**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



**ІР-адресація**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторної роботи №10**

**з дисципліни “Комп’ютерні мережі” для студентів спеціальності 122 Комп’ютерні науки спеціалізації Системна інженерія (Інтернет речей)**

*Затверджено*

*на засіданні кафедри*

"Комп'ютеризовані системи автоматики"

*Протокол N 4 вiд 19 жовтня 2022p.*

Львів 2022

ІР-адресація: Методичні вказівки до лабораторної роботи №9 з дисципліни “Комп’ютерні мережі” для студентів спеціальності 122 Комп’ютерні науки спеціалізації Системна інженерія (Інтернет речей)/ Укл. Г.І.Влах-Вигриновська, А.Й. Наконечний О.О. Іванюк - Львiв: Національний університет "Львівська політехніка", 2022. - 14 с.

**Укладачі:** Г.І. Влах-Вигриновська, канд. техн. наук, доцент

А.Й. Наконечний, доктор техн. наук, професор

О.О. Іванюк, канд. техн. наук, доцент

**Відповідальний за випуск**  А.Й. Наконечний, д.т.н, проф.

**Рецензенти:** І.М. Бучма, д.т.н, проф.,

М.В. Мищишин, к.. т. н., доцент

**Мета роботи:** Отримати навички призначення IP-адрес і розподілу мережі на підмережі

## Короткі теоретичні відомості

**Визначення IP-адреси**

IP-адреса – це унікальна адреса, що ідентифікує пристрій в Інтернеті або локальній мережі. IP означає "Інтернет-протокол" - набір правил, що регулюють формат даних, що надсилаються через інтернет або локальну мережу.

По суті, IP-адреса – це ідентифікатор, що дозволяє передавати інформацію між пристроями в мережі: він містить інформацію про місцезнаходження пристрою та забезпечує його доступність для зв'язку. IP-адреси дозволяють розрізняти комп'ютери, маршрутизатори та веб-сайти в Інтернеті та є важливим компонентом роботи Інтернету.

IP-адреси не випадкові.  Вони розраховуються математично та розподіляються Адміністрацією адресного простору Інтернету (Internet Assigned Numbers Authority, IANA), підрозділом Корпорації з присвоєння імен та номерів в Інтернеті (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, ICANN). ICANN – це некомерційна організація, заснована в США у 1998 році з метою підтримки безпеки Інтернету та забезпечення його доступності для всіх користувачів. Щоразу, коли будь-хто реєструє домен в інтернеті, він користується послугами реєстратора доменних імен, який сплачує ICANN невеликий збір за реєстрацію домену.

**Адреса IPv4**

Адреса IPv4 – це числова мітка, призначена кожному пристрою, який бере участь у комп’ютерній мережі, яка використовує для зв’язку Інтернет-протокол. Це 32-розрядна адреса, що означає, що в адресному просторі IPv4 доступно приблизно 4,3 мільярда унікальних адрес. Адреса IPv4 зазвичай представлена ​​в десятковому форматі з чотирма числами, розділеними крапками (наприклад, 192.168.0.1). Адреса ділиться на дві частини: мережева частина та частина хоста. Мережна частина визначає мережу, до якої підключено пристрій, тоді як хост-частина ідентифікує конкретний пристрій у цій мережі.

#### **Адреса IPv6**

Адреса IPv6 — це 128- розрядна адреса, що означає, що в адресному просторі Ipv6 доступно приблизно 340 секстильйонів адрес, або ~ по 5x1028 адрес на кожну людину.

Адреси IPv6 використовуються для ідентифікації та визначення місцезнаходження пристроїв у мережі та надання унікальної адреси для кожного пристрою.

Адреси IPv6 записуються в шістнадцятковому форматі та складаються з восьми груп (хекстетів) із чотирьох шістнадцяткових цифр, розділених двокрапками. Наприклад, адреса IPv6 може виглядати так:

2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334

Адреси IPv6 набагато довші за адреси IPv4, які мають лише 32 біти. Адреси IPv6 забезпечують набагато більший адресний простір, який необхідний, оскільки кількість пристроїв, підключених до Інтернету, продовжує зростати. Крім того, адреси IPv6 забезпечують ефективнішу маршрутизацію та функції безпеки порівняно з IPv4.

При використанні IPv6-адреси в URL необхідно брати адресу в квадратні дужки:

http://[2001:0db8:11a3:09d7:1f34:8a2e:07a0:765d]/

Якщо потрібно вказати порт, то він пишеться після дужок:

http://[2001:0db8:11a3:09d7:1f34:8a2e:07a0:765d]:8080/

### Структура IP-адреси

Оскільки переважна більшість сучасних мереж, не кажучи вже про глобальну мережу Інтернет, використовують стек протоколів TCP/IP, виключно важливим є чітке знання основ IP-адресації та маршрутизації. Без правильного налаштування таких параметрів, як IP-адреса, маска підмережі, основний шлюз і інших, взаємодія комп’ютерів в мережі TCP/IP буде неможливою.

Схема маршрутизації повідомлень в TCP/IP базується на унікальних адресах, названих *адресами Internet* або *IP-адресами*, які утворюють пару: *<адреса локальної мережі, адреса вузла в локальній мережі>* або *(<NetID, HostID>)*

IP-адреси 4 версії представлені 32-бітовим кодом і діляться на класи: A, B, C, D, E (табл. 2.1). Найбільше використання мають перші 3 класи.

Таблиця 2.1 – Класова адресація

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Клас | Перші біти | Мінімальний номер мережі | Максимальний номер мережі | Максимальна кількість мереж | Максимальна кіль-кількість вузлів у мережі |
| A | 0 | 1.0.0.0 | 126.0.0.0 | 27 – 2 = 126 | 224– 2 |
| B | 10 | 128.0.0.0 | 191.255.0.0 | 214= 16384 | 216– 2 |
| C | 110 | 192.0.0.0 | 223.255.255.0 | 221 = 2097152 | 28– 2 |
| D | 1110 | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 | - | Багатоадресний |
| E | 1111 | 240.0.0.0 | 255.255.255.255 | - | Зарезервований |

Оскільки IP-адреси кодують як мережу, так і вузол в мережі, то ці адреси не визначають конкретний комп’ютер, а визначають під’єднання до мережі.

Тому роутер, який з’єднує n мереж, має n різних IP-адрес, по одній для кожного мережевого під’єднання.

Цей підхід дозволив більш ефективніше виділяти організаціям потрібні їм діапазони IP-адрес, і проблема з нестачею IP-мереж і адрес стала менш гострою.

### Десятковий запис IP-адреси

Для зручності роботи з IP-адресами 32-розрядну послідовність зазвичай поділяють на 4 частини по 8 бітів (на *октети*), кожен октет переводять у десяткове число і при записі поділяють ці числа крапками. У такому вигляді (це подання називається «десяткові числа з точками», або, з англійської, «*dotted-decimal notation*») IP-адреси займають значно менше місця і набагато легше запам’ятовуються.

Також, можна сказати, що IP-адреса має чотири поля (байти) у формі ааа.ввв.ссс.ddd, розділених крапками (таблиця 2.3). Кожне поле звичайно подається у формі десяткового числа. IP-адреси можна розрізняти за класами, використовуючи десяткове значення ааа першого байта:

Таблиця 2.3. – Розподіл IP адрес за класами

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Клас | Найменша адреса | Найбільша адреса |
| A | 0.1.0.0 | 126.0.0.0 |
| B | 128.0.0.0 | 191.255.0.0 |
| C | 192.0.1.0 | 223.255.255 |
| D | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 |
| E | 240.0.0.0 | 247.255.255.255 |

Щоб швидко здійснювати перетворення десяткового значення у двійкове і навпаки в розумі (що мережевим адміністраторам потрібно нерідко ), використовують наступну таблицю. В ній наведені десяткові значення степенів числа 2 з показником, рівним порядковому номеру біта в октеті (примітка - нумерація бітів проводиться справа наліво і починається з нуля):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковий номер біта в октеті | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 2 в степені, що відповідає номеру біта | 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |

Запам’ятавши таку таблицю, нескладно в розумі перетворювати октети в десяткові числа і назад.

Десяткове число легко обчислюється як сума цифр, відповідних ненульовим бітам в октеті, наприклад:

**10101101** → **128** · **1** + **64** · **0** + **32** · **1** + **16** · **0** + **8** · **1** + **4 · 1** + **2 ·** **0** + **1 · 1** = **173**.

Дещо складніше перевести десяткове подання у двійкове, але при деякому тренуванні це також не становить проблем, наприклад:

**201** → **128** · **1** + **64** · **1** + **32** · **0** + **16** · **0** + **8** · **1** + **4** · **0** + **2** · **0** + **1** · **1** = **11001001**.

Однак однієї лише IP-адреси комп’ютера для роботи в мережі TCP/IP недостатньо. Іншим обов’язковим параметром, без якого протокол TCP/IP працювати не буде, є маска підмережі.

Альтернативою традиційної схеми класової адресації є використання іншої ознаки, за допомогою якої можна більш гнучко встановлювати межу між номером мережі та номером вузла є *маска*.

Маска підмережі — 32-розрядне двійкове число, в якому одиниці відповідають мережевій частині, а нулі – адресі хоста.

Маска підмережі використовується для визначення того, які біти є частиною номера мережі, а які частиною ідентифікатора хоста (для цього застосовується логічна операція кон'юнкції – логічне "І").

Willcard mask - це обернена маска, або як її ще називають – інверсна маска підмережі або доповнення до маски підмережі, — це бітова маска, яка використовується *для визначення діапазону IP-адрес у мережі*. Це доповнення до стандартної маски підмережі, яка використовується для визначення мережевої та хостової частин IP-адреси.

Ця маска показує яка частина (скільки біт) IP адреси можуть змінюватися.

*Принцип роботи оберненої* *маски теж такий же як у звичайної маски, за винятком того, що замість одиниць ставляться нулі, а замість нулів одиниці.*

Звичайна маска 255.255.255.0 буде виглядати:

11111111.11111111.11111111.00000000 (255.255.255.0) - Звичайна маска

00000000.00000000.00000000.11111111 (0.0.0.255) - Обернена маска

Зв'язок, між зворотною та прямою маскою: в сумі ці маски по кожному розряду повинні складати 255.

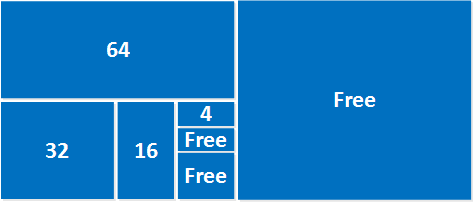
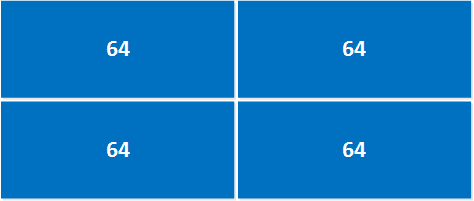
**Безкласова адресація**

Сьогодні використовується система, яка називається безкласовою адресацією, офіційна назва якої безкласова міждоменна маршрутизація («сайдр», CIDR, Classless Inter-Domain Routing ) - це метод призначення IP-адрес і маршрутизації пакетів Інтернет-протоколу (IP). CIDR замінює стару систему, засновану на класах IP-адрес, яка мала обмежену кількість доступних адрес і призводила до втрати IP-адрес.

Адреси CIDR представлені за допомогою комбінації IP-адреси та маски підмережі, яка визначає кількість бітів, що використовуються для визначення частини адреси мережі та хоста.

Підмережі — це процес поділу мережі на менші підмережі.

CIDR використовує маску підмережі змінної довжини (VLSM), яка дозволяє створювати підмережі з різними розмірами, що робить її більш гнучкою та ефективною, ніж маска підмережі фіксованої довжини (FLSM). Маски VLSM можуть бути будь-якої довжини, дозволяючи створювати підмережі з різною кількістю хостів залежно від вимог мережі.



FLSM   VLSM

FLSM використовує маску підмережі фіксованої довжини для всіх підмереж, тобто всі підмережі мають однаковий розмір і кількість хостів. Цей метод підходить для невеликих мереж, де кількість хостів відома та фіксована.

VLSM дозволяє ефективніше використовувати IP-адреси, оскільки підмережі можуть мати різні розміри залежно від кількості хостів, необхідних у кожній підмережі. Це означає, що мережу можна спроектувати відповідно до певних вимог і уникнути марної втрати IP-адрес.

Для розрахунку кількості підмереж використовуюь формулу 1:

Кількість підмереж = 2n, (1)

де n – це кількість зайнятих бітів від порції хоста.

***Розмір мережі.*** Кількість розрядів у номері мережі визначає максимальну кількість хостів, які можуть знаходитись у такій мережі. Чим більше біт у номері мережі, тим менше біт залишається на ідентифікатор хоста на адресі.

IP-адреса з ідентифікатором хоста з усіх нулів є IP-адресою мережі (192.168.1.0 з 24-бітною маскою підмережі, наприклад). IP-адреса з ідентифікатором хоста з усіх одиниць є широкомовною адресою даної мережі (192.168.1.255 з 24-бітною маскою підмережі, наприклад).

Так як такі дві IP-адреси не можуть використовуватися як ідентифікатори окремих хостів, максимально можлива кількість хостів у мережі обчислюється за формулою 2:

## N = 2n -2, (2)

де n- кількість двійкових розрядів, відведених під ідентифікатор хоста.

**Приватні IP-адреси**

Усі IP-адреси протоколу IPv4 діляться на публічні/глобальні/зовнішні (їх називають "білі") - вони використовуються в мережі Інтернет, і приватні/локальні/внутрішні (їх називають "сірі") - використовуються у локальній мережі.

У кожного хоста в мережі Інтернет має бути унікальна адреса. Якщо ваші мережі ізольовані від Інтернету (наприклад, пов'язують дві філії), для хостів без проблем можна використовувати будь-які IP-адреси з спеціально зарезервованих для приватних мереж трьох блоків IP-адрес:

* 10.0.0.0 - 10.255.255.255
* 172.16.0.0 - 172.31.255.255
* 192.168.0.0 - 192.168.255.255

**Формування підмереж**

За допомогою підмереж можна поділити одну мережу на кілька.  До прикладу, адміністратор мережі зазвичай створює дві підмережі, щоб ізолювати групу серверів від інших пристроїв з метою безпеки, або з метою зниження трафіка, чи для організації робочих груп, проявляється необхідність розбиття на підмережі або сегменти. Здійснюється таке розбиття за допомогою масок підмереж. Це призводить до зниження кількості вузлів в мережі, а також спрощує адресацію між ними за рахунок скорочення кількості біт, що залишаються для визначення адреси хоста.

Додатково комп’ютер має знати, скільки біт відведено для SubNetID та HostID. Саме за допомогою маски є можливість вказати розмір цих полів. Маска - 32-розрядне число, що має біти, які відповідають полям NetID та SubNetID, рівні 1, а біти для HostID рівні 0.

Розглянемо процес сегментації мережі на прикладі мережі класу С. Організація пімереж в цьому випадку виконується за допомогою ― позичення для адресації мережі декількох біт з останнього октета. Кількість позичених біт залежить від потрібної кількості підмереж (див. формулу 1 або від обмеження щодо кількості вузлів в підмережі.

У випадку розбиття на дві підмережі відповідно позичаються 2 біти (див. формулу 1), залишаючи 6 біт для адресації хостів. Ці два біти з останнього октета будуть додані до бітів, що використовуються для адресації мережі. Шість біт, що залишились, дозволяють кожній з двох підмереж підтримувати 62 унікальних адреси (64 адреси в піжмережі, але перша і остання виділені на адресу мережі і широкомовну адресу відповідно), а маска підмережі, що використовується, буде виглядати як 255.255.255.192 (11111111.11111111.11111111.11000000).

Наприклад, для організації з шести підмереж потрібно використовувати три біти , що обмежує кількість вузлів в кожній мережі до тридцяти і з маскою 255.255.255.224 (11111111.11111111.11111111.11100000*).*

В двох вище наведених прикладах використано маску підмережі фіксованої довжини FLSM і для всіх підмереж, тобто всі підмережі мають однаковий розмір і кількість хостів з відси легко зауважити, що розбиття на більшу кількість підмереж призведе до різкого зниження кількості доступних адрес в підмережі.

Техніка викормстання масок підмережі зі змінною довжиною VLSM дозволяє ефективніше використовувати IP-адреси, оскільки підмережі можуть мати різні розміри залежно від кількості хостів, необхідних у кожній підмережі. Це означає, Прикладом застосування VLSM буде компанія, яка має кілька відділів з різною кількістю працівників. Наприклад, у компанії чотири відділи: продажі, маркетинг, фінанси та IT. У відділі продажів працює 60 співробітників, у відділі маркетингу – 25 співробітників, у відділі фінансів – 15 співробітників, у відділі ІТ – 10 співробітників.

Використовуючи VLSM, адміністратор мережі може створювати підмережі з різними розмірами для кожного відділу, залежно від їхніх вимог. Наприклад:

Відділ продажів: потрібно 60 IP-адрес (хостів). Використовувана маска підмережі буде 255.255.255.192 (/26), яка надає 64 IP-адреси (62 доступні). Це дозволяє збільшити до 4 додаткових хостів у майбутньому.

Відділ маркетингу: потрібно 25 IP-адрес (хостів). Використовувана маска підмережі буде 255.255.255.224 (/27), яка надає 32 IP-адреси (30 доступних).

Фінансовий відділ: потрібно 15 IP-адрес (хостів). Використовувана маска підмережі буде 255.255.255.240 (/28), яка надає 16 IP-адрес (14 доступних).

IT-відділ: потрібно 10 IP-адрес (хостів). Використовувана маска підмережі буде 255.255.255.240 (/28), яка надає 16 IP-адрес (14 доступних).

Використовуючи VLSM, мережевий адміністратор може розподіляти IP-адреси ефективніше, не витрачаючи жодних невикористаних IP-адрес. Це також забезпечує подальше зростання кожного відділу без необхідності перенастроювати всю мережу.

що мережу можна спроектувати відповідно до певних вимог і уникнути марної втрати IP-адрес.

**Завдання на лабораторну роботу**

**Завдання 1**. Для заданої ІР-адреси та префікса мережі ***(обираємо за списком групи свій номер варіанту)*** визначити: ІР-адресу мережі, маску мережі, інверсію маски мережі, мінімальну і максимальну ІР-адреси діапазону, що можуть використовуватися для адресації вузлів, широкомовну адресу та кількість вузлів, які можуть входити до мережі.

Приклад виконання завдання 1 наведено нижче.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Приклад** | **Десяткове зображення** | **Бінарне зображення** | **Десяткове зображення** |
| **ІР-адреса** | 205.37.193.134 | 11001101.00100101.11000001.10000110 |  |
| **Маска** | 255.255.255.192 /26 | 11111111.11111111.11111111.11000000  Діапазон з «1» вказує на адрес мережі, а з «0» на адресне поле хоста |  |
|  | **ІР-адреса**  Застосовуємо логічний оператор **І**  **Маска** | |  |
| **звідси випливає:** | | | |
| **ІР-адреса мережі** |  | 11001101.00100101.11000001.10000000 | 205.37.193.128 |
| **Інверсія маски:** |  | Отримання інверсної маски з прямою, і зворотною дію здійснюється інвертуванням бітового поля - заміна 0 на 1, а 1 на 0.  00000000.00000000.00000000.00111111 | 0.0.0.63 |
| **ІР-адреса широкомовна** | Отримуємо при застосуванні оберненої маски до отриманої ІР-адреси мережі | 11001101.00100101.11000001.10111111 | 205.37.193.191 |
| **Перший IP** |  | 11001101.00100101.11000001.10000001 | 205.37.193.129 |
| **Останній IP** |  | 11001101.00100101.11000001.10111110 | 205.37.193.190 |

**Завдання 2.** До визначеної ІР-адреси мережі у першому завданні застосуйте одну маску підмережі фіксованої довжини FLSM (/8, /16 або /24) для стовнння підмереж (кі-ть підмереж задана у варіанті).

**Завдання 3.** До визначеної ІР-адреси мережі у першому завданні застосуйте маску підмережі змінної довжини VLSM для стовнння підмереж та задайте довільну кількість хостів у цих підмережах (кі-ть підмереж задана у варіанті).

**Завдання 4.**  Завдання полягає у прощенні формату запису адреси IPv6.

Для виконання завдання 4 потрібно застосувати два правила, які допоможуть скоротити кількість цифр, необхідних для представлення IPv6 -адреса.

**Правила скорочення адрес IPv6 такі:**

1. Початкові нулі в кожному 16-бітному блоці можна опустити. Наприклад, 2001:0db8:0000:0000:0000:ff00:0042:8329 можна скоротити як 2001:db8:0:0:0:ff00:42:8329.
2. Подвійну двокрапку (::) можна використовувати для представлення одного або кількох наборів послідовних 16-бітних блоків нулів. Однак подвійну двокрапку можна використовувати лише один раз в адресі IPv6, оскільки її повторне використання призведе до неоднозначності. Наприклад, 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:0001 можна скоротити як 2001:db8::1.
3. Усі літери в адресі IPv6 мають бути малими.
4. Адреси IPv6 мають довжину 128 біт і складаються з восьми 16-бітних блоків, розділених двокрапками.
5. Адреси IPv6 записуються в шістнадцятковому форматі з використанням цифр 0-9 і літер AF.
6. Адреса IPv6 може бути представлена в короткому або довгому форматі. Короткий формат використовується, якщо адреса містить один або кілька блоків послідовних нулів, тоді як довгий формат використовується, якщо адреса не містить блоків послідовних нулів.
7. Адреса IPv6 може бути записана як у стислому, так і нестисненому вигляді. Стиснута форма використовується, якщо адреса містить один або кілька наборів послідовних нулів, тоді як нестиснена форма використовується, якщо адреса не містить жодних наборів послідовних нулів.

Приклад, виконання завдання 4

Скорочування будемо проводити за правилами в два етапи.

Адреса: ff80:0000:0000:0000:0123:1234:abcd:ef12

* Застосування правила 1→ ff80:0:0:0:123:1234:abcd:ef12
* Застосування правила 2 → ff80::123:1234:abcd:ef12

**Варівнти для ІР-21**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Завдання 1**  **ІРV4** | **Завдання 2,3**  **Кі-ть підмереж,** | **Завдання 4**  **ІРV6** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 123.10.7.4/25 | 3 | fedc:oa96:0000:0000:0000:0001:0000:067a |
| 2 | 172.16.8.1/23 | 4 | f0dc:oa96:0000:1100:0000:0000:7733:007a |
| 3 | 192.168.14.3/22 | 3 | fed0: 0000:0000:0a96:0000:0000:0733:067a |
| 4 | 112.35.35.0/8 | 4 | 2001:0db8:0ffc:0008:0000:0000:0000:002f |
| 5 | 8.120.25.123/20 | 3 | 2001:0db8:0000:0000:0001:0000:0000:0001 |
| 6 | 172.31.200.22/25 | 4 | 21da:7654:0000:2f3b:0000:ef98:fe28:9c5a |
| 7 | 192.168.60.123/26 | 3 | 21da:0654:de12:0000:02aa:ef98:0000:9c5a |
| 8 | 50.9. 3.45/22 | 4 | 1050:0000:0000:0000:0005:0600:0000:326b |
| 9 | 192.140.12.30/21 | 3 | 2001:0000:3c4d:7700:0260:3eff:0000:0501 |
| 10 | 70.168.255.10/23 | 4 | 2203:0000:0c4d:0000:0030:a3ff:0000:0001 |
| 11 | 196.5.4.50/10 | 3 | 2001:0db8:0000:0008:0000:0000:0000:002f |
| 12 | 115.5.5.15/12 | 4 | 3004:0008:0000:0000:0001:0000:0000:0001 |
| 13 | 8.10.150.3/23 | 3 | 21da:0000:de17:003b:0000:0000:0008:9c5a |
| 14 | 1.16.220.80/24 | 4 | fe80:0000:0000:6262:6bff:fee2:0000:0000 |
| 15 | 192.168.150.0/25 | 3 | 21da:7654:0000:2f3b:00aa:0000:fe28:0001 |
| 16 | 123.45.140.2/23 | 4 | 1050:0020:0000:0000:0005:0600:300c:0000 |
| 17 | 140.16.158.130/25 | 3 | 2000: 0000:0000:7700:0260:3e00:0000:9501 |
| 18 | 192.140.120.3/19 | 4 | 2004:0000:3c4d:7777:0030:0000:0000:8101 |
| 19 | 118.10.200.0/20 | 3 | 108b:0000:0000:0000:0008:0800:200c:0000 |
| 20 | 119.16.151.0/23 | 4 | 351a:0001:0000:0000:e63d:0000:0000:8234 |
| 21 | 30.170.123.0/22 | 3 | ff02:0000:0000:0000:0000:0010:fff0:0fff |
| 22 | 123.120.40.0/10 | 4 | ff02: 0000:0000:0111:0000:0001:0000:0000 |
| 23 | 120.18.10.0/9 | 3 | 2af9:0000:7e00:d947:0009:0000:6b9f:0000 |
| 24 | 192.180.20.10/14 | 4 | fe80:0200:00ff:fe03:0000:0001:0000:d947 |
| 25 | 5.160.0.7/9 | 3 | 2001:0471:0000:0251:0290:27ff:0000:2093 |

**Варівнти для ІР-22**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Завдання 1**  **ІРV4** | **Завдання 2,3**  **Кі-ть підмереж,**  **Маску підмережі обрати самостійно** | **Завдання 4**  **ІРV6** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 105.165.200.80/16 | 3 | 21da:00aa:0000:a03b:02aa:0000:f028:9c5a |
| 2 | 152.168.150.110/25 | 4 | fe80:0000:d000:0000:6bff:fee2:0000 |
| 3 | 143.40.140.2/23 | 3 | 21da:6bff:0000:0f3b:00aa:0000:fe28:0c50 |
| 4 | 170.16.118.130/25 | 4 | 1050:0020:0000:0000:0005:0600:300c:326b |
| 5 | 182.150.120.3/19 | 3 | 2000: 0000:0000: 6bff:0260:3e00:0e15:9501 |
| 6 | 218.130.225.10/26 | 4 | 2004:0000:3c4d:0070:0030:0000:0000:8101 |
| 7 | 18.165.220.80/24 | 3 | 108b:0000:0000: 6bff:0008:0000:200c:017a |
| 8 | 88.130.130.3/25 | 4 | 451a:0000:0000:0000:063d:0000:0000:0264 |
| 9 | 100.150.230.80/18 | 3 | ff02:0000: 6bff:0000:0000:0010:0fff:0fff |
| 10 | 92.128.140.0/25 | 4 | ff02: 0000:0000:0111:0000:0001:0000: 6bff |
| 11 | 123.40.130.5/23 | 3 | 2af9: 0bff:7ee5:d947:0009: 0000:6b9f: 0000 |
| 12 | 180.16.158.130/23 | 4 | fe80:0200:21ff:fe03:0000:0001:0000:d947 |
| 13 | 182.130.153.3/19 | 3 | 2001:0471:0011: 0000:0290:27ff:fee0: 0000 |
| 14 | 38.120.120.123/16 | 4 | 21da:0000:0012:003b:025a:0000:fe28:9c5a |
| 15 | 23.16.320.80/25 | 3 | fed5: 0000:0000:0a96:0000:0000:0733:067a |
| 16 | 30.130.133.50/26 | 4 | 2001: 0000:0ffc:0008:0000:0000:0005:002f |
| 17 | 123.120.40.0/14 | 3 | 2001:0db8:0000:0050:0001:0000:0000:0001 |
| 18 | 120.18.10.50/10 | 4 | 21da:7654: 0000:2f3b:02aa:0f98: 0000:0c5a |
| 19 | 192.180.20.10/12 | 3 | 21da: 0000:0e12:0000:02aa:ef98:0000:000a |
| 20 | 5.160.130.57/22 | 4 | 1050:0000:0000:0000:0005:0600:300c:026b |
| 21 | 30.130.123.55/21 | 3 | 2001:0db8:0c4d: 0000:0260: 0000:fe15:9501 |
| 22 | 170.138.255.55/10 | 4 | 2203:0000:0c4d:7777:0030:a3ff:0000:8101 |
| 23 | 12.168.160.110/20 | 3 | 2001:0db8:0000:0008:0000:0000:0000:002f |
| 24 | 143.40.160.5/27 | 4 | 3004:0008:0000:0000:0001:0000:0000:0001 |
| 25 | 170.16.168.130/25 | 3 | fedc:oa96:0000:0000:0000:0000:7733:0000 |

**Варівнти для ІР-23**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Завдання 1**  **ІРV4** | **Завдання 2,3**  **Кі-ть підмереж,**  **Маску підмережі обрати самостійно** | **Завдання 4**  **ІРV6** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 120.168.150.110/25 | 2 | 2bdc:ca94:0000:0000:0002:0001:0000:067c |
| 2 | 43.40.140.2/25 | 4 | ffdc:da96:0000:1100:0000:0000:0033:007a |
| 3 | 140.65.158.130/26 | 3 | fed0: 0000:0000:0a96:0000:0066:0733:067a |
| 4 | 82.168.160.110/27 | 4 | 2001:0db8:0ffc:0008:0000:00d0:0000:002f |
| 5 | 93.50.140.2/22 | 3 | f0dc:fa48:0000:1110:0000:0000:0733:007c |
| 6 | 140.16.118.130/18 | 2 | 3ed0: 0000:0088:0a36:0000:0000:0733:067a |
| 7 | 120.168.180.110/28 | 3 | 2001:0db8:0ffc:0008:0000:0000:0000:002c |
| 8 | 210.18.118.130/27 | 4 | 2001:0db8:0055:0000:0004:0000:0000:0001 |
| 9 | 192.188.120.3/19 | 3 | 2dda:7654:0000:2f3b:0000:ef98:fe28:9c5a |
| 10 | 84.18.180.123/23 | 2 | 2203:0000:0c4d:0000:0030:a3ff:0000:0001 |
| 11 | 50.16.220.80/25 | 3 | 2001:0db8:0000:0008:0000:0000:0000:002f |
| 12 | 230.180.123.8/26 | 4 | 3004:0008:0000:0000:0001:0000:0000:0001 |
| 13 | 153.148.140.8/10 | 3 | 21da:0000:de17:003b:0000:0000:0008:9c5a |
| 14 | 140.18.140.8/9 | 2 | fe80:0000:0000:6262:6bff:fee2:0000:0000 |
| 15 | 180.164.118.130/25 | 3 | 21da:7654:0000:2f3b:00aa:0000:0e28:0001 |
| 16 | 182.160.120.3/19 | 4 | 1054:0020:0000:0000:0065:0600:300c:0000 |
| 17 | 88.106.120.123/23 | 2 | 2040: 0000:0000:7700:0260:3e00:0000:9501 |
| 18 | 1.166.220.80/25 | 4 | 2033:0000:3c4d:1777:0030:0000:0000:8100 |
| 19 | 30.170.123.0/26 | 3 | 108b:0000:0010:0000:0008:0800:200c:0000 |
| 20 | 123.126.40.0/10 | 4 | 351a:0000:0000:0000:e63d:0000:0000:0264 |
| 21 | 180.166.118.130/25 | 3 | ff02:0100:0000:0000:0000:0010:fff0:0ff0 |
| 22 | 182.142.120.3/19 | 2 | ff02: 0000:0000:0111:0000:0001:0000:0000 |
| 23 | 88.102.120.123/23 | 3 | 2001:0471:0011: 0000:0290:27ff:fee0: 0000 |
| 24 | 11.161.120.80/25 | 4 | 21dc:0000:0012:003b:025a:0000:fe28:0c5a |
| 25 | 110.110.6.40/20 | 3 | 3ed4: 0002:0000:0a50:0000:0000:0733:007c |

**Варівнти для ІР-24**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Завдання 1**  **ІРV4** | **Завдання 2,3**  **Кі-ть підмереж,**  **Маску підмережі обрати самостійно** | **Завдання 4**  **ІРV6** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 120.168.150.110/20 | 2 | 1054:0020:0000:0000:0065:0600:300c:0000 |
| 2 | 143.40.140.2/21 | 4 | 2040: 0000:0000:7700:0260:3e00:0000:9501 |
| 3 | 140.65.158.130/23 | 3 | 2033:0000:3c4d:1777:0030:0000:0000:8100 |
| 4 | 82.168.160.110/22 | 4 | 108b:0000:0010:0000:0008:0800:200c:0000 |
| 5 | 93.50.140.2/18 | 3 | 351a:0000:0000:0000:e63d:0000:0000:0264 |
| 6 | 142.16.118.130/17 | 2 | 3ed0: 0000:0088:0a36:0000:0000:0733:067a |
| 7 | 120.168.180.110/23 | 3 | 2001:0db8:0ffc:0008:0000:0000:0000:002c |
| 8 | 210.28.118.130/25 | 4 | 2001:0db8:0055:0000:0004:0000:0000:0001 |
| 9 | 142.188.120.3/19 | 3 | 2dda:7654:0000:2f3b:0000:ef98:fe28:9c5a |
| 10 | 84.18.180.123/23 | 2 | 2203:0000:0c4d:0000:0030:a3ff:0000:0001 |
| 11 | 50.16.220.80/21 | 3 | 2001:0db8:0000:0008:0000:0000:0000:002f |
| 12 | 230.180.123.8/26 | 4 | 3004:0008:0000:0000:0001:0000:0000:0001 |
| 13 | 153.148.140.8/12 | 3 | 21da:0000:de17:003b:0000:0000:0008:9c5a |
| 14 | 140.18.140.8/10 | 4 | fe80:0000:0000:6262:6bff:fee2:0000:0000 |
| 15 | 180.164.118.130/25 | 3 | 21da:7654:0000:2f3b:00aa:0000:0e28:0001 |
| 16 | 182.160.20.3/19 | 4 | fe80:0200:21ff:fe03:0000:0001:0000:d947 |
| 17 | 88.106.120.123/23 | 2 | 2001:0471:0011: 0000:0290:27ff:fee0: 0000 |
| 18 | 1.166.220.80/22 | 4 | 21da:0000:0012:003b:025a:0000:fe28:9c5a |
| 19 | 30.170.123.0/26 | 3 | fed5: 0000:0000:0a96:0000:0000:0733:067a |
| 20 | 123.126.40.0/10 | 4 | 2001: 0000:0ffc:0008:0000:0000:0005:002f |
| 21 | 180.166.118.130/22 | 3 | ff02:0100:0000:0000:0000:0010:fff0:0ff0 |
| 22 | 182.142.120.3/19 | 2 | ff02: 0000:0000:0111:0000:0001:0000:0000 |
| 23 | 88.102.120.123/23 | 3 | 2001:0471:0011: 0000:0290:27ff:fee0: 0000 |
| 24 | 11.161.120.80/25 | 4 | 21dc:0000:0012:003b:025a:0000:fe28:0c5a |
| 25 | 110.110.6.40/20 | 3 | 3ed4: 0002:0000:0a50:0000:0000:0733:007c |

**Зміст звіту**

1. Титульний аркуш з назвою лабораторної роботи, номером варіанта, прізвищем студента і назвою групи, в якій він навчається.
2. Привести розрахунки завдань1-4.
3. Зробити висновки по завершенні лабораторної роботи та оформити звіт.

**Контрольні запитання**

1. Структура ІР-адреси версії 4.
2. Типи ІP-адрес версії 4.
3. Методи визначення номера мережі та номера вузла в ІР-адресі.
4. Класи ІР-адрес. Методика визначення належності ІР-адреси до відповідного класу.
5. Особливі ІР-адреси та їх призначення.
6. Приватні ІР-адреси, особливості їх використання.
7. Призначення та особливості застосування масок підмереж.
8. Структура ІР-адреси версії 6.
9. Типи ІР-адрес версії 6.

Навчальне видання

ІР-адресація: Методичні вказівки до лабораторної роботи №1 з дисципліни “Комп’ютерні мережі ” для студентів спеціальності 122 Комп’ютерні науки ОПП Системна інженерія (Інтернет речей)/ Укл. Г.І. Влах-Вигриновська, Наконечний А.Й , О.О. Іванюк - Львiв: Національний університет "Львівська політехніка", 2022. - 13 с.

**Укладачі:** Г.І. Влах-Вигриновська, канд. техн. наук, доцент

А.Й. Наконечний, доктор техн. наук, професор

О.О. Іванюк, канд. техн. наук, доцент