

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Методи та засоби підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій в сучасних мережевих інфраструктурах**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи СНм-61  
спеціальності (напряму підготовки) 122

комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

\_\_\_\_\_ Думітрак В.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Марценко С.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Мацюк О.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_ Марценюк В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Методи та засоби підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій в сучасних мережевих інфраструктурах // Дипломна робота ОР «Магістр» // Думітрак Віталій Володимирович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2020 // С. , рис. – , табл. – , кресл. – , додат. – , бібліогр. – .

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, ВІРТУАЛІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ, ПРОГРАМНО КОНФІГУРОВАНА МЕРЕЖА, СЕРВІСИ, ПРОТОКОЛ, МОДЕЛІ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ РЕСУРСІВ, ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ, АВТОМАТИЗАЦІЯ МЕРЕЖ.

У дипломній роботі проведено дослідження методів та засобів підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій і за результатами запропоновано використовувати технології на основі ICN, SDN та NFV, що дасть змогу ефективно використовувати мережеві ресурси.

В першому розділі дипломної роботи проведено дослідження можливостей та необхідності віртуалізації мережевих функцій, що дало змогу визначити напрямки та способи покращення організації мереж різного роду. Розглянуто питання хмарних технологій та їх роль в сучасних мережевих дизайнах, що показало переваги такого підходу при розробці вдосконалених методів та засобів роботи мереж. Визначено роль хмарних технологій при організації віртуалізації мереж. Досліджено технологію програмно-конфігурованих мереж, що уможливорює правильний вибір типу та характеристик компонентів даної концепції. На основі аналізу автоматизації процесів мережевих функцій виявлено ряд новітніх підходів до

організації функціонування інформаційно-комунікаційних систем передавання та обробки даних.

В другому розділі дипломної роботи проведено дослідження підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій в сучасних мережевих інфраструктурах. Здійснено оцінку якості обслуговування характеристик мережі для виявлення ефекту від запровадження віртуальних архітектур. Запропоновано методи та рекомендації для проведення активного та пасивного оцінювання якості наданих послуг. Подано можливості віртуалізації мереж мобільних операторів, що використовують технологію 5G. Здійснено оцінку характеристик затримок у віртуалізованих мережах. Запропоновано методи та засоби підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій операторів мобільних мереж на основі розробленої моделі віртуальної мережі з використанням технологій ICN, SDN та NFV.

Метою роботи є аналіз і дослідження методів та засобів підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій, що дасть змогу збільшити ефективність функціонування, підвищить надійність, продуктивність, гнучкість та визначить необхідні заходи для забезпечення роботи комп'ютерних мереж. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання: провести аналіз наукових публікацій, результатів науково-дослідних робіт щодо віртуалізації та автоматизації інформаційно-комунікаційних мереж та їх сервісів, що дасть змогу підвищити стійкість проти мережевих загроз, масштабованість та гнучкість; проаналізувати вимоги до мережевих дизайнів з використанням віртуалізації мережевих ресурсів, що дасть змогу розробити рекомендації для покращення функціональних характеристик; визначити основні характеристики якості послуг QoS для імплементації в елементи віртуалізації, що дасть змогу диференціювати вузли та служби для забезпечення заданого рівня обслуговування.

Об'єкт дослідження – процес віртуалізації передавання даних у комп'ютерних мережах гетерогенної структури.

Предмет дослідження – теорія зв'язку у комп'ютерних мережах, теорія проектування мереж.

## ANNOTATION

Methods and tools of efficiency increase of network functions virtualization deployment in modern network infrastructures // Diploma thesis Master degree // Dumitrak Vitalii V. // Ternopil' Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Science // Ternopil', 2020 // P. , Tables – , Fig. – , Diagrams – , Annexes. – , References – .

In the thesis work the research of methods and tools of efficiency increase of network functions virtualization introduction is carried out and on results it is offered the use of technologies on the basis of ICN, SDN and NFV that will allow to use network resources effectively.

In the first section of the thesis there is a study of the possibilities and necessity of network functions virtualization, which allowed to identify areas and ways to improve the organization of various kinds networks. The issues of cloud technologies and their role in modern network designs are considered, which showed the advantages of such an approach in the development of advanced methods and tools of networks. The role of cloud technologies in the organization of network virtualization is determined. The technology of software-configured networks is investigated, which allows the correct choice of type and characteristics of this concept components. Based on the analysis of network functions automation, a number of new approaches to the organization of information and communication systems of data transmission and processing have been identified.

In the second section of the thesis the research of efficiency increase of network functions virtualization introduction in modern network infrastructures is carried out. The quality of service performance of network characteristics was assessed to identify the effect of the virtual architectures introduction. Methods and recommendations for active and passive measurement of the quality of services

provided are proposed. Possibilities of mobile networks operators virtualization using 5G technology are given. The characteristics of delays in virtualized networks are evaluated. Methods and means of efficiency increase of virtualization introduction of mobile network operators functions in networks on the basis of the developed model of a virtual network with use of ICN, SDN and NFV technologies are offered.

The aim of the work is to analyze and study methods and tools to improve the implementation of network functions virtualization, which will increase efficiency, reliability, performance, flexibility and identify the necessary measures to ensure the operation of computer networks. To achieve this goal it is necessary to perform the following tasks: to analyze scientific publications, research results on virtualization and automation of information and communication networks and their services, which will increase resilience against network threats, scalability and flexibility; analyze the requirements for network designs using virtualization of network resources, which will allow to develop recommendations for improving functional characteristics; identify the main characteristics of the quality of QoS services for implementation in the elements of virtualization, which will allow to differentiate nodes and services to provide a given level of service.

The object of research is the process of data transmission virtualization in computer networks of heterogeneous structure.

The subject of research is the theory of communication in computer networks, the theory of network design.

Keywords: COMPUTER NETWORK, NETWORK VIRTUALIZATION, SOFTWARE DEFINED NETWORK, SERVICE, PROTOCOL, RESOURCES VIRTUALIZATION MODELS, CLOUD TECHNOLOGIES, NETWORK AUTOMATION.

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

SDN – Software Defined Network

NFV – Network Function Virtualization

ICN – Information Centric Network

QoS – Quality of Service

DiffServ – Differentiated Services

VLAN – Virtual Local Area Network

SOAP – Simple Object Access Protocol

REST – Representational State Transfer

API – Application Programming Interface

VNF – Virtual Network Function

QoE – Quality of Experience

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ.....   | 11 |
| 1 Аналіз предметної області.....   | 14 |
| 1.1 Можливості та необхідність проведення віртуалізації мереж.....   | 14 |
| 1.2 Огляд технологій хмарних обчислень.....  | 17 |
| 1.3 Хмарні технології та віртуалізація мережевих функцій .....   | 20 |
| 1.4 Програмно конфігуровані мережі SDN.....  | 27 |
| 1.5 Автоматизація мережевих функцій.....   | 31 |
| 1.6 Висновки до першого розділу .....  | 36 |
| 2 Методи підвищення ефективності мережевих функцій через<br>віртуалізацію мережевих ресурсів .....                 | 37 |
| 2.1 Оцінка якості обслуговування мережевих функцій для визначення<br>ефективності впровадження віртуалізації ..... | 37 |
| 2.2 Методи оцінювання якості послуг гетерогенних мереж.....  | 42 |
| 2.3 Дослідження можливості віртуалізації мереж операторів 5G .....   | 44 |
| 2.4 Оцінка характеристик затримок у віртуалізованих мережах.....   | 49 |
| 2.5 Методи та засоби підвищення ефективності впровадження<br>віртуалізації мережевих функцій .....                 | 54 |
| 2.6 Висновки до другого розділу.....   | 61 |
| 3 Спеціальна частина .....   | 62 |
| 3.1 Методи та засоби адміністрування мереж .....   | 62 |
| 3.2 Захист мереж за допомогою системи FireWall .....   | 64 |
| 3.3 Висновки до третього розділу .....   | 67 |
| 4 Обґрунтування економічної ефективності .....   | 68 |
| 4.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи .....   | 68 |
| 4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні<br>заходи.....                                   | 69 |
| 4.3 Розрахунок матеріальних витрат .....   | 71 |



|   |    |
|---|----|
| 4.4 Розрахунок витрат на електроенергію .....   | 72 |
| 4.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....   | 73 |
| 4.6 Обчислення накладних витрат.....  | 74 |
| 4.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР .....   | 74 |
| 4.8 Розрахунок ціни мережі .....  | 75 |
| 4.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності<br>капітальних вкладень .....   | 76 |
| 4.10 Висновки до четвертого розділу .....   | 77 |
| 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....  | 78 |
| 5.1 Охорона праці.....  | 78 |
| 5.1.1 Апаратні характеристики впливу на роботу з ПК .....   | 78 |
| 5.1.2 Пожежна безпека в лабораторіях з комп'ютерною технікою .....  | 81 |
| 5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....  | 84 |
| 5.2.1 Вплив виробничого середовища на працездатність та здоров'я<br>користувачів комп'ютерів .....  | 84 |
| 5.2.2 Оцінка події, що сталася або може статися у прогнозований термін,<br>та визначення ступеня реагування на відповідному рівні управління..... | 88 |
| 5.3 Висновки до п'ятого розділу .....   | 89 |
| 6 Екологія .....  | 90 |
| 6.1 Гости і стандарти на монітори і ПЕОМ .....  | 90 |
| 6.2 Кореляційний аналіз зв'язків в екології.....  | 92 |
| 6.3 Висновки до шостого розділу.....  | 95 |
| Висновки.....   | 96 |
| Список літературних джерел.....   | 98 |
| Додатки   |    |

## ВСТУП

В сучасному світі мінливих архітектурних рішень віртуалізація стає одним з швидких методів адаптації нових технологій та покращення роботи мереж. Актуальність роботи полягає у необхідності дослідження методів та засобів підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій.

Вочевидь, для впровадження інновацій, таких, скажімо, як хмарні обчислення та віртуалізація, потрібні нові підходи до організації мереж. Саме тому останніми роками зріс інтерес до нової архітектури, якою характеризується програмноконфігуровані мережі. Їх концепція визначає зсув парадигми в мережевій архітектурі, коли рівень керування мережею програмується безпосередньо і відокремлюється від маршрутизації пакетів. Завдяки перенесенню управління забезпечується абстрагованість основної мережі стосовно додатків верхніх рівнів, а це, у свою чергу, дозволяє їм розглядати мережу як логічну чи віртуальну сутність. Зокрема, протокол OpenFlow, застосовуваний у багатьох мережевих пристроях, дає змогу перемістити функції керування маршрутизаторами мережі в центральний модуль, названий контролером, або мережевою операційною системою.

Зростання кількості та розмаїття контенту, розвиток сервісів і масштабів, що їх вони охоплюють, призвели до зміни парадигми організації обчислень: на місце клієнт-серверної їх організації прийшли центри обробки даних і хмарні обчислення, файлові системи та бази даних трансформувалися в мережі зберігання даних. Таким чином, у традиційних мережах нагромадилася низка проблем, розв'язання яких вимагає внесення змін в існуючу архітектуру: науково-технічні проблеми – сьогодні неможливо контролювати та надійно передбачити поведінку таких складних об'єктів, як комп'ютерні мережі; соціальні проблеми – у повсякденному житті ми дедалі більше покладаємося на мережу Інтернет, хоча безпека даних,

включаючи персональні дані, зовсім не гарантована через нестійкість інтернет-простору до зовнішніх атак; економічні проблеми – мережі високовартісні й складні в обслуговуванні, вимагають висококваліфікованих фахівців; проблеми розвитку – в архітектурі сучасних мереж існують суттєві бар'єри щодо введення інновацій, експериментування, створення нових сервісів.

Оскільки дані, які підлягають передаванню, різні за своєю природою та важливістю, то необхідно мати механізми, які дають змогу розв'язувати задачу розподілу ресурсів оперативно, у відповідності до властивостей тих потоків, які передаються у конкретний момент часу через конкретні телекомунікаційні вузли. Такі механізми повинні базуватись на удосконалених методах розподілу ресурсів, що мають високу масштабованість, швидкодію, гнучкість, низьку операційну складність та ресурсоемність.

Для підвищення якості обслуговування (QoS) переданого мережевого трафіку актуальним є пошук гнучких методів управління мережевими ресурсами для забезпечення їхнього збалансованого завантаження й гарантованої якості обслуговування різнорідного трафіку користувачів у мультисервісних мережах.

Таким чином, розширення спектру послуг, масштабування інфраструктури та обсяги трафіку, що постійно зростають спонукають до розв'язання наукового завдання покращення якості обслуговування трафіку в мультисервісних мережах за рахунок віртуалізації окремих елементів мережі чи розроблення моделей віртуалізації мережевих ресурсів.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є аналіз і дослідження методів та засобів підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій, що дасть змогу збільшити ефективність функціонування, підвищить надійність, продуктивність, гнучкість та визначить необхідні заходи для забезпечення роботи комп'ютерних мереж.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання: провести аналіз наукових публікацій, результатів науково-дослідних робіт щодо віртуалізації та автоматизації інформаційно-комунікаційних мереж та їх сервісів, що дасть змогу підвищити стійкість проти мережевих загроз, масштабованість та гнучкість; проаналізувати вимоги до мережевих дизайнів з використанням віртуалізації мережевих ресурсів, що дасть змогу розробити рекомендації для покращення функціональних характеристик; визначити основні характеристики якості послуг QoS для імплементації в елементи віртуалізації, що дасть змогу диференціювати вузли та служби для забезпечення заданого рівня обслуговування.

Об'єкт дослідження – процес віртуалізації передавання даних у комп'ютерних мережах гетерогенної структури.

Предмет дослідження – теорія зв'язку у комп'ютерних мережах, теорія проектування мереж.

Практичне значення одержаних результатів. На основі аналізу автоматизації процесів мережевих функцій виявлено ряд новітніх підходів до організації функціонування інформаційно-комунікаційних систем передавання та обробки даних.

Наукова новизна отриманих результатів: проведено дослідження можливостей та необхідності віртуалізації мережевих функцій, що дало змогу визначити напрямки та способи покращення організації мереж різного роду. Розглянуто питання хмарних технологій та їх роль в сучасних мережевих дизайнах, що показало переваги такого підходу при розробці вдосконалених методів та засобів роботи мереж. Визначено роль хмарних технологій при організації віртуалізації мереж. Досліджено технологію програмно-конфігурованих мереж, що уможливорює правильний вибір типу та характеристик компонентів даної концепції.

## АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### Можливості та необхідність проведення віртуалізації мереж

За результатами дослідження методів та засобів підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій [1-30] можна сформулювати основні ідеї та тенденції сучасних інформаційних технологій, що є в тренді та мають перспективу подальшого розвитку.

Віртуалізація мережі – це процес об'єднання апаратних мережевих ресурсів та програмних мережевих ресурсів в єдину адміністративну одиницю. Мета віртуалізації мережі – надати системам та користувачам ефективний, контрольований та безпечний обмін мережевими ресурсами.

Кінцевим продуктом віртуалізації мережі є віртуальна мережа. Віртуальні мережі класифікуються на два широкі типи, зовнішні та внутрішні. Зовнішні віртуальні мережі складаються з декількох локальних мереж, якими програмне забезпечення керує як єдине ціле. Складовими елементами класичних зовнішніх віртуальних мереж є апаратне забезпечення комутації та технологія VLAN. Приклади зовнішніх віртуальних мереж включають великі корпоративні мережі та центри обробки даних.

Внутрішня віртуальна мережа складається з однієї системи з використанням віртуальних машин або зон, які налаштовані принаймні одним інтерфейсом псевдомережі. Ці контейнери можуть спілкуватися один з одним як би в одній локальній мережі, забезпечуючи віртуальну мережу на одному хості. Складовими елементами віртуальної мережі є віртуальні мережеві інтерфейсні карти або віртуальні NIC (VNIC) та віртуальні комутатори.

Існує можливість комбінувати мережеві ресурси для налаштування як внутрішніх, так і зовнішніх віртуальних мереж. Наприклад, можна

налаштувати окремі системи з внутрішніми віртуальними мережами на локальні мережі, які є частиною великої зовнішньої віртуальної мережі.

Віртуалізація мережі стала найбільш рекомендованим варіантом майбутньої мережевої парадигми. Окрім того, що забезпечує рентабельний, гнучкий, безпечний спосіб взаємодії, віртуалізація має силу революціонізувати мережі.

Спираючись на аналогічну концепцію віртуалізації, що і для серверів та сховищ, віртуальні мережеві екземпляри створюються в шарі вище фізичних апаратних та програмних мережевих компонентів. Сюди входять усі мережеві атрибути, такі як комутатори та маршрутизатори. Фізична мережа обробляє основні завдання, такі як переадресація пакетів, тоді як віртуальні елементи управляють складними завданнями, що полегшують управління та розгортання мережевих служб.

Віртуалізація мережі забезпечує підвищену гнучкість, безпеку та керованість. Сервіси з віртуалізації мережі гарантують максимальну користь від трансформації поточної мережі. Планування та управління мережею є оптимальним рішенням, яке забезпечує ефективність роботи мережі та зменшує витрати.

Впровадження віртуалізації мережевих функцій надає наступні переваги:

- гнучкість. Гнучкість стосується можливості адаптації до доступних мережевих ресурсів. Віртуалізація мережі забезпечує гнучкість розгортання нових конфігурацій або швидкого та ефективного переналаштування мережевих служб;

- масштабованість. Пропонуючи інтерфейсний шар між додатками та низькорівневим мережевим обладнанням, віртуалізація мережі дає змогу забезпечити кожного «орендаря» в центрі обробки даних власним адресним простіром, топологією та контролером. Це дозволяє швидко розгорнути нових орендарів і легко розширити пул фізичного мережевого обладнання.

– скорочені витрати. Віртуалізація мережі зменшує витрати на обладнання, включаючи витрати на продукцію та витрати на обслуговування, виходячи із зменшеної потреби серед фізичних серверів, маршрутизаторів та комутаторів серед інших. Централізоване управління та автоматизація процедур допомагають зменшити витрати на обслуговування.

– зниження споживання енергії. Зменшення кількості пристроїв, означає не тільки економію енергії, але й зменшення витрат на неї. Вимога до витрат на ресурси знижується, оскільки для цілей обслуговування та моніторингу необхідна менша кількість персоналу. Це означає, що працівники зосереджені на завданнях із високою доданою вартістю, що підвищує продуктивність та ефективність бізнесу.

– краща безпека. Автоматизація віртуальних мереж передбачає поліпшений рівень безпеки, оскільки дозволяє автоматизувати політику безпеки мережі та забезпечує дотримання стандартів відповідності. Вирішується питання організації щодо безпеки бізнесу в Інтернеті.

Впровадження функцій віртуалізації у порівнянні з традиційними мережами можна показати на ринку 1.1.

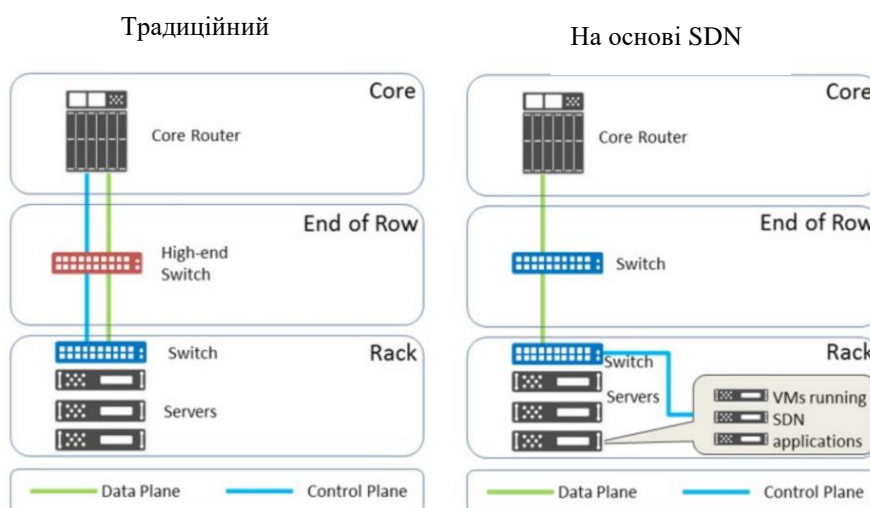


Рисунок 1.1 – Мережі на основі тривіневого дизайну та з віртуалізацією

Сталість традиційного мережевого дизайну підходить для ситуацій коли набори обладнання та типи сервісів є статичними, а навантаження помірними. Для обслуговування користувачів з широким спектром вимог до інформаційних ресурсів мережі такий підхід є обмеженим і потребує заміни більш сучасними технологіями. Як варіант вирішення цього питання потрібно розглянути віртуалізацію, що дасть змогу швидко впроваджувати нові рішення та технології, надавати високу якість послуг для користувачів широких груп.

### **Огляд технологій хмарних обчислень**

Хмарні обчислення включають велику кількість комп'ютерів, підключених через мережу, які можуть бути фізично розташовані в будь-якому місці. Постачальники в значній мірі покладаються на віртуалізацію для надання своїх хмарних обчислювальних послуг. Хмарні обчислення можуть зменшити експлуатаційні витрати за рахунок більш ефективного використання ресурсів. Хмарні обчислення вирішують різні проблеми управління даними:

- дозволяє отримати доступ до організаційних даних будь-де та в будь-який час;
- упорядковує ІТ-операції організації, підписавшись лише на потрібні послуги;
- виключає або зменшує потребу в ІТ-обладнанні, технічному обслуговуванні та управлінні на місці;
- знижує витрати на обладнання, енергію, фізичні потреби у установках та потреби в навчанні персоналу;
- забезпечує швидку реакцію на збільшення вимог до обсягу даних.

Хмарні обчислення, за допомогою своєї моделі “плати коли користуєшся”, дозволяють організаціям трактувати витрати на обчислення та



зберігання більше як корисні послуги, а не інвестувати в інфраструктуру. Капітальні витрати трансформуються в операційні видатки.

Хмарні сервіси доступні в різних варіантах, розроблених відповідно до потреб клієнтів. Три основні послуги хмарних обчислень, визначені Національним інститутом стандартів та технологій (NIST) у їх спеціальній публікації 800-145 і є такими:

- програмне забезпечення як послуга (Software as a Service (SaaS))
- постачальник хмарних технологій відповідає за доступ до додатків і служб, таких як електронна пошта, зв'язок та Office 365, які постачаються через Інтернет. Користувач не керує жодним аспектом хмарних сервісів, за винятком обмежених налаштувань програми для користувачів. Користувачеві потрібно лише надати свої дані.

- платформа як послуга (Platform as a Service (PaaS)) – постачальник хмарних послуг відповідає за надання користувачам доступу до інструментів розробки та послуг, що використовуються для доставки програм. Ці користувачі, як правило, є програмістами і можуть контролювати налаштування конфігурації середовища розміщення додатків хмарного постачальника.

- інфраструктура як послуга (Infrastructure as a Service (IaaS)) – постачальник хмарних послуг відповідає за надання ІТ-менеджерам доступу до мережевого обладнання, віртуалізованих мережевих послуг та підтримки мережевої інфраструктури. Використання цієї хмарної послуги дозволяє ІТ-менеджерам розгортати та запускати програмний код, який може включати в себе операційні системи та програми.

Постачальники хмарних послуг розширили цю модель, щоб також забезпечити ІТ-підтримку для кожної з хмарних обчислювальних служб (ITaaS). Для бізнесу ITaaS може розширити можливості мережі, не вимагаючи інвестицій у нову інфраструктуру, навчання нового персоналу або ліцензування нового програмного забезпечення. Ці послуги доступні на

вимогу та доставляються економно на будь-який пристрій у будь-якій точці світу без шкоди для безпеки та функцій.

Існує чотири основні хмарні моделі:

– публічні хмари – додатки та сервіси, що базуються на хмарі, пропонуються в загальнодоступній хмарі, доступні для широкого загалу. Послуги можуть бути безкоштовними або пропонуються за моделлю оплати за використання, наприклад, оплата за зберігання в Інтернеті. Публічна хмара використовує Інтернет для надання послуг.

– приватні хмари – додатки та послуги, що базуються та пропонуються в приватній хмарі, призначені для конкретної організації чи спільноти, наприклад, уряду. Приватна хмара може бути налаштована за допомогою приватної мережі організації, хоча це може бути дорого для побудови та обслуговування. Приватною хмарою також може управляти зовнішня організація із суворою безпекою доступу.

– гібридні хмари – гібридна хмара складається з двох або більше хмар (наприклад: частина приватна, частина загальнодоступна), де кожна частина залишається окремим об'єктом, але обидві з'єднані за допомогою єдиної архітектури. Люди на гібридній хмарі зможуть мати ступінь доступу до різних служб на основі прав доступу користувачів.

– хмари спільноти - хмара спільноти створюється для виключного використання певною спільнотою. Відмінності між публічними хмарами та хмарами спільноти – це функціональні потреби, які були налаштовані для спільноти. Наприклад, організації охорони здоров'я повинні дотримуватися політики та законів (наприклад, HIPAA), які вимагають спеціальної автентифікації та конфіденційності.

Терміни дата-центр та хмарні обчислення часто використовуються неправильно. Розглянемо правильні визначення центрів обробки даних та хмарних обчислень:

Центр обробки даних – зазвичай це сховище та обробка даних, яке має власний ІТ-відділ або орендує працівників поза межами сайту.

Хмарні обчислення – зазвичай послуга поза приміщенням, яка пропонує доступ на вимогу до спільного пулу налаштованих обчислювальних ресурсів. Ці ресурси можна швидко забезпечити та звільнити з мінімальними зусиллями управління.

Дата центри – це фізичні засоби, що забезпечують потреби в обчисленні, мережі та зберіганні хмарних обчислень. Провайдери хмарних послуг використовують центри обробки даних для розміщення хмарних сервісів та хмарних ресурсів.

Центр обробки даних може займати одну кімнату будівлі, один або кілька поверхів або цілу будівлю. Дата центри, як правило, дуже дорогі для створення та обслуговування. З цієї причини лише великі організації використовують приватні центри обробки даних для розміщення своїх даних та надання послуг користувачам. Менші організації, які не можуть дозволити собі підтримувати власний приватний центр обробки даних, можуть знизити загальну вартість власності, орендуючи сервер та послуги зберігання даних від більших центрів обробки даних в хмарі.

## **Хмарні технології та віртуалізація мережевих функцій**

Терміни “хмарні обчислення” та “віртуалізація” часто використовуються взаємозамінно; однак вони означають різні речі. Віртуалізація є основою хмарних обчислень. Без цього хмарні обчислення, як це найбільш широко реалізовано, були б неможливими.

Віртуалізація відокремлює операційну систему (ОС) від апаратного забезпечення. Різні провайдери пропонують віртуальні хмарні сервіси, які можуть динамічно надавати сервери за потребою. Наприклад, веб-сервіси Amazon (AWS) надають клієнтам простий спосіб динамічно забезпечити

необхідні обчислювальні ресурси. Ці віртуалізовані екземпляри серверів створюються на вимогу. Адміністратор мережі може розгорнути різноманітні послуги з консолі управління AWS, включаючи віртуальні машини, веб-додатки, віртуальні сервери та підключення до пристроїв IoT.

Щоб повністю оцінити віртуалізацію, спочатку необхідно розібратися з деякою історією серверних технологій. Історично корпоративні сервери склалися з ОС сервера, такого як Windows Server або Linux Server, встановленого на певному апаратному забезпеченні. Весь простір оперативної пам'яті сервера, потужності обробки та місця на жорсткому диску був виділений наданій службі (наприклад, Інтернету, послугам електронної пошти тощо).

Основна проблема цієї конфігурації полягає в тому, що коли компонент виходить з ладу, сервіс, який надається цим сервером, стає недоступним. Це відомо як єдина точка відмови. Іншою проблемою було те, що виділені сервери не використовувались. Виділені сервери часто знаходились в режимі очікування протягом тривалого періоду часу, чекаючи, поки виникла потреба в наданні конкретної послуги, яку вони обслуговують. Ці сервери витрачали енергію і займали більше місця, ніж це гарантувало об'єм наданої послуги.

Віртуалізація сервера використовує переваги непрацюючих ресурсів та консолідує кількість необхідних серверів. Це також дозволяє на одній апаратній платформі існування декількох операційних систем.

Використання віртуалізації зазвичай включає надмірність для захисту від єдиної точки відмови. Надлишок може бути реалізований різними способами. Якщо гіпервізор виходить з ладу, VM можна перезапустити на іншому гіпервізорі. Крім того, один і той же VM може одночасно працювати на двох гіпервізорах, копіюючи між собою інструкції оперативної пам'яті та процесора. Якщо один гіпервізор виходить з ладу, VM продовжує працювати на іншому гіпервізорі. Служби, що працюють на віртуальних машинах,

також віртуальні і можуть бути динамічно встановлені або видалені за потреби.

Гіпервізор – це програма, прошивка або апаратне забезпечення, яке додає шар абстракції поверх фізичного обладнання. Шар абстракції використовується для створення віртуальних машин, які мають доступ до всіх апаратних засобів фізичної машини, таких як процесори, пам'ять, дискові контролери та NIC. Кожна з цих віртуальних машин працює з повною та окремою операційною системою. Завдяки віртуалізації, підприємства тепер можуть консолідувати кількість потрібних серверів.

Однією з головних переваг віртуалізації є загальне зменшення витрат:

- потрібно менше обладнання – віртуалізація дозволяє консолідувати сервер, що вимагає менше фізичних серверів, менше мережевих пристроїв і менше підтримуючої інфраструктури. Це також означає менші витрати на обслуговування;

- менше енергії витрачається – консолідуючі сервери знижують щомісячні витрати на енергію та охолодження. Скорочене споживання допомагає підприємствам досягти меншого впливу вуглецю;

- потрібно менше місця – консолідація сервера за допомогою віртуалізації зменшує загальний розмір центру обробки даних. Менше серверів, мережевих пристроїв та стелажів зменшує необхідну площу підлоги.

До додаткових переваг віртуалізації можна віднести:

- простіше прототипування – автономні лабораторії, що працюють в ізольованих мережах, можуть бути швидко створені для тестування та прототипування мережевих розгортань. Якщо допущена помилка, адміністратор може просто повернутися до попередньої версії. Тестові середовища можуть бути в Інтернеті, але бути ізольованими від кінцевих користувачів. Після тестування сервери та системи можуть бути розгорнутими для кінцевих користувачів;

– швидше забезпечення сервера – створення віртуального сервера набагато швидше, ніж надання фізичного сервера;

– збільшена тривалість роботи сервера – більшість платформ для віртуалізації серверів зараз пропонують розширені функції надмірної відмовостійкості, такі як жива міграція, міграція на зберігання, висока доступність та розподілене планування ресурсів;

– покращене відновлення після катастроф – віртуалізація пропонує передові рішення щодо безперервності бізнесу. Вона надає можливість апаратної абстракції, щоб на стороні відновлення більше не було необхідності утримувати обладнання, ідентичного обладнанню в виробничому середовищі. Більшість платформ для віртуалізації корпоративних серверів також мають програмне забезпечення, яке може допомогти перевірити та автоматизувати відмову до того, як трапиться катастрофа;

– підтримка наслідуваності – віртуалізація може продовжити термін експлуатації ОС та додатків, забезпечуючи організаціям більше часу для переходу на новіші рішення.

Щоб пояснити, як працює віртуалізація можна використовувати рівні абстракції в архітектурі комп'ютерів. Комп'ютерна система складається з наступних шарів абстракції:

- послуги (Web, Email, File Servers);
- ОС;
- прошивки (ROM);
- обладнання (процесори, мережеві картки та ін.).

На кожному з цих шарів абстракції деякий тип коду програмування використовується як інтерфейс між шаром внизу та шаром вгорі. Наприклад, мова програмування C часто використовується для програмування вбудованого програмного забезпечення, яке здійснює доступ до обладнання.

Між прошивкою та ОС встановлюється гіпервізор. Гіпервізор може підтримувати декілька екземплярів ОС.

Шари, що починаються внизу, це: апаратне забезпечення (процесор, пам'ять, NIC та диск), вбудоване програмне забезпечення (ROM), гіпервізор, ОС та сервіс.

Гіпервізор типу 2 – це програмне забезпечення, яке створює та запускає екземпляри VM. Комп'ютер, на якому гіпервізор підтримує один або декілька VM, є хост-машиною. Гіпервізори 2 типу також називають хостовими гіпервізорами. Це пояснюється тим, що гіпервізор встановлений поверх існуючої ОС, наприклад, macOS, Windows або Linux. Потім один або кілька додаткових екземплярів ОС встановлюються поверх гіпервізора.

Великою перевагою гіпервізорів типу 2 є те, що програмне забезпечення консолі управління не потрібно.

Гіпервізори типу 2 користуються великою популярністю у споживачів та в організаціях, що експериментують з віртуалізацією. До поширених гіпервізорів типу 2 належать:

- віртуальний ПК;
- робоча станція VMware;
- Oracle VM VirtualBox;
- VMware Fusion;
- паралелі Mac OS X.

Багато з цих гіпервізорів типу 2 є безкоштовними. Однак деякі гіпервізори пропонують більш досконалі функції за певну плату.

Гіпервізори типу 1 також називають підходом «голого металу», оскільки гіпервізор встановлюється безпосередньо на апаратному забезпеченні. Гіпервізори типу 1 зазвичай використовують на корпоративних серверах та мережевих пристроях даних.

З гіпервізорами типу 1 гіпервізор встановлюється безпосередньо на сервер або мережеве обладнання. Потім на гіпервізорі встановлюються

екземпляри ОС. Гіпервізори першого типу мають прямий доступ до апаратних ресурсів. Тому вони ефективніші, ніж хостові архітектури. Гіпервізори типу 1 покращують масштабованість, продуктивність та надійність.

Коли встановлено гіпервізор типу 1, а сервер перезавантажується, відображається лише основна інформація, наприклад версія ОС, кількість оперативної пам'яті та IP-адреса. На цьому екрані неможливо створити екземпляр ОС. Для управління гіпервізорами типу 1 потрібна “консоль управління” для управління гіпервізором. Програмне забезпечення для управління використовується для управління кількома серверами за допомогою одного і того ж гіпервізора. Консоль управління може автоматично консолідувати сервери та вмикати або вимикати сервери за потребою.

Консоль управління забезпечує відновлення після відмови обладнання. Якщо компонент сервера вийшов з ладу, консоль управління автоматично переміщує VM на інший сервер.

Деякі консолі управління також дозволяють сервер над розподілом. Перерозподіл – це коли встановлено кілька екземплярів ОС, але їх розподіл пам'яті перевищує загальний об'єм пам'яті, який має сервер. Наприклад, сервер має 16 ГБ оперативної пам'яті, але адміністратор створює чотири екземпляри ОС з 10 ГБ оперативної пам'яті, що виділяються кожному. Цей тип перерозподілу є поширеною практикою, оскільки всі чотири екземпляри ОС рідко вимагають повних 10 ГБ оперативної пам'яті в один момент.

Віртуалізація сервера приховує серверні ресурси, такі як кількість та особистість фізичних серверів, процесорів та ОС від користувачів сервера. Така практика може створити проблеми, якщо центр обробки даних використовує традиційні мережеві архітектури.



Наприклад, віртуальні локальні мережі (VLAN), використовувані VM, повинні бути призначені тому ж порту комутації, що і фізичний сервер, на якому працює гіпервізор. Однак віртуальні машини є рухомими, і мережевий адміністратор повинен мати можливість додавати, видаляти та змінювати мережеві ресурси та профілі. Цей процес був би ручним і трудомістким із традиційними мережевими комутаторами.

Інша проблема полягає в тому, що потоки трафіку суттєво відрізняються від традиційної моделі клієнт-сервер. Зазвичай у центрі обробки даних обмінюється значна кількість трафіку між віртуальними серверами. Ці потоки називаються трафіком схід-захід і можуть змінюватись за часом розташування та інтенсивності. Трафік на північ-південь відбувається між розподільним та основним шарами і, як правило, трафік призначений для інших місць розташування, таких як інший центр обробки даних, інші постачальники хмарних послуг або Інтернет.

Динамічний постійно мінливий трафік вимагає гнучких підходів до управління мережевими ресурсами. Існуючі мережеві інфраструктури можуть відповідати на зміни вимог, пов'язаних з управлінням потоками трафіку, використовуючи конфігурації якості обслуговування (QoS) та рівня безпеки для окремих потоків. Однак на великих підприємствах, що використовують багатомовне обладнання, кожного разу, коли вмикається новий VM, необхідна конфігурація може зайняти багато часу.

Мережева інфраструктура також може отримати вигоду від віртуалізації. Функції мережі можна віртуалізувати. Кожен мережевий пристрій може бути сегментований на кілька віртуальних пристроїв, які працюють як незалежні пристрої. Приклади включають підінтерфейси, віртуальні інтерфейси, VLAN та таблиці маршрутів. Віртуалізована маршрутизація називається віртуальною маршрутизацією та переадресацією (VRF).

## Програмно конфігуровані мережі SDN

Мережевий пристрій містить такі площини:

Площина управління – зазвичай це розглядають як мізки пристрою. Він використовується для прийняття переадресаційних рішень. Площина управління містить механізми переадресації маршрутів рівня 2 та 3 рівня, такі як таблиці сусідніх протоколів маршрутизації та таблиці топології, таблиці маршрутизації IPv4 та IPv6, STP та таблиця ARP. Інформація, що надсилається до площини управління, обробляється процесором.

Площина даних – також називається площиною переадресації, ця площина зазвичай є поєднуючим елементом комутатора, що з'єднує різні мережеві порти пристрою. Площина даних кожного пристрою використовується для передачі потоків трафіку. Маршрутизатори та комутатори використовують інформацію від площини управління для передачі вхідного трафіку з відповідного інтерфейсу виходу. Інформація в площині даних, як правило, обробляється спеціальним процесором площин даних, без залучення процесора.

Cisco Express Forwarding (CEF) використовує контрольну площину та площину даних для обробки пакетів.

CEF – це вдосконалена технологія комутації IP 3 рівня, яка дозволяє переадресацію пакетів здійснювати в площині даних без консультації з площиною управління. У CEF таблиця маршрутизації керуючої площини попередньо заповнює таблицю бази пересилки інформації CEF (FIB) у площині даних. Таблиця ARP контрольної площини попередньо заповнює таблицю суміжності. Потім пакети передаються безпосередньо площиною даних на основі інформації, що міститься в таблиці FIB та таблиці суміжності, без необхідності звертатися до інформації в площині управління.

Площина управління відповідає за управління пристроєм через його підключення до мережі. Мережеві адміністратори використовують додатки,

такі як захищена оболонка (SSH), тривіальний протокол передачі файлів (TFTP), захищений FTP та протокол передачі захищеного гіпертексту (HTTPS) для доступу до площини управління та налаштування пристрою. Площина управління – це спосіб доступу та налаштування пристроїв під час мережових досліджень. Крім того, такі протоколи, як Простий протокол управління мережею (SNMP), використовуює площину управління.

Більше десятиліття тому VMware розробила технологію віртуалізації, яка дозволила хост-операційній системі підтримувати одну або кілька клієнтських ОС. Зараз більшість технологій віртуалізації базуються на цій технології. Трансформація виділених серверів у віртуалізовані сервери відбулась і швидко впроваджується в мережах обробки даних та корпоративних мережах.

Для підтримки віртуалізації мережі було розроблено дві основні мережові архітектури:

- програмно-конфігуровані мережі (SDN) – мережева архітектура, яка віртуалізує мережу, пропонує новий підхід до адміністрування та управління мережею, який прагне спростити та впорядкувати процес адміністрування.

- Cisco Application Centric Infrastructure (ACI) – спеціально розроблене апаратне рішення для інтеграції хмарних обчислень та управління центрами обробки даних.

Компоненти SDN можуть включати в себе наступне:

- OpenFlow – цей підхід був розроблений в Стенфордському університеті для управління трафіком між маршрутизаторами, комутаторами, точками бездротового доступу та контролером. Протокол OpenFlow є основним елементом у створенні SDN-рішень.

- OpenStack – цей підхід є платформою для віртуалізації та оркестрування, розробленої для створення масштабованих хмарних середовищ та надання рішення IaaS. OpenStack часто використовується разом

із Cisco ACI. Оркестрація в мережі – це процес автоматизації надання мережевих компонентів, таких як сервери, сховища даних, комутатори, маршрутизатори та програми. Шукайте OpenStack для отримання додаткової інформації.

Інші компоненти - Інші компоненти включають інтерфейс до системи маршрутизації (I2RS), прозоре взаємозв'язок безлічі посилок (TRILL), Cisco FabricPath (FP) та IEEE 802.1aq найкоротшого мостового шляху (SPB).

У традиційній архітектурі маршрутизатора або комутатора функції керуючої площини та площини даних відбуваються в одному пристрої. Рішення щодо маршрутизації та переадресація пакетів – відповідальність операційної системи пристрою. У SDN управління площиною управління переміщується до централізованого контролера SDN.

Традиційна архітектура має три пристрої з окремими площинами даних та площинами управління. Архітектура SDN має централізовану контрольну площину SDN, що управляє площиною даних трьох пристроїв.

Це три основних компоненти архітектури ACI:

Профіль мережі додатків Application Network Profile (ANP) – це сукупність груп кінцевих точок (EPG), їх з'єднань та політики, що визначають ці з'єднання. EPG можуть бути VLAN, веб-сервіси та програми та ін. ANP часто набагато складніший.

Контролер інфраструктури політики застосування Application Policy Infrastructure Controller (APIC) – вважається мозком архітектури ACI. APIC – це централізований програмний контролер, який керує та управляє масштабованою тканиною з кластером ACI. Він призначений для програмованості та централізованого управління. Це перетворює прикладну політику в мережеве програмування.

APIC розміщується між ANP та мережевою інфраструктурою з підтримкою ACI. APIC переводить вимоги програми в мережеву конфігурацію для задоволення цих потреб, як показано на малюнку

На сьогоднішній день розрізняють наступні типи SDN:

– SDN на основі пристрою. У цьому типі SDN пристрої програмуються програмами, що працюють на самому пристрої або на сервері в мережі. Cisco OnePK – приклад SDN на основі пристроїв. Це дозволяє програмістам створювати програми використовуючи C, та Java з Python та інтегрувати і взаємодіяти з пристроями Cisco.

– SDN на основі контролера. Цей тип SDN використовує централізований контролер, який має знання про всі пристрої в мережі. Програми можуть взаємодіяти з контролером, відповідальним за управління пристроями та керування потоками трафіку по всій мережі. Контролер SDN Cisco Open SDN – це комерційна дистрибуція OpenDaylight.

– SDN на основі політики. Цей тип SDN схожий на SDN на основі контролера, де централізований контролер має бачення усіх пристроїв у мережі. SDN на основі політики включає додатковий рівень політики, який працює на більш високому рівні абстракції. Він використовує вбудовані програми, які автоматизують розширені завдання конфігурації через керований робочий процес та зручний інтерфейс користувача. Ніяких навичок програмування не потрібно. Cisco APIC-EM є прикладом такого типу SDN.

Кожен тип SDN має свої особливості та переваги. SDN на основі політики є найбільш надійною реалізацією, що передбачає простий механізм контролю та управління політикою у всій мережі.

Cisco APIC-EM – приклад SDN на основі політики. Cisco APIC-EM пропонує єдиний інтерфейс для управління мережею, включаючи:

- виявлення та доступ до наявних пристроїв та хостів;
- перегляд топології;
- простеження шляху між кінцевими точками та встановлення політики.

Засіб APC-EM Path Trace дозволяє адміністратору легко візуалізувати потоки трафіку та виявляти будь-які конфліктуючі, дублюючі або затінені записи ACL. Цей інструмент вивчає конкретні ACL на шляху між двома кінцевими вузлами, відображаючи будь-які потенційні проблеми. Можна бачити де будь-які ACL-адреси на шляху або дозволяють або забороняють трафік.

### **Автоматизація мережевих функцій**

Автоматизація – це будь-який процес, який керується власним рухом, що зменшує та потенційно усуває потребу втручання людини.

Колись автоматизація обмежувалася лише обробною промисловістю. Сильно повторювані завдання, такі як автомобільна збірка, були передані машинам і народилася сучасна складальна лінія. Машини досконалі в повторенні одного і того ж завдання без втоми і без помилок, які схильні робити люди на таких роботах.

Наведемо деякі переваги автоматизації:

- машини можуть працювати цілодобово без перерв, що призводить до збільшення продуктивності;
- машини забезпечують більш рівномірний продукт;
- автоматизація дозволяє збирати величезну кількість даних, які можна швидко проаналізувати, щоб надати інформацію, яка може допомогти керувати подією чи процесом;
- роботи застосовуються в небезпечних умовах, таких як видобуток, пожежа, очищення виробничих аварій. Це знижує ризик для людини.
- за певних обставин розумні пристрої можуть змінити свою поведінку, щоб зменшити споживання енергії, поставити медичний діагноз та підвищити безпеку водіння автомобіля.

Чи можуть пристрої думати? Чи можуть вони вчитися у своєму оточенні? У цьому контексті існує багато визначень слова «думай». Одне можливе визначення – це можливість з'єднати ряд пов'язаних фрагментів інформації разом, а потім використовувати їх для зміни ходу дії.

Зараз у багатьох пристроях є інтелектуальна технологія, яка допомагає керувати їх поведінкою. Це може бути настільки просто, як розумний прилад, що знижує енергоспоживання в періоди пікового попиту, або настільки ж складний, як автомобіль, що рухається самостійно.

Кожного разу, коли пристрій здійснює дію на основі зовнішньої інформації, цей пристрій називається розумним пристроєм. Багато пристроїв, з якими ми взаємодіємо зараз, у своїх назвах мають слово розумний. Це вказує на те, що пристрій має можливість змінювати свою поведінку залежно від середовища.

Для того, щоб пристрої могли «думати», їх потрібно запрограмувати за допомогою засобів автоматизації мережі.

При обміні даними з людьми можливості щодо відображення цієї інформації майже нескінченні. Наприклад, подумайте, як ресторан може відформатувати своє меню. Це може бути лише текст, маркований список або фотографії з підписами або просто фотографії. Це всі різні способи, в яких ресторан може відформатувати дані, що складають меню. Добре розроблена форма продиктована тим, що робить інформацію найпростішою для розуміння аудиторії. Цей самий принцип стосується спільних даних між комп'ютерами. Комп'ютер повинен розмістити дані у форматі, який може зрозуміти інший комп'ютер.

Формати даних – це просто спосіб зберігання та обміну даними в структурованому форматі. Один із таких форматів називається мовою розмітки гіпертексту (HTML). HTML – це стандартна мова розмітки для опису структури веб-сторінок.

API є майже скрізь. Веб-сервіси Amazon, Facebook та пристрої домашньої автоматизації, такі як термостати, холодильники та бездротові освітлювальні системи, використовують API. Вони також використовуються для побудови автоматизованих програмованих мереж.

API – це програмне забезпечення, яке дозволяє іншим програмам отримувати доступ до своїх даних або послуг. Це набір правил, що описують, як одна програма може взаємодіяти з іншою, та інструкції, що дозволяють здійснювати взаємодію. Користувач надсилає запит API на сервер із запитом конкретної інформації та отримує відповідь API у відповідь від сервера разом із запитаною інформацією.

Важливим фактором при розробці API є розмежування відкритих, внутрішніх та партнерських API.

Відкриті API або загальнодоступні API – є загальнодоступними та можуть використовуватися без обмежень. International Space Station API – приклад публічного API. Оскільки ці API є загальнодоступними, багато постачальників API, наприклад, Карти Google, вимагають від користувача отримати безкоштовний ключ або маркер перед використанням API. Це допоможе контролювати кількість запитів API, які вони отримують та обробляють.

Внутрішні або приватні API – це API, які використовуються організацією або компанією для доступу до даних і послуг лише для внутрішнього використання. Прикладом внутрішнього API є надання дозволом продавцям доступу до внутрішніх даних про продаж на своїх мобільних пристроях.

Партнерські API – це API, які використовуються між компанією та її діловими партнерами або підрядниками для полегшення ведення бізнесу між ними. Діловий партнер повинен мати ліцензію чи іншу форму дозволу на використання API. Служба подорожей, що використовує API авіакомпанії, є прикладом партнерського API.



Веб-служба – це послуга, яка доступна через Інтернет, використовуючи Всесвітню мережу. Існує чотири типи API веб-служб:

- простий протокол доступу до об'єктів (SOAP)
- представницький державний трансфер (REST)
- eXtensible Markup Language – Віддалений Виклик Процедури (XML-RPC)
- JavaScript Об'єкт Повідомлення – Віддалений Виклик Процедури (JSON-RPC)

REST – це архітектурний стиль проектування додатків для веб-служб. Це стосується стилю веб-архітектури, який має безліч основних характеристик і регулює поведінку клієнтів та серверів. Простіше кажучи, API REST – це API, який працює над протоколом HTTP. Він визначає набір функцій, які розробники можуть використовувати для виконання запитів та отримання відповідей через протокол HTTP, такі як GET та POST.

Відповідність обмеженням архітектури REST зазвичай називають "RESTful". API можна вважати "RESTful", якщо він має такі функції:

- Клієнт-сервер – клієнт обробляє фронтенд і сервер обробляє бекенд. Або їх можна замінити незалежно від інших.
- Без стану – жодна інформація про клієнта не зберігається на сервері між запитами. Стан сеансу зберігається на клієнті.
- Кешоване – клієнти можуть кешувати відповіді, щоб поліпшити продуктивність.

Веб-сервіс RESTful реалізований за допомогою HTTP. Це сукупність ресурсів з чотирма визначеними аспектами:

- формат даних, підтримуваний веб-службою. Це часто JSON, YAML або XML, але це може бути будь-який інший формат даних, що є дійсним стандартом гіпертексту;
- набір операцій, підтримуваних веб-сервісом з використанням методів HTTP;

- API повинен керуватися гіпертекстом;
- API RESTful використовують загальні методи HTTP, включаючи POST, GET, PUT, PATCH та DELETE. Вони відповідають операціям RESTful: Створення, читання, оновлення та видалення (або CRUD).

Багато веб-сайтів та додатків використовують API для доступу до інформації та надання послуг своїм клієнтам. Наприклад, під час використання веб-сайту туристичної служби туристична служба використовує API різних авіакомпаній для надання користувачеві авіакомпанії, готелів та іншої інформації.

Деякі запити на RESTful API можна зробити, ввівши URI з веб-браузера. Приклад цього – API вказівки MapQuest. Запит на RESTful API також може бути зроблений іншими способами.

Розробники часто підтримують веб-сайти, що містять інформацію про API, інформацію про параметри та приклади використання. Ці веб-сайти також можуть дозволити користувачеві виконувати запит API на веб-сторінці розробника, вводячи параметри та іншу інформацію.

Postman – це програма для тестування та використання API REST. Вона доступна як додаток для браузера або окрема установка. Вона містить усе необхідне для побудови та надсилання запитів API REST, включаючи введення параметрів запиту та ключів. Postman дозволяє збирати та зберігати часто використовувані виклики API в історії чи як колекції. Postman – це чудовий інструмент для того, щоб навчитися будувати запити API та аналізу даних, що повертаються з API.

API також можна викликати з програми Python. Це дозволяє здійснити автоматизацію, налаштування та інтеграцію додатків API.

Використовуючи такі протоколи, як NETCONF (NET CONFIguration) та RESTCONF, мережеві операційні системи починають надавати альтернативний метод конфігурації, моніторингу та управління. Наприклад, наступним висновком може бути відповідь на відкриття маршрутизатора

після того, як користувач встановив сеанс NETCONF у командному рядку. Однак робота в командному рядку не є автоматизацією мережі. Натомість мережевий адміністратор може використовувати сценарії Python або інші засоби автоматизації.

### **Висновки до першого розділу**

В першому розділі дипломної роботи проведено дослідження можливостей та необхідності віртуалізації мережевих функцій, що дало змогу визначити напрямки та способи покращення організації мереж різного роду. Розглянуто питання хмарних технологій та їх роль в сучасних мережевих дизайнах, що показало переваги такого підходу при розробці вдосконалених методів та засобів роботи мереж. Визначено роль хмарних технологій при організації віртуалізації мереж. Досліджено технологію програмно-конфігурованих мереж, що уможливорює правильний вибір типу та характеристик компонентів даної концепції. На основі аналізу автоматизації процесів мережевих функцій виявлено ряд новітніх підходів до організації функціонування інформаційно-комунікаційних систем передавання та обробки даних.

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕРЕЖЕВИХ ФУНКЦІЙ ЧЕРЕЗ ВІРТУАЛІЗАЦІЮ МЕРЕЖЕВИХ РЕСУРСІВ**

### **Оцінка якості обслуговування мережевих функцій для визначення ефективності впровадження віртуалізації**

Оцінка якості обслуговування (QoS) є необхідною умовою визначення результативності впровадження нових рішень при проектуваннях чи вдосконаленнях мережевих інфраструктур. Значна увага приділена стандартизації, де однією з організацій, що внесли значний внесок є Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ). Розроблені ним вимоги і норми описують різні показники QoS, а стандарти регламентують механізми роботи мереж, що покликані забезпечувати ці показники.

Сучасні гетерогенні мережі характеризуються мультсервісністю і створюють інфокомунікаційну систему, де для користувача надається певна кількість наборів послуг використовуючи один канал зв'язку. До таких наборів можна віднести:

- мережа Інтернет – надає можливість доступу до різноманітних послуг комерційного та некомерційного характеру, обміну файлами даних та ін.;

- голосові послуги VoIP – IP-телефонія, телефонний зв'язок, що використовує пакетну комутацію;

- розважальні послуги IPTV – передавання відео потокового зображення через можливості IP.

Різнманітні набори послуг використовують один фізичний канал передавання і, як наслідок, потребують відповідного розподілу ресурсів для виконання вимог QoS. Вирішення цього завдання є важливою технічною задачею. Одним з центральних стандартів, що описують якість

обслуговування передавання даних є рекомендація МСЕ E.800. Згідно з описом в ній якість визначено як “сумарний ефект робочих характеристик обслуговування, який визначає ступінь задоволеності користувача цією службою”. На додаток до попередньої рекомендації наступна МСЕ G.1000 розширює та доповнює її, розділяючи характеристики роботи обслуговування на елементи, що виконують певні функції і зв’язує з відповідними характеристиками мереж визначеними в рекомендаціях I. 350, Y.1540 і Y.1541. Визначені структури зв’язків в МСЕ G.1000, які описують структури зв’язків між характеристиками роботи такими як продуктивність, надійність, величина втрат, наявність затримки доповнені рекомендацією МСЕ G.1010, що вміщує опис специфікацій необхідних для додатків кінцевих користувачів.

Дослідження літературних джерел показав велику зацікавленість з боку дослідників питанням якості обслуговування [1-30]. Спосіб передавання IP даних в традиційних мережах є доволі статичним і орієнтованим на IP-пакети, що виключає організацію гнучкого управління фізичними і віртуальними каналами. Основним принципом роботи таких мереж є метод найкращої спроби без урахування якості доставки. Такий підхід унеможлиблює диференціацію трафіку, організацію порядку доставки, визначення часових характеристик передавання чи перевірку отримання взагалі.

Нові додатки орієнтовані на роботу з потоками даних реального часу, вимагають створення умов, що будуть гарантувати рівень забезпечення якості обслуговування визначеного ними. Голосові потоки даних. Відео конференції та відеозв’язок потребують створення особливих умов роботи, що будуть відрізняти їх від інших типів даних. Саме тому так багато уваги приділяється цьому питанню з сторони МСЕ, ETSI, IETF в області стандартизації забезпечення якості обслуговування зв’язку. Можна виділити

наступні етапи роботи МСЕ щодо створення стандартів QoS для мереж побудованих на протоколі IP:

- розробка злагодженого набору характеристик роботи мереж IP з визначенням норм для нього;
- запровадження комунікаційних механізмів, що забезпечуватимуть відповідні параметри якості обслуговування;
- виконання протоколами сигналізації нормованих параметрів показників якості обслуговування;

Для ефективного функціонування гетерогенних мереж з використанням додатків, що мають неоднакові вимоги до роботи мережі, потрібно виконати поділ ресурсів та процесів керування трафіком.

В звичайній IP мережі де функціонує підхід Best Effort Service спостерігається абсолютна відсутність елементів організації QoS. Такий підхід рівноцінно використовує всі наявні ресурси мережі без створення класів пріоритизації для передавання трафіку і його управління. Це приводить до ситуації, коли єдиним варіантом підвищення якості послуг є збільшення пропускної здатності та нарощування процесингових потужностей. В загальному випадку збільшення потужностей приводить до позитивних результатів, проте для чутливих до затримок чи зміни затримок видів даних це може створити певні труднощі. В таких технологіях не існує механізмів вирішення проблеми пікових перевантажень і неможливості обробки трафіку, що приводить до погіршення якості обслуговування.

Модель вбудованого механізму обслуговування Integrated Service (IntServ) запроваджена для створення безперервного двокінцевого варіанту якості обслуговування. При цьому відбувається гарантування потрібної пропускної здатності з диференціюванням потоків даних. Для своєї роботи модель IntServ використовує сигнальний протокол RSVP, що надає прикладним додаткам можливість затребувати наскрізні параметри ресурсів. На основі цієї моделі відбувається резервування ресурсів мережі. Згідно до

концепції запропонованої моделі додатками вибирається різні рівні якості послуг для обслуговування своїх потоків даних. Основною проблемою при цьому є різномірність мереж і для забезпечення гарантування якості потрібне наскрізне резервування ресурсів. За допомогою протоколу RSVP відбувається резервування для кожного потоку, що вимагає QoS, кожним мережевим приладом, який знаходиться на шляху між відправником та отримувачем. Така технологія потребує трекінгу для кожного потоку даних, що проходять через маршрутизатор з збереженням його стану та інших параметрів. Необхідно забезпечити можливість передачі вимог до якості обслуговування мережею від додатка до мережевих компонентів на всьому шляху. До недоліків протоколу RSVP можна віднести:

- його робота потребує затрат часу на налагодження шляху з резервуванням, що як наслідок може створювати проблеми в мережах великого розміру та структури;

- мережеве обладнання отримує додаткове навантаження з параметрами даних, що передаються.

Модель вибіркового обслуговування Differentiated Service (DiffServ, RFC 2474/2475) передбачає гарантування якості послуг з використанням визначених елементів, що поєднуються для виконання конкретних завдань. Дана архітектура використовує поняття елементів класифікації та формування потоків даних з подальшим розподілом ресурсів мережі для забезпечення покрокового механізму обслуговування. Модель виділяє декілька класів даних і ділить весь потік у відповідності з цими класами. Функціональними блоками моделі є:

- елементи формування потоків даних, що працюють на границях для класифікування пакетів, встановлення міток, керування інтенсивністю;

- модулі, що реалізують покрокову політику обслуговування для розподілу ресурсів та обробки потоків.

Основною метою моделі DiffServ є створення пріоритетів для потоків даних. При цьому уникається необхідність використання додаткових ресурсів для запам'ятовування станів потоків, що було при застосуванні попередніх моделей. Збільшення масштабування при використанні цієї моделі досягається тим, що кожен пристрій на шляху приймає рішення базуючись на класі пріоритету і здійснює вибіркове обслуговування. Немає необхідності обслуговувати додаткові протоколи сигналів та затрачати час на встановлення наскрізної якості обслуговування.

Запропоновані механізми DiffServ визначають лише створення відповідності між послугами і різними рівнями “чутливості” до затримок і втрат, тобто не відбувається точна обробка чи виконання інструкцій для гарантування. Це не гарантує певного рівня обслуговування для конкретного потоку, а натомість в загальному впорядковує об'єднані дані таким чином, що певні типи інформації можуть отримати кращі характеристики обслуговування. Масштабованість моделі отримана за рахунок використання класів-ознак трафіку, при цьому вся необхідна інформація про тип потоку знаходиться в заголовку IP-паketу. Всі ресурсоємні операції класифікації, встановлення міток, визначення правил обслуговування і формування потоку здійснюються тільки на граничних пристроях мережі або ж на комп'ютерах.

Перспективами впровадження використання гібридних технологій QoS, де застосовувані разом IntServ і DiffServ можуть сприяти впровадженню нових типів послуг таких як IP-телефонія, потокове відео на вимогу і додатків, що мають критичні вимоги до характеристик затримок в мережі і використовуються організацією. IntServ дає змогу комп'ютерам затребувати визначений обсяг ресурсів для кожного потоку даних і на основі зворотного зв'язку визначати можливість виконання запитів. В свою чергу модель DiffServ забезпечує масштабованість для великих корпоративних мереж. В роботі запропонована гібридна структура побудови системи якості обслуговування даних. На основі неї периферійні інфраструктури зможуть



працювати на основі RSVP і IntServ. Такі відділені острови можуть бути пов'язані проміжними мережами DiffServ. Завдяки масштабованості мереж на основі моделі DiffServ існує можливість розширення діапазону дії мереж IntServ / RSVP. З'єднувальні мережі DiffServ є прозорими для мереж IntServ / RSVP і можуть трактуватись як одна транзитна ланка. Комп'ютери, що підключені до периферійних мереж IntServ / RSVP, обмінюються через мережі DiffServ запитами один одному для резервування ресурсів кожному окремому потоку. В межах периферійних мереж IntServ / RSVP використовується стандартне оброблення протоколів IntServ / RSVP, а сигнальні повідомлення RSVP обмінюються через DiffServ напряму. Граничні пристрої між мережами IntServ / RSVP та мережами DiffServ обробляють повідомлення RSVP і забезпечують вхідний контроль на основі наявних ресурсів усередині мережі DiffServ.

### **Методи оцінювання якості послуг гетерогенних мереж**

З точки зору користувача мережевих послуг розглянуті вище моделі QoS не дають чіткого розуміння, що таке якість. Це надає тільки опис технічних характеристик, що відображають використання мережевих ресурсів та методи оброблення даних. Чітке визначення технічних характеристик, що будуть відображати задоволеність користувачів послуг є кінцевою метою організації мережевих інфраструктур з гарантуванням якості обслуговування.

Одним з показників, що надає можливість проводити оцінювання якості надання послуг є показник оцінюванки якостей отримання послуг QoE (Quality of Experience), що напряму відображає результат впровадження показника QoS. Показник QoE є користувацькою оцінкою сприйняття отриманої послуги, що відображає його відчуття щодо неї. В свою чергу QoS показує досконалість впроваджених технологій та прийнятих рішень на

мережевому та каналному рівнях, відображає ефективність використання ресурсів мережі. Він особливо гостро проявляється при оцінці показника QoE, що потребує відповідних характеристик для певних типів потоків даних.

Суб'єктивність оцінки якості людиною повинні бути замінені об'єктивними методами, що як наслідок уможливить автоматизацію цього процесу. До об'єктивних методів можна віднести два типи – активні та пасивні. Суть роботи активних методів полягає в порівнянні еталонного набору сигналів з реальними отриманими з мережі і, відповідно, з певними видозмінами під час передавання.

Наведемо перелік активних методів оцінювання показника QoE:

- оцінювання якості мовлення під час передачі на основі рекомендації “ITU-T P.862 – PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality)”;
- оцінювання прослуховування аудіо сигналу на основі рекомендації “ITU-T BS.1387 – PEAQ (Perceptual Evaluation of Audio Quality)”;
- оцінювання споглядання відео зображення на основі рекомендації “ITU-T J.247 – PEVQ (Perceptual Evaluation of Video Quality)”;

Пасивними методами вважаються:

- оцінювання на основі алгоритму пасивного спостереження якості мовлення, що базується на рекомендації “ITU-T P.563 – PSQM (Perceptual Speech Quality Measurement)”;
- використання R-фактора при оцінці мовлення на основі рекомендації “ITU-T G.107 E-model”;
- оцінювання якості передачі даних використовуючи рекомендації “ITU-T G.1030 G.1040”.

В даній роботі при впровадженні методів віртуалізації в мережах операторів мобільного зв'язку потрібен контроль якості обслуговування для задоволення потреб кінцевих користувачів та ведення бізнесу компаніями.

## Дослідження можливості віртуалізації мереж операторів 5G

Традиційні несучі мережі складаються з багатьох видів спеціалізованого обладнання, де кожна мережева функція реалізується в іншому елементі обладнання. Навпаки, впровадження технології віртуалізації мережі, в якій функції управління та функції переадресації виразно відокремлюються, змінює існуючу мережеву архітектуру (рисунок 2.1).

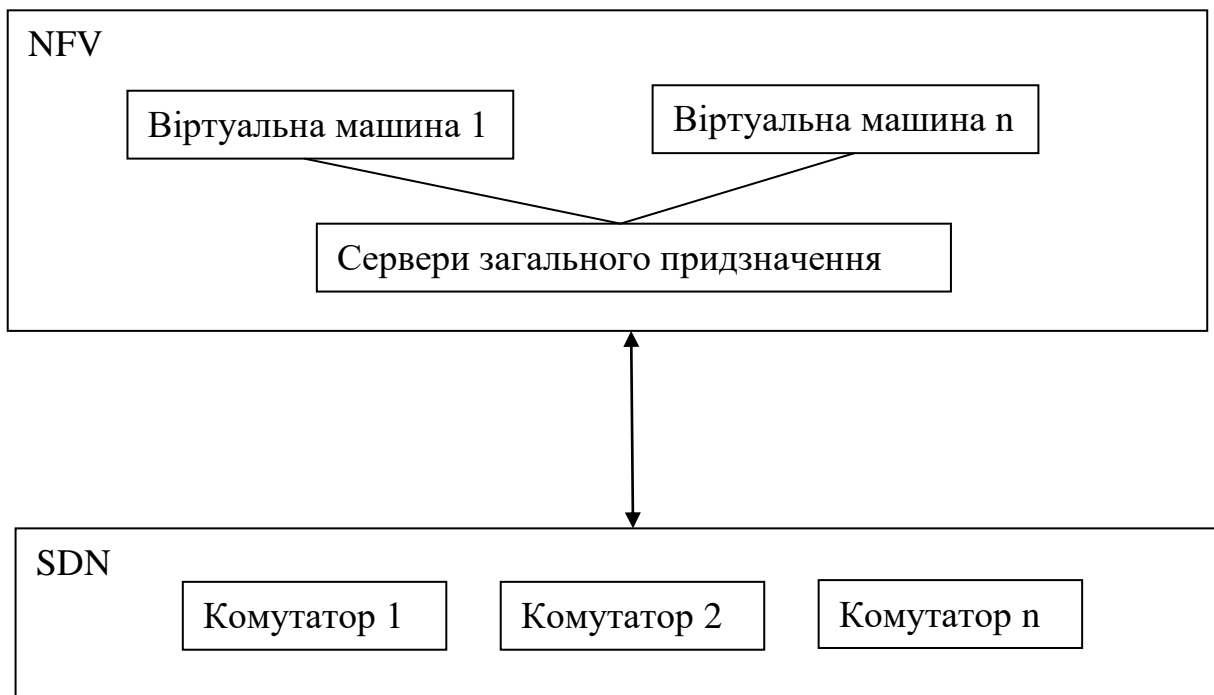


Рисунок 2.1 – Віртуалізована мережа провайдера

У новій архітектурі функції інтелектуального управління та обслуговування реалізуються програмним забезпеченням та агрегуються в хмарі, тоді як мережа переадресації складається з простого обладнання з спеціалізованою функцією переадресації. Нещодавно було прискорено розвиток двох технологій – віртуалізації мережевих функцій NFV та визначених програмним забезпеченням мереж SDN для структуризації такого роду мережевої архітектури. NFV – це технологія, в якій мережеві функції,

які звичайно реалізуються у спеціальному апаратному забезпеченні, реалізуються програмним забезпеченням на загальних цільових серверах. Підвищення продуктивності загальнофункціональних серверів та технологічний прогрес у технологіях віртуалізації призвели до NFV з продуктивністю, масштабованістю та надійністю. Очікується, що застосування NFV до мереж несучих забезпечить високу масштабованість та надійність при низькій вартості, а також швидке розгортання сервісу, гнучкість розподілу ресурсів відповідно до попиту на кожну послугу та розгортання послуги без обмежень EoL (до кінця терміну служби) обладнання на базі апаратних засобів. Крім того, оскільки на серверах загального призначення агрегується багато різних мережевих функцій, також очікується зниження CAPEX (капітальні витрати) та OPEX (експлуатаційні витрати), зниження енергоспоживання та зменшення навантаження на обладнання. ETSI (Європейський інститут стандартів телекомунікацій) відіграв провідну роль у вивченні NFV в рамках групи специфікацій галузі. Учасники багатьох великих постачальників та постачальників обладнання з усього світу активно зосереджуються на NFV і просувають роботу вперед. SDN складається з технології управління та керування мережевим обладнанням централізовано за допомогою програмних прийомів. Застосування SDN до мереж несучої дає змогу відокремити функції управління та переадресації, які до цього часу реалізовані в одній одиниці обладнання, та об'єднати функції управління у хмарі. Оператори мережі очікують різкого скорочення OPEX та надання споживачам та постачальникам послуг гнучких мережевих послуг завдяки використанню функцій централізованого управління та управління SDN. Основними елементарними технологіями, застосованими для реалізації SDN, є OpenFlow, який був стандартизований ONF (Open Networking Foundation), та I2RS (інтерфейс до системи маршрутизації), стандартизований IETF (Internet Engineering Task Force).

Лабораторії NTT активно досліджують та розвивають майбутні мережі, які будуть наступними мережами-носіями покоління 5G та вище. Як і в минулому, майбутні мережі, як очікується, будуть пропонувати постійні послуги зв'язку як життєво важливу соціальну інфраструктуру. До них відносяться послуги фіксованого споживача, такі як послуги доступу до Інтернету та голосові послуги, мобільні послуги, такі як мобільні голосові та широкосмугові послуги, та послуги підприємства, такі як віртуальні приватні мережі та широкосмугові локальні мережі. Такі майбутні мережі також повинні мати можливість швидко та гнучко пропонувати нові послуги для задоволення різноманітних потреб. Крім того, ці мережі матимуть деякі механізми, які розробники можуть використовувати для створення абсолютно нових послуг у співпраці з постачальниками послуг. З точки зору оператора, важливою проблемою є керування мережею, яка може стати все більш складною та гетерогенною. Очікується, що NFV та SDN будуть ключовими технологіями для побудови майбутніх мереж, які повинні відповідати різним потребам та вимогам.

Майбутні мережі складаються з двох ієрархічних структур – мережі переадресації та хмари носіїв і пов'язані з провайдерами послуг, які можуть пропонувати мережеві послуги, використовуючи ресурси майбутніх мереж. Існують чотири ключові технології віртуалізації мережі, які складають майбутні мережі таким чином. Технологія пропонування мережевих функцій для постачальників послуг Ця технологія надає постачальникам послуг мережеві функції та ресурси, які належать майбутнім мережам. Наприклад, постачальник послуг може легко створити власну мережеву послугу, поєднавши власну програму з логічною мережею, запропонованою майбутніми мережами. Можна використовувати технології SDN для побудови логічної мережі. Інтегрована технологія управління. Ця технологія управляє та контролює як обчислювальні, так і мережеві ресурси. Обчислювальні ресурси розгорнуті в хмарі несучої як загальні цільові

сервери, тоді як мережеві ресурси розгорнуті як мережеве обладнання. Інтегрована технологія управління складається з оркестратора, який управляє призначенням ресурсів по всій мережі, і мережевого контролера, який управляє мережевим обладнанням. Організатор перерозподіляє ресурси у відповідь на зміни попиту на кожну послугу та запити ресурсів від постачальників послуг. Мережевий контролер керує мережею переадресації, що складається з комутаторів загального призначення, за запитом оркестратора. Специфікації інтерфейсу та протоколу між мережевим контролером та частиною мережевого обладнання називають API на південь (інтерфейс програмування додатків). OpenFlow – один з найпопулярніших протоколів API на південь. Крім того, триває робота з просування роботи мережі з використанням великих даних. Наприклад, мережевий контролер управляє мережею на основі аналізу великих даних про зміни трафіку з метою поліпшення якості QoE (якість досвіду) за низької вартості. Хмарна технологія несучої. Ця технологія пропонує обчислювальні ресурси для віртуалізованих функцій мережі з масштабованою надійністю та надійністю. Це фундаментальна технологія, яка дозволяє реалізовувати різні функції несучої мережі як NFV. Очікується, що це дозволить досягти швидкого та ефективного розвитку послуг та покращити толерантність до варіантів руху. Крім того, він може створити мережу, захищену від аварій, яка, наприклад, концентрує мережеві ресурси на самих основних комунікаційних послугах, таких як голосові послуги, як життєвий рядок у разі масштабних катастроф. Мережева технологія експедирування Ця технологія будує мережу переадресації, використовуючи просте і недороге мережеве обладнання зі спеціалізованою функцією переадресації. Витяг інтелектуальних функцій управління та сервісу з традиційних маршрутизаторів і транспортних систем віртуалізується та реалізується програмним додатком як мережевий контролер і дозволяє спеціалізуватися на мережевому обладнанні для надання функції переадресації. Провайдери очікують, що ця тенденція

приведе до здешевлення мережевого обладнання та недорогих закупівель. Крім того, це може призвести до зменшення кількості необхідного мережевого обладнання, оскільки технологія SDN може інтегрувати кілька мережевих пристроїв, що використовуються для кожного шару, в один пристрій. Наприклад, традиційні маршрутизатори та комутатори рівня 2 можуть бути інтегровані в єдиний комутатор загального призначення. У середовищі NFV, де багато мережевих функцій розміщено на одному фізичному сервері, віртуальні комутатори також необхідні для переадресації пакетів на відповідну віртуальну машину. Високопродуктивні віртуальні комутатори потрібні в мережі провайдерів, щоб уникнути вузьких місць у продуктивності переадресації. Дослідження та розробка елементарних технологій віртуалізації мережі. Технології віртуалізації мережі для майбутніх мереж охоплюють дуже широкий спектр областей застосування. NTT лабораторії широко просувають дослідження та розробки елементарних технологій, що складають технологію мережевої віртуалізації.

Для забезпечення обробки значних об'ємів даних у мережах мобільних операторів технологій 5G та вище, доцільним є розглянути та перенести віртуалізацію, яка успішно себе зарекомендувала в традиційних провідних мережах.

Використовуючи Network Function Virtualization (NFV) безпроводна інфраструктура мереж мобільних операторів може бути відділеною від функцій та сервісів, що вона покликана виконувати. Таким чином розподілені сервіси зможуть використовувати ті самі технічні ресурси збільшуючи ефективність їх застосування. В результаті такого підходу NFV надасть можливість впроваджувати новітні принципи дизайну для програмованих телекомунікаційних мереж, що стане розширенням SDN.

Крім того, віртуалізація бездротової мережі дозволяє простіше перехід на новіші технології, підтримуючи застарілі технології шляхом ізоляції частини мережі.

Іншим новим підходом до організації таких мереж є Information-centric networking (ICN). Основною перевагою є забезпечення масштабованого та високоефективного отримання даних з підтримкою високої мобільності та безпеки. ICN може забезпечувати мережеве кешування потрібних даних для уникнення повторного пересилання. ICN техніка кешування розглядається як одна з багатообіцяючих при реалізації технології програмно-конфігурованих мереж в проектах 5G.

### **Оцінка характеристик затримок у віртуалізованих мережах**

Взагалі, концепція програмно-конфігурованих мереж або віртуалізація мережевих функцій SDN / NFV мають на меті досягнення різних цілей у майбутніх мережевих технологіях 5G і далі. Сюди входять менші залежності від існуючих постачальників апаратних рішень, зменшення OPEX та збільшення CAPEX. Крім того, ще одна важлива мета віртуалізованої мережі – значно зменшити затримки, особливо в основній мережі. Однак, важливо розуміти, що хоча ці технології виконують певні вимоги до затримки щодо майбутніх мереж, новий набір вимог щодо затримки виникає через потреби в розгортанні. Якщо ці набори вимог не будуть належним чином вирішені, їх вплив може втратити початкову мету – досягнення надвисокої низької затримки у віртуалізованій мережі. Проведено дослідження визначення нових вимоги до затримки щодо віртуалізованої мережі. Ці вимоги включають час розгортання VNF, час підключення / встановлення VNF та час інсталяції програми. Ці три вимоги затримки стосуються лише віртуалізованої мережі, за допомогою якої мережеві компоненти розгортаються як VNF. В основному, на відміну від звичайних вимог до затримки в базовій мережі, таких як розміщення VNF та модифікації архітектури основної мережі шляхом введення контролерів SDN для обробки конкретних компонентів, вимоги до затримок, що вводяться, властиві будь-



якому типу розгортання VNF. Крім того, оскільки VNF складають основу віртуалізованої мережі 5G, вимоги в кінцевому рахунку вплинуть на загальну затримку у віртуалізованій мережі. Отже, важливо визначити ці вимоги, протестувати фактори, які можуть на них вплинути, і зробити висновок про те, як їх можна ефективно зменшити або повністю усунути. Далі необхідно провести експерименти над факторами, що сприяють визначеним вимогам затримки у віртуалізованій мережі. До таких факторів можна віднести доступні ресурси / використання ресурсів, кількість прикладних служб, що функціонують у VNF, та загальний статус VNF (тобто, чи VNF розгорнуті як спільні чи не спільні). Для вимірювання аналізу ефективності цих факторів розгортається віртуалізоване мережеве середовище на основі архітектури ETSI-NFV, використовуючи інструменти з відкритим кодом, такі як MANO з відкритим кодом (OSM) та хмарна інфраструктура OpenStack.

Ідея скорочення затримки в основній мережі була однією з головних цілей технологій SDN / NFV через відокремлення площини управління від площини даних. Для мереж 4G були внесені різні пропозиції та методи щодо вирішення проблем із затримкою у віртуалізованій базовій мережі. Обговорювалась концепція розміщення VNF, де функціональні можливості мережі у віртуалізованій базовій мережі реагують на затримки, коли вони розміщуються в різних місцях з точки зору центрів обробки даних або хмарної інфраструктури. Ці концепції поширюють ідею розгортання мережі в декількох доменах. Запропонували ще один підхід до вирішення затримок у віртуалізованому еволюціонованому пакетному ядрі (EPC), щоб зменшити кількість шлюзів серверів (SGW). Навіть незважаючи на те, що цей підхід все ще пов'язаний з розміщенням VNF, зменшення кількості SGW відкриває шлях для реалізації контролером SDN функцій SGW. Оскільки SGW відповідає за створення сеансу, контролер SDN дозволить інтелектуально маршрутизувати пакети та підвищити якість обслуговування (QoS). З впровадженням цього підходу певною мірою скоротилася затримка в базовій

мережі. Пропонується ідея візуалізації EPC як віртуальних машин у різних місцях, ввівши архітектуру хмари носіїв. Використовуючи концепцію Followme Cloud, усіма компонентами віртуалізованого EPC керує хмара-несучка, і кожен компонент може відслідковувати мобільність користувачів, що зменшить затримку в ядрі, особливо під час обслуговування передач. Існує підхід до затримок у віртуалізованій мережі щодо затримки в MME. Запропоновано ідею створення логічного додатку управління мобільністю на основі SDN (MMA) та вивчення, як внутрішній механізм MMA та контролер SDN можна координувати використовувати для зменшення затримки від кінця до кінця. Попередні роботи не обговорювали вплив таких факторів, як використання ресурсів, кількість програм, що працюють у VNF, та статус спільного використання VNF на визначені вимоги затримки у віртуальній мережі.

Виділяють три вимоги затримки для віртуалізованої мережі, виокремлюючи фактори, що впливають на ці вимоги, та які тестуються у розгорнутому віртуалізованому мережевому середовищі. Ідентифіковані вимоги до затримки включають час розгортання або інстанціювання VNF, час підключення або час встановлення між різними VNF та час створення екземпляра служби додатків. Час розгортання VNF описує час надання послуги мережевої служби. Це охоплює час, коли VNF розгорнуто як мережеву послугу, до часу початку роботи VNF. На час розгортання можуть впливати різні фактори, і це може призвести до загального збільшення затримки в мережі. Оскільки VNF будуть інстанціюватися в потрібний час для конкретної функції, важливо, щоб вони були розгорнуті лише в той час, щоб уникнути перевищення обсягу використання наявних ресурсів. Отже, одним з основних факторів, що впливають на час розгортання, є одиниця віртуального блоку дескрипторів VNF (VDU), і в основному наявні ресурси в машині віртуальної інфраструктури (VIM) або хмарній інфраструктурі, де інфраструктура віртуалізації мережі функцій (NFVI) запущена. Ці ресурси

включають обчислювальні, мережеві та накопичувальні ресурси. Як правило, завжди існує компроміс між затримкою та доступними ресурсами, тому, якщо в мережі достатньо ресурсів, затримка через час розгортання буде зведена до мінімуму. Однак завдяки OPEX, що працює у віртуалізованій мережі, оператори мережі хочуть максимально використовувати ресурси для покриття декількох мережевих служб, що працюють з різними VNF. З такими технологіями, як нарізка мережі, повністю побудована на віртуалізованій інфраструктурі, кожен екземпляр мережевого фрагмента вимагає нового набору інстанцій VNF, а значить, важливо мати можливість керувати наявними ресурсами та все ж досягати мінімальної затримки через ідентифікацію VNF. Час підключення або час встановлення – це період в межах розгортання VNF, коли всі мережеві служби, відповідальні за розгортання мережі, з'єднані разом, а всі інтерфейси відкриті для з'єднання. Це також потрібно при розрізанні електронної мережі, за допомогою якого всі екземпляри підмережі мережевого фрагмента (NSSI) з доступу, основної та транспортної мережі з'єднуються або встановлюються разом за допомогою шаблону мережевого фрагмента (NST) для отримання необхідного екземпляра мережевого фрагмента (NSI).

Ідентифікація цих прикладних служб відрізняється від часу розгортання VNF; служби прикладних програм розгорнуті після запуску і функціонування VNF. Таким чином, фактори, що впливають на час примірника програми застосування VNF, які можуть додати до загальної затримки у віртуалізованій мережі, включають наступні; Кількість програм, що працюють у VNF, одиницю VDU для VNF, який включає виділені можливості обчислення, зберігання та мережі, віднесені до конкретних VNF, та функціональність або стан обслуговування програми (тобто, або додаток є і завжди працює або додаток працює лише при необхідності). Таким чином, для максимального використання OPEX кількість ресурсів, які використовує додаток у конкретному VNF, може бути зменшена вниз або вгору від

оркестратора, коли VNF розгорнуто, що може вплинути на загальну затримку VNF, особливо коли служба прикладних програм виконує життєво важливе використання. Підсумовуючи, ідентифікований набір вимог може впливати на загальну затримку мережі та важливо зрозуміти, як це може сприяти затримці.

Необхідно перевірити вплив трьох важливих факторів, що впливають на виявлені вимоги до затримки у віртуалізованій мережі. Сюди входять використання пам'яті VNF або наявна пам'ять, програми, що працюють у VNF, і загальний статус VNF. Кожен з цих факторів тією чи іншою мірою сприяє визначеним вимогам затримки віртуалізованої мережі. Вплив використання пам'яті. Цей фактор описує наявну пам'ять у VIM після розгортання VNF і як це може сприяти затримці під час розгортання VNF. В основному для розгортання VNF як функції мережевої послуги заявлений VNF (тобто властивості VDU повинні бути доступними у VIM). Однією з цих властивостей є пам'ять, яка повинна виділятися для VNF. Ця пам'ять повинна бути доступною у VIM для того, щоб VNF розгорнувся. Це визначить використання пам'яті, і це сильно вплине на затримку розгортання VNF. Оскільки пам'ять на сервері VIM стає доступною при кожному розгортанні послуги VNF. Таким чином, коли VNF інстанціюється, якщо в цьому VIM є надлишок наявної пам'яті, VNF може бути розгорнутий. Об'єм пам'яті зменшується з кожним розгорнутим VNF, час розгортання довший, хоча потрібна пам'ять для розгортання все ще доступна. Отже, час розгортання довший, оскільки серверу потрібно шукати пам'ять. Після зменшення пам'яті сервера VIM до менш ніж 3 ГБ і п'ятого розгортання, VIM більше не може розгортати VNF, оскільки він залишається без пам'яті, а після більшого часу розгортання екземпляр VNF виходить з ладу. Таким чином, загалом, якщо розмір наявної пам'яті великий, час розгортання VNF буде зведено до мінімуму і будь-які затримки з цієї частини можна загалом можна уникнути.

## **Методи та засоби підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій**

Мотивація, що стоїть за результатами роботи, ґрунтується на таких спостереженнях:

– з одного боку, віртуалізація бездротової мережі дозволяє обмінюватися не лише інфраструктурою, а й контентом між різними постачальниками послуг. Отже, капітальні витрати (CapEx) та експлуатаційні витрати (OpEx) на доставку контенту, бездротових мереж доступу, а також основних мереж можуть бути значно зменшені.

– з іншого боку, розподіл віртуальних ресурсів (наприклад, які вузли, посилення та ресурси слід вибирати та оптимізувати) є важливою проблемою віртуалізації бездротової мережі. Оскільки на пошук контенту (замість інших традиційних параметрів, таких як ефективність спектру) приділяється високий пріоритет у ICN, на процеси віртуалізації бездротової мережі (наприклад, вилучення віртуальних ресурсів, зрізання, обмін та контроль) буде значно впливати ICN.

Отже, інтеграція віртуалізації бездротової мережі з технікою ICN може значно підвищити ефективність роботи мережі до кінця та максимізувати корисні функції та ефективність віртуальних операцій мобільної бездротової мережі.

Основний внесок цієї роботи полягає в наступному – пропонується інформаційно-орієнтовану архітектуру віртуалізації бездротової мережі, яка може включати як віртуалізацію бездротової мережі, так і ICN в мобільних бездротових мережах 5G.

Для визначення та розробки кінцевих рішень архітектури потрібно мати чіткі характеристики параметрів мережі, такі ресурс радіочастотного спектру, інфраструктура бездротової мережі, віртуальні ресурси (включаючи

нарізки рівня вмісту, нарізки на рівні мережі та нарізки рівня потоку) та інформаційно-орієнтований контролер бездротової віртуалізації.

Формулюється стратегія розподілу віртуальних ресурсів та кешування в мережі як спільна проблема оптимізації, беручи до уваги переваги не тільки віртуалізації, але й кешування в мережі і в запропонованій інформаційно-орієнтованій архітектурі віртуалізації бездротової мережі.

За допомогою віртуалізації ресурси інфраструктури фізичної стільникової мережі та фізичні ресурси радіо можна абстрагувати та розрізати на ресурси віртуальної стільникової мережі, що володіють певними відповідними функціональними можливостями, та поділити їх кількома способами шляхом ізоляції один одного. Іншими словами, віртуалізація мобільних стільникових мереж – це реалізація процесу абстрагування, зрізання, ізоляції та спільного використання мобільних стільникових мереж. Взагалі кажучи, фізичні ресурси в стільникових мережах складаються з ліцензованих ресурсів спектру та ресурсів інфраструктури, включаючи мережі радіодоступу (RAN), основні мережі (ОМ) і транспортні мережі. Після віртуалізації можна виділити дві логічні ролі: оператор мобільної мережі (ОММ) та постачальник послуг (ПП). ОММ володіють та експлуатують інфраструктуру та радіоресурси бездротових мереж фізичного рівня, включаючи ліцензійний спектр, RAN, канали передачі, мережі передачі та мережеві мережі. ОММ реалізують віртуалізацію та розрізають фізичні ресурси мобільної мережі у віртуальні ресурси мобільної мережі. Для стислості ми використовуємо віртуальні ресурси для позначення ресурсів віртуальної мобільної мережі. ПП надають в оренду, функціонують та програмують ці віртуальні ресурси, щоб пропонувати цілі послуги мобільним користувачам. Ролі в бізнес-моделі можна додатково розділити на більш спеціалізовані ролі, включаючи ПП, постачальника інфраструктури (ПІ) та оператора віртуальної мобільної мережі (ОВММ). Їх функції в цій моделі детально описані нижче. ПП концентрується на наданні послуг своїм

абонентам на основі віртуальних ресурсів, що надаються ОВММ. ПП володіє ресурсами інфраструктури фізичної стільникової мережі та фізичними ресурсами радіо. У деяких особливих випадках фізичні радіоресурси можуть не належати ПП. Зокрема, деякі вхідні мережі провідникових мереж, які не мають RAN та ліцензованого спектру, можуть надавати послугу зворотного зв'язку мережі. Більше того, деякі компанії (наприклад, компанії, що працюють на баштах), які будують лише базові станції без надання послуг, також не мають ліцензійного спектру. ОВММ орендує мережеві ресурси у ПП, створює віртуальні ресурси на основі запитів від ПП, оперує віртуальними ресурсами та призначає їх ПП.

Підраховано, що до 40 відсотків від 60 мільярдів доларів, що використовуються для OpEx та CapEx, можуть бути заощаджені операторами у всьому світі протягом п'яти років. Протягом останніх років ОВММ та верхньорівневі ПП стали сильними гравцями на ринках мобільних мереж і принесли свої пропоновані послуги для впливу на екотоп традиційного ринку, в якому домінують ОММ. Верхньорівневі ПП посилаються на тих, хто надає аудіо-, відео- та інші медіа-програми через мережі без участі мережевих операторів у контролі чи розповсюдженні контенту. На щастя, віртуалізація бездротової мережі приносить виграшну ситуацію як для ОВММ, так і для ОММ. ОВММ або інші типи ПП можуть орендувати віртуальну мережу у ОММ, а ОММ можуть залучити більшу кількість клієнтів у ОВММ та ПП. Для самих ОММ, оскільки мережу можна виділити на кілька фрагментів, будь-яке оновлення та обслуговування в одному фрагменті не вплине на інші запущені служби. Для ПП, лізинг віртуальних мереж допомагає їм “позбутися” контролю над ОММ, щоб легше було надавати спеціалізовані та гнучкіші послуги, а також підвищити якість обслуговування (QoS). Це також приносить доходи ОММ, оскільки ПП повинні платити ОММ за орендовані віртуальні мережі.

Парадигма зв'язку в ICN відрізняється від тієї, що є в Інтернет-протоколі (IP). Поточні архітектури IP обертаються навколо моделі розмов на основі хоста (тобто організація зв'язку встановлюється між двома хостами до передачі будь-якого контенту), а передача даних у мережу здійснюється за підходом до джерела (тобто встановлений шлях від відправника до одержувача). На противагу цьому, головне питання ICN – це розповсюдження, пошук та надання інформації, а не доступність кінцевих хостів та підтримка розмов між ними. У ICN користувач запитує контент без відома хоста, який може його надати, і зв'язок слідує принципу, керованому приймачем (тобто шлях встановлюється приймачем до провайдера), а дані йдуть зворотним шляхом. Потім мережа відповідає за виконання прив'язки між запитуваним вмістом і тим, де його можна знайти. Таким чином, відповідність запитуваного вмісту, а не придатність кінцевої точки, що забезпечує його, диктує встановлення з'єднання в ICN. Для ефективності одним із ключових аспектів ICN є формування назви. Вміст має бути названий таким чином, щоб він не залежав від місця розташування вузла, де вміст може бути знайдений, що є основною метою ICN (розділити іменування та розташування). ICN включає також функцію нативного кешування в мережі таким чином, що вузли можуть кешувати вміст, який проходить через неї на деякий час (залежно від розміру кеша та алгоритму заміни) та доставляти їх користувачам, що згенерували запит. За допомогою цього механізму кешування в мережі, мережа реплікується, а ймовірність доставки цього вмісту кінцевому користувачу збільшується. Роз'єднання імен від місця розташування також дозволяє вбудовану підтримку мобільності або багатоадресної передачі в ICN. Дійсно, коли користувачі переміщуються, вони підключаються до іншого вузла мережі ICN, але оскільки для маршрутизації не використовується жодна IP-адреса, вона прозора, на відміну від IP, де адресу потрібно змінити. Для багатоадресної передачі, як тільки один користувач запитав заданий вміст, один вузол може



кешувати його та подавати для наступних запитів на той самий вміст. Потім, природно, створюється передача вмісту, що нагадує багатосторонній контент. Інший подібний прийом, який називається мережевою доставкою контенту (CDN), намагається поставити контент поруч із замовниками. CDN розгортається як накладення на рівні програми, тоді як ICN застосовує методи на нижчих шарах (наприклад, мережевий шар). Інша відмінність полягає в тому, що CDN зазвичай використовує механізми, які не знають мережу. Навпаки, ефективне пошуку інформації може отримати користь від ICN, що забезпечує інфраструктуру, що підтримує мережу в Інтернеті. Інформаційно-орієнтована віртуалізація бездротової мережі пропонує архітектуру для включення як віртуалізації бездротової мережі, так і ICN, що називається віртуалізацією бездротової мережі на основі інформації. У цій новій архітектурі представлено мотивації, радіочастотний спектр, інфраструктуру мобільної мережі, віртуальні ресурси та контролер віртуалізації, орієнтований на інформацію.

Традиційно для доставки вмісту використовуються спеціальні фізичні ресурси від конкретних операторів. Оскільки цими фізичними ресурсами не можна ділитися різними операторами, доставка контенту збільшує складність мережі, а також CarEx та OpEx. Більше того, доставка контенту – це дуже мінливий ринок з новими протоколами, форматами вмісту, типами пристроїв тощо. Завдяки виділеним фізичним ресурсам оператори не мають гнучкості реагувати на ці швидкі зміни. На щастя, віртуалізація бездротової мережі дозволяє ділитися не лише інфраструктурою, але й контентом між різними постачальниками послуг. Вводячи віртуалізацію мережі в ICN, нові мережеві технології, розроблені для ICN, можна швидко розгорнути та впровадити, не впливаючи на традиційні мережі. Крім того, завдяки поєднанню віртуалізації та ICN можна ділитися не лише фізичними ресурсами, але й вмістом. Оскільки дублюючі передачі вмісту споживають фізичні ресурси (особливо мережі віддаленого перегляду), обмін вмістом між віртуальними мережами

може зменшити непотрібні дублюючі передачі. Отже, CarEx та OpEx бездротових мереж доступу, доставки вмісту, а також основних мереж можуть бути значно скорочені. З іншого боку, розподіл віртуальних ресурсів є важливою проблемою віртуалізації бездротової мережі. Схеми розподілу віртуальних ресурсів повинні вирішити, як вбудувати віртуальну бездротову мережу у фізичні мережі (наприклад, які вузли, посилення та ресурси слід вибирати та оптимізувати).

Оскільки на пошук контенту (замість інших традиційних параметрів, таких як ефективність спектру) приділяється високий пріоритет у ICN, на процеси віртуалізації бездротової мережі (наприклад, вилучення віртуальних ресурсів, зрізання, обмін та контроль) буде значно впливати ICN. ICN поставить нові виклики щодо віртуалізації мережі з точки зору іменування віртуального контенту, кешування, розповсюдження тощо. Тому інтеграція віртуалізації бездротової мережі з технікою ICN може значно покращити продуктивність мережі в кінці. Пропонується архітектура віртуалізації бездротової мережі, орієнтованої на інформацію, як показано на рисунку 2.2.

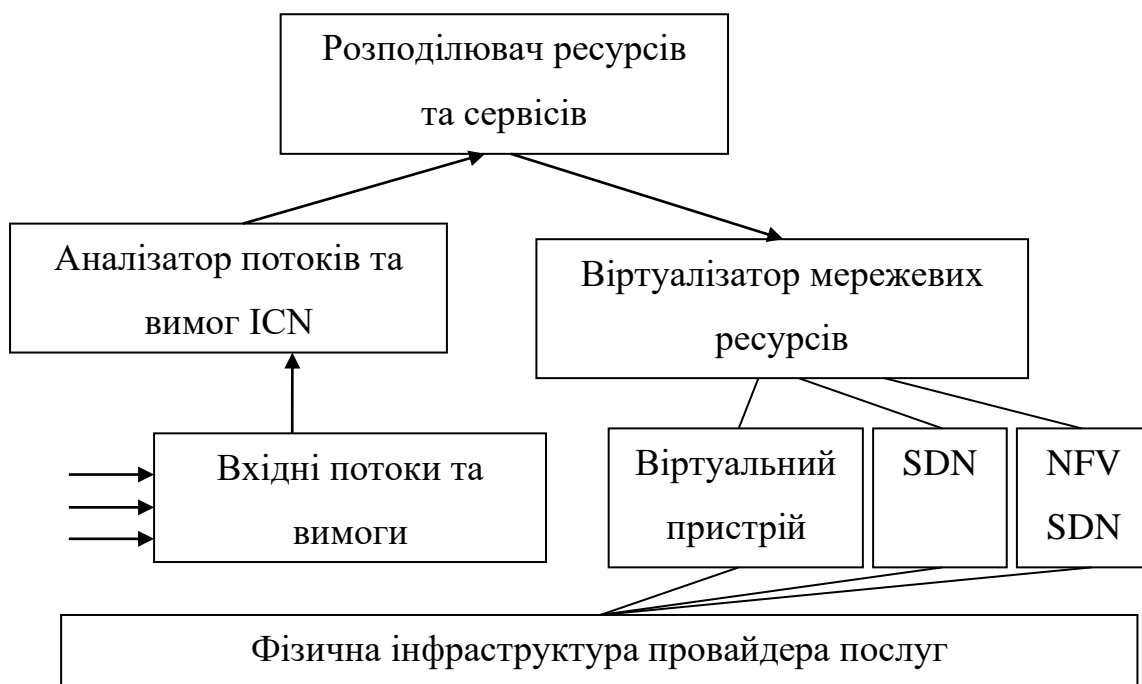


Рисунок 2.2 – Архітектура віртуалізації бездротової мережі

У цьому прикладі бездротові мережі фізичного рівня віртуалізуються у дві віртуальні мережі. Одна працює під управлінням ICN, а інший базується на традиційних мережах. Ці віртуальні мережі надають різні послуги. Кінцеві користувачі логічно підключаються до віртуальної мережі, звідки вони підписалися на послугу, а фізично підключаються до фізичної мережі. Для здійснення процесу віртуалізації в мережі необхідно розгорнути контролер віртуальної бездротової мережі.

Ресурс радіоспектру є одним з найважливіших ресурсів бездротового зв'язку та мереж. Зазвичай ресурс радіочастотного спектру відноситься до ліцензованого спектру або деякого виділеного вільного спектру. По мірі появи когнітивних радіостанцій, радіочастотний спектр розширює діапазон від виділеного спектру до білого спектру, що означає, що непрацюючий спектр, який ліцензується, але не використовується його власником, може використовуватися неліцензованими мобільними користувачами. При спільному використанні спектру всі або частина ліцензованих спектрів, що належать операторам, можуть використовуватись декількома операторами на основі угод. Наприклад, оператор А і оператор В мають договір обмінюватися обома своїми спектрами один з одним, щоб вони мали більш гнучкий графік частотного планування та посилення різноманітності, що може підвищити ефективність спектру та ємність мережі. Насправді спільний обмін спектром між операторами пропонувався протягом багатьох років. Однак через причини, пов'язані з політикою та ринками замість технологій, спільний спектр не популярний у сучасних стільникових мережах. На щастя, спільний спектр відіграватиме важливу роль у віртуалізації бездротової мережі для просування повної віртуалізації, при якій всі доступні радіоспектри можуть бути спільними для декількох операторів.

## **Висновки до другого розділу**

В другому розділі дипломної роботи проведено дослідження підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій в сучасних мережевих інфраструктурах. Здійснено оцінку якості обслуговування характеристик мережі для виявлення ефекту від запровадження віртуальних архітектур. Запропоновано методи та рекомендації для проведення активного та пасивного оцінювання якості наданих послуг. Подано можливості віртуалізації мереж мобільних операторів, що використовують технологію 5G. Здійснено оцінку характеристик затримок у віртуалізованих мережах. Запропоновано методи та засоби підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій операторів мобільних мереж на основі розробленої моделі віртуальної мережі з використанням технологій ICN, SDN та NFV.

## СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### Методи та засоби адміністрування мереж

Необхідність контролювати роботу різноманітного устаткування в гетерогенному середовищі зажадала уніфікації основних керуючих процедур. Згадана схема “менеджер – агенти” знайшла вираження в протоколі Simple Network Management Protocol (SNMP), що швидко став базовим протоколом мережевого адміністрування, і в стандарті дистанційного моніторингу RMON. Управління настільними системами звичайно здійснюється на базі стандарту Desktop Management Interface (DMI), розробленого організацією Desktop Management Task Force (DMTF).

Результат такого розвитку подій неважко передбачити наперед: індустрія ПЗ мережевого управління виявилася розділеною на три частини. Першу утворюють платформи мережного управління – аналоги операційних систем, що формують середовище для запуску додатків, але при цьому вони володіють обмеженою функціональністю. Друга група мережевих програм пов'язана з керуючими додатками виробників мережних апаратних засобів. Проте вони розраховані на управління тільки визначеною групою пристроїв і рідко дозволяють обслуговувати вироби інших компаній. Подібні додатки пропонуються практично усіма відомими постачальниками устаткування. Третя група – численні програми третіх фірм, націлені на рішення вузьких задач мережного адміністрування.

Функціональна область управління, що відносяться до цієї сфери, чітко визначені в специфікаціях ISO:

– рішення проблемних ситуацій (діагностика, локалізація й усунення несправностей, реєстрація помилок, тестування);

- управління ресурсами (врахування, контроль використання ресурсів, виставлення рахунків за використані ресурси й обмеження доступу до них);

- управління конфігурацією, спрямоване на забезпечення надійного й ефективного функціонування всіх компонентів інформаційної системи;

- контроль продуктивності (збір і аналіз інформації про роботу окремих ресурсів, прогнозування ступеня задоволення потреб користувачів/додатків, заходи для збільшення продуктивності);

- захист даних (управління доступом користувачів до ресурсів, забезпечення цілісності даних і управління їхнім шифруванням).

Основним результатом тривалого розвитку галузі системного адміністрування стало те, що з функціональної точки зору основні платформи управління мережею в даний час досить схожі один на одного. Розходження між ними криються в сфері структурного виконання і, пов'язані з тими вихідними цілями, що ставилися на початкових етапах їх розробки.

Для простих технічних пристроїв використовуються наступні показники надійності:

- середній час напрацювання на відмову;
- вірогідність відмови;
- інтенсивність відмов.

Проте, ці показники є придатними лише для оцінки надійності простих елементів і пристроїв, які можуть знаходитися лише в двох станах – працездатному або непрацездатному. Складні системи, що складаються з багатьох елементів, окрім станів працездатності і непрацездатності, можуть мати інші проміжні стани, які ці характеристики не враховують.

Готовність або коефіцієнт готовності (availability) означає період часу, протягом якого система є готовою до використання. Готовність може бути підвищена шляхом введення надлишковості до структури системи: ключові

елементи системи повинні існувати в кількох екземплярах, щоб при відмові одного з них функціонування системи забезпечували інші елементи.

Високонадійна комп'ютерна система повинна як мінімум мати високу готовність, але цього недостатньо. Необхідно забезпечити збереження даних і захист їх від спотворень. Крім того, повинна підтримуватися узгодженість (несуперечність) даних, наприклад якщо для підвищення надійності на кількох файлових серверах зберігається кілька копій даних, то потрібно постійно забезпечувати їх ідентичність.

Ще однією характеристикою надійності є відмовостійкість (fault tolerance). В мережах під відмовостійкістю розуміють здатність системи приховати від користувача відмову окремих її елементів. Наприклад, якщо копії таблиці бази даних зберігаються одночасно на кількох файлових серверах, користувачі можуть просто не помітити відмови однієї з них. У відмовостійкій системі вихід з ладу одного з її елементів призводить до певного зниження якості її роботи (деградації), а не до повного останову. Так, при відмові одного з файлових серверів збільшується лише час доступу до бази даних із-за зменшення ступеня розпаралелювання запитів, але в цілому система буде продовжувати виконувати свої функції.

### **Захист мереж за допомогою системи FireWall**

Враховуючи важливість проблеми захисту, розроблена спеціальна система firewall (вогняна стіна). Система firewall заміняє маршрутизатор або зовнішній порт мережі (gateway). Захищена частина мережі розміщується за ним. Пакети, адресовані firewall, оброблюються локально, а не просто переадресовуються. Пакети, які адресовані об'єктам, що розміщені за firewall, не доставляються. По цій причині хакер буде мати справу з системою захисту EOM firewall.

Основні операції по захисту здійснюються тут на IP-рівні. Таку систему можна реалізувати на одній ЕОМ з 2-ма мережевими інтерфейсами. При цьому через один інтерфейс здійснюється зв'язок з інтернет, а через інший – із захищеною мережею. Така ЕОМ суміщає функції маршрутизатора-шлюзу, екрана та управління екраном.

Недоліки firewall виникають від його переваг, ускладнюючи доступ із зовні, система робить важким і доступ на зовні. По цій причині система firewall повинна виконувати функції DNS (сервера імен) для зовнішнього світу, не видаючи ніякої інформації про імена або адреси внутрішніх об'єктів, функції поштового серверу, підтримуючи систему псевдонімів для своїх клієнтів. Псевдоніми не розкриваються під час посилення поштових повідомлень у зовнішній світ. Служба FTP в системі може бути відсутньою, але якщо вона є, доступ можливий тільки в сервера firewall та з нього. Внутрішні ЕОМ не можуть встановити прямий FTP-зв'язок ні з якою ЕОМ зовнішнього світу. Процедури telnet та rlogin можливі тільки шляхом входу на сервер firewall. послуги типу NFS, rsh, rcp, finger і т.д. не допускаються. Жодна з ЕОМ в захищеній мережі не може бути визначена за допомогою PING (ICMP) із зовні. І навіть всередині мережі будуть можливі тільки визначені види трафіку між строго визначеними комп'ютерами. Зрозуміло, що в цілях безпеки захищена мережа не може мати виходів у зовнішній світ окрім системи екран, у тому числі й через модеми.

Екран не приймає і не оброблює пакети внутрішніх протоколів маршрутизації (наприклад, RIP). ЕОМ із захищеної мережі може адресуватися до екрану, але під час намагання направити пакет з адресою із зовнішньої мережі буде виданий сигнал помилки, так як маршрут за замовченням вказує назад в захищену мережу. Для користувачів захищеної мережі створюються спеціальні входи для FTP, telnet та інших послуг. При цьому не вводиться якихось обмежень по транспортуванню файлів в захищену мережу і блокується передача будь-яких файлів із цієї мережі,



навіть у випадку, коли ініціатором FTP-сесії є клієнт захищеної мережі. Єдині протоколи, яким завжди дозволений доступ до EOM firewall є SMTP та NNTP. Зовнішні клієнти інтернет не можуть отримати доступ до жодної із захищених EOM ні через один із протоколів. Якщо потрібно забезпечити доступ зовнішніх користувачів до якихось даних або послуг, для цього можна використовувати сервер, підключений до незахищеної частини мережі (або скористатися послугами EOM управління екраном, що не бажано, так як знижує безпеку).

EOM управління екраном може бути сконфігурована так, щоб не сприймати зовнішні запити типу FTP, telnet та інші, це додатково підвищує рівень безпеки. Стандартна система захисту тут часто доповнюється програмою wrapper. Не малу користь може дати і хороша система реєстрації усіх мережевих запитів. Системи firewall часто використовуються і в корпоративних мережах, де окремі частини мережі віддалені одне від одної. У цьому випадку у якості додаткових засобів безпеки застосовується шифрування пакетів. Система firewall вимагає спеціального ПЗ. Треба мати на увазі, що складна і дорога система firewall не захистить від “внутрішніх” зловмисників.

Якщо треба додатковий захист, під час авторизації користувачів в захищеній частині мережі можуть використовуватися апаратні засоби ідентифікації, а також шифрування імен та паролів.

Під час вибору тієї або іншої система firewall треба враховувати ряд обставин:

- операційна система;
- робочі протоколи;
- типи фільтрів;
- система реєстрації операцій;
- адміністрування;
- простота;

– тунелювання.

При впровадженні захисту мережі необхідно провести детальний аналіз всіх загроз та розробити політику безпеки та захисту ресурсів мережі від несанкціонованого доступу.

### **Висновки до третього розділу**

В четвертому розділі дипломної роботи розглянуто питання адміністрування мереж та захисту мереж за допомогою систем типу “вогняна стіна”.

## ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Метою цього розділу дипломної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності від віртуалізації мережевих ресурсів, а також прийняття рішення щодо подальшого розвитку і впровадження або ж недоцільності впровадження відповідної розробки.

### Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Витрати часу по окремих операціях процесу налагодження та роботи віртуалізації локальної мережі відображені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Операції технологічного процесу та час їх виконання

| № п/п | Назва операції (стадії)  | Виконавець | Середній час виконання операції, год. |
|-------|--|------------|---------------------------------------|
| 1.    | Витрати праці на створення технічного завдання розробки програмно конфігурованої комп'ютерної мережі | Інженер    | 17                                    |
| 2.    | Витрати праці на розробку фізичної топології мережі  | Інженер    | 20                                    |
| 3.    | Витрати праці на розробку локальної адресації мережі   | Інженер    | 12                                    |
| 4.    | Витрати праці на побудову мережі згідно поставленого завдання  | Інженер    | 75                                    |
| 5.    | Витрати праці на підготовку документації   | Інженер    | 20                                    |
| 6.    | Приблизний час роботи мережі   | Інженер    | 10000                                 |
| Разом |  |            | 10144                                 |

## **Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи**

Відповідно до Закону України “Про оплату праці” заробітна плата – це “винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу”.

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов’язані з виплатами за фактично відпрацьований час. Нараховують додаткову заробітну плату залежно від досягнутих і запланованих показників, умов виробництва, кваліфікації виконавців. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Місячний оклад кожного працівника слід враховувати згідно існуючих на даний час тарифних окладів. Рекомендовані тарифні ставки: керівник проекту – 30,00...130,00 грн./год., інженер – 22,41...100,00 грн./год., консультант – 22,41...100,00 грн./год., технік – 22,41...90,00 грн./год., лаборант – 22,41...90,00 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_z, \quad (4.1)$$

де  $T_c$  – тарифна ставка, грн.;

$K_c$  – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт в даному випадку виконує інженер, то основна заробітна плата буде розраховуватись тільки за однією формулою

$$Z_{осн.} = 22,41 \cdot 10144 = 227327,04 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{дод.}, \quad (4.2)$$

де  $K_{дод.}$  – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15 (візьмемо його рівним 0,15).

$$Z_{дод.} = 227327,04 \cdot 0,15 = 34099,06 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ( $B_{о.п.}$ ) визначаються за формулою:

$$B_{о.п.} = Z_{осн.} + Z_{дод.}, \quad (4.3)$$

$$B_{о.п.} = 227327,04 + 34099,06 = 261426,10 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи в розмірі становлять 23,5 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{с.з.} = \Phi_{оп} \cdot 0,235, \quad (4.4)$$

де  $\Phi_{оп}$  – фонд оплати праці, грн.

$$B_{с.з.} = 261426,10 \cdot 0,235 = 61435,13 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

| № п/п | Категорія працівників | Основна заробітна плата, грн. |                        |                             | Додаткова заробітна плата, грн. | Нарахув. на ФОП, грн. | Всього витрати на оплату праці, грн.<br>$6=3+4+5$ |
|-------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|
|       |                       | Тарифна ставка, грн.          | К-сть відпрацьов. год. | Фактично нарах. з/пл., грн. |                                 |                       |   |
| А     | Б                     | 1                             | 2                      | 3                           | 4                               | 5                     | 6   |
| 1     | інженер               | 22,41                         | 10144                  | 227327,04                   | 34099,06                        | 61435,13              | 322861,23   |

### Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{Bi} = q_i \cdot p_i, \quad (4.5)$$

Де:  $q_i$  – кількість витраченого матеріалу  $i$ -го виду;

$p_i$  – ціна матеріалу  $i$ -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{m.v.} = \sum M_{Bi} \quad (4.6)$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 5.3.

Таблиця 4.3 – Зведені розрахунки матеріальних витрат

| Найменування матеріальних ресурсів | Одиниця виміру | Норма витрат | Ціна за одиницю, грн | Затрати матеріалів, грн | Транс-портно-заготівельні витрати, грн | Загальна сума витрат на матеріали, грн |
|------------------------------------|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|--|--|
| 1                                  | 2              | 3            | 4                    | 5                       | 6                                      | 7                                      |
| <b>1. Основні матеріали</b>        |                |              |                      |                         |  |  |
| Комутатор другого рівня            | штук           | 4            | 35000,00             | 14000,00                | 3500,00                                | 143500,00                              |

Продовження таблиці 4.3

|                                       |        |      |       |          |        |           |
|---------------------------------------|--------|------|-------|----------|--------|-----------|
| Кабель                                | метри  | 1500 | 20,00 | 30000,00 | 315,00 | 30315,00  |
| Комп'ютери                            | штук   | 11   | 15000 | 165000   | 2500   | 167500,00 |
| Інше мережеве обладнання та матеріали | -      | -    | 2000  | 2000     | -      | 2000      |
| <b>2. Допоміжні витрати</b>           |        |      |       |          |        |           |
| Використання мережі Internet          | години | -    | 240   | 240      | -      | 240       |
| Разом:                                |        |      |       |          |        | 343555,00 |

### Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S, \quad (4.7)$$

де  $W$  – необхідна потужність, кВт;

$T$  – кількість годин роботи обладнання;

$S$  – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів (0,203 грн. + 20% ПДВ за 1 кВт). Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 0,2436 грн.

Потужність мережевого обладнання – 6 кВт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 3.1 – 10144 годин.

Тоді,  $Z_e = 6 \cdot 10144 \cdot 0,2436 = 14826,47$  грн.

## Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%}, \quad (4.8)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.;

$B_B$  – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.;

$H_A$  – норма амортизації, %.

Для даного проекту вартість обладнання становить 15000 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = \frac{15000 \cdot 5\%}{100\%} = 750,00 \text{ грн.}$$

Оскільки робота мережі 10144 годин, то амортизаційні відрахування будуть становити:

$$A = \frac{750,00 \cdot 10144}{150} = 50720,00 \text{ грн.}$$



## Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_v = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (4.9)$$

де  $H_v$  – накладні витрати.

Отже, накладні витрати:

$$H_v = 261426,10 \cdot 0,2 = 52285,22 \text{ грн.}$$

## Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Кошторис витрат на НДР

| Зміст витрат  | Сума, грн. | В % до загальної суми |
|---|------------|-----------------------|
| 1   | 2          | 3                     |
| Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату) | 261426,10  | 33,33                 |
| Відрахування на соціальні заходи                              | 61435,13   | 7,83                  |
| Матеріальні витрати   | 343555,00  | 43,81                 |
| Витрати на електроенергію                                     | 14826,47   | 1,89                  |
| Амортизаційні відрахування                                    | 50720,00   | 6,47                  |
| Накладні витрати  | 52285,22   | 6,67                  |
| Собівартість  | 784247,92  | 100                   |

Собівартість ( $C_B$ ) мережі розрахуємо за формулою:

$$C_B = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_e + A + H_e. \quad (4.10)$$

Отже, собівартість локальної мережі дорівнює:

$$C_B = 261426,10 + 61435,13 + 343555,00 + 14826,47 + 50720,00 + 53285,22 = 784247,92 \text{ грн.}$$

### Розрахунок ціни мережі

Ціну мережі можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_B \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{н.і.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (4.11)$$

де  $P_{рен.}$  – рівень рентабельності, 30 %;

$K$  – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем);

$B_{н.і.}$  – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту);

$ПДВ$  – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти  $K$  та  $B_{н.і.}$ , оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = C_B \cdot (1 + P_{рен}) \cdot (1 + ПДВ). \quad (4.12)$$

Звідси ціна на проект складе:

$$Ц = 784247,92 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 1223426,75 \text{ грн.}$$

### **Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень**

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність ( $E_p$ ) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \frac{\Pi}{C_B}, \quad (4.13)$$

де  $\Pi$  – прибуток;

$C_B$  – собівартість.

Плановий прибуток ( $\Pi_{пл}$ ) знаходимо за формулою:

$$\Pi_{пл} = Ц - C_B. \quad (4.14)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 1223426,75 - 784247,92 = 439178,83 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \frac{\Pi_{пл}}{C_B}. \quad (4.15)$$

$$\text{Тоді, } E_p = \frac{439178,83}{784247,92} = 0,56$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень ( $T_p$ ):

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (4.16)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = \frac{1}{0,56} = 1,8 \text{ роки}$$

### Висновки до четвертого розділу

В цьому розділі дипломної роботи було розраховано основні техніко–економічні показники від впровадження методів віртуалізації мережевих ресурсів (таблиця 4.5).

Розраховане значення економічної ефективності становить 0,56, що є прийнятним значенням.

Так само нормальним є термін окупності. Для даної мережі він становить 1,8 років.

Таблиця 4.5 – Техніко–економічні показники НДР

| № п/п | Показник                 | Значення   |
|-------|--------------------------|------------|
| 1.    | Собівартість, грн.       | 784247,92  |
| 2.    | Плановий прибуток, грн.. | 439178,83  |
| 3.    | Ціна, грн.               | 1223426,75 |
| 4.    | Економічна ефективність  | 0,56       |
| 5.    | Термін окупності, рік    | 1,8        |

Отже, дані методи віртуалізації мережевих ресурсів можуть бути впроваджені та мати подальший розвиток, оскільки вони є економічно вигідним за всіма основними техніко–економічними показниками.

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## Охорона праці

### Апаратні характеристики впливу на роботу з ПК

Відповідно до ДСТУ 2938-94 «Системи обробки інформації. Основні поняття. Терміни та визначення» комп'ютер – це функціональний пристрій, що складається з одного чи кількох взаємопов'язаних центральних процесорів і периферійних пристроїв і може виконувати обчислення без участі людини.

Основними функціями комп'ютера є введення та виведення інформації, її зберігання та обробка. В якості пристроїв введення часто використовуються клавіатура та сканер, який забезпечує більшу швидкодію.

У зв'язку з бурхливим розвитком комп'ютерної техніки щороку зростає спектр їх різновидів. За призначенням комп'ютери можна умовно поділити на:

- побутові комп'ютери – власне ПК, що призначені для індивідуальної роботи в домашніх умовах;

- навчальні комп'ютери – призначені для використання в системі освіти, як вищої так і середньої. Основні вимоги таких комп'ютерів – надійність, достатня потужність та невисока ціна (можливість придбання більшої кількості однотипних комп'ютерів закладами освіти). Користувачі – учні, студенти, викладачі та ін.;

- професійні комп'ютери – робочі станції для роботи на виробництві, в офісах установ, які, як правило, об'єднані в локальну комп'ютерну мережу. Від «побутових» відрізняються більш високими показниками за всіма параметрами – продуктивністю, функціональними можливостями, якістю зображення на дисплеї та ін. Користувачі – службовці, оператори ВДТ;

- сервери – потужні комп'ютери, призначені для локальних та глобальних мереж. Вони виконують функції керування робочими станціями,

зберігання значних масивів інформації та ін. Користувачі – менеджери, і адміністратори локальних комп'ютерних мереж, системні та прикладні програмісти для підтримки програмного забезпечення тощо;

– графічні станції – використовуються для роботи з графічними зображеннями, відео та анімацією. Володіють надзвичайно високими ресурсами за всіма основними параметрами.

На сьогодні найбільш розповсюдженими є персональні комп'ютери. В мінімальний базовий комплект ПК входять наступні блоки чи компоненти:

– системний блок, в якому зосереджені життєво важливі елементи комп'ютера;

– дисплей (монітор), який призначений для виведення (відображення) інформації;

– клавіатура, яка призначена для введення інформації в комп'ютер;

– графічний маніпулятор «миша», який слугує для керування роботою програм шляхом вибору різних пунктів меню, виділення та «перетягування» об'єктів.

Системний блок комп'ютера з точки зору охорони праці не несе особливої небезпеки для життя та здоров'я користувача. Найбільшу небезпеку несе підвищене значення напруги, що подається з електромережі на блок живлення системного блоку. Неприятливий вплив на користувача може здійснювати шум, що створюється при роботі вентиляторів та накопичувачів системного блоку.

Більшість електронних компонентів комп'ютера живляться напругою «+5 В», двигуни накопичувачів «+12 В», деякі пристрої – «-5 В» та «-12 В». Такі значення напруги не несуть небезпеки для людини. В той же час на вхід блоку живлення подається напруга електромережі (220 В), яка є небезпечною для людини, з точки зору її можливого ураження. Тому до блоку живлення висувається низка вимог електробезпеки. Зокрема, електропроводи та кабелі повинні мати надійну ізоляцію, а на випадок короткого замикання або інших

аварійних режимів в електричній схемі блоку живлення повинні бути передбачені елементи захисту. Сам же він знаходиться в корпусі, який перекриває доступ до струмоведучих елементів блоку.

Дисплей є одним з основних блоків комп'ютера (і одним із найдорожчих), що слугує для візуалізації інформації. Від його характеристик в значній мірі залежить працездатність та стан здоров'я користувача комп'ютера.

Залежно від призначення та сфери застосування дисплеї поділяють на такі групи:

- А – кольорові дисплеї, які використовуються для демонстрації наочних засобів у навчальному процесі, встановлюються на тренажерах, гральних автоматах, тощо;

- Б – кольорові дисплеї для персональної роботи користувачів у навчальному процесі та на виробництві, де немає потреби у постійній напруженій зоровій роботі;

- В – кольорові дисплеї для професійної роботи з текстовими документами і насиченими графічними зображеннями;

- Г – монохромні дисплеї для комплектування шкільних комплексів навчальної обчислювальної техніки, професійна обробка текстів та ін.

Однією із основних характеристик дисплею є частота регенерації екрану, тобто число «картинок», які дисплей змінює за секунду. Коли частота регенерації екрану становить 70 – 75 Гц, більшість людей не помічає подразнюючого мерехтіння, а починаючи з 85 Гц неприємні відчуття не виникають навіть у найчутливіших до цього показника користувачів. Іншою важливою характеристикою дисплею є чіткість зображення, яка визначається роздільною здатністю, тобто кількістю пікселів по горизонталі та вертикалі.

Ще однією характеристикою дисплея є розмір екрана. Як правило, наводять розмір його діагоналі в дюймах. Найбільш розповсюдженими є

дисплеї з розміром екрану 14 дюймів. Однак для професійного використання графічних пакетів та настільних видавничих систем застосовуються дисплеї з екраном 17 і більше дюймів.

Останньою важливою характеристикою дисплея є частота модуляції інтенсивності електронного променя. По суті, це максимальна частота сигналів, що керують яскравістю пікселів.

З одного боку, все більші значення роздільної здатності вимагають збільшення частоти модуляції інтенсивності електронного променя. З іншого, підвищення частоти модуляції призведе до того, що навіть короткі провідники перетворяться на антени, посилюючи шкідливий вплив електромагнітного та електростатичного полів на користувача. Компроміс може бути досягнуто лише тоді, коли будуть розроблені надійні засоби захисту, що гарантують відносну безпеку користувачеві.

Дисплеї, сконструйовані на основі ЕПТ, є джерелом кількох видів електромагнітного випромінювання та полів, а саме:

- іонізуючого (рентгенівського) випромінювання;
- оптичного випромінювання;
- електромагнітних випромінювань та полів.

Реальна інтенсивність, напруженість, рівень та інші параметри кожного виду електромагнітного випромінювання залежить від технічної конструкції конкретного дисплея, режимів його роботи, екранування та інших факторів.

Найсерйознішої уваги заслуговують рідиннокристалічні (РК) та плазмові дисплеї, з огляду на їх значно менший несприятливий вплив на користувача порівняно з дисплеями на основі ЕПТ.

### **Пожежна безпека в лабораторіях з комп'ютерною технікою**

Робочі місця офісних працівників, обладнані персональними комп'ютерами (далі – робочі місця), повинні відповідати вимогам «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»,



затверджених Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26.03.2010 року № 65 (Правила), та «Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 (ДСанПіН 3.3.2-007-98). Правила поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, які у своїй діяльності здійснюють роботу, пов'язану з персональними комп'ютерами, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані персональними комп'ютерами і периферійними пристроями. Зазначені нормативно-правові акти встановлюють санітарно-гігієнічні вимоги до приміщення, в якому розташоване робоче місце, власне до робочого місця, освітлення, рівнів вібрації і шуму, мікроклімату в приміщенні тощо.

Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця, повинні відповідати вимогам нормативно-технічної та експлуатаційної документації виробника персональних комп'ютерів ДСанПіН 3.3.2-007-98 та Правил. Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця операторів, мають бути не нижче другого ступеня вогнестійкості. Для всіх будівель і приміщень, де знаходяться робочі місця, повинно бути визначено клас зони згідно з НПАОП 40.1-1.01-97. Відповідне позначення повинно бути нанесено на вхідних дверях кожного приміщення. Не дозволяється розташування приміщень з робочими місцями у підвалах і цокольних поверхах. Неприпустимим є розташування приміщень категорій А і Б, а також виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщеннями, де розташовуються робочі місця, а також над ними чи під ними. При цьому площа приміщення має бути не менше 6,0 кв. м. із розрахунку на одне робоче місце, а об'єм – не менше 20,0 куб. м.

Віконні прорізи приміщень для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані регульованими пристроями (жалюзі,

завіски, зовнішні козирки. Для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7-0,8, для стін 0,5-0,6. Покриття підлоги повинне бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Поверхня підлоги має бути рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями. Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень з персональними комп'ютерами застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Полімерні матеріали для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами можуть бути використані при наявності дозволу органів та установ державної санітарно-епідеміологічної служби. Приміщення можуть обладнуватись шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми, тумбами тощо з урахуванням вимог до площі приміщень.

У приміщеннях з джерелами шкідливих виробничих факторів робочі місця операторів мають розміщуватися в ізольованих кабінах, які обладнані повітрообміном.

Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу. Приміщення, де розміщені робочі місця, мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації і вогнегасниками відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними. У приміщеннях, в яких розташовані робочі місця, слід щоденно робити вологе прибирання. Крім того, ці приміщення мають бути оснащені аптечками першої медичної допомоги, а при них мають бути

обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження.

## **Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **Вплив виробничого середовища на працездатність та здоров'я користувачів комп'ютерів**

До небезпечних психофізіологічних та шкідливих виробничих чинників належать фізичні (статичні, динамічні та гіподинамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове, зорове, емоційне). Праця користувачів комп'ютерів характеризується тривалою багатогодинною (8 год і більше) працею в одноманітному напруженому положенні, малою руховою активністю при значних локальних динамічних навантаженнях. Робоче положення “сидячи” супроводжується статичним навантаженням значної кількості м'язів ніг, плечей, шиї та рук, що дуже втомлює. М'язи перебувають довгий час у скороченому стані і не розслабляються, що погіршує кровообіг. В результаті, виникають больові відчуття в руках, шиї, верхній частині ніг, спині та плечових суглобах. Внаслідок динамічного навантаження на кістково-м'язовий апарат кистей рук виникають больові відчуття різної сили в суглобах та м'язах кистей рук; оніміння та уповільнена рухливість пальців; судоми м'язів кисті; ниючий біль в ділянці зап'ястя. Як результат, виникають локальні м'язові перенапруження хронічні розтягнення м'язів травматичного характеру, що можуть викликати професійні захворювання: дисоціативні моторні розлади, захворювання периферійної нервової та кістково-м'язової систем. Крім того, робота “сидячи” призводить до зниження м'язової активності - гіподинамії. За браком рухів відбувається зниження споживання кисню тканинами організму, сповільнюється обмін речовин. Це сприяє розвитку атеросклерозу, ожиріння, може стати причиною дистрофії міокарда, хронічного головного болю, запаморочення, безсоння, роздратування.

Трудова діяльність користувачів комп'ютерів належить до категорії робіт, які пов'язані з використанням великих обсягів Інформації, із застосуванням комп'ютеризованих робочих місць, із частим прийняттям відповідальних рішень в умовах дефіциту часу, безпосереднім контактом із людьми різних типів темпераменту тощо. Це зумовлює високий рівень нервово-психічного перевантаження, знижує функціональну активність центральної нервової системи, призводить до розладів в її діяльності, розвитку втоми, перевтоми, стресу

Будь-яка діяльність, якщо вона оптимальна для організму по інтенсивності і тривалості та проходить у сприятливих виробничих умовах, позитивно впливає на організм і сприяє його удосконалюванню. Ефективність діяльності людини базується на рівні психічної напруги, яка прямо пропорційна складності завдання.

Психічна напруга – це фізіологічна реакція організму, яка мобілізує його ресурси (біологічно і соціально корисна реакція). Під впливом психічної напруги змінюються життєво важливі функції організму: обмін речовин, кровообіг, дихання. В поведінці людини спостерігається загальна зібраність, дії стають більш чіткими, підвищується швидкість рухових реакцій, зростає фізична працездатність. При цьому загострюється сприйняття, прискорюється процес мислення, поліпшується пам'ять, підвищується концентрація уваги. Пристосувальні можливості психічної напруги тим більші, чим вище психічний потенціал особистості. Механізм емоційної стимуляції має фізіологічний бар'єр, за яким настає негативний ефект (поза межна форма психічної напруги).

При надмірній інтенсивності чи тривалості робота приводить до розвитку вираженого стомлення, зниження продуктивності, неповного відновлення за період відпочинку. Стомлення – загальний фізіологічний процес, яким супроводжуються усі види активної діяльності людини. З біологічної точки зору стомлення – це тимчасове погіршення

функціонального стану організму людини, що виявляється в змінах фізіологічних функцій і є захисною реакцією організму. Воно спрямоване проти виснаження функціонального потенціалу центральної нервової системи і характеризується розвитком гальмівних процесів у корі головного мозку.

Втома – це сукупність тимчасових змін у фізіологічному та психологічному стані людини, які з'являються внаслідок напруженої чи тривалої праці і призводять до погіршення її кількісних і якісних показників, нещасних випадків. Втома буває загальною, локальною, розумовою, зоровою, м'язовою та ін. Оскільки організм – єдине ціле, то межа між цими видами втоми умовна і нечітка. Хід збільшення втоми та її кінцева величина залежать від індивідуальних особливостей працюючого, трудового режиму, умов виробничого середовища тощо. Залежно від характеру вихідного функціонального стану працівника втома може досягати різної глибини, переходити у хронічну втому або перевтому.

Перевтома – це сукупність стійких несприятливих для здоров'я працівників функціональних порушень в організмі, які виникають внаслідок накопичення втоми. Основною відмінністю втоми від перевтоми є зворотність зрушень при втомі і неповна зворотність їх при перевтомі. Поза межні форми психічної напруги викликають дезінтеграцію психічної діяльності різної виразності. При цьому втрачається жвавість і координація рухів, знижується швидкість відповідних реакцій (гальмівний тип), з'являються непродуктивні форми поведінки – гіперактивність, тремтіння рук, запальність, невластива різкість і ін. (збудливий тип). Обидва типи поза межної напруги супроводжуються вираженими вегетативно-судинними змінами (блідість обличчя, краплі поту, прискорений пульс). До суб'єктивних ознак перевтоми відноситься почуття втоми, бажання знизити ритм роботи чи припинити її, почуття слабості в кінцівках. Важке стомлення – крайній варіант фізіологічного стану, що граничить з патологічними формами

реакції. При перевтомі порушуються відновні процеси в організмі. Прикмети втоми не зникають до початку роботи наступного дня. При наявності хронічної перевтоми часто зменшується маса тіла, змінюються показники серцево-судинної системи, знижується опір організму до інфекції. Відомо, що розвиток втоми та перевтоми веде до порушення координації рухів, зорових розладів, неуважності, втрати пильності та контролю реальної ситуації. При цьому працівник порушує вимоги технологічних інструкцій, припускається помилок та неузгодженості в роботі; у нього знижується відчуття небезпеки. Крім того, перевтома супроводжується хронічною гіпоксією (кисневою недостатністю), порушенням нервової діяльності. Проявами перевтоми є головний біль, підвищена стомлюваність, дратівливість, нервозність, порушення сну, а також такі захворювання як вегето-судинна дистонія, артеріальна гіпертонія, виразкова хвороба, ішемічна хвороба серця, інші професійні захворювання. Втома характеризується фізіологічними та психічними показниками її розвитку. Фізіологічними показниками розвитку втоми є артеріальний кров'яний тиск, частота пульсу, систолічний і хвилиний об'єм крові, зміни у складі крові. Психічними показниками розвитку втоми є: погіршення сприйняття подразників, внаслідок чого працівник окремі подразники зовсім не сприймає, а інші сприймає із запізненням; зменшення здатності концентрувати увагу, свідомо її регулювати; посилення мимовільної уваги до побічних подразників, які відволікають працівника від трудового процесу; погіршення запам'ятовування та труднощі пригадування інформації, що знижує ефективність професійних знань; сповільнення процесів мислення, втрата їх гнучкості, широти, глибини і критичності; підвищення дратівливості, поява депресивних станів; порушення сенсомоторної координації, збільшення часу реакцій на подразники; зміни частоти слуху, зору.

## **Оцінка події, що сталася або може статися у прогнозований термін, та визначення ступеня реагування на відповідному рівні управління**

Впровадження ефективного механізму оцінки аварійної події, що сталася або може статися у прогнозований термін, обґрунтування віднесення цієї події до рангу надзвичайної ситуації НС та визначення рівня реагування, що відповідає масштабу цієї події, повинно провадитись за допомогою класифікатора надзвичайних ситуацій.

Виходячи з цього та з метою створення єдиної системи класифікації надзвичайних ситуацій і визначення їх рівнів, забезпечення оперативного і адекватного реагування на такі ситуації розроблено Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій, затверджене постановою Кабінету Міністрів України «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій» від 15 липня 1998 р. №1099.

У зазначеному Положенні сформульовано і затверджено ряд єдиних термінів та понять.

Так аварію визначено як небезпечну подію техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Надзвичайні ситуації на території України поділяються за такими основними ознаками:

- у сфері виникнення;
- за галузевою ознакою;
- за масштабами можливих наслідків.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру за характеристиками явищ, що визначають особливості дії факторів ураження на людей, навколишнє середовище та об'єкти господарської діяльності, поділяються на

аварії (катастрофи), які супроводжуються викидами (виливами) небезпечних речовин, пожежами, вибухами, затопленнями, аваріями на інженерних мережах і системах життєзабезпечення, руйнуванням будівель і споруд, аваріями транспортних засобів та інші.

Аварії (катастрофи), що пов'язані з викидом небезпечних речовин, додатково поділяються на радіаційні, хімічні, біологічні. Крім цього, поділяються ще за видами розповсюдження речовин в навколишньому середовищі

Природні надзвичайні ситуації класифікують за видами можливих природних явищ, що приводять до їх виникнення: небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами і збудниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери тощо.

#### Висновки до п'ятого розділу

В “Охорона праці” розглянуто питання апаратних характеристик впливу на роботу з ПК, пожежної безпеки в лабораторіях з комп'ютерною технікою; в розділі “Безпека в надзвичайних ситуаціях” розглянуто питання впливу виробничого середовища на працездатність користувачів комп'ютерів та оцінки події, що сталася або може статися у прогнозований термін, та визначення ступеня реагування на відповідному рівні.



## ЕКОЛОГІЯ

### Гости і стандарти на монітори і ПЕОМ

У будь-якій професії є свої певні вимоги стосовно безпеки експлуатації тих чи інших пристроїв, які використовуються в роботі. Стосовно експлуатації ЕОМ також є певні правила і вимоги, які затверджені комітетами по нагляду за охороною праці та іншими органами, які відповідають за безпеку життєдіяльності.

Правила експлуатації ЕОМ встановлюють вимоги безпеки та санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання робочих місць користувачів ЕОМ і працівників, що виконують обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ, та роботи з застосуванням ЕОМ, відповідно до сучасного стану техніки та наукових досліджень у сфері безпечної організації робіт з експлуатації ЕОМ та з урахуванням положень міжнародних нормативно-правових актів з цих питань (директиви Ради Європейського союзу 90/270/ЄЕС, 89/391/ЄЕС, 89/654/ЄЕС, 89/655/ЄЕС, стандарти ISO, МРPII).

У приміщеннях з ЕОМ рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.003 ССБТ “Шум. Общие требования безопасности”, СН 3223-85 “Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях”, затверджених Міністерством охорони здоров'я СРСР, ГР N 2411-81 “Гігієнічні рекомендації по встановленню рівнів шуму на робочих місцях з урахуванням напруженості та тяжкості праці”, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Рівні шуму на робочих місцях осіб, що працюють з відеотерміналами та ЕОМ, визначені ДСанПіН 3.3.2-007-98.

Під час проектування систем електропостачання, монтажу силового електрообладнання та електричного освітлення будівель та приміщень для

ЕОМ необхідно дотримуватись вимог ПВЕ, ПТЕ, ПБЕ ( z0093-98 ), СН 357-77 “Инструкция по проектированию силового осветительного оборудования промышленных предприятий”, затверджених Держбудом СРСР, ГОСТ 12.1.006, ГОСТ 12.1.030 “ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление”, ГОСТ 12.1.019 “ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты”, ГОСТ 12.1.045, ВСН 59-88 Держкомархітектури СРСР “Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования”, Правил пожежної безпеки в Україні (z0219-95 ), цих Правил, а також розділів СНиП, що стосуються штучного освітлення і електротехнічних пристроїв, та вимог нормативно-технічної і експлуатаційної документації заводу-виробника ЕОМ.

За способом захисту людини від ураження електричним струмом відеотермінали, ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ повинні відповідати І класу захисту згідно з ГОСТ 12.2.007.0 “ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности” та ГОСТ 25861-83 “Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний” або повинні бути заземлені відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98 ( z0093-98 ).

Організація робочого місця користувача відеотерміналу та ЕОМ повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним вимогам ГОСТ 12.2.032 “ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования”; характеру та особливостям трудової діяльності.

Площа, виділена для одного робочого місця з відеотерміналом або персональною ЕОМ, повинна складати не менше 6 кв.м, а обсяг – не менше 20 куб.м.

Організація робочого місця користувача ЕОМ повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування

ергономічним вимогам відповідно до ГОСТ 12.2.032-78 “ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования”, з урахуванням характеру та особливостей трудової діяльності.

При використанні з ЕОМ та відеотерміналами лазерних принтерів потрібно дотримуватись вимог Санітарних норм та правил устрою та експлуатації лазерів N 5804-91, затверджених Міністерством охорони здоров'я СРСР в 1991 р.

### Кореляційний аналіз зв'язків в екології

Кореляцією називається неповний зв'язок між досліджуваними явищами. Це така залежність, коли будь-якому значенню однієї змінної величини може відповідати декілька різноманітних значень іншої змінної. Вона відображає закон множини причин і наслідків і є вільною неповною залежністю. Кореляція (від англ. співвідношення, відповідність) – взаємозв'язок між ознаками, що полягає в зміні середнього значення однієї з них залежно від зміни іншої. Ознаки, пов'язані кореляційним зв'язком, називаються корельованими.

Кореляційний аналіз – метод, що вивчає кількісні характеристики кореляційних зв'язків.

Кореляційний аналіз є свого роду логічним продовженням (розвитком) методу статистичних групувань, його поглибленням. Він допомагає вирішити цілий ряд нових завдань в економічному аналізі. Розрахунки на основі кореляційних моделей підвищують ступінь точності аналізу, часто виявляють недоліки попереднього аналізу. Перевага цього методу полягає також і в тому, що він дає можливість розв'язувати задачі, які не можна вирішити за допомогою інших методів економічного аналізу, як, наприклад, відокремлення впливу багатьох факторів, які діють взаємопов'язано і взаємозумовлене. У дослідженнях важливо вивчати не

стільки міру кореляції, скільки форму її й характер зміни однієї ознаки залежно від зміни іншої. Ці задачі розв'язуються методами регресійного аналізу.

Використання методу кореляції і регресії дозволяє вирішити такі основні завдання:

- встановити характер і тісноту зв'язку між досліджуваними явищами;
- визначити і кількісно виміряти ступінь впливу окремих факторів і їх комплексу на рівень досліджуваного явища;
- на підставі фактичних даних моделі залежності екологічних показників від різних факторів розраховувати кількісні зміни аналізованого явища при прогнозуванні показників і давати об'єктивну оцінку діяльності підприємств.

Суть кореляційного аналізу полягає в побудові, рішенні й аналізі економіко-математичної моделі у виді функції (рівняння) зв'язку між результативною та факторною або факторними ознаками:  $y=f(x)$  або  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Статистичне дослідження кореляційної залежності включає завдання визначення форми зв'язку і знаходження кількісної характеристики цієї форми. Процес встановлення форми зв'язку і вибору математичного рівняння, яке могло б найбільш повно відображати характер взаємозв'язку між ознаками досліджуваного явища, має вирішальне значення в кореляційному аналізі. Важливість цього етапу полягає в тому, що правильно встановлена форма зв'язку дає змогу добрати й побудувати найбільш адекватну модель і на основі її розв'язання отримати статистично достовірні й надійні характеристики зв'язку.

Під формою кореляційного зв'язку розуміємо тип аналітичного рівняння, що виражає залежність між досліджуваними ознаками.

Розрізняють дві форми зв'язку: лінійну і нелінійну. Лінійна виражається рівнянням прямої лінії, нелінійна – рівнянням кривих ліній: гіперболи, параболи, степеневі, показникової тощо. За напрямками зв'язки бувають прямими й зворотними. В першому випадку обидві ознаки змінюються в одному напрямі, тобто із зростанням факторної ознаки зростає результативна і навпаки, а в другому випадку обидві ознаки змінюються в різних напрямках. За щільністю зв'язки бувають – сильними, слабкими та ін. Коли визначається зв'язок між двома ознаками, кореляція називається простою; якщо ж явище розглядається як результат впливу декількох факторів – множинною.

Встановлення форми зв'язку означає вибір рівняння регресії, що найбільш повно відбиває характер взаємодії між результатом і фактором, за яким проводяться розрахунки.

Особливості, властиві кореляційному аналізу:

- при використанні кореляційного методу вирішальне значення має всебічний, економічно усвідомлений попередній аналіз даних господарської діяльності. Слід пам'ятати, що зв'язок між ознаками і властивостями – не результат математичних розрахунків, а лежить у природі самих екологічних явищ і за допомогою методів математичної статистики можна лише об'єктивно виразити існуючі закономірності економічних процесів;

- кореляцію можна виявити, лише досліджуючи достатньо велику сукупність спостережень, оскільки кореляційні зв'язки виявляються у формі спряженого варіювання двох або кількох зіставлених ознак.

Кореляційно-регресійний аналіз включає три етапи:

- математико-екологічне моделювання;
- рішення прийнятої моделі шляхом знаходження параметрів кореляційного рівняння (рівнянням регресії);
- оцінка та аналіз одержаних результатів.

Значення кореляційного аналізу у тому, що параметри рівняння використовуються: як знаряддя цілеспрямованої зміни результатів, як знаряддя техніко-економічне нормування, планування, прогнозування, як критерії напруженості плану, як знаряддя впливу на кінцевий результат.

Вивчення взаємозв'язків кореляційного типу має істотне значення особливо при аналізі явищ, які складаються під впливом великої кількості певних умов.

#### Висновки до шостого розділу

В даному розділі розглянуто питання гостей та стандартів на монітори та ПЕОМ; кореляційного аналізу зв'язків в екології.

## ВИСНОВКИ

Використовуючи результати аналізу літературних джерел та публікацій розроблено проект віртуалізації мережі провайдера телекомунікаційних послуг, що базується на використанні технологій ICN,SDN та NFV.

В результаті проведеного дослідження отримано наступні висновки:

– проведено дослідження можливостей та необхідності віртуалізації мережевих функцій, що дало змогу визначити напрямки та способи покращення організації мереж різного роду;

– розглянуто питання хмарних технологій та їх роль в сучасних мережевих дизайнах, що показало переваги такого підходу при розробці вдосконалених методів та засобів роботи мереж. Визначено роль хмарних технологій при організації віртуалізації мереж;

– досліджено технологію програмно-конфігурованих мереж, що уможливорює правильний вибір типу та характеристик компонентів даної концепції. На основі аналізу автоматизації процесів мережевих функцій виявлено ряд новітніх підходів до організації функціонування інформаційно-комунікаційних систем передавання та обробки даних.

– досліджено підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій в сучасних мережевих інфраструктурах. Здійснено оцінку якості обслуговування характеристик мережі для виявлення ефекту від запровадження віртуальних архітектур. Запропоновано методи та рекомендації для проведення активного та пасивного оцінювання якості наданих послуг.

– подано можливості віртуалізації мереж мобільних операторів, що використовують технологію 5G. Здійснено оцінку характеристик затримок у віртуалізованих мережах. Запропоновано методи та засоби підвищення ефективності впровадження віртуалізації мережевих функцій операторів

мобільних мереж на основі розробленої моделі віртуальної мережі з використанням технологій ICN, SDN та NFV.

В четвертому розділі дипломної роботи розглянуто питання адміністрування мереж та захисту мереж за допомогою системи FireWall.

В розділі «Обґрунтування економічної ефективності» було розраховано основні техніко-економічні показники від впровадження запропонованої віртуалізованої мережевої архітектури. Отримане значення економічної ефективності є 0,56, що задовольняє вимоги до таких проєктів. Задовільним є і термін окупності 1,8 років.

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання апаратних характеристик впливу на роботу з ПК, пожежної безпеки в лабораторіях з комп'ютерною технікою; вплив виробничого середовища на працездатність та здоров'я користувачів комп'ютерів; оцінку події, що сталася або може статися в прогнозований термін, та визначення ступеня реагування на відповідному рівні управління.

В розділі «Екологія» розглянуто питання гостів і стандартів на монітори і ПЕОМ, а також кореляційний аналіз зв'язків в екології.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клименко О.Ф. та інші “Інформатика та комп’ютерна техніка” Навчальний посібник / О. Клименко – К: КНЕУ, 2002.
2. Кулаков Ю.О. Комп’ютерні мережі / Ю.О. Кулаков – Юніор, 2005. – 397 с.
3. Вишневський В. М. Теоретичні основи проектування комп’ютерних мереж / В. М. Вишневський – Техносфера, 2004. – 512 с.
4. Cisco Systems Руководство по технологиям объединенных сетей / Cisco Systems - 3-е издание. СПб: “Вильямс”, 2002. – 1040 с.
5. Дебра Литтлджон Шиндер Основы компьютерных сетей / Дебра Литтлджон Шиндер - СПб: "Вильямс", 2002. – 656 с.
6. Коротыгин С. Стандарт IEEE 802.11 и его расширения / С. Коротыгин, А. Нежуренко - Сети и телекоммуникации, вып. 6(25), 2002 г.
7. Марк А. Спортак Компьютерные сети. Книга 1. High-Perfomance Networking. Энциклопедия пользователя / Марк А. – К.: ДиаСофт, 1999. – 432 с.
8. Марк А. Спортак Компьютерные сети. Книга 2: Networking Essentials. Энциклопедия пользователя / Марк А. – К.: ДиаСофт, 1999. – 432 с.
9. Software-Defined Networking: The New Norm for Networks [Електронний ресурс] / ONF. – 2012. // – Режим доступу: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/white-papers/wp-sdnnewnorm.pdf> (24.03.2020 р.).
10. Олизарович Е. В. Метод автоматизации построения программно- конфигурируемых сетей / Е. В. Олизарович, А. И. Бражук // Вестник Гродзенского государственного университета им. Я. Купалы. – 2013. – №3(159) – С. 128-134.

11. Колченко В. О. Впровадження інтелекту в мережі наступного покоління (NGN) – перехід до мереж майбутнього покоління (FGN) / В. О. Колченко / Наукові записки УНДІЗ. – 2010. – №2(14). – С.80-85.
12. Смелянский Р. В. Программно-конфигурируемые сети [Електронний ресурс] / Р. В. Смелянский // Открытые системы. – 2012. – № 9. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2012/09/13032491> (24.03.2020 р.).
13. OpenFlow Switch Specification Version 1.2 [Електронний ресурс] / ONF. – 2012. // – Режим доступа: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/specification/openflow-spec-v1.2.pdf>. (17.04.2020 р.).
14. Nadeau T. SDN: Software Defined Networks / Т. Nadeau, К. Gray // O'Reilly. – 2013. – №3. – Р. 70-95. 172 10. POX Wiki/POX.2014.URL [Електронний ресурс] // – Режим доступа: <https://openflow.stanford.edu/display/ONL/POX+Wiki> (10.04.2020 р.).
15. Орлов Є. В. Упровадження адаптивного управління програмно-конфігурованою мережею (SDN) / Є. В. Орлов, І. Е. Похабова // Зв'язок. – 2014. – №2(108). – С. 11-16.
16. Software-Defined Networking (SDN) Definition [Електронний ресурс] / ONF. – 2013. // – Режим доступа: <https://www.opennetworking.org/sdnresources/sdn-definition> (07.04.2020 р.).
17. Framework of Telecom SDN (Software-Defined Networking) // ITU-T Draft Recommendation Y.FNsdn. – February 2013.
18. Egawa T. SDN standardization Landscape from ITU-T Study Group 13 // ITU Workshop on SDN Geneva, Switzerland. – June 2013.
19. McKeown N. OpenFlow Enabling Innovation in Campus Networks / N. McKeown, T. Anderson // SIGCOMM. – 2008. – Vol. 38. – Р. 69-74.

20. Стеклов В. К. Проектування телекомунікаційних мереж / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман. ; під ред. В. К. Стеклова – Київ : Техніка, 2002. – 792 с.
21. Стеклов В. К. Сучасні системи управління в телекомунікація / В. К. Стеклов, Б. Я. Костік, Л. Н. Беркман ; під ред. В. К. Стеклова – Київ : Техніка, 2005. – 395 с.
22. Холл Э. Приоритизация трафика в сетях IP / Э. Холл // Сети и системы связи. – 1988. – №11 (33). – С. 34-39
23. Орлов Є. В. Програмно-конфігуровані мережі (SDN): архітектура, міжнародна стандартизація / Є. В. Орлов // Наукові записки УНДІЗ. – 2014. – №4(32) – С. 85-91.
24. Семёнов Ю. А. Телекоммуникационные технологии [Электронный ресурс] / Ю. А. Семёнов // – Режим доступа: [http://citforum.ck.ua/nets/semenov/4/ /44/ip\\_441.shtml](http://citforum.ck.ua/nets/semenov/4/ /44/ip_441.shtml) (15.04.2020 р.).
25. Толубко В. Б. Багатокритеріальна оптимізація параметрів програмно- конфігурованих мереж (SDN) / В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, Л. О. Комарова, Є. В. Орлов // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №4. – С. 5- 11.
26. Стеклов В. К. Моделювання пристроїв та систем зв'язку [Навчальний посібник] / В. К. Стеклов, В. В. Мірошніков, І. А. Кожин ; під ред. В. К. Стеклова. – Київ : ДП УНДІЗ, 2000. – 74 с.
27. Чаадаев В. К. Информационные системы компаний связи / В. К. Чаадаев, И. В. Шеметова, И. В. Шибеева ; под. ред. В. К. Чаадаева. – Москва : Эко-Трендз, 2004. – 256 с.
28. Толубко В. Б. Багатокритеріальна оптимізація параметрів програмно- конфігурованих мереж (SDN) / В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, Л. О. Комарова, Є. В. Орлов // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №4. – С. 5- 11.

29. Xu Xiaofei Carrier SDN: Next-gen carrier Networking [Електронний ресурс] / Xiaofei Xu // Режим доступу: <https://www.huawei.com/en/abouthuawei/publications/communicate/hw-259729.htm> (27.03.2020 р.).

30. Шестопалов С. В. Інтелектуальна надбудова в NGN / С. В. Шестопалов, Є. В. Орлов // VI Міжнародний науково-технічний симпозиум —Нові технології в телекомунікаціях|| ДУІКТ-Карпати'2013, 21-25 січня 2013 р. Збірник тез. – К: ДУІКТ, 2013. – С.110-112.

## **ДОДАТКИ**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)  
Національна академія наук України  
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет у Кошице (Словаччина)  
Вільнюський технічний університет ім. Гедімінаса (Литва)  
Шауляйська державна колегія (Литва)  
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)  
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)  
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)  
Наукове товариство ім. Шевченка  
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

# **АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

## **Збірник**

тез доповідей

## **Том II**

**VIII Міжнародної науково-технічної  
конференції молодих учених та студентів**

27-28 листопада 2019 року



**УКРАЇНА  
ТЕРНОПІЛЬ – 2019**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 51. | <b>Р.І. Михайлишин, В.Б. Савків, С.В. Колонюк, Р.П. Цапик</b><br>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИЛ ЛОБОВОГО ОПОРУ НА СИЛУ<br>ПРИТЯГАННЯ ПРИ МАНІПУЛЮВАННЯ ГАБАРИТНИМИ ОБ'ЄКТАМИ | 67 |
| 52. | <b>А.С.Мороз, В.О.Штинь</b><br>МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГАЗОПАЛИВНИМ БЛОКОМ<br>КОТЛА  | 69 |
| 53. | <b>А.О. Новосад, П.Ю. Якобчук</b><br>ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ<br>РОЗПІЗНАВАННЯ АКСЕСУАРІВ ОДЯГУ НА ОСНОВІ KERAS                                     | 71 |
| 54. | <b>A.R. Obaidiku, O. H. Fawzy, I.V. Hoianiuk</b><br>COMPUTERIZED INFORMATION SYSTEM FOR SMALL<br>MANUFACTURING COMPANY   | 73 |
| 55. | <b>Р.С. Олешук, Д.М. Михалик</b><br>РОЗРОБКА ПЕРСОНАЛЬНОГО ФІНАНСОВОГО АСИСТЕНТА З<br>ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ   | 74 |
| 56. | <b>Б.І. Онуфрик, Ю.В. Пертак Ю.В., В.В. Карташов</b><br>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ<br>ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ                   | 75 |
| 57. | <b>О.Л. Павлишин, І.П. Федорів</b><br>АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ<br>МИЙКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ  | 76 |
| 58. | <b>В.В. Панчук, В. В. Думітрак, А.О. Дубчак</b><br>ДОСЛІДЖЕННЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ В МЕРЕЖАХ РІЗНОЇ ГЕТЕРОГЕННОЇ<br>СТРУКТУРИ ДЛЯ ОДНІЄЇ АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ                | 77 |
| 59. | <b>В.В. Панонько, Р.Я. Пташник, В.Р. Рожницький, В.В. Левницький</b><br>ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА<br>ЦУКРОВОГО СИРОПУ                       | 78 |
| 60. | <b>Н.В. Пелішек, Г.П. Химич</b><br>АНАЛІЗ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ SMART<br>СПУ   | 79 |
| 61. | <b>Л.Я. Пуляк</b><br>МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ У<br>КОМП'ЮТЕРНИХ БІОМЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ   | 80 |
| 62. | <b>М.І. Рудакевич</b><br>АНАЛІЗ УМОВ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-<br>ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ НА ПІДПРИЄМСТВАХ   | 81 |
| 63. | <b>Н.Г.Рудакевич, Н.Ю.Скрип'юк, А.Г. Микитишин</b>   | 83 |

УДК 004.72

В.В. Панчук, В. В. Думитрак, А.О. Дубчак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ В МЕРЕЖАХ РІЗНОЇ ГЕТЕРОГЕННОЇ СТРУКТУРИ ДЛЯ ОДНІЄЇ АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ

V.V. Panchuk, V. V. Dumitrak, A.O. Dubchak

### ROUTING INVESTIGATION IN THE NETWORKS OF DIFFERENT HETEROGENIC STRUCTURES FOR ONE AUTONOMOUS SYSTEM

Створення та побудова сучасних комунікаційних мереж вимагає розгляду цілого ряду питань пов'язаних з організацією каналів, управлінням потоками даних, забезпечення якості сервісів та захищеності обміну даними. Фізична інфраструктура мережі в основному залежить від технічного розвитку існуючих технологій виготовлення компонентів, в той час як налаштування маршрутизації опирається на вимоги до роботи мережі та зв'язана з теперішніми архітектурними рішеннями. При аналізі та створенні вимог до маршрутизації в мережах різної гетерогенної структури необхідно дослідити ряд факторів пов'язаних з наступними областями роботи:

- розмір та складність мережі;
- необхідність забезпечення якості сервісів;
- складність впровадження різних протоколів.

Аналізуючи першу складову можна визначити де статична маршрутизація буде мати місце, а де протоколи динамічної маршрутизації будуть використовуватись. У випадку використання протоколів динамічної маршрутизації необхідно провести аналіз підтримки версійності та сумісності їх роботи при використанні обладнання від різних виробників.

Якість сервісів в більшості сучасних мереж є необхідною для впровадження складовою, яка повинна забезпечувати належну роботу сервісів, що потребують особливих умов обслуговування. При розробці та впровадженні рішень щодо маршрутизації необхідно провести дослідження впливу затримок викликаних алгоритмами роботи динамічної маршрутизації при прийнятті рішень з побудови та зміни маршрутів.

Наступна складова визначає необхідність впровадження віртуалізації мережевих ресурсів або побудови програмно конфігурованих мереж. Даний підхід є найбільш популярним в сучасних мережах але пов'язаний з певними труднощами як розгортання так і обслуговування. Суттєво зростають вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу, що в свою чергу піднімає вартість таких проєктів.

Проведений аналіз дає змогу підсумувати, що сучасні мережі різної гетерогенної структури можуть містити вище згадані компоненти як складові однієї системи так і бути організовані модульно, коли певні частини мережі мають спрощені налаштування для здешевлення, а ключові повноцінно організовані. Програмно конфігуровані мережі дають найбільшу гнучкість управління, оскільки мають змогу реалізації різних сценаріїв в залежності не тільки від фізичної інфраструктури, а й на основі аналізу поведінки мережі при заданих параметрах та в реальному часі. Незважаючи на певні складнощі їх розгортання, переваги, що надаються такими рішеннями, уможливають здійснення сценаріїв, які при класичному підході реалізувати важко або й неможливо.

#### Література

1. Смелянский Р. В. Программно-конфигурируемые сети [Електронний ресурс] / Р. В. Смелянский // Открытые системы. – 2012. – № 9. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2012/09/13032491> (20.11.2019 р.).