

Висновок

Розробка Telegram-бота для організації пасажирських перевезень дозволяє значно підвищити ефективність та зручність процесу подання заявок на перевезення. Використання принципів ООП забезпечує гнучкість та масштабованість програми, що робить її легко підтримуваною та розширюваною. Завдяки автоматизації процесів обробки заявок підвищується рівень обслуговування пасажирів, оптимізується використання транспортних ресурсів та забезпечується зручний доступ до інформації про маршрути та рейси.

Література

1. Official Documentation of Python. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://docs.python.org/3/>. Дата доступу: 15.04.2024
2. Official Documentation of python-telegram-bot [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://python-telegram-bot.readthedocs.io/>. Дата доступу: 15.04.2024
3. Real Python [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://realpython.com/>. Дата доступу: 15.04.2024

УДК 004.77

РЕАЛІЗАЦІЯ ВНУТРІШНЬОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ МІЖ РОУТЕРАМИ З КІЛЬКОМА ПРОВАЙДЕРАМИ НА ОСНОВІ ROUTEROS

Кудінов Є.О., аспірант,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Проведено аналіз можливостей операційної системи RouterOS для використання динамічної маршрутизації локальної мережі в умовах підключення до кількох провайдерів інтернету та за наявності кількох тунелів для зв'язку між підрозділами однієї організації.

На сьогоднішній день багато організацій мають розгалужену структуру підрозділів, фізично розташованих у різних регіонах. У таких випадках одним з найважливіших завдань є завдання з'єднання всіх підрозділів у єдину, надійну та безпечну локальну мережу. Крім того, важливу роль відіграє загальна вартість цього проекту. З такої точки зору перспективними рішеннями є надійні та недорогі пристрої з великим вибором протоколів маршрутизації та віртуальних приватних мереж (VPN). Це дозволяє гнучко підлаштовувати пристрої під різні вимоги провайдерів інтернет-мереж, а також забезпечувати високу безпеку та надійність тунелів між підрозділами.

Одним із таких рішень є пристрої латвійського виробника мережевого обладнання MikroTik [1], що використовують операційну систему RouterOS. Завдяки єдиній операційній системі, функціонал усієї лінійки маршрутизаторів майже однаковий. Різниця у потужності, що дозволяє легко вибрати відповідний пристрій. При необхідності RouterOS можна встановити на персональний комп'ютер з архітектурою x86_64 або на віртуальну машину.

Для створення надійної локальної мережі між підрозділами на кожному з них має бути підключено не менше двох провайдерів інтернет зв'язку. Між собою підрозділи з'єднуються тунелями VPN. Кількість тунелів залежить від кількості провайдерів кожного з підрозділів, що з'єднуються, а також від того які саме тунелі VPN будуть використовуватися.

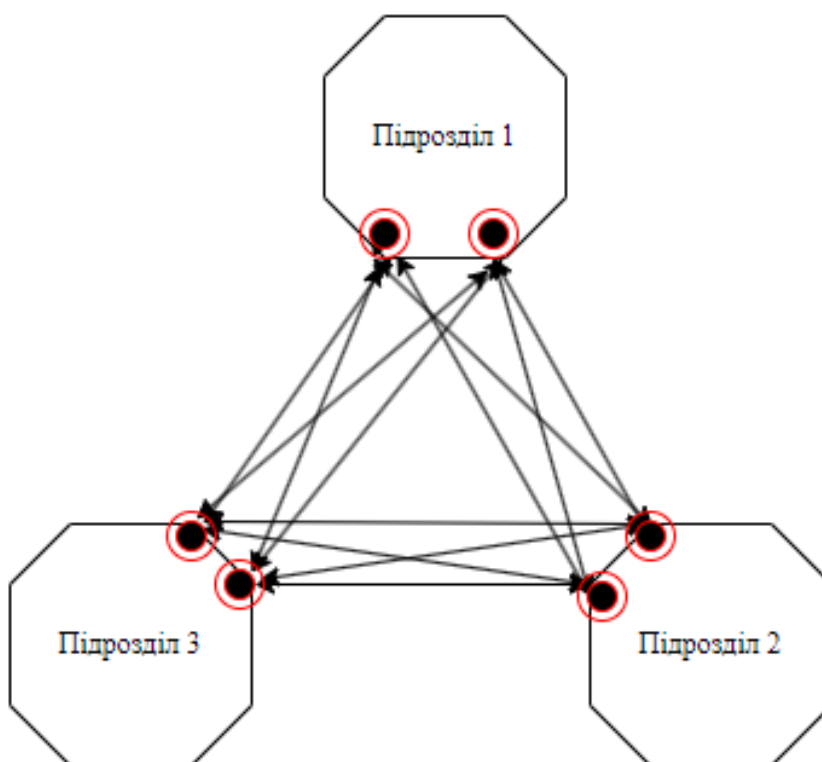


Рисунок 1 – Схема тунелів «кільце» на основі ірір + ірsec

При використанні схеми типу «кільце» та двох провайдерів у кожному підрозділі (рис.1), виходять 8 тунелів у кожному підрозділі. Це за умови застосування шифрованих тунелів ірір, яким треба вказати вихідну локальну ір-адресу (щоб пакети йшли тільки через вказаного провайдера) та віддалену адресу одержувача.

Тунелі ірір вимагають використання лише «білих» ір адрес. Найчастіше використовується схема підключення "зірка". Вона має на увазі, що всі основні послуги локальної мережі знаходяться в одному головному підрозділі (підрозділ 1) і всі інші підрозділи з'єднуються лише через нього. У такому разі, прямий зв'язок між підрозділами 2 та 3 не потрібен (рис. 1).

Якщо для тунелю використовувати протоколи типу «точка-точка», наприклад, sstp або wireguard, то кількість тунелів можна скоротити. Оскільки, на відміну ірір, ці протоколи вимагають обов'язкової вказівки віддаленої адреси лише із боку «клієнта» (рис. 2).

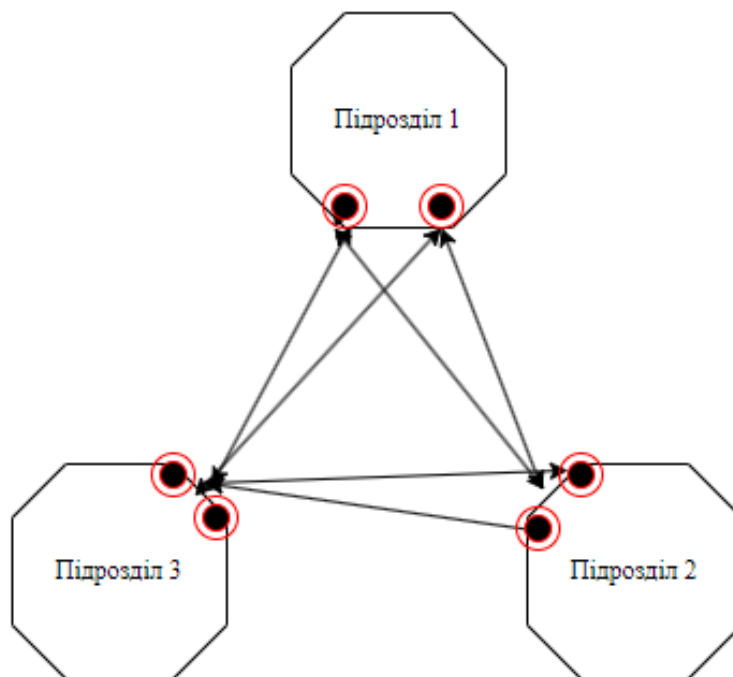


Рисунок 2 – Схема тунелів «кільце» на основі wireguard

За рахунок використання таких протоколів, не має значення, який провайдер інтернет використовується в даний момент. Тунель буде перепідключено через робочого провайдера [1].

У схем на основі ірір і wireguard є свої переваги та недоліки. Виходячи з них, слід вибрати більш перспективніший варіант підключення.

До мінусів варіанта з ірір можна віднести: більш високу складність конструкції за рахунок більшої кількості тунелів; вимога «білого» ір; на пристроях зі слабким процесором швидкість через ірір значно нижча ніж через wireguard. Наприклад, при використанні MikroTik RB2011 швидкість трафіку по шифрованому ірір тунелю становить 18-20Мб/с, а по тунелю wireguard до 40Мб/с. Втім, на потужніших пристроях ця різниця згладжується.

До переваг схеми з ірір можна віднести більш високу швидкість перемикання маршрутів на робочий тунель за допомогою динамічної маршрутизації, за рахунок того, що підрозділи з'єднані між собою вже піднятими тунелями через кожного провайдера. У схемі з wireguard, знадобиться набагато більше часу на перепідключення, у разі відключення на «клієнті» основного провайдера та переходу на резервного.

Для маршрутизації трафіку між підрозділами через побудовані тунелі та швидкого перемикання між ними потрібен протокол динамічної маршрутизації.

RouterOS надає три протоколи динамічної маршрутизації для внутрішніх мереж - це RIP, OSPF та IS-IS. RIP на сьогоднішній день вважається застарілим, хоча багато мережевих пристроїв досі його підтримують. OSPF та IS-IS обидва працюють на основі алгоритму Дейкстри. Основна відмінність у тому, що OSPF працює на верхньому рівні IP та зразу створювався під IP протокол, а IS-IS працює через рівень L2 і до IP не прив'язаний. Найбільш поширеним та універсальним в ір-мережах є OSPF [2].

При проектуванні мережі з кількома провайдерами та динамічною маршрутизацією, слід враховувати швидкість, якість та надійність кожного провайдера. Виходячи з цих факторів потрібно задати вартість (cost) кожному з тунелів у OSPF .

Для реалізації схеми «кільце» на основі ірір + ірsec (Рис.1) слід кожному з тунелів призначити свою підмережу. Достатньо мережі з маскою /30, з призначеною адресою цієї мережі кожному з двох маршрутизаторів в тунелі. На кожному маршрутизаторі буде 8 тунелів. Виходячи зі схеми, всі три маршрутизатори знаходяться в одній зоні. Це магістральна нульова зона. Так як у кожній такій підмережі всього дві ір-адреси для видачі їх маршрутизаторам, тип мережі в OSPF можна поставити як «точка-точка». На Рис. 3-5 наведені приклади OSPF налаштування у останньої версії RouterOS [3].

```
/routing ospf instance
add disabled=no name=default-v2 redistribute=connected,static,vpn,dhcp,modem
/routing ospf area
add area-id=0.0.0.0 comment="backbone" disabled=no instance=default-v2 name=backbone
/routing ospf interface-template
add area=backbone cost=10 disabled=no interfaces=іpip-tunnel networks=192.168.100.0/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=20 disabled=no interfaces=іpip-tunne2 networks=192.168.100.4/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=30 disabled=no interfaces=іpip-tunne3 networks=192.168.100.8/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=40 disabled=no interfaces=іpip-tunne4 networks=192.168.100.12/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=10 disabled=no interfaces=іpip-tunne5 networks=192.168.100.16/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=20 disabled=no interfaces=іpip-tunne6 networks=192.168.100.20/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=30 disabled=no interfaces=іpip-tunne7 networks=192.168.100.24/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=40 disabled=no interfaces=іpip-tunne8 networks=192.168.100.28/30 priority=1 type=ptp
```

Рисунок 3 – Конфігурація OSPF підрозділу 1

```
/routing ospf instance
add disabled=no name=default-v2 redistribute=connected,static,vpn,dhcp,modem
/routing ospf area
add area-id=0.0.0.0 comment="backbone" disabled=no instance=default-v2 name=backbone
add area=backbone cost=10 disabled=no interfaces=іpip-tunnel networks=192.168.100.0/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=20 disabled=no interfaces=іpip-tunne2 networks=192.168.100.4/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=30 disabled=no interfaces=іpip-tunne3 networks=192.168.100.8/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=40 disabled=no interfaces=іpip-tunne4 networks=192.168.100.12/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=10 disabled=no interfaces=іpip-tunne9 networks=192.168.100.16/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=20 disabled=no interfaces=іpip-tunne10 networks=192.168.100.20/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=30 disabled=no interfaces=іpip-tunne11 networks=192.168.100.24/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=40 disabled=no interfaces=іpip-tunne12 networks=192.168.100.28/30 priority=1 type=ptp
```

Рисунок 4 – Конфігурація OSPF підрозділу 2

```

/routing ospf instance
add disabled=no name=default-v2 redistribute=connected,static,vpn,dhcp,modem
/routing ospf area
add area-id=0.0.0.0 comment="backbone" disabled=no instance=default-v2 name=backbone
/routing ospf interface-template
add area=backbone cost=10 disabled=no interfaces=ipip-tunne5 networks=192.168.100.16/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=20 disabled=no interfaces=ipip-tunne6 networks=192.168.100.20/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=30 disabled=no interfaces=ipip-tunne7 networks=192.168.100.24/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=40 disabled=no interfaces=ipip-tunne8 networks=192.168.100.28/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=10 disabled=no interfaces=ipip-tunne9 networks=192.168.100.16/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=20 disabled=no interfaces=ipip-tunne10 networks=192.168.100.20/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=30 disabled=no interfaces=ipip-tunne11 networks=192.168.100.24/30 priority=1 type=ptp
add area=backbone cost=40 disabled=no interfaces=ipip-tunne12 networks=192.168.100.28/30 priority=1 type=ptp

```

Рисунок 5 – Конфігурація OSPF підрозділу 3

У всіх інших варіантах схем конфігурація виглядатиме аналогічно, відрізняючись кількістю тунелів.

Таким чином, операційна система RouterOS є перспективним та універсальним рішенням, що дозволяє ефективно вирішувати проблеми доступності зв'язку між віддаленими підрозділами різних організацій. За наявності кількох провайдерів у кожному з підрозділів можна протягом декількох секунд відновлювати локальну мережу, використовуючи резервні тунелі. Завдяки тому, що ця операційна система динамічно розвивається, її можливості постійно розширюються та покращуються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *RouterOS - RouterOS - MikroTik Documentation*. (б. д.). MikroTik Routers and Wireless - Support. <https://help.mikrotik.com/docs/>
2. Мой, J. Т. (1998). *OSPF: anatomy of an Internet routing protocol*. Addison-Wesley Professional.
3. Towidjojo, R. (2023). *Mikrotik Kung Fu: Kitab 4*. Jasakom.