

## **ВИКОРИСТАННЯ MININET ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОДОМЕННИХ МЕРЕЖ SDN**

**Сколець С.С., Маньківський В.Б., Мікляєв Г.О.**

*Навчально-науковий Інститут телекомунікаційних систем*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*E-mail: serskols@gmail.com, v.b.mankivskiy@gmail.com, glibmiklaiv@gmail.com*

### **USING MININET TO MODULATING MULTIDOMAIN NETWORKS SDN**

Existing technologies and methods for building an SDN network with a hybrid, interdomain topology based on the Mininet network emulator, using different types of controllers, are considered. As a result, a segment of the SDN network was created to test the process of its functioning in the overload mode of various information directions based on the MiniEdit GUI.

Розглянуто існуючі технології та методи побудови мережі SDN з гібридною міждоменною топологією на основі емулятора мережі Mininet з використанням різних типів контролерів. В результаті було створено сегмент мережі SDN для перевірки процесу її функціонування в режимі перевантаження різних інформаційних напрямків на основі графічного інтерфейсу MiniEdit.

Мережі зв'язку є складними системами, тому їх моделювання є досить складним процесом і як правило, є достатньо багато помилок після первинної побудови моделей. Тому далі йде тривалий процес налагодження для побудови робочої моделі досліджуваної мережі. Найбільш складною для дослідження характеристик є багатодомenna мережі. Кожен окремий домен такої мережі керується своїм контролером SDN. І часто складно забезпечити взаємодію між контролерами у різних доменах. Практичне рішення такого завдання викликало великі труднощі, коли при створенні моделі була спроба використання в одному домені вбудованого контролера, а в іншому домені ми намагалися встановити HPE VAN SDN контролер, який є зовнішнім і який розроблений для вирішення інших завдань. Спроба створення багатодоменної мережі при використанні простого командного інтерфейсу Mininet не мала успіху.

Дослідження показали, що MiniEdit має значно більше можливостей з побудови складних багатодоменних SDN мереж. Виявилось, що побудова мережі в графічному інтрфейсі після конвертування такої системи в програмний код мережа запрацювала.

Графічний інтерфейс Miniedit, що дозволяє візуалізувати створення різних топологій SDN мереж. При використанні Miniedit спочатку створюється топологія мережі в графічному вигляді, де візуалізована структура і є розширені налаштування як активних елементів, так і ліній мережі. Після побудови SDN мережі та конфігурування необхідних елементів, при збереженні проекту створюється файл з розширенням mnp.

Далі є можливість запуску процесу функціонування мережі безпосередньо з графічного інтерфейсу Miniedit. Після перевірки

працездатності та параметрів функціонування створеної мережі є можливість повернення на етап налаштування та редагування віртуального макета.

Перевагою Miniedit є те, що макет мережі може бути імпортований в python файл з відповідною конфігурацією мережевих елементів.

При графічному побудові макета мережі є можливість налаштування кожного елемента мережі (комутатора, контролера, хоста, маршрутизатора). Цей інтерфейс підтримує підключення віддаленого контролера до мережі. Для цього в налаштуваннях слід вибрати потрібний тип контролера, а також вказати його унікальну логічну адресу та порт, на якому він очікує підключення.

Було проведено дослідження процесу функціонування мережі, архітектура якої має вигляд, представлений на Рис. 1. Це мережа, що складається з двох доменів, кожен із яких управляється своїм контролером. Один внутрішній контролер POX. Він завантажується разом із установкою Mininet. Другий – зовнішній контролер HPE VAN SDN. Зовнішній контролер вимагає додаткової установки та працює як окрема віртуальна машина.

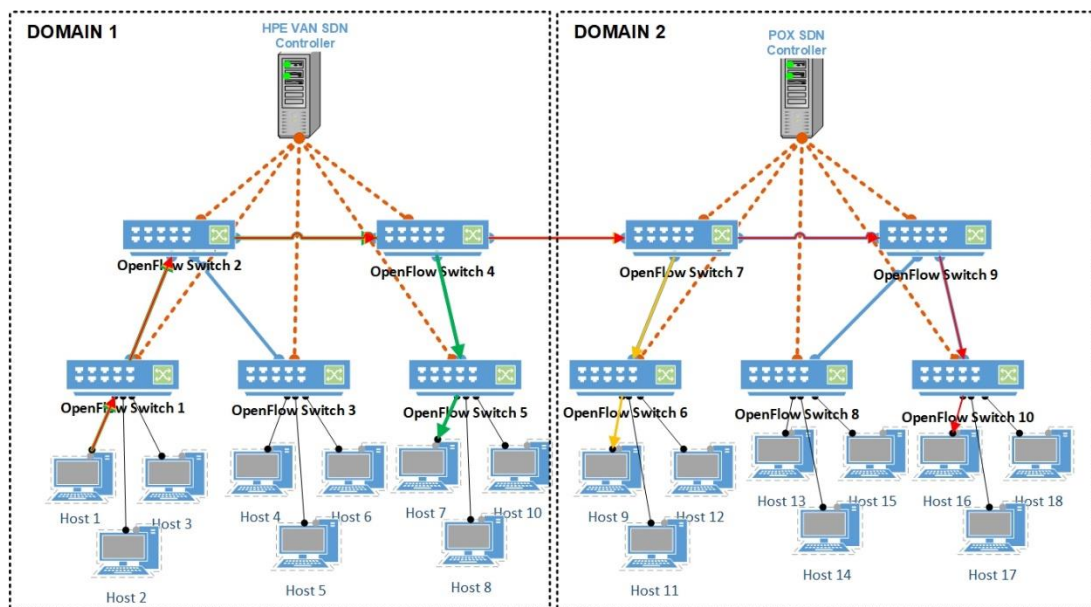


Рис 1. Візуалізація двох доменної топології SDN мережі MiniEdit.

Проведемо дослідження параметрів функціонування мережі з використанням графічного інтерфейсу MiniEdit. При цьому будемо використовувати такі вихідні дані:

- топологія мережі представлена Рис. 1.;
- тестуються всі інформаційні напрямки  $ID$  кількість яких  $SUM_{ID} = 324$ ;
- розмір кадру ICMP  $L_{frame\_ICMP} = 64$  [byte];
- затримка в лініях зв'язку  $t_{link\_delay}$  змінюється в діапазоні від 0 до 10000 [msec.];
- швидкість передачі в лініях зв'язку  $V_{link\_BW} = 10$  [Mbit/sec.];
- відсоток втрат на лініях зв'язку  $Loss_{\%} = 0$  [%];
- розглядатися найвіддаленіші інформаційні напрямки, як усередині домену так і міждоменні:  $ID_{h1-h7}$ ;  $ID_{h1-h9}$ ;  $ID_{h1-h16}$ .

В результаті моделювання визначатимемо наступні параметри мережі: показник Round-Trip Time (RTT), що є часом передачі пакета між кінцевими

хостами. При цьому визначатимемо середнє значення відгуку  $RTT$   $T_{RTTavg}$  [msec]. А також експериментальнє значення втрат і як наслідок кількість (відсоток) інформаційних напрямків, які стають недосяжними через затримки в мережі.

Результати проведення експерименту при даних вихідних даних зображені на рис. 2.

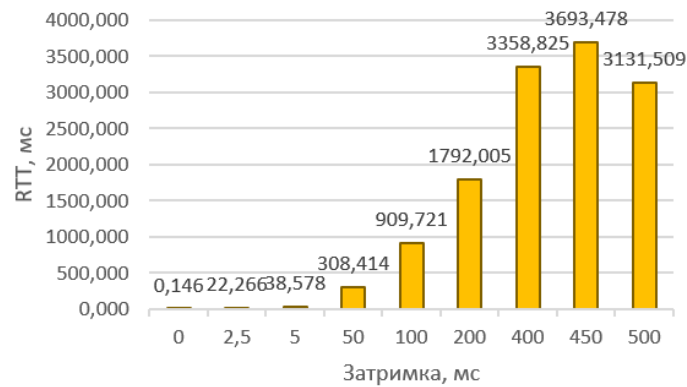


Рис. 2. Залежність зміни RTT за різних затримок в лініях мережі.

Надалі були проведені тестування SDN мережі, в режимі навантаження, за трьома інформаційними напрямками:  $ID_{h1-h16}$ ;  $ID_{h7-h16}$ ;  $ID_{h9-h16}$ . А саме, за допомогою утиліти *iperf*, проведено генерацію трафіку на найбільш віддалені вузли мережі.

Умови проведення експерименту були такими:

- одночасно проводилася генерація UDP трафіку ( $ID_{h1-h16} Load_{flow} = 5$  [Mbit/sec.];  $ID_{h7-h16} Load_{flow} = 4$  [Mbit/sec.];  $ID_{h9-h16} Load_{flow} = 6$  [Mbit/sec.]);
- усі інші параметри залишаються попередніми.

**Висновок:** Аналіз отриманих результатів показує, що при збільшенні трафіку, що поступає, обсяг якого перевищує пропускну здатність лінії зв'язку в 0,5 рази, максимальні втрати пакетів спостерігаються для інформаційних напрямків, які знаходяться в різних доменах і чим далі знаходяться вузли, тим більше втрат (втрати пакетів більше 86%). У середині домену втрати пакетів становлять 19%.

Також можна зробити висновок, що зі збільшенням затримки лініях зв'язку, спостерігається зростання часу передачі пакетів, і при найвищому значенні затримки пакети перестають доставлятися і близько 40% інформаційних напрямків перестають працювати. У разі перевантажень на окремих напрямках спостерігаються максимальні втрати для найбільш віддалених, міждоменних інформаційних напрямків.

#### Література

1. Romanov O.I., Nesterenko M.M. Telecommunication network technologies Evolution//Advances in the telecommunications 2019/ According to scientific editorship Ilchenko M.Yu., Kravchuk S.O., Kyiv, 2019, - p.p. 88-107.
2. JunHuy Lam, Sang-Gon Lee, Hoon-Jae Lee, and Yustus Eko Oktian. Securing SDN Southbound and Data Plane Communication with IBC. Hindawi Publishing Corporation Mobile Information Systems Volume 2016, Article ID 1708970, 12 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1708970>.