Лабораторна робота № 13
ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ IP-ПІДМЕРЕЖ ВЕРСІЇ 4

Мета заняття: ознайомитися із загальними принципами організації IP-підмереж при застосуванні IP-адресації версії 4; ознайомитися з методиками розбиття IP-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 IP-підмереж

Структурно IP-адреса версії 4 складається з двох частин: IP-адреси (номера, ідентифікатора) мережі, до якої належить вузол та IP-адреси (номера, ідентифікатора) вузла в цій мережі. Поділ IP-адреси версії 4 на частини здійснюється з використанням класового і безкласового підходів (класової і безкласової адресації). Структура IP-адреси версії 4 для класового підходу наведена на рис. 1, а, для безкласового підходу – на рис. 1, б.

32 біти

N (8, 16, 24 біти)	*H* (24, 16, 8 бітів)

а)

32 біти

N (0, 1, …, 31, 32 біти)	*H* (32, 31, …, 0 бітів)

б)

Рис. 1. Структура IP-адреси версії 4: а) класовий підхід; б) безкласовий підхід

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

$N + H = 32$ біти,

$P = N$,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації IP-мережі (номера мережі), для класів A, B, C це значення дорівнює 8, 16, 24 біти відповідно;

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів мережі (номерів вузлів) для класів A, B, C це значення дорівнює 24, 16, 8 бітів відповідно;

P – кількість бітів класового префікса, для класів A, B, C це значення дорівнює 8, 16, 24 бітів відповідно.

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

$N + H = 32$ біти,

$P = N$,

$0 \le N \le 32$ біти,

$0 \le H \le 32$ біти,

$0 \le P \le 32$ біти,

де *N* – кількість бітів, які виділені для адресації IP-мережі (номера мережі);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів мережі (номерів вузлів);

P – кількість бітів, 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. Структура IP-адреси версії 4 за умови розбиття класової IP-мережі на IP-підмережі (IP-Subnet) наведена на рис. 2.



Рис. 2. Структура IP-адреси мережі версії 4,
за умови розбиття класової IP-мережі на підмережі

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

$N + S + H = 32$ біти,

$P = N + S$,

$P + H = 32$ біти,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації IP-мережі (номера мережі), для IP-мереж класів A, B, C це значення дорівнює 8, 16, 24 біти відповідно;

S – кількість бітів, які виділені для адресації IP-підмереж (номерів підмереж)

H – кількість бітів, які виділені для адресації IP-вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, 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 бітів N, що зазначають номер мережі, вводиться поняття CIDR-префікса (CIDR-Prefix, Classless Inter-Domain Routing Prefix). CIDR-префікс також вказує, яка кількість бітів 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.

$C + S + H = 32$ біти,

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

$P + H = 32$ біти,

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

S – кількість бітів, які виділені для адресації IP-підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації IP-вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, 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'язання.

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

$N + S + H = 32$ біти,

$P = N + S$,

$P + H = 32$ біти,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації IP-мережі (номер мережі, класовий префікс), для класів A, B, C це значення дорівнює 8, 16, 24 біти відповідно;

S – кількість бітів, які виділені для адресації підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса підмережі.

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

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

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

$S = P - N$,

$H = 32 - P$.

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

$S = 20 - 16 = 4$ біти,

$H = 32 - 20 = 12$ бітів.

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$K_{підмереж} = 2_{P-N}$ або $K_{підмереж} = 2_S$.

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

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

Як результат маємо:

$K_{підмереж} = 2_4 = 16$.

$K_{вузлів} = 2_{12} - 2 = 4096 - 2 = 4094$.

Завдання 2.

IP-мережу 192.15.1.0 необхідно розбити на 8 однакових підмереж, у 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'язання.

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

$N + S + H = 32$ біти,

$P = N + S$,

$P + H = 32$ біти,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації IP-мережі (номер мережі, класовий префікс), дорівнює 8 для класу A, 16 для класу B, 24 для класу C;

S – кількість бітів, які виділені для адресації підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса підмережі.

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

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

Формується число Y вигляду:

$Y = K_{підмереж} - 1.$

Для умов задачі число Y дорівнює:

$Y = 8 - 1 = 7$.

Отримане число Y переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$Y \rightarrow_{10} Y_2$

Тобто:

$7_{10} = 111_2$.

Кількість бітів у даному числі $S = 3$ і саме вони використовуються для нумерації підмереж.

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

$P = N + S$,

Для нашого випадку $N = 24$, $S = 3$:

$P = N + S = 24 + 3 = 27$ бітів.

Префіксу /27 відповідає маска 255.255.255.224.

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

$H = 32 - N - S$,

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

$H = 32 - 24 - 3 = 5$ бітів.

Кількість вузлів однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{вузлів} = 2_H - 2.$$

Як результат маємо:

$$K_{вузлів} = 2_5 - 2 = 32 - 2 = 30.$$

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

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

Як результат маємо:

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

Завдання 3.

IP-мережу 172.16.0.0 необхідно розбити на підмережі, у кожній з них функціонує 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'язання.

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

$N + S + H = 32$ біти,

$P = N + S$,

$P + H = 32$ біти,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації мережі (номер мережі, класовий префікс), дорівнює 8 для класу А, 16 для класу В, 24 для класу С;

S – кількість бітів, які виділені для адресації підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса підмережі.

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

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

$X = K_{вузлів} + 2 - 1.$

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

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

$S = 32 - N - H,$

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

$S = 32 - 16 - 9 = 7$ бітів.

Префікс підмережі визначається як:

$P = 32 - H.$

Для нашого випадку $H = 9$ бітів.

Отже,:

$P = 32 - 9 = 23$ біти.

Префікс відповідно має вигляд – /23.

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

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$K_{підмереж} = 2_{P-N}$ або $K_{підмереж} = 2_S$.

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

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

Як результат маємо:

$K_{підмереж} = 2_7 = 128$.

$K_{вузлів} = 2_9 - 2 = 512 - 2 = 510$.

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

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

Як результат маємо:

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

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'язання.

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:

$C + S + H = 32$ біти,

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

$P + H = 32$ біти,

де C – кількість бітів, які виділені для адресації мережі (номер мережі, CIDR-префікс);

S – кількість бітів, які виділені для адресації підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса підмережі.

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, $C = 4$ біти та $P = 10$ бітів.

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

$S = P - C$,

$H = 32 - P$.

Для нашого випадку $P = 10$ бітів, $C = 4$ біти, отже:

$S = 10 - 4 = 6$ бітів,

$H = 32 - 10 = 22$ біти.

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$K_{підмереж} = 2_{P-C}$ або $K_{підмереж} = 2_S$.

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

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

Як результат маємо:

$K_{підмереж} = 2_6 = 64$.

$K_{вузлів} = 2_{22} - 2 = 4194304 - 2 = 4194302$.

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

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

Як результат маємо:

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

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'язання.

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

$N + S + H = 32$ біти,

$P = N + S$,

$P + H = 32$ біти,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації мережі (номер мережі, класовий префікс), дорівнює 8 для класу A, 16 для класу B, 24 для класу C;

S – кількість бітів, які виділені для адресації підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса підмережі.

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

Для визначення значення H формується число X вигляду

$X = K_{вузлів} + 2 - 1.$

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 бітів у даному числі $H = 10$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Кількість бітів, які виділяються для нумерації підмереж розраховується як

$S = 32 - N - H.$

Для нашого випадку $N = 16$, $H = 10$

$S = 32 - 16 - 10 = 6$ бітів.

Кількість бітів, які виділяються для формування префікса підмережі розраховується як

$P = N + S.$

Для нашого випадку $N = 16$, $S = 6$

$P = 16 + 6 = 22$ біти.

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$K_{підмереж} = 2_{P-N}$ або $K_{підмереж} = 2_S.$

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

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

Як результат маємо:

$K_{підмереж} = 2_6 = 64$.

$K_{вузлів} = 2_{10} - 2 = 1024 - 2 = 1022$.

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

S=6

N=16 бітів H = 10 бітів

бітів

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.**000000**00.00000000 176.88.0.0
підмережа 10110000.01011000.**000000**00.00000001 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
підмережа 10110000.01011000.**000001**00.00000001 176.88.4.1
10110000.01011000.**000001**11.11111110 176.88.7.254
10110000.01011000.**000001**11.11111111 176.88.7.255
Друга 10110000.01011000.**000010**00.00000000 176.88.8.0
підмережа 10110000.01011000.**000010**00.00000001 176.88.8.1
10110000.01011000.**000010**11.11111110 176.88.11.254
10110000.01011000.**000010**11.11111111 176.88.11.255
Третя 10110000.01011000.**000011**00.00000000 176.88.12.0
підмережа 10110000.01011000.**000011**00.00000001 176.88.12.1
10110000.01011000.**000011**11.11111110 176.88.15.254
10110000.01011000.**000011**11.11111111 176.88.15.255
Четверта 10110000.01011000.**000100**00.00000000 176.88.16.0
підмережа 10110000.01011000.**000100**00.00000001 176.88.16.1
10110000.01011000.**000100**11.11111110 176.88.19.254
10110000.01011000.**000100**11.11111111 176.88.19.255
...
Передостання 10110000.01011000.**111110**00.00000000 176.88.248.0
підмережа 10110000.01011000.**111110**00.00000001 176.88.248.1
10110000.01011000.**111110**11.11111110 176.88.251.254
10110000.01011000.**111110**11.11111111 176.88.251.255
Остання 10110000.01011000.**111111**00.00000000 176.88.252.0
підмережа 10110000.01011000.**111111**00.00000001 176.88.252.1

10110000.01011000.**111111**11.11111110 176.88.255.254
10110000.01011000.**111111**11.11111111 176.88.255.255

Результати також можуть бути записані у такому вигляді:

Нульова 176.88.0.0
підмережа $_{255.255.252.0}$ ⟶ 176.88.0.0 /22
Перша 176.88.4.0
підмережа $_{255.255.252.0}$ ⟶ 176.88.4.0 /22
Друга 176.88.8.0
підмережа $_{255.255.252.0}$ ⟶ 176.88.8.0 /22
Третя 176.88.12.0
підмережа $_{255.255.252.0}$ ⟶ 176.88.12.0 /22
Четверта 176.88.16.0
підмережа $_{255.255.252.0}$ ⟶ 176.88.16.0 /22

…

Передостання 176.88.248.0
підмережа $_{255.255.252.0}$ ⟶ 176.88.248.0 /22
Остання 176.88.252.0
підмережа $_{255.255.252.0}$ ⟶ 176.88.252.0 /22

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'язання.

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:

$N + S + H = 32$ біти,

$P = N + S$,

$P + H = 32$ біти,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації мережі (номер мережі, класовий префікс), дорівнює 8 для класу A, 16 для класу B, 24 для класу C;

S – кількість бітів, які виділені для адресації підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів (номер вузлів);

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса підмережі.

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

Формується число *Y* вигляду:

$Y = K_{підмереж} - 1.$

Для умов задачі число *Y* дорівнює:

$Y = 50 - 1 = 49$.

Отримане число *Y* переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$Y \rightarrow_{10} Y_2$

Тобто:

$49_{10} = 110001_2$.

Кількість бітів у даному числі *S* = 6 і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

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

Для визначення значення *H* формується число *X* вигляду:

$X = K_{вузлів} + 2 - 1.$

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 бітів у даному числі *H* = 9 і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

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

Варіант	*N*, бітів	*S*, бітів	*H*, бітів
I	8	≥ 6	9
II	16	≥ 6	9
III	24	≥ 6	9

Для вибору варіанту необхідно перевірити умову:

N + *S* + *H* = 32 біти.

Якщо сума значень *N, S, H* менша 32, то значення *S* збільшується до того моменту, доки сума дорівнюватиме 32. Такий варіант вважається таким, що підходить. 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*, бітів *S*, бітів *H*, бітів

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 $K_{підмереж} = 2_7 = 128$ є найближчою до заданої кількості 50. За даного вибору виконується початкова умова $K_{підмереж} \geq 50$. Для варіанту II кількість вузлів становить $K_{вузлів} = 2_9 - 2 = 510$, тобто початкова умова $K_{вузлів} = 500$ також виконується.

Таким чином маємо наступний результат:

$N = 16$ бітів, $S = 7$ бітів, $H = 9$ бітів.

$P = N + S = 23$ біти.

Оскільки $N = 16$ бітів, то як IP-адресу мережі обираємо будь-яку IP-адресу класу B. Наприклад, IP-адресу 170.200.0.0. Префікс для даної мережі $P = 23$ біти 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'язання.

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:

$C + S + H = 32$ біти,

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

$P + H = 32$ біти,

де C – кількість бітів, які виділені для адресації мережі (номер мережі, CIDR-префікс);

S – кількість бітів, які виділені для адресації підмереж (номерів підмереж);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів (номерів вузлів);

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса підмережі.

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

Формується число Y вигляду:

$$Y = K_{підмереж} - 1.$$

Для умов задачі число Y дорівнює:

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

Отримане число Y переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$Y \rightarrow_{10} Y_2$$

Тобто:

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

Кількість бітів у даному числі $S = 6$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Для визначення значення H формується число X вигляду:

$$X = K_{вузлів} + 2 - 1.$$

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

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

$C = 32 – S – H$.

Для нашого випадку $S = 6$, $H = 9$:

$C = 32 – 6 – 9 = 17$ бітів.

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

$P = C + S$.

Для нашого випадку $C = 17$, $S = 6$

$P = 17 + 6 = 23$ біти.

Кількість підмереж розраховується за формулою:

$K_{підмереж} = 2_S$.

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

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

Як результат маємо:

$K_{підмереж} = 2_6 = 64$.

$K_{вузлів} = 2_9 - 2 = 512 - 2 = 510$.

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 вузлів. На практиці доводиться використовувати фактичну кількість вузлів і коригувати умови завдання.

Таким чином маємо наступний результат:

$C = 17$ бітів, $S = 6$ бітів, $H = 9$ бітів.

$P = N + S = 23$ біти.

Як IP-адресу 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'язання.

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 бітів:

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 бітів даної послідовності вказує яка кількість бітів маски дорівнюватиме 1 (або кількість бітів префікса). У нашому випадку це – 19 бітів.

Доповнюємо отриману послідовність праворуч нулям до 32 бітів. 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.

Завдання на лабораторну роботу

Увага. У кожному наборі вихідних даних одна позиція є **некоректною або нездійсненною**. Її потрібно знайти та опрацювати відповідно до завдання 10. Решта позицій коректні.

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

Параметри для розрахунку п. 1

№ варіанту	IP-адреса мережі	Маска	№ варіанту	IP-адреса мережі	Маска
1	51.0.0.0	255.255.224.1	**18**	166.130.0.0	255.255.192.0
2	125.0.0.0	255.240.0.0	**19**	208.147.49.0	255.255.255.248
3	193.176.42.0	255.255.255.248	**20**	216.38.247.0	255.255.255.128
4	52.0.0.0	255.252.0.0	**21**	188.38.0.0	255.255.240.0
5	64.0.0.0	255.252.0.1	**22**	170.22.0.0	255.255.252.0
6	203.121.83.0	255.255.255.1	**23**	76.0.0.0	255.255.0.0
7	57.0.0.0	255.255.240.0	**24**	205.162.24.0	255.255.255.224
8	49.0.0.0	255.255.192.0	**25**	132.87.0.0	255.255.0.1
9	119.0.0.0	255.255.128.1	**26**	211.15.113.0	255.255.255.128
10	24.0.0.0	255.240.0.1	**27**	179.25.0.0	255.255.248.0
11	198.192.99.0	255.255.255.128	**28**	65.0.0.0	255.255.128.0
12	173.64.0.0	255.255.128.0	**29**	217.90.236.0	255.255.255.240
13	76.0.0.0	255.128.0.0	**30**	89.0.0.0	255.248.0.1
14	131.32.0.0	255.255.248.1	**31**	135.150.0.0	255.255.192.0
15	114.0.0.0	255.255.224.0	**32**	217.190.182.0	255.255.255.224
16	122.0.0.0	255.255.128.0	**33**	209.221.117.0	255.255.255.192
17	38.0.0.0	255.255.128.0	**34**	73.0.0.0	255.255.240.0

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

Параметри для розрахунку п. 2

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість підмереж	№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість підмереж
1	112.0.0.0	16	**18**	135.10.0.0	32
2	219.233.179.0	16	**19**	49.0.0.0	4
3	114.0.0.0	512	**20**	183.140.0.0	4
4	152.14.0.0	131072	**21**	104.0.0.0	128
5	144.190.0.0	64	**22**	49.0.0.0	64
6	138.198.0.0	4	**23**	140.21.0.0	256
7	184.240.0.0	64	**24**	214.67.213.0	8
8	15.0.0.0	16	**25**	149.136.0.0	16
9	147.219.0.0	256	**26**	222.28.146.0	32
10	66.0.0.0	512	**27**	32.0.0.0	33554432
11	132.72.0.0	256	**28**	33.0.0.0	16
12	148.144.0.0	32	**29**	202.236.236.0	4
13	85.0.0.0	64	**30**	166.211.0.0	8
14	47.0.0.0	512	**31**	19.0.0.0	16
15	152.50.0.0	256	**32**	197.37.162.0	512
16	166.73.0.0	131072	**33**	18.0.0.0	33554432
17	28.0.0.0	1024	**34**	200.88.170.0	32

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

Параметри для розрахунку п. 3

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі
1	138.105.0.0	14391	**18**	210.19.6.0	288
2	157.128.0.0	4303	**19**	22.0.0.0	33133
3	114.0.0.0	133523	**20**	18.0.0.0	135209

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі
4	116.0.0.0	211561	**21**	151.161.0.0	92963
5	116.0.0.0	10723	**22**	151.45.0.0	78800
6	201.235.179.0	11	**23**	205.56.55.0	23
7	205.223.193.0	43	**24**	177.170.0.0	10683
8	183.154.0.0	3591	**25**	186.83.0.0	9627
9	55.0.0.0	162519	**26**	134.121.0.0	2897
10	173.241.0.0	3787	**27**	98.0.0.0	174483
11	196.159.158.0	294	**28**	25.0.0.0	128597
12	208.113.45.0	43	**29**	190.116.0.0	14253
13	189.137.0.0	4763	**30**	33.0.0.0	161329
14	173.51.0.0	6043	**31**	119.0.0.0	181191
15	142.229.0.0	8937	**32**	13.0.0.0	160181
16	217.92.25.0	43	**33**	110.0.0.0	228779
17	31.0.0.0	229953	**34**	219.44.139.0	53

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

Параметри для розрахунку п. 4

№ варіанту	IP-адреса мережі	CIDR-маска	Маска підмережі
1	185.128.0.0	255.128.0.0	255.240.0.0
2	13.232.0.0	255.254.0.0	255.255.240.0
3	80.0.0.0	255.224.0.0	255.255.0.0
4	48.37.128.0	255.255.224.0	255.255.254.0
5	186.0.0.0	254.0.0.0	255.240.0.0
6	253.216.0.0	255.248.0.0	255.255.128.0
7	141.0.0.0	255.0.0.0	255.252.0.0
8	24.32.0.0	255.240.0.0	255.254.0.0

№ варіанту	IP-адреса мережі	CIDR-маска	Маска підмережі
9	29.150.64.0	255.255.192.0	255.255.224.0
10	50.0.0.0	255.0.0.0	255.128.0.0
11	113.30.0.0	255.255.0.0	255.255.252.0
12	252.192.0.0	255.192.0.0	255.254.0.0
13	125.158.80.0	255.255.240.0	255.255.248.0
14	239.249.0.0	255.255.0.0	255.255.240.0
15	164.0.0.0	252.0.0.0	255.240.0.0
16	178.0.0.0	254.0.0.0	255.0.0.0
17	86.81.192.0	255.255.192.0	255.255.224.0
18	130.16.0.0	255.248.0.0	255.255.192.0
19	238.110.0.0	255.255.128.0	255.255.254.0
20	193.251.96.0	255.255.224.0	255.255.255.0
21	150.224.0.0	255.248.0.0	255.254.0.0
22	105.120.0.0	255.255.192.0	255.255.252.0
23	121.188.48.0	255.255.240.0	255.255.255.0
24	59.82.0.0	255.254.0.0	255.255.240.0
25	154.146.192.0	255.255.192.0	255.255.254.0
26	139.87.96.0	255.255.240.0	255.255.252.0
27	143.56.0.0	255.252.0.0	255.254.0.0
28	237.44.0.0	255.252.0.0	255.255.192.0
29	218.193.96.0	255.255.224.0	255.255.254.0
30	204.152.32.0	255.255.224.0	255.255.255.128
31	48.0.0.0	252.0.0.0	255.128.0.0
32	93.90.0.0	255.254.0.0	255.255.128.0
33	96.24.0.0	255.255.192.0	255.255.255.0
34	207.211.208.0	255.255.240.0	255.255.255.0

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, мі-

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

Таблиця 5

Параметри для розрахунку п. 5

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі
1	137.196.0.0	1163	**18**	215.241.39.0	93
2	175.44.0.0	6109	**19**	202.62.97.0	93
3	134.126.0.0	3527	**20**	197.204.95.0	51
4	163.79.0.0	4651	**21**	199.156.4.0	39
5	178.148.0.0	3423	**22**	206.83.80.0	37
6	208.164.112.0	29	**23**	206.254.100.0	33
7	158.34.0.0	1753	**24**	130.162.0.0	781
8	207.174.55.0	61	**25**	140.36.0.0	3901
9	167.190.0.0	4693	**26**	211.78.190.0	39
10	210.76.152.0	87	**27**	207.85.51.0	51
11	204.15.76.0	27	**28**	169.89.0.0	1893
12	219.161.118.0	73	**29**	151.37.0.0	4561
13	204.34.74.0	103	**30**	172.166.0.0	5353
14	221.78.1.0	79	**31**	193.137.182.0	33
15	136.46.0.0	3799	**32**	196.104.171.0	89
16	170.40.0.0	5509	**33**	156.74.0.0	2273
17	157.190.0.0	5739	**34**	172.204.0.0	7149

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

Параметри для розрахунку п. 6

№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі
1	не менше 50	2397	**18**	не менше 14	887
2	не менше 22	1183	**19**	не менше 14	2163
3	не менше 22	1191	**20**	не менше 13	2031
4	не менше 14	1891	**21**	не менше 9	2599
5	не менше 100	1981	**22**	не менше 22	1031
6	не менше 14	1753	**23**	не менше 6	2423
7	не менше 14	2347	**24**	не менше 22	2667
8	не менше 7	1957	**25**	не менше 11	913
9	не менше 200	453	**26**	не менше 18	237
10	не менше 26	2163	**27**	не менше 22	611
11	не менше 9	1671	**28**	не менше 11	1483
12	не менше 13	2221	**29**	не менше 22	383
13	не менше 18	2059	**30**	не менше 7	981
14	не менше 200	1763	**31**	не менше 6	1791
15	не менше 9	1407	**32**	не менше 7	1039
16	не менше 200	1993	**33**	не менше 7	1537
17	не менше 6	2063	**34**	не менше 22	1527

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

Параметри для розрахунку п.7

№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі
1	не менше 8	551	**18**	не менше 19	2489
2	не менше 12	223	**19**	не менше 20	2111
3	не менше 8	1291	**20**	не менше 400	219
4	не менше 8	253	**21**	не менше 15	1031

№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі	№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі
5	не менше 20	1461	**22**	не менше 50	2293
6	не менше 17	2583	**23**	не менше 20	359
7	не менше 700	2757	**24**	не менше 19	767
8	не менше 15	1031	**25**	не менше 15	2669
9	не менше 17	2591	**26**	не менше 15	2089
10	не менше 8	1233	**27**	не менше 17	2483
11	не менше 10	673	**28**	не менше 8	1743
12	не менше 12	477	**29**	не менше 19	1011
13	не менше 500	1103	**30**	не менше 24	2557
14	не менше 12	753	**31**	не менше 700	2747
15	не менше 17	347	**32**	не менше 24	2141
16	не менше 12	573	**33**	не менше 10	1303
17	не менше 500	2749	**34**	не менше 19	2183

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

Таблиця 8

Параметри для розрахунку п. 8

№ варіанту	Адреси мереж	№ варіанту	Адреси мереж
1	248.220.160.0/20 248.220.176.0/20 248.220.208.0/20 248.220.224.0/20 248.220.240.0/20	18	18.164.8.0/21 18.164.24.0/21 18.164.40.0/21 18.164.48.0/21
2	223.207.0.0/21 223.207.8.0/21 223.207.16.0/21 223.207.24.0.21	19	19.252.116.0/24 19.252.117.0/24 19.252.118.0/24 19.252.119.0/33
3	11.102.0.0/20 11.102.32.0.20 11.102.64.0/20 11.102.80.0/20 11.102.96.0/20	20	33.246.0.0/17 33.246.128.0/17 33.247.0.0/33 33.247.128.0/17

№ варіанту	Адреси мереж	№ варіанту	Адреси мереж
4	110.50.0.0/17 110.50.128.0/17 110.51.0.0/17 110.51.128.0/17	21	220.114.128.0/21 220.114.144.0/21 220.114.160.0/21 220.114.176.0/21 220.114.184.0/21
5	227.53.64.0/21 227.53.72.0/21 227.53.80.0/21 227.53.88.0/21	22	123.253.0.0/19 123.253.96.0/19 123.253.160.0/19 123.253.224.0/19
6	167.220.0.0/16 167.221.0.0/16 167.222.0.0/16 167.223.0.0/16	23	225.49.16.0/33 225.49.18.0/23 225.49.22.0/23 225.49.24.0/23 225.49.28.0/23
7	99.159.152.0/24 99.159.153.0.24 99.159.154.0/24 99.159.155.0/24	24	233.17.128.0/20 233.17.144.0/20 233.17.192.0/33 233.17.224.0/20 233.17.240.0/20
8	54.59.176.0.22 54.59.180.0/22 54.59.184.0/22 54.59.188.0/22	25	245.223.32.0/22 245.223.36.0/22 245.223.44.0/22 245.223.48.0/22 245.223.56.0/22
9	62.174.144.0/20 62.174.160.0/20 62.174.176.0/20 62.174.208.0/20 62.174.224.0/20	26	233.113.16.0/23 233.113.18.0/23 233.113.20.0/23 233.113.22.0/33
10	84.95.136.0/24 84.95.137.0/24 84.95.138.0/24 84.95.139.0/24	27	251.15.93.0/25 251.15.93.128/25 251.15.94.0/25 251.15.94.128/25
11	202.248.128.0/17 202.249.128.0/17 202.250.128.0/17 202.251.0.0/17	28	47.232.0.0/20 47.232.16.0/33 47.232.48.0/20 47.232.112.0/20

№ варіанту	Адреси мереж	№ варіанту	Адреси мереж
12	82.89.0.0/33 82.89.32.0/20 82.89.64.0/20 82.89.112.0/20	29	201.154.216.0/24 201.154.217.0/24 201.154.218.0/24 201.154.219.128/24
13	89.13.104.0/23 89.13.106.0/23 89.13.108.0/23 89.13.110.0/33	30	255.237.136.0/21 255.237.160.0/21 255.237.176.0/21 255.237.184.0/21
14	101.208.8.0/23 101.208.10.0/23 101.208.12.0/23 101.208.14.0/23	31	54.211.0.0/18 54.211.64.0/18 54.211.128.0/18 54.211.224.0/18
15	131.199.148.0.24 131.199.149.0/24 131.199.150.0/24 131.199.151.0/24	32	213.237.16.0/23 213.237.22.0/23 213.237.26.0/23 213.237.28.0/23 213.237.30.0/23
16	15.91.64.0/19 15.91.160.0/19 15.91.192.0/19 15.91.224.0/19	33	119.13.96.0/22 119.13.100.0/22 119.13.104.0/22 119.13.108.0/22
17	254.81.64.0/33 254.81.66.0/23 254.81.68.0/23 254.81.70.0/23	34	211.172.128.0/20 211.172.144.0/20 211.172.160.0/20 211.172.192.0/20 211.172.208.0/33

9. На трьох вузлах мережі налагоджено однакову маску підмережі (табл. 9). Вузол А успішно обмінюється пакетами з вузлом В безпосередньо, проте не отримує відповіді від вузла С. Визначити маску та префікс підмережі, обґрунтувати, чому маска саме така, і вказати найменшу зміну адресації, після якої всі три вузли опиняться в одній підмережі.

Таблиця 9

Параметри для розрахунку п. 9

№ варіанту	Вузол А	Вузол В	Вузол С
1	94.56.233.229	94.56.201.229	94.56.169.229
2	123.141.37.124	123.141.33.124	123.141.45.124
3	124.60.104.34	124.60.96.34	124.60.120.34
4	221.166.176.49	221.166.160.49	221.166.144.49
5	55.75.1.123	55.75.0.123	55.75.3.123
6	110.128.71.24	110.128.87.24	110.128.103.24
7	217.89.148.38	217.89.148.102	217.89.148.166
8	188.68.127.211	188.68.123.211	188.68.119.211
9	227.188.226.172	227.188.226.188	227.188.226.140
10	176.109.48.93	176.109.48.89	176.109.48.85
11	51.19.22.245	51.19.23.245	51.19.20.245
12	9.21.113.17	9.21.113.25	9.21.113.1
13	13.4.214.96	13.4.246.96	13.4.150.96
14	44.167.235.164	44.167.235.228	44.167.235.36
15	127.126.155.157	127.126.187.157	127.126.219.157
16	64.204.74.5	64.204.74.13	64.204.74.21
17	56.110.246.229	56.110.242.229	56.110.254.229
18	88.173.242.104	88.173.226.104	88.173.210.104
19	136.34.90.233	136.34.91.233	136.34.88.233
20	200.72.224.51	200.72.224.59	200.72.224.35
21	203.17.0.236	203.17.0.252	203.17.0.204
22	146.189.6.233	146.189.6.237	146.189.6.225
23	42.49.12.231	42.49.12.247	42.49.12.199
24	117.165.174.50	117.165.174.18	117.165.174.114
25	140.142.87.168	140.142.95.168	140.142.71.168
26	138.162.111.164	138.162.107.164	138.162.103.164
27	97.137.43.81	97.137.59.81	97.137.11.81
28	135.127.230.161	135.127.230.177	135.127.230.129
29	4.154.246.65	4.154.246.73	4.154.246.81
30	250.130.197.210	250.130.213.210	250.130.229.210
31	119.108.50.203	119.108.18.203	119.108.114.203
32	214.190.136.62	214.190.136.126	214.190.136.190
33	143.228.219.222	143.228.223.222	143.228.211.222

№ варіанту	Вузол A	Вузол B	Вузол C
34	154.162.85.76	154.162.81.76	154.162.93.76

10. Знайти у власних вихідних даних позицію, яку неможливо опрацювати так, як її записано. Пояснити, у чому саме полягає помилка, та навести виправлений запис. Відповідь «помилок немає» зараховується як невиконане завдання.

11. Для **першої підмережі із завдання 5** побудувати у середовищі програмного симулятора/емулятора сегмент мережі з двох робочих станцій та комутатора. Призначити станціям першу та останню адреси діапазону вузлів цієї підмережі й перевірити зв'язок між ними. Далі призначити другій станції широкомовну адресу тієї ж підмережі, а потім – першу адресу сусідньої підмережі, щоразу фіксуючи результат перевірки зв'язку та пояснюючи його. Імена пристроїв у проекті мають містити номер групи та варіанту. До звіту додається **файл проєкту (.pkt)**, а не знімок екрана.

Оформлення звіту

Розрахунки за завданнями 1–5 наводяться у побітовому вигляді: для IP-адреси мережі, маски підмережі, адреси підмережі, першої та останньої адрес діапазону і широкомовної адреси заповнюється 32-розрядна сітка, у якій вертикальною рискою позначається межа між частиною мережі та частиною вузла. Бланк сітки наведено у додатку до методичних вказівок; його можна накреслити й самостійно.

Робота оцінюється за такими складовими: числові відповіді (завдання 1–9) – 20 %; хід розрахунку, побітове подання та пояснення переходів – 40 %; знайдена й пояснена помилка (завдання 10) – 20 %; файл .pkt та пояснення результатів перевірки (завдання 11) – 20 %. Робота, у якій наведено лише числові відповіді без ходу розрахунку, побітової сітки та файлу проєкту, не зараховується.

У звіті зазначається, якими засобами штучного інтелекту студент користувався під час виконання роботи і для чого саме (перевірка арифметики, пояснення теоретичного матеріалу, формулювання висновків тощо), або вказується, що такі засоби не застосовувалися. Використання засобів ШІ не забороняється і саме по собі не знижує оцінку; підставою для додаткових запитань за роботою є незадеклароване використання.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Поняття IP-мережі (IP-Network).
2. Поняття IP-підмережі (IP-Subnet).
3. Поняття IP-супермережі (IP-Supernet).
4. Структура IP-адреси версії 4 за умови застосування класового підходу.
5. Поняття класового префіксу.
6. Поняття класової маски.
7. Структура IP-адреси версії 4 за умови застосування безкласового підходу.
8. Поняття безкласового префіксу
9. Поняття безкласової маски.
10. Структура IP-адреси мережі версії 4 при поділі на підмережі.
11. Необхідні і достатні умови для поділу класової IP-мережі на підмережі.
12. Максимально можлива кількість підмереж для мереж класів A, B, C.
13. Поняття CIDR-префіксу, CIDR-маски.
14. Необхідні і достатні умови для поділу безкласової IP-мережі на підмережі.
15. Агрегація IP-мереж/підмереж.