

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут телекомунікаційних систем

Кафедра Телекомунікаційних систем

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Л.О. Уривський

«__» _____ 20__ р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

**з напрямку підготовки 6.050903 Телекомунікації
(172 Телекомунікації та радіотехніка)**

**на тему: ««Аналіз сучасного стану передачі мультимедійного трафіку в
мережах наступного покоління»»**

Виконав (-ла):

студент ІV курсу, групи ТС-41

Пісарев Я.Р.

Керівник:

Доцент кафедри ТС, к.т.н., доцент

Максимов В.В.

Рецензент:

Доцент кафедри ТК, к.т.н., с.н.с.

Тріска Н.Р.

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Телекомунікаційних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки – 6.050903 «Телекомунікації» (172 Телекомунікації та радіотехніка)

Програма професійного спрямування – «Телекомунікаційні системи та мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Л.О. Уривський

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту
Пісареву Ярославу Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Аналіз сучасного стану передачі мультимедійного трафіку в мережах наступного покоління», керівник роботи Максимов Володимир Васильович, доцент кафедри ТС, к.т.н., доцент _____,

затверджені наказом по університету від «04» 06 2019 р. №1483-с

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: Мережі NGN, мережі IMS

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

а) основна частина:

1) ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ О ЦИФРОВИХ МЕРЕЖАХ NGN

2) ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ТРАФІК;

- 3) СУЧАСНИЙ СТАН МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ;
- 4) IMS (IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM);
- 5) ВИСНОВКИ

5. Перелік ілюстративного матеріалу: (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): 1) Тема та мета дипломної роботи; 2) Ключові складові мультимедійного трафіку; 3) Приклад мережі NGN; 4) IP-телефонія в мережі NGN; 5) Концепція IMS; 6) Висновки.

Календарний план

з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пр имітка
.	Аналіз отриманого завдання		
.	Постановка мети дипломної роботи та розробка попереднього змісту		
.	Формування вступної частини пояснювальної записки		
.	Формування основних відомостей про мережі NGN та мультисервісний трафік		
.	Формування відомостей про сучасний стан мультимедійного трафіку		
.	Формування відомостей про сучасний стан мережі інтернет		
.	Формування основних відомостей про IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM		
.	Формування основних відомостей про мобільні мережі у рамках концепції NGN		
.	Оформлення дипломного проекту.		

Студент

(підпис)

Пісарев Я.Р.

Керівник роботи

(підпис)

Максимов В.В.

РЕФЕРАТ

Текстова частина роботи містить 64 сторінки, 17 рисунків.

Мета даної роботи полягає в аналізі сучасного стану передачі мультимедійного трафіку в мережах наступного покоління, огляді технологій, які використовувалися при створенні концепції, які використовують зараз та огляд концепцій, які мають замінити собою мережі наступного покоління.

В даній роботі розглядаються варіанти підключення абонентів до всесвітньої мережі інтернет, основні відомості про мультимедійний трафік та аналіз їх сучасного стану. Також розглядається в загальному виді концепція IMS, що має усі переваги NGN, але є більш сучасною та зручною для абонентів.

ABSTRACT

In this proceeding we consider options for connecting subscribers to the World Wide Web, basic information about multimedia traffic and analysis of their current state. The general concept of IMS, which has all the benefits of NGN, is also considered in general terms, but is more modern and convenient for subscribers.

The purpose of this work is to analyze the current state of transfer of multimedia traffic in next-generation networks, the review of the technologies used to create the concepts that are used now and the overview of concepts to be replaced by the next-generation network.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ О ЦИФРОВИХ МЕРЕЖАХ NGN	12
1.1 Висновки до розділу.	13
2. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ТРАФІК	14
2.1 Висновки до розділу	15
3. СУЧАСНИЙ СТАН МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ	17
3.1. Варіанти підключення абонентів.	18
3.1.2. Роп підключення.....	19
3.1.3. Вита пара.	20
3.2. Сучасний стан мережі інтернет.....	21
3.2.1. Вичерпання ipv4 адрес.....	23
3.2.2. Протоколи tcp/udp	26
3.2.3. Http	31
3.2.4. Ftp.....	32
3.3. Сучасний стан iptv	33
3.4. Ір телефонія та використання протоколів h.323, sip и mgcp в мережах ngn 34	
3.4.1. Протокол ініціювання сеансів – session initiation protocol (sip).....	37
3.4.2. Сімейство H.323.....	38
3.4.3. Протокол управління шлюзами MGCP	39
3.4.4. Затримки в IP-телефонії.....	40
3.4.5. Багатоадресна розсилка	42
3.5. Висновки до розділу	43
4. IMS (IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM).....	44

					<i>НТУУ1106-с.03.ТС-41.2019.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Аналіз сучасного стану передачі мультимедійного трафіку в мережах наступного покоління</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		<i>Пісарев Я.Р.</i>						
Перевір.		<i>Максимов В.В.</i>					7	2
Реценз.		<i>Тріска Н.Р.</i>				ІТС 7		
Н. Контр.		<i>Новіков В.І.</i>						
Затверд.		<i>Уривський Л.О.</i>						

4.1. Висновки по розділу.....	47
5. СУЧАСНИЙ СТАН МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ У МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ.....	49
5.1 Цілі LTE/SAE.....	50
5.2 Особливості радіоінтерфейсу	52
5.3 Вузол управління мобільністю MME.....	53
5.4 Обслуговуючий шлюз S-GW	53
5.5 Шлюз пакетної мережі передачі P-GW.....	54
5.6 Інші мережеві елементи lte.....	55
5.7 Мережі з самоорганізацією SON	56
5.8 Висновки до розділу	61
6. ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	64

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

NGN	Next generation networks	Мережі наступного покоління
IP	Internet Protocol	Інтернет протокол
ТфЗК		Телефонія загального використання
SIP	Session Initiation Protocol	Протокол ініціювання сесії
ATC		Автоматична телефонна станція
PON	Passive optical network	Пасивна оптична лінія
ONU	Optical Network Unit	Одиниця оптичної мережі
NAT	Network Address Translation	Перетворення мережних адрес
TCP	Transmission Control Protocol	Протокол керування передачею
UDP	User Datagram Protocol	Протокол датаграм користувача
IGMP	Internet Group Management Protocol	Протокол керування групами Інтернету
MGCP	Media Gateway Control Protocol	Протокол для управління шлюзами
IMS	IP Multimedia Subsystem	Специфікація передачі мультимедіа в електрозв'язку на основі протоколу IP
LTE	Long-Term Evolution	Довгостроковий розвиток
MME	MultiMedia Extensions	Мультимедійні розширення
S-GW	System Architecture Evolution	Еволюція системної архітектури
SON	Self-organizing network	Мережі, що самоорганізуються
ISDN	Integrated Services Digital Network	Цифрова мережа з інтеграцією служб
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	Асиметрична цифрова абонентська лінія
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	Простий протокол передачі пошти

NNTP	Network News Transfer Protocol) Мережевий протокол, що застосовується для обміну повідомленнями в групах новин
FTP	File Transfer Protocol	Протокол передачі файлів в мережі
HTTP	HyperText Transfer Protocol	Протокол передачі гіпертекста
USSD	Unstructured Supplementary Service Data	Неструктуровані дані додаткової служби
MSISDN	Mobile Station ISDN Number	Міжнародний номер рухомої ISDN-станції
3GPP	3rd Generation Partnership Project	Консорціум, що розробляє специфікації для мобільної телефонії
NAS	Network Attached Storage	Мережеве сховище

ВСТУП

Мережа NGN - універсальна мережа, що підтримує як абонентів, що використовують NGN термінали, так і абонентів традиційних мереж зв'язку.

В основу концепції NGN закладена ідея про створення універсальної мережі, яка б дозволяла переносити будь-які види інформації, такі як: мова, відео, аудіо, графіку і т.д., а також забезпечувати можливість надання необмеженого спектра інфокомунікаційних послуг.

Основна відмінність мереж наступного покоління від традиційних мереж в тому, що вся інформація, що циркулює в мережі, розбита на дві складові: сигнальна інформація, що забезпечує комутацію абонентів і надання послуг; і безпосередньо призначені для користувача дані, що містять корисну навантаження, призначену абоненту (голос, відео, дані). Шляхи проходження сигнальних повідомлень і призначеної для користувача навантаження можуть не збігатися.

1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ О ЦИФРОВИХ МЕРЕЖАХ NGN

Спочатку для передачі різних типів інформації будувалися окремі мережі зв'язку: телефонна мережа, телеграфна мережа, мережі передачі даних. У другій половині XX століття з'явилася ідея об'єднати всі відомчі мережі зв'язку в одну. Таким чином була створена концепція мереж ISDN. Об'єднуючою мережею ISDN-мережі є телефонна мережа загального користування.

В кінці XX століття через різних причин (дорожнеча ISDN-обладнання, бурхливий розвиток IP-мереж, поява нових додатків і послуг) ідея формування глобальної мережі ISDN зазнала невдачі. На зміну концепції мереж ISDN, прийшла концепція мереж наступного покоління - NGN. На відміну від мережі ISDN, мережу NGN спирається на мережу передачі даних на базі протоколу IP.

Згідно найпростішого визначенням, мережа NGN - це відкрита, стандартна пакетна інфраструктура, яка здатна ефективно підтримувати всю гаму існуючих додатків і послуг, забезпечуючи необхідну масштабованість і гнучкість, дозволяючи реагувати на нові вимоги по функціональності і пропускної здатності.

Мережі наступного покоління (мережі NGN) - це мультисервісні мережі зв'язку, які засновані на IP мережах і в які частково або повністю інтегровані послуги передачі мови, даних і мультимедіа.

Мультисервісна мережа - така мережа з пакетною передачею даних, яка спільно передає і цифрові, і голосові, і відео дані. Основною причиною створення таких мереж, стало розширення функціональних можливостей експлуатованого мережевого обладнання, надання різних видів послуг і сервісів по єдиній інфраструктурі передачі даних.

Основним трафіком в мережах NGN є трафік даних. Його головна відмітна риса - те, що передача може починатися в випадкові моменти часу, тривати також невизначений час, так само раптово завершуватися. Тому основна вимога до мережі - забезпечення безперебійної та своєчасної передачі інформації в повному обсязі при найбільшому навантаженню.

Загальні принципи формування послуг мультисервісної мережі наступного покоління (NGN):

1. AnyPoP - послуга не залежить від точки доступу користувача до неї;
2. AnyISP - послуга не залежить від конкретного сервіс-провайдера;
3. AnySwitch - послуга не залежить від конкретної АТС;
4. AnyVendor - послуга не залежить від конкретного виробника устаткування;
5. AnyBilling - послуга повинна інтегруватися в існуючі білінгові і адміністративні концепції Оператора;
6. Standards - послуга повинна використовувати стандартизовані інтерфейси;
7. Safety - захист послуг від спроб вторгнення через Інтернет і / або ССОП;
8. Openness - послуга повинна бути відкритою для нових провайдерів.

1.1 Висновки до розділу 1

Отже ми визначили що таке мережі наступного покоління, та те, що вони повинні забезпечувати доступ до будь-яких сервісів (аудіо, відео або дані) з будь-яких мереж та з будь яких пристроїв у всьому світі. Цей доступ також має бути захищеним, щоб важливу особисту інформацію не перехопили зловмисники. У наступному розділі розглянемо основні відомості про мультимедійний трафік.

2. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ТРАФІК

Мультимедіа (англ. Multimedia) - контент, або зміст, який одночасно передається в різних формах: звук, анімована комп'ютерна графіка, відеоряд.

Слово «трафік» в перекладі з англійської мови означає транспорт, рух.

Мультимедійний трафік - це трафік реального часу. Слід враховувати, що мультимедійний трафік дуже вимогливий до затримок. Так, наприклад, за рекомендацією ІТУ затримки голосового трафіку не повинні перевищувати 150 мсек. Однак, на відміну від комп'ютерного трафіку, втрата або спотворення невеликої частини мультимедійних даних не робить серйозного впливу на якість переданої користувачеві інформації. Приймач мультимедійного трафіку здатний в деякій мірі спрогнозувати значення втрачених даних. Ще одна особливість такого трафіку, особливо відео - постійне навантаження на канал протягом тривалого часу.

З огляду на вищевикладене, можна зробити висновок, що мультисервісні мережі повинні забезпечити задоволення суперечливих вимог для різного виду трафіку. В першу чергу, мультимедійні мережі повинні для кожного виду трафіку забезпечити граничну швидкість передачі.

Друге завдання - забезпечення мінімальної допустимої затримки для мультимедійного трафіку. Це завдання вирішується за рахунок фрагментації пакетів даних.

Залежно від характеру послуг, що надаються виділяються дві ключові категорії мультимедійного трафіку:

1) трафік реального часу, що дає доступ користувачеві до різних сервісів і послуг в режимі реального часу;

2) трафік стандартних даних, який виходить завдяки наданню послуг, доступних в сучасних інформаційних мережах, наприклад, електронна пошта, передача аудіо- і відеофайлів, завантаження файлових даних, доступ до баз даних та інші.

Як приклади сервісів, що створюють трафік реального часу (в режимі реального часу), можна подати такі:

- IP-телефонія. Сервіс здійснює передачу голосового даних (мови) між декількома абонентами в мережі, в якій, використовується протокол IP (Internet Protocol). Для організації послуги «IP-телефонія» можуть використовуватися мережі різних масштабів - від локальної мережі, до всесвітньої мережі Інтернет.
- Високоякісний звук. Тут мається на увазі такий сервіс, який дозволить здійснити передачу і онлайн-мовлення високоякісного звуку, наприклад, музики, виступів і т.д.
- Відеотелефонія. Даний сервіс дозволяє здійснити передачу мови спільно з зображенням щодо невисокої якості між двома абонентами.
- Відеоконференція. Даний сервіс здійснює передачу голосового, а також відеотрафіка між трьома і більше абонентами, причому звук і відео передаються по мережі незалежно один від одного (за різними транспортним сполученням), а їх синхронізація на прийомі контролюється спеціальним протоколом транспортного рівня.
- Дистанційне медичне обслуговування. Даний сервіс дозволяє проводити дистанційне медичне обстеження, діагностику, а також консультації хворих.
- Відеомоніторинг. Даний сервіс необхідний для реалізації відеоспостереження, реалізації різних охоронних систем, для реагування на різні позаштатні ситуації.
- Мовлення радіо і телевізійних програм. Даний сервіс дозволяє здійснити трансляції різних радіо- і відеотрансляцій.
- Цифрове телебачення. Даний сервіс здійснює трансляцію цифрового телебачення високої якості за запитом користувача.

2.1 Висновки до розділу

Як можна було побачити в розділі 2 на сьогоднішній день мультимедійний трафік є невід'ємною частиною нашого життя та активно використовується у дуже багатьох галузях людської діяльності. Також було зазначено, що мультимедійний трафік дуже чутливий до швидкості передачі

даних, що накладає вимоги у вигляді малої затримки передачі даних, які необхідні для комфортного використання абонентом тих сервісів, які розглянуті в розділі 2.

3. СУЧАСНИЙ СТАН МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ

В наші дні мультимедійний трафік, доступний користувачам, можна розділити на 3 ключові складові:

- Доступ до мережі Інтернет;
- IP-телебачення;
- IP-телефонія.



Рисунок 3.1 Приклад локальної мережі

Приклад послуг, які надає компанія VEGA-телеком:

Отже, ми визначилися з тим, що сучасні провайтери можуть надати весь спектр послуг, передбачених концепцією NGN. Ключовим пристроєм в цій схемі є маршрутизатор абонента (роутер). Давайте розглянемо найпоширеніші варіанти їх підключення до обладнання провайдера.

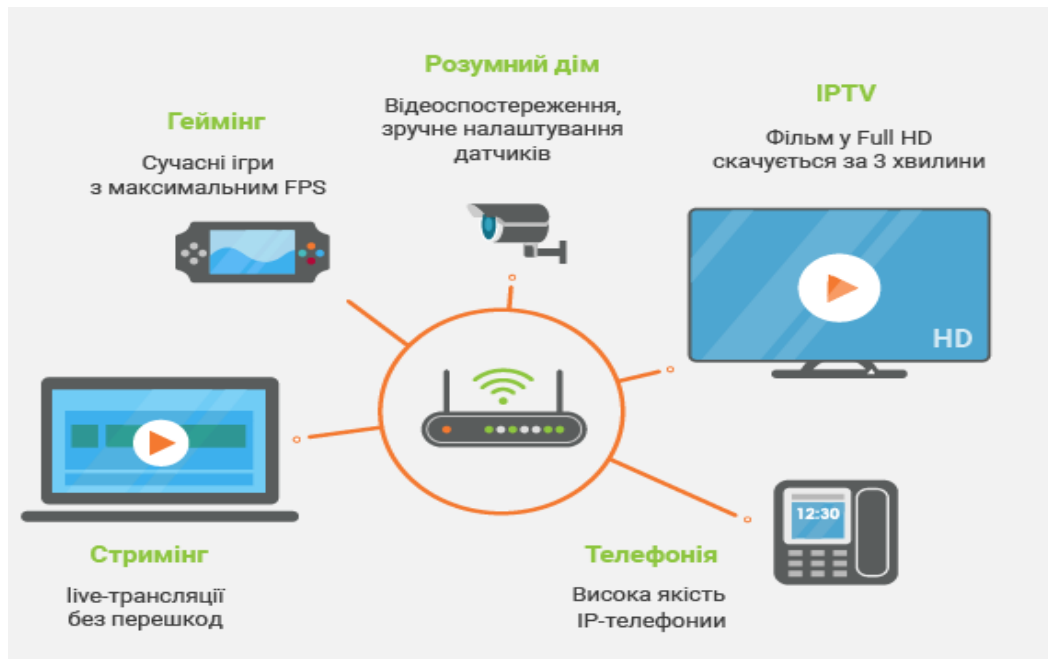


Рисунок 3.2 Приклад послуг від провайдера

3.1. Варіанти підключення абонентів.

3.1.1. ADSL

(A)DSL (Digital Subscriber Line) є найбільш застарілим на даний момент варіантом підключення.

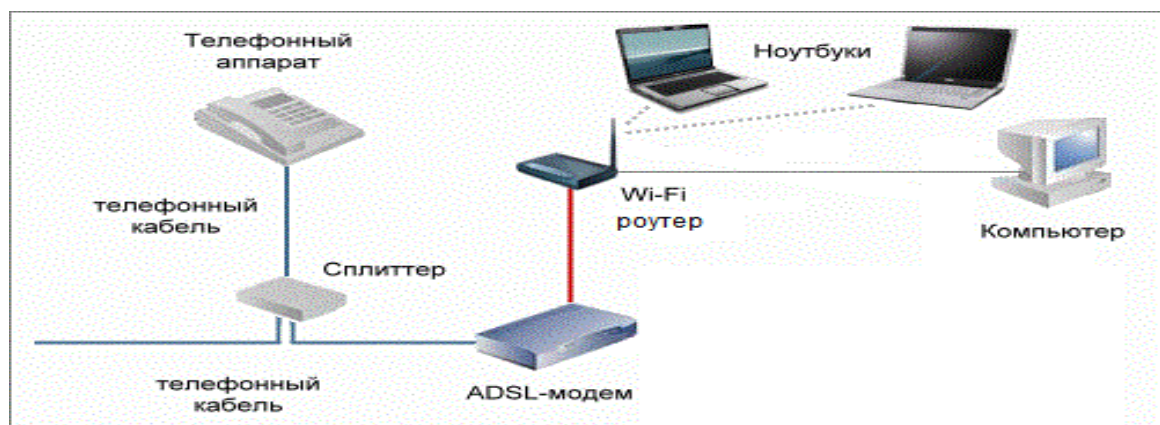


Рисунок 3.1.1 Типова схема підключення абонента через ADSL

ADSL була розроблена для високошвидкісного доступу до мережі Інтернет. ADSL належить до класу широкосмугових (broadband) технологій. Вона надає швидкість передачі даних в напрямку абонента — до 24 Мбіт/сек.,

від абонента — до 3.5 Мбіт/сек. Такої швидкості в 2018 році досить для роботи з Web-сайтами та переглядом відео, але для передачі великих файлів та документів цього вже не достатньо, повноцінно використовувати інтерактивні засоби також може бути незручно.

Головною відмінністю при використанні ADSL є можливість одночасно працювати в Інтернет і розмовляти телефоном. Телефон залишається вільним.

Дуже зручно коли немає можливості завести новий кабель в дом.

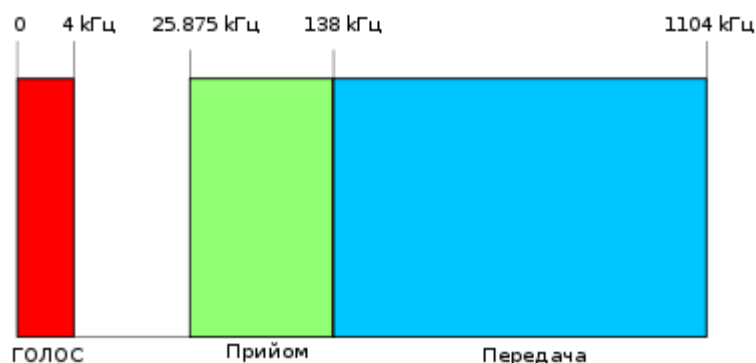


Рисунок 3.1.2 Частотне рознесення даних для ADSL

3.1.2. PON підключення

Основна ідея архітектури PON (passive optical network) — використання лише одного модуля в OLT (optical line terminal) для передачі інформації безлічі абонентських пристроїв ONT (optical network terminal в термінології ІТU-Т), які називаються ONU (optical network unit в термінології ІЕЕЕ) і прийому інформації від них. ONU — пристрій, що перетворює середовище передачі даних з оптично волоконного кабелю до витой пари. Використовується в технології пасивної оптичної мережі PON. На відміну від медіаконвертора ONU підключається до PON «голови» або OLT, а медіаконвертор підключається в парі, для двонаправленої передачі даних. Число абонентських вузлів, підключених до одного модуля OLT, може бути настільки великим, наскільки дозволяє бюджет потужності і максимальна швидкість апаратури. Для передачі потоку інформації від OLT до ONT — прямого (низхідного) потоку, як правило,

використовується довжина хвилі 1490 нм. Навпаки, потоки даних від різних абонентських вузлів у центральний вузол спільно утворюють зворотний (висхідний) потік, передаються на довжині хвилі 1310 нм. В OLT та ONT вбудовані мультиплексори WDM розділяють вихідні й вхідні потоки[4]. Дуже розповсюджено, коли абонент знаходиться далеко від обладнання провайдера.

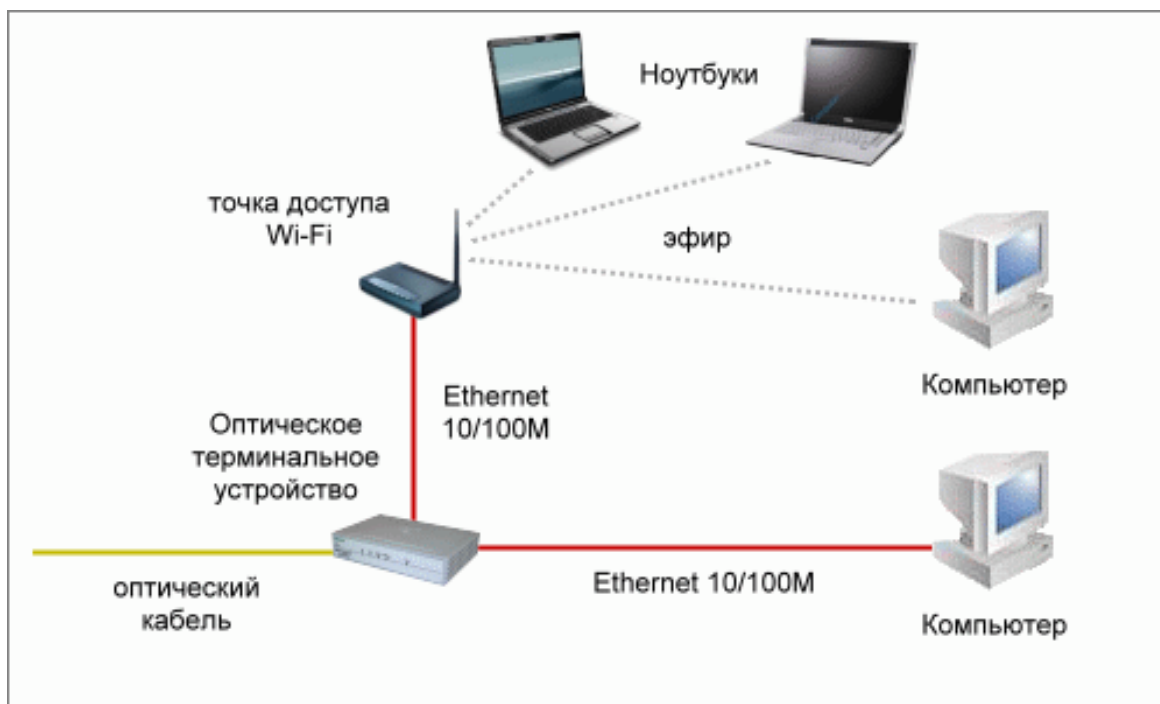


Рисунок 3.1.2 Підключення через оптичну лінію

3.1.3. Витя пара.

Найбільш розповсюджена категорія 5(e). 4-парний кабель, це і є те, що зазвичай називають кабель «вита пара». Використовується для прокладання локальних мереж 10BASE-T, 100BASE-TX і 1000BASE-T, максимальна швидкість передачі даних при використанні 4 жил до 100 Мбіт/с і до 1000 Мбіт/с при використанні 8 жил. Смуга частот 100 МГц.

Переваги кабелю категорії 5e в нижчій собівартості і меншій товщині.



Рисунок. 3.1.3.1 Приклад кабелю

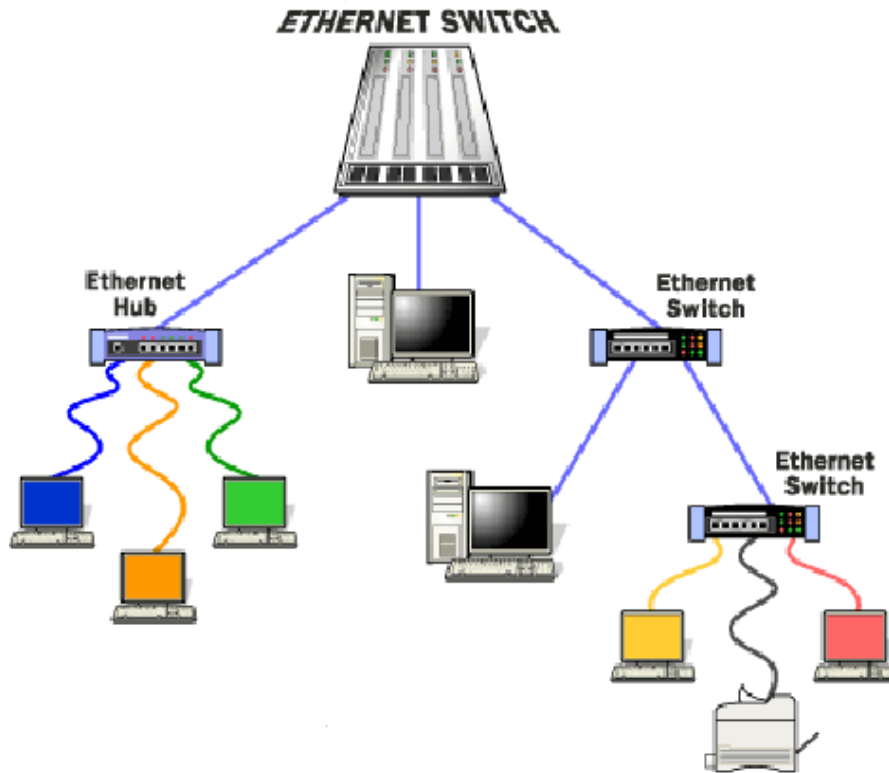


Рисунок. 3.1.3 Підключення через виту пару

Перевагою цього методу є той факт, що кінцеві пристрої абонента можна включити безпосередньо до світча, без будь-яких коверторів.

Є найбільш розповсюдженим варіантом підключення абонентів.

3.2. Сучасний стан мережі інтернет.

Виходячи в мережу Інтернет, ми використовуємо послуги Інтернет-провайдера. Провайдер підключає абонентів до своєї мережі. Так вони стають

частиною мережі даного провайдера, одночасно з цим вони є частиною всіх об'єднаних мереж, які і складають Інтернет.

У кожного абонента є договір з певним провайдером про підключення його до мережі. Провайдери між собою так само мають угоду про з'єднання своїх мереж. Це дозволяє обмінюватися інформацією всім пристроям, під'єданим до цих мереж.

Найчастіше ви можете підключитися до іншої мережі через так зване високошвидкісне з'єднання, яке працює через кабель, супутникову антену, або спеціальну телефонну лінію. Тобто, фактично - Інтернет є сукупністю мереж.

Основною метою мережі Інтернет є зв'язок. Як зв'язати два комп'ютери, які знаходяться на різних кінцях планети? Необхідно, щоб у кожного комп'ютера був якийсь свій унікальний ідентифікатор, щоб його можна було безпомилково знайти в Інтернеті. Якщо врахувати, що з кожним роком кінцевих пристроїв в мережі Інтернет стає все більше і більше, то система ідентифікаторів повинна бути дуже багатозначною.

Виходячи із цих вимог була спочатку була прийнята система IP-адрес 4й версії, в якій кожна адреса складається з чотирьох чисел між якими ставиться крапка. Кожне число належить діапазону 0-255. Наприклад, 192.168.10.115

При цьому простір адрес має чітке розмежування. Це зроблено для того, щоб комп'ютери могли себе впізнати як в рамках локальної мережі, так і в глобальному масштабі.

На даний момент найбільш розповсюджена версія передачі даних в мережі інтернет – за допомогою стеку протоколів TCP/IP. Трохи детальніше:

Стек протоколів TCP/IP — набір протоколів взаємодії в мережі Інтернет. Назва походить від основоположних протоколів глобальної мережі Інтернет — IP (англ. Internet Protocol) і TCP (англ. Transmission Control Protocol — «протокол керування передачею»).

TCP/IP зародився в результаті досліджень, профінансованих Управлінням перспективних науково-дослідних розробок (Advanced Research Project Agency, ARPA) уряду США в 1970-х роках. Цей протокол був розроблений для того,

щоб обчислювальні мережі дослідницьких центрів в усьому світі могли бути об'єднані у формі віртуальної «мережі мереж» (internetwork). Первісна мережа Інтернет була створена в результаті перетворення наявного конгломерату обчислювальних мереж, що носили назву ARPAnet, за допомогою TCP/IP. Терміни, що використовуються для позначення блоку переданих даних, різні при використанні різних протоколів транспортного рівня: TCP і UDP. На прикладному рівні це потік (TCP) і повідомлення (UDP); на транспортному — сегмент і пакет. Як і в моделі OSI, дані більш верхніх рівнів інкапсулюються в блоки даних більше нижніх рівнів, наприклад, сегмент (TCP) або пакет (UDP) зі своїми даними і службовими заголовками інкапсулюється всередині поля «Дані» дейтаграми [1].

3.2.1. Вичерпання ipv4 адрес

Вичерпання IPv4- адрес - використання заздалегідь зарезервованих адрес протоколу IPv4. Всесвітній адресний простір глобально управляється американською некомерційною організацією IANA, а також п'ятьма регіональними інтернет-реєстраторами, відповідальними за призначення IP-адрес кінцевим користувачам на певних територіях, і локальними інтернет-реєстраторами, такими як інтернет-провайдери [2].

Оцінки повного вичерпання IPv4 адрес різнилися у 2000-их, були різні прогнози. Так у 2003 році директор APNIC Пол Уілсон заявляв, що, виходячи з темпів розростання мережі Інтернет, вільного адресного простору вистачить на одне—два десятиліття. У вересні 2005 року компанія Cisco Systems зазначила, що пулу доступних адрес вистачить на 4—5 років. У вересні 2010, виходячи з даних IANA, весь пул адрес IPv4 буде виділений реєстратурам (RIR) до середини 2011 року, в листопаді ця дата була перенесена на березень 2011. 3 лютого 2011 року IANA виділила останні п'ять блоків IP-адрес /8 (IPv4) [2].

Фактори вичерпання адресів 4ї версії:

- Мобільні кінцеві термінали. Як ми можемо бачити, протокол 4й версії в останні роки є стандартом адресації в мережі. Так само з появою можливості мати повноцінний вихід в Інтернет з мобільних терміналів (мобільних телефонів) почали видаватися IP адреси і їм (телефонами). На пристроях, що підтримують стандарт зв'язку 4G потрібне використання адресації IPv6.
- Розширення мережі Інтернет. У розвинених країнах мільйони людей користуються інтернетом. У 1990 році доступ до мережі Інтернет мало тільки незначна кількість людей. Вже до 2016 року кількість користувачів зросла до 3,2 млрд чоловік, а за прогнозами фахівців до 2020 року кількість користувачів буде більше 4 млрд. Дуже високими темпами зростає кількість нових підключень в густо населених країнах, таких як Китай або Індія.
- Нераціональне розподілення адрес. У 80-х роках минулого століття багатьом великим організаціям було віддано величезна кількість адрес, яке зараз, за фактом, не використовується. Наприклад, великим компаніям або університетам були видані адреси класу А, кожен з яких містить 16 мільйонів IPv4-адрес, у той час, як адреси з блоку В, в якому 65 536 адрес, був недостатнім для прогнозованого на той момент кількості використовуваних адрес.
Технології, які зменшують швидкість вичерпання адресів IPv4.
- Технологія NAT (Network address translation) дозволяє використовувати декількох пристроїв один білий IP-адреса. Знаходяться за NAT-сервером комп'ютери можуть обмінюватися даними один з одним, використовуючи внутрішньомережеві IP-адреси, але якщо ви поза цією мережі, то с такими пристроями буде встановити з'єднання без спеціальної настройки неможливо.
- Віртуальний хостинг сервісів і сайтів з доступом по доменному імені. Кілька сайтів, з відмінними один від одного доменними іменами, мають загальний IP-адреса, сервер розрізняє їх по домену.
- Перерозподіл адресного простору. У перші роки існування Інтернету використовувалася неефективна система класової адресації. Великі блоки IP-адрес, розподілені в ті часи, повертаються в оборот[3].

А тепер слід згадати IPv6, яка прийшла на заміну IPv4.

IPv6 (англ. Internet Protocol version 6) — нова версія IP-протоколу — IP версії 6. Розробку протоколу IPv6 почали в 1992 році, а з 2003 р. його підтримує більшість телекомунікаційного обладнання корпоративного рівня. IPv6 – було розроблено з урахуванням того, що глобальна мережа постійно і дуже великими темпами зростає.

Найбільшу різницю між протоколами 4ї та 6ї версій можна побачити в кількості байтів, що виділяються для кожної з них:

На IPv4 - 4 байти (32 біти), що є стандартною на сьогодні чотириблоковою адресою IP, а в протоколі IPv6 виділяється для адреси 16 байтів (128 бітів). Максимально може бути більше 3 трильйонів адрес, яких має вистачити ще на багато років вперед.

Порівняння IPv6 та IPv4:

Завдяки такій кількості адрес – протокол NAT більше не потрібен, оскільки на кожну людину припадає близько $3 \cdot 10^8$ унікальних адрес, а сьогодні менш, ніж кожен другий користується інтернетом.

У IPv6 хост визначається за чіткою ієрархією. Кожна частина адреси має свою функцію. Молодша частина адреси (64 біти) використовується як унікальний ідентифікатор користувача, наступна частина визначає підмережу всередині оператора зв'язку, далі йде ідентифікатор самого оператора. Такий підхід значно спрощує маршрутизацію[2].

З IPv6 вилучено кілька функцій, що ускладнюють роботу маршрутизаторів:

Маршрутизатори тепер не розбивають пакет на частини (розбиття пакета стає можливим тільки на стороні передавача). Для покращення роботи протоколів, що потребують низького рівня втрати пакетів, мінімальний MTU збільшено до 1280 байт. Інформацію про фрагментацію пакетів перенесено з основного заголовка в розширені;

Зникла контрольна сума. Тепер вона не є необхідною, оскільки каналні (Ethernet) та транспортні (TCP) протоколи незалежно перевіряють коректність

пакета, контрольна сума на рівні IP вважається зайвою. Крім того, кожен маршрутизатор зменшує hop limit на одиницю, що призводить до потреби у перерахуванні суми в IPv4.

Незважаючи на суттєве збільшення розміру адреси IPv6, завдяки цим покращенням основний заголовок пакета збільшився лише у 2 рази: з 20 до 40 байтів.

Покращення IPv6 у порівнянні з IPv4:

В надшвидкісних мережах можлива підтримка надвеликих пакетів (джамбограм) — до 4 гігабайт;

Time to Live перейменовано в Hop limit;

З'явилися відмітки потоків та класи трафіку;

З'явилась багатоадресна передача;

Протокол IPsec з рекомендованого перетворився на обов'язковий[2].

3.2.2. Протоколи tcp/udp

UDP-протокол є дейтаграмним протоколом (без встановлення з'єднання), що не гарантує доставку і не зберігає порядок надходження дейтаграм. Повідомлення UDP-протоколу називають абонентської дейтаграмою (user datagram). Воно складається з заголовка і блоку даних. Заголовок користувальницької дейтаграми складається з чотирьох 16-бітових полів.



Рисунок 3.2.2 Формат заголовка протоколу UDP

Поле "Повна довжина дейтаграми" вказує повну довжину (в октетах) заголовка і блоку даних користувача дейтаграми.

Поле "Контрольна сума" містить контрольну суму. При її розрахунку враховуються також мережеві адреси. В цілому розрахунок контрольної суми проводиться таким чином:

1. Блок даних повідомлення доповнюється нулями до цілого числа 16-бітових слів.
2. Поле "Контрольна сума" заповнюється нулями.
3. Перед повідомленням поміщається псевдозаголовок, структура якого показана на Рисунку 3.2.2.1



Рисунок 3.2.2.1 Формат псевдозаголовку дейтаграми UDP-протоколу.

4. Розрахунок контрольної суми проводиться по всій цій сукупності даних, після чого знімаються псевдозаголовок і доповнення нулями, значення контрольної суми поміщається в відповідне поле заголовка, а дейтаграма передається мережному рівню (IP-протокол).

Одержувач при перевірці контрольної суми дейтаграми проводить аналогічні операції.

Розрахунок контрольної суми - операція не обов'язкова. У разі якщо поле "Контрольна сума" заповнене нулями, то воно сприймається як відмова від розрахунку контрольної суми. Для випадку (рідкісного, але можливого), коли

розрахована контрольна сума дорівнює нулю, всі біти поля "Контрольна сума" встановлюються в стан "1". IP-вузол / одержувач при перевірці контрольної суми дейтаграми проводить аналогічні операції. Розрахунок контрольної суми - операція не обов'язкова. У разі якщо поле "Контрольна сума" заповнене нулями, то воно сприймається як відмова від розрахунку контрольної суми. Для випадку (рідкісного, але можливого), коли розрахована контрольна сума дорівнює нулю, всі біти поля "Контрольна сума" встановлюються в стан "1".

При відмові від розрахунку контрольної суми слід мати на увазі, що мережевий рівень (IP-протокол) обчислює свою контрольну суму тільки для свого заголовка і не контролює збереження блоку даних. Тому відмова від обчислення контрольної суми UDP-протоколу доцільний тільки в тому випадку, коли протокол фізичного рівня забезпечує досить надійний захист від помилок.

Таким чином, функція UDP-протоколу зводиться до розподілу дейтаграм між процесами через відповідні порти і не обов'язковому контролю цілісності даних.

На відміну від UDP-протоколу TCP-протокол забезпечує повноцінну транспортну службу.

Транспортна служба TCP-протоколу:

- забезпечує доставку даних (при цьому процес передає протоколу дані у вигляді цілісного файлу);
- обробляє дані (не накладаються ніяких обмежень на структуру даних);
- забезпечує буферизацію даних, яка дозволяє стабілізувати вхідний трафік, створений різними процесами, шляхом вибору оптимального розміру повідомлення;
- забезпечує термінову передачу даних (хай навіть одного байта);
- організовує дуплексні віртуальні з'єднання за допомогою попередньої операції встановлення з'єднання;
- забезпечує можливість передачі керуючої інформації одночасно з потоком даних

Блок TCP-протоколу складається з заголовка і поля даних. Заголовок TCP-блоку показаний на Рисунку 3.2.2.2

- Поля "Адреса порту процесу-відправника" і "Адреса порту процесу-одержувача" використовуються для визначення адрес портів процесу-відправника та процесу-одержувача повідомлення.
- Поле "Номер останнього переданого байта в даному TCP-блоці" визначає номер останнього октету в переданому блоці і служить для контролю порядку проходження блоків і правильного відновлення послідовності блоків одержувачем.



Рисунок 3.2.2.2 Формат заголовку TCP-протоколу

- Поле "Номер очікуваного байта TCP-блоку, наступного за останнім правильно прийнятим" містить номер октету, який одержувач має намір прийняти наступним.

- Поле "Довжина заголовка блоку" (6 бітів) визначає довжину заголовка TCP-блоку, виміряну в 32-бітових словах. Довжина заголовка блоку може вимірюватися залежно від значень, встановлених в поле "Послуги".
- Поле "Зарезервовано" - резервні біти (4 біта) для подальшого використання.
- Поле "Тип повідомлення" містить службові біти (6 бітів), що визначають тип повідомлення, які розташовані зліва направо і означають (встановлюються в "1"):URG (urgent) — срочное сообщение;
 - a) ACK (acknowledgment) - квитанція на прийнятий блок
 - b) даних;
 - c) PSH (push) - вимога відправки повідомлення без
 - d) очікування заповнення буфера;
 - e) RST (reset) - запит на повторне з'єднання;
 - f) SYN (synchronization) - синхронізація лічильників
 - g) (використовується при встановленні з'єднання);
 - h) FIN (finish) - вказує, що переданий останній байт.
- Поле "Розмір довжини (в октетах)" ковзного вікна "служить для декларації приймального вікна (розмір "кредиту").
- У полі "Контрольна сума" поміщається контрольна сума, розрахована по блоку і псевдозаголовку (розрахунок контрольної суми і сам псевдозаголовок аналогічні UDP- протоколу, за винятком того, що в поле "Код протоколу" записується код TCP-протоколу - "6").
- Поле "Показчик закінчення передачі термінових даних" використовується спільно з керуючим бітом URG. Число, що поміщається в це поле, вказує на кінець термінових даних. Термінові дані передаються позачергово (поза потоком - out of band).
- Поле "Послуги" використовується для надання додаткових послуг, наприклад таких, як оптимізація передачі шляхом вибору максимального розміру блоку (maximum segment size, MSS).

- Поле "Доповнення нулями до цілого числа 32-бітових слів" використовується для доведення розміру заголовка до цілого числа 32-бітових слів.

3.2.3. HTTP

HyperText Transfer Protocol (HTTP) - протокол рівня додатків в моделі OSI, що забезпечує достатню швидкість обміну даними, необхідну для розподілених інформаційних систем мультимедіа.

HTTP використовується також при комунікації між різними призначеними для користувача програмами для перегляду різного мультимедійного контенту і шлюзами, що дають мультимедійний доступ до Internet протоколів, таких як SMTP, NNTP, FTP та інші.

HTTP базується на моделі запитів / відповідей. Програма, яка подає запит (зазвичай вона називається клієнт) встановлює з'єднання з обслуговуючою програмою-одержувачем (зазвичай називається сервер) і надсилає запит на сервер наступного змісту: метод запиту, URL, номер версії протоколу, за якою слідує повідомлення стандарту MIME, що містить керуючу інформацію запиту, інформацію про який відправив запит користувача і, можливо, тіло повідомлення. Сервер відповідає повідомленням, яке містить статус (включаючи версію протоколу і код статусу - успіх / помилка), за якою слідує повідомлення стандарту MIME, яке включає в себе інформацію про сервер, метаінформацію про зміст відповіді, і, власне, саме тіло відповіді. Слід зазначити, що одна програма може бути одночасно як клієнтом, так і сервером.

У глобальній мережі Internet комунікації звичайно базуються на TCP / IP протоколах. Для WWW - TCP 80 є номером порту за замовчуванням, але також можуть використовуватися і інші порти - це не ніяк не заважає використовувати HTTP як протокол верхнього рівня.

Більшість додатків сеанс зв'язку відкривають окремим клієнтом для кожного запиту і закривається сервером після завершення відповіді на запит.

Проте, це не є особливістю протоколу. І клієнт, і сервер мають можливість припинити сеанс зв'язку, наприклад, в результаті яких-небудь дій користувача.

3.2.4. FTP

Протокол передачі файлів (File Transfer Protocol, FTP) — дає можливість абоненту обмінюватися двійковими і текстовими файлами з будь-яким комп'ютером мережі, що підтримує протокол FTP. Установивши зв'язок з віддаленим комп'ютером, користувач може скопіювати файл з віддаленого комп'ютера на свій, або скопіювати файл зі свого комп'ютера на віддалений. При розгляді FTP як сервісу Інтернет мають на увазі не просто протокол, а саме сервіс — доступ до файлів, які знаходяться у файлових архівах. FTP — стандартна програма, яка працює за протоколом TCP, яка завжди поставляється з операційною системою. Її початкове призначення — передача файлів між різними комп'ютерами, які працюють у мережі TCP/IP: на одному з комп'ютерів працює програма-сервер, на іншому — програма-клієнт, запущена користувачем, яка з'єднується з сервером і передає або отримує файли через FTP-сервіс. Все це розглядається з припущенням, що користувач зареєстрований на сервері та використовує логін та пароль на цьому комп'ютері. Ця риса послужила причиною того, що програми FTP стали частиною окремого сервісу Інтернету. Справа в тому, що доволі часто сервер FTP налаштовується таким чином, що з'єднатися з ним можна не тільки під своїм ім'ям, але й під умовним іменем anonymous — анонім. У такому випадку для користувача стає доступною не вся файлова система комп'ютера, а лише деякий набір файлів на сервері, які складають вміст серверу anonymous FTP — публічного файлового архіву. Отже, якщо користувач хоче надати у вільне користування файли з інформацією, програмами і т. і., то йому достатньо організувати на власному комп'ютері, включеному в Інтернет, сервер anonymous FTP. Створення такого серверу — процес доволі простий, програми-клієнти FTP вельми розповсюджені, — тому сьогодні публічні файлові архіви

організовані в основному як сервери anonymous FTP. Перелік інформації, яка міститься на таких серверах, включає всі аспекти життя: від звичайних текстів до мультимедіа. Не зважаючи на розповсюдженість, у FTP є багато недоліків. Програми-клієнти FTP не завжди зручні і прості у користуванні. Користувач не завжди може зрозуміти який файл перед ним, чи той що необхідно, чи ні. Окрім того, не існує простого і універсального засобу для пошуку на серверах anonymous FTP, — хоча для цього й існує спеціальний сервіс archie, але це незалежна програма, вона не універсальна і не завжди її можна ефективно застосовувати. Програми FTP доволі старі і деякі їхні особливості, які були потрібні в часи їхнього створення, не зовсім зрозумілі і потрібні зараз. Наприклад, для передачі файлів існує два режими — двійковий та текстовий, і, якщо користувач неправильно обрав режим передачі, то файл, який необхідно передати, може бути пошкодженим. Опис файлів на сервері видається у форматі операційної системи серверу, а список файлів операційної системи UNIX не завжди з розумінням сприймається користувачами DOS. Але незважаючи на все це, сервери anonymous FTP сьогодні — стандартний шлях організації публічних файлових архівів в інтернеті[8].

3.3. Сучасний стан IPTV

Технологія IPTV, IP-TV, IP-телебачення (англ. Internet Protocol Television) — цифрове інтерактивне телебачення в мережах передачі даних за протоколом IP (на відміну від супутникового телебачення, наземного телебачення або кабельного формату), нове покоління телебачення. Характерною рисою IPTV є можливість використання потокового мультимедіа.

IPTV функціонує в IP-мережах на основі наступних протоколів:

UDP - для передачі потокового відео і аудіо.

HTTP - для організації інтерактивних сервісів (таких як призначені для користувача меню та ін.), Передачі потокового відео і аудіо.

RTSP - для управління потоками мовлення.

RTP - для передачі потокового відео.

IGMP - для управління мультикаст-потоками.

Як технології поширення пакетів може використовуватися, як multicast, так і unicast. Останнім часом, за рахунок зростання пропускних спроможностей мереж операторів зв'язку і продуктивності обладнання, в основному використовуються протокол UDP і HTTP.

3.4. Ір телефонія та використання протоколів H.323, SIP та MGCP в мережах NGN

Мережа Internet широко використовується в даний час для передачі мультимедійного трафіку, а також для IP-телефонії. Протоколи, спочатку створені і призначені для мережі Internet, успішно застосовуються для передачі даних і управління в інших мережах.

Наприклад, такі як IPv4, IPv6, докладніше про них буде розказано далі.

Стандартний сценарій «телефон-телефон» в IP-телефонії використовує звичайний телефон в якості інтерфейсу користувача, а замість міжміського складової ТМЗК використовує або приватну IP-мережу, або мережу Інтернет. Завдяки тому, що маршрутизація телефонного трафіку відбувається по IP-мережі стало можливим не використовувати мережі загального користування і, відповідно, заощадити на платі за міжміський зв'язок провайдерам цих мереж. Розглянемо процедуру встановлення з'єднання використовуючи IP-мережу при виклику з оплатою розмови до встановлення зв'язку або після. Для цього абонент 1 набирає номер шлюзу, до якого він відноситься у свого провайдера IP-телефонії. Абоненту 1 передається відповідь станції і пропонується ввести телефонний номер абонента, що викликається, а якщо він дзвонить не з домашнього - то ще й номер рахунку, і пароль. Далі встановлюється з'єднання зі стороною Абонента 2. На Рисунку 1 показані головні складові IP-телефонії, які будуть використовуватися в такому з'єднанні.

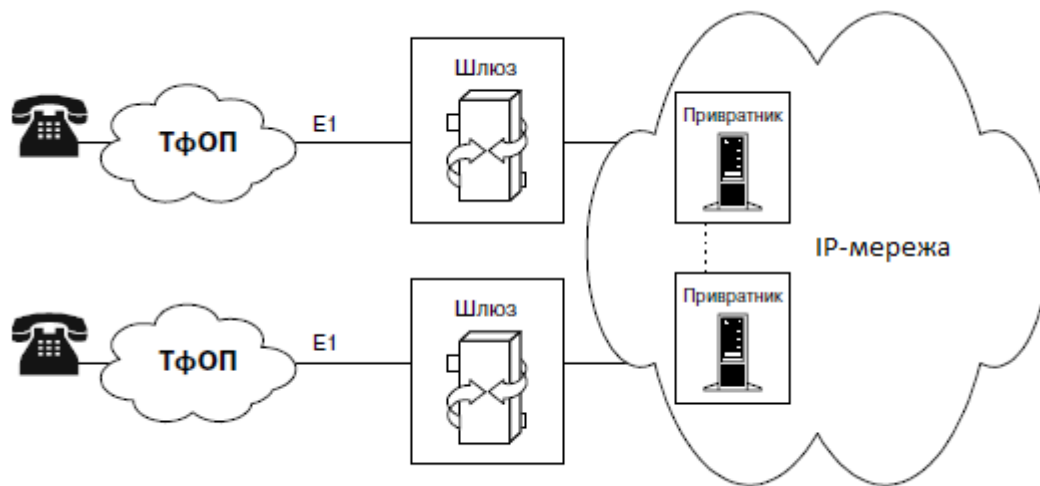


Рисунок 3.4 Компоненти ІР-телефонії

Одним з цих компонентів є шлюз H.323, який служить засобом взаємодії між ТМЗК та ІР-мережею. Перетворення адресної інформації E.164 в ІР-адресу і маршрутизацію виклику здійснює воратар H.323. Для конкретного сценарію можуть знадобитися і інші компоненти. Може знадобитися, наприклад, процедура звернення до постачальника послуг врегулювання (settlement provider) для того, щоб забезпечити телефонні з'єднання з абонентами в тих місцях, де у даного постачальника послуг ІР-телефонії немає фізичної присутності. Постачальник послуг, зазвичай, працює з декількома постачальниками послуг ІР-телефонії і стежить за тим, якому з них, в якому регіоні і за якою ціною доцільно передоручити з'єднання[5].

На Рисунку 3.4.1, 3.4.2 і 3.4.3 більш детально продемонстрована схема встановлення з'єднання для викликів з оплатою до або після розмови

Рисунок 3.4.1 відображає наступні етапи встановлення з'єднання:

1. Абонент А набирає локальний номер доступу до шлюзу.
2. Шлюз відправляє запит на спеціальний сервер про абонента (за інформацією АОН або за ідентифікаційним номером). Сервер, так само, може бути поєднаний з воратарем.

3. Сервер повинен упевнитися, що у абоненту А є доступ до цієї послуги, і потім передати до шлюзу повідомлення про дозвіл аутентифікації користувача.



Рисунок 3.4.1 Встановлення з'єднання

Рисунок 3.4.1 відображає наступні етапи встановлення з'єднання:

1. Абонент А набірає локальний номер доступу до шлюзу.
2. Шлюз відправляє запит на Спеціальний сервер про абонента (за інформацією АОН або за ідентифікаційним номером). Сервер, так само, может бути поєднаний з декількома воротарями.

3. Сервер повинен упевнитися, що у абонента А є доступ до цієї послуги, і потім передати до шлюзу ПОВІДОМЛЕННЯ про дозвіл аутентифікації користувача.



Рисунок 3.4.2 Встановлення з'єднання (частина 2)

Завершальні стадії встановлення з'єднання показані на Рисунку 3.4.3:

7. Вихідний шлюз надсилає виклик H.323 по IP-мережі до вхідного шлюзу.
8. Вхідний шлюз надсилає виклик по мережі ТМЗК до абонента, якому телефонують.

9. Шлюзи посилають на спеціальний сервер повідомлення про початок / закінчення дзвінка для визначення плати за зв'язок.

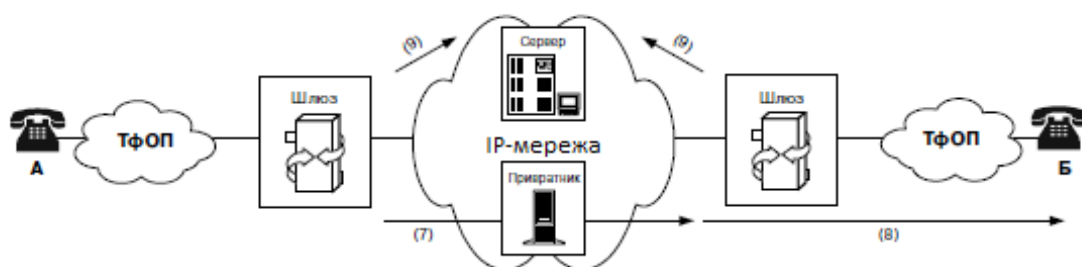


Рисунок 3.4.3 Встановлення з'єднання (частина 3)

3.4.1. Протокол ініціювання сеансів – session initiation protocol (sip).

Призначається для організації, модифікації і завершення сеансів зв'язку: мультимедійних конференцій, телефонних з'єднань і розподілу мультимедійної інформації. Користувачі можуть брати участь в існуючих сеансах зв'язку, запрошувати інших користувачів і бути запрошеними ними до нового сеансу зв'язку. Запрошення можуть бути адресовані певному користувачеві, групі користувачів або всім користувачам [5].

Протокол SIP, найчастіше, працює на основі протоколу IP, розмова користувачів, в даному випадку, розглядається як мультимедійний сеанс зв'язку, ключовою складовою є передача аудіоінформації.

Однією з найважливіших особливостей протоколу SIP є його незалежність від транспортних технологій. В якості транспорту можна використовувати протоколи X.25, Frame Relay, AAL5 / ATM, IPX і ін. Структура повідомлень SIP не залежить від обраної транспортної технології. Але, в той же час, перевага віддається технології маршрутизації пакетів IP і протоколу UDP. При цьому, правда, необхідно створити додаткові механізми для надійної доставки сигнальної інформації. До таких механізмів відносяться повторна передача інформації при її втраті, підтвердження прийому та ін [5].

Також слід відзначити той факт, що сигнальні повідомлення можуть передаватися не тільки протоколом транспортного рівня UDP, але і TCP. UDP дозволяє набагато швидше, ніж TCP, передавати сигнальну інформацію (навіть якщо враховувати повторну передачу недоставлених повідомлень), а також паралельно займатися пошуком місця розташування користувачів і відправляти запрошення на приєднання до сеансу зв'язку в режимі під LGPL. Але не слід забувати, що протокол TCP істотно полегшує роботу з міжмережевими екранами (firewall), а також має гарантію доставки даних. При використанні протоколу транспортного рівня TCP різні повідомлення, які відносяться до кількох особам, або можуть передаватися по одному TCP-з'єднанню, або для кожного запиту і відповіді на нього може використовуватися персональне з'єднання.

Протокол SIP передбачає організацію конференцій трьох видів:

- В режимі multicast, коли інформація за допомогою однієї multicast-адреси, передається всім кінцевим адресатам в мережі;
- За допомогою пристрою управління конференції (MCU), цьому пристрою кожен учасник відправляє свої дані, а воно, у свою чергу, розсилає їх учасникам конференції попередньо прозводячи комутацію і обробляючи;
- Шляхом всіх користувачів між собою в режимі точка-точка.

Протокол SIP надає можливість приєднання нових учасників до вже існуючого сеансу зв'язку, тобто сеанс між двома абонентами може перейти в конференцію.

3.4.2. Сімейство H.323

Рекомендація H.323 описує системи мультимедійного зв'язку, які призначені для роботи в мережах з комутацією пакетів, в якій не забезпечується гарантоване якість обслуговування.

До цих мереж відносяться, наприклад, локальні мережі Ethernet і Token Ring, всесвітня мережа Інтернет і інші мережі, що підтримують технологію маршрутизації пакетів IP.

Рекомендація Н.323 передбачає використання самих різних алгоритмів стиснення мовної інформації, завдяки чому використання смуги пропускання набагато більш ефективно, ніж в мережах з комутацією каналів. Термінали Н.323 підтримують передачу інформації в режимі мультикаст розсилки, що дозволяє здійснювати створення конференцій без дорогих пристроїв управління конференціями (MCU), хоча в 2019 році без MCU не обійтися, так як режим мультикаст, найчастіше, IP-мережами не підтримується.

У рекомендаціях, що входять в сімейство Н.323, визначені протоколи, методи та складники мереж, необхідні для організації мультимедійного зв'язку між двома або більше користувачами. Найбільш затребуваною з послуг, що специфіковані в рекомендації Н.323, в силу різних обставин виявилася послуга передачі мовної інформації по мережах з маршрутизацією пакетів IP. Найпоширенішим підходом до побудови мереж IP-телефонії сьогодні є саме підхід, запропонований ІТУ-Т в рекомендації Н.323. Мережі, побудовані на базі протоколів Н.323, орієнтовані на інтеграцію з телефонними мережами і можуть розглядатися як мережі ISDN, накладені на мережі передачі даних. Зокрема, процедура встановлення з'єднання в таких мережах IP-телефонії базується на рекомендації ІТУ-Т Q.931 і практично ідентична тій же процедурі в мережах ISDN [5].

3.4.3. Протокол управління шлюзами MGCP

У недавньому минулому робоча група MEGACO комітету ІETF розробила протокол управління шлюзами - Media Gateway Control Protocol (MGCP). Раніше подібний протокол під назвою SGCP - Simple Gateway Control Protocol (простий протокол управління шлюзами) - був розроблений компанією Telecordia (колишня компанія Bellcore). Фірма Level 3 запропонувала подібний протокол управління обладнанням, які реалізують технологію маршрутизації пакетів IP, - IDCP (IP Device Control Protocol). Обидва вони згодом були об'єднані в протокол MGCP [5].

При розробці протоколу вирішили розбити шлюз на окремі функціональні блоки:

- транспортний шлюз (Media Gateway) - шлюз, який виконує перетворення мовної інформації, в вид, відповідний для передачі в мережах з IP-маршрутизацією: кодування, а також декодування мовної інформації в пакети RTP / UDP / IP;
- пристрій управління - Call Agent, виконує функції управління шлюзом;
- шлюз сигналізації - Signaling Gateway, який забезпечує доставку сигнальної інформації, що надходить з боку ТМЗК, до пристрою управління шлюзом і перенесення сигнальної інформації в зворотному напрямку.

Перенесення повідомлень протоколу MGCP забезпечує протокол не гарантованою доставки - UDP. Крім того, робоча група SIGTRAN комітету IETF в даний час розробляє механізм взаємодії пристрою управління і шлюзу сигналізації. За слідний повинен приймати надходять з ТфОП сигнальні одиниці підсистеми МТР системи сигналізації ОКС7 і передавати сигнальні повідомлення верхнього, користувальницького рівня до пристрою управління. Основна увага робочої групи SIGTRAN приділено питанням розробки найбільш ефективного механізму передачі сигнальної інформації по IP мережам. Слід зазначити, що існує декілька причин, що вже згадувалися раніше, за якими довелося відмовитися від використання для цієї мети протоколу TCP. Замість нього робоча група SIGTRAN пропонує використовувати протокол Stream Control Transport Protocol (SCTP), який має ряд переваг перед протоколом TCP. Основним з цих переваг є значне зниження часу доставки сигнальної інформації і, отже, часу встановлення з'єднання одного з найважливіших параметрів якості обслуговування [5].

3.4.4. Затримки в IP-телефонії

Характер інформації, переданої по мережах з маршрутизацією пакетів IP, сьогодні драматично змінюється. Крім передачі даних, IP-мережі

використовуються для прослуховування музичних програм, перегляду відеокліпів, обміну мовною інформацією, проведення мультимедійних конференцій, оперативного контролю / управління, мережевих ігор і інших додатків реального часу. Протокол IP спочатку не був призначений для обміну інформацією в реальному часі. Загальна затримка мовної інформації ділиться на дві основні частини - затримка при кодуванні і декодуванні мови в шлюзах або термінальному обладнанні користувачів і затримка, яку вносить самою мережею. Зменшити загальну затримку можна двома шляхами: по-перше, спроектувати інфраструктуру мережі таким чином, щоб затримка в ній була мінімальною, і, по-друге, зменшити час обробки мовної інформації шлюзом. Для зменшення затримки в мережі потрібно скорочувати кількість транзитних маршрутизаторів і з'єднувати їх між собою високошвидкісними каналами. А для згладжування варіації затримки можна використовувати такі ефективні методи як, наприклад, механізми резервування мережевих ресурсів [5].

IP-телефонію, часто, прийнято вважати частиною пакета послуг, що надаються Інтернет-провайдерів, що, не зовсім вірно. Відомо досить багато прикладів, коли технології передачі голосової інформації впроваджувалася в приватні або ж корпоративні IP-мережі і коли будувалися спеціальні окремі мережі IP-телефонії.

Найчастіше, з корпоративними мережами все досить просто. Вони мають невеликі розміри і легко контрольовану топологію, а характер трафіку визначений заздалегідь. Ось простий приклад: мова передається по існуючій ЛВС, яка перевантажена, і не може забезпечити прийнятну якість обслуговування. Цю проблему можна вирішити шляхом ізоляції серверів і клієнтів, що працюють з трафіком даного типу, і сегментація мережі. Мережа розбивається на сегменти за допомогою якої установки комутатора Ethernet, або за допомогою додавання портів в маршрутизатор.

Виділені мережі IP-телефонії найчастіше використовуються для міжміського і міжнародного зв'язку. Такі мережі краще будувати за ієрархічним принципом, покладаючи на кожен рівень ієрархії свої функції. На вході в

мережу головне - забезпечити підключення мовних шлюзів, а всередині мережі - високошвидкісну пересилку пакетів. У такій мережі дуже просто проводити розширення і впроваджувати нові послуги. Проблема проектування також не доставляє особливих проблем: характер трафіку визначено, смуга пропускання також легко розраховується. Трафік однотипний, а значить, не потрібно вводити пріоритетність пакетів [5].

3.4.5. Багатоадресна розсилка

Основною метою групового мовлення є створення ефективного механізму передачі даних по схемі «один-до-багатьох» і «багато-до-багатьох». Традиційні механізми доставки пакетів стека TCP/IP мало придатні для підтримки групового мовлення. Наприклад, використання унікальних адрес (unicast) призводить до необхідності встановлення численних двоточкових з'єднань між відправником і кожним з одержувачів. Іншим способом передачі даних є ширококомвна передача, коли станція надсилає пакети, використовуючи ширококомвні адреси (broadcast). Пакети з такими адресами передаються до всіх кінцевих вузлів зазначеної мережі, незалежно від того, чи потрібні вони кожному з них. У багатьох ситуаціях такий спосіб передачі також виявляється неефективним внаслідок своєї надмірності, яка веде до надмірного росту трафіку, особливо в великих мережах. У разі використання групових адрес відправник передає повідомлення тільки один раз, потім воно тиражується і доставляється тільки до тих вузлів, які є членами відповідної групи. Такий режим економить пропускну здатність за рахунок передачі тільки того трафіку, який необхідний. Номери групи задаються з використанням IP-адреси типу multicast. Основними протоколами, на базі яких реалізується багатоадресна розсилка в IP-мережах, є протоколи IGMP (Internet Group Management Protocol), DVMRP - (Distance Vector Multicast Routing Protocol), PIM (Protocol Independent Multicast) [5].

3.5. Висновки до розділу 3

У розділі 3 було розглянуто варіанти підключення абонентів на 2019 рік. На сьогодні є можливість під'єднатися до мережі Інтернет у будь-якій частині Києва та інших міст. При цьому по всій зоні покриття більшість провайдерів переходять на від 200Мбіт/с до 1 Гбіт/с, що дає можливість комфортно працювати із файлами дуже великого об'єму.

Сучасний стан таких сервісів як:

IP-телефонія, IP-телебачення та доступ до мережі Інтернет. На даний момент всі ці сервіси є цілком доступними та вже стали частиною нашого життя.

З кожним роком зростає кількість нових абонентів та об'єми інформації, що їм треба передати. Через це зростають вимоги і до мереж, наприклад, до пропускної здатності каналів передачі даних. Саме тому усі провайдери вимушені модернізувати свої мережі для того, щоб бути конкурентноспроможними на ринку телекомунікаційних послуг через декілька років.

4. IMS (IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM)

У порівнянні з традиційною NGN ця концепція розгорнула кордони почавшихся з GSM сучасних засобів комунікацій, щоб включити в нього дротові мережі зв'язку, бездротові LAN і широкосмуговий бездротовий доступ, мобільну телефонію з її фокусом на мобільність і IP з його всепроникливими можливостями. Дійсно, сучасні телекомунікаційні оператори отримують доходи від продажу послуг, а не від надання в оренду користувачам ресурсів. Це означає, що більш успішним на ринці послуг буде не багатий ресурсами гігант, а ефективний сервіс-провайдер з грамотною політикою просування своїх послуг. З урахуванням вищевикладеного IMS, можливо, - найпотужніше нововведення епохи постNGN серед безлічі тих, що з'явилися в галузі за останні 20 років, мабуть, за винятком Інтернету речей [7].

IMS надає дуже широкий спектр послуг, але одну з них, безумовно, слід виділити як найбільш важливу і головну - двосторонній аудіо / відео зв'язок. Для цього в архітектурі IMS є підтримка сеансів мультимедійного зв'язку в IP-мережах, причому такий зв'язок може бути доступний користувачам як в межах домашньої, так і в гостьовій мережі. Мультимедійний зв'язок був стандартизований вже в ранніх документах 3GPP, ще до появи IMS, але він надавався тільки через комутацію каналів.

Функція взаємодії з всесвітньою мережею Інтернет очевидно необхідна, тому що завдяки наявності загальних протоколів користувачі IMS зможуть встановлювати мультимедійні сеанси зв'язку з різними службами глобальної мережі. Так як перехід до повсюдного використання IMS буде плавним і більш-менш тривалим, IMS також зобов'язана мати можливість взаємодіяти з мережами більш ранніх поколінь - стаціонарними і мобільними мережами кінця минулого століття і початку цього, з комутацією каналів і комутацією пакетів. Функції взаємодії з мережами комутації каналів, вочевидь, не мають, довгострокової перспективи, але вони досить важливі протягом довгого часу існування конвергентних мереж.

Так як IP є базовим протоколом доступу в IMS, абонент може з'єднатися з мережею величезним безліччю різних способів. Пристрої з підтримкою IMS можуть безпосередньо зареєструватися в мережі IMS незалежно від того, в якій вони на даний момент мережі.

Технології фіксованого доступу, такі як Ethernet LAN, xDSL, HFC (Hybrid Fiber Coax), модеми xDSL, а так- ж бездротовий доступ GSM, GPRS, CDMA, UMTS, WiFi, WiMAX підтримуються IMS. Точно так же традиційні телефони ТМЗК і деякі системи VoIP з'єднуються з мережею IMS за допомогою відповідних шлюзів. Таким чином, як і будь-яка IP-мережа, IMS інваріантна щодо протоколів нижніх рівнів і технологій доступу. Але оскільки 3GPP спочатку сконцентрувала свої зусилля на еволюції GSM мереж, специфікація першої версії IMS (реліз 5) містила деякі GPRS-орієнтовані опції. У наступних версіях, вже з шостого релізу, функції доступу були відокремлені від ядра мережі, і почалася розробка інваріантності доступу до IMS, що отримала назву IP connectivity access і передбачає застосування будь-якої технології доступу, яка може забезпечити транспортування IP-трафіку між призначеним для користувача обладнанням і об'єктами IMS[7].

Також, в мережі IMS оператору або провайдеру послуг зручно гнучко призначати тарифи для всіх мультимедійних сеансів. IMS має можливість нараховувати плату за сеанс досить простим способом - в залежності від тривалості сеансу або від обсягу використаного трафіку, але може також використовувати кілька більш складні схеми, які враховують різну призначену для користувача політику, компоненти медіа-даних, що надаються послуги тощо. Потрібно також, щоб кілька IMS-мереж в разі потреби могли обмінюватися інформацією, необхідною для нарахування плати за сеанс зв'язку. IMS может нараховувати плату в режимі як online, так и offline.

Після релізу 8 в IMS не виникає будь-яких значущих і відчутних архітектурних змін, однак розвиток IMS триває і донині. Давайте розглянемо основні зміни IMS в релізах 9-12.

Реліз 9 версії додає в IMS підтримку екстрених викликів через GPRS і EPC. Класифікований протокол, заснований на H.248, що забезпечує взаємодію IBCF і TrGW (в доменах як з комутацією каналів, так і з комутацією пакетів). Ключових змін в архітектурі або в процедурі встановлення сесій немає: збережений курс на впровадження нових типів послуг (оповіщення в разі надзвичайних ситуацій, M2M комунікації, VoIP в CS і т.д.).

У релізі 10 версії ніяких ключових змін в області IMS не зроблено. Триває курс на забезпечення стабільності мовних сеансів або мультимедійних сесій в самих різних умовах (зміни пристрою прямо під час сеансу на інше, зміни різних технологій доступу в процесі обслуговування).

У релізі 11 зберігається ключовий напрямок створення архітектури, здатної забезпечити універсальний доступ для всіх технологій, з можливістю розгорнути і надати абсолютно будь-яку послугу без урахування тип обладнання користувачів або їх можливості. Також з нових послуг став доступний сервіс симуляції USSD в IMS і Advanced IP interconnection of services (IPXS), обмін SMS повідомленнями без MSISDN.

У релізі 12 також зберігається базова архітектура IMS. З релізу 11 продовжено розвиток технології симуляції USSD, а також - розвиток IPXS. Починаючи з релізу 12 в IMS підтримується послуга IMS-based telepresence. З вищевикладеного матеріалу цього розділу слід, що IMS пропонує істотні переваги для провайдерів контенту, постачальників послуг і клієнтів в рівній мірі. Переваги IMS потужні і незаперечні. Перш за все, обслуговування може бути розгорнуто швидше і більш рентабельно, ніж будь-коли раніше, завдяки стандартизованій архітектурі IMS. Подруге, мережа абсолютно не залежить від технології доступу - стирається межа між інфраструктурами фіксованих і мобільних мереж, а також різними сферами надання послуг (телебачення, інформаційні послуги, телеком і ін.). По-третє, внаслідок усунення розділової лінії між дротовим і бездротовим зв'язком, можливість переміщати програми між двома доменами стає набагато простіше, і мобільність може бути включена в існуючі програми, поширюючи їх за межі кордонів традиційного

дротового зв'язку. Додатки стають більш цікавими самі по собі завдяки можливостям додати в комбінації зі службою відеоконференцію, аналіз присутності, миттєвий обмін повідомленнями і т.п. Крім того, IMS набагато швидше реагує на замовлення послуги, тому що інформація про кожного користувача розміщується в єдиному сховищі, що робить бізнес процеси набагато ефективнішими. У порівнянні з так званим безкоштовним мовним зв'язком типу Skype, архітектура IMS має переваги, пов'язані з тим, що IMS привласнює якості обслуговування високий пріоритет. Без IMS передбачуваність якості сеансу в Інтернет дуже мала, тому що часто виявляється неможливим дізнатися, як джиттер, затримка і втрата пакетів будуть впливати на той чи інший сеанс. Іншою перевагою, яке є у IMS, є збір даних і служба підтримки білінгу. Безкоштовні служби VoIP не роблять цього, тоді як IMS не тільки може зібрати дані, але і запропонувати користувачеві безліч опцій білінгу. Постачальники послуг можуть використовувати це в своїх інтересах, пропонуючи преміальні послуги (краще QoS за більш високу ціну) або послуги з доданою вартістю, такі як завантаження контент, за який можна нараховувати плату окремо. Ще одним плюсом IMS є можливість створити нові послуги з раніше створених послуг 1990-х і 2000-х років, об'єднуючи опробовані телекомунікаційні послуги та нові Інтернет-додатки [7].

4.1. Висновки по розділу 4

У цій главі було розглянуто таку концепцію, як IMS. Вона має значну перевагу над концепцією NGN у сучасному світі у тому, що надає доступ до будь-яких мультисервісних послуг з будь-якого кінцевого пристрою абонента: комп'ютер, планшет, мобільний телефон, стаціонарний телефон та ще багато інших. На даний момент це дуже важлива риса для абонентів, тому що дуже велика кількість трафіку йде саме через мобільні з'єднання і з часом їх ставатиме все більше. Також ця концепція є досить зручною для операторів, тому що дозволяє призначати тарифікацію як за часом використання, так и за

використаним трафіком. Так як є дуже велика кількість різних сервісів – ця опція є дуже корисною.

5. СУЧАСНИЙ СТАН МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ У МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

На даний момент переважає список послуг мобільного зв'язку, які, за станом на сьогоднішній день, визначають для користувача попит:

- поширення різних хмарних сервісів, в яких ключовою є можливість користувача мати доступ до даних у будь-якому місці та у будь-який час, де є мережа; додатки Web 2.0, за допомогою яких користувачі беруть участь в різних Інтернет-спільнотах, що тягне за собою обмін мультимедійними даними;
- мобільне ТБ, а також доступ до різних стрімінговим майданчиках;
- мобільні ігри доступні в режимі реального часу;
- мобільні додатки, для різних пристроїв.

Зі збільшенням попиту на ці види послуг, споживачеві все важливішим і важливішим такі показники якості обслуговування, як:

- середня і максимальна швидкості передачі даних;
- найменша можлива затримка реакції мережі на запити, що надходять;
- стабільне покриття з швидкістю доступу навіть на кордонах сот не менше прийнятною;
- безперервність обслуговування при переході від однієї мережі доступу до іншої;
- широкодоступні ціни.

Через переважання трафіку передачі даних над мовним трафіком в мобільних мережах стає очевидною необхідність перегляду архітектури мережі. Існуючі технології побудови мобільних мереж не розраховані на експоненціальне зростання трафіку даних, тому при переважанні фіксованих «плоских» тарифів для оператора зв'язку таке зростання виявляється не вигідним [7], як показано на рис. 5.1.

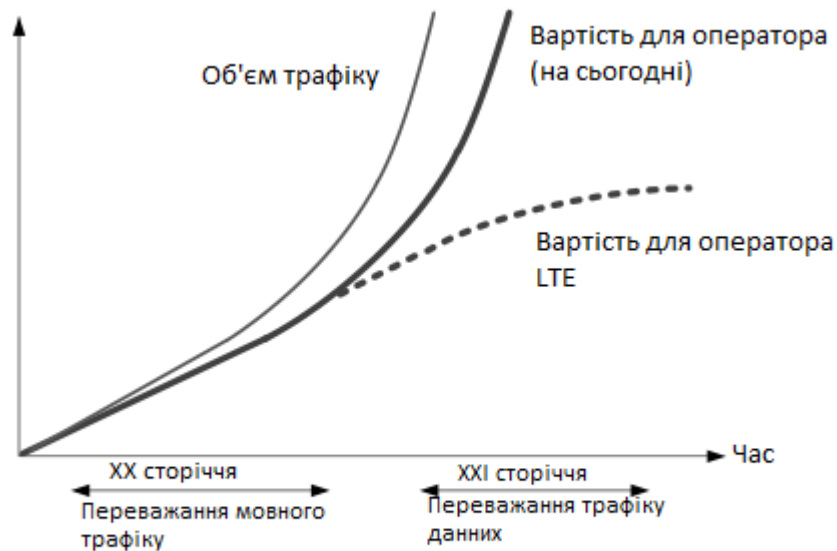


Рисунок 5.1 Приріст трафіку та вартості його обслуговування

5.1 Цілі LTE/SAE

При розробці стандарту LTE / SAE переслідувалися наступні цілі:

- максимально ефективного використання обмеженого радіочастотного спектру. LTE можна використовувати як в парних, так і в непарних спектрах в діапазоні 1,4-20 МГц
- абонент може отримувати максимально швидкість до 173 Мбіт / с і мінімальну затримку 10 мс, що є більш, ніж достатнім для комфортного використання сучасних сервісів;
- плоска all-IP архітектура мережі, яка дозволяє істотно заощадити вартість мегабайта даних;
- інший, новий радіоінтерфейс з новими технологіями передачі (наприклад, просторове рознесення антен MIMO 4x4 може прискорити передачу в напрямку до абонента до 326 Мб / с).

Базова архітектура EPS складається з пакетного ядра мережі Evolved Packet Core і мережі радіодоступу E-UTRAN. Мережа заснована повністю на протоколі IP, і більше не включає в себе домен з комутацією каналів - для

передачі мови в LTE використовується тільки технологія VoIP. IP-ядро мережі забезпечено простими, але ефективними механізмами забезпечення QoS на вимогу. Одне із завдань концепції LTE / SAE - використання Ethernet (класу carrier-grade) там, де це можливо, зокрема, для підключення вузлів eNodeB, які є базовими станціями LTE.

У мережах мобільного зв'язку 2.5G і 3G домен комутації пакетів будується на вузлах SGSN і GGSN, а мережа доступу складається з вузлів NodeB і RNC. Революційний перехід до архітектури LTE / SAE покликаний оптимізувати продуктивність мережі, максимізувати швидкість передачі даних і мінімізувати затримку, що вноситься мережею. Тому замість чотирьох типів вузлів в площині користувача (NodeB, RNC, SGSN, GGSN) архітектура EPS складається з вузлів evolved NodeB (eNodeB, eNB) і SAE Gateway (SAE GW). SAE GW включає в себе два мережевих елемента: Serving Gateway, який відповідає за управління мобільністю між системами доступу GSM і UMTS, і PDN Gateway, який здійснює взаємодію з мережею Інтернет та локальними мережами та забезпечує мобільність абонента між LTE і не-3GPP мережами. Вся сигнальна інформація площині управління (IMS Control Plane) обробляється елементом MME (Mobility Management Entity). В силу того, що мережа доступу в LTE функціонує без контролера базових станцій (BSC або RNC), більшість функцій, які раніше виконувалися цими мережевими елементами, тепер виявляються покладеними на саму базову станцію, eNodeB [7].

Ці нові базові станції eNB займаються менеджментом всіх завдань, пов'язаних з передачею інформації по радіоканалу, щоб забезпечувати найбільш швидку реакцію на необхідність повторної передачі і процедури, пов'язаної з адаптацією до каналу. Раніше ці процедури повинні були управлятися RNC, що викликало зайві затримки.

Перехід на передачу цих функцій до eNB дозволив домогтися більш швидкої реакції (наприклад, для реалізації повторних передач або для розподілу ресурсів), що дозволило зменшити затримки і збільшити пропускну

здатність мережі в цілому. При цьому eNB взаємодіє безпосередньо за допомогою стандартизованих інтерфейсів для обміну користувальницької і сигнальної інформацією. Така архітектура мережі з мінімальною кількістю вузлів забезпечує меншу кількість інтерфейсів і спрощує роботу мережі, виключаючи необхідність конвертації протоколів сигналізації.

5.2 Особливості радіоінтерфейсу

Революційні зміни на радіоучастке LTE визначаються новою технологією поділу каналів OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), яка дозволяє економно розподіляти радіочастотний ресурс, забезпечуючи в той же час високу швидкість доступу.

Для збільшення ефективності використання радіоресурсу застосовуються також технології MIMO (Multiple Input Multiple Output), HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request) і модуляція до 64 QAM, що забезпечує високу щільність переданої інформації. Радіоінтерфейс LTE підтримує дуплексні режими як з частотним поділом прийому і передачі FDD (Frequency Division Duplex), так і з тимчасовим поділом прийому і передачі TDD (Time Division Duplex). Використовуються також додаткові режими доступу, наприклад, напівдуплексний FDD, при якому прийом і передача відбуваються на різних частотах не одночасно, а по черзі [7].

Цей підхід дозволяє економити радіочастотний спектр, незважаючи на те, що він удвічі знижує швидкість передачі даних. Оператору зв'язку для впровадження LTE не потрібно новий діапазон частот - радіоінтерфейс LTE створений таким чином, що він може працювати на тих же частотах, що і існуючі мережі поколінь 2.5G і 3G, або навіть паралельно з ними завдяки закладеному в LTE механізму гнучкого призначення спектра, допускає використання спектрів з шириною смуги пропускання 1,4, 3,5, 10, 15 і 20 МГц.

5.3 Вузол управління мобільністю MME

MME - це центральний елемент опорної мережі LTE, який взаємодіє з користувачькими пристроями UE по протоколу NAS. Його функції охоплюють управління і зберігання даних користувача, створення тимчасових ідентифікаторів і їх передачу призначеним для користувача пристроїв, аутентифікацію користувачів, управління мобільністю і логічними каналами (bearers), а також є кінцевою точкою NAS-сигналізації. Процедури управління мобільністю в MME охоплюють пошук і відстеження стану користувачького пристрою в зоні обслуговування MME, управління установкою і звільненням ресурсів в залежності від зміни стані призначеного для користувача терміналу, а також участь в хендовера.

Аутентифікація і процедури забезпечення захисту мають на увазі взаємодію з HSS, при якому MME здійснює перевірку ідентифікації користувача для захисту від несанкціонованого доступу. Для цього призначеному для користувача терміналу тимчасово присвоюється спеціальний ідентифікатор, який називається глобальним унікальним тимчасовим ідентифікатором GUTI (Globally Unique Temporary ID), що дозволяє зменшити кількість передач IMSI за допомогою телефону. Крім того, MME виконує обмін сигнальної інформацією з SGSN для надання мобільності між 2G / 3G і LTE мережами доступу і забезпечує функції площині управління. Для управління абонентськими профілями і підключення до послуг MME отримує абонентський профіль з HSS домашньої мережі і визначає на базі цього профілю пакетну мережу передачі даних, до якої необхідно підключити пристрій цього абонента [7].

5.4 Обслуговуючий шлюз S-GW

S-GW є шлюзом для користувача трафіку, а також трафіку від 3GPP-мереж доступу 2G, 3G і LTE. Підкреслимо, що весь призначений для

користувача трафік проходить через S-GW, який є опорною точкою (anchor point) при маршрутизації даних, як у випадку пересування користувача в зоні обслуговування LTE, тобто при хендовера між eNodeB, так і в разі забезпечення мобільності між LTE і іншими 3GPP-технологіями доступу, тобто при виконанні хендовера від і до 2G / 3G-мереж. Отже, для користувача трафік маршрутизується через S-GW незалежно від технології радіодоступу, в тому числі зміненої в процесі хендовера. Виникає опорна точка (anchor point), загальна для всіх 3GPP-технологій доступу: 2G / 3G / LTE. При цьому, якщо в процесі хендовера змінюється MME, то S-GW також змінюється, але P-GW у всіх випадках залишається незмінним. Крім того, S-GW відповідає за передачу, маршрутизацію і буферизацію спадного трафіку даних для UEs, який знаходиться в неактивному стані в LTE-мережі, термінуючого передачу спадного трафіку для користувачького пристрою в стані ECM-IDLE (Idle State Mobility Handling), т. е. стає представником користувача, що знаходиться в неактивному стані, а також ініціює запит на обслуговування входить сеансу зв'язку, коли трафік потрібно доставити до неактивного призначеному для користувача пристрою. Для завдань COPM (і не тільки) підкреслимо, що саме S-GW дублює користувача трафік в разі його законного перехоплення [7].

5.5 Шлюз пакетної мережі передачі P-GW

P-GW (Packet Data Networks Gateway) є прикордонним маршрутизатором призначеного для користувача трафіку між EPS і зовнішніми пакетними мережами передачі даних. У функції P-GW входять розподіл і призначення IP-адрес між призначеними для користувача пристроями, забезпечує виконання правил політики і тарифікації PCEF (Policy and Charging Enforcement Function), а саме - управління швидкістю (throttling), управління доступом (gating) і фільтрацію призначених для користувача даних, а також підрахунок використання транспортних ресурсів мережі (трафіку користувача або

тривалості сесії). При цьому для користувача пристрій може мати кілька одночасних з'єднань через P-GW з багатьма зовнішніми мережами.

5.6 Інші мережеві елементи LTE

До складу LTE / SAE включаються мережеві елементи, які використовуються попередніми 3GPP-технологіями. В їх число входять наступні елементи:

SGSN (Serving GPRS Support Node) - обслуговуючий вузол підтримки GPRS, призначений для передачі пакетних даних між S-GW і мережею радіодоступу попередніх поколінь 2G і 3G. Для EPS вузол SGSN в перспективі необхідний тільки для управління мобільністю між цими системами.

HSS - сервер абонентів домашньої мережі, призначений для зберігання призначених для користувача профілів цих абонентів. Також інтегрована в HSS функція AuC забезпечує генерацію даних авторизації і аутентифікації користувача, які зберігаються в HSS. Призначені для користувача профілі HSS складаються з підписки, інформації безпеки та інформації про місцезнаходження користувача, постійних і тимчасових ідентифікаторів користувача. HSS зберігає дату підключення до послуг, самі послуги, які може отримувати користувач, інформацію про те, до якої зовнішньої мережі пакетної передачі даних підключений користувач. Сервер зберігає також адреса обслуговуючого MME або останнього MME, де був зареєстрований користувач. PCRF (Policy and Charging Rules Function) зберігає правила політики з обслуговування потоку даних і тарифікації [7].

PCRF забезпечує з боку мережі управління потоками даних в залежності від послуг, що надаються і від QoS, а також управління тарифікацією.

AAA (Authentication, Authorisation and Accounting) - центр авторизації, аутентифікації та обліку - призначений для обміну інформацією авторизації і аутентифікації з мережами доступу технологій не-3GPP (Wi-Fi, WiMAX), підключеними до EPS.

5.7 Мережі з самоорганізацією SON

Стандарти самоорганізованих мереж консорціум 3GPP почав розробляти ще в релізах 8 і 9, потім продовжив в релізі 10, який був закінчений в червні 2011 року. Реліз 11, присвячений LTE-A, також охоплює додаткові функції і розширення SON (Self-Organizing Network).

Основними мотивами введення архітектури SON були природні бажання Операторів скорочувати (хоча б не збільшувати) операційні витрати за рахунок зменшення ступеня людського втручання на етапі планування, впровадження та експлуатації своїх мереж, знижувати капітальні витрати за рахунок оптимізації використання своїх мережевих ресурсів, зберігати і нарощувати прибуток, скорочуючи помилки через людський фактор.

Істотну роль в досягненні цих трьох цілей грає експлуатаційне управління OAM & P, що об'єднує управління ресурсами (Operations), адміністративне управління (Administration), технічне обслуговування (Maintenance) і введення нових ресурсів (Provisioning). Якщо ці завдання безпосередньо контролюються персоналом, навіть із засобами автоматизації, цей ручна праця вимагає великої кількості часу, значних фінансових коштів, висококласних фахівців, і при цьому людські помилки все одно можливі. Розробка стандартів SON розпочато консорціумом 3GPP в релізі 8, потім тривала в релізах 9 і 10, а реліз 11 охоплює додаткові функції і розширення SON [7].

Функція мінімізація частоти використання мобільних тестують бригад MDT (Minimization of Drive Tests) була описана в релізі 10 3GPP і відноситься до проблеми мобільних тестів. Такі тести в мережах 1990-х і 2000-х реалізувалися із залученням ручної праці персоналу і тому були дуже дорогими. Ідея MDT базується на результатах вимірювань, одержуваних безпосередньо від призначених для користувача пристроїв і містять інформацію про місцевість, що дозволяє мати набагато глибші знання про характеристики

пропускної спроможності стільниці, а також використовувати ці знання для автоматизованих SON - функцій.

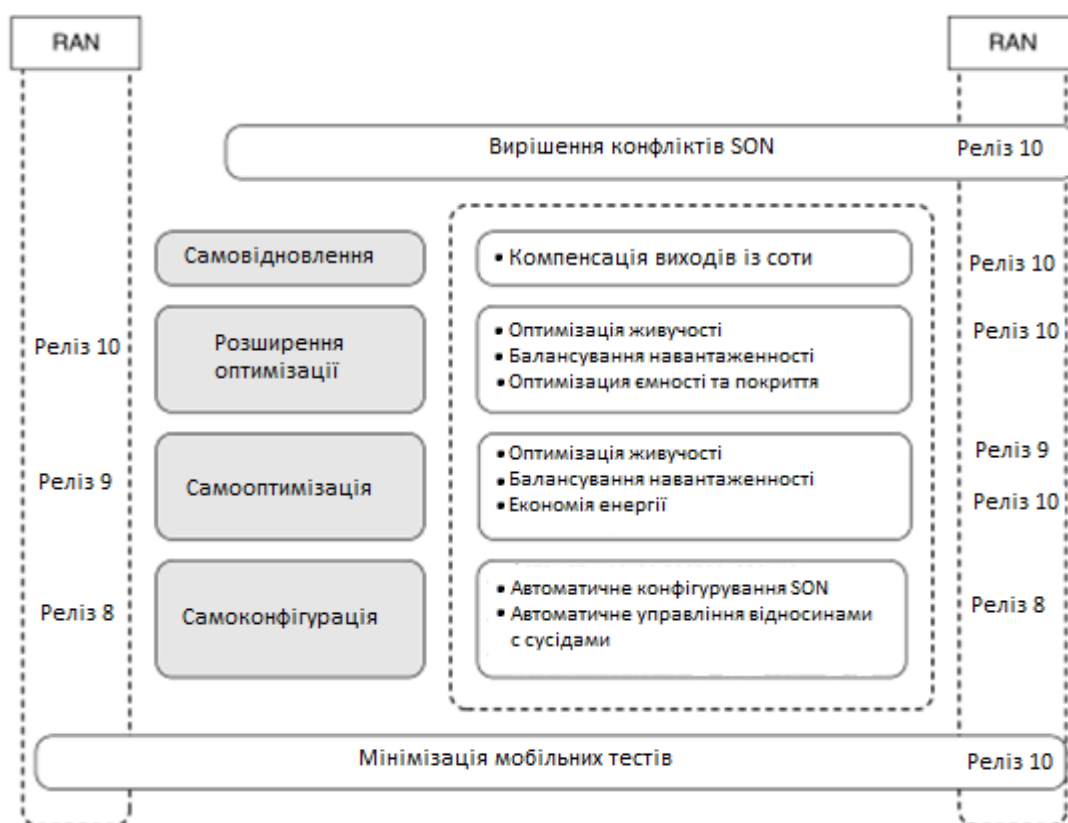


Рисунок 5.7 Графік роботи 3GPP над стандартизацією SON

Розвиток SON орієнтується на оптимізацію мережі радіодоступу LTE, на мінімізацію загальних витрат на мережеву інфраструктуру SAE / LTE і її експлуатацію, на організацію хендовера і на створення нових сценаріїв використання існуючих і нових технологій. Використання SON для скорочення операційних витрат за рахунок зменшення ручної роботи і мінімізації помилок через людський фактор в експлуатаційному управлінні OAM & P мережі SAE / LTE ілюструє Рисунок 4.5. Впровадження SON-функцій дозволяє мінімізувати участь людини в експлуатаційних процедурах шляхом збільшення автоматизації мережевих елементів NE (Network Element), елементів управлін доменом DM (Domain Management) і / або елементів управління мережею NM (Network Management). На Рисунок 5.7.1 показано зміщення від ручного

планування і конфігурації до моніторингу та управління мережею засобами вбудованої SON. Тут людський фактор перекладається на більш високий рівень управління, персонал мережі звільняється від рутинних операцій і замість них займається розробкою політик управління на рівнях мережевих елементів NE, управління елементами DM і управління мережею NM [7].

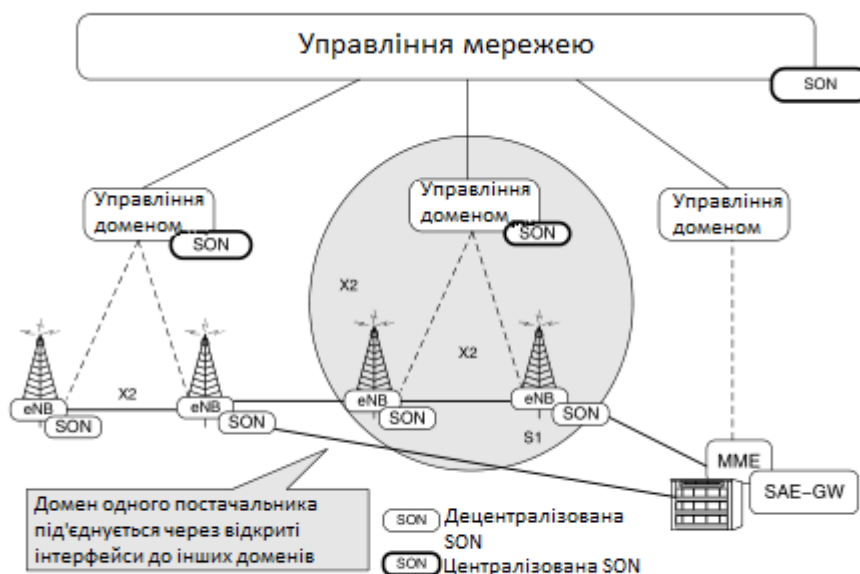


Рисунок 5.7.1 Функції SON в архітектурі OAM&P консорціуму 3GPP

На Рисунку 5.7.1 видно, що SON-функції розташовуються на рівні управління мережі NM (централізована SON з використанням стандартних інтерфейсів або інтерфейсів від конкретного виробника), на рівні управління доменами DM (централізована SON з використанням інтерфейсів від конкретного виробника) і на рівні мережевих елементів NE (розподілена SON з використанням стандартних інтерфейсів або інтерфейсів від конкретного виробника, або місцева SON, незалежна від інших і, отже, не вимагає ніяких інтерфейсів). На всіх цих рівнях в мережі LTE виконуються основні групи функцій SON:

- самоконфігурація - автоматичне переконфігуруванні при реалізації плану розгортання мережі або при впровадженні нового обладнання;

- самовідновлення - автоматичне виявлення несправності і її усунення;
- оптимізація - автоматичний перерозподіл завдань між елементами мережі з метою ефективного використання мережевих ресурсів, відмовостійкості, балансування навантаження, енергоефективності, оптимізація ємності та покриття мережі, оптимізація контролю інтерференції між суміжними сотами і ін.

Наприклад, пул вузлів управління мобільністю MME може бути загальним для всіх eNodeB, що знаходяться під управлінням в цій області пулу (MME pool area), відповідно до ст 3GPP TS23.401.

Для сусідніх базових станцій eNodeB кошти SON можуть перерозподіляти користувача трафік з більш навантаженої стільниці до менш навантаженою сусідній соте за рахунок тих користувача пристроїв, які знаходяться в області радіопокриття обох eNodeB. Тобто SON може поліпшити продуктивність мережі, може розвантажити MME від частини сигнальної навантаження, може управляти перерозподілом призначеного для користувача трафіку між сотами [7].

Це особливо ефективно в тих місцях, де розподіл користувачів по стільниках змінюється в часі: спортивні змагання, масові заходи, автомобільні пробки. Але рішення про балансування сигнальної навантаження між MME, що входять в один пул, або про хендовера користувачького пристрою на суміжну eNodeB для розвантаження обслуговуючої eNodeB має розглядатися і щодо користувача відповідно до принципу «не нашкодь». Тобто SON не провадить вимушений хендовер призначеного для користувача терміналу до суміжній соте, якщо це погіршить якість обслуговування QoS або скоротить пропускну здатність нової стільниці для користувача в порівнянні з сотої, обслужити його до хендовера.

Для планування мережі LTE на самій початковій стадії потрібні досить професійні проектувальники, значна трудомісткість і відповідні фінансові витрати. При цьому потреби користувачів в швидкості передачі даних і умови навколишнього середовища зазвичай швидко змінюються, і, отже, виникає

необхідність аналізу нової ситуації в мережі і в переконфігуруванні базових станцій як LTE, так і експлуатованих спільно з LTE мереж 2.5G і 3G. Більш того, стратегія поетапного впровадження LTE передбачає доцільність використання не тільки макро-eNodeB, але і вузьких рішень мікро-eNB, піко-eNB і фемто-eNB, а також Wi-Fi точок доступу. Тобто ситуація з переконфігуруванні сот ще більш ускладниться за рахунок такого розмаїття і кількості базових станцій[7].

Складніше стануть і мобільні тести, які навіть зараз є досить дорогими. Доцільно при цьому розширювати списки суміжних сот за рахунок базових станцій, які не є суміжними в даний момент, але знаходяться поблизу і можуть бути потенційними кандидатами на сусідство. Але, по-перше, це вдарить по енергоспоживанню і без того слабких акумуляторів сучасних користувальницьких терміналів, тому що абонентському терміналу доведеться вимірювати рівень сигналу від каналу BCCH більшого числа базових станцій.

По-друге, це підвищить кількість неуспішних хендвера, збільшить ймовірність переривання мовних сеансів зв'язку, знизить QoS. Тому для вирішення проблеми необхідна оптимізація списків суміжних сот. Оптимізований, актуальний список сусідства не тільки збільшить продуктивність кожної eNodeB і всього пулу, але також поліпшить користувальницький сприйняття якості послуг і коефіцієнта готовності мережі. Цього допоможе досягти автоматичне встановлення сусідських відносин засобами SON, що дозволяє автоматизувати конфігурацію списку сусідів кожної базової станції.

Продуктивність мережі теж виграє від такої оптимізації та актуального списку сусідства: наприклад, відповідна установка сусідських відносин збільшить число успішних хендвера і зменшить кількість обривів зв'язку через недостатньо актуального списку сусідства. Саме для мережі LTE / SAE с її плоскою архітектурою, без центральних вузлів радіомережі (наприклад, без контролерів базових станцій), необхідно конфігурувати велике число

параметрів сусідства в кожній eNodeB всієї мережі. Притому робити це доведеться вручну, якщо не буде використовуватися функція SON[7].

Саме тому кошти SON енергійно розробляються і активно впроваджуються в усіх розгортаються сьогодні мережах 4G.

5.8 Висновки до розділу 5

У розділі 5 були розглянуті принципи побудови мобільних мереж, які забезпечують повноцінний доступ до мультисервісного трафіку. На сьогоднішній день мобільні пристрої стають все більш важливою частиною нашого життя. Відсоток мобільних терміналів доступу серед усіх терміналів з кожним днем все зростає і ця тенденція у найближчий час збережиться.

Як зрозуміло із розділу для операторів зв'язку перехід на LTE є доцільним з економічної точки зору, тому що:

- 1) зростає надійність мережі;
- 2) зменшується вартість передачі одиниці трафіку.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день мережі наступого покоління та мультимедійний трафік є невід'ємною частиною нашого життя та активно використовується у дуже багатьох галузях людської діяльності. Також було зазначено, що мультимедійний трафік дуже чутливий до швидкості передачі даних, що накладає вимоги у вигляді малої затримки передачі даних, які необхідні для комфортного використання абонентом тих сервісів, які розглянуті в розділі 2.

Також було розглянуто варіанти підключення абонентів на 2019 рік. На сьогодні є можливість під'єднатися до мережі Інтернет у будь-якій частині Києва та інших міст. При цьому по всій зоні покриття більшість провайдерів переходять на від 200Мбіт/с до 1 Гбіт/с, що дає можливість комфортно працювати із файлами дуже великого об'єму.

Сучасний стан таких сервісів як:

IP-телефонія, IP-телебачення та доступ до мережі Інтернет. На даний момент всі ці сервіси є цілком доступними та вже стали частиною нашого життя.

З кожним роком зростає кількість нових абонентів та об'єми інформації, що їм треба передати. Через це зростають вимоги і до мереж, наприклад, до пропускної здатності каналів передачі даних. Саме тому усі провайдери вимушені модернізувати свої мережі для того, щоб бути конкурентноспроможними на ринку телекомунікаційних послуг через декілька років.

Окремо слід виділити концепцію IMS. Вона має значну перевагу над концепцією NGN у сучасному світі у тому, що надає доступ до будь-яких мультисервісних послуг з будь-якого кінцевого пристрою абонента: комп'ютер, планшет, мобільний телефон, стаціонарний телефон та ще багато інших. На даний момент це дуже важлива риса для абонентів, тому що дуже велика кількість трафіку йде саме через мобільні з'єднання і з часом їх ставатиме все більше. Також ця концепція є досить зручною для операторів, тому що дозволяє

призначати тарифікацію як за часом використання, так и за використаним трафіком. Так як є дуже велика кількість різних сервісів – ця опція є дуже корисною.

У розділі 5 були розглянуті принципи побудови мобільних мереж, які забезпечують повноцінний доступ до мультисервісного трафіку. На сьогоднішній день мобільні пристрої стають все більш важливою частиною нашого життя. Відсоток мобільних терміналів доступу серед усіх терміналів з кожним днем все зростає і ця тенденція у найближчий час збережиться.

Як зрозуміло із розділу для операторів зв'язку перехід на LTE є доцільним з економічної точки зору, тому що:

- 1) зростає надійність мережі;
- 2) зменшується вартість передачі одиниці трафіку.

В цілому в роботі був розглянутий шлях мереж наступного покоління від середини 90х років минулого століття до наших днів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] TCP/IP // [Електронний ресурс] – режим доступу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/TCP/IP>

[2] IPv6 // [Електронний ресурс] – режим доступу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/IPv6>

[3] Исчерпание _ IPv4-адресов// [Електронний ресурс] – режим доступу:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Исчерпание_ IPv4-адресов

[4] PON // [Електронний ресурс] – режим доступу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/PON#Топології_мереж_доступу

[5] Б.С . Гольдштейн, А .В. Пинчук, А .Л . Суховицкий, IP-телефония. - СПб.: БХВ — Санкт-Петербург, 2014.— 336 с.

[6] Конопелько, В. К. К64 Измерение и анализ трафика IP-телефонии : метод. пособие по курсу «Цифровая коммутация каналов, пакетов и IP-телефония» для студ. спец. «Системы распределения мультимедийной информации» всех форм обуч. / В. К. Конопелько, С. М. Лапшин, В. Ю. Цветков. – Минск : БГУИР, 2011. – 56 с.

[7] Гольдштейн, Б. С. Сети связи постNGN / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. — СПб.: БХВПетербург, 2014. —160 с

[8] FTP // [Електронний ресурс] – режим доступу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/FTP>