

УДК 621.391

**АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОММУТАТОРОВ 3-ГО УРОВНЯ**

К-т техн. наук Жученко О.С, магістрант Утешев М.Р.

**АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМУТАТОРІВ 3-ГО РІВНЯ**

К-т техн. наук Жученко О.С, магістрант Утешев М.Р

**ANALISIS PRINCIPLES OF FUNCTIONING OF THE SWITCH LAYER 3**

**Cand. of techn. sciences. Zhuchenko O.S, master student Uteshev M.R.**

*Коммутация 3 уровня является одной из наиболее важных предпосылок успешной реализации территориально-распределенных сетей. Одновременно с обеспечением пропускной способности, необходимой для создания современных магистральных сетей, коммутация 3 уровня также обеспечивает масштабируемость, необходимую для их*

*беспрепятственного расширения и простоты управления. Коммутаторы 3 уровня могут работать в разных режимах. В статье проводится анализ принципов функционирования коммутаторов 3 уровня в режиме коммутации на канальном уровне, режим коммутации на сетевом уровне, комбинированный режим работы.*

**Ключевые слова:** коммутация 3 уровня, территориально-распределенные сети, коммутатор, маршрутизатор, пакет, MAC-адрес, IP-адрес.

*Коммутация 3 уровня является одной из наиболее важных предпосылок успешной реализации территориально-распределенных сетей. Одновременно с обеспечением пропускной способности, необходимой для создания современных магистральных сетей, коммутация 3 уровня также обеспечивает масштабируемость, необходимую для их беспрепятственного расширения и простоты управления. Коммутаторы 3 уровня могут работать в разных режимах. В статье проводится анализ принципов функционирования коммутаторов 3 уровня в режиме коммутации на канальном уровне, режим коммутации на сетевом уровне, комбинированный режим работы.*

**Ключевые слова:** коммутация 3 уровня, территориально-распределенные сети, коммутатор, маршрутизатор, пакет, MAC-адреса, IP-адреса.

*Layer 3 is one of the most important prerequisites for successful implementation of geographically distributed networks. At the same time providing the bandwidth needed for creating modern backbone networks, Layer 3 also provides the scalability necessary for their smooth expansion and ease of management. Layer 3 switches can operate in different modes. The article analyzes the principles of operation of Layer 3 switches in the commutation mode at the link layer, commutation mode at Cetera level combined operation mode.*

**Keywords:** Layer 3 switching, geographically distributed network switch, router, packet, the MAC address, IP address.

### Вступ.

До недавнього часу комутатори і маршрутизатори були окремими пристроями. Термін комутатор був зарезервований для апаратної платформи, яка зазвичай функціонувала на 2 рівні еталонної моделі OSI. Термін маршрутизатор, навпаки, використовувався для позначення пристрою, який для виявлення топології третього рівня використовує протоколи маршрутизації [1].

У понятті комутації третього рівня укладено все різноманіття методів, які покликані об'єднати переваги різних технологій. Основою такої комутації є отримання ефекту від об'єднання швидкості, притаманної технології комутації і характерної для маршрутизації масштабованості.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.**

Рівень 2 (по семирівневій моделі OSI) відповідає кадрам Ethernet. Відповідно, їх пересування відбувається згідно MAC-

адресам, відомих таблицям комутації комутаторів 2-го рівня. Об'єднувати різні мережі Ethernet (реальні чи віртуальні мережі 2-го рівня) повинні маршрутизатори, які обробляють дані на 3-му рівні (рівні IP-пакетів). При цьому заголовки IP йдуть по мережі Ethernet в поле даних і звичайним комутаторам 2-го рівня недоступні [2].

З функціональної точки зору, комутатори третього рівня являють собою дуже швидко працюючі маршрутизатори. При обробці пакету вони виконують ті ж самі дії: використовуючи інформацію третього рівня, визначають найкращий шлях передачі пакета, за допомогою контрольної суми перевіряють цілісність пакета і т.д. У той же час такі пристрої повністю сумісні з традиційними маршрутизаторами і можуть взаємодіяти з ними по стандартних протоколах [3]. Таким чином при проектуванні трирівневої ієрархічної мережі необхідно враховувати вибір комутатора на різних рівнях ієрархії, а також враховувати можливі режими роботи комутаторів третього рівня.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Способи комутації третього рівня можна розділити на дві категорії:

- з використанням маршрутизуючих комутаторів;
- з використанням комутуючих маршрутизаторів.

Незважаючи на те, що терміни «маршрутизуючий комутатор» і «комутуючий маршрутизатор» виглядають схоже, фактично вони дуже точно передають різницю між двома типами пристроїв [7].

Маршрутизуючий комутатор – це пристрій, основу якого складає комутатор (пристрій другого рівня). Функціональні особливості комутатора в даному випадку розширені деякими маршрутизуючими можливостями (можливостями пристрою 3 рівня) [5].

Комутуючий маршрутизатор – це пристрій, основу якого складає маршрутизатор (пристрій 3 рівня), що використовує для підвищення швидкості і продуктивності технології комутації.

### Визначення мети та задачі дослідження.

Метою даної статті є аналіз можливих режимів функціонування комутаторів 3-го рівня.

#### Основна частина дослідження.

Розглянемо режими роботи комутаторів 3-го рівня [6]:

- режим комутації на рівні L2 (на каналному рівні);
- **режим комутації на рівні L3 (на мережевому рівні);**
- комбінований режим комутації (комутація на каналному L2 і мережевому L3 рівнях).

Розглянемо логічну схему комутатора 3 рівня в режимі комутації на каналному рівні L2, яка показана на рисунку 1.

Нехай два комп'ютери (Comp1 і Comp2) мають адреси, що належать одній

мережі, то при обміні інформацією вони не будуть передавати пакети маршрутизатора за замовчуванням, а задіють протокол ARP, щоб дізнатися MAC-адрес комп'ютера призначення (в разі якщо MAC-адрес комп'ютера-одержувача невідомий комутатору). Комутатор 3-го рівня передає IP-пакет поміщений в кадр з адресою призначення MAC2 з порту P1 на порт P2 відповідно до алгоритму прозорого моста на основі таблиці просування 2-го рівня.

Далі розглянемо логічну схему комутатора 3 рівня в режимі комутації на каналному рівні L3, яка показана на рисунку 2.

Нехай два комп'ютери (Comp1 і Comp2) мають адреси, належать різним IP-мереж. Комп'ютер Comp1 посилає ARP-запит про MAC-адрес відомого йому маршрутизатора за замовчуванням, яким для нього є порт P1 з IP-адресою IP-P1 (у разі якщо MAC-адрес маршрутизатора невідомий комутатору). Після отримання MAC-адреси порту P1 (MAC-P1) комп'ютер Comp1 посилає йому IP-пакет для комп'ютера Comp2, оформивши його як кадр Ethernet з адресою призначення MAC-P1. Отримавши кадр з власним MAC-адресом, комутатор 3-го рівня обробляє його за схемою маршрутизації, а не комутації. На рисунку 2 показана еквівалентна схема комутатора 3 рівня в режимі комутації L3.

Комутатор 3 рівня в комбінованому режимі роботи (комутація на рівнях L2 і L3). У цьому випадку передача пакетів між групою портів, що належать одній мережі, виконується в режимі комутації на каналному рівні, тобто на основі MAC-адрес. Якщо ж порти належать різним IP-мережам, то тоді комутатор виконує маршрутизацію між мережами.

Розглянемо логічну схему комутатора 3 рівня в комбінованому режимі комутації, яка показана на рисунку 3.

Комутатор 3 рівня в режимі комутації на рівні L2

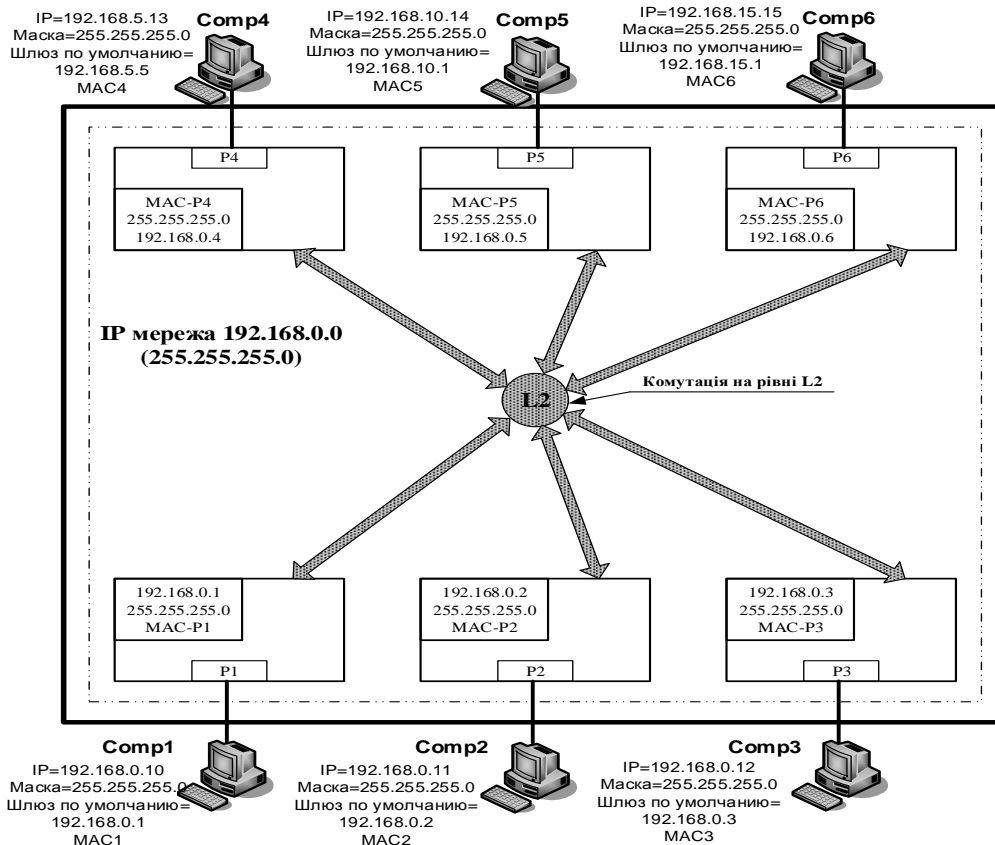


Рисунок 1 – Комутатор 3 рівня в режимі комутації на рівні L2:

Комутатор 3 рівня в режимі комутації на рівні L3

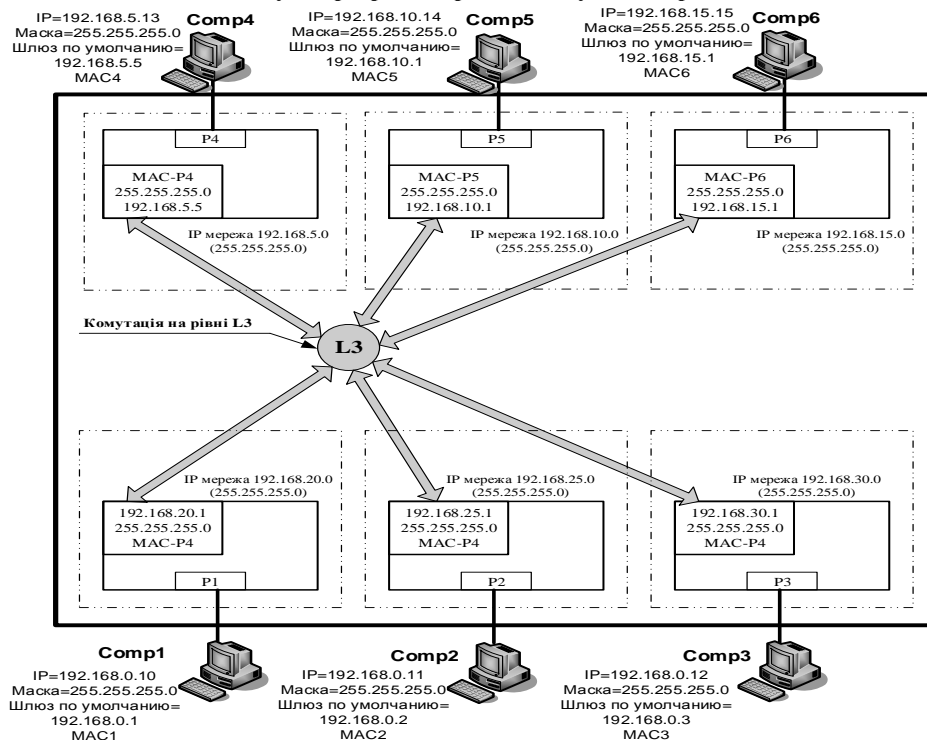


Рисунок 2 – Комутатор 3 рівня в режимі комутації на рівні L3:

Наприклад, якщо два комп'ютери одній мережі, то при обміні інформацією (Comp1 і Comp2) мають адреси, що належать вони не будуть передавати пакети

маршрутизатора за замовчуванням, а задіють протокол ARP, щоб дізнатися MAC-адрес комп'ютера призначення (у разі якщо MAC-адрес комп'ютера-одержувача невідомий комутатору). Нехай комп'ютеру Comp1 потрібно передати пакет комп'ютеру Comp2. Комутатор 3-го рівня передає кадр ARP-запиту комп'ютера Comp1 з широкомовною MAC-адресою (192.168.0.2) всім портам, що належить одній IP-мережі, тобто портам P1, P2, P3. Комп'ютер Comp2 розпізнає свою IP-адресу (192.168.0.11) в цьому запиті і відповідає спрямованим кадром MAC-адресом призначення комп'ютера Comp1 (192.168.0.1 MAC1), поміщаючи у відповідь власну MAC-адресу (192.168.0.2 MAC2). Після цього комп'ютер Comp1 направляє IP-пакет комп'ютеру Comp2, поміщаючи його в кадр з адресою призначення MAC2. Комутатор 3-го рівня передає цей кадр з порту P1 на порт P2 відповідно до алгоритму прозорого моста на основі таблиці просування 2-го рівня. Аналогічним чином буде працювати комутатор 3-го рівня. У випадку, коли комп'ютери належать різним IP-мережам, поведінка комп'ютера-відправника диктує комутатору 3-го рівня спосіб просування пакета. Якщо, наприклад,

комп'ютер Comp1 (192.168.0.10) відправляє пакет комп'ютеру Comp6 (192.168.15.15), що знаходиться в іншій мережі, то він зобов'язаний передати пакет маршрутизатору за замовчуванням, а не намагатися за допомогою ARP дізнатися MAC-адрес комп'ютера призначення. Тому комп'ютер Comp1 робить ARP-запит про MAC-адресу відомого йому маршрутизатора за замовчуванням (в разі якщо MAC-адрес маршрутизатора невідомий комутатору), яким для нього є порт P1 з IP-адресою IP-P1 (192.164.0.1). Після отримання MAC-адреси порту P1 (MAC-P1) комп'ютер Comp1 посилає йому IP-пакет для комп'ютера Comp6 (тобто IP-адресом призначення 194.168.15.15), оформивши його як кадр Ethernet з адресою призначення MAC-P1. Отримавши кадр з власним MAC-адресом, комутатор 3-го рівня обробляє його за схемою маршрутизації, а не комутації.

**Висновки.** Проведений аналіз комутаторів третього рівня показав, що комутатори третього рівня можуть працювати в різних режимах: в режимі комутації на каналному рівні, в режимі комутації на мережевому рівні, в комбінованому режимі.

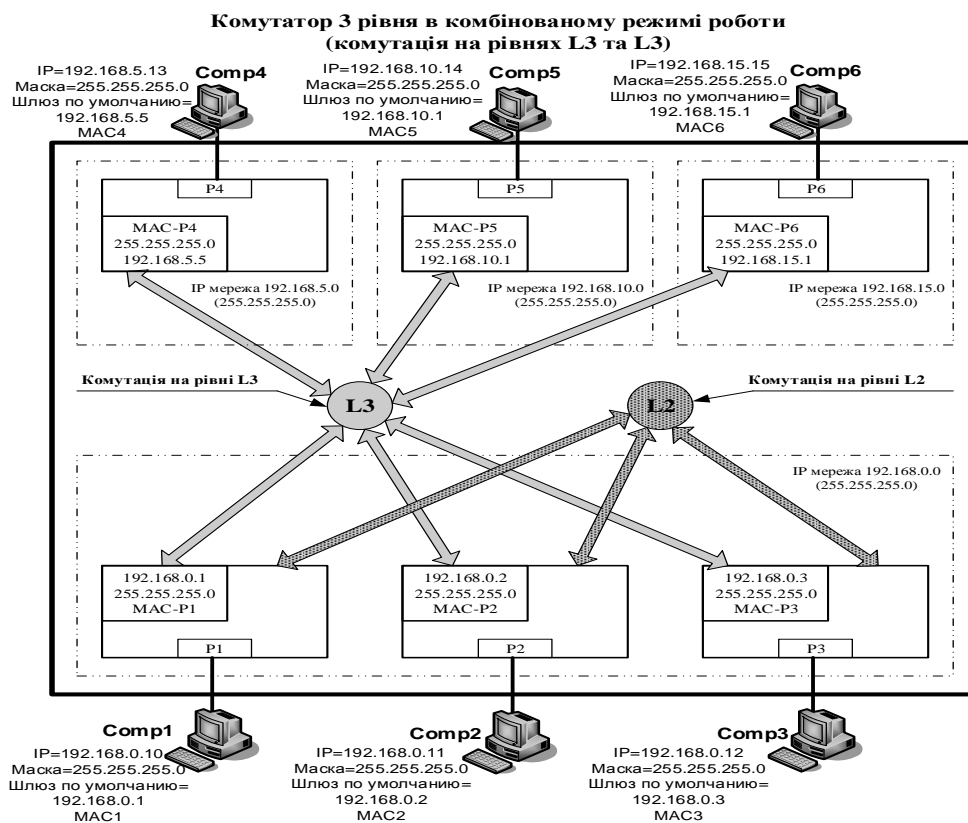


Рисунок 3 – Комутатори 3 рівня в комбінованому режимі роботи

### Список використаних джерел

1. Кеннеди К. Принципы коммутации в локальных сетях Cisco [Текст] / К. Кеннеди, К. Гамильтон; Пер. с англ. – М. Издательский дом «Вильямс», 2003. – 976с.
2. Нагибин П. Коммутаторы третьего уровня - универсальное средство решения проблем сетей [Текст]/ Нагибин П.// Экспресс электроника – 2003. № 11. – С.2.
3. Филимонов А.Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet [Текст] / А.Ю.Филимонов; БХВ-Петербург, 2007. – 592с.
4. Гергель А.В. Компьютерные сети и сетевые технологии [Текст] / А.В. Гергель; Нижний Новгород, 2007. – 107 с.
5. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения [Текст] / Ю.В.Семенов. - Спб.: Наука и техника, 2005 – 240 с.
6. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
7. D-link Учебное пособие: Коммутаторы локальных сетей D-Link [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://world-it-planet.org/upload/Lectons\\_about\\_commutators\\_v4.12.pdf](http://world-it-planet.org/upload/Lectons_about_commutators_v4.12.pdf)

Рецензент д-р техн. наук, професор С.І.Приходько

---

*Жученко Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, Українська державна академія залізничного транспорту, кафедра транспортного зв'язку, 0-(57)730-10-81, [kafedratz@gmail.com](mailto:kafedratz@gmail.com)*

*Утешев Марат Русланович – студент групи МЗ-АТЗ-ТЗ-13, Українська державна академія залізничного транспорту, 0-(93)867-07-61*

*Zhuchenko Olexandr, PhD, docent, Ukrainian State Academy of Railway Transport, 0-(57)730-10-81, [kafedratz@gmail.com](mailto:kafedratz@gmail.com)*

*Uteshev Marat, student group MZ-ATZ-TZ-13, Ukrainian State Academy of Railway Transport, 0-(93)8670761*