

М.В.Василинич
А.В.Василинич
Б.О.Пінаєв

ВПРОВАДЖЕННЯ МЕРЕЖЕВОГО ФУНКЦІОНАЛІЗМУ NFV У СУЧАСНИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядається впровадження мережевого функціоналізму (Network Function Virtualization, NFV) у сучасних інфокомунікаційних системах. Аналізуються переваги віртуалізації мережевих функцій, зокрема підвищення гнучкості, масштабованості та ефективності телекомунікаційних мереж. Особливу увагу приділяється архітектурі NFV, ключовим компонентам та викликам, що виникають під час її реалізації.

Ключові слова: мережевий функціоналізм, віртуалізація мережевих функцій, NFV, телекомунікаційні мережі, гнучкість, масштабованість.

Abstract

The article examines the implementation of Network Function Virtualization (NFV) in modern infocommunication systems. The advantages of network function virtualization are analyzed, particularly in terms of enhancing flexibility, scalability, and efficiency of telecommunication networks. Special attention is given to the NFV architecture, key components, and challenges encountered during its implementation.

Keywords: network function virtualization, NFV, telecommunication networks, flexibility, scalability.

Вступ

Сучасні телекомунікаційні мережі стикаються з постійно зростаючими вимогами до пропускної здатності, гнучкості та швидкості впровадження нових послуг. Традиційні підходи, засновані на використанні спеціалізованого апаратного забезпечення, часто не здатні задовольнити ці вимоги через високу вартість та тривалі цикли розробки. У відповідь на ці виклики було розроблено концепцію мережевого функціоналізму (NFV), яка передбачає віртуалізацію мережевих функцій та їх виконання на стандартному обладнанні.

Основна частина

Мережевий функціоналізм (NFV) – це концепція, що передбачає перенесення мережевих функцій зі спеціалізованого обладнання на програмне забезпечення, яке працює на стандартних комерційних серверах[1]. Такий підхід сприяє зниженню залежності від апаратних рішень і підвищує гнучкість управління мережею.

Віртуалізація мережевих функцій — це технологія, що дозволяє перенести мережеві служби, які зазвичай працюють на спеціалізованому обладнанні, у програмне середовище. Завдяки цьому мережеві функції відокремлюються від фізичних пристроїв і виконуються у віртуальному просторі, часто на стандартних серверах загального призначення. Завдяки програмній реалізації мережевих функцій оператори можуть швидко розгортати, керувати та масштабувати мережеві сервіси. Це сприяє оперативному впровадженню нових технологій, що, у свою чергу, покращує якість обслуговування та знижує витрати. Перехід від апаратних рішень до програмно-реалізованих функцій забезпечує можливість динамічного налаштування мережі відповідно до поточних потреб[2]. Ця технологія застосовується для різних завдань, таких як безпека мережі (брандмауери), оптимізація

трафіку (балансувальники навантаження) та захист від кіберзагроз (системи виявлення вторгнень). Використання стандартного обладнання для виконання таких функцій дозволяє підвищити адаптивність мережевої інфраструктури та швидко реагувати на зміни ринку. Отже, віртуалізація мережевих функцій є перспективним підходом до організації мережевих сервісів, який сприяє підвищенню ефективності, гнучкості та економічної доцільності сучасних телекомунікаційних систем.

Архітектура NFV складається з трьох основних компонентів:

1. Віртуалізовані мережеві функції (Virtualized Network Functions, VNFs): програмні реалізації традиційних мережевих функцій, таких як маршрутизатори, брандмауери, балансувальники навантаження тощо.
2. Інфраструктура для віртуалізації мережевих функцій (NFV Infrastructure, NFVI): сукупність апаратних та програмних ресурсів, що забезпечують виконання VNFs, включаючи обчислювальні, мережеві та сховищні компоненти.
3. Управління та оркестрація NFV (NFV Management and Orchestration, NFV-MANO): система, що відповідає за розгортання, управління життєвим циклом та оркестрацію VNFs та ресурсів NFVI.

Впровадження NFV у телекомунікаційних мережах надає низку переваг:

Використання стандартного обладнання дозволяє зменшити капітальні витрати (CAPEX) та операційні витрати (OPEX) завдяки відмові від дорогого спеціалізованого апаратного забезпечення та спрощенню обслуговування[3].

Віртуалізація дозволяє швидко розгортати та масштабувати нові мережеві функції без необхідності фізичного встановлення нового обладнання, що скорочує час виходу на ринок нових послуг.

NFV забезпечує динамічне виділення ресурсів відповідно до поточних потреб, дозволяючи ефективно реагувати на зміни навантаження та забезпечувати оптимальне використання інфраструктури [4].

Відокремлення програмних та апаратних компонентів сприяє швидшому впровадженню нових технологій та сервісів, оскільки оновлення може здійснюватися на програмному рівні без заміни обладнання.

Незважаючи на значні переваги, впровадження NFV супроводжується низкою викликів:

Забезпечення сумісності між VNFs від різних постачальників вимагає дотримання стандартів та ретельного тестування.

Виконання мережевих функцій на стандартному обладнанні може призвести до зниження продуктивності порівняно з спеціалізованими рішеннями. Для вирішення цієї проблеми використовуються технології апаратного прискорення, такі як DPDK (Data Plane Development Kit) та SR-IOV (Single Root Input/Output Virtualization) [5].

Віртуалізація додає нові потенційні вектори атак, тому необхідно забезпечити належний рівень ізоляції VNFs та захисту даних.

Оркестрація та управління великою кількістю VNFs та ресурсів NFVI потребує впровадження ефективних систем автоматизації та моніторингу.

Висновок

Мережевий функціоналізм (NFV) є ключовою технологією для модернізації сучасних телекомунікаційних мереж, надаючи їм гнучкість, масштабованість та економічну ефективність. Незважаючи на існуючі виклики, такі як забезпечення продуктивності, безпеки та сумісності між віртуалізованими функціями, переваги NFV значно перевищують можливі ризики. Впровадження NFV дозволяє операторам зв'язку швидко адаптуватися до змінних вимог ринку, знижувати експлуатаційні витрати та покращувати якість наданих послуг. Крім того, інтеграція NFV із такими технологіями, як програмно-конфігуровані мережі (SDN) та хмарні обчислення, сприяє подальшому розвитку автоматизації та інтелектуального управління мережею.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IBM. What Is Network Functions Virtualization (NFV)? | IBM. *IBM - United States*. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/network-functions-virtualization> (дата звернення: 27.02.2025).

2. Understanding Network Function Virtualization: Transforming Telecom Infrastructure - The Tech Artist. *The Insurance Universe*. URL: [<https://thetechartist.com/network-function-virtualization/>] (дата звернення: 27.02.2025).
3. Benefits of Virtualisation: NFV, SDN enable flexibility in network architecture -. - *India's most comprehensive telecom website*. URL: [<https://tele.net.in/benefits-of-virtualisation-nfv-sdn-enable-flexibility-in-network-architecture/>] (дата звернення: 27.02.2025).
4. Singh G. benefits of nfv. *Telecom Trainer*. URL: [<https://www.telecomtrainer.com/benefits-of-nfv/>] (дата звернення: 27.02.2025).
5. 1509.07675. *Emergent Mind: AI Research Assistant*. URL: [<https://www.emergentmind.com/papers/1509.07675>] (дата звернення: 27.02.2025).

Василинич Марія Володимирівна – студентка групи ПЗТ-24б, Факультет інформаційний електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com.

Василинич Анастасія Володимирівна – студентка групи Б-21б, Факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com.

Пінаєв Богдан Олегович – Ph.D, старший викладач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Pinaev.bogdam@gmail.com

Vasylynch Mariia V. – student of group PZT-24b, Department of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com.

Vasylynch Anastasiia V. – student of group B-21b, Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com.

Pinaev Bohdan O. – Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Pinaev.bogdam@gmail.com