 - повідомлення UDP, 1 - повідомлення ICMP.

Контрольна сума заголовка -2 байти, розраховується тільки по заголовку.

Поля IP-адрес джерела і приймача мають довжину - 32 біта.

Поле параметрів - необов'язково і використовується тільки при налагодженні мережі. Так як число підполів в полі параметрів може бути довільним, то в кінці заголовка має бути додано декілька нульових байтів для вирівнювання заголовка пакета по 32-бітній границі.

Та частина пакету, в якій містяться тільки фактичні дані, називається MSS (Maximum Segment Size) - це ще один параметр протоколу TCP, що визначає найбільший сегмент даних TCP, які можуть бути передані за один раз.

Тобто, $MTU = MSS + \text{заголовки TCP/IP}$. У реєстрі MSS задається так: **HKEY_LOCAL_MACHINE \ System \ CurrentControlSet \ Services \ VxD \ MSTCP "DefaultMSS" = "ваше число"**.

Для заголовка теж є загальноприйнятий розмір - це 40 байт (20 байт IP і 20 байт TCP), зазвичай $MSS = MTU - 40..$

З цієї причини у визначенні оптимального розміру MTU є деякі тонкощі.

Давайте на прикладі розглянемо передачу даних при різному розмірі MTU по широкосмуговій лінії T1 (пропускна здатність $T1 = 1544000 \text{ bits/sec}$), використовуючи наступну формулу: $[(MSS + \text{заголовок}) * 8 \text{ бітів / байт}] / [1544000 \text{ біт / sec}] = \text{затримка на один хоп}$ (на кожен комп'ютер в мережі при передачі нашого пакета).

Використовуючи в цій формулі різні величини MTU, ми можемо обчислити затримку одного пакета. Якщо $MTU = 1500$, тоді: $(1460 + 40) * 8 / 1544000 = 0.7772 \text{ ms}$. Якщо ж $MTU = 576$, то: $(536 + 40) * 8 / 1544000 = 0.2924 \text{ ms}$. Припустимо, що при передачі пакету зустрічається 10 серверів (хопов), тоді при $MTU = 1500$ отримаємо затримку 7.772 ms , а при $576 - 2.924 \text{ ms}$ - різниця досить помітна - очевидно, якщо пакети менші за розміром, то вони передаються швидше (через обмеження продуктивності лінії). Однак не все так просто.

Використовуючи ту ж формулу порахуємо, за який проміжок часу буде переданий файл розміром 1Mb за тією ж широкосмуговою лінією T1. Один мегабайт дорівнює 1024 KB і дорівнює 1048576 байтам. Якщо $MTU = 1500$, то, як ми з'ясували, затримка на один хоп складе 0.7772 ms . Скільки при цьому знадобиться послати пакетів? $1 \text{ Mb} / MSS = 1048576 / 1460 = 718.2$, або всього потрібно 719 ефективних пакетів, щоб передати 1 мегабайт. Далі, множимо 719 пакетів на

0.7772 ms, отримуємо 558.8068 ms, або 5.588 секунд затримки на один хоп. Якщо ж ми передаємо свій файл через 10 хопів (ситуація зустрічаються частіше, ніж коли через один), то отримуємо 55.88 сек - час, який ми (вірніше, провайдер, який має лінію T1) витратили на передачу файлу в 1Mb при ідеальному зв'язку. Якщо ж MTU = 576, тоді: $1 \text{ Mb} / \text{MSS} = 1048576 / 536 = 1956.3$, або потрібно 1957 пакетів, щоб передати 1 мегабайт. Далі, множимо кількість пакетів на затримку кожного з них: $1957 * 0,2924 = 572,2268 \text{ ms}$, або 5,722 секунди на один хоп. Ну і відповідно на 10 хопів доведеться витратити 57,22 секунд. Як бачимо, через те, що при використанні великих пакетів передається менше заголовків, реальна швидкість передачі файлу виходить вище.

Для того, щоб передати 1 мегабайт при використанні MTU = 1500, доводиться пересилати ще й «додаток» заголовків з 28760 байтів, тоді як при використанні MTU = 576 отримуємо аж $1957 * 40 = 78,280$ байтів, тобто додаткові 49520 байт заголовків на кожен мегабайт корисної інформації. Для нашої 10-хопової передачі це виливається в зайвих 1,34 секунди при передачі кожного мегабайту навіть при швидкому зв'язку. Ця різниця, можливо, буде ще трохи вище на практиці, оскільки сучасні реалізації TCP / IP використовують більші за розміром заголовки.

Якщо ж провести аналогічні розрахунки для модемного зв'язку на швидкості 33600, то отримаємо, що для передачі мегабайту інформації на відстань одного хопу, тобто безпосередньо вашому провайдеру, буде витрачено в ідеалі 256 секунд при MTU = 1500 і 268 секунд при MTU = 576. Різниця на одному переході 12 секунд або близько 5%! Але не слід забувати, що ці цифри вийдуть за умови відсутності фрагментації пакетів, тобто якщо у провайдера MTU = 1500. Якщо ж це не так, то, зрозуміло, більший, ніж потрібно, пакет буде фрагментуватися - розбиватися на декілька пакетів і навіть розбавлятися «повітрям», і зв'язок погіршиться на 10-50%.

Таким чином, логічним вважається, що великі пакети в підсумку все-таки краще, і якщо провайдер налаштував свої сервери і маршрутизатори на великі пакети, то треба прагнути використовувати це повністю, але не забувати і про те, що в Інтернеті зустрічаються сервери з MTU = 576. Тим не менш, якщо чиста продуктивність не є остаточною метою, то менші пакети будуть більш «швидкими», оскільки вони вимагають менше часу для своїх подорожей по мережі.

В Інтернеті при проходженні пакетів, ймовірно, зустрінуться різні сервери з різними настройками, але для початку все-таки бажано визначити оптимальне значення MTU при зв'язку тільки з вашим провайдером, оскільки саме воно може надати вирішальне значення при оптимізації вашого доступу в мережу.

При підключенні до Інтернету в термінальному режимі – іноді, при здійсненні реєстрації користувачем, в одному з рядків з'являється рекомендоване значення MTU.

Для ручного визначення MTU досить використовувати стандартну утиліту ping:

PING -f -l yuyu xxx.xxx.xxx.xxx -n 10,

де «xxx.xxx.xxx.xxx» - IP-адреса тестованого сервера, «-l» (англійська літера «ель», а не одиниця), yuyu - розмір буфера відправки (MTU) від 576 до 1492 байт (наприклад 1500 = 1472 + 28, де 1472 - розмір неподільного пакету, 28 = 20 байт заголовок IP + 8 байт ICMP. для Ethernet MTU = 1500 байт, для SLIP - 1006, для PPPoE -1492, для PPP (модемного зв'язку) - 576.

Таким чином можна вручну підібрати найбільш відповідне значення MTU для вашого з'єднання. Припустимо ми визначили, що для нас оптимальним є розмір буфера відправки рівний 1500.

Додаємо необхідні дані до реєстру.

Значення MTU

HKEY_LOCAL_MACHINE\ System \ CurrentControlSet \ Services \ Class \ NetTrans \ 000x "MaxMTU" = "1500"

HKEY_LOCAL_MACHINE\ System \ CurrentControlSet \ Services \ VxD \ MSTCP

MSS (розмір корисних даних) = ab.1 & 6mb.co & m & ab.16mb.com MTU – 40 "DefaultMSS" = "1460"

HKEY_LOCAL_MACHINE\ System \ CurrentControlSet \ Services \ VxD \ MSTCP

Розмір буфера, в якому накопичується вміст області даних (MSS) декількох отриманих пакетів, перш ніж передається далі, наприклад, в браузер. Розмір RWIN обов'язково повинен бути кратний MSS і зазвичай для кращої ефективності модемного з'єднання рекомендується його встановлювати рівним 4-8 MSS. Проте надмірно великий розмір буфера також небажаний, особливо на поганих лініях - при втраті всього одного пакета в разі збою на лінії буде повторно

затребуваний не один втрачений пакет, а всі пакети з цього буфера, що займе деякий час - $1460 * 4 = 5840$ "DefaultRcvWindow" = "5840"

2.2 Приклад проведення розрахунків

Вирішимо задачу на встановлення максимального розміру бази даних, яку можна передати за встановлений час, при використанні різних протоколів транспортного рівня.

Приклад. Нехай через зовнішній сегмент комп'ютерної мережі необхідно копіювати базу даних. Середня швидкість передачі 1 біта = 0,5 мкс, MTU=274 В. Який максимальний розмір (точно) БД можливо передати за 2 хвилини? Яка при цьому буде технічна (R_t) та інформаційна швидкості (R_i)? Маємо заголовки канального рівня = 26В, заголовок IP, UDP, TCP дорівнюють відповідно 24, 8, 24 В. Для спрощення вважаємо, що 1GB=1000MB, 1MB=1000KB.

Вирішення. Переводимо час в секунди $T = 120\text{с}$.

Швидкість R_t в біт/с дорівнює $1 \text{ біт/с} / 0,5 \text{ мкс} = 2\text{Мб/с}$.

Об'єм даних $V_t = T * R_t = 120\text{с} * 2\text{Мб/с} = 240\text{Мбіт} = 30 \text{ Мбайт}$.

$MSS_{UDP} = 274 - 24 - 8 = 242$ байти. $MSS_{TCP} = 274 - 24 - 24 = 226$ байт.

Знаходимо обсяг переданих даних з урахуванням тільки інформаційної складової:

- за UDP – 30 МБ - 300Б (MTU+26 В – загол.канал.уровня);
X МБ - 242 Б (MSS_{UDP}); $V_{UDP} = 24,2 \text{ МБ}$;
- за TCP – 30 МБ - 300Б (MTU+26В – загол.канал.уровня);
X МБ - 226 Б (MSS_{TCP}); $V_{TCP} = 22,6 \text{ МБ}$;
- максимальний розмір БД - $V = 24,2 \text{ МБ}$;
- затримка на 1 кадр $300 * 8 / 2\text{Мб/с} = 0,0012 \text{ с}$;
- $R_i = MSS_{UDP} / 0,0012 = 242 * 8 / 0,0012 = 1,61 \text{ Мб/с}$;
- $R_i = MSS_{TCP} / 0,0012 = 226 * 8 / 0,0012 = 1,51 \text{ Мб/с}$;
- кіл-ть кадрів - $T / 0,0012 = 120 / 0,0012 = 100000$ кадрів;

Перевірка. UDP = 24,2 МБ/242Б = 100000 кадрів. TCP = 22,6 МБ/226Б = 100000 к.

2.3 Завдання для проведення розрахунків

Самостійно визначити параметри для вирішення своєї задачі та навести її розв'язання скориставшись, наведеними умовами:

- середня швидкість передачі 1 біта дорівнює $0, X$ мкс, де X – остання цифра вашої залікової книжки (нуль змінюємо на 5);
- MTU дорівнює XYZ байт, де XYZ – три останні цифри вашої залікової книжки (нулі змінюємо на одиниці);
- час передачі дорівнює T хвилин де T – друга з кінця цифра вашої залікової книжки (нуль змінюємо на 3);
- заголовок канального рівня дорівнює 24 байти;
- заголовки IP, UDP, TCP дорівнюють відповідно 20, 8 та 20 байт.

2.4 Зміст письмового звіту

- визначені та наведені умови вашої задачі;
- покрокове розв’язання задачі, згідно визначених умов;
- відповіді на контрольні питання.

2.5 Контрольні питання

1. Визначення та процедура обчислення MTU.
2. Різниця між MTU та MSS.
3. Загальноприйняті стандарти MTU для різних технологій канального рівня.
4. Структура заголовку IP-пакету.
5. Ручне визначення MTU. Зміни в реєстрі.

3 САМОСТІЙНА РОБОТА № 3

IP-адресація

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

3.1 Загальні відомості

IP-адреси являють собою основний тип адрес, на підставі яких мережеский рівень передає пакети між мережами.

Мережеску адресу встановлює користувач (адміністратор) або вона призначається динамічно, протоколом DHCP з діапазону виділених адрес.

Мережеска адреса має бути достатньо довгою (в IP-мережах версії IPv4 вона містить 32 біта (4 байти)), що дорівнює $2^{32} = 4294967296$ та ієрархічною (на відміну від MAC-адрес інтерфейсів).

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: А, В, С, D та Е. Для унікальної адресації вузлів використовуються тільки три перших класи адрес.

В адресі класу А 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 В 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 С 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 широкомовлення в межах поточної (зазвичай локальної) мережі - 255.255.255.255;

- адреси, в яких вказана мережа, але з усіма одиницями в поле номера хоста, забезпечують широкомовлення 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 тих розрядах, які повинні в IP-адресі інтерпретуватися як номер мережі. Оскільки номер 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 B, 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).

Маршрутизатор, отримавши пакет, з адресою призначення отримує адресу мережі, яку реалізує шляхом логічного множення мережевої адреси вузла на маску. Безперервна послідовність одиниць в старших розрядах маски задає число розрядів адреси, які відносяться до номера мережі. Молодші розряди маски, що дорівнюють 0, відповідають розрядам адреси 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.

VLSM дають можливість задіяти більше ніж одну маску підмережі в межах виділеного адресного простору мережі.

Наприклад, для формування мереж по 30 вузлів у кожній потрібно 27 розрядів маски, які містять одиниці, а для створення мережі, яка з'єднає пару маршрутизаторів ("точка-точка"), потрібно всього дві адреси, маска повинна мати 30 безперервних одиниць. При цьому частина адресного простору може бути використана для створення мереж по 30 вузлів, а частина незайнятих адрес - для формування пар адрес при створенні 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.

3.2 Приклади вирішення завдань

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

Для наведених адрес маємо:

– 201.10.255.0 – клас C, адреса мережі;

- 190.195.0.255 – клас В, адреса вузла;
- 9.255.255.255 – клас А, ширококомовна адреса;
- 10.10.255.0 – клас А, адреса вузла;
- 134.11.255.255 – клас В, ширококомовна адреса;
- 252.250.0.255 – клас Е, зарезервована адреса;
- 194.18.144.25 – клас С, адреса вузла;
- 129.77.0.0 – клас В, адреса мережі;
- 237.101.5.0 – клас D, групова 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 ширококомовна адреса) = 30.

Отримаємо діапазон адрес даної мережі:

- адреса першого вузла - 210.56.78.193;
- адреса останнього вузла - 210.56.78.222;
- ширококомовна 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 - ширококомовна 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 адміністратору виділена адреса мережі класу С (дорівнює 198.11.163.0) і йому 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 бути задати 16 підмереж по 14 вузлів у кожній. З 16 підмереж адміністратор використовує 10, а решта 6 використовуватися не будуть (резервні). У практичних випадках мережі формуються з різною кількістю вузлів в мережі.

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 – широкомовна 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 – широкомовна адреса;
- **200.33.224.128/26** – третя на 62 вузли (виділяємо на 50 вузлів);
- 200.33.224.129-200.33.224.190 – діапазон;
- 200.33.224.191 – широкомовна адреса;
- **200.33.224.192/26** – підмережа на 62 вузли (цю ділимо далі по 10 вузлів).

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

- **200.33.224.192/28** – четверта на 16 вузлів (виділяємо на 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 (виділяємо на 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 (виділяємо на 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 (цю ділимо далі по 2 вузли).

Після збільшення маски на 1 біт (**200.33.224. 1111 |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 – ширококомовна адреса;
- **200.33.224.252/30** – дев'ята на 2 вузли;
- 200.33.224.253-200.33.224.254 – діапазон;
- 200.33.224.255 – ширококомовна адреса.

Таким чином отримали 9 підмереж із різною кількістю вузлів.

3.3 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; 33.22.120.0; 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; 127.112.0.0; 136.12.0.0; 33.7.0.255; 195.12.255.0; 232.255.255.0; 17.0.0.255; 195.24.54.255; 23.25.255.255; 144.22.255.255; 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. 2

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;
19.192.77.255; 192.65.255.255; 39.175.255.255; 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;
11.0.0.0; 199.9.255.255; 136.12.0.0; 189.14.255.255; 123.18.0.0;
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;
94.18.2.0; 118.0.255.255; 33.22.120.0; 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; 116.11.2.0; 13.13.13.13; 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; 133.9.62.0; 225.0.0.255; 196.7.1.0; 13.180.255.255; 164.81.0.0; 190.190.255.255.

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; 123.65.255.255; 209.175.255.255; 13.12.255.255; 198.112.0.0; 179.0.0.0; 224.255.255.0.2

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;

11.0.0.0; 199.9.255.255; 136.12.0.0; 189.14.255.255; 123.18.0.0; 232.255.255.255.

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.

3.4 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.

3.5 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 для вашого підприємства, сформуєте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

2. Маючи адресу 15.224.0.0/14 для вашого підприємства, сформуєте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

3. Маючи адресу 11.201.192.0/22 для вашого підприємства, сформуєте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

4. Маючи адресу 202.128.0.0/10 для вашого підприємства, сформуєте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

5. Маючи адресу 188.12.240.0/20 для вашого підприємства, сформуєте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

6. Маючи адресу 145.248.0.0/14 для вашого підприємства, сформуєте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

7. Маючи адресу 219.112.0.0/12 для вашого підприємства, сформуєте 8 підмереж.

8. Маючи адресу 156.7.224.0/19 для вашого підприємства, сформуєте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

9. Маючи адресу 119.223.32.0/21 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

10. Маючи адресу 206.208.0.0/13 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

11. Маючи адресу 29.17.251.128/26 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж.

12. Маючи адресу 214.96.0.0/11 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

13. Маючи адресу 11.128.0.0/10 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

14. Маючи адресу 105.13.224.0/21 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

15. Маючи адресу 95.252.0.0/15 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

16. Маючи адресу 177.32.64.0/18 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

17. Маючи адресу 52.174.21.0/25 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

18. Маючи адресу 21.24.0.0/14 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

19. Маючи адресу 51.12.0.0/15 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

20. Маючи адресу 71.13.48.0/20 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

21. Маючи адресу 111.14.64.0/18 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

22. Маючи адресу 212.80.0.0/12 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

23. Маючи адресу 199.120.0.0/13 для вашого підприємства, сформуйте 8 підмереж, визначить кількість вузлів.

24. Маючи адресу 111.201.208.0/20 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

25. Маючи адресу 146.200.0.0/14 для вашого підприємства, сформуйте 16 підмереж, визначить кількість вузлів.

3.6 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 для підприємства, 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.

2. Маючи адресу 135.13.254.0/23 для підприємства, 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.

3. Маючи адресу 150.129.240.0/21 для підприємства, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 300 вузлів, 1 на 150 вузлів, 1 на 80 вузлів, 1 на 840 вузлів та 3 на 10 вузлів. Наведіть структурну схему.

4. Маючи адресу 201.222.128.0/19 для підприємства, 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.

5. Маючи адресу 115.22.252.0/23 для підприємства, 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.

6. Маючи адресу 195.33.192.0/21 для підприємства, 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 вузлів. Наведіть структурну схему.

7. Маючи адресу 114.213.248.0/22 для підприємства, 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 для підприємства, 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 для підприємства, 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 для підприємства, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 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 для підприємства, 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 для підприємства, 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 для підприємства, 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 для підприємства, 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 для підприємства, сформууйте необхідну кількість підмереж для структури: 3 мережі на 300 вузлів, 1 на 150 вузлів, 1 на 80 вузлів, 1 на 840 вузлів та 3 на 10 вузлів. Наведіть структурну схему.

16. Маючи адресу 111.45.192.0/19 для підприємства, 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.

17. Маючи адресу 88.33.248.0/23 для підприємства, 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 для підприємства, 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 вузлів. Наведіть структурну схему.

19. Маючи адресу 95.146.224.0/22 для підприємства, сформуйте 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 для підприємства, сформуйте 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 для підприємства, 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.

22. Маючи адресу 214.15.240.0/21 для підприємства, сформуйте необхідну кількість підмереж для структури: 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 для підприємства, сформуйте 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 для підприємства, сформуйте 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.

25. Маючи адресу 69.145.160.0/19 для підприємства, 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.

3.7 Зміст письмового звіту

- наведене виконання завдання 1;
- наведене виконання завдання 2;
- наведене виконання завдання 3;
- наведене виконання завдання 4;
- загальні висновки за теоретичними питаннями по роботі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Одом, Уэнделл. Официальное руководство по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND1 / Уэнделл Одом. – 2-е изд.: Пер. с англ. – М.; ООО “И. Д. Вильямс”, 2010. – 672 с. – ISBN 978-5-8459-1439-2.
2. Одом, Уэнделл. Официальное руководство по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA ICND2 / Уэнделл Одом. – 2-е изд.: Пер. с англ. – М.; ООО “И. Д. Вильямс”, 2012. – 736 с. – ISBN 978-5-8459-1442-2.
3. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. / В.Г. Олифер, Н.А.Олифер. // Учебник для вузов. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 944с.: ил.
4. Спортак Марк. Компьютерные сети и сетевые технологии: Пер. с англ./ Марк Спортак, Френк Паппас. – К.; ООО «ТИД «ДС», 2002. – 736 с.
5. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. / Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.