

Практична робота 7

ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ІР-ПІДМЕРЕЖ ВЕРСІЇ 4

Мета заняття: ознайомитися із загальними принципами організації ІР-підмереж при застосуванні ІР-адресації версії 4; ознайомитися з методиками розбиття ІР-мереж на підмережі, методиками розрахунків параметрів мереж/підмереж та методиками агрегації мереж/підмереж; отримати практичні навички аналізу, визначення та розрахунку параметрів підмереж.

Теоретичні відомості

Загальні принципи організації ІР-підмереж

Структурно ІР-адреса версії 4 складається з двох частин: ІР-адреси мережі, до якої належить вузол та ІР-адреси вузла в цій мережі. Поділ ІР-адреси версії 4 на частини здійснюється з використанням класового і безкласового підходів (класової і безкласової адресації).

Для аналізу та розрахунку параметрів ІР-мережі за умови застосування класової ІР-адресації користуються залежностями, що описують довжини ІР-адреси та префікса в загальному вигляді:

$$N + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = N,$$

де N – кількість біт, які виділені для адресації ІР-мережі, для класів А, В, С це значення дорівнює 8, 16, 24 біта відповідно;

H – кількість біт, які виділені для адресації вузлів мережі для класів А, В, С це значення дорівнює 24, 16, 8 біт відповідно;

P – кількість біт класового префікса, для класів А, В, С це значення дорівнює 8, 16, 24 біта відповідно.

Для аналізу та розрахунку параметрів IP-мережі за умови застосування безкласової IP-адресації користуються залежностями, що описують довжини IP-адреси та префікса в загальному вигляді:

$$N + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = N,$$

$$0 \leq N \leq 32 \text{ біта},$$

$$0 \leq H \leq 32 \text{ біта},$$

$$0 \leq P \leq 32 \text{ біта},$$

де N – кількість біт, які виділені для адресації IP-мережі;

H – кількість біт, які виділені для адресації вузлів мережі;

P – кількість біт, які виділені для формування безкласового префікса мережі.

Граничні значення параметрів N , H , P мають спеціальне тлумачення. Зокрема, це стосується значень 0, 31, 32.

Поєднання класового і безкласового підходів дає можливість розбивати класову IP-мережу (Classful IP-Network) на підмережі.

Залежності, що описують довжину IP-адреси та префікса у загальному вигляді (за умови застосування як базової класової мережі та підмереж) наведені нижче:

$$N + S + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = N + S,$$

$$P + H = 32 \text{ біта},$$

де N – кількість біт, які виділені для адресації IP-мережі, для IP-мереж класів А, В, С це значення дорівнює 8, 16, 24 біта відповідно;

S – кількість біт, які виділені для адресації IP-підмереж;

H – кількість біт, які виділені для адресації IP-вузлів;

P – кількість біт, які виділені для формування префікса IP-підмережі.

Необхідно зазначити, що для розрахунків параметрів IP-підмереж класової IP-мережі обов'язково (явно чи неявно) повинні бути відомі два з чотирьох параметрів N, S, H, P.

Розбиття безкласових IP-мереж (Classless IP-Network) на підмережі проводиться аналогічно розбиттю класових IP-мереж.

Відмінності полягають лише у тому, що замість поняття кількості біт N, що зазначають номер мережі, вводиться поняття CIDR-префікса. CIDR-префікс також вказує, яка кількість біт IP-адреси є номером IP-мережі. Аналогом CIDR-префікса є CIDR-маска.

Залежності, що описують довжини IP-адреси, CIDR-префіксу та префіксу підмережі у загальному вигляді (за умови застосування як базової безкласової IP-мережі та IP-підмереж) наведені нижче:

$$C + S + H = 32 \text{ біта,}$$

$$P = C + S, P \geq C,$$

$$P + H = 32 \text{ біта,}$$

де C – кількість біт, які виділені для адресації IP-мережі (CIDR-префікс), може набувати значень від 0 до 32, практично граничні значення не застосовуються;

S – кількість біт, які виділені для адресації IP-підмереж;

H – кількість біт, які виділені для адресації IP-вузлів;

P – кількість біт, які виділені для формування префікса IP-підмережі.

Необхідно зазначити, що базову безкласову IP-мережу, яка містить набір IP-підмереж, досить часто позначають терміном «супермережа» (IP-Supernet).

Приклади розрахунку

Завдання 1.

Для заданої IP-адреси мережі 176.88.0.0 та маски 255.255.240.0 визначити кількість IP-підмереж, що входять у дану IP-мережу, та кількість вузлів (IP-адрес вузлів) однієї підмережі.

Розв'язок.

Як відомо, за умови використання підмереж застосовуються залежності, які описують довжини IP-адреси та префіксу у загальному вигляді:

$$N + S + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = N + S,$$

$$P + H = 32 \text{ біта}$$

Наведена в умові задачі адреса 176.88.0.0 належить до класу В, тому для адресації мережі виділяється $N = 16$ біт.

За таблицею відповідностей масок і префіксів (або шляхом розрахунку) можна визначити префікс. У нашому випадку масці 255.255.240.0 відповідає префікс /20, тобто, $P = 20$ біт.

Знаючи кількість біт префікса підмережі P , можна визначити кількість біт S , що виділяються для адресації підмереж, та кількість біт H , що виділяються для адресації вузлів, як:

$$S = P - N,$$

$$H = 32 - P.$$

Для нашого випадку $P = 20$ біт, отже:

$$S = 20 - 16 = 4 \text{ біта},$$

$$H = 32 - 20 = 12 \text{ біт}.$$

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^{P-N} - 2 \text{ або } K_{\text{підмереж}} = 2^S$$

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів) однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{(32-P)} - 2 \text{ або } K_{\text{вузлів}} = 2^H - 2$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^4 = 16.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{12} - 2 = 4096 - 2 = 4094.$$

Завдання 2.

IP-мережу 192.15.1.0 необхідно розбити на 8 однакових підмереж, в кожній з яких застосовується максимальна кількість вузлів. Визначити префікс та маску підмережі, кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які входять в одну підмережу та загальну кількість вузлів (IP-адрес вузлів) у всіх підмережах.

Розв'язок.

Як відомо, за умови використання підмереж застосовуються залежності, які описують довжини IP-адреси та префіксу у загальному вигляді:

$$N + S + H = 32 \text{ біта,}$$

$$P = N + S,$$

$$P + H = 32 \text{ біта}$$

Наведена в умові задачі IP-адреса 192.15.1.0 належить до класу C, тому для адресації мережі виділяється $N = 24$ біта.

Для визначення значення S при відомій кількості підмереж $K_{\text{підмереж}} = 8$ необхідно скористатися наступним підходом.

Формується число Y вигляду:

$$Y = K_{\text{підмереж}} - 1.$$

Для умов задачі число Y дорівнює:

$$Y = 8 - 1 = 7.$$

Отримане число Y переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$Y_{10} \rightarrow Y_2$$

Тобто:

$$7_{10} = 111_2.$$

Кількість біт в даному числі $S = 3$ і саме вони використовуються для нумерації підмереж.

Оскільки, на даному етапі відомі значення кількості біт, які виділені для адресації мережі N та кількості біт, які виділені для адресації підмереж S , то можна визначити префікс підмережі, як:

$$P = N + S,$$

Для нашого випадку $N = 24$, $S = 3$:

$$P = N + S = 24 + 3 = 27 \text{ біт.}$$

Префіксу /27 відповідає маска 255.255.255.224.

Також можна визначити кількість біт, які виділяються для адресації вузлів H , як:

$$H = 32 - N - S,$$

Для нашого випадку $N = 24$ біта, $S = 3$ біта:

$$H = 32 - 24 - 3 = 5 \text{ біт.}$$

Кількість вузлів однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^H - 2.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^5 - 2 = 32 - 2 = 30.$$

Оскільки відома кількість підмереж та кількість вузлів однієї підмережі, то загальна кількість вузлів у всіх підмережах розраховується як:

$$K_{\text{вузлів загальна}} = K_{\text{вузлів}} \times K_{\text{підмереж}}.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{вузлів загальна}} = 30 \times 8 = 240.$$

Завдання 3.

IP-мережу 172.16.0.0 необхідно розбити на підмережі так, щоб у кожній з них функціонувало 480 вузлів. Визначити префікс та маску підмережі, кількість

підмереж, точну кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які входять в одну підмережу та загальну кількість вузлів (IP-адрес вузлів) у всіх підмережах.

Розв'язок.

Як відомо, за умови використання підмереж застосовуються залежності, які описують довжини IP-адреси та префіксу у загальному вигляді:

$$N + S + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = N + S,$$

$$P + H = 32 \text{ біта}$$

Наведена в умові задачі адреса 172.16.0.0 належить до класу В, тому для адресації мережі виділяється $N = 16$ біт.

З умови відоме значення кількості вузлів. Це дає змогу визначити значення H . Для визначення H формується число X вигляду:

$$X = K_{\text{вузлів}} + 2 - 1.$$

Для умов задачі число X дорівнює:

$$X = 480 + 2 - 1 = 481.$$

Отримане число X переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$X_{10} \rightarrow X_2.$$

Тобто:

$$481_{10} = 111100001_2$$

Кількість біт у даному числі $H = 9$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Знаючи кількість біт N , що виділяються для адресації мережі, кількість біт H , що виділяються для адресації вузлів, можна визначити кількість біт S , що виділяються для адресації підмереж:

$$S = 32 - N - H,$$

Для нашого випадку $N = 16$ біт, $H = 9$ біт:

$$S = 32 - 16 - 9 = 7 \text{ біт}.$$

Префікс підмережі визначається як:

$$P = 32 - H.$$

Для нашого випадку $H = 9$ біт.

Отже:

$$P = 32 - 9 = 23 \text{ біта.}$$

Префікс відповідно має вигляд $/23$.

Знаючи префікс, маску підмережі можна визначити за таблицею відповідностей або шляхом розрахунку. У нашому випадку префіксу $/23$ відповідає маска $255.255.254.0$

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^{P-N} \text{ або } K_{\text{підмереж}} = 2^S.$$

Точна кількість вузлів (IP-адрес вузлів) однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{(32-P)} - 2 \text{ або } K_{\text{вузлів}} = 2^H - 2.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^7 = 128.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^9 - 2 = 512 - 2 = 510.$$

Оскільки відома кількість підмереж та кількість вузлів однієї підмережі, то загальна кількість вузлів у всіх підмережах розраховується як:

$$K_{\text{вузлів загальна}} = K_{\text{підмереж}} \times K_{\text{вузлів}}.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{вузлів загальна}} = 128 \times 510 = 65280.$$

Завдання 4.

IP-мережа $192.0.0.0$ розбивається на підмережі з використанням методу CIDR за умови, що CIDR-маска дорівнює $240.0.0.0$, а маска підмережі $255.192.0.0$. Визначити CIDR-префікс та префікс підмережі, кількість IP-підмереж, кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які входять в одну підмережу та загальну кількість вузлів (IP-адрес вузлів) у всіх підмережах.

Розв'язок.

Як відомо, при використанні методу CIDR для поділу мережі на підмережі використовуються наступні залежності, які описують довжини IP-адреси, CIDR-префіксу та префіксу підмережі у загальному вигляді:

$$C + S + H = 32 \text{ біта,}$$

$$P = C + S, P \geq C,$$

$$P + H = 32 \text{ біта}$$

CIDR-префікс та префікс підмережі можна визначити за таблицею відповідностей або шляхом розрахунку. У нашому випадку масці CIDR 240.0.0.0 відповідає CIDR-префікс /4, а масці підмережі 255.192.0.0 відповідає префікс підмережі /10. Тобто, $C = 4$ біта та $P = 10$ біт.

Знаючи кількість біт CIDR-префікса C та префікса підмережі P , можна визначити кількість біт S , які виділяються для адресації підмереж, та кількість біт H , які виділяються для адресації вузлів, як:

$$S = P - C,$$

$$H = 32 - P.$$

Для нашого випадку $P = 10$ біт, $C = 4$ біта, отже:

$$S = 10 - 4 = 6 \text{ біт,}$$

$$H = 32 - 10 = 22 \text{ біта.}$$

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^{P-C} \text{ або } K_{\text{підмереж}} = 2^S.$$

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів) однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{(32-P)} - 2 \text{ або } K_{\text{вузлів}} = 2^H - 2.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^6 = 64.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{22} - 2 = 4194304 - 2 = 4194302.$$

Оскільки відома кількість підмереж та кількість вузлів однієї підмережі, то загальна кількість вузлів у всіх підмережах розраховується як:

$$K_{\text{вузлів загальна}} = K_{\text{підмереж}} \times K_{\text{вузлів}}$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{вузлів загальна}} = 64 \times 4194302 = 268435328.$$

Завдання 5.

IP-мережу 176.88.0.0 розбити на підмережі, у кожній з яких функціонує 1000 вузлів. Для кожної з підмереж визначити такі параметри: IP-адресу підмережі, мінімальну і максимальну IP-адреси діапазону, що можуть використовуватися для адресації вузлів; широкомовну IP-адресу; префікс та маску підмережі.

Розв'язок.

Як відомо, при використанні підмереж використовуються наступні залежності, які описують довжини IP-адреси та префіксу у загальному вигляді:

$$N + S + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = N + S,$$

$$P + H = 32 \text{ біта}$$

Наведена в умові задачі адреса 176.88.0.0 належить до класу В, тому для адресації мережі виділяється $N = 16$ біт.

Для визначення значення H формується число X вигляду

$$X = K_{\text{вузлів}} + 2 - 1.$$

Для умов задачі число X дорівнює

$$X = 1000 + 2 - 1 = 1001.$$

Отримане число X переводиться з десяткової у двійкову систему числення

$$X_{10} \rightarrow X_2.$$

Тобто,

$$1001_{10} = 1111101001_2$$

Кількість біт в даному числі $N = 10$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Кількість біт, які виділяються для нумерації підмереж розраховується як

$$S = 32 - N - H.$$

Для нашого випадку $N = 16$, $H = 10$

$$S = 32 - 16 - 10 = 6 \text{ біт.}$$

Кількість біт, які виділяються для формування префікса підмережі розраховується як

$$P = N + S.$$

Для нашого випадку $N = 16$, $S = 6$

$$P = 16 + 6 = 22 \text{ біта.}$$

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^{P-N} \text{ або } K_{\text{підмереж}} = 2^S.$$

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів) однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{(32-P)} - 2 \text{ або } K_{\text{вузлів}} = 2^H - 2.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^6 = 64.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{10} - 2 = 1024 - 2 = 1022.$$

Фактична кількість вузлів в підмережі становить 1022 вузли і перевищує зазначену в умові кількість 1000 вузлів. На практиці доводиться використовувати фактичну кількість вузлів і коригувати умови завдання.

Для поділу мережі на підмережі виконується переведення вихідної IP-адреси мережі з десяткової у двійкову системи числення. Результат переведення та структура адреси мають вигляд

$$N=16 \text{ біт} \quad S=6 \text{ біт} \quad H = 10 \text{ біт}$$

10110000.01011000. **000000** 00.00000000

Параметри підмереж (IP-адресу підмережі, мінімальну та максимальну IP-адреси діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів, широкомовну IP-адресу) визначаються за методикою, яка аналогічна визначенню параметрів IP-мережі.

Результати поділу та визначення параметрів підмереж у двійковій та десятковій системах числення мають вигляд

Нульова	10110000.01011000. 00000000 .00000000	176.88.0.0
підмережа	10110000.01011000. 00000000 .00000001	176.88.0.1
	10110000.01011000. 000000 11.11111110	176.88.3.254
	10110000.01011000. 000000 11.11111111	176.88.3.255
Перша	10110000.01011000. 000001 00.00000000	176.88.4.0
	10110000.01011000. 000001 00.00000001	176.88.4.1
	10110000.01011000. 000001 11.11111110	176.88.7.254
Друга	10110000.01011000. 000001 11.11111111	176.88.7.255
	10110000.01011000. 00001 000.00000000	176.88.8.0
	10110000.01011000. 00001 000.00000001	176.88.8.1
Третя	10110000.01011000. 00001 011.11111110	176.88.11.254
	10110000.01011000. 00001 011.11111111	176.88.11.255
	10110000.01011000. 00001 100.00000000	176.88.12.0
підмережа	10110000.01011000. 00001 100.00000001	176.88.12.1
	10110000.01011000. 00001 111.11111110	176.88.15.254
	10110000.01011000. 00001 111.11111111	176.88.15.255
Четверта	10110000.01011000. 0001 0000.00000000	176.88.16.0
	10110000.01011000. 0001 0000.00000001	176.88.16.1
	10110000.01011000. 0001 0011.11111110	176.88.19.254
підмережа	10110000.01011000. 0001 0011.11111111	176.88.19.255

Передостання	10110000.01011000. 11111000 .00000000	176.88.248.0
підмережа	10110000.01011000. 11111000 .00000001	176.88.248.1
	10110000.01011000. 11111011 .11111110	176.88.251.254
	10110000.01011000. 11111011 .11111111	176.88.251.255
Остання	10110000.01011000. 11111100 .00000000	176.88.252.0
підмережа	10110000.01011000. 11111100 .00000001	176.88.252.1
	10110000.01011000. 11111111 .11111110	176.88.255.254
	10110000.01011000. 11111111 .11111111	176.88.255.255

Результати також можуть бути записані у такому вигляді:

Нульова	176.88.0.0	176.88.0.0 /22
підмережа	255.255.252.0	
Перша	176.88.4.0	176.88.4.0 /22
підмережа	255.255.252.0	
Друга	176.88.8.0	176.88.8.0 /22
підмережа	255.255.252.0	
Третя	176.88.12.0	176.88.12.0 /22
підмережа	255.255.252.0	
Четверта	176.88.16.0	176.88.16.0 /22
підмережа	255.255.252.0	
	...	
Передостання	176.88.248.0	176.88.248.0 /22
підмережа	255.255.252.0	
Остання	176.88.252.0	176.88.252.0 /22
підмережа	255.255.252.0	

Результат також можна записати у загальному вигляді як

176.88.0.0 255.255.252.0 або 176.88.0.0 /22

Завдання 6.

IP-мережа розбивається на не менше ніж 50 підмереж, кожна з яких містить 500 вузлів. Розрахувати параметри сумарної (агрегованої) IP-адреси класової мережі та параметри IP-адрес підмереж.

Розв'язок.

За умови завдання результуюча IP-мережа є класовою. У цьому випадку необхідно скористатися наступними залежностями, що описують довжини IP-адреси та префіксу у загальному вигляді:

$$N + S + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = N + S,$$

$$P + H = 32 \text{ біта}$$

При відомій кількості підмереж та кількості вузлів у підмережі можна визначити значення S та H.

Для визначення значення S при відомій кількості підмереж необхідно скористатися наступним підходом.

Значення кількості підмереж $K_{\text{підмереж}} \geq 50$ фіксується як $K_{\text{підмереж}} = 50$.

Формується число Y вигляду:

$$Y = K_{\text{підмереж}} - 1.$$

Для умов задачі число Y дорівнює:

$$Y = 50 - 1 = 49.$$

Отримане число Y переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$Y_{10} \rightarrow Y_2$$

Тобто:

$$49_{10} = 110001_2.$$

Кількість біт в даному числі $S = 6$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Оскільки $K_{\text{підмереж}} \geq 50$, то значення $S \geq 6$ біт.

Для визначення значення H формується число X вигляду:

$$X = K_{\text{вузлів}} + 2 - 1.$$

Для умов задачі число X дорівнює:

$$X = 500 + 2 - 1 = 501.$$

Отримане число X переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$X_{10} \rightarrow X_2.$$

Тобто:

$$501_{10} = 111110101_2$$

Кількість біт в даному числі $N = 9$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

При застосуванні стандартних класових значень числа N можливе формування трьох варіантів структури адреси

Варіант	N, біт	S, біт	H, біт
I	8	≥ 6	9
II	16	≥ 6	9
III	32	≥ 6	9

Для вибору варіанту необхідно перевірити умову:

$$N + S + H = 32 \text{ біта.}$$

Якщо сума значень N , S , H менша 32, то значення S збільшується до того моменту, доки сума дорівнюватиме 32. Такий варіант вважається допустимим. Якщо ж сума значень N , S , H більша ніж 32, то даний варіант відкидається.

Для даного випадку варіанти I та II підходять, а варіант III не підходить.

Структура адрес після відкидання варіанту III та змін значень S для варіантів I та II має вигляд

Варіант	N, біт	S, біт	H, біт
I	8	15	9
II	16	7	9

Надалі обирається варіант, у якому кількість підмереж має найближче значення до заданої в умові задачі.

Обираємо варіант II, оскільки кількість підмереж цього варіанту $K_{\text{підмереж}} = 2^7 = 128$ є найближчою до заданої кількості 50. За даного вибору виконується початкова умова $K_{\text{підмереж}} \geq 50$. Для варіанту II кількість вузлів становить $K_{\text{вузлів}} = 2^9 - 2 = 510$, тобто початкова умова $K_{\text{вузлів}} = 500$ також виконується.

Таким чином маємо наступний результат:

$$N = 16 \text{ біт}, S = 7 \text{ біт}, H = 9 \text{ біт}.$$

$$P = N + S = 23 \text{ біта}.$$

Оскільки $N = 16$ біт, то як IP-адресу мережі обираємо будь-яку IP-адресу класу В. Наприклад, IP-адресу 170.200.0.0. Префікс для даної мережі $P = 23$ біта записується як /23. Цьому префіксу відповідає маска 255.255.254.0.

Тобто, сумарна (агрегована адреса) мережі становить

$$170.200.0.0/23$$

Подальші розрахунки проводяться аналогічно попередньому завданню.

Завдання 7.

IP-мережа розбивається на не менше ніж 50 підмереж, кожна з яких містить 500 вузлів. Розрахувати параметри сумарної (агрегованої) IP-адреси безкласової мережі та параметри IP-адрес підмереж.

Розв'язок.

За умови завдання результуюча IP-мережа є безкласовою. У цьому випадку необхідно скористатися наступними залежностями, що описують довжини IP-адреси та префіксів у загальному вигляді:

$$C + S + H = 32 \text{ біта},$$

$$P = C + S, P \geq C,$$

$$P + H = 32 \text{ біта}$$

При відомій кількості підмереж та кількості вузлів у підмережі можна визначити значення S та H .

Для визначення значення S при відомій кількості підмереж необхідно скористатися наступним підходом.

Значення кількості підмереж $K_{\text{підмереж}} \geq 50$ фіксується як $K_{\text{підмереж}} = 50$.

Формується число Y вигляду:

$$Y = K_{\text{підмереж}} - 1.$$

Для умов задачі число Y дорівнює:

$$Y = 50 - 1 = 49.$$

Отримане число Y переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$Y_{10} \rightarrow Y_2$$

Тобто:

$$49_{10} = 110001_2.$$

Кількість біт в даному числі $S = 6$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Для визначення значення N формується число X вигляду:

$$X = K_{\text{вузлів}} + 2 - 1.$$

Для умов задачі число X дорівнює:

$$X = 500 + 2 - 1 = 501.$$

Отримане число X переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$X_{10} \rightarrow X_2.$$

Тобто:

$$501_{10} = 111110101_2$$

Кількість біт у даному числі $N = 9$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Відповідно кількість біт, що використовується для формування номера мережі розраховується як:

$$C = 32 - S - N.$$

Для нашого випадку $S = 6$, $N = 9$:

$$C = 32 - 6 - 9 = 17 \text{ біт.}$$

Кількість біт, які виділяються для формування префікса підмережі розраховується як:

$$P = C + S.$$

Для нашого випадку $C = 17$, $S = 6$

$$P = 17 + 6 = 23 \text{ біта.}$$

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^S.$$

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів) однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{(32-P)} - 2 \text{ або } K_{\text{вузлів}} = 2^H - 2.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^6 = 64.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^9 - 2 = 512 - 2 = 510.$$

Фактична кількість підмереж становить 64 підмережі, що перевищує зазначену в умові кількість 50 підмереж. Фактична кількість вузлів в підмережі становить 510 вузлів і також перевищує зазначену в умові кількість 501 вузол. На практиці доводиться використовувати фактичну кількість вузлів і коригувати умови завдання.

Таким чином маємо наступний результат:

$$C = 17 \text{ біт, } S = 6 \text{ біт, } H = 9 \text{ біт.}$$

$$P = N + S = 23 \text{ біти.}$$

В якості IP-адреси мережі обираємо адресу, біти якої розміщені саме у 17 бітах. Наприклад, IP-адресу 170.200.128.0. Значення $C = 17$ відповідає CIDR-префіксу /17. Значення $P = 23$ відповідає префіксу підмережі /23. CIDR-префіксу /17 відповідає CIDR-маска 255.255.128.0. Префіксу підмережі /23 відповідає маска 255.255.254.0.

Тобто сумарна (агрегована адреса) мережі становить:

$$170.200.128.0/23$$

за умови застосування CIDR-префіксу /17.

Подальші розрахунки проводяться аналогічно попередньому завданню.

Завдання 8.

Для заданого набору IP-адрес підмереж розрахувати сумарну (агреговану) IP-адресу мережі.

140.176.156.128/25

140.176.143.192/26

140.176.129.128/25

140.176.135.128/26

140.176.156.192/26

Розв'язок.

Записуємо IP-адреси мереж у двійковій системі числення

10001100.10110000.10011100.10000000

10001100.10110000.10001111.11000000

10001100.10110000.10000001.10000000

10001100.10110000.10000111.10000000

10001100.10110000.10011100.11000000

Визначаємо для всіх IP-адрес загальну співпадаючу послідовність біт:

10001100.10110000.10011100.10000000

10001100.10110000.10001111.11000000

10001100.10110000.10000001.10000000

10001100.10110000.10000111.10000000

10001100.10110000.10011100.11000000

У нашому випадку це послідовність має вигляд

10001100.10110000.100

Кількість біт даної послідовності вказує яка кількість біт маски дорівнюватиме 1.

Доповнюємо отриману послідовність праворуч нулям до 32 біт. Результат у двійковій системі числення має вигляд

10001100.10110000.10000000.00000000

Цій двійковій IP-адресі відповідає десяткова IP-адреса:

140.176.128.0

Формуємо маску:

11111111.11111111.11100000.00000000

Цій двійковій масці відповідає десяткова маска:

255.255.224.0

Сумарна IP-адреса у десятковій системі числення має вигляд:

140.176.128.0

255.255.224.0

або

140.176.128.0/19

Хід роботи

1. Для заданої IP-адреси мережі та маски (табл. 1) визначити кількість підмереж, які входять у дану мережу, та кількість вузлів (IP-адрес вузлів) однієї підмережі.

Таблиця 1 – Варіанти завдання

№ варіанту	IP-адреса мережі	Маска	№ варіанту	IP-адреса мережі	Маска
1	10.0.0.0	255.128.0.0	16	35.0.0.0	255.128.0.0
2	130.20.0.0	255.255.128.0	17	135.170.0.0	255.255.128.0
3	192.10.1.0	255.255.255.128	18	197.6.60.0	255.255.255.128
4	15.0.0.0	255.192.0.0	19	40.0.0.0	255.192.0.0
5	140.50.0.0	255.255.192.0	20	145.200.0.0	255.255.192.0
6	193.2.20.0	255.255.255.192	21	198.70.7.0	255.255.255.192
7	20.0.0.0	255.224.0.0	22	45.0.0.0	255.224.0.0
8	150.80.0.0	255.255.224.0	23	155.230.0.0	255.255.224.0

9	194.30.3.0	255.255.255.224	24	199.8.80.0	255.255.255.224
10	25.0.0.0	255.240.0.0	25	50.0.0.0	255.240.0.0
11	160.110.0.0	255.255.240.0	26	165.130.0.0	255.255.240.0
12	195.4.40.0	255.255.255.240	27	200.90.9.0	255.255.255.240
13	30.0.0.0	255.248.0.0	28	55.0.0.0	255.248.0.0
14	170.140.0.0	255.255.248.0	29	175.145.0.0	255.255.248.0
15	196.50.5.0	255.255.255.248	30	201.10.10.0	255.255.255.248

2. IP-мережу необхідно розбити на однакові підмережі (табл. 2) за умови, що у кожній з них застосовується максимальна кількість вузлів. Визначити префікс та маску підмережі, кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які входять в одну підмережу та загальну кількість вузлів (IP-адрес вузлів) у всіх підмережах.

Таблиця 2 – Варіанти завдання

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість підмереж	№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість підмереж
1	220.10.160.0	64	16	200.160.10.0	8
2	180.20.0.0	32	17	155.170.0.0	4
3	100.0.0.0	16	18	75.0.0.0	2
4	215.40.190.0	8	19	205.190.40.0	64
5	175.50.0.0	4	20	150.200.0.0	32
6	95.0.0.0	2	21	70.0.0.0	16
7	210.70.220.0	64	22	210.220.70.0	8
8	170.80.0.0	32	23	145.230.0.0	4
9	90.0.0.0	16	24	65.0.0.0	2
10	205.100.250.0	8	25	215.250.100.0	64
11	165.110.0.0	4	26	140.130.0.0	32
12	85.0.0.0	2	27	60.0.0.0	16
13	200.130.140.0	64	28	220.140.130.0	8
14	160.140.0.0	32	29	135.145.0.0	4
15	80.0.0.0	16	30	55.0.0.0	2

3. IP-мережу необхідно розбити на підмережі за умови, що у кожній з них функціонує задана кількість вузлів (табл. 3). Визначити префікс та маску

підмережі, кількість підмереж, точну кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які входять в одну підмережу та загальну кількість вузлів (IP-адрес вузлів) у всіх підмережах.

Таблиця 3 – Варіанти завдання

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі
1	220.10.160.0	60	16	200.160.10.0	10
2	180.20.0.0	1000	17	155.170.0.0	6000
3	100.0.0.0	5000	18	75.0.0.0	9000
4	215.40.190.0	100	19	205.190.40.0	30
5	175.50.0.0	500	20	150.200.0.0	12000
6	95.0.0.0	8000	21	70.0.0.0	12000
7	210.70.220.0	30	22	210.220.70.0	90
8	170.80.0.0	900	23	145.230.0.0	900
9	90.0.0.0	10000	24	65.0.0.0	90000
10	205.100.250.0	120	25	215.250.100.0	60
11	165.110.0.0	4000	26	140.130.0.0	3600
12	85.0.0.0	4000	27	60.0.0.0	3600
13	200.130.140.0	20	28	220.140.130.0	10
14	160.140.0.0	1500	29	135.145.0.0	16000
15	80.0.0.0	2500	30	55.0.0.0	16000

4. IP-мережа розбивається на підмережі з використанням методу CIDR за умови, що зазначена CIDR-маска та маска підмережі (табл. 4). Визначити CIDR-префікс та префікс підмережі, кількість підмереж, кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які входять в одну підмережу та загальну кількість вузлів (IP-адрес вузлів) у всіх підмережах.

Таблиця 4 – Варіанти завдання

№ варіанту	IP-адреса мережі	CIDR-маска	Маска підмережі
1	64.0.0.0	192.0.0.0	224.0.0.0
2	128.0.0.0	128.0.0.0	192.0.0.0
3	192.0.0.0	255.224.0.0	255.240.0.0
4	64.0.0.0	192.0.0.0	248.0.0.0
5	128.0.0.0	224.0.0.0	248.0.0.0
6	192.0.0.0	255.128.0.0	255.240.0.0
7	64.0.0.0	192.0.0.0	255.0.0.0
8	128.0.0.0	224.0.0.0	255.0.0.0
9	192.0.0.0	255.128.0.0	255.255.0.0
10	64.0.0.0	192.0.0.0	255.224.0.0
11	128.0.0.0	224.0.0.0	255.128.0.0
12	192.0.0.0	255.128.0.0	255.255.192.0
13	64.0.0.0	192.0.0.0	255.255.0.0
14	128.0.0.0	224.0.0.0	255.240.0.0
15	192.0.0.0	255.128.0.0	255.255.255.128
16	64.0.0.0	240.0.0.0	252.0.0.0
17	128.0.0.0	252.0.0.0	255.128.0.0
18	192.0.0.0	255.255.128.0	255.255.224.0
19	64.0.0.0	240.0.0.0	255.128.0.0
20	128.0.0.0	252.0.0.0	255.240.0.0
21	192.0.0.0	255.255.128.0	255.255.248.0
22	64.0.0.0	240.0.0.0	255.240.0.0
23	128.0.0.0	252.0.0.0	255.255.128.0
24	192.0.0.0	255.255.128.0	255.255.255.0
25	64.0.0.0	240.0.0.0	255.255.0.0
26	128.0.0.0	252.0.0.0	255.255.248.0
27	192.0.0.0	255.255.192.0	255.255.255.128
28	64.0.0.0	240.0.0.0	255.255.128.0
29	128.0.0.0	252.0.0.0	255.255.255.0
30	192.0.0.0	255.255.192.0	255.255.255.240

5. IP-мережу необхідно розбити на підмережі за умови, що у кожній з них функціонує задана кількість вузлів (табл. 5). Для кожної з підмереж визначити такі параметри: IP-адресу підмережі, мінімальну і максимальну IP-адреси

діапазону, що можуть використовуватися для адресації вузлів; широкомовну IP-адресу; префікс та маску підмережі.

Таблиця 5 – Варіанти завдання

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі
1	220.10.160.0	60	16	200.160.10.0	10
2	180.20.0.0	1000	17	155.170.0.0	6000
3	100.0.0.0	5000	18	75.0.0.0	9000
4	215.40.190.0	100	19	205.190.40.0	30
5	175.50.0.0	500	20	150.200.0.0	12000
6	95.0.0.0	8000	21	70.0.0.0	12000
7	210.70.220.0	30	22	210.220.70.0	90
8	170.80.0.0	900	23	145.230.0.0	900
9	90.0.0.0	10000	24	65.0.0.0	90000
10	205.100.250.0	120	25	215.250.100.0	60
11	165.110.0.0	4000	26	140.130.0.0	3600
12	85.0.0.0	4000	27	60.0.0.0	3600
13	200.130.140.0	20	28	220.140.130.0	10
14	160.140.0.0	1500	29	135.145.0.0	16000
15	80.0.0.0	2500	30	55.0.0.0	16000

6. Для заданої кількості підмереж та кількості вузлів у підмережі (табл. 6) розрахувати параметри сумарної (агрегованої) IP-адреси класової мережі та параметри IP-адрес підмереж.

Таблиця 6 – Варіанти завдання

№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі
1	Не менше 8	500	16	Не менше 24	750
2	Не менше 10	1000	17	Не менше 26	1250
3	Не менше 12	1500	18	Не менше 6	1750
4	Не менше 14	2000	19	Не менше 13	2250

5	Не менше 16	2500	20	Не менше 14	2750
6	Не менше 18	3000	21	Не менше 18	325
7	Не менше 7	350	22	Не менше 50	375
8	Не менше 9	400	23	Не менше 100	425
9	Не менше 11	450	24	Не менше 300	476
10	Не менше 13	500	25	Не менше 500	525
11	Не менше 15	550	26	Не менше 700	575
12	Не менше 17	600	27	Не менше 900	625
13	Не менше 19	650	28	Не менше 200	675
14	Не менше 20	700	29	Не менше 400	725
15	Не менше 22	750	30	Не менше 600	775

7. Для заданої кількості підмереж та кількості вузлів у підмережі (табл. 7) розрахувати параметри сумарної (агрегованої) IP-адреси безкласової мережі та параметри IP-адрес підмереж.

Таблиця 7 – Варіанти завдання

№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі
1	Не менше 24	750	16	Не менше 8	500
2	Не менше 26	1250	17	Не менше 10	1000
3	Не менше 6	1750	18	Не менше 12	1500
4	Не менше 13	2250	19	Не менше 14	2000
5	Не менше 14	2750	20	Не менше 16	2500
6	Не менше 18	325	21	Не менше 18	3000
7	Не менше 50	375	22	Не менше 7	350
8	Не менше 100	425	23	Не менше 9	400
9	Не менше 300	476	24	Не менше 11	450
10	Не менше 500	525	25	Не менше 13	500
11	Не менше 700	575	26	Не менше 15	550
12	Не менше 900	625	27	Не менше 17	600
13	Не менше 200	675	28	Не менше 19	650
14	Не менше 400	725	29	Не менше 20	700
15	Не менше 600	775	30	Не менше 22	750

8. Для заданого набору IP-адрес мереж (табл. 8) розрахувати сумарну (агреговану) IP-адресу мережі.

Таблиця 7 – Варіанти завдання

№ варіанту	Адреси мереж	№ варіанту	Адреси мереж	№ варіанту	Адреси мереж
1	198.162.25.0/25 198.162.69.0/25 198.162.28.0/25 198.162.39.64/26 198.162.56.128/26	11	145.168.171.0/25 145.168.180.0/25 145.168.185.0/26 145.168.179.0/26	21	154.2.11.0/25 154.5.23.0/25 154.9.2.0/25 154.13.1.0/26 154.9.2.0/25
2	159.123.56.0/26 159.153.63.0/25 159.129.52.0/26 159.138.68.0.25	12	125.126.1.0/25 125.125.9.0/25 125.126.83.0/25 125.126.9.0/26	22	120.120.1.0/25 120.120.1.0/25 120.120.1.0/25 120.120.1.0/25 120.120.1.0/25
3	192.98.24.0/23 192.82.15.0/26 192.100.26.0/26 192.88.56.0/25 192.79.21.0/25	13	140.125.36.0/26 140.125.38.0/26 140.125.31.0/25 140.125.29.0/25 140.125.40.0/26	23	156.64.39.0/25 156.64.123.0/25 156.64.100.0/25 156.64.1.0/25 156.64.9.0/25
4	120.152.21.0/25 120.152.48.0/26 120.152.39.0/25 120.152.10.0/25 120.152.16.0/25	14	159.123.33.0/26 159.124.39.0/26 159.131.2.0/25 159.10.9.0/26 159.69.6.0/26	24	160.59.23.0/25 160.58.25.0/25 160.60.23.0/25 160.59.23.0/25
5	141.152.26.0/25 141.152.100.0/25 141.152.56.0/26 141.152.88.0/26 141.152.63.0/25	15	198.162.1.32/26 198.162.1.64/26 198.162.1.96/26 198.162.1.128/26 198.162.1.180/26	25	10.10.9.128/25 10.10.9.64/25 10.10.9.32/25 10.10.9.192/25 10.10.9.0/25
6	198.162.1.0/25 198.162.1.0/25 198.162.1.0/25 198.162.1.0/26	16	152.45.11.0/26 152.63.26.0/26 152.55.1.0/25 152.39.2.0/26 152.88.3.0/26	26	45.26.25.0/26 45.26.39.0/25 45.26.11.0/26 45.26.154.0/26

7	123.168.3.0/29 123.169.6.0/25 123.175.25.0/26 123.170.23.0/25 123.171.22.0/25	17	164.12.64.0/26 164.12.64.0/26 164.12.69.0/25 164.12.69.0/26 164.12.61.0/25	27	194.56.32.128/25 194.56.32.64/25 194.56.32.96/25 194.56.32.32/25 194.56.32.0/25
8	154.155.88.0/25 154.155.89.0/25 154.155.86.0/25 154.155.69.0/25 154.155.70.0/25	18	201.202.31.0/29 201.201.39.0/28 201.196.38.0/33 201.222.23.0/25 201.199.12.0/26	28	174.189.220.0/26 174.189.222.0/26 174.189.219.0/26 174.189.189.0/26 174.189.211.0/25
9	121.12.25.4/26 121.56.23.8/26 121.44.2.0/26 121.91.56.0/26 121.38.25.0/26	19	169.23.156.0/26 169.23.158.0/26 169.23.157.0/26 169.23.155.0/25	29	140.176.85.128/25 140.176.31.0/25 140.176.16.192/25 140.176.63.128/25 140.176.34.0/26
10	156.123.12.0/25 156.123.13.0/25 156.123.25.0/25 156.123.30.0/25 156.123.9.0/25	20	170.171.26.0/25 170.153.99.0/25 170.168.33.0/25 170.159.2.0/26 170.169.9.0/26	30	150.123.56.0/25 150.123.93.0/26 150.123.89.0/25 150.123.69.0/26 150.123.71.0/26