

## КОНВЕРГЕНТНА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРОВАНА МЕРЕЖА

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Проведено аналіз особливостей збільшення трафіку в сучасній інфокомунікаційній системі передавання. Доведено, що ефективним методом коригування трафіку є використання нових структур, здатних вирішити проблему збільшення трафіку.*

**Ключові слова:** адитивний білий гаусовий шум, відношення сигнал / шум, телекомунікаційна система, коефіцієнт бітових помилок, квадратурна фазова маніпуляція, двійкова фазова маніпуляція, величина вектора помилки.

### Abstract

*The analysis of peculiarities of traffic increase in modern infocommunication transmission system is carried out. It is proved that an effective method of traffic adjustment is the use of new structures that can solve the problem of increasing traffic.*

**Keywords:** additive white Gaussian noise, signal-to-noise ratio, telecommunication system, bit error rate, quadrature phase manipulation, binary phase manipulation, error vector value.

### Вступ

Лавиноподібне зростання трафіку негативно позначається на наданні послуг, особливо таких, які вимагають роботи в реальному масштабі часу та в довіреному середовищі, тому розробці ефективних шляхів розвитку та вдосконалення архітектури мереж і систем телекомунікацій останнім часом стали приділяти особливу увагу. Зростання трафіку прогнозується настільки великим, що вже зараз на стадії широкого впровадження мереж 5G, Міжнародний Союз електрозв'язку розпочав розробку способів його зниження, наприклад, за рахунок впровадження систем штучного інтелекту (ШІ) та систем машинного навчання (МНС, MLS) [1].

Метою роботи є розробка та дослідження моделей інформаційно-управлінських мереж та методів їх використання, які забезпечують підвищення ефективності використання телекомунікаційних систем.

### Результати дослідження

Мобільні пристрої безперервно взаємодіють з мережевою інфраструктурою, а інформація, що отримується операторами мобільної мережі, може бути використана для різних цілей, включаючи білінг та керування ресурсами. Таке збільшення попиту на трафік перевантажує стільникові мережі, змушуючи їх працювати поблизу меж пропускної спроможності, що призводить до значної деградації послуг 3G. Оновлення до LTE або LTE-Advanced, а також розгортання додаткової інфраструктури мережі розглядається дослідниками як можливе вирішення даної проблеми.

Перехід від розгортання 2G до 3G чи 4G є глобальним явищем. Фактично, в 2021 року 65% мобільних пристроїв та з'єднань у Західній Європі, а також у Центральній та Східній Європі мають можливості 4G+. В даний час з'єднання 4G генерує майже вчетверо більше трафіку, ніж з'єднання 3G. Багато з'єднань 4G сьогодні призначені для високопродуктивних пристроїв, і вищі швидкості стимулюють використання додатків з високою пропускною здатністю. 5G з дуже високою пропускною здатністю (100 Мбіт/с) та наднизькою затримкою (1 мілісекунда), як очікується, забезпечуватимуть дуже високі обсяги трафіку та підтримку 1,5% мобільного трафіку (рис. 1) [2].

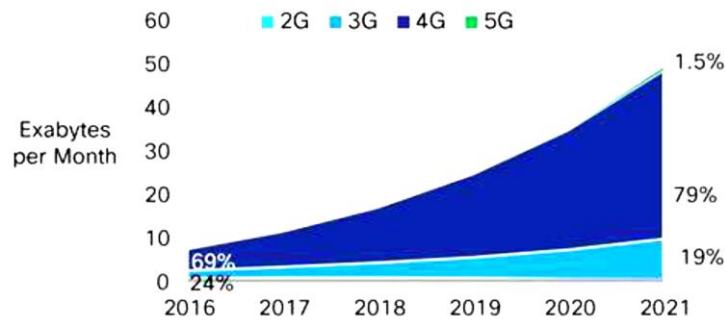


Рис. 1. Глобальний мобільний трафік для різної технології передавання даних

Однак ці рішення мають на увазі збільшення вартості (оренди, розгортання та обслуговування) без аналогічного збільшення доходів операторів зв'язку. Розуміння потреб мобільних користувачів у мобільних мережах має принципове значення при пошуку рішень для управління зростанням використання мобільних даних та для покращення якості послуг зв'язку. У переліку найбільших точок обміну трафіком у світі лідирують (див. таблиця 1) [2]:

Таблиця 1. Перелік найбільших точок обміну трафіком

Найменування точки обміну Інтернет-трафіком		Максимальна пропускна здатність, Гбіт/с	Середня пропускна здатність, Гбіт/с
DE-CIX	Deutsche Commercial Internet Exchange	6441	3803
IX.br	Brazil Internet Exchange	5650	3600
AMS-IX	Amsterdam Internet Exchange	5104	3628
LINX	London Internet Exchange	4340	3490
MSK-IX	MSK-IX	2184	1473

Однак динаміка зростання інтернет-трафіку змінюється. До джерел зростання Інтернет можна віднести користувачів, рівні трафіку і топологічну складність. IoT інновації стали основним фактором зростання частки міжмашинних з'єднань, що підтримують додатки IoT (13,7 млрд.). Ця тенденція прискорює ріст середнього числа пристроїв і підключень для кожного домогосподарства і для кожного користувача Інтернету, які будуть вносити додатковий внесок в інтернет-трафік. Слід враховувати і спрямовані деструктивні дії. Наприклад, недавні атаки DoS проводилися ботнетом, що містить сотні тисяч пристроїв IoT [3]. Розподіл інтернет-доступу в 2016/2021 г.: Wi-Fi - 52% / 53%, стільниковий зв'язок - 10% / 20%, фіксований зв'язок - 38% / 27% [3].

Щорічний глобальний IP-трафік досягає 3,3 зеттабайт (ZB) в 2021 році (або 278 екзабайт (EB) в місяць) і збільшився в 135 разів з 2005 року до 2021 рік (рис. 2).

Мережева конвергенція - це ефективне співіснування телефонної, відео- та інформаційної комунікацій в рамках єдиної мережі. Традиційно в телекомунікаційній галузі використовуються мережеві елементи з комутацією каналів; телерадіомовна індустрія використовує ширококомповне мережеве обладнання, а інтернет-індустрія використовує елементи мережі з комутацією пакетів. Мережі з комутацією пакетів були побудовані з використанням різних технологій. Наприклад, АТМ, Frame Relay і IP - це технології, які використовувалися і все ще використовуються в мережах провайдерів телекомунікаційних послуг. Використання декількох режимів зв'язку в одній мережі забезпечує зручність і гнучкість, які неможливі з окремими інфраструктурами. Мережева конвергенція стає все більш важливою для зниження витрат і спрощення управління. Існує два аспекти конвергенції мережі. По-перше, конвергенція трафіку з різних додатків, таких як сховище даних, VoIP, VoD в одну мережу. По-друге, конвергенція трафіку від різних власників / користувачів в багатокористувацькому середовищі, наприклад, як Amazon EC2 [4].

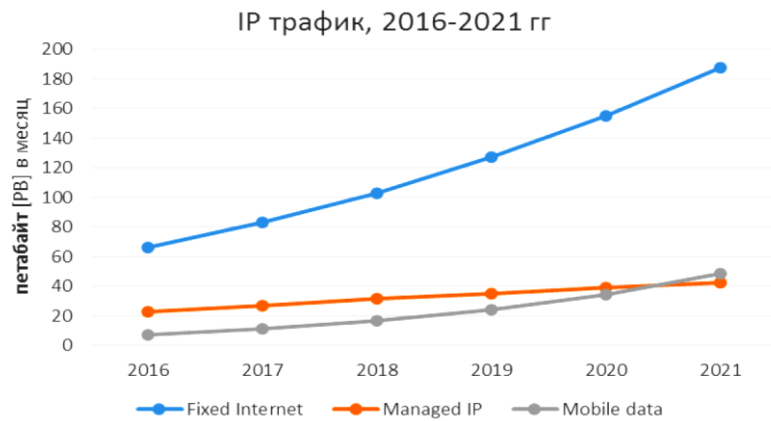


Рис. 2. Аналіз зміни IP трафіку

Оскільки всі програми і служби використовують переваги єдиної мережі, то попит на пропускну здатність є значним. У міру того, як додатки стають більш складними, і користувачі обмінюються все більшою кількістю контенту і даних, конвергентні мережеві ресурси можуть стати перевантаженими. Ще одна проблема - необхідність стандартів, що забезпечують безперебійну роботу з декількома платформами кінцевих користувачів і режимами зв'язку. Нові технології іноді приносять нові типи трафіку, які пред'являють раніше невідомі вимоги до мережевого обладнання, операційним системам, ресурсів і програмного забезпечення.

Технологічна конвергенція дозволяє ефективно взаємодіяти різним технологіям і охоплює дві взаємозалежні області: інфраструктуру, необхідну для транспортування цифрового контенту і простоту використання, з якою користувач може отримати доступ до одного і того ж контенту на різних пристроях. Конвергентні технології стимулювали створення додатків для обміну контентом в соціальних мережах через онлайн-платформи. Центри обробки даних все частіше розглядають конвергентну інфраструктуру (CI) або гіперконвергентну інфраструктуру (HCI). В CI компанії можуть купувати пам'ять, обчислювальні, мережеві і серверні ресурси, заздалегідь сконфігуровані для роботи в дата-центрі. У конвергентній інфраструктурі кожен компонент є дискретним і може використовуватися окремо. HCI упаковує всі компоненти в одне ціле, а управління ними відбувається через загальну консоль адміністрування. Конвергенція процесів дозволяє провайдерам послуг працювати з обладнанням різних виробників і різними технологіями з тим, щоб пропонувати економічно ефективні послуги.

При оцифрування контенту відмінність між аудіо, відео, зображеннями та текстом стирається, так як всі оброблювані дані передаються по загальній IP-мережі, а не з використанням спеціалізованих мереж для передачі голосу, відео і даних. Мережі зв'язку грають важливу роль в нашому повсякденному житті, тому що вони дозволяють обмінюватися інформацією між гетерогенними вузлами по всьому світу. Поява декількох мережевих архітектур і нових технологій призвело до появи нових додатків і сервісів в гетерогенній мережі.

Для підтримання роботоздатності інфокомунікаційних мереж, необхідно завчасно враховувати і розуміти потенційні зміни вимог, технологічних рішень і архітектурних варіантів. Забезпечення на належному рівні якості обслуговування (QoS) і якості сприйняття (QoE) в сучасному інфокомунікаційному середовищі є складною проблемою і вимагає осмислення і вирішення безлічі завдань. Основною вимогою, що пред'являються до мережі, є очікуваний трафік. Він рідко буває постійним у часі або рівномірним по простору. Трафік є однією з багатьох взаємозалежних змінних мережі (поряд з обмеженнями ресурсів, особливостями додатків і поведінки користувачів, стратегій ціноутворення, мережевими елементами і мережевими архітектурами та ін.) і є результатом складних взаємодій між ними.

Мережеві структури і трафік, присутній в них, взаємопов'язані і взаємозалежні. Вимоги приросту трафіку стимулюють розвиток і зростання мереж для підтримки їх нормального і ефективного функціонування. Одночасно зміна структури мережі призводить до перерозподілу трафіку.

Обсяг трафіку в мережах зв'язку буде рости, тому що це об'єктивний процес, пов'язаний з еволюцією інфокомунікаційних мереж. Тому ключова мотивація дослідження полягає в тому, щоб

ідентифікувати механізми пошуку або побудови ефективних структур, що забезпечують найбільш раціональний шлях обслуговування трафіку в мережі зв'язку.

## Висновки

В якості перспективних стратегій і методів вирішення проблеми збільшення обсягів очікуваного трафіку пропонуються: сегментація мережі (Network Slicing), віртуалізація мережевих функцій (NFV), програмно-конфігуровані мережі (SDN, SDMN), інформаційно-орієнтовані мережі (ICN).

Завдяки технологічній трансформації зростає феномен взаємопроникнення і взаємодії таких мереж, як телекомунікаційна мережа, комп'ютерна мережа Інтернет і мережа телерадіомовлення.

Пропоновані сьогодні технологічні рішення (ICN, SDN, NFV, Network Slicing, SDMN, Orchestration, IntServ, DiffServ, MPLS) мають яскраво виражену тенденцію самоорганізації в сторону інформаційно-керованої мережі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Технология и протоколы MPLS/ СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 304 с.: ил.
2. Управление ИТ-сервисами и контентом. Учебное пособие / Е.В. Саломатина, В.К. Сарьян. Тирасполь: РИО ПГУ, 2015. – 92 с.
3. Степанов С.Н. Теория телеграфика: концепции, модели, приложения// М: Горячая линия – Телеком, 2015. – 868 с.
4. Телекоммуникационные системы и сети: в 3 т. Т. 2: Радиосвязь, радиовещание, телевидение: Учебное пособие / Г.П. Катуні, Г.В. Мамчев, В.И. Носов, В.П. Шувалов; под ред. В. П. Шувалова. – - М.: Горячая линия -Телеком, 2017. - 564 с.

**Варгатюк Ганна Леонідівна** — аспірант групи АС-20, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [annaantonuik@gmail.com](mailto:annaantonuik@gmail.com)

**Нікітович Діана Вікторівна** — аспірант, спеціальності 172-Телекомунікації та радіотехніка, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [diananikitovych@gmail.com](mailto:diananikitovych@gmail.com)

**Рубановський Владислав Анатолійович** — студент групи ТКС – 20 м, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Васильківський Микола Володимирович** — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, заступник декана факультету ІРЕН, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [mvasylkivskyi@gmail.com](mailto:mvasylkivskyi@gmail.com)

**Vargatyuk Hanna L.** - Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [annaantonuik@gmail.com](mailto:annaantonuik@gmail.com)

**Nikitovich Diana V.** - graduate student, majoring in 172-telecommunications and radio engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [diananikitovych@gmail.com](mailto:diananikitovych@gmail.com)

**Rubanovsky Vladislav A.** - student of TKS group - 20 m, Vinnytsia National Technical University

Supervisor: **Vasykivskyi Mykola V.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [mvasylkivskyi@gmail.com](mailto:mvasylkivskyi@gmail.com)