

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

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.

Хід роботи:

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

Табл. 1. — Параметри для розрахунку п. 1

№ варіанту	ІР-адреса мережі	Маска
24	199.8.80.0	255.255.255.224

Наведена в умові задачі адреса 199.8.80.0 належить до класу С, тому для адресації мережі виділяється $N = 24$ бітів.

За таблицею відповідностей масок і префіксів (або шляхом розрахунку) можна визначити префікс. У нашому випадку масці 255.255.255.224 відповідає префікс /27, тобто, $P = 27$ 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 $P = 27$ бітів, отже:

$$S = 27 - 24 = 3 \text{ біти},$$

$$H = 32 - 27 = 5 \text{ бітів}.$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12		
Розроб.	Семенчук О.А.				Звіт з лабораторної роботи		
Перевір.	Хохлов М. О						
Керівник							
Н. контр.							
Затверд.					ФІКТ, гр. ІПЗ-23-1		

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:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^3 = 8.$$

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

Завдання 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.

Табл. 2. — Параметри для розрахунку п. 2

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість підмереж
24	65.0.0.0	2

Наведена в умові задачі IP-адреса 65.0.0.0 належить до класу А, тому для адресації мережі виділяється $N = 8$ біти.

Для визначення значення S при відомій кількості підмереж $K_{\text{підмереж}} = 2$ необхідно скористатися наступним підходом.

Формується число Y вигляду:

$$Y = K_{\text{підмереж}} - 1.$$

Для умов задачі число Y дорівнює:

$$Y = 2 - 1 = 1.$$

Отримане число Y переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$Y_{10} \rightarrow Y_2$$

Тобто:

$$1_{10} = 1_2$$

Кількість бітів у даному числі $S = 1$ і саме вони використовуються для нумерації підмереж.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						2

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 $N = 8$, $S = 1$:

$$P = N + S = 8 + 1 = 9 \text{ бітів.}$$

Префіксу /9 відповідає маска 255.128.0.0.

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

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

Для нашого випадку $N = 8$ бітів, $S = 1$ бітів:

$$H = 32 - 8 - 1 = 23 \text{ бітів.}$$

Кількість вузлів однієї підмережі розраховується за формулою:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^H - 2.$$

Як результат маємо:

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{23} - 2 = 8388608 - 2 = 8388606.$$

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

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

Як результат маємо:

$$K_{\text{вузлів загальна}} = 8388606 * 2 = 16777212.$$

Завдання 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.

Табл. 3. — Параметри для розрахунку п. 3

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі
24	65.0.0.0	90000

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						3

Наведена в умові задачі адреса 65.0.0.0 належить до класу А, тому для адресації мережі виділяється $N = 8$ бітів.

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:

$$X = 90000 + 2 - 1 = 90001.$$

Отримане число X переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

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

Тобто:

$$90001_{10} = 1010111110010001_2$$

Кількість бітів у даному числі $H = 17$ 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 $N = 8$ бітів, $H = 17$ бітів:

$$S = 32 - 8 - 17 = 7 \text{ бітів.}$$

Префікс підмережі визначається як:

$$P = 32 - H.$$

Для нашого випадку $H = 17$ бітів.

Отже,:

$$P = 32 - 17 = 15 \text{ біти.}$$

Префікс відповідно має вигляд – /15.

Знаючи префікс, маску підмережі можна визначити визначити за таблицею відповідностей або шляхом розрахунку. У нашему випадку префіксу /15 відповідає маска 255.254.0.0

Кількість підмереж розраховується за формулою:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка». 25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						4

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

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:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^7 = 128.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{17} - 2 = 131072 - 2 = 131070.$$

Завдання 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.

Табл. 4. — Параметри для розрахунку п. 4

№ варіанту	IP-адреса мережі	CIDR-маска	Маска підмережі
24	192.0.0.0	255.255.128.0	255.255.255.0

CIDR-префікс та префікс підмережі можна визначити за таблицею відповідностей або шляхом розрахунку. У нашому випадку масці CIDR 255.255.128.0 відповідає CIDR-префікс /17, а масці підмережі 255.255.255.0 відповідає префікс підмережі /24. Тобто, С = 17 біти та Р = 24 бітів.

Знаючи кількість бітів CIDR-префікса С та префікса підмережі Р, 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 Р = 24 бітів, С = 17 біти, отже:

$$S = 24 - 17 = 7 \text{ бітів},$$

$$H = 32 - 24 = 8 \text{ біти.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						5

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:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^7 = 128.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^8 - 2 = 256 - 2 = 254.$$

Завдання 5. IP-мережу необхідно розбити на підмережі за умови, що у кожній з них функціонує задана кількість вузлів (табл. 5). Дляожної 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.

Табл. 5. — Параметри для розрахунку п. 5

№ варіанту	IP-адреса мережі	Кількість вузлів у підмережі
24	65.0.0.0	90000

Наведена в умові задачі адреса 65.0.0.0 належить до класу А, тому для адресації мережі виділяється $N = 8$ бітів.

Для визначення значення H формується число X вигляду

$$X = K_{\text{вузлів}} + 2 - 1.$$

Для умов задачі число X дорівнює

$$X = 90000 + 2 - 1 = 90001.$$

Отримане число X переводиться з десяткової у двійкову систему числення

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

Тобто,

$$90001_{10} = 1010111110010001_2$$

Кількість бітів у даному числі $H = 17$ і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Кількість бітів, які виділяються для нумерації підмереж розраховується як

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						6

Для нашого випадку $N = 8$, $H = 17$

$$S = 32 - 8 - 17 = 7$$

Кількість бітів, які виділяються для формування префікса підмережі розраховується як

$$P = N + S.$$

Для нашого випадку $N = 8$, $S = 7$

$$P = 8 + 7 = 15 \text{ біти.}$$

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:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^7 = 128.$$

$$K_{\text{вузлів}} = 2^{17} - 2 = 131072 - 2 = 131070.$$

Фактична кількість вузлів в підмережі становить 131070 вузли і перевищує зазначену в умові кількість 90000 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

$$\begin{array}{lll} N = 8 & S = 7 & H = 17 \text{ бітів} \\ \text{бітів} & \text{бітів} & \end{array}$$

01000001 0000000 0000000000000000

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						7

Нульова підмережа	01000001 00000000000000000000000000000000	65.0.0.0
	01000001 00000000000000000000000000000001	65.0.0.1
	01000001 000000011111111111111110	65.1.255.254
	01000001 000000011111111111111111	65.1.255.255
Перша підмережа	01000001 000000100000000000000000	65.2.0.0
	01000001 000000100000000000000001	65.2.0.1
	01000001 000000111111111111111110	65.3.255.254
	01000001 000000111111111111111111	65.3.255.255
Друга підмережа	01000001 000001000000000000000000	65.4.0.0
	01000001 000001000000000000000001	65.4.0.1
	01000001 000001011111111111111110	65.5.255.254
	01000001 000001011111111111111111	65.5.255.255
Третя підмережа	01000001 000001100000000000000000	65.6.0.0
	01000001 000001100000000000000001	65.6.0.1
	01000001 000001111111111111111110	65.7.255.254
	01000001 000001111111111111111111	65.7.255.255
Четверта підмережа	01000001 000010000000000000000000	65.8.0.0
	01000001 000010000000000000000001	65.8.0.1
	01000001 000010011111111111111110	65.9.255.254
	01000001 000010011111111111111111	65.9.255.255
	...	
Передостання підмережа	01000001 111111000000000000000000	65.252.0.0
	01000001 111111000000000000000001	65.252.0.1
	01000001 111111011111111111111110	65.253.255.254
	01000001 111111011111111111111111	65.253.255.255
Остання підмережа	01000001 111111100000000000000000	65.254.0.0
	01000001 111111100000000000000001	65.254.0.1
	01000001 111111111111111111111110	65.255.255.254
	01000001 111111111111111111111111	65.255.255.255

Завдання 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.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						8

Табл. 6. — Параметри для розрахунку п. 6

№ варіанту	Кількість підмереж	Кількість вузлів у підмережі
24	Не менше 300	476

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 $K_{\text{підмереж}} \geq 300$ фіксується як $K_{\text{підмереж}} = 300$.

Формується число Y вигляду:

$$Y = K_{\text{підмереж}} - 1$$

Для умов задачі число Y дорівнює:

$$Y = 300 - 1 = 299$$

Отримане число Y переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$Y_{10} \rightarrow Y_2$$

Тобто:

$$299_{10} = 100101011_2$$

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

Оскільки $K_{\text{підмереж}} \geq 50$, то значення $S \geq 9$ бітів.

Для визначення значення H формується число X вигляду:

$$X = K_{\text{вузлів}} + 2 - 1$$

Для умов задачі число X дорівнює:

$$X = 476 + 2 - 1 = 475$$

Отримане число X переводиться з десяткової у двійкову систему числення:

$$Y_{10} \rightarrow Y_2$$

Тобто:

$$475_{10} = 111011011_2$$

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						9

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

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

Для вибору варіанту необхідно перевірити умову:

$$N + S + H = 32 \text{ біти.}$$

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 тільки варіант I підходить, а варіанти II та III не підходять.

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

Варіант II не підходить, оскільки $K_{\text{підмереж}} = 2^7 = 128$ недостатньо для задоволення умови $K_{\text{підмереж}} \geq 300$. Тобто 128 менше необхідних 300 підмереж. Варіант I підходить, оскільки $2^{15} = 32,768$ підмереж достатньо для задоволення умови. Для варіанту I кількість вузлів становить $K_{\text{вузлів}} = 2^9 - 2 = 510$, тобто початкова $K_{\text{вузлів}} = 476$ також виконується.

Таким чином маємо наступний результат:

$$N = 8 \text{ бітів}, S = 15 \text{ бітів}, H = 9 \text{ бітів.}$$

$$P = N + S + H = 23 \text{ біти.}$$

Оскільки N = 8 бітів, то як IP-адресу мережі обираємо будь-яку IP-адресу класу A. Наприклад, IP-адресу 110.0.0.0. Префікс для даної мережі P = 23 біти записується як /23. Цьому префіксу відповідає маска 255.255.254.0.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						10

Кількість підмереж розраховується за формулою:

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

Як результат маємо:

$$K_{\text{підмереж}} = 2^{15} = 32\,768.$$

Для поділу мережі на підмережі виконується переведення вихідної IP-адреси мережі з десяткової у двійкову системи числення.

Результат переведення та структура адреси мають вигляд

$$\begin{array}{lll} N = 8 \text{ бітів} & S = 15 \text{ бітів} & H = 9 \text{ бітів} \\ 01101110 & 0000000000000000 & 000000000 \end{array}$$

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 підмережа	01101110000000000000000000000000	110.0.0.0
	01101110000000000000000000000001	110.0.0.1
	01101110000000000000000000000000111111110	110.0.1.254
	01101110000000000000000000000000111111111	110.0.1.255
Перша підмережа	0110111000000000000000001000000000	110.0.2.0
	0110111000000000000000001000000001	110.0.2.1
	011011100000000000000000111111110	110.0.3.254
	011011100000000000000000111111111	110.0.3.255
Друга підмережа	0110111000000000000000001000000000	110.0.4.0
	0110111000000000000000001000000001	110.0.4.1
	0110111000000000000000001011111110	110.0.5.254
	0110111000000000000000001011111111	110.0.5.255

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР12	Арк.
						11

Третя підмережа	0110111000000000000000110000000000 0110111000000000000000110000000001 01101110000000000000001111111110 01101110000000000000001111111111	110.0.6.0 110.0.6.1 110.0.7.254 110.0.7.255
Четверта підмережа	01101110000000000000001000000000000 01101110000000000000001000000000001 011011100000000000000010011111110 011011100000000000000010011111111	110.0.8.0 110.0.8.1 110.0.9.254 110.0.9.255
	...	
Передостання підмережа	011011101111111111110000000000 011011101111111111110000000001 011011101111111111110111111110 011011101111111111110111111111	110.255.252.0 110.255.252.1 110.255.253.254 110.255.253.255
Остання підмережа	011011101111111111110000000000 011011101111111111110000000001 01101110111111111111111111111110 01101110111111111111111111111111	110.255.254.0 110.255.254.1 110.255.255.254 110.255.255.255

Висновок: У підсумку заняття було опрацьовано загальні принципи організації IPv4-підмереж, методики розбиття мереж на підмережі, розрахунку їхніх параметрів та агрегації. Також набуті практичні навички аналізу й визначення характеристик підмереж, що є основою для ефективної роботи з IP-адресацією версії 4.