

# АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ NETWORK DEVOPS ДЛЯ БЕЗПРОВОДОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

<sup>1</sup>Персіков М.А., <sup>1</sup>Лемешко В.О., <sup>2</sup>Хіхло В.Ю.

<sup>1</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,

<sup>2</sup>Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

E-mail: mykhailo.persikov@nure.ua,  
valentyn.lemeshko@nure.ua,  
vadym.khikhlo@sgt.khpi.edu.ua

---

## Abstract

*The work analyzes the peculiarities of using Network DevOps for wireless technologies. The Network DevOps approach primarily means adopting the core principles of DevOps in network operation and network engineering. This approach embodies all the advantages of network automation. Therefore, Network DevOps techniques and means are essential for the reliable and seamless delivery of virtualized telecommunication services. Adopting a reliable 5G DevOps approach provides the flexibility to launch new services through SDN, NFV, and VNF technologies that can address network infrastructure installation and configuration.*

---

Підхід Network DevOps насамперед означає прийняття основних принципів DevOps у процесі експлуатації мереж і мережній інженерії [1-6]. Цей підхід втілює всі переваги автоматизації мереж включно з концепцією «мережа як API», а також постійний розвиток, інтеграцію та розгортання нових мережних технологій [1]. Крім того, слід відмітити, що рівень впровадження DevOps у телекомунікаційній галузі набагато вищий, ніж вважається, що робить їх лідерами в бізнес-екосистемі [3, 5, 6]. Оскільки галузь є однією з найбільш конкурентоспроможних, вона змушена впроваджувати та надавати користувачам нові послуги та сервіси. Завдяки впровадженню Network DevOps телекомунікаційні оператори можуть отримати значні переваги з боку збільшення швидкості доставки послуг, що є найбільш очевидною причиною для компаній агресивно рухатися вперед із цією новою практикою.

Розглянемо особливості впровадження Network DevOps у мережах 5G, а саме 5G DevOps [6]. Застосування підходів та інструментарію DevOps надає поштовх продажу послуг, орієнтованих на 5G DevOps, та нові пропозиції для потенційних і поточних клієнтів. Отже, телекомунікаційні компанії покращують час виходу на ринок і задоволеність клієнтів за допомогою DevOps в епоху 5G. Розгортання 5G приносить багато операційних проблем, проте існують і можливості для зниження відповідних витрат. Застосування DevOps може вирішити ці складності за допомогою вдосконалення автоматизації доставки програмного забезпечення та зниження часу виходу на ринок і підвищення задоволеності клієнтів для телекомунікаційних компаній різними способами [6]:

1. Належні інструменти 5G DevOps і керована платформа забезпечують автоматизацію та створюють екосистему для підтримки телекомунікаційних мереж 5G.
2. Забезпечення економії коштів і впровадження інновацій за допомогою автоматизованих стратегій контролю якості або тестування, які розгортаються через практики 5G DevOps.
3. Покращення кооперації між постачальниками послуг зв'язку (Communication Service Providers, CSP) і вендорами завдяки використанню підходів DevOps.
4. Визначення та валідація нових послуг забезпечує отримання більшого прибутку за допомогою DevOps, враховуючи значні інвестиції, необхідні для розгортання мереж 5G.

Мережі 5G розроблено на основі трьох принципів, а саме SDN (*Software-defined networking*), NFV (*Network functions virtualization*) і VNF (*Virtual Network Functions*) [7-9]. Отже, телекомунікаційні оператори повинні орендувати загальнодоступні хмарні обчислювальні ресурси для з'єднання

основних мережних серверів у хмарі з периферійними DevOps, де периферійні обчислювальні вузли (*edge computing nodes*) встановлюються скрізь, де це необхідно [10]. Саме тут DevOps виступає як ключова технологія для створення розумних і гнучких мереж [6]. Впровадження функцій віртуальної мережі та безперервне надання нових сервісів вважаються рутинними завданнями для розробників у середовищі NFV. Таким чином, операції повинні допомогти у внесенні змін, зберігаючи стабільність мережі. Під час розгортання мереж 5G структура DevOps у поєднанні з вимірюваними KPI (Key Performance Indicators) вважається критично важливою.

Мережі 5G будуються за допомогою мережних функцій, представлених у програмному забезпеченні як функції віртуальної мережі (VNF) і розглядаються як основний елемент середовища NFV. Отже, для розгортання мереж 5G автоматизація має вирішальне значення для налаштування та керування кожним VNF. З використанням програмного забезпечення в телекомунікаційному просторі хмара стає ключовим компонентом VNF. Хмарний підхід, що включає контейнеризацію, динамічну оркестровку та архітектуру на основі мікросервісів, дозволяє постачальникам послуг застосовувати процедури DevOps (безперервне розгортання та інтеграція) для автоматизації створення, перевірки та розгортання VNF в середовищі NFV [6].

Мережі 5G, реалізовані за допомогою підходу 5G DevOps, мають значні переваги, що впливають на функціонування всієї мережі. Головним чином, до переваг відноситься можливість автоматизації розгортання та керування ланцюжками послуг і сегментами мережі 5G [6]. Оскільки для роботи мережі 5G потрібна повністю автоматизована система, це призводить до підвищення ефективності управління мережею та зменшення людських помилок, тим самим знижуючи операційні витрати та зменшуючи час простою.

Таким чином, методи та інструментарій Network DevOps необхідні для більш тісної інтеграції IT-операцій для надійного та безперебійного надання віртуалізованих телекомунікаційних послуг, як-от розгортання NFV у мережах 5G. Впровадження надійного підходу 5G DevOps забезпечує гнучкість запуску нових послуг за допомогою технологій SDN і NFV, VNF, які можуть стосуватися встановлення, конфігурації та надання мережної інфраструктури, сприяючи безперервній інтеграції та розгортанню в телекомунікаційних системах і мережах.

## Література:

1. Network DevOps Challenges and Best Practices | ThousandEyes. *Digital Experience Monitoring / ThousandEyes*. URL: <https://www.thousandeyes.com/learning/techtorials/network-devops> (дата звернення: 11.11.2022).
2. What is DevOps? Juniper Networks. URL: <https://www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-devops.html> (дата звернення: 11.11.2022).
3. DevOps vs NetDevOps. Network Interview. URL: <https://networkinterview.com/devops-vs-netdevops/> (дата звернення: 11.11.2022).
4. 5 Capabilities Network Infrastructure Must Have to Support DevOps. DevOps.com. URL: <https://devops.com/5-capabilities-network-infrastructure-must-have-to-support-devops/> (дата звернення: 11.11.2022).
5. What is Wi-Fi DevOps? Semfio Networks. URL: <https://semfionetworks.com/blog/what-is-wi-fi-devops/> (дата звернення: 11.11.2022).
6. 5G Devops | Devops in telecom industry | Agile networks. *RantCell*. URL: <https://www.rantcell.com/5g-devops-telecom-industry-create-agile-networks.html> (дата звернення: 11.11.2022).
7. Лемешко О.В., Єременко О.С., Невзорова О.С. Потоківі моделі та методи маршрутизації в інфокомунікаційних мережах: відмовостійкість, безпека, масштабованість. Харків: ХНУРЕ. 2020. 308 с. DOI: <https://doi.org/10.30837/978-966-659-282-1>.
8. Chhaytli A., Persikov M. Providing cyber resilience in software-defined networks by secure routing means. *Infocommunication technologies and electronic engineering*, 1(1), 2021. P. 11-19. DOI: <https://doi.org/10.23939/ict2021.01.011>
9. Єременко О.С., Персіков М.А., Лемешко В.О., Алтакі Б. Розробка та дослідження потокової моделі безпечної маршрутизації з балансуванням навантаження. *Проблеми телекомунікацій*, 2(29). 2021. P. 3-14. DOI: <https://doi.org/10.30837/pt.2021.2.01>
10. Лемешко В.О., Персіков М.А. Забезпечення міжкінцевої безпеки автоматизованої мультихмари. *Інформатика, математика, автоматика ІМА : 2021: матеріали та програма науково-технічної конференції (м. Суми, 19-23 квітня 2021 р.)*. Суми : СумДУ, 2021. С. 34.