

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут телекомунікаційних систем
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено
Завідувач кафедри

_____ Сергій КРАВЧУК
(підпис) (Ім'я, прізвище)

“ ____ ” _____ 2020 р.

Магістерська дисертація
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка,
(код і назва)

За освітньо-професійною програмою Інженерія та програмування інфокомунікацій.
на тему: Дослідження процесів обслуговування в мережі на базі платформи IMS.

Виконав : студент _2_ курсу, групи ТЗ -91мп
(шифр групи)

Берестовенко Олександр Олегович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., Нестеренко М.М. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, , прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент доцент, к.т.н., Созонник Г.Д. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інститут телекомунікаційних систем

(повна назва)

Кафедра телекомунікацій

(повна назва)

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

(код і назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою Інженерія та програмування інфокомунікацій.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Явіся В.С.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« 20 » січня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Берестовенку Олександрю Олеговичу

1. Тема дисертації Дослідження процесів обслуговування в мережі на базі платформи IMS.

науковий керівник дисертації к.т.н., доцент Нестеренко М.М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від _03_ листопада 2020 р. №3208-с

2. Строк подання студентом дисертації 12.12.2020 р.

3. Об'єкт дослідження: Дослідження процесів обслуговування в мережі на базі платформи IMS

4. Предмет дослідження: побудова мережі на базі платформи IMS.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

- 1) Виконати огляд літератури з теми дослідження.
- 2) Проаналізувати концепції розвитку телекомунікаційних мереж.
- 3) Розглянути архітектуру мережі IMS.
- 4) Проаналізувати процес обслуговування користувачів в мережі IMS.
- 5) Оцінити конкурентоспроможність телекомунікаційних мереж IMS.

6. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): актуальність, мета, об'єкт дослідження, предмет дослідження, архітектура мережі IMS, порівняння архітектур мереж IMS і NGN, модель мережі IMS, розрахунок параметрів функціонування мережі IMS, висновки.

7. Орієнтовний перелік публікацій

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 28.10.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Підбір літератури з теми дослідження	01.11.2019 09.06.2020	виконано
2	Написання розділу: Аналіз сучасного стану та тенденцій (концепцій) розвитку телекомунікаційних мереж	01.12.2019 09.02.2020	виконано
3	Написання розділу: Аналіз принципів побудови телекомунікаційних мереж на базах концепцій IMS	01.03.2020 09.05.2020	виконано
4	Написання розділу: Відкриті протоколи, стандарти та інтерфейси в IMS	01.06.2020 09.08.2020	виконано
5	Розробка моделі мультимедійної підсистеми IP	01.09.2020 25.10.2020	виконано
6	Аналіз шляхів реалізації	12.11.2020 19.11.2020	виконано
7	Розробка стартап-проекту	20.11.2020 04.12.2020	виконано
8	Оформлення роботи	05.12.2020 19.12.2020	виконано
9	Підготовка доповіді і презентації	20.12.2020 25.12.2020	виконано

Студент

_____ (підпис)

Берестовенко О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Нестеренко М.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Робота містить 109 сторінок, 4 таблиці та 29 рисунків. Було використано 20 джерел.

Мета роботи: створення загального телекомунікаційного середовища для взаємодії мереж, побудованих на різних технологіях.

Об'єкт дослідження: процеси обслуговування потоків інформації в мережі IMS.

Предмет дослідження: створення мереж all IP на базі платформи IMS.

В ході виконання цієї роботи проаналізовані сучасні концепції побудови телекомунікаційних мереж. Розглянуто архітектуру мережі IMS, перелік її елементів і принцип їх взаємодії в процесі обслуговування повідомлень. Надані рекомендації до переходу к інтегрованої багатокористувацької мережі all IP. В ході виконання цієї роботи проаналізовані сучасні розробки в галузі віртуалізації.

Для досягнення мети дослідження було поставлено та вирішено такі основні задачі:

1. Ознайомлення та аналіз сучасних концепцій побудови телекомунікаційних мереж.
2. Аналіз архітектури мережі NGN. Її переваги і недоліки.
3. Аналіз архітектури мережі IMS. Її переваги і недоліки.
4. Розробка пропозицій, щодо побудови мереж all IP на базі платформи IMS.

Ключові слова: NGN, IMS, CSCF, Call Session Control Function, P-CSCF, Proxy Call Session Control Function, I-CSCF, Interrogating CSCF, S-CSCF, Serving-CSCF

ABSTRACT

The work consists of 109 pages 4 tables and 29 figures. 20 references are used.

The purpose of the diploma: creating a common telecommunications environment for the interaction of networks based on different technologies.

Practical use: the developed model can be used for calculation and further research, development IMS.

Object of research: information flow maintenance processes in the IMS network.

Subject of research: creation of all IP networks on the basis of the IMS platform.

In the course of this work the modern concepts of construction of telecommunication networks were analyzed. The architecture of the IMS network, the list of its elements and the principle of their interaction in the process of message service are considered. Recommendations for the transition to an integrated multiuser network all IP. In the course of this work, modern developments in the field of virtualization are analyzed.:

1. Acquaintance and analysis of modern concepts of telecommunication networks construction.
2. Analysis of NGN network architecture. Its advantages and disadvantages.
3. Analysis of IMS network architecture. Its advantages and disadvantages..
4. Development of proposals for building all IP networks based on the IMS platform.

Keywords: NGN, IMS, CSCF, Call Session Control Function, P-CSCF, Proxy Call Session Control Function, I-CSCF, Interrogating CSCF, S-CSCF, Serving-CSCF

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ.....	9
1.1 Аналіз принципів побудови телекомунікаційних мереж на базі концепції NGN	9
1.2 Аналіз необхідності переходу до побудови телекомунікаційних мереж на базі концепцій IMS	14
1.3 Напрямки розвитку мереж операторів зв'язку в Україні	31
2 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ НА БАЗІ КОНЦЕПЦІЇ IMS	46
2.1 Архітектура мережі IMS.....	47
2.2 Особливості побудови рівня управління мереж IMS.....	56
2.3 Послуги в мережах IMS.....	63
2.4. Протоколи та інтерфейси мережі IMS.....	73
3. МУЛЬТИМЕДІЙНА ПІДСИСТЕМА ІР В КОНТЕЙНЕРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	90
3.1 Аналіз доступності реалізації	93
3.2 Числовий аналіз.....	98
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	103
4.1	
Опис ідеї проекту	103
4.2 Аналіз ринкових можливостей.	104
Висновки до стартапу	107
ВИСНОВКИ.....	107
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	109

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol
DiffServ - Differentiated Services
DMPC - Digital Marketplace DNS Domain Name Server
DPE - Device Profile Evolution
DSL - Digital Subscriber Line
ETSI - European Telecommunications Standards Institute
FIP - False Information Period
FMC - Fixed Mobile Convergence
GGSN - Gateway
GPRS - Support Node
GPRS - General Packet Radio Service
GSM - Global System for Mobile communications (originally Groupe Spécial Mobile)
gsmSCF - GSM Service Control Function
GUI - graphical user interface
HLR - Home Location Register
HSS - Home Subscriber Server
HTTP - Hypertext Transfer Protocol
I-CSCF - Interrogating CSCF
ICMP - Internet Control Message Protocol
IFC - Initial Filter Criteria
IM-SSF - IP Multimedia Service Switching Function
IMN IP - Multimedia Network
IMS IP - Multimedia Subsystem
ITU-T - International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector
IVR - Interactive Voice Response
NGN - Next Generation Network

ВСТУП

Спілкування завжди було одним із стовпів людського суспільства. Це рухало по-іншому технологій та розвитку цілих суспільств. Особливо протягом останніх півтора століть спілкування досягло важливих віх - введення віддаленого голосу з підтримкою телефону спілкування. Пізніше ручні обміни, керовані людськими операторами, були розроблені в порядку щоб надати телефонію більшій кількості людей.

Таким чином були створені телекомунікаційні мережі. В подальшому були введені автоматичні біржі, що дозволило ще швидше та дешевше спілкуватися. Попит на спілкування з будь-якого місця зумовив розвиток та широке розширення мобільних пристроїв мережі у 1990-х. Вони ще більше пришвидшують спілкування, а згодом і ввімкнений доступ до Інтернету та різні послуги майже з будь-якого місця. Паралельно з ранніми телекомунікаціями, введення комп'ютерів викликало необхідність їх взаємного спілкування, і таким чином були комп'ютерні мережі розвинена.

Інтернет, що дозволяє спілкуватися будь-якому користувачеві з іншими людьми по всьому світу та наближення різних послуг до широкої аудиторії сьогодні стає важливим спілкуванням середній. Соціальні мережі та блоги останніми роками перемикаються на анонімне спілкування в Інтернеті до неанонімних. В останні місяці вони також відіграють важливу роль у демократизації зміни кількох товариств. Таким чином, спілкування все ще розвивається на різних етапах використання різні технології.

Актуальність роботи: Відповідно до прогнозів розвитку галузі інфокомунікацій очікується, що до 2021 року трафік даних виросте багаторазово, однак обороти операторських компаній будуть збільшуватися лише на 6-8% в рік. Тому крім скорочення операційних витрат обов'язковим ефектом від впровадження елементів новітніх мереж зв'язку повинні стати нові послуги, що приносять додатковий прибуток. Причому особливу важливість набувають послуги на основі IP-технологій, їх комбінування,

унікальна логіка і простота впровадження. Пошук єдиною «забійної» послуги більше не є головним завданням. Системний підхід в якості основного кандидата на роль найкращого операторського рішення для мереж наступного покоління висунув технологію IMS.

Методи дослідження: порівняння систем для створення телекомунікаційної мережі, аналіз систем, вимірювання параметрів систем, синтез моделі IMS в контейнеровому середовищі.

Практична цінність Розроблена математичні модель IMS в контейнеровому середовищі яка може використовуватися для подальшого дослідження та розробки систем IMS в контейнеровому середовищі. Також дані можна використовувати у дослідницьких сфера. Розглянута концепція та її реалізація можуть використовуватися у телекомунікаційних мережах.

1. Аналіз сучасного стану та тенденцій (концепцій) розвитку телекомунікаційних мереж.

1.1 Аналіз принципів побудови телекомунікаційних мереж на базі концепцій NGN.

Мережа наступного покоління (NGN) - це мережа на основі пакетів, мережа здатна надавати телекомунікаційні послуги користувачам і використовувати безліч широкосмугових транспортних технологій із підтримкою QoS в яких функції, що стосуються послуг, не залежать від основних технологій, пов'язаних з транспортуванням. Це забезпечує необмежений доступ для користувачів до мережі конкуруючих постачальників послуг та їх послуг. Він підтримує загальну мобільність, яка дозволить постійне та повсюдне надання послуг користувачам [1].

Вищевикладене визначення розділяє NGN на дві частини, а саме Core та Access NGN. Core NGN - це, по суті, транспортна або магістральна мережа, і вона використовує цифрові технології для більш ефективного підключення телефонних дзвінків та іншого мережевого трафіку, ніж традиційні мережі. Access NGN передбачає модернізацію локального циклу до широкосмугового, або за допомогою технології DSL, або шляхом розгортання волокна в циклі для однієї частини або всього з'єднання. Створення Core NGN безпосередньо не впливає на ці технології Access NGN [2]. NGN об'єднує економічно вигідну та всеосяжну мережу із захистом, інформаційною спроможністю та розширеними можливостями доставки.

Архітектура NGN

NGN охоплює різні типи мереж - від дротової до бездротової та від телекомунікаційної до комп'ютерної, і передаватиме різноманітні послуги через загальну та відкриту мережеву інфраструктуру. NGN - це одна

мережева платформа, здатна підтримувати всі типи трафіку, одночасно згладжуючи хід інновацій в послугах, як показано на рис. 1

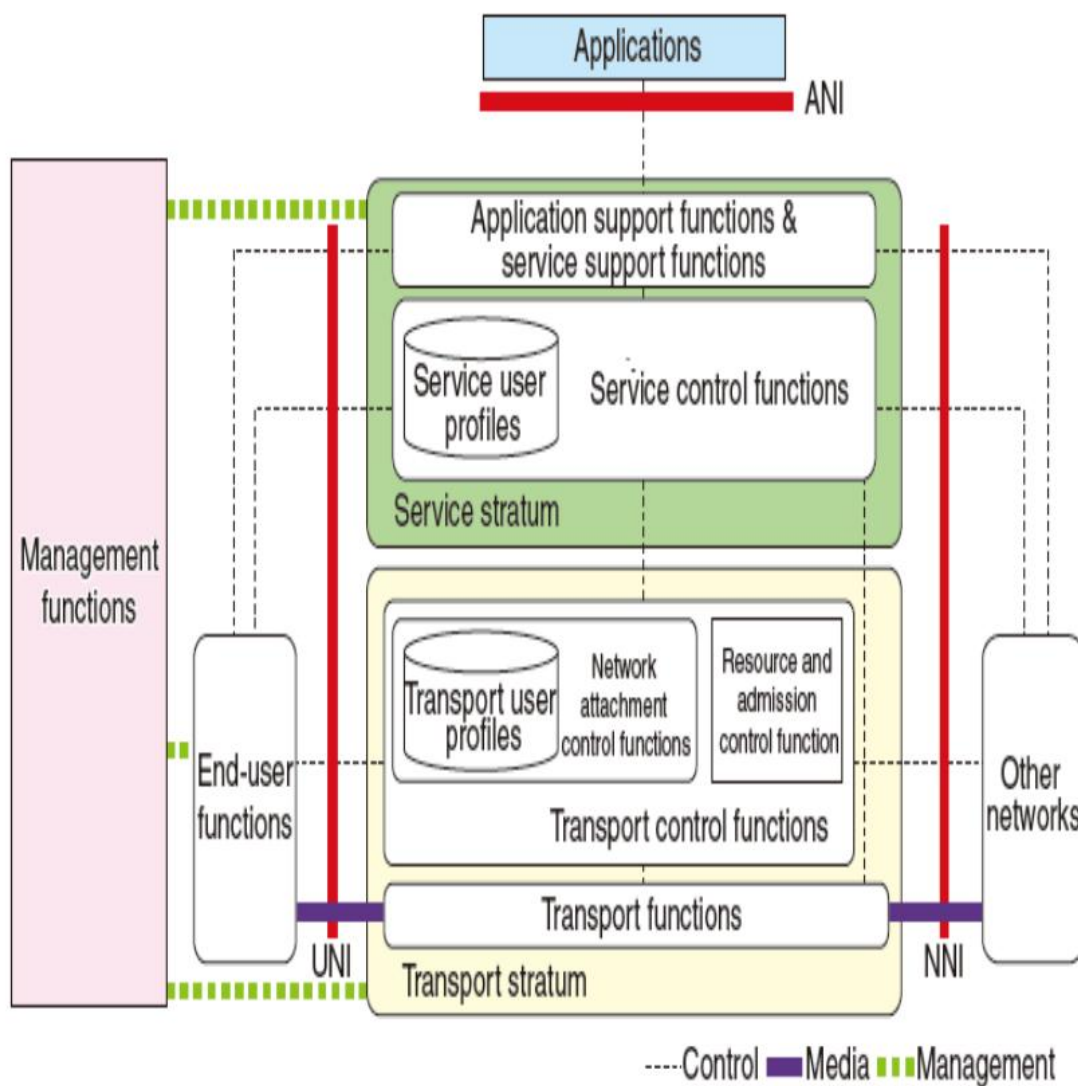


Рис. 1 Огляд архітектури NGN в ITU-T

Оскільки об'єднання послуг мереж може забезпечити різноманітні переваги, велика кількість мережевих операторів почали розгортати мережі NGN для підтримки свого бізнесу [3]. «Ключовим фактором успіху впровадження NGN є зосереджена увага телекомунікаційної галузі на концепціях послуг які надає NGN та на тому, як ці концепції можуть бути реалізовані в середовищі NGN» [4]. NGN обіцяє чудовий імідж наших

майбутніх мереж, тому що для користувачів переваги, які надає NGN, включають більш привабливі послуги, зручніший доступ, вищу якість та дешевші ціни. Для мережевих операторів або постачальників послуг це може забезпечити переваги, включаючи менші витрати, простіший менеджмент, більш вигідні послуги та швидшу реакцію на зміни ринку.

Однак, оскільки перехід на інфраструктуру чистого NGN є довгостроковим процесом, на ранніх стадіях, коли NGN і звичайні мережі співіснують, вплив переходу на NGN може бути невідомий для користувачів, а деякі проблеми, такі як проблеми взаємодії між різними мережами, можуть спричинити перешкоди для переходу користувачів до нового досвіду. [5]

Основні мережі послідууючого покоління

Мережі наступного покоління визначаються на основі їх базових технологічних «компонентів», які включають - як уже згадувалося у визначенні ІТУ - пакетні мережі, з сервісним рівнем відокремленим від транспортног рівня, що перетворює їх на платформу об'єднаних послуг, ці особливості можуть вплинути на традиційні бізнес-моделі та структуру ринку, а також на регулювання:

1. Мережа на основі ІР

Основні мережі наступного покоління, як правило, охоплюють перехід від декількох застарілих базових мереж до мереж на основі ІР для надання всіх послуг. Це означає, що вся інформація передається через пакети. Пакети можуть приймати різні маршрути до одного і того ж пункту призначення, і тому не вимагають встановлення наскрізного виділеного шляху, як це має місце для зв'язку на основі PSTN.

2. Багатоцільовий на основі пакетів

Хоча традиційно окремі мережі використовуються для забезпечення голосових, даних та відеопрограм, кожна з яких потребує окремих пристроїв доступу, при цьому різні типи програм можуть трансформуватися в пакети, відповідно маркуватися і одночасно передаватися за допомогою ряду різних транспортних технологій, дозволяючи перехід від одноцільові мережі (одна мережа, одна послуга), до багатоцільових мереж (одна мережа, багато служб). Взаємодія між NGN та існуючими мережами, такими як PSTN, ISDN, кабельна та мобільна мережі, може бути забезпечена за допомогою медіа-шлюзів.

3. Поділ транспортного та сервісного рівня

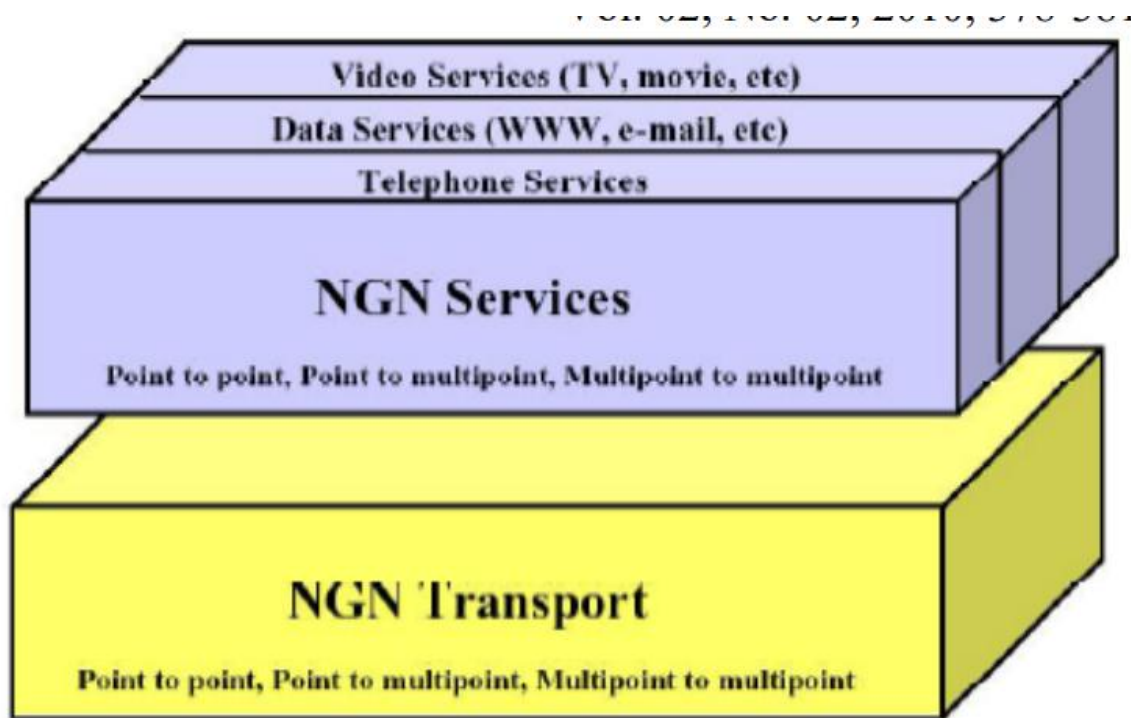


Рис. 1.2 Поділ функціональних площин

Це становить ключовий спільний фактор між NGN та об'єднанням послуг, що спричиняє кардинальну зміну відносин між "рівнями" мережі (транспортна інфраструктура, транспортні послуги та контроль, контент-послуги та програми). У мережах наступного покоління, пов'язаних з послугами, функції незалежні від основних технологій, пов'язаних з транспортом. Роз'єднання програм та мереж дозволяє визначати програми

безпосередньо на рівні сервісу та надавати їх безперешкодно на різних платформах, що дозволяє виходити на ринок багатьма постачальниками послуг на недискримінаційній основі. Ці особливості можуть сприяти розвитку та наданню нових послуг та створюють нову можливість для інновацій, дозволяючи різним гравцям ринку створювати цінність на окремих функціональних рівнях доступу, транспорту, контролю та послуг [6].

Стандартизаційні тенденції NGN

Стандартизація NGN розпочалася на семінарі NGN, проведеному ITU-T у липні 2003 р. (Женева). Після цього в червні 2004 року були затверджені Рекомендація Y.2001 «Загальний огляд NGN» та Рекомендація Y.2011 «Загальні принципи та загальна довідкова модель для мереж наступного покоління», розпочали затвердження 13 документів, що прописують основний розділ першого випуску NGN. Порядок формування рекомендацій на засіданні SG13, яке відбулося в липні 2006 р.

Характерною особливістю NGN, зазначеної в Додатку 1 до серії Y.2000 «Область дії випуску 1 NGN» та Y.2201 «Вимоги 1 випуску NGN», є використання мультимедійної підсистеми IP (IMS), створеної Проектом партнерства третього покоління. (3GPP). IMS була адаптованою під Інтернет.

Інженерна робоча група (IETF) як базовий протокол для протоколу ініціювання сеансу (SIP), визначений низкою RFC (запити на коментарі), включаючи RFC3261. Специфікації IMS додають вимоги до безпеки та контролю якості та вказують, як їх можна поєднувати з вищезазначеними SIP-пов'язаними RFC-документами, які зараз стандартизовані в IETF.

Більше того, в рамках проекту TISPAN (Телекомунікаційні та Інтернет-конвергентні послуги та протоколи для вдосконалених мереж), започаткованого Європейським інститутом стандартів телекомунікацій (ETSI), близько 60 документів до серії специфікацій NGN 1, зосереджених на

положеннях IMS для фіксованої мережі, майже завершено станом на лютневу зустріч 2006 року. Тим часом в Японії в квітні 2005 року при Комітеті з питань телекомунікаційних технологій (TTC) було створено Комітет експертів з архітектури NGN. На сьогодні TTC видав кілька стандартів та технічних звітів щодо NGN та специфікацій інтерфейсу. Сюди входять TR1014 «Огляд архітектури NGN» та TR-9024 «Технічний звіт про базовий інтерфейс виклику для SIP-терміналів, що підключаються до NGN»

1.2 Аналіз необхідності переходу до побудови телекомунікаційних мереж на базі концепцій IMS.

У цьому розділі розглядаються питання щодо впровадження в існуючі мережі технологій мережевих / мультимедійних підсистем IP (NGN / IMS) наступного покоління. Насправді, застарілі мережі з комутацією каналів (CS), такі як громадська комутована телефонна мережа (PSTN) або громадські наземні мобільні мережі (PLMN), орієнтовані головним чином на підтримку вузькосмугових голосових послуг і повинні модернізуватися за допомогою інноваційних технологій для розширення набору пропонованих послуг.

Технології, засновані на NGN / IMS, можуть дозволити операторам таких мереж модифікувати мережеві інфраструктури, щоб надати користувачам доступ до великої різноманітності послуг, щоб зберегти свою частку на ринку. Це дозволить також зменшити CapEx та OpEx, використовуючи уніфіковану магістраль IP та відкриту платформу IMS.

Оскільки впровадження технологій NGN / IMS в існуючій інфраструктурі представляє надзвичайно складний процес, пропонується розкласти весь процес на деякі паралельні підпроцеси (інноваційні лінії) для поступового розгортання єдиної повноцінної інтегрованої багатофункціональної мережевої інфраструктури основою вже існуючих.

Основні етапи розкладання детально описані в роботі далі.

В даний час відбуваються суттєві зміни на ринку телекомунікацій. З одного боку, ці зміни характеризуються дуже високим рівнем проникнення послуг у PSTN / PLMN, який близький до насичення. З іншого боку, використання "Інтернету" набуває обертів та зростає попит на мультимедійні послуги, узагальнена мобільність, конвергенція мереж та послуг [1].

Існуючі мережі CS застарілі і мають бути замінені порівняно з мобільними мережами з комутацією пакетів (PS), які вже давно були розгорнуті [2]. Це покоління застарілих мереж обмежене вузькосмуговими голосовими послугами, і існує ризик бути витісненими послугами мобільної та Інтернет-телефонії [2].

Однак не є розумним "знищувати землю" такого роду мережі. Технології, засновані на NGN / IMS, можуть дозволити операторам застарілих мереж пропонувати своїм користувачам набагато ширший спектр послуг, які можуть допомогти зберегти свою частку на ринку та отримати прибутковість. Крім того, CapEx та OpEx операторів можуть бути зменшені завдяки використанню зведеної магістралі IP та відкритої платформи IMS [2].

Однак процес розгортання NGN / IMS вимагає від мережевих операторів значних інвестицій.

Таким чином, виникають деякі питання, пов'язані із впровадженням технологій NGN / IMS поступово (плавно) в існуючі мережі CS, такі як PSTN та PLMN. Хоча концепції IMS / NGN вже переведені на стадію реалізації для зменшення витрат і до отримання нових привабливих послуг, плавні шляхи впровадження технологій IMS / NGN в існуючі мережеві інфраструктури для мінімізації ризику втрати інвестицій ще недостатньо вивчені.

Цей розділ зосереджений на питаннях, що стосуються впровадження технологій NGN / IMS в існуючі інфраструктури для поступового побудови єдиної повноцінної інтегрованої багатокористувацької мережі IP.

Загальним правилом для аналізу та синтезу складної багатофункціональної системи є розкладання її компонентів на деякі підсистеми. Розумно застосовувати той самий підхід і до надзвичайно складного процесу розгортання NGN/ IMS.

Основним внеском розділу є підхід до декомпозиції всього інноваційного процесу NGN / IMS на деякі відносно незалежні підпроцеси для модифікації існуючих мережевих інфраструктур. В якості ідеї такого розкладання береться до уваги досвід, накопичений процесом еволюції мереж GSM / UMTS у напрямку до NGN.

Основні принципи концепції NGN / IMS

Концепції NGN / IMS / NGOSS базуються на документах 3GPP, IETF, ITU, ETSI TISPAN, OMA, TM Forum та інших організацій, що займаються розробкою стандартів. Відповідно до документів, основні принципи перспективного розвитку мережі можна визначити наступним чином:

- Єдина транспортна магістраль IPv4 / IPv6 (BB) для передачі інформації.
- Використання мереж багаторазового доступу.
- Функції управління транспортом для обробки процесу комутації / маршрутизації відокремлені від функцій передачі, пов'язаних з передачею інформації про користувача та мережу.
- Функції управління послугами за допомогою платформи IMS відокремлені від функцій управління транспортом та функцій передачі.
- Узагальнена мобільність, яка дозволяє послідовно і повсюдно надавати послуги користувачам через мережі безлічі доступу.
- Конвергенція мереж та послуг, що дозволяє операторам ефективно запускати необмежену кількість послуг NGN.
- Спряження, автоматизація, інтеграція операційних (операційних) систем підтримки (OSS) та систем підтримки бізнесу (BSS).

Розподіл функціональних об'єктів NGN у деяких площинах відповідно до цих принципів представлений на рисунку 1. Він базується на специфікаціях ITU-T Y.2001 / Y.2011, ETSI ES 282 001, 3GPP TS 23.002, TMF 053 та інших .

Такий розподіл дозволяє отримати зручне групування, що складається з певних функціональних компонентів для реалізації та опису мережі. Зверніть увагу, що на практиці при розгортанні мережевих інфраструктур деякі функціональні сутності можуть бути об'єднані в один фізичний об'єкт і навпаки, один функціональний компонент може бути зіставлений у кілька фізичних вузлів.

Аналізуючи малюнок 1, видно, що NGN накопичує та розвиває найбільш перспективні ідеї з концепцій мережі попередників, зокрема, з концепцій Інтелектуальної мережі (IN), Мережі управління телекомунікаціями (TMN), Мережі 3G та 4G тощо.

Наприклад, у концепції IN логіка обслуговування була відокремлена від основної системи комутаторів (TDM-комутатори) у зовнішній вузол, який називається точкою управління послугами (SCP). Існує також точка запуску, яка називається точкою комутації послуги (SSP), яка була додана до перемикача TDM для переадресації виклику, пов'язаного з послугою IN, до SCP [3]. Оскільки послуги більше не розробляються в TDM-комутаторі, постачальники послуг дозволяють розробляти різні послуги з доданою вартістю (VAS) для своїх мереж, не подаючи запит основним виробникам комутаторів, і чекати тривалого процесу розробки [4]. Таким же чином, у NGN функції, пов'язані з послугами, незалежні від основних технологій,

пов'язаних з транспортом [1].

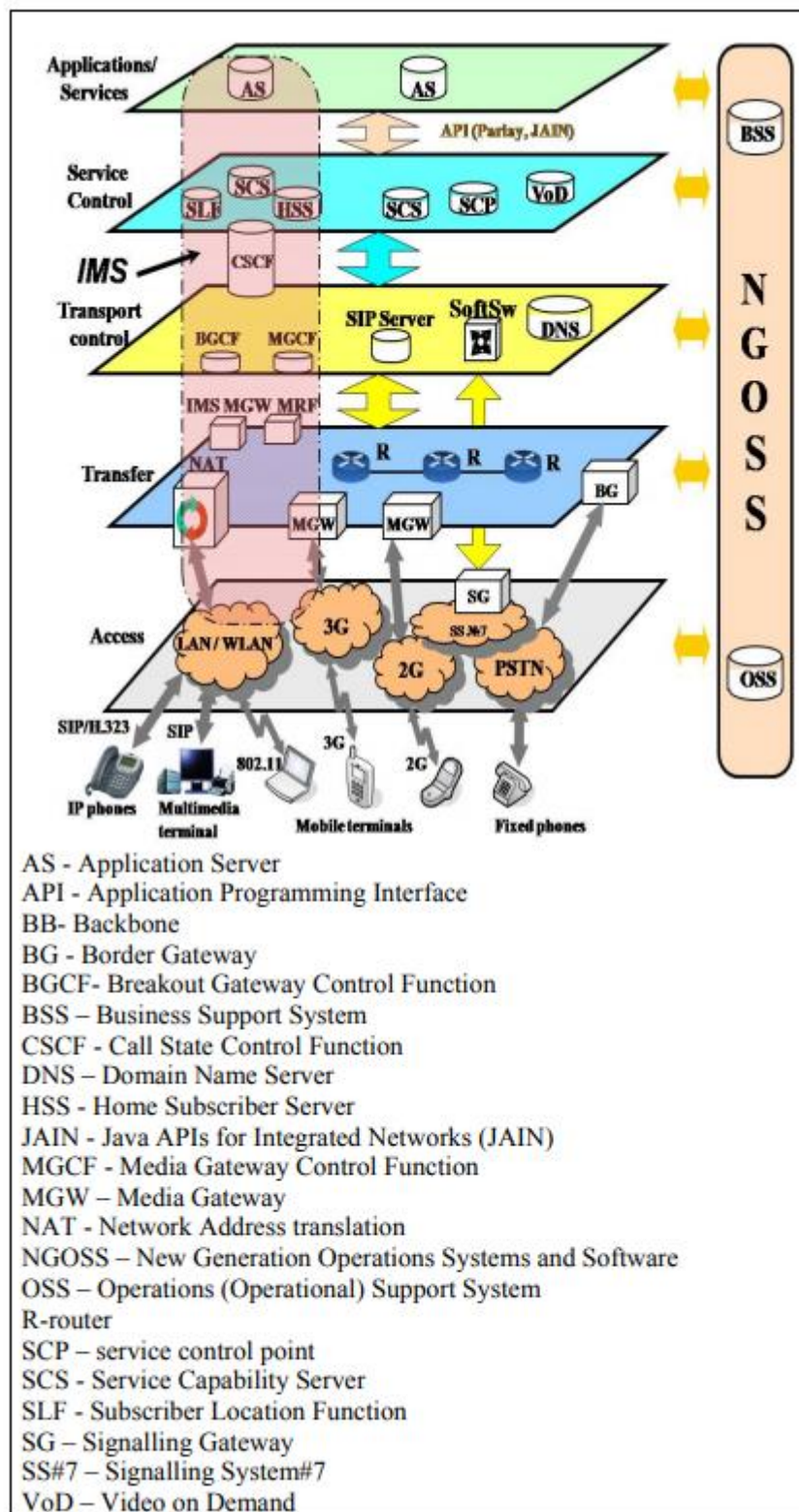


Рис.1.3 Огляд функціональної архітектури NGN

Крім того, IN запропонував ідею незалежних від обслуговування будівельних блоків (SIB) для багаторазових службових функцій. Відповідно до цієї ідеї послуга реалізується як композиція різних SIB.

Подібним чином, відповідно до концепції NGN / IMS, послуга не стандартизована сама, а стандартизовані будівельні блоки (засоби, що дозволяють послугу в термінах ОМА), стандартизовані для багаторазового використання.

Інша відома концепція, TMN, забезпечує основу для досягнення взаємозв'язку та зв'язку через неоднорідні операційні системи та телекомунікаційні мережі [5]. Форум управління телекомунікаціями (ТМ) визначає набір принципів та технічних результатів, відомих як Операційні системи та програмне забезпечення нового покоління (NGOSS) для інтеграції OSS та BSS, які в даний час працюють окремо.

Концепція IMS була розроблена (специфікація IMS розпочалась у 3GPP Rel'5, 2002) для надання мультимедійних додатків IP через мультимедійні сеанси IP для користувачів. З малюнку 1 видно, що специфікою IMS у контексті NGN є те, що він включає функціональні компоненти на всіх площинах функціональної моделі. Аспекти IMS розглянуті більш детально в розділі 1.2.4, В.

Передбачається, що мережі NGN зможуть надавати послуги на основі сеансів, такі як IP-телефонія, відеоконференції та відео-чати, а також послуги, що не засновані на сеансах, такі як потокове відео та мовлення [6].

Однак однією з вимог мереж NGN є підтримка взаємодії з набором різних застарілих мереж, зокрема, з PSTN, цифровими мережами інтегрованих служб (ISDN), 3G та іншими мережами CS [1]. Ці мережі розглядаються як засіб доступу до ресурсів NGN з метою надання вищезазначених послуг користувачам.

Розкладання процесу розгортання NGN / IMS

Основна мета інноваційного розвитку існуючих мережевих інфраструктур може бути сформульована як плавна міграція на основі ще існуючих ресурсів до повної інтегрованої багатокористувацької мережі IP, яка здатна надавати великий набір різних послуг із необхідним QoS.

Для досягнення цієї мети слід виконати наступні принципи:

- Принцип «покрокового розгортання», який стосується покрокового процесу оцінки від CS до технологій на базі PS для підтримки будь-якого виду послуг.
- Принцип "спадкоємності", враховуючи, що телефонні / мобільні мережі КС будуть існувати разом із мережами NGN досить довго, і взаємодія між ними повинна здійснюватися.
- Принцип "перспективи", враховуючи, що процес розгортання застарілих мереж повинен базуватися на концепціях NGN / IMS / NGOSS.

Повна інтегрована багатокористувацька мережа IP представляє складну багатфункціональну систему. Відповідно до теорії систем, проектування складної системи слід розбити на більш прості блоки. Це дозволяє замінити рішення однієї величезної задачі рішеннями деяких конкретних завдань, щоб спростити запутану складну систему.

Тут варто застосувати той самий підхід, роблячи декомпозицію всього процесу розгортання у напрямку побудови повної інтегрованої багатокористувацької мережі IP (враховуючи вищезазначені принципи).

Пропонується розбити весь процес на три відносно незалежні інноваційні лінії:

1. Покрокова міграція телефонних / мобільних мереж CS на IP-технологію для обробки традиційного телефонного трафіку, зокрема за допомогою емуляції PSTN, заснованої на розгортанні такого обладнання, як

SoftSwitch на базі SIP (SoftSw), сервер мобільного комутаційного центру (MSC-S) та медіа-шлюз (MGW).

2. Модернізація та розширення мереж доступу шляхом розгортання високошвидкісних LAN / WLAN, які здатні підтримувати передачу даних із високою швидкістю передачі даних, тобто 10... 100 Мбіт / с до кінцевого користувача (включаючи мобільних користувачів).

3. Поєднання набору існуючих IP-мереж та оновлених IP-мереж (див. Перший пункт) із широкосмуговими мережами доступу (див. Другий пункт) для підтримки необмеженої кількості послуг у поєднанні із загальною мобільністю на основі високої пропускної здатності IP магістраль та платформа IMS.

Відповідно до запропонованого розкладання, інфраструктура повної інтегрованої багатосервісної мережі IP, яка створюється на перших кроках процесу розгортання, показана на рисунку 1.4.

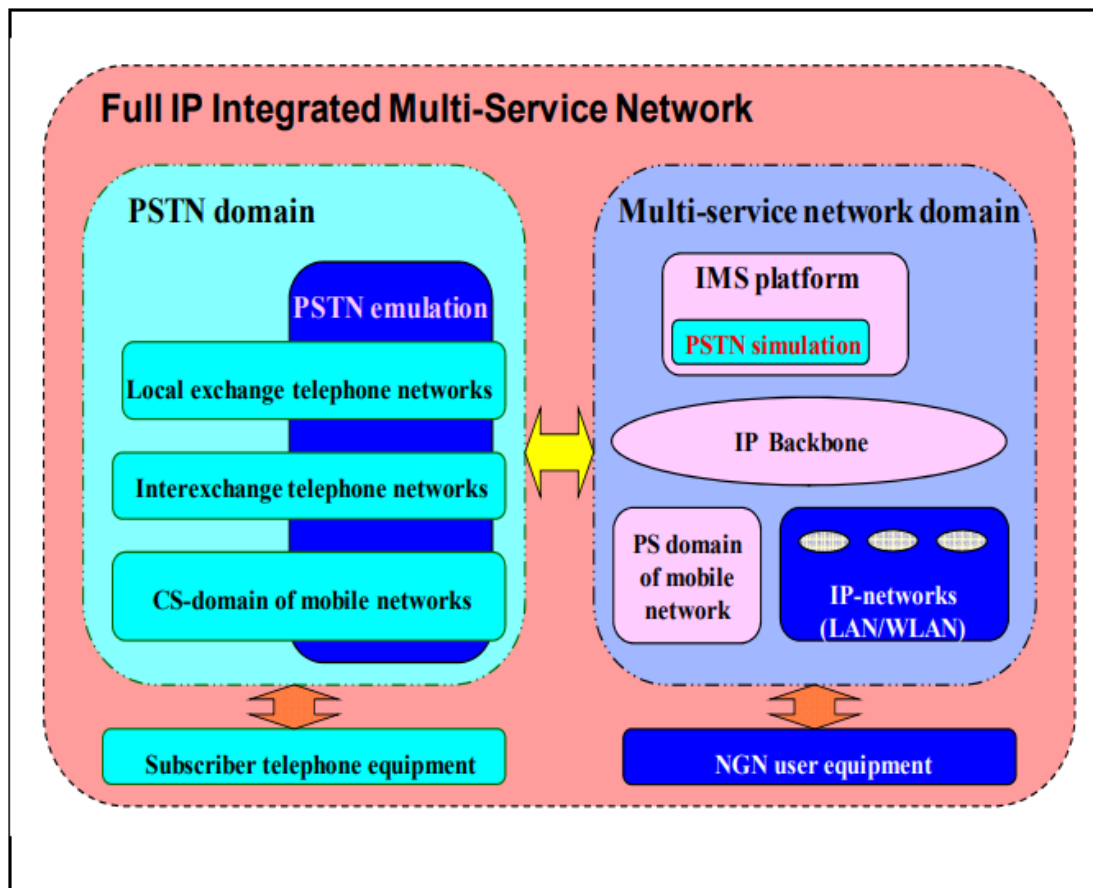


Рис.1.4. Перші кроки мережевої інфраструктури змінюються на повну інтегровану багатосервісну мережу IP

Як видно з малюнка 2, повна інтегрована мультисервісна мережа IP включає два основні домени, а саме домен PSTN та домен багатофункціональної мережі. Домен PSTN складається з телефонних / мобільних мереж CS, доповнених обладнанням для реалізації емуляції PSTN.

Домен багатофункціональної мережі включає два блоки.

Перший складається з IP-магістралі, доменів PS мобільних мереж та платформи IMS, включаючи об'єкти для моделювання PSTN, а другий - із широкосмугових мереж доступу (LAN / WLAN).

Зауважте, що емуляція PSTN - це відтворення за допомогою спеціального апаратного / програмного забезпечення на основі IP (SoftSwitch / MSCS / MGW) діяльності Локальних бірж (LE) у реальному середовищі телефонних мереж CS. Це буде потрібно в Європі між 2009 і 2012 роками [3].

У той же час моделювання PSTN є імітацією (за допомогою апаратного / програмного забезпечення в IP-мережах) голосових послуг, подібних до тих, що підтримуються в телефонних мережах CS.

Таким чином, запропонований підхід задовольняє вищезазначені принципи „поступового розгортання”, „наступності” та „перспективи”, коли йдеться до повної інтегрованої багатокористувацької мережі IP за допомогою трьох відносно незалежних інноваційних ліній. Крім того, вимоги QoS обробляються в домені PSTN для голосових послуг, а також у домені багатосервісної мережі для різних видів послуг (за допомогою високопродуктивної магістральної IP-адреси та IMS).

Можна помітити, що запропонований підхід поширює ідею, взятую із стратегії та тактики розвитку мереж на базі 3GPP Rel'3 / 4/5/6. Насправді, згідно з концепцією 4G, підсистема мережі в існуючих мобільних мережах GSM / UMTS має два домени, а саме домени CS та PS. Обладнання домену CS орієнтоване на підтримку телефонних послуг у режимі реальної комутації каналів (3GPP Rel'3) або режимі віртуальної комутації ланцюгів (3GPP Rel'4 / 5 / ...), яка емулює комутацію каналів для обробки відповідних вимог до якості обслуговування. Обладнання домену PS на перших кроках розробки (3GPP Rel'4) орієнтоване на підтримку служб передачі даних та доступу до Інтернету в режимі комутації пакетів. Під час подальшої еволюції PS-домену (3GPP Rel '5/6 / ...) відбувається впровадження платформи IMS для розширення набору наданих послуг та покращення пропускної здатності мережевих технологій доступу.

У наступному розділі докладно описані три вищевказані інноваційні лінії модернізації мережевих ресурсів у напрямку повної інтегрованої багатосервісної мережі IP за допомогою впровадження технологій NGN / IMS.

Кроки до повної інтегрованої багатокористувацької мережі IP

Як показано на малюнку 2, домен PSTN у повному IP інтегрована мультисервісна мережа складається з мереж на базі CS (PSTN / ISDN, домен CS мобільних мереж тощо). Процес розгортання в домені базується на службі емуляції (з використанням IP-технологій), яка впроваджується в існуючі інфраструктури з метою успадкування телефонних послуг, які можуть надаватися в мережах.

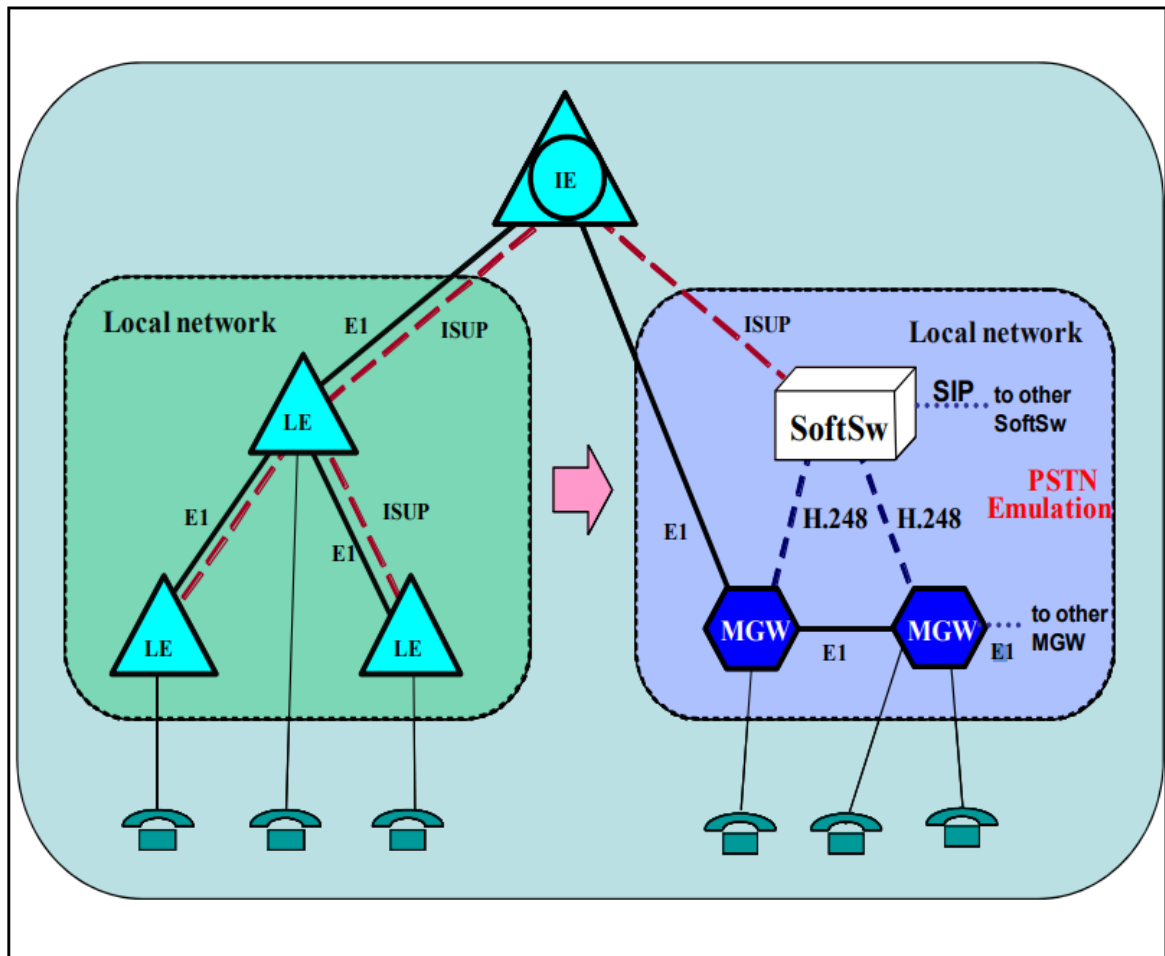


Рис.1.5 Приклад емуляції PSTN

Старі перемикачі LE / TDM замінені гнучкими SoftSwitch та MGW. Рисунок 3 ілюструє приклад використання SoftSw та MGW замість старих LE для емуляції фрагмента локальної телефонної мережі. Та сама процедура емуляції відбувається в мобільних мережах CS, де центри комутації мобільних пристроїв (MSC) замінюються сервером MSC (MSC S), тобто програмним варіантом MSC.

Таким чином, поступове оновлення телефонних мереж шляхом емуляції мережевого обладнання, потім фрагментів мережевої інфраструктури і, нарешті, всієї інфраструктури, дозволяє зберегти орієнтацію таких мереж на передачу, в основному, телефонного трафіку. Як результат, мережі можуть надавати високоякісні телефонні послуги, але все-таки на основі IP-технологій.

Інтеграція набору IP-мереж та широкосмугових мереж доступу на базі ресурсів IMS

Для підтримки взаємодії між набором різних мереж IP та широкосмуговими мережами доступу на базі IP доцільно створювати та розвивати мережеві ресурси на основі транспортної магістралі IPv6 з відповідною пропускнуою здатністю. Зверніть увагу, що подібні мережеві ресурси (на базі IPv4) використовуються для взаємодії доменів PS для отримання доступу до Інтернету та підтримки процедур роумінгу.

Взаємодія уніфікованої магістралі на основі IP та різноманітних мереж широкосмугового доступу дозволяє надавати мультимедійні послуги з відповідною зарядкою та контролем доступу за допомогою IMS. IETF стандартизував Інтернет-протоколи (SIP, Діаметр тощо), 3GPP визначив платформу IP Multimedia Overlay для різних базових технологій (GPRS / UMTS, WLAN, DSL) для управління сеансами на основі Інтернет-протоколів та процедур для підтримки узагальнених мобільність через ці технології.

IMS розробляє принципи IN (див. Розділ 1.2.2), використовуючи багаторазові будівельні блоки послуг (засоби, що дозволяють), щоб створити необмежену кількість різних служб. Насправді це являє собою єдину відкриту функціональну платформу для керованої IP-інфраструктури, що дозволить легко розгорнути як основні служби дзвінків, так і розширені мультимедійні послуги, що поєднують телекомунікаційні послуги та послуги передачі даних. Багатий означає поєднання декількох засобів, що дозволяють

послугу (наприклад, підключення голосу / відео, присутність, обмін миттєвими повідомленнями, конференції, ігри, телевізійне мовлення) [3]. IMS пропонує збіжну модель, де різні додатки використовують загальні ресурси, такі як виставлення рахунків, автентифікація, запитання та відповіді тощо, замість так званої моделі “stovepipe”, де програми є незалежними [12].

Він успадковує також традиційний досвід телекомунікацій щодо гарантованої якості обслуговування, гнучких механізмів зарядки тощо [13].

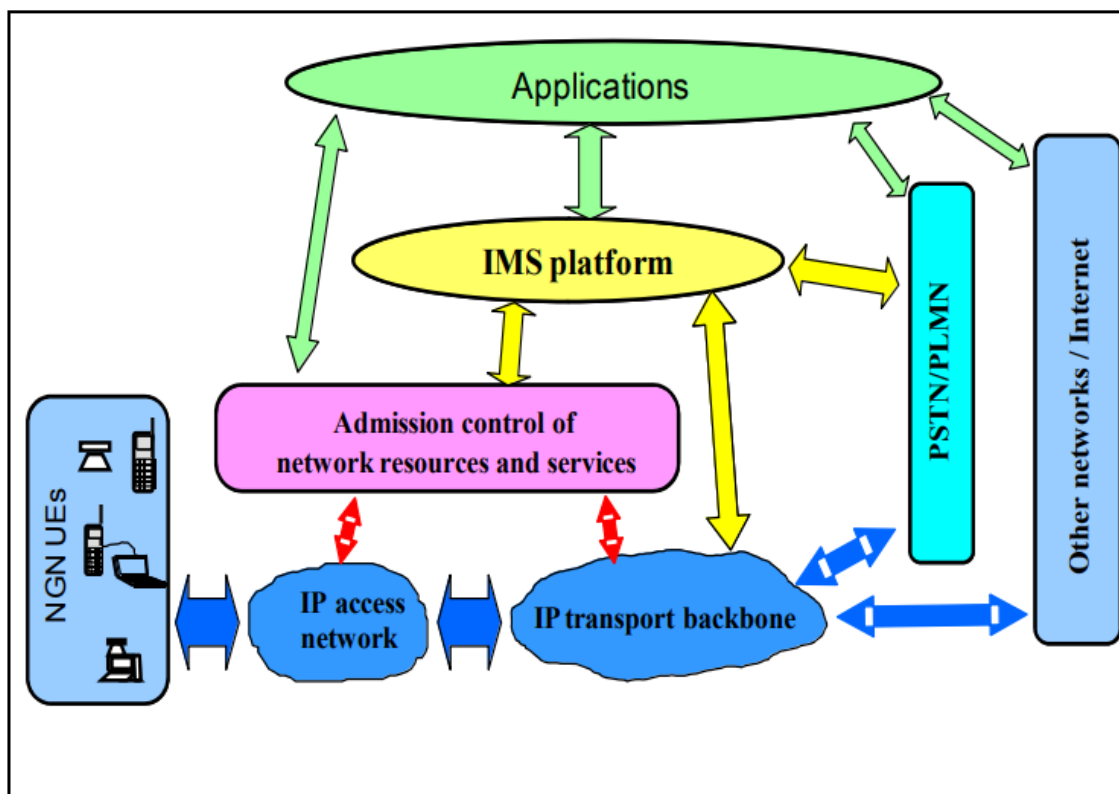


Рис.1.6 Модель домену мультисервісної мережі

Поступовий розвиток трьох вищезазначених ліній нарешті призводить до єдиної повноцінної інтегрованої мультисервісної мережі IP. Модель мультисервісного домену мережі представлена на малюнку 4.

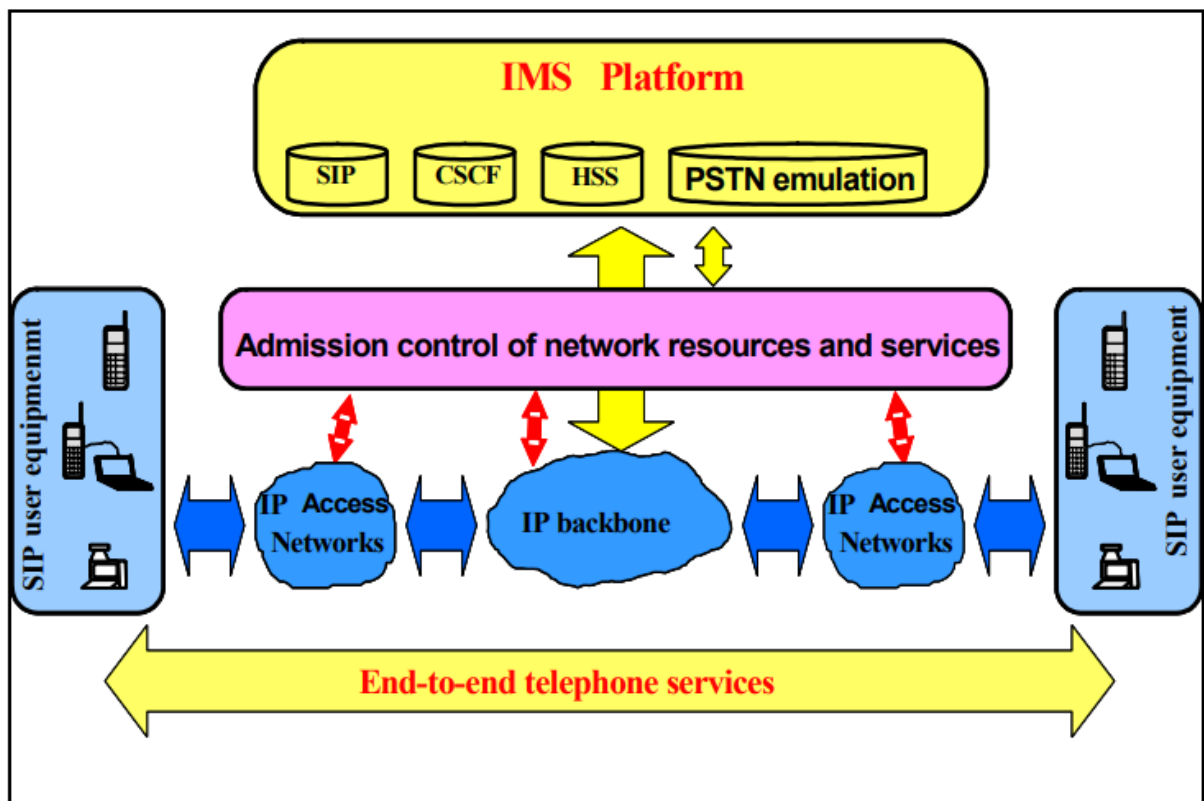


Рис.1.7 Наскрізні телефонні послуги в мультисервісній мережі

Мультисервісна мережева інфраструктура використовується для підтримки всіх видів послуг, включаючи застарілі мережеві послуги. Малюнок 5 ілюструє наскрізні телефонні послуги за допомогою моделювання PSTN у домені багатослужбової мережі (див. Мал. 2). У наступному розділі розглядаються економічні аспекти запропонованого підходу.

Економічні питання запропонованого підходу

Впровадження технологій NGN / IMS дозволяє операторам мережі зменшити свої CapEx та OpEx. Наприклад, TDM-комутатори / MSC замінюються на дешеві м'які комутатори / шлюзи (зменшення CapEx). Крім того, м'які комутатори менше TDM, що може зменшити витрати на нерухомість, споживання електроенергії та робочу силу (менше OpEx) [12]. Зведена магістраль IP також приносить деякі економічні переваги. Відкрита платформа IMS визначає багато загальних компонентів (наприклад,

управління викликами, базу даних конфігурації) та засоби для багаторазового використання, тому для створення нових служб потрібно менше роботи з розробки [2]. Крім того, вартість проекту та ризик зменшуються, оскільки нові програми потребують менше часу на розробку та окупність [3].

У будь-якому випадку, впровадження технологій NGN / IMS вимагає величезних інвестицій від мережевих операторів. З одного боку, мережеві оператори повинні зробити цю інвестицію, щоб оновити свою мережу, щоб не пропустити своїх потенційних користувачів. З іншого боку, зробити значні інвестиції - це великий ризик, особливо коли вирішено знищити всю існуючу інфраструктуру та побудувати нову з нуля. Запропонована декомпозиція всього процесу розгортання дозволяє як операторам застарілих телефонних мереж загального користування, так і операторам різних різномірних мереж здійснити поетапну модернізацію своїх мережевих інфраструктур, щоб мінімізувати ризик втрати інвестицій. Оператори можуть брати участь у будь-якій комбінації трьох ліній залежно від їхнього поточного економічного стану, роблячи відповідні інвестиції, і навіть заморожувати свої інвестиції під час кризи. Однак надзвичайно важливо для операторів, принаймні, зберегти свої стратегічні витрати (STRATEX), щоб мати можливість здійснювати поступову інноваційну міграцію їх мережевих інфраструктур у напрямку розширення набору послуг для кінцевих споживачів, щоб утримати частку ринку.

В наш час провайдери телекомунікаційних послуг можуть скористатися гнучкістю, яку пропонує парадигма віртуалізації мережевих функцій (NFV), що дозволяє відокремити логіку обслуговування від базової апаратної інфраструктури. Таким чином, основні функціональні можливості мережевих вузлів (наприклад, маршрутизатори, брандмауери, балансири навантаження тощо) можуть бути розгорнуті на віртуальній машині (VM) із власними ресурсами. З іншого боку, розгортання цілої віртуальної машини (яка містить

одну віртуалізовану мережеву послугу) може бути дорогим, оскільки марно витрачається занадто багато ресурсів.

Цінною альтернативою є контейнери, а саме віртуалізовані та легкі процеси, які, на відміну від класичних віртуальних машин, не містять цілої операційної системи. У цьому розділі ми розглядаємо контейнерну версію інфраструктури IP-мультимедійної підсистеми (IMS), вирішального гравця в телекомунікаційних мережах наступного покоління, тобто 5G. Точніше, оцінку доступності розгорнутого контейнерного розгортання IMS (cIMS) за допомогою i) формалізму блок-схеми надійності (RBD), корисного для моделювання взаємозв'язків високого рівня між вузлами cIMS, та ii) методології Stochastic Reward Networks (SRN), яка проаналізувати еволюцію життєвого циклу cIMS за наявності відмов та ремонтів. Крім того, проводиться аналіз чутливості, спрямований на оцінку всієї стійкості cIMS щодо відхилень деяких критичних параметрів.

cIMS

IP-мультимедійна підсистема (IMS) інтенсивно використовується в сучасних базових мережах, оскільки вона пропонує стандартизовану модель для надання передових мультимедійних послуг, таких як передача голосу та відео HD.

Навіть привабливіша за класичні рішення віртуалізації, технологія контейнерів починає використовуватися як полегшене середовище, що розміщує мережу та телекомунікаційні послуги [3]. Основною перевагою є те, що контейнери не мають накладних витрат, необхідних для віртуальних машин (наприклад, окремих екземплярів операційної системи), отже, можна розмістити кілька контейнерів на одній віртуалізованій інфраструктурі, за умови збереження достатнього ступеня ізоляції.

Відповідно до цієї останньої тенденції, у цій роботі починаємо з контейнерної реалізації системи IMS (cIMS), яку ми характеризуємо

перспективою доступності. Іншими словами, зацікавлені у визначенні оптимальної конфігурації розгортання sIMS, здатної задовольнити так звані вимоги щодо доступності “п’ять дев’яток”, вказуючи на те, що допускається максимальний час простою 5 хвилин 26 секунд на рік.

В останні роки проблеми доступності, пов'язані з телекомунікаційними інфраструктурами, стають вирішальними для провайдерів мереж з огляду на складніші угоди про рівень обслуговування [6]. Як і очікувалось, такі проблеми також повинні стосуватися нових функцій мережевих середовищ, таких як віртуалізація та технології контейнерів. Власне кажучи, нещодавня література досліджує ці аспекти, як повідомляється в наступному екскурсі.

Частина технічної літератури зосереджена на алгоритмах або методах вирішення проблем доступності. Наприклад, в [7] автори пропонують аналіз доступності віртуалізованого Evolved Packet Core (основного елемента інфраструктури LTE), що виконується через Stochastic Activity Networks, парадигму, похідну від стохастичних мереж Петрі (SPN). Подібним чином у [8] SPN використовуються для моделювання деяких конфігурацій надмірності у віртуалізованих середовищах. Знову ж таки, у [9] пропонується набір алгоритмів, корисних для виявлення мінімальної кількості мережевих елементів, що спричиняють вихід з ладу середовища NFV, навіть якщо автори не дбають про ремонтні дії.

Аналіз доступності загального розгортання на основі контейнерів пропонується в [10], де автори застосовують підхід стохастичного моделювання для оцінки доступності одного контейнерного мережевого елемента. Натомість у цій роботі ми маємо справу з взаємозв'язком елементів, оскільки IMS, насправді, представляє деякі спільні риси зі структурами ланцюгів послуг, де мережеві вузли повинні проходити у заздалегідь визначеному порядку для надання конкретної послуги.

Інші роботи, такі як [11], зосереджені на пропозиції фреймворку, де метод відновлення платформи Openstack дозволяє виявляти збої за допомогою Pacemaker; аналогічним чином автори [12] представляють систему управління несправностями, вбудовану в платформу, що має функціональність кореляції тривог.

У цій роботі, впливаючи з попередніх суміжних робіт, таких як [13], [14], [15], пропонується моделювання доступності контейнерної структури IMS (cIMS), де основні мережеві репліки представлені у вигляді п'ятишарових вузлів, складених апаратного забезпечення, гіпервізора, віртуальної машини, демона докера (контейнерне середовище) та контейнерів. Запропоновано два основних внески: по-перше, змодельуємо cIMS, використовуючи комбінацію двох формалізмів: RBD та SRN; по-друге, проводимо аналіз доступності, призначений для виявлення оптимальної резервної конфігурації, яка задовольняє високим вимогам щодо доступності (5,26 хвилини простою на рік), а також аналіз чутливості для оцінки стійкості cIMS.

1.3 Напрямки розвитку мереж операторів зв'язку в Україні.

Викладено результати комплексного дослідження економічної діяльності підприємств телекомунікацій України в 2015–2016 роках і напрямків її розвитку. Виконано оцінку стану конкурентного середовища на ринках телекомунікаційних послуг. Встановлено, що виникла сприятлива тенденція підвищення результативності діяльності підприємств. Зроблено висновок, що підприємства телекомунікацій можуть повністю забезпечувати виконання комунікативних функцій в глобальній інфокомунікаційній сфері, яка формується.

Оцінка ринку споживання телеком послуг в Україні

Підприємства телекомунікацій в Україні: дослідження сучасного стану та напрямів розвитку

Підприємства телекомунікацій в Україні, а також світові телекомунікації переживають трансформації, пов'язані з розвиваються процесами зближення інформаційно-комунікаційних технологій, а також інтеграцією в кіберпростір Інтернету. Формуються ринки інформаційно-комунікаційних послуг, на яких телекомунікаційні підприємства починають виконувати, головним чином, комунікативні функції з передачі цифрової інформаційної продукції від виробників до споживчих терміналів. Багато підприємств також прагнуть виробляти (або транслювати) різні цифрові продукти (телевізійні канали, IP-телефонія, відеопродукція та багато іншого), надаючи своїм абонентам власні Інтернет-послуги. Ринок телекомунікаційних послуг набуває мережеву структуру, інтегровану з кіберпростором Інтернету. В цих умовах господарська діяльність підприємств суттєво змінюється. Нові напрями розвитку діяльності телекомунікаційних підприємств в Україні, формування глобальних інфокомунікацій мало вивчені економічною наукою, внаслідок чого практикам бракує відповідних знань для прийняття ефективних рішень в нових умовах. У цій статті автори викладають результати досліджень сучасного стану та тенденцій розвитку економічної діяльності підприємств телекомунікацій в Україні, які можуть бути використані як вченими, так і економістами для підвищення ефективності діяльності підприємств.

Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є процес діяльності підприємств на ринку телекомунікацій в Україні у 2015 та 2016 роках, напрямом його трансформації в умовах формування світового ринку інфокомунікацій. В даний час в Україні (як і в усьому світі) формується глобальний ринок

інфокомунікаційних послуг, на якому споживач, територіально проживаючи в Україні, може отримати на своєму терміналі інформаційний продукт у цифровому форматі, вироблений Інтернет-компанією розташована в будь-якій країні світу. Модель цього ринку кардинально відрізняється від сучасної моделі ринку телекомунікацій. Він знаходиться на стадії формування, його вивчення ще чекає своїх дослідників. Управління формуванням цього ринку входить до компетенції глобального регулятора - Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ) [1]. Деякі аспекти проблеми розглядаються в монографіях [2–4] та в статтях [5–7]. У цій статті ця проблема детально не вивчається, вона заслуговує окремого незалежного дослідження.

Метою дослідження є аналіз результатів господарської діяльності телекомунікаційних підприємств в Україні у 2015 та 2016 роках та напрямів їх розвитку в умовах світового ринку інформаційно-комунікаційних послуг. Для досягнення цієї мети встановлюються та вирішуються такі завдання:

1. Провести комплексне дослідження сучасного стану всіх сегментів та підприємств ринку телекомунікацій в Україні.
2. Оцінити стан конкурентного середовища на ринку мобільного зв'язку та на ринку телекомунікацій в Україні в цілому та рівень їх монополізації.
3. Розкрити напрями розвитку телекомунікацій в Україні в процесі формування світового ринку інфокомунікаційних послуг.

В Україні аналіз економічних показників діяльності підприємств телекомунікацій проводить Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері зв'язку та інформатизації (НКРЗІ), яка публікує щорічні звіти на своєму веб-сайті [8]. У статті використано деякі дані зі звітів НКРЗІ за 2015 рік [9] та за 2016 рік [10]. Деякі аспекти цієї проблеми розглядаються у монографіях [2–4] та статтях [5–7]. У монографії [2] розглянуто функціонування ринків інфокомунікаційних послуг, запропоновано деякі можливі напрями вдосконалення діяльності підприємств інфокомунікацій.

Монографія [3] розкриває вимоги економіки до інфокомунікаційної інфраструктури та рівень розвитку інфокомунікацій, закони розвитку інфокомунікацій. У монографії [4] досліджена структура ринків інфокомунікаційних послуг, конкретизована специфіка економіки інфокомунікаційних послуг. У статті [5] сформульовано наукові основи економіки інфокомунікацій. У статті [6] проаналізовано деякі фактори розвитку інфокомунікацій. У статті [7] розглядається сучасний стан та перспективи використання інформаційно-комунікаційних технологій в Україні. Однак розглянута в статті проблема практично не досліджується в цих роботах. Існуючих рішень, які адекватні реальній економічній ситуації на світових ринках інфокомунікацій, майже ще не існує.

Дослідження сучасного стану телекомунікацій в Україні. Загальна характеристика. У 2016 році загальний дохід усіх українських телекомунікаційних компаній від надання послуг склав 56,9669 млрд грн. (У 2015 р. Доходи дорівнювали 50,8518 млрд. Грн., Зростання доходів у 2016 р. - 12%). Забезпеченість населення мобільним зв'язком на 100 жителів дорівнює 133,1; фіксована телефонія - 19,8. Кількість абонентів мобільного зв'язку станом на 31 грудня 2015 року становила 60,77201 млн. Чоловік (за кількістю SIM-карт: деякі абоненти мають дві-три SIM-картки). Кількість абонентів мобільного зв'язку станом на 31 грудня 2016 року становила 56,7179 млн осіб (у зв'язку зі зниженням вартості роумінгу абоненти відмовляються від додаткових SIM-карт). Кількість абонентів фіксованої телефонії станом на 01.01.2017 р. Становила 8,4452 млн. Осіб [8, 12].

У сфері телекомунікацій в Україні спостерігається сприятлива тенденція до підвищення ефективності господарської діяльності підприємств. Зростання доходів телекомунікаційних компаній України за підсумками 2016 року склав 12%.

На сучасному ринку телекомунікацій в Україні (як система) за допомогою системного підходу виділяються такі сегменти (підсистеми):

- сегмент традиційних телекомунікаційних компаній (оператори мобільного зв'язку та оператори фіксованої телефонії);
- сегмент Інтернет-провайдерів та інших телекомунікаційних компаній, що надають Інтернет-послуги;
- сегмент компаній, що транслюють програми ефірного, кабельного та супутникового телебачення;
- сегмент інших підприємств на ринку телекомунікацій.

Оператори в кожному сегменті підключені до віртуального простору Інтернету. Всі телекомунікаційні підприємства пов'язані. Отже, можна припустити, що сучасний ринок телекомунікацій має мережеву структуру. У мережевій структурі ринку кожен споживач, підключившись до одного оператора, підключений до всієї мережі та до кіберпростору Інтернету і може замовити та отримати необхідний йому інформаційний продукт. Цей процес більш детально вивчався в роботах авторів [18]. В процесі досліджень було проведено аналіз сучасного стану телекомунікаційних підприємств для кожного із зазначених сегментів та для ринку в цілому. Сегмент традиційних телекомунікаційних компаній. Мобільні оператори. Це найбільші та найвигідніші компанії в Україні. Доходи Компанії від надання послуг мобільного зв'язку в цьому сегменті на кінець 2016 року склали 34.0771 млрд грн. (На кінець 2015 р. - 33,2056 млрд. Дол. США, приріст доходів у 2016 р. Становив 2,62%). Частка доходів мобільних компаній у загальному доході всіх компаній телекомунікацій склала 59,82% (2015 р. - 65,30%) [8–10, 12].

Основними українськими компаніями мобільного зв'язку є: Київстар, Vodafone, Lifecell, Інтертелеком, 3Mob, Peoplenet [8]. Київстар - компанія, яка працює в Україні вже 20 років, оператор надає послуги зв'язку та передачі даних на основі широкого спектру комунікаційних технологій. «Київстар» є частиною ТОВ «Вимпелком» (зараз - VEON), однієї з найбільших у світі інтегрованих телекомунікаційних компаній зі штаб-квартирою в

Нідерландах. Усі показники економічної діяльності «Київстар» у 2016 році покращились. Загальний дохід за 2016 рік склав 14,960 млрд грн. (У 2015 році - 13,475 млрд грн, приріст у 2016 році - 11%); дохід від продажу мобільних послуг склав 13,851 млрд грн. (У 2015 році - 12,475 млрд грн, приріст у 2016 році - 11%); виручка від продажу послуг фіксованого зв'язку у 2016 році склала 1,052 млрд грн (у 2015 році - 967 млн грн, збільшення у 2016 році - 8%). Кількість абонентів мобільного зв'язку "Київстар" у 2016 р. Становила 26,1 млн. (У 2015 р. - 25,4 млн., Приріст у 2016 р. - 2,6%). Основні послуги: мобільний зв'язок та мобільна передача даних (92,9% доходу); фіксована лінія зв'язку (7% доходу); доступ до Інтернету, телебачення «Київстар», «домашнього Інтернету» та інших послуг (0,1%). Частка «Київстар» у сегменті ринку мобільного зв'язку дорівнює: за кількістю абонентів у 2016 р. - 46% (у 2015 р. - 41,8%, зростання у 2016 р. - 4,2%); за сумою доходу у 2016 р. - 40,9% (у 2015 р. - 37,57%, зростання у 2016 р. - 3,33%). Частка «Київстар» у сегменті ринку мобільного зв'язку дорівнює: за кількістю абонентів у 2016 р. - 46% (у 2015 р. - 41,8%, зростання у 2016 р. - 4,2%); За величиною доходу у 2016 р. - 40,9% (у 2015 р. - 37,57%, зростання у 2016 р. - 3,33%). Частка оператора Київстар на ринку телекомунікацій: у 2016 році - 26,26%; у 2015 р. - 26,49% (табл. 1) [14, 19].

Таким чином, можна припустити, що компанія «Київстар» - це компанія, що динамічно розвивається та має напрямок розвитку для збільшення обсягу нових Інтернет-послуг та інфокомунікаційних послуг. Vodafone - одна з найбільших у світі телекомунікаційних компаній, яка надає широкий спектр послуг, включаючи мобільний голосовий зв'язок, передачу даних, обмін повідомленнями, стаціонарний Інтернет та телебачення. На кінець 2016 року оператор Vodafone Україна отримав дохід у розмірі 11,1 млрд грн (у 2015 році - 10 млрд грн), що на 11% більше, ніж у попередньому році. За 2016 рік обсяг передачі даних зріс на 210%, дохід від нього перевищив 2 млрд грн.

Кількість абонентів оператора за рік збільшено на 425 тисяч.

Абонентська база досягла 20,9 млн. Осіб (у 2015 р. - 20,4 млн. Осіб). Частка Vodafone Україна в сегменті ринку мобільного зв'язку: за кількістю абонентів у 2016 році - 36,85% (у 2015 році - 33,57%, зростання в 2016 році - 3,28%); за рівнем виручки у 2016 році - 32,57% (у 2015 році - 30,11%, зростання у 2016 році - 2,46%). Частка оператора на ринку телекомунікацій за рівнем виручки у 2016 р. становить 19,46%, у 2015 р. - 19,66% (табл. 1) [15, 20].

Таким чином, можна припустити, що Vodafone Україна - компанія, що зростає, з акцентом на збільшення обсягу нових Інтернет-послуг та послуг інфокомунікації. Позиція оператора на ринку стабільна.

Lifecell - провідна компанія, що надає інноваційні послуги. Одним із досягнень оператора є розвиток ринку мобільного Інтернету в Україні. У 2015 році Lifecell став першим оператором на українському ринку, який запустив з'єднання на основі 3G+. Lifecell прагне стати першим українським оператором даних [21].

У 2016 році дохід Lifecell зріс на 8,1% до 4,84 млрд. Грн. Порівняно з 4,48 млрд. Грн. У 2015 р. Активна абонентська база Lifecell у 2016 р. становила 9,2 млн. Осіб, у 2015 р. - 10,6 млн., Зменшення абонентської бази в 2016 рік склав 1,4 млн. (8,1%), що пояснюється (оператором) зменшенням кількості користувачів кількох SIM-карт [22]. Частка сегменту мобільного зв'язку Lifecell становила: за кількістю абонентів у 2016 році - 16,2% (у 2015 році - 17,41%, зменшення у 2016 році - на 1,21%); За показником виручки у 2016 році - 14,19% (у 2015 році - 13,49%, прирості у 2016 році - 0,7%). У 2016 році оператор утримував 8,5% ринку телекомунікацій, у 2015 році - 8,8% (табл. 1).

Таким чином, можна припустити, що компанія Lifecell є розвиваючою компанією, орієнтованою на нові Інтернет-послуги та інфокомунікаційні послуги. Позиція оператора на ринку телекомунікаційних послуг стабільна.

Інші мобільні оператори: Інтертелеком, 3Mob, Peoplenet. Інтертелеком посів 4 місце серед операторів мобільного зв'язку в Україні. Оператор надає послуги мобільного зв'язку, фіксованої телефонії, міжнародного зв'язку та доступу до Інтернету 3G за допомогою технологій CDMA EVDO Rev.A та CDMA EVDO Rev.B у всіх регіонах України. Послуги доступні в зоні найширшого покриття серед операторів, що надають послуги доступу до Інтернету 3G (понад 14 000 населених пунктів). Абонентська база оператора на сьогоднішній день становить понад 1 млн. 400 тис. Абонентів [17]. 3Mob - це оператор, який надає послуги мобільного зв'язку стандарту UMTS / WCDMA. Діяльністю ТОВ «3Mob» є: надання мобільних послуг стандарту UMTS з правом на обслуговування та експлуатацію мереж та надання телекомунікаційних каналів [23]. PEOPLEnet - оператор мобільного зв'язку третього покоління. Мобільні послуги надаються за стандартом CDMA з використанням технології EV-DO Rev.A [24].

Інформація про кількість абонентів мобільного зв'язку та обсяг доходів від надання послуг мобільного зв'язку для операторів Інтертелеком, 3mob, Peoplenet у доступних джерелах відсутня.

Розрахунок частки ринку ринку мобільного зв'язку інших операторів мобільного зв'язку (Інтертелеком, 3Mob, Peoplenet) проводиться шляхом порівняння загальної виручки (або кількості абонентів) усіх операторів мобільного зв'язку із однаковими загальними даними трьох провідних операторів (згаданих вище). Кількість абонентів інших мобільних операторів у 2016 р. Становила 0,5179 млн. Осіб (у 2015 р. - 9,8 млн. Осіб), частка ринку за кількістю абонентів інших операторів мобільного зв'язку у 2016 р. - 0,95% (у 2015 р. - 7,22%). Обсяг доходу інших операторів у 2016 році дорівнював 3,1771 млрд. Грн. (У 2015 р. - 5,2506 млрд. Грн.), Відповідно, частка ринку за виручкою у 2016 р. - 12,34% (у 2015 р. - 18,83%). Частка інших мобільних операторів на ринку телекомунікацій розраховується аналогічно. У 2016 році інші мобільні оператори займали 5,57% ринку телекомунікацій.

У 2015 році - 10,35%. Частка цих операторів на ринку телекомунікацій значно зменшилась. Зниження частки ринку інших мобільних операторів у 2016 році можна пояснити впровадженням технології 3G основними операторами та вищим престижем провідних компаній.

Результати розрахунків зведені в таблицю 1.

Structure and dynamics of development of the mobile services segment of the telecommunications market in Ukraine (2015–2016)

Operators, companies	The income from the provision of mobile telephone services, billion UAH			Market share, %	
	2016	2015	2016/2015	2016	2015
Mobile communication segment, generally	34.0771	33.2056	1.03	100 %	100 %
Including:					
Kyivstar	14.960	13.475	1.11	40.9 %	37.57 %
Vodafone	11.1	10	1.11	32.57 %	30.11 %
Lifecell	4.84	4.48	1.08	14.19 %	13.49 %
Other mobile operators	3.771	5.2506	0.72	12.34 %	18.83 %

Рис. 1.8 Структура та динаміка розвитку сегменту мобільних послуг ринку телекомунікацій в Україні

Дані, наведені в таблиці, підтверджують зроблений вище висновок про те, що на ринку сформувалася тенденція до поліпшення показників економічної діяльності компаній мобільного зв'язку.

Оцінка стану конкурентного середовища на ринку мобільного зв'язку в Україні та рівня його монополізації. У міжнародній практиці оцінка стану конкуренції (та ступеня монополізації) на ринку проводиться шляхом обчислення індексу Герфіндаля-Гіршмана (ННІ). Головною перевагою показника є здатність швидко реагувати на будь-які зміни внутрішнього

ринку. Індекс ННІ обчислюється додаванням квадратів частки ринку, у%, усіх підприємств, що працюють на цьому ринку [11].

Індекс ННІ, згідно з таблицею 1, становить 2855 для 2015 року та 3087 для 2016 року. Оскільки як для 2015, так і для 2016 року значення ННІ знаходиться в межах $\text{ННІ} > 2500$, згідно з [11], ринок мобільного зв'язку є досить концентрованим, конкурентне середовище розвивається слабо.

Спектр послуг, що надаються компанією мобільного зв'язку, постійно розширюється, впроваджуються нові інфокомунікаційні послуги: послуги доступу до Інтернету, різноманітні медіа-послуги, Інтернет-телебачення, реклама та інші. Однак слід зазначити, що за підсумками 2016 року частка нових інфокомунікаційних послуг мобільних операторів у структурі доходів цих операторів становить лише близько 1%, а 99% доходів оператори отримують від своїх професіоналів (спілкування) діяльність.

Сегмент традиційних телекомунікаційних компаній. Оператори фіксованої телефонії. Операторами фіксованої телефонії є підприємства, які традиційно працюють на ринку послуг зв'язку в Україні. У 2016 році доходи цих підприємств від надання послуг фіксованої лінії дорівнювали 6,5184 млрд грн, що становило 83,1% доходів 2015 року. У 2015 році сума доходу дорівнювала 7,8451 млрд грн, що становило до 97,4% доходів у 2014 р. Частка ринку операторів фіксованого зв'язку на ринку телекомунікацій у 2011 р. становила 11,44% (у 2015 р. - 15,43%). Зниження доходів фіксованих підприємств є стабільним (це загальносвітова тенденція, спричинена швидким розвитком мобільного зв'язку та його перевагами). Станом на 01.01.2017 року кількість абонентів фіксованої лінії становила 8,4458 млн. Осіб (у 2015 р. - 7,8449 млн. Осіб). Забезпеченість населення фіксованою телефонією у 2016 році на 100 жителів становила 19,8 [8–10].

ПАТ «Укртелеком» є домінуючим оператором фіксованого зв'язку в Україні. Публічне акціонерне товариство «Укртелеком» - одна з компаній в

Україні, яка надає повний спектр телекомунікаційних послуг у всіх регіонах країни. Оператор має особливо сильні позиції на ринку фіксованої телефонії. ПАТ «Укртелеком» також є лідером на ринку швидкісного фіксованого доступу до Інтернету. Компанія пропонує своїм клієнтам майже всі види сучасних телекомунікаційних послуг, а також нові Інтернет-послуги (переважно послуги з доступу до Мережі). З 2014 року «Укртелеком» забезпечує досить високі показники фінансових результатів. За підсумками 2016 року загальний дохід залишається практично стабільним - 6,636 млрд. Грн. Рівень доходу від телефонії зберігається, а доходи від послуг Інтернету зростають. У 2016 році оператор надав послуг фіксованої телефонії на суму близько 3,2 млрд грн (у 2015 р. - 3,231 млрд грн, що лише на 0,9% більше). Доходи від Інтернет-послуг та передачі даних склали 1,623 млрд. Грн. (У 2015 р. - 1,443 млрд. Грн., Приріст у 2016 р. - 12,4%). На кінець року компанія обслуговувала понад 5,7 млн. Абонентів. Частка "Укртелекому" на ринку стаціонарних телекомунікаційних послуг в Україні становила 50,56% у 2016 році (41,84% у 2015 році); на ринку телекомунікацій у 2016 році - 5,78%; у 2015 р. - 6,35% (зменшення на 0,57%) [8–10, 13].

Інші оператори фіксованого зв'язку. Окрім Укртелекому, в Україні є кілька операторів фіксованого зв'язку, які працюють на різних регіональних рівнях: SCM Telecom (Київ), Velton Telecom (Харків), Sigma-T (Дніпро), Sipnet Ukraine (Одеса), Odeko (Львів) та багато інших інші. Дохід усіх регіональних операторів фіксованого зв'язку в 2016 році склав 3,3154 млрд грн, відповідно, частка інших операторів на ринку фіксованої телефонії - 49,44% (у 2015 році: дохід - 4,5267 млрд грн, частка ринку - 58%, 16%). У 2016 році інші оператори фіксованої лінії займали 5,66% ринку телекомунікацій. У 2015 році 9,08% (зменшення на 3,42%) [8–10, 13].

Спектр послуг для операторів фіксованого зв'язку досить широкий: послуги фіксованої та мобільної телефонії, послуги доступу до Інтернету та різноманітні медіа-послуги, Інтернет-телебачення, реклама та інші

(включаючи інфокомунікаційні) послуги. Інтернет-провайдери та інші телекомунікаційні компанії, що надають Інтернет-послуги. Розвиток Інтернету призвів до появи компаній, які підключають комп'ютер та інші споживчі термінали до Інтернету: Інтернет-провайдерів та інших телекомунікаційних компаній, що надають Інтернет-послуги. Їх основними завданнями є забезпечення споживачів якісним доступом до Інтернет-ресурсів та отримання на цій основі прибутку. В Україні в цій галузі діють як національні оператори (включаючи всіх основних операторів мобільного та фіксованого зв'язку), так і багато регіональних операторів. Їх основними продуктами є послуги доступу до Інтернету (Інтернет-послуги). Це зростаючий сегмент ринку телекомунікацій. Доходи компаній цього профілю у 2016 році склали 9,1018 млрд грн (надання широкосмугового доступу, в тому числі, 6,0546 млрд грн).

У 2015 році доходи цих компаній склали 6,1305 млрд грн (від надання широкосмугового доступу - 5,222 млрд грн). Зростання доходів підприємств цього сегменту у 2016 році склав 48,5%. Частка телекомунікаційного ринку провайдерів Інтернету та інших телекомунікаційних компаній склала в 2016 р. 16% (широкосмуговий доступ, у тому числі 10,6%), у 2015 р. - 12% (від широкосмугового доступу, у тому числі 10,3%) [8–10, 12, 13].

Явною тенденцією розвитку цих підприємств є постійне розширення спектру послуг, які вони надають своїм клієнтам (що дозволяє їм збільшувати прибуток та залучати нових клієнтів). В даний час вони можуть запропонувати: телефонні послуги, послуги IP-телефонії, Інтернет-телебачення, медіа-послуги, рекламні послуги та інші (включаючи інфокомунікаційні послуги). Компанії, які транслюють програми ефірного, кабельного та супутникового телебачення. В Україні послуги з передачі та прийому телевізійних та радіопрограм ефірного телебачення надають підприємства концерну BRT (BRT-радіо, телебачення) - регіональні оператори кабельного телебачення. Концерн BRT є державним оператором

телерадіомовлення, радіорелейного та супутникового зв'язку. Замовниками підприємств концерну BRT є загальнонаціональні телерадіокомпанії України, регіональні, регіональні телерадіокомпанії, комерційні телерадіокомпанії та підприємства зв'язку. Оператори кабельного телебачення працюють у всіх містах України [8–10, 12, 13]. У 2016 році ці оператори отримали дохід від надання послуг загалом 2,77687 млрд грн: оператори ефірного телебачення -1,1089 млрд. грн., Оператори кабельного телебачення - 1,6298 млрд. Грн. У 2015 році ці оператори отримали дохід від надання послуг загалом 2,4308 млрд грн: оператори ефірного телебачення - 0,8858 млрд грн, оператори кабельного телебачення - 1,5450 млрд грн. Зростання доходів операторів ефірного та кабельного телебачення у 2016 році склав 14%. Відповідно, частка ринку телекомунікацій для операторів ефірного та кабельного телебачення становила в 2016 році: для операторів opair TV - 1,9%, для операторів кабельного телебачення - 2,9%; У 2015 році: для операторів ефірного телебачення - 1,6%, для операторів кабельного телебачення -3% [8–10, 12, 13].

Відповідно, ННІ ринку телекомунікацій в Україні за 2015 рік становить 1545. Для 2016 року ННІ становить 1575.

Оскільки як для 2015, так і для 2016 року значення ННІ знаходиться в межах $1500 \leq \text{ННІ} \leq 2500$, то, згідно з [11], на ринку телекомунікацій в Україні. Існує помірна концентрація і, в певному сенсі, помірно розвинене конкурентне середовище.

Напрями розвитку телекомунікацій в Україні

Світові тенденції розвитку телекомунікацій визначаються світовими еволюційними процесами зближення інформаційно-комунікаційних технологій, що спричинили появу принципово нового продукту - інфокомунікаційних послуг, формування мережі ринків інфокомунікаційних послуг і, зрештою, бурхливий розвиток галузі інфокомунікацій. У

віртуальному просторі Інтернету інформаційні та телекомунікаційні послуги об'єдналися в єдине ціле, в інфокомунікаційні послуги, тоді як інформаційна складова послуги має вирішальне значення для споживача, а комунікативна складова прихована, незрозуміла. Інфокомунікаційні послуги представляють нову реальність, в якій товари, інформація та послуги органічно поєднуються.

Ці послуги дали змогу ефективно задовольняти постійно зростаючі потреби людей у різноманітній інформації та сучасних інформаційних продуктах, що виникають в їх економічній та іншій діяльності. Сучасні інформаційні послуги відрізняються великою різноманітністю, швидкою адаптацією до змін вимог ринку, можливістю персоналізації, постійними змінами в інноваціях, що забезпечило їм стійкий ринковий попит. Нинішні високі темпи зростання надання інфокомунікаційних послуг дають змогу прогнозувати їх переважання в комунікаційних мережах у майбутньому. Більш детально в роботі авторів [2].

Слід зазначити, що споживачами інфокомунікаційних послуг є всі підприємства та організації держави, а також все населення країни. Цей фактор, як і постійне збільшення кількості користувачів Інтернету, забезпечує зростання попиту на ці послуги.

Ринки інфокомунікацій є глобальними завдяки використанню глобального кіберпростору Інтернету. Споживачі, які територіально розташовані в Україні, можуть, намагаючись мінімізувати свої витрати, без обмежень, придбати необхідну продукцію у компаній в будь-якій країні світу. Водночас ці компанії не розташовані територіально в Україні, і їх ринкова діяльність, відповідно, не може бути предметом державного регулювання. Це принципова відмінність ринків інфокомунікаційних послуг від традиційних телекомунікаційних ринків, на яких всі підприємства територіально розташовані на території України.

У сучасних умовах телекомунікаційні підприємства в Україні повністю забезпечують виконання комунікативних функцій в економіці, що розвивається, інфокомунікаційних послуг. Крім того, більшість підприємств прагнуть збільшити свій прибуток за рахунок виробництва власних інфокомунікаційних послуг. Ця тенденція стабільна.

Дослідження інформації, опублікованої міжнародними організаціями: Міжнародним союзом електрозв'язку (ITU) [25, 26], Світової організації торгівлі (COT) [27], Європейська економічна комісія ООН (ЄЕК ООН) [28], Світова Вікіпедія [29] дозволяють зробити висновок про те, що тенденції трансформації телекомунікацій в Україні відповідають світовим тенденціям.

Отже, основними напрямками розвитку телекомунікаційних підприємств в Україні є: по-перше, спрямованість економічної діяльності на забезпечення ефективних комунікацій на світовому інформаційно-комунікаційному ринку; по-друге, прагнення підприємств збільшити прибуток за рахунок виробництва та постачання на ринок нових Інтернет-послуг та власних інфокомунікаційних послуг.

Частка інтернет-послуг постійно зростає. Стабільним напрямком розвитку більшості телекомунікаційних підприємств в Україні є прагнення збільшити прибуток за рахунок виробництва та постачання на ринок нових Інтернет-послуг та власних інфокомунікаційних послуг.

Вивчення сучасного стану та напрямків розвитку телекомунікаційних підприємств в Україні дозволяє зробити такі висновки:

1) наприкінці 2016 року підприємства, що працюють на ринку телекомунікацій в Україні, досягли вищих показників: загальний дохід підприємств зріс на 12% порівняно з 2015 роком, з'явилася сприятлива тенденція на ринку для покращення результатів господарської діяльності підприємств; тоді як доходи сегменту Інтернет-провайдерів та інших телекомунікаційних компаній від надання Інтернет-послуг зросли на 48,5%,

що свідчить про ефективне вирішення підприємствами проблеми доступу до Мережі та використання її можливостей користувачами Інтернету України;

2) оцінка конкурентного середовища на ринку мобільного зв'язку та на ринку телекомунікацій в Україні, проведена шляхом обчислення ННІ (індекс Герфіндаля-Гіршмана), дозволяє стверджувати, що ринок мобільного зв'язку все ще досить концентрований, конкурентне середовище слабо розвинене ; на ринку телекомунікацій в Україні сформувалось помірно розвинене конкурентне середовище;

3) напрямки розвитку телекомунікацій в Україні відповідають світовим тенденціям розвитку телекомунікацій і базуються на тому, що на світовому ринку інформаційно-комунікаційних послуг, що формується, інтегрованому в кіберпростір Інтернету, телекомунікаційні підприємства виконуватимуть комунікативні функції .

2. Аналіз принципів побудови телекомунікаційних мереж на базі концепції IMS.

Протокол передачі голосу через Інтернет - це технологія передачі звукової інформації через мережу, що базується на Інтернет-протоколі (IP). Це один з ключових факторів зближення телекомунікацій та мереж передачі даних в єдине ціле. Протокол IP - це важлива віха унікальних мереж зв'язку, що дозволяють передавати мультимедійний трафік через пакетні мережі. Однак IP не забезпечує жодного механізму надійної доставки інформації, ані механізму, що гарантує будь-який рівень якості обслуговування (QoS), що є дуже важливим для голосового та відеозв'язку в режимі реального часу.

Важливим фактором для набуття популярності VoIP є нижча ціна на зв'язок, що реалізується через IP-мережі (наприклад, Інтернет), порівняно з послугами операторів зв'язку. Крім того, доступ до високошвидкісного Інтернету стає все більш доступним, і, таким чином, VoIP стає все більш

популярним. Іншою важливою перевагою VoIP є той факт, що він дозволяє створювати багаті мультимедійні та спільні послуги, в яких передача голосової інформації є важливою частиною спілкування. З точки зору оператора, VoIP економить пропускну здатність, яка може бути використана іншими програмами та послугами та / або для підключення нових клієнтів до мережі. Пропускна здатність зберігається завдяки характеристиці голосового дзвінка - під час звичайного дзвінка одночасно розмовляє лише один учасник, а інший слухає та мовчить. Більше того, зрозуміло, що учасники не розмовляють весь час під час дзвінка, але час від часу роблять паузи. Ці характеристики роблять VoIP економією більш ніж на 50% пропускну здатності порівняно з мережами з комутацією каналів, де виділений виділений канал зв'язку присвоюється кожному учаснику протягом усього дзвінка [63]. VoIP також приносить економію витрат на розгортання та обслуговування інфраструктури, оскільки забезпечує зближення телекомунікаційних та комп'ютерних мереж, що саме характеризується меншими витратами.

Поряд з багатьма перевагами, завдяки яким VoIP стає звичайною частиною людського спілкування, йому доводиться стикатися з кількома проблемами, наприклад проблеми із екстреними дзвінками, проблеми безпеки та конфіденційності, легке прослуховування тощо. Однак воно стає все більш популярним, особливо серед користувачів Інтернету, що використовують стандартизовані та запатентовані технології VoIP. VoIP також був прийнятий органами стандартизації ЄС як основна технологія передачі голосової інформації.

2.1 Архітектура IMS

Підсистема мультимедійних IP визначається як набір функціональних об'єктів базової мережі з метою підтримки доступу до послуг, що надаються операторами SIP [77]. Ці функції (не вузли, оскільки одна функція може бути розміщена на більшій кількості серверів, а також кілька функцій можуть

знаходиться на одному сервері) можуть бути розділені на три логічні рівні [68] (див. Рисунок 2.14):

- транспортний шар
- рівень управління
- рівень додатків / послуг

Транспортний рівень відокремлює мережеві технології доступу від ядра мережі. По суті, це межа між різними мережами технологій доступу та чистою мережею IP в основному. Він використовує DHCP для розподілу IP-адреси та доставки інформації про шлюз за замовчуванням до терміналу IMS. Це дозволяє реєструвати IMS терміналу користувача на вищій рівні архітектури.

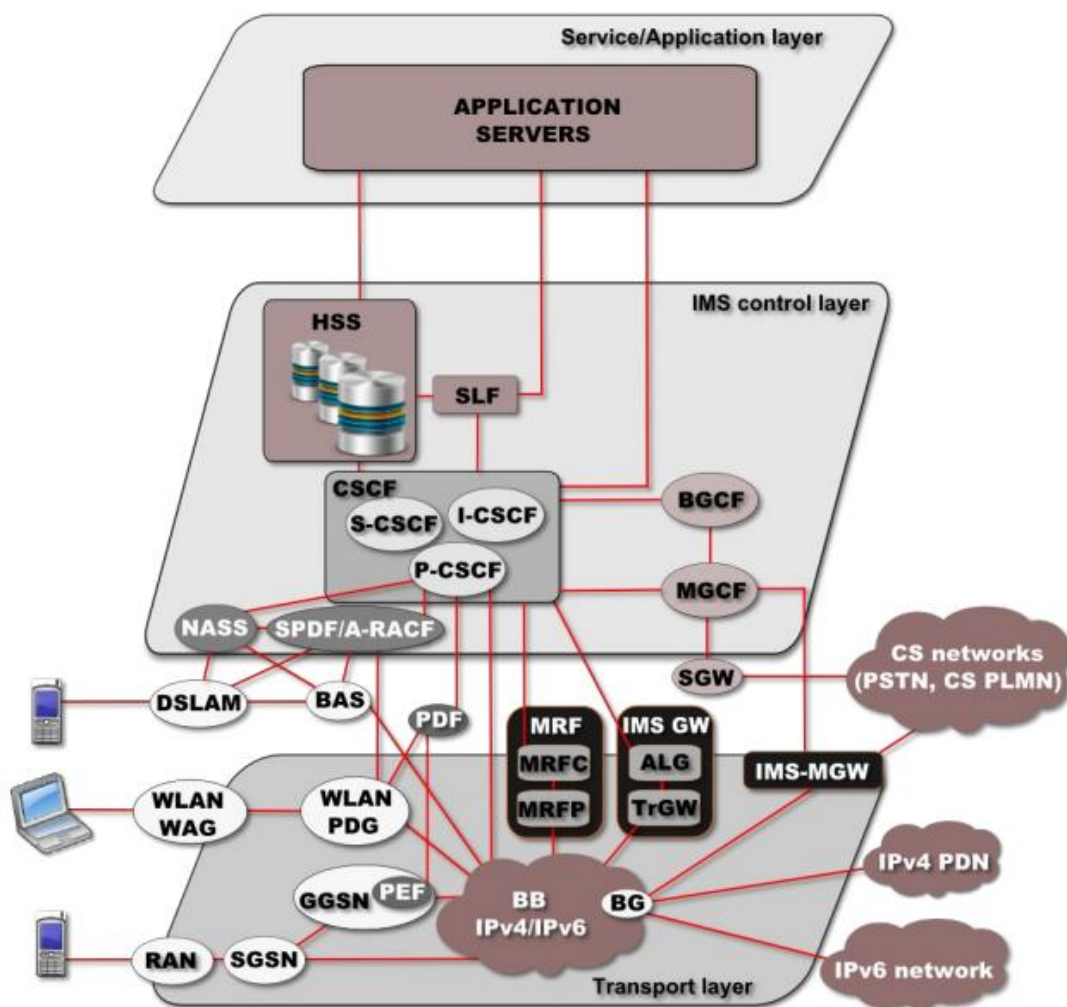


Рис.2.1 Рівнева структура IMS

Управлінський рівень IMS відповідає за функції автентифікації та авторизації, маршрутизацію та розподіл трафіку SIP між транспортним та прикладним рівнями. Більша частина трафіку на цьому рівні заснована на SIP. Однією з основних ролей цього рівня є забезпечення взаємодії між різними функціями та програмами (наприклад, серверами додатків з функціями обліку). Основним компонентом цього рівня є функція управління викликом сеансів (CSCF), яка відповідає за маршрутизацію та автентифікацію трафіку SIP. Іншою важливою функцією рівня управління є Home Subscriber Server (HSS), який зберігає дані, що стосуються користувачів та послуг.

Послуги / рівень додатків містять функції, відповідальні за надання послуг. Це сервери додатків, які надають клієнтам різні послуги (наприклад, голосові послуги, як голосова пошта, інтерактивна голосова відповідь, інформація та багаті послуги з доданою вартістю тощо).

Однією з найважливіших переваг IMS у порівнянні з попередніми поколіннями комунікаційних мереж є багатошарова архітектура, яка дозволяє повторно використовувати функції нижчих рівнів програмами та службами. Дані про користувачів та послуги, маршрутизація SIP-повідомлень, управління сеансами та шлюзи, що забезпечують зв'язок з різними типами мереж, полегшують розробку та розгортання нових служб.

Попередні покоління телекомунікаційних систем використовували концепцію розділеної сигналізації, необхідної для створення, зміни та завершення з'єднань та медіа-інформації. Така концепція є вигідною, оскільки сигнальні інформаційні та медіапотoki можуть йти різними шляхами між учасниками мультимедійних сесій. Хоча сигналізації потрібно подорожувати декількома основними елементами мережі, медіапотік може пройти найкоротший шлях до місця призначення після встановлення з'єднання. Такий підхід також був прийнятий IMS, і його функції можна розділити на дві групи - обробка сигналів (що містить, наприклад, CSCF, HSS, IBFC тощо) та пов'язані з носіями (MGCF, MRFC, MRFP тощо).

Відповідно до [41], компоненти IMS можна розділити за призначенням на сім категорій:

- сервер додатків - AS, OSA-SCS, IM-SSF
- елементи прикордонного шлюзу - A-BGF, T-MGF, SGF, IWF, IBGF
- контролери викликів / сеансів - S-CSCF, I-CSCF, P-CSCF
- зарядні сервери - CTF, CDF, CGF, OCF

- контролер шлюзу, агенти викликів - BGCF, MGCF, IBCF
- медіа-сервери - MRFC, MRFP
- абонентські бази даних - HSS, SLF

Як вже згадувалося раніше, IMS складається з багатьох функцій із їх конкретним призначенням, розміщеними у три шари. Функції взаємопов'язані через контрольні точки, специфічні для їх завдань. Для цієї роботи важливими функціями, описаними нижче, є S-CSCF, I-CSCF, P-CSCF, HSS та SIP AS. Опис інших функцій IMS (наприклад, MRFC, MRFP, SSF, IMS-ALG, MGW, MGCF, BGCF тощо) можна знайти, наприклад у [26] або відповідних стандартах 3GPP та ETSI TISPAN.

Функції контролю сеансу викликів

Функція управління сеансом викликів (CSCF) є центральною функцією домену IMS. Її завдання включають обробку та маршрутизацію сигнальних повідомлень та функції авторизації та автентифікації. CSCF поділяється на три підфункції - Proxy-CSCF, Serving-CSCF та Interrogating-CSCF. Кожен з них має своє призначення.

Обслуговування-CSCF (S-CSCF)

Визначено у TS 23.228, Serving-CSCF обробляє стан сеансу та виконує контроль сеансу в IMS. В одному домені IMS може бути кілька S-CSCF, тому для кожної мети можуть використовуватися різні S-CSCF (реєстратор, проксі-сервер тощо). Інша причина - надмірність та можливість розподілу навантаження. Користувачеві присвоюється один із S-CSCF під час його реєстрації в домені IMS. S-CSCF призначається користувачеві I-CSCF відповідно до інформації та можливостей S-CSCF, необхідних користувачеві. Можливості доступних S-CSCF зберігаються в HSS, що надає їх I-CSCF на

запит. I-CSCF відповідно до отриманих вимог та відповіді HSS призначає користувачеві S-CSCF.

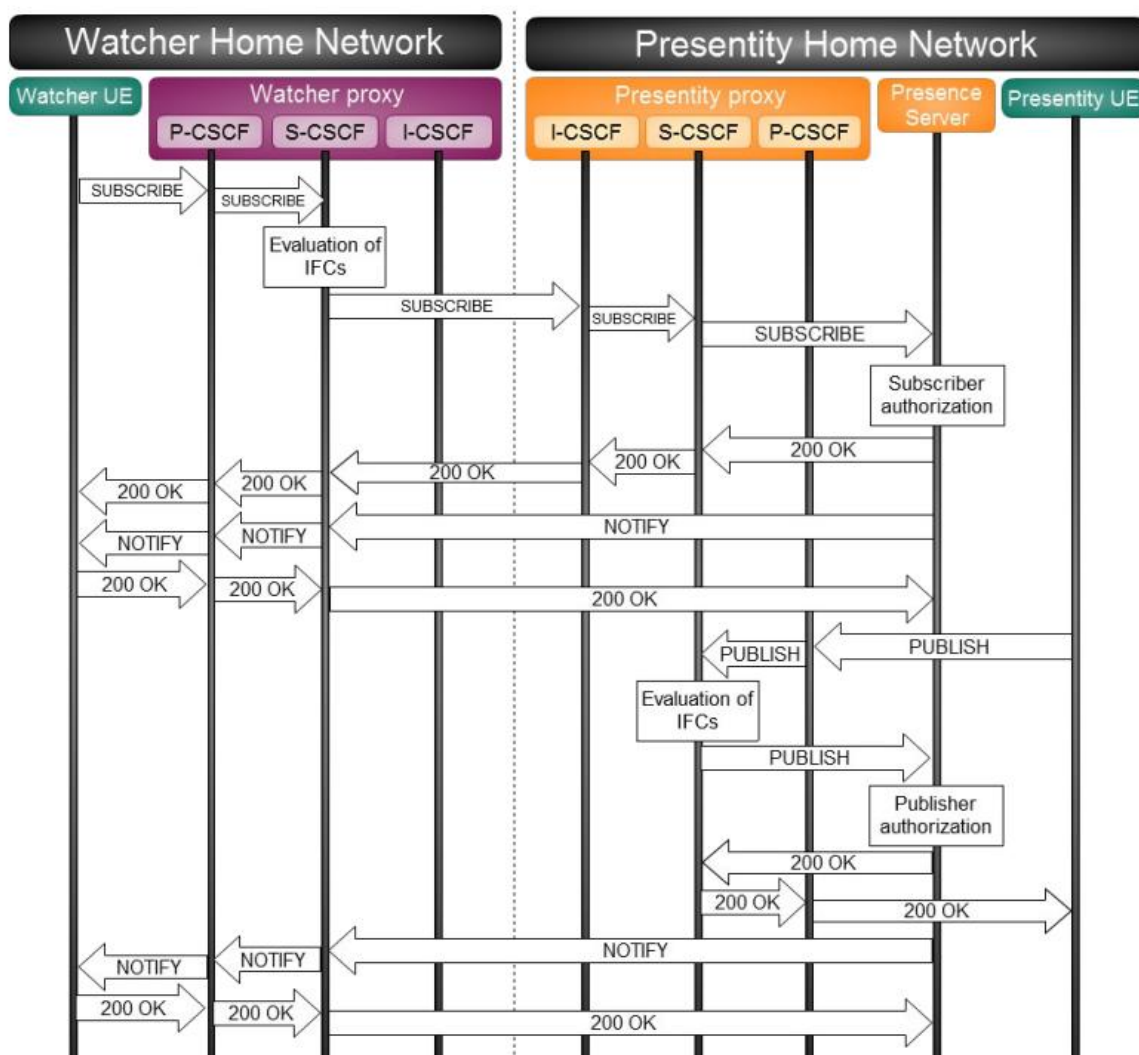


Figure 2.15: Presence message flow

Рис.2.2 Потік повідомлення про наявність

Для цілей реєстрації користувачів S-CSCF поводитьься як сервер SIP-реєстратора, який приймає та обробляє запити на реєстрацію. Він публікує статус реєстрації та місцезнаходження користувача (IP-адресу) у базі даних HSS (використовуючи інтерфейси Cx та Dx щодо HSS). Він також повідомляє користувачів, яких цікавить стан реєстрації користувача, про його поточний стан. Під час процесу реєстрації S-CSCF надає інформацію про політику (за наявності) для IMPU від HSS до P-CSCF та / або UE [10]. Він не

має локальної бази даних користувачів та їх профілів, він завантажує їх із HSS.

Для мультимедійних сеансів S-CSCF забезпечує управління сеансами та контроль, маршрутизацію SIP-повідомлень, припинення та генерування SIP-транзакцій, перетворення MSISDN в SIP-URI та маршрутизацію дзвінків, призначених комутованим мережам, на відповідний шлюз, пересилання SIP-повідомлень на сервери додатків на випадок виклику послуги, контролюючи вміст SIP-повідомлень та перевіряючи, чи відповідає він дозволеним параметрам служби та користувача, а для цілей нарахування генерує записи даних про зарядку (CDR).

Якщо SIP-повідомлення є запитом, що надходить із Сервера додатків, S-CSCF виконує дії, щоб [10]:

- “перевірити, що запит, що надходить із АС, є запитом, що походить, визначити обслугованого користувача та застосувати процедури відповідно (наприклад, викликати взаємодію з Платформами послуг для служб-джерел тощо)
- обробляти та продовжувати запит, навіть якщо користувач, який обслуговується, від імені якого АС створив запит, не реєструється. Якщо зареєстрований користувач є незареєстрованим, S-CSCF повинен виконувати будь-яку незареєстровану логіку служби походження від імені обслугованого користувача перед пересиланням запитів від АС
- обробляти та продовжувати інші запити до та від користувача, що обслуговується, від імені якого АС створила запит
- відображати в інформації про стягнення плати, що АС ініціювала сеанс від імені обслуговуваного користувача "Протокол передачі голосу через Інтернет

2.1.2 Огляд мультимедійної підсистеми IP

Підсистема мультимедійних IP (IMS) - це технологія NGN, орієнтована на обслуговування запитів на мультимедійні послуги на основі протоколу IP. Це наступний крок в еволюції телекомунікаційних мереж, в даний час є єдиною альтернативою в цій галузі.

IMS - це розвиваюча архітектура, що дозволяє надавати голосові, відео та інші мультимедійні послуги різним типам кінцевих пристроїв, наприклад мобільні та стаціонарні телефони, комп'ютери тощо [79]. Він був розроблений і продовжує розроблятися проектом партнерства 3-го покоління (3GPP) 7, який зосереджений на розвитку мобільних мереж 3-го покоління і в якості основної функції обрав IMS. Інші важливі органи стандартизації IMS включають 3GPP28 та робочу групу ETSI TISPAN9, яка зосереджена на своєму розвитку та інтеграції з фіксованими мережами.

Спочатку розроблений для розвитку мереж UMTS для доставки мультимедійних протоколів Інтернету для мобільних користувачів, IMS став основним компонентом мереж 3G, кабельного телебачення та фіксованих телекомунікацій наступного покоління. Специфікація IMS була розпочата у випуску 3GPP 5 [1] як частина еволюції базової мережі від комутації каналів до комутації пакетів і все ще розробляється (на даний момент у Релізі 11). Випуск 5, який представляв надання послуг Інтернету через GPRS, був розроблений для надання послуг, використовуючи також інші технології доступу (включаючи бездротову локальну мережу, WCDMA, CDMA2000, широкосмуговий доступ до Wimax та Wireline). Він пройшов випуск 6, 7, 8, 9 і 10 аж до розробленого на даний момент випуску 11. Стандарти IMS дають операторам можливість будувати свої мережі, використовуючи компоненти різних постачальників, оскільки IMS не стандартизований як ціла система, але його архітектура містить декілька будівельних блоків - функцій. Такий підхід закінчує явище, добре відоме із старих систем зв'язку, де оператори залежали від одного постачальника.

IMS поєднує дві дуже успішні та важливі парадигми у комунікаційних мережах, що впливають на розвиток цілого людського суспільства - стільникові мобільні мережі, що охоплюють великі географічні райони (парадигма 1), та Інтернет як всесвітню мережу, що забезпечує користувачеві доступ до величезної кількості інформації, даних та послуг (парадигма 2). Метою такої комбінації є надання доступу до Інтернету та пакетних мереж практично з будь-якої точки світу. Обмежуючими факторами є покриття стільниковою мережею та пропускна здатність даних використаної технології доступу. Вищезгадана комбінація була частково увімкнена також попереднім поколінням мобільних мереж.

Однак новизна IMS полягає в орієнтації на технологію комутації пакетів від початку її стандартизації. Найбільш сильною перевагою IMS є орієнтація на послуги, що дозволяють швидко розвиватись та застосовувати багаті інноваційні послуги.

Орієнтація IMS на послуги підтверджується горизонтальною багатошаровою архітектурою, що дозволяє надавати послуги стандартизованою, добре структурованою. Це пришвидшує створення послуг та їх надання, в той час як воно базується на відкритих стандартах, доступних кожному. Більше того, розробникам не потрібно зосереджуватись на функціях нижчих рівнів, які надаються їхнім програмам ядром IMS. Вони також можуть повторно використовувати різні доступні засоби доступу та загальні функції для декількох додатків (наприклад, заряджання, присутність, управління групами та списками, маршрутизація тощо). Це змушує розробників з вертикальних реалізацій нових піктограм нових служб зосередитись лише на їх функціональних можливостях, що виключає дорогу та складну традиційну мережеву структуру [33]. Таким чином IMS значно скорочує час випуску нових послуг з місяців у колишніх поколіннях комунікаційних мереж до тижнів у мережах NGN.

Інтеграція з існуючими мережами передачі голосу та даних та прийняття основних переваг ІТ-світу робить IMS ключовою архітектурою для конвергенції фіксованого мобільного зв'язку. IMS завдяки своїй нещодавно дуже популярній темі також у різних сферах досліджень. Оператори зв'язку підтримують науково-дослідну діяльність, що приносить нові знання в галузі послуг та їх розвиток [85], розгортання [53] [56], тестування та оцінку ефективності [84]. Результати дозволяють зменшити витрати, збільшити прибуток та задоволення споживачів, що є головними цілями кожного оператора.

2.2 Особливості побудови рівня управління мереж IMS

Загалом, роль мультимедійної підсистеми ІР полягає у забезпеченні зв'язку та наданні мультимедійних послуг клієнтам оператора. Для цього IMS повинен забезпечити кілька процедур, включаючи реєстрацію, стягнення плати, встановлення сеансу, зміну та знесення, забезпечення різних серверів додатків тощо

Для цілей цієї роботи є важливі процедури, які будуть описані в цьому розділі. Вони включають послугу присутності, яка дозволяє інформувати користувачів про статус своїх друзів і який механізм застосовується для цілей нашої роботи. Іншим важливим механізмом є маршрутизація SIP-повідомлень на основі ідентифікацій PSI, присвоєних серверам додатків, що важливо, оскільки ця робота пропонує завершення роботи сервера додатків, а також створення SIP-сесій.

Послуга присутності

RFC 2778 [31] визначає абстрактну модель системи присутності та обміну миттєвими повідомленнями. У ньому представлені різні залучені організації, термінологія та викладені функції, передбачені системою. Разом з RFC 3265

[65], що визначає повідомлення про подію SIP, і RFC 3856 [67], що визначає пакет подій присутності для SIP, RFC 2778 є базою для подальших визначень 3GPP TS 23.141 [7] і TS 24.141 [11], де Служба присутності визначається як послуга IMS, що забезпечує можливість домашньої мережі керувати інформацією про присутність різних об'єктів (наприклад, пристрій користувача, послуга або носій послуги тощо), навіть під час роумінгу. Інформація про присутність користувача може бути отримана шляхом введення від користувача або вона може бути отримана з інформації, що надається іншими мережевими об'єктами або елементами, зовнішніми від домашньої мережі. Споживачі інформація про присутність може бути внутрішньою або зовнішньою для домашньої мережі [7].

У службі присутності є три основні ролі:

- Присутність (в IMS - Агент присутності користувачів (PUA)) - користувач, який надає інформацію про свою присутність (наприклад, статус, можливості служби, розташування тощо) через сервер присутності іншим користувачів
- Watcher - уповноважений користувач або служба, яка отримує інформацію, що надається Presentity, у режимі реального часу
- Сервер присутності (PS) - центральний орган, який збирає інформацію з Presentities і надає її спостерігачам

Функції Presentity та Watcher, як правило, розташовані в одному додатку, що знаходиться на пристрої користувача - терміналі IMS, що дозволяє обидві функції користувачеві. Послуга присутності знаходиться в IMS на основі протоколу SIP. Рисунок 2.15 показує потік SIP-повідомлень у присутності IMS у типовій ситуації, коли Presentity та Watcher походять з різних доменів IMS. Його опис далі.

На перший погляд спостерігач присутності підписується на сервері присутності (PS) на інформацію про присутність, опубліковану Presentity UE. UE Watcher надсилає SIP-повідомлення SUBSCRIBE SIP, що містить ідентифікацію присутності, інформація про присутність якої його цікавить. Повідомлення надсилається до P-CSCF, що обслуговує UE Watcher. P-CSCF пересилає повідомлення до S-CSCF, яке P-CSCF запам'ятало в процесі реєстрації UE. S-CSCF вивчає критерії початкового фільтра (IFC) та вирішує, чи дозволено спостерігачеві ініціювати таку підписку. Повідомлення містить поле заголовка події з наявністю значення, яке ідентифікується S-CSCF через IFC. Відповідно до інформації, зібраної з HSS, S-CSCF пересилає повідомлення до домену Presentity. Точкою входу домену є I-CSCF, який отримує повідомлення ПІДПИСКА, запитує місцевий HSS про наступну інформацію про перехід і пересилає повідомлення до S-CSCF. S-CSCF за допомогою критеріїв фільтрації визначає наступний скачок повідомлення та пересилає його на сервер присутності (PS). PS перевіряє особу абонента та перевіряє його авторизацію на підписку (використовується присутність, а не процес авторизації SIP). Після успішної авторизації, PS відповідає на передплату з 200 ОК, яка йде тим самим шляхом до UE Watcher, як пройдене повідомлення SUBSCRIBE. Згодом PS надсилає повідомлення NOTIFY SIP, що містить поле заголовка Статус передплати. Він може, але не повинен містити необхідну інформацію про присутність, оскільки авторизація все ще може тривати. Оскільки PS знає адресу S-CSCF з мережі Watcher (оскільки NOTIFY є частиною діалогового вікна SIP, розпочатого повідомленням SUBSCRIBE), він надсилає NOTIFY безпосередньо до S-CSCF. Повідомлення здійснюється через P CSCF, доставлене в UE Watcher. Watcher UE відповідає на повідомлення NOTIFY за допомогою 200 ОК (якщо NOTIFY не містив інформації про присутність, PS надсилає нове повідомлення NOTIFY із запитаними даними після досягнення авторизації. Однак це не є справа).

Формат переданих даних - PIDF (визначений у RFC 3863 [73] з розширеннями у RFC 4480 [69], необов'язкові розширення можна знайти у RFC 4482 [71] та визначення інформації про місцезнаходження у RFC 4119 [62]). Важливим полем заголовка в повідомленні ПІДПИСКА є Expires, яке вказує проміжок часу, протягом якого діє підписка. Поле заголовка Асерт позначає формат, у якому Спостерігач може отримувати інформацію про присутність (наприклад, application / pidf + xml).

Механізм надсилання інформації про присутність з Presentity до PS був прийнятий з RFC 3903 [57], де визначено загальний метод PUBLISH SIP. Presentity надсилає інформацію всередині повідомлення PUBLISH до PS через P-CSCF та S-CSCF. Повідомлення містить поле заголовка події із наявністю значення. S-CSCF оцінює IFC та передає повідомлення до PS, який уповноважує видавця на публікацію. Згодом PS відповідає на PUBLISH повідомленням 200 OK.

Після отримання оновленої інформації від Presentity, PS надсилає нове повідомлення NOTIFY усім спостерігачам, підписаним на інформацію Presentity. Окрім UE IMS, також інші мережеві об'єкти (наприклад, сервер MSC, GGSN, SGSN, HLR тощо) можуть надавати інформацію про присутність та публікувати її від імені користувачів IMS. Ці сутності називаються агентами присутності мережі (PNA) та публікують інформацію про присутність методом SIP PUBLISH, що містить інформацію у форматі PIDF.

На додаток до SIP, протокол XCAP використовується у програмі "Присутність". Як описано раніше, SIP використовується для передачі даних про присутність у режимі реального часу. XCAP використовується для конфігурації. Він використовується в опорній точці Ut між UE та PS і дозволяє Presentity змінювати налаштування PS (наприклад, список уповноважених спостерігачів).

Той факт, що інформація про присутність не передається безпосередньо в SIP, а в XML-документах, які транспортуються в SIP, забезпечує чітке розділення між рівнем транспортного протоколу (SIP) і прикладним протоколом (XML-документи, що містять інформацію про присутність).

Існує кілька методів оптимізації, які можна використовувати у програмі присутності (наприклад, Сервер списку ресурсів). Детальніше про них можна дізнатись у відповідних специфікаціях та, наприклад, у [26]. Однак Лінг Лін та Антоніо Ліотта в "Критичній оцінці служби присутності IMS" критикують чинний стандарт служби присутності 3GPP як великий обсяг ресурсоемного механізму та пропонують послугу присутності P2P [49].

Маршрутизація PSI

Як згадувалося в главі 2.3.4.2 Ідентифікація служби використовується для ідентифікації серверів додатків Ідентифікація публічної служби (PSI). Він також використовується для маршрутизації SIP-повідомлень, що походять від цих серверів додатків і призначені для них. Як згадувалося в главі 5.4.12.0 TS 23.228, коли це можливо, маршрутизація повідомлень, призначених для PSI або похідних від PSI, повинна здійснюватися на основних принципах маршрутизації повідомлень IMS SIP.

Якщо AS, ідентифікована PSI, бере участь у сеансі, створеному користувачем, поки AS знаходиться на вихідній стороні, SIP-повідомлення передаються від користувачів до AS через S-CSCF, що дозволяє або забороняє направляти повідомлення до AS відповідно до профілю користувача та критеріїв фільтрування.

Якщо в сеансі на кінцевій стороні бере участь PSI (із символами із символами підстановки або різними), відповідно до TS 23.228 існують дві можливі ситуації та відповідні процедури маршрутизації:

- PSI має призначений S-CSCF (ця інформація зберігається у HSS): I-CSCF отримує повідомлення, призначене PSI, запитує HSS про S-CSCF, що

обслуговує PSI, і пересилає повідомлення до S-CSCF. S-CSCF направляє повідомлення до AS.

- HSS підтримує адресу AS, визначену PSI: Коли I-CSCF запитує розташування місця призначення повідомлення, HSS надає адресу AS до I-CSCF, який згодом пересилає повідомлення безпосередньо до AS.

Якщо сервер додатків сам створює сеанс (наприклад, як система конференц-зв'язку, що викликає залучених учасників), згідно з TS 23.228 AS виконує такі дії:

- якщо адресат знаходиться в іноземній мережі, AC може надсилати SIP-повідомлення безпосередньо до цільової мережі (якщо цільовий користувач / PSI визначається, наприклад, TEL URI, AC повинен або виконувати трансляцію ENUM, або відправляти SIP-повідомлення в IMS Transit Функції, які виконують переклад)

- якщо сеанс вимагає участі CSCF і PSI призначив S CSCF, він пересилає повідомлення до S-CSCF. Якщо PSI не має призначеного S-CSCF, він пересилає повідомлення в I-CSCF, який виконує маршрутизацію повідомлень.

Згідно з главою 5.7 TS 23.228, є три можливості маршрутизації SIP-повідомлення, призначеного для AS-хостингу, зазначеного PSI: Згідно з главою 5.7 TS 23.228, є три можливості маршрутизації SIP-повідомлення, призначеного для AS-хостингу, зазначеного PSI:

- пряма маршрутизація - I-CSCF отримує запит SIP і запитує HSS про наступну інформацію про перехід. HSS визначає інформацію про маршрутизацію, тобто знаходить адресу AS, що розміщує PSI, і повертає її до I CSCF, який згодом пересилає запит безпосередньо до AS

- непряма маршрутизація - I-CSCF отримує запит SIP і запитує HSS про наступну інформацію про перехід. HSS визначає інформацію про

маршрутизацію, тобто в цьому випадку він знаходить S-CSCF, що обслуговує PSI, і повертає її до I-CSCF. Згодом I-CSCF пересилає запит до S-CSCF, який застосовує критерії фільтрації, і пересилає запит до АС.

- Маршрутизація DNS - SIP-запит надходить із зовнішньої мережі до точки входу в мережу IMS - I-CSCF (якщо відповідає IBCF, він пересилає повідомлення в I-CSCF). Оскільки I-CSCF налаштовано зі списком підтримуваних доменів або налаштовано на прямий запит до локального DNS-сервера, він робить це. DNS-сервер повертає IP-адресу цільової АС, що розміщує PSI, а I-CSCF пересилає запит безпосередньо до АС.

Для цілей цієї роботи SIP-повідомлення, що походять від АС, перенаправляються через I-CSCF до іншого домену IMS (див. Рисунок 2.17), а для SIP-повідомлень, завершених в АС, використовується непряма маршрутизація через S-CSCF (див. Рисунок 2.18).

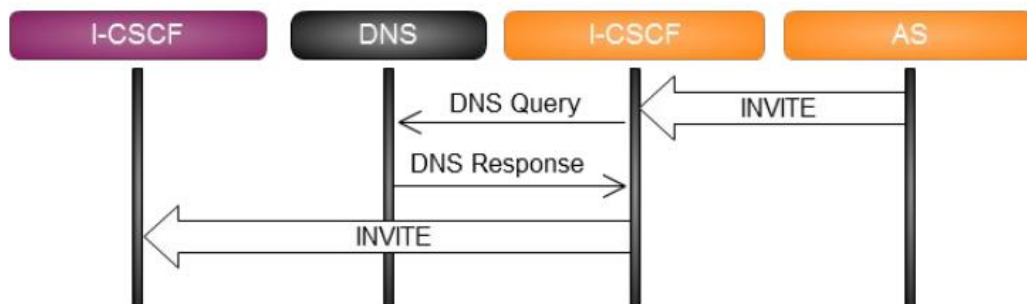


Рис.2.3 Запит надійшов від АС, що розміщує PSI, направлений через I-CSCF до домену призначення IMS

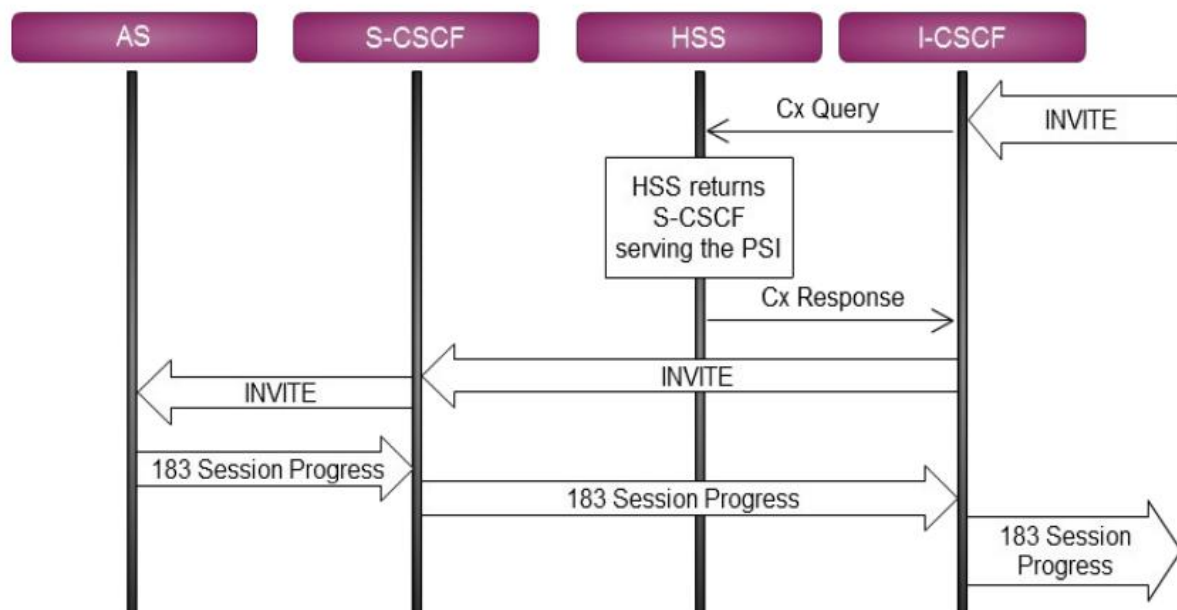


Рис.2.4 Запит, призначений для PSI, направлений через S-CSCF до пункту призначення AS

2.3 Послуги в IMS

Мультимедійна підсистема IP розроблена з орієнтацією на надання послуг. Її архітектура дозволяє швидко та порівняно з попередніми архітектурами зв'язку легко розгорнути існуючі та нові послуги. Він має багатоварову архітектуру, яка відокремлює рівень додатків та послуг від нижчого рівня управління, під яким розміщений транспортний рівень. Кожен шар містить різні функції, які обслуговують функції вищого рівня. Перевагою такого підходу є той факт, що розробникам послуг не потрібно реалізовувати цілу логіку сервісу «під» для кожної технології доступу, але вони можуть зосередитись лише на її функціональному рівні, залишаючи функції транспорту та маршрутизації на нижчих рівнях. У такій архітектурі використовується повторне використання функцій нижчих шарів різними службами (рис. 2.9).

Відповідно до Copeland [29], середовище надання мультимедійних послуг IP вимагає:

- «гнучка, чітко визначена архітектура, яка може підтримувати будь-який пристрій кінцевого користувача та мережевий сервер, а також заохочує випробувати інноваційні послуги
- середовище, яке дозволяє швидко розгорнути мультимедійні програми IP у декількох типах мереж, включаючи Інтернет, і може ефективно реалізовувати часті зміни
- набір мережевих функцій, які мають перевірені стандартні інтерфейси між ними та в напрямку сервісного рівня, завдяки чому продукти різних постачальників можуть легко взаємодіяти
- централізоване сховище даних, яке можна спільно використовувати між додатками на окремих серверах (можливо, від різних постачальників) і доступне внутрішнім системам оператора, таким як CRM (управління відносинами з клієнтами) та інші BSS (системи підтримки бізнесу) "

IMS приймає згадані принципи належного надання послуг, в той час як він відокремлює нижчі рівні від послуг, що має багато переваг, включаючи легке створення та розгортання послуг. IMS використовує центральне сховище - Home Subscriber Server (HSS) для зберігання даних про клієнтів та послуги, що забезпечує легкий доступ до важливих даних, що використовуються у кількох додатках. Її архітектура стандартизована контрольними точками - стандартизованими інтерфейсами, що дозволяють взаємодіяти функції, а також взаємодіяти на рівні мережевого підключення та співпраці з іншими системами зв'язку (Інтелектуальні мережі, PSTN, OSA тощо). Крім того, він підтримує різноманітні моделі зарядки, що покращує можливості обслуговування.

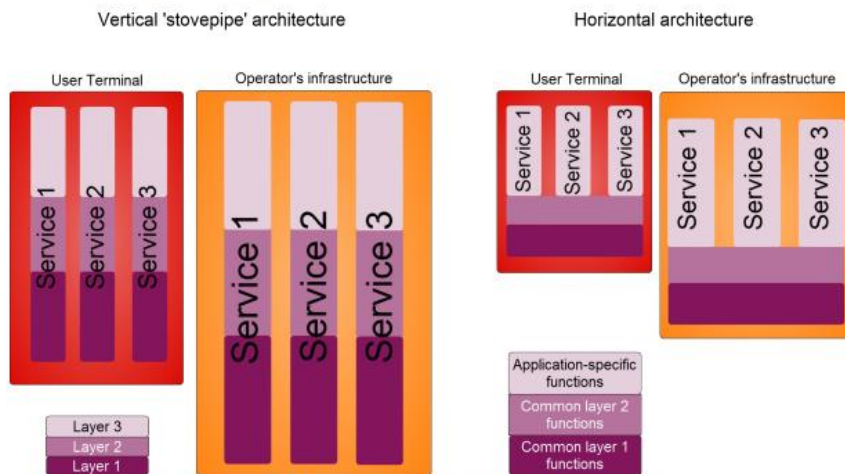


Figure 2.9: Horizontal vs. vertical architecture

Рис.2.5 Горизонтальна та вертикальна архітектура

Основна установка сеансу голосового дзвінка базується на протоколі SIP, який буде описаний далі. Послуги з додаванням вартості надаються серверами додатків, розміщеними на рівні Application / Services (див. Рис. 2.14). Вони можуть брати участь у сесії під час її створення або тривалості, щоб збагатити її додатковими функціональними можливостями. Цей механізм дозволяє створити багаті інноваційні послуги, що дозволяють повноцінно контролювати сеанс оператором. IMS також дозволяє використовувати послуги, що не належать до IMS, для співпраці, архітектура яких містить визначені функції [13].

Користувацькі ідентифікатори в IMS

Користувачі в системі IMS, ідентифіковані за допомогою уніфікованих ідентифікаторів ресурсів (URI) [20], які можуть бути цифрами (тел. URI [70], наприклад, тел: + 421-999-345-876) або буквено-цифровою формою (SIP URI [66] , наприклад, sip: oleksandr.berestovenko@fiit.ua).). SIP-ідентифікатор легко запам'ятати для користувачів. Він містить дві частини, перша з яких ідентифікує користувача, а друга - оператора. Частина оператора дотримується правил DNS. В IMS користувачеві присвоюється одна або більше загальнодоступних ідентифікацій користувача та одна або декілька ідентифікацій приватних користувачів.

Відкритий ідентифікатор користувача (IMPU) використовується для маршрутизації сигнальних повідомлень всередині, а також поза доменом IMS. Це ідентифікатор, який можна використовувати для виклику користувача, якого він представляє. Він має формат SIP або TEL URI. Для реєстрації IMS потрібен формат URI SIP (наприклад, sip:oleksandr.berestovenko@fiit.ua). URI TEL, призначений користувачеві IMS, необхідний для дзвінка з мережі PSTN у домен IMS, оскільки користувач PSTN може набирати лише числові значення. Одному користувачеві може бути призначено більше одного IMPU. Причиною є диференціація між напр. домашньої та ділової особистості або присвоєння різного набору послуг різним особам. IMS також пропонує можливість зареєструвати кілька ідентифікаційних даних (іменованій набір неявно зареєстрованих IMPU) під час однієї реєстрації в мережі IMS. Така функція економить час та пропускну здатність, коли використовується лише одне повідомлення РЕЄСТРАЦІЯ.

Приватна ідентифікація користувача (IMPI) використовується для автентифікації та ідентифікації. Він не використовується для маршрутизації повідомлень або для виклику інших користувачів. Користувачу не потрібно знати цей ідентифікатор, оскільки він може зберігатися в модулі посвідчення особи мультимедійних послуг IP (ISIM), який знаходиться на універсальній інтегрованій мікросхемі (UICC), вставленій в пристрій користувача (подібно до SIM-модуля в мобільних телефонах). Він має форму ідентифікатора доступу до мережі (NAI) [15] (наприклад, oleksandr.berestovenko@fiit.ua).). Після прийняття випуску 6 [2] було прийнято, що одному користувачеві може бути призначено більше одного IMPI. Причиною є можливість використання одного і того ж IMPU на декількох пристроях одночасно (наприклад, посвідчення особи: oleksandr.berestovenko@fiit.ua). можна зареєструвати на двох мобільних телефонах, тоді як кожен має унікальний IMPI на своїй картці ISIM).

Приклад взаємозв'язку між IMPU та IMPi можна знайти на малюнку 2.10, де одному користувачеві призначено три IMPi (тобто він використовує три пристрої IMS) та п'ять IMPU (три IMPU можуть бути зареєстровані на пристрої 1, два на пристрої 2 та два на пристрої 3).

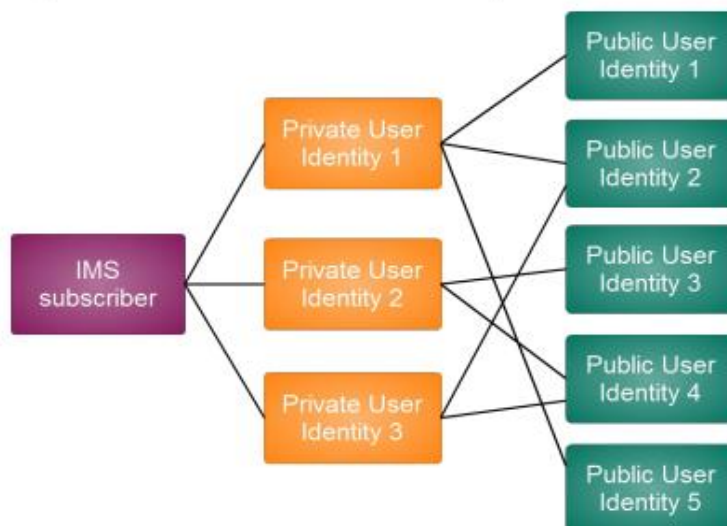


Рис 2.6 Приклад взаємозв'язку між приватними та публічними особами IMS

Ідентифікація послуги

З метою ідентифікації послуги, відповідно. сервер додатків, що виконує службові функціональні можливості Випуск 6, ввів ідентифікатор державної служби (PSI) (визначений у TS 23.228 [10]). Він використовується для маршрутизації SIP-повідомлень, призначених серверам додатків. Він має форму TEL SIP URI і не має жодного IMPi, пов'язаного з ним, оскільки він використовується для ідентифікації, але не для цілей автентифікації. Доменна частина PSI попередньо визначена оператором IMS, тоді як користувацька частина може бути змінена та встановлена службою.

PSI зберігається в базі даних HSS і може мати одну з двох форм, визначених у TS 23.003 [5]:

- виразний PSI - це конкретна ідентифікація, яка представляє рівно одну службу або ресурс (наприклад, service.domain1)

- PSI з узагальненими знаками - використовується для представлення групи PSI. Він використовує регулярні вирази, які обчислюються і можуть збігатися з кількома ідентифікаторами (наприклад [*@service.domain1](#))

Профіль користувача та Профіль обслуговування

Інформація, що стосується користувача IMS, зберігається в базі даних HSS в сутності з іменем Профіль користувача. Він завантажується з HSS компанією S-CSCF під час реєстрації користувача в домені IMS. S-CSCF взаємодіє з базою даних HSS, використовуючи протокол Diameter [25]. Якщо в HSS змінюється профіль користувача під час реєстрації користувача в домені, HSS оновлює відповідний S-CSCF [26].

Форматований у XML профіль користувача містить таку інформацію:

- одна приватна ідентифікація користувача (IMPI), до якої вона прив'язана
- одна або кілька загальнодоступних ідентифікаторів користувачів (IMPU), прив'язаних до IMPI
- один або кілька службових профілів, які прив'язані до певного набору IMPU. Кожен профіль служби визначає набір службових тригерів, що застосовуються до набору IMPU.

Вся структура профілю користувача показана на малюнку 2.11

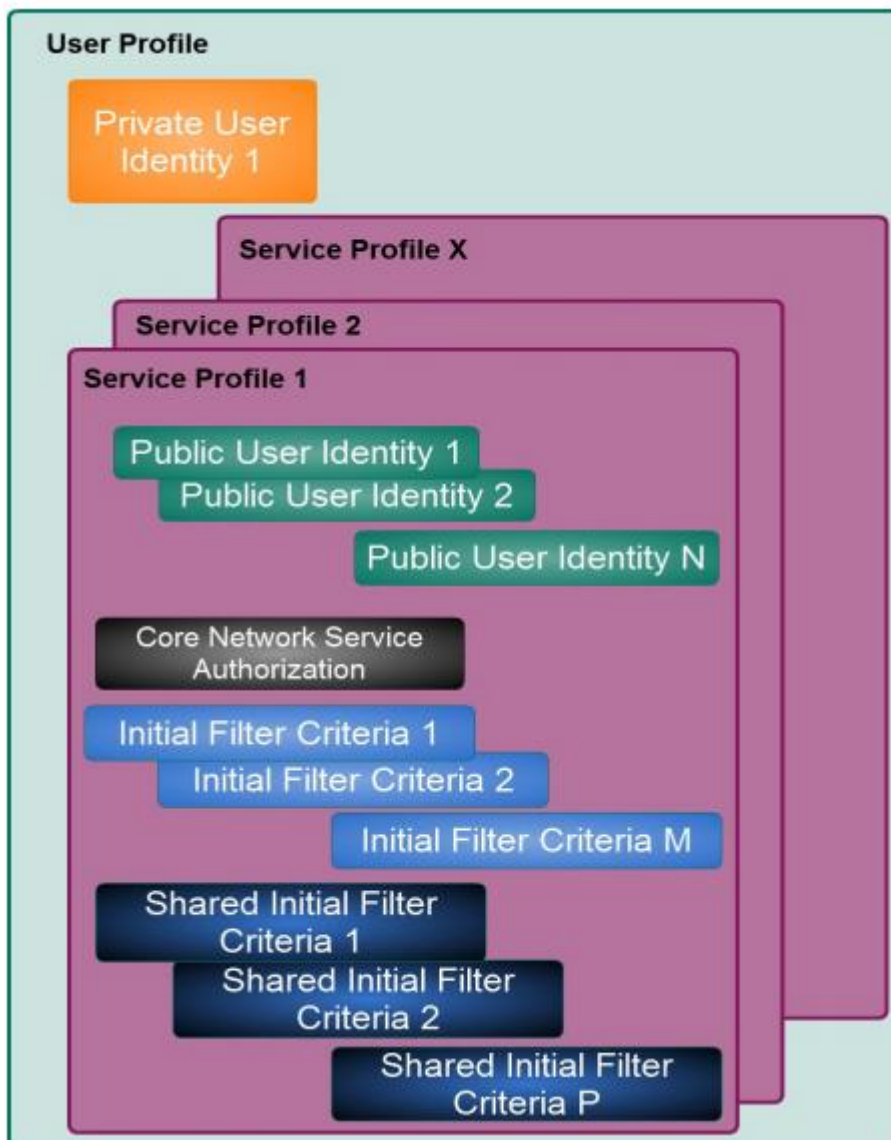


Рис.2.7 Компоненти профілю користувача

Профіль служби містить:

- колекція одного або декількох IMPU (SIP або TEL URI)
- нуль або одна додаткова авторизація базової мережі
- нульовий або більше початкових критеріїв фільтру (IFC)
- нуль або більше спільних початкових критеріїв фільтрування.

Необов'язкова авторизація сервісної мережі містить підписаний ідентифікатор медіа-профілю. Цей ідентифікатор є значенням, що

ідентифікує набір параметрів SDP, які користувач має право запитувати. Профіль SDP зберігається в S-CSCF, який відповідно до нього визначає, чи дозволені необхідні параметри сеансу (наприклад, користувач може не мати дозволу використовувати відеодзвінок тощо).

Спільні початкові критерії фільтру (SIFC) - це необов'язкові параметри, що вимагають підтримки S-CSCF та HSS. Вони використовуються в ситуації, коли група користувачів використовує однакові IFC. У такій ситуації завантаження IFC з HSS на S-CSCF не ефективно для реєстрації кожного користувача, і використовуються SIFC. SIFC зберігаються в HSS, а також у S-CSCF, і якщо профіль користувача містить деякий SIFC, під час реєстрації з HSS на S-CSCF завантажується лише ідентифікатор SIFC. Таким чином зменшується кількість генерованого трафіку всередині домену IMS. Критерії початкового фільтра (IFC) обговорюються в наступному розділі.

Критерії початкового фільтра

Критерії початкового фільтра (IFC), визначені в TS 23.218 [9], визначають послуги, що надаються певному користувачеві. Вони містять інформацію, необхідну для S-CSCF для правильної маршрутизації SIP-повідомлення, породженого або призначеного користувачеві, до певного сервера додатків для певного виклику послуги (залежно від профілю користувача повідомлення може також оброблятися кількома серверами додатків у ланцюжку - S-CSCF відповідає за правильну маршрутизацію повідомлення). Оцінка IFC виконується для кожного початкового запиту SIP, який або створює діалогове вікно, або є окремим запитом (тобто першим ПІДПИСАТИСЯ, ЗАПРОШУВАТИ, ВАРІАНТИ тощо). S-CSCF не оцінює початкові критерії фільтрації, коли отримує запити PRACK, NOTIFY, UPDATE та BYE, оскільки вони завжди є частиною існуючого діалогового вікна.

IFC є частиною Службового профілю, який є частиною Профіль користувача, який завантажується з HSS на S-CSCF під час реєстрації користувача в домені IMS. IFC визначає набір послуг, що застосовуються до набору IPMU, перелічених в конкретному профілі послуг. Структуру IFC можна знайти на наступному малюнку.

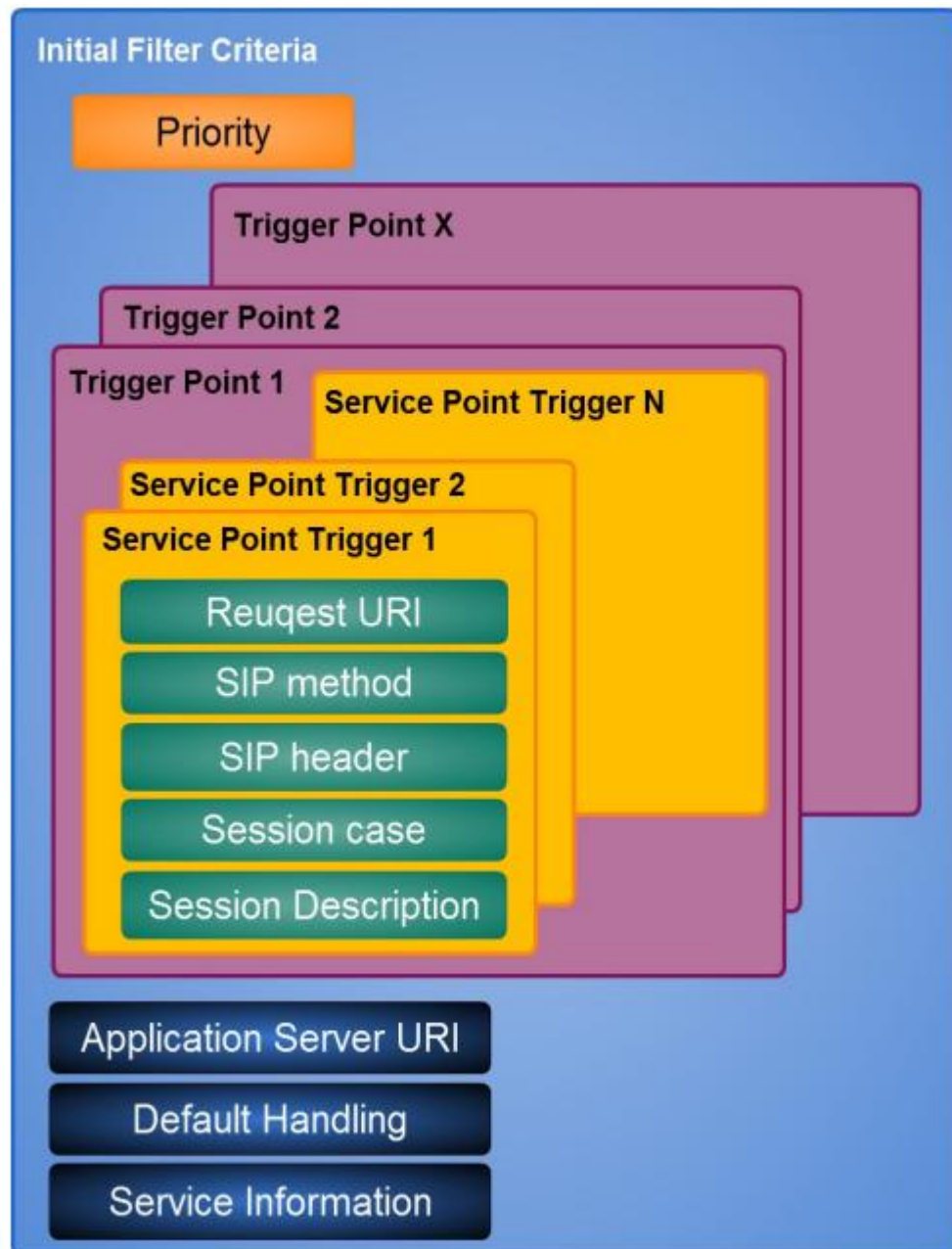


Рис.2.8 Структура IFC

IFC містить наступну інформацію:

- пріоритет - визначає порядок, в якому IFC оцінюються S-CSCF у випадку, коли одному IFC присвоєно кілька IFC (нижча кількість, вищий пріоритет)
- нуль або більше Trigger Points - вирази, за допомогою яких перевіряється SIP-повідомлення. Якщо повідомлення відповідає виразу, воно пересилається на відповідний сервер додатків.
- URI SIP сервера додатків - адреса сервера додатків, на який надсилається SIP повідомлення, якщо воно відповідає критеріям IFC
- Обробка за замовчуванням - вказує, як обробляється сеанс у випадку, якщо сервер-сервер додатків недоступний - для продовження обробки запиту SIP або для припинення процесу
- Сервісна інформація - містить деякі дані, прозорі для HSS та S-CSCF, які можуть бути необхідні серверу додатків для обробки запиту

Точка спрацьовування (Трігер Поінт) є важливою частиною IFC. Це вираз, який використовується для перевірки SIP-повідомлення. Це колекція окремих фільтрів - тригерів Service Point (SPT), які можуть перевірити, чи містить повідомлення конкретне поле заголовка або значення. Наприклад, TP (Method = SUBSCRIBE) AND (Request-URI = sip: oleksandr.berestovenko@fiit.ua)

містить два SPT:

- Метод = SUBSCRIBE
- URI запиту = sip: oleksandr.berestovenko@fiit.ua

який фільтрує SIP-повідомлення, які ПІДПИСАЮТЬСЯ, а їх відправник підписується на ресурс

визначені sip: oleksandr.berestovenko@fiit.ua

SPT дозволяє досліджувати інформацію, що зберігається в різних полях SIP-повідомлення [26]:

- значення Request-URI
- метод запиту SIP
- наявність або відсутність будь-якого заголовка SIP
- часткове або повне збіг вмісту будь-якого заголовка SIP
- випадок сеансу (тобто, чи запит SIP походить від користувача, що обслуговується, адресованого зареєстрованому користувачеві, що обслуговується, або адресованого незареєстрованому користувачеві, що обслуговується)
- опис сеансу (тобто будь-який частковий або повний збіг на будь-якому рядку SDP)

Якщо IFC не містить жодного TP(Тригер Поинт), усі запити SIP обробляються визначеним сервером додатків.

2.3 Відкриті протоколи, стандарти та інтерфейси в IMS

Для того, щоб забезпечити легку співпрацю між різними функціями IMS, а також можливість їх заміни іншими продуктами постачальника; для швидкого розвитку нових послуг сторонніми постачальниками; для легкої інтеграції з Інтернетом, IMS використовує відкриті стандарти та протоколи (наприклад, протоколи IETF). Щоб уникнути труднощів із взаємозв'язком функцій IMS різних постачальників, органи стандартизації IMS запроваджують інтерфейси, що з'єднують елементи. Кожен інтерфейс визначає повідомлення, яким дозволено переходити через нього від одного елемента до іншого. Відповідно до 3GPP TS 23.228, IMS не призначений для стандартизації самих програм, його призначення для того, щоб забезпечити доступ до мультимедійних та голосових додатків для користувачів

бездротових та дротових терміналів, тобто увімкнути фіксовану мобільну конвергенцію (FMC).

Протоколи

Протоколи, що використовуються в IMS (за винятком рівня Приклад / Служби, оскільки додатки можуть використовувати різні протоколи), можна розділити на три категорії:

- протоколи управління сеансом
- протоколи AAA
- протоколи медіаплощини

Протоколи керування сеансами або сигналізації використовуються для створення, зміни та завершення мультимедійних сеансів. Було кілька кандидатів стати протоколом сигналізації в IMS, включаючи H.323, SIP та BICC. SIP був обраний завдяки різноманітним перевагам, включаючи легке створення нових послуг та розширюваність.

Для автентифікації, авторизації, бухгалтерського обліку (AAA), ресурсів QoS та стягнення плати обраний протокол діаметра. Для керування медіашлюзами та мережевими шлюзами з комутацією каналів використовується протокол H.248 / MEGACO [30], для передачі даних аудіо- та відеопотоку в реальному часі в основному використовується протокол RTP.

Малюнок 2.13 показує основні протоколи, що використовуються в IMS, розміщених у логічні рівні. Оскільки IMS здебільшого визначає контроль сеансів, рівень сеансу є домінуючим із протоколами SIP та діаметром.

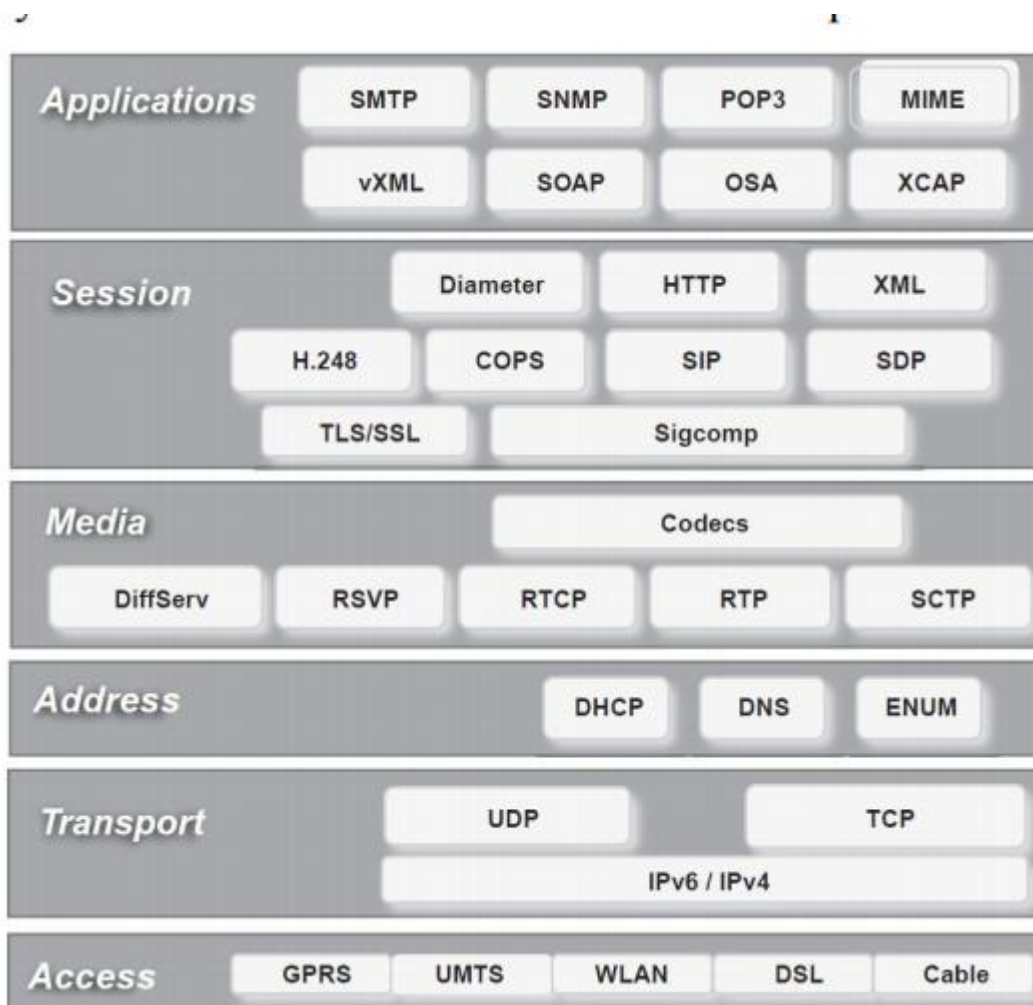


Рис.2.9 Основні протоколи, що використовуються в IMS

Протокол ініціювання сесії

SIP є однією з основних функцій IMS як протокол сигналізації, зазначений у RFC 3261 [66]. Його коріння походить від задоволення потреби у забезпеченні голосового та мультимедійного спілкування в режимі реального часу через Інтернет. Спочатку він був призначений для однорангового спілкування, припускаючи інтелектуальну кінцеву точку, здатну визначати вимоги до сеансу. Однією з головних переваг SIP є простота, яка полегшує впровадження служби, налагодження та забезпечує зручний для читання формат повідомлень. Це текстово-орієнтований протокол, натхненний HTTP та SMTP, незалежний від протоколів нижчого рівня. З HTTP він прийняв

URL-адреси та принцип клієнт-сервер. І від SMTP, і від HTTP SIP успадковує стиль заголовка та кодування тексту SMTP повідомлень.

Приймаючи принципи, що використовуються в Інтернеті, SIP відкриває нові можливості для телекомунікацій. Це дозволяє створювати багаті послуги з доданою вартістю, такі як потокове передавання відео, конференції, обмін миттєвими повідомленнями, присутність тощо. Він використовується в поєднанні з Протоколом опису сеансу (SDP) [40], що дозволяє обмінюватися параметрами сеансу та інформацією.

Іншим новим елементом, який SIP вносить у телекомунікації, є мобільність користувачів [83]. На відміну від PSTN, де абонент прив'язаний до певного телефонного номера, який має своє фіксоване географічне розташування, у SIP користувач ідентифікується за допомогою URI SIP, який може бути зареєстрований на SIP-сервері з будь-якого місця. Це дуже зручно для користувачів, але з іншого боку це приносить напр. проблеми із екстреними дзвінками. Проксі-сервер SIP - це організація, відповідальна за прив'язку URI користувача із зазначенням конкретного місця під час його реєстрації. Подібно до Інтернету, де більша частина інтелекту витісняється до краю мережі, SIP URI до механізму прив'язки місцеположення вимагає інтелектуальних кінцевих пристроїв.

SIP використовує механізм відповіді запиту в режимі зв'язку клієнт-сервер для встановлення мультимедійного сеансу між учасниками.

Однією з важливих переваг SIP є можливість легко розширити його новими функціями. Незважаючи на те, що йому бракувало кількох важливих особливостей комунікації в загальнодоступних мережах (наприклад, щодо міжмережної перехресної оплати, безпеки, політики, якості обслуговування, управління ресурсами, перекладу мережесхемних адрес, функцій організації послуг тощо), він уже розширений кількістю розширень.

Основні завдання SIP включають:

- реєстрація абонентів
- створення, модифікація та закінчення мультимедійних сесій
- додавання нових медіа до сеансу
- пошук місцезнаходження та статусу користувачів
- узгодження параметрів сеансу з використанням протоколу SDP
- можливості терміналу та вимоги користувача до обміну параметрами сеансу

Протокол діаметра

Визначений у [25] Протокол діаметрів став важливою частиною IMS, де він використовується для автентифікації, авторизації, обліку (AAA), ресурсів QoS та оплати. Він використовується для обміну даними IMS, для запитів до бази даних у режимі реального часу, для отримання даних користувачів та політик мережі та для передачі облікової інформації [29]. Діаметр використовує пари значень атрибутів (AVP) для передачі даних. Його можна легко розширити завдяки можливості створювати нові AVP, які можна додавати для визначення нових обмінів даними, запитів та відповідей. Це підходить для майбутніх вимог, які можуть виникнути через розгортання нових служб.

Діаметр розроблений із протоколу RADIUS [64], одночасно застосовуючи кілька вдосконалень. Він передається лише через надійні протоколи (наприклад, TCP, SCTP), щоб забезпечити доставку своїх повідомлень (на відміну від RADIUS, Діаметр повторно передає недоставлені повідомлення). Він підтримує механізм серцебиття на рівні програми, який використовується для моніторингу стану з'єднання та дозволяє відновити програму виникає випадок збою з'єднання.

Діаметр - це бінарний кодований протокол, він використовується в локальних та роумінгових сценаріях, забезпечуючи безпечний обмін інформацією. Це одноранговий протокол, що забезпечує асинхронний обмін інформацією між одноранговими вузлами.

Транспортний протокол реального часу

RTP визначено в RFC 3550 [39] як протокол наскрізних мережевих транспортних функцій, придатних для програм, що передають дані в режимі реального часу, такі як аудіо, відео чи дані моделювання, через багатоадресну або одноадресну мережеві послуги. RTP не забезпечує механізмів забезпечення якості обслуговування, а також не забезпечує резервування ресурсів. Він супроводжується протоколом керування транспортом у режимі реального часу (RTCP), зазначеним у тому самому RFC, що і RTP, який використовується для контролю якості обслуговування, моніторингу доставки даних та мінімальних функцій ідентифікації. RTP і RTCP розроблені для незалежності від основних транспортних та мережевих рівнів.

Орієнтири в IMS

Щоб уникнути труднощів із взаємозв'язком функцій IMS, що надаються різними постачальниками, органи стандартизації IMS запроваджують інтерфейси, що з'єднують елементи IMS з іменами контрольних точок. «Точка відліку визначається як одна взаємодія за раз, завжди між двома функціями і приналежність до обох функцій» [29]. Якщо необхідна нова функціональність, можна визначити нову контрольну точку між двома функціями. Однак також можна об'єднати кілька опорних точок разом, якщо очевидно, що вони представляють абсолютно однаковий інтерфейс. «Точки відліку детально визначають не тільки те, які протоколи розгортаються між двома функціями, але також структури даних, заголовки, значення параметрів та поведінку» [29]. Якщо між двома функціями не визначена

опорна точка, зв'язок не допускається. Такий підхід допомагає уникнути різного тлумачення стандартів і таким чином уникнути двозначності та несумісності вузлів різних постачальників.

У цій роботі найважливішими опорними точками IMS є Sh, Ma та ISC, які з'єднують сервер додатків із S-CSCF (ISC), I-CSCF (Ma) та з HSS (Sh). Іншим важливим інтерфейсом є Gm, який розміщується між пристроєм користувача та функціями CSCF. Інші визначення опорних точок можна знайти в [10].

Точка відліку ISC

Інтерфейс IMS Service Control (ISC) - це інтерфейс між S-CSCF та сервером додатків (AS) (тобто сервером додатків SIP, сервером можливостей служб OSA або IM-SSF CAMEL). Він використовується для надання послуг у системі IMS. Протокол, що використовується в інтерфейсі ISC, є SIP, хоча його розширень слід уникати, але це явно не заборонено.

Як описано в TS 23.228 [10], розділ 4.2.4 ISC дозволяє підключати AC, розташовану або в домашній мережі, або у зовнішній мережі, до функції S-CSCF. З'єднання дозволяє AC впливати на мультимедійні сеанси і дозволяє приймати поточний стан реєстрації користувачів AC. S-CSCF залучає до сеансу сервери додатків відповідно до критеріїв фільтрації, отриманих від HSS. Один або більше AS можуть бути залучені до сеансу щодо замовлення, наданого HSS. Вихід першої AC є входом другої AC. Якщо S-CSCF залучає AS до сеансу, S-CSCF діє як проксі-сервер SIP.

ISC також дозволяє AC створювати нові сеанси. Якщо S-CSCF отримує запит SIP на інтерфейсі ISC, який був створений Сервером додатків, призначеним користувачеві, що обслуговується цим S-CSCF, тоді S-CSCF розглядає запит як завершуючий запит до цього користувача і забезпечує завершення запитувати регулярну функціональність [10].

Ma орієнтир

Опорна точка Ма, визначена в TS 23.228, використовується для взаємозв'язку AS і I-CSCF. Такий інтерфейс використовується для:

- пересилати запити SIP, призначені для ідентифікатора державної служби, розміщеного АС, безпосередньо до АС
- ініціювати сеанс від імені користувача або ідентифікатора державної служби (PSI), якщо АС не знає S-CSCF, призначеного цьому користувачеві або PSI

Якщо AS, що ініціює сеанс, не має жодних знань про S-CSCF, що обслуговує користувача (від імені якого AS створює сеанс) або PSI, він пересилає запити до I-CSCF. Згодом він виконує процедури ініціювання цих запитів.

Протокол, що використовується на інтерфейсі Ма, є SIP, хоча його розширень слід уникати, але це явно не заборонено.

Якщо I-CSCF пересилає SIP-повідомлення між напр. P-CSCF та AS, він діє як проксі-сервер SIP

Sh орієнтир

Визначена в TS 23.228 опорна точка Sh використовується для передачі інформації між AS (SIP-сервером додатків або OSA-сервер службових можливостей) та базою даних HSS. Це внутрішній інтерфейс оператора. HSS надає AS інформацію про користувачів та послуги, відповідно до правил політики HSS. Стандартизована інформація може передаватися між АС за допомогою інтерфейсів HSS та Sh. Важливим механізмом, що підтримується інтерфейсом Sh, є можливість, що надається AS-системам активувати / деактивувати власні IFC.

Gm орієнтир

Орієнтовна точка Gm підтримує зв'язок між UE та ядром домену IMS, зокрема P-CSCF, наприклад пов'язані з реєстрацією та контролем сеансів. Для контрольної точки Gm використовується протокол SIP.

Проксі-CSCF (P-CSCF)

Проксі-CSCF є першою контактною точкою користувацького обладнання (UE) - пристрою кінцевого користувача IMS - під час підключення до домену IMS. P-CSCF може знаходитись у домашній або відвідуваній мережі. Він виявляється UE за допомогою механізмів контексту DHCP або PDP і залишається призначеним для UE протягом тривалості реєстрації. P-CSCF виконує механізми безпеки та автентифікації (інші функції IMS довіряють P-CSCF після того, як він дозволяє трафік з UE і не проводить подальшу автентифікацію UE), встановлює зв'язок безпеки IPsec з UE, виконує перевірку цілісності повідомлень SIP, перевіряє правильність повідомлення, надіслані з UE, та їх вміст SDP. Якщо встановлені параметри сеансу, вказані в SDP, не збігаються з профілем користувача (наприклад, UE вимагає невідомого аудіо / відеокодека або хоче зарезервувати високу пропускну здатність), P-CSCF не дозволяє таке встановлення сеансу. P-CSCF може також містити функцію прийняття політичних рішень (PDF), яка відповідає за авторизацію медіа-ресурсів, контроль політики, управління пропускну здатністю тощо [16].

P-CSCF поводитьься як проксі-сервер SIP, що приймає запити SIP та обслуговує їх або переадресовує до відповідної функції (переважно S-CSCF). P-CSCF може також поводитися як Агент користувача SIP, тобто в ненормальних умовах він може припиняти та самостійно генерувати транзакції SIP [10].

Функції, що виконуються P-CSCF, включають [10]:

- переадресація запиту SIP REGISTER, отриманого від UE, до точки входу домашнього домену IMS
- переадресація SIP-повідомлень, отриманих від UE, на SIP-сервер (наприклад, S-CSCF), ім'я яких P-CSCF отримало під час реєстрації UE

- перевірка вмісту SIP-повідомлень, перенаправлених з UE на S-CSCF, на предмет коректної та актуальної інформації про тип мережі доступу
- пересилання запитів або відповідей SIP на UE
- виявлення та обробка запитів на встановлення екстрених сесій
- формування записів CDR
- підтримка Асоціації безпеки з кожним UE, як визначено у TS 33.203 [14]
- виконання стиснення / декомпресії повідомлень SIP, якщо потрібно
- авторизація ресурсів на пред'явника та управління якістю послуг, як визначено у TS 23.203 [8]

Interrogating -CSCF (I-CSCF)

Interrogating-CSCF - це точка входу домену IMS. Це означає, що його IP-адреса вказана в записах DNS, щоб користувачі та вузли з інших доменів могли спілкуватися з користувачами та функціями всередині домену IMS. Домен оператора може містити більше одного I-CSCF для масштабованості та резервування. I-CSCF має кілька інтерфейсів-опорних точок, які з'єднують його з іншими функціями IMS. Інтерфейси до SLF (Dx) та HSS (Cx) на основі протоколу Diameter використовуються для отримання інформації про місцезнаходження користувача та маршрутизації запитів SIP до відповідного пункту призначення (зазвичай S-CSCF). I-CSCF також реалізує інтерфейс до серверів додатків, який використовується для маршрутизації запитів SIP, адресованих безпосередньо службам, розміщеним на AS.

Одним із важливих завдань (однак це необов'язково) I-CSCF є шифрування SIP-повідомлень або їх частин, які можуть містити конфіденційні дані (наприклад, про домен IMS та кількість серверів у домені, записи DNS тощо), і тому не повинні бути видимі для сторонніх осіб [26]. Функціональність, яка забезпечує шифрування, називається Topology Hiding Inter-network Gateway

(THIG). У пізніших випусках, що визначають архітектуру IMS (включаючи випуск 6), функціональність THIG була передана функції IBCF.

До функцій, що виконуються I-CSCF, належать [10]:

- присвоєння користувачеві S-CSCF під час його реєстрації
- отримання адреси S-CSCF, що обслуговує зареєстрованого користувача, від HSS
- маршрутизація запитів SIP, отриманих з інших доменів, до S-CSCF
- пересилання SIP-запитів або відповідей на S-CSCF або на AS, що розміщує PSI
- приховування топології (THIG)
- формування записів CDR

На основі локальної конфігурації I-CSCF може виконувати функції маршрутизації транзиту. Якщо I-CSCF отримує повідомлення SIP і визначає (на основі запиту HSS), що адресат сеансу не знаходиться в його домені IMS, він може переслати запит до місця призначення або може відповісти своєму автору повідомлення з відповіддю про помилку .

База даних IMS

Сервер домашнього абонента (HSS)

HSS - це основна база даних, яка збирає інформацію про всіх користувачів та послуги, що надаються доменом IMS. Це центральне сховище даних, воно може бути розподілене на більш ніж одному вузлі, а також може бути більше однієї бази даних HSS в одному домені IMS. У випадку, коли домен містить більше одного HSS, він повинен містити функцію SLF, яка розрізняє, який HSS містить конкретні дані користувача. HSS містить дані, що стосуються абонентів, важливі для серверів додатків S-CSCF, IM-SSF та серверів додатків SIP. Вони включають профілі користувачів, що містять особисті

ідентифікатори користувачів, з їхніми зв'язками із загальнодоступними ідентифікаторами користувачів, реєстраційну інформацію, профілі послуг та параметри доступу до мережі, інформацію, пов'язану з різними послугами, інформацію про місцезнаходження користувача, S-CSCF, призначену користувачеві, дані авторизації та автентифікації та інші.

HSS відповідає за зберігання такої інформації, що стосується користувачів [4]:

- Ідентифікація користувача, нумерація та адресація інформації
- Інформація про безпеку користувача: Інформація про контроль доступу до мережі для автентифікації та авторизації
- Інформація про місцезнаходження користувача на міжсистемному рівні: HSS підтримує реєстрацію користувача, зберігає інформацію про місцезнаходження між системами тощо.
- Інформація про профіль користувача

Організація даних, пов'язаних з абонентом, визначена у TS 23.008 [6]. Він також визначає, які номери, адреси та ідентифікатори, зазначені в TS 23.003 [5], зберігаються в HSS.

Функція пошуку підписки (SLF)

In case of multiple HSS functions in one IMS domain the SLF function is necessary to differentiate which HSS contains user data of which users. It is queried for such information by I-CSCF, S-CSCF, application servers and 3GPP AAA server. With CSCF it communicates via Dx interface, with AS using Dh interface and with 3GPP AAA server with Dw interface [4]. The SLF is not required in a single HSS environment as well as in case of predefined configuration of usage of particular HSS by AS.

Функції взаємозв'язку

Для цілей взаємозв'язку з іншими доменами IMS раніше використовувалася функція I-CSCF. У випуску 7 [3] функція IBCF була введена як функція взаємозв'язку доменів.

Функція прикордонного контролю взаємозв'язку (IBCF)

Відповідно до TS 23.002 та TS 23.228 IBCF забезпечує специфічні для програми функції на рівні протоколу SIP / SDP для того, щоб здійснити взаємозв'язок між двома доменами операторів. IBCF у випуску 7 замінив I-CSCF як точку входу в мережу [55] [80]. Тепер він перерахований у записах DNS як адреса призначення для запитів з-поза домену IMS, призначених для користувачів або функцій всередині домену. Залежно від конфігурації домену, IBCF може бути також останньою функцією домену IMS до пересилання SIP-запиту на зовнішній домен - це, ніж точка виходу з домену. В одному домені IMS може бути кілька IBCF, однак його використання не є обов'язковим [17].

Завдання, які виконує IBCF, включають [4]:

- забезпечення зв'язку між програмами IPv6 та IPv4 SIP
- забезпечення функцій обходу NAT
- можливість шифрування конфіденційної інформації
- завдання конфіденційності та безпеки мережі
- перевірка сигналізації SIP та SDP та видалення конфіденційної інформації
- приховування топології мережі (THIG)
- управління функціями транспортної площини (TrGW)
- формування записів CDR

IBCF може також викликати функцію взаємодії (IWF), яка може забезпечити взаємодію з іншими протоколами сигналізації (наприклад, H.323). IWF може бути розміщений спільно з IBCF. У разі необхідності взаємодії IPv4 та IPv6, IBCF може включити функцію Transition Gateway (TrGW) у медіа-шлях. Подібно до I-CSCF, функція IBCF може відповідно до локальної конфігурації виконувати функції маршрутизації транзиту, тобто отримати SIP-повідомлення, призначене для іншого домену IMS, і відправити його за призначенням.

Сервери додатків

Сервер додатків (AS) виконує логіку послуги, яку оператор надає своїм клієнтам. Послуга може бути напр. голосова пошта, інтерактивна голосова відповідь, послуги з інформацією та інформацією з доданою вартістю, обмін миттєвими повідомленнями, присутність тощо. Як правило, AS бере участь у створенні або встановленні мультимедійного сеансу за допомогою S-CSCF або I-CSCF, які направляють пов'язані з сеансом SIP-повідомлення до ЯК. АС обробляє повідомлення, збагачує сеанс своєю функціональністю і спрямовує на завершення роботи користувача. Як видно на малюнку 2.14, АС розміщуються на прикладному рівні архітектури IMS.

У IMS використовуються три типи AS, які можна розмістити на згаданому рівні додатків

домашньої мережі оператора IMS або в мережі сторонніх постачальників:

- Сервер додатків SIP (SIP AS)
- Сервер прикладних програм Open Service Access – Service Capability Server (OSA-SCS AS)
- Індивідуальні програми для мультимедійної послуги з розширеною логікою IP мобільної мережі

Сервер додатків з функцією перемикання (CAMEL IM-SSF AS)

SIP AS - це рідна AS, яка надає послугу IMS на основі протоколу SIP. Виклик послуги виконується після маршрутизації запиту до AC. Після обробки SIP-повідомлення запит відповідає або переадресується до цільового користувача. OSA-SCS AS надає інтерфейс до OS AS framework. «Він успадковує всі можливості OSA, особливо можливість безпечного доступу до IMS із зовнішніх мереж» [26]. IM-SSF AS - це спеціалізована AS, що надає можливість повторного використання в послугах IMS CAMEL, які спочатку були розроблені для GSM. «IM-SSF дозволяє gsmSCF (функція управління послугами GSM) керувати сеансом IMS» [26].

OSA-SCS та IM-SSF виступають як SIP AS з одного боку (спілкуючись із S-CSCF за допомогою SIP) і як інтерфейс до певної платформи, що надає послуги (OSA Application Programming Interface, відповідно SSF, що взаємодіє з gsmSCF), з іншого боку. Для цілей даної роботи важливий SIP AS. Сервери додатків SIP підключені до функцій S-CSCF та I-CSCF через опорні точки ISC та Ma та до HSS через контрольну точку Sh. Між AS і UE для цілей конфігурації використовується контрольна точка Ut (використовуються протоколи HTTP / XML та XCAP).

Як стандартизовано в [10], «інтерфейс AS-SCCF <-> використовується для надання послуг, що проживають в AC. Виявлено два випадки:

- S-CSCF, підключений до AC у домашній мережі
- S-CSCF, підключений до AC у надійній зовнішній мережі (наприклад, сторонній або відвіданій мережі) ». Оскільки S-CSCF не забезпечує функцію автентифікації та захисту для безпечного прямого доступу третьої сторони до IMS, захист повинен бути встановлений на іншому рівні з'єднання.

Інтерфейс I-CSCF до AS (Ma) використовується для переадресації запитів SIP, які призначені безпосередньо до AS. Призначення таких запитів визначається ідентифікатором державної служби, присвоєним AS.

Режими роботи між AS і S-CSCF

Відповідно до TS 23.218 [9] існує п'ять режимів роботи для обробки SIP-повідомлень (служби SIP можуть бути побудовані з використанням будь-якої комбінації цих режимів; AS може перемикатися між режимами під час мультимедійного сеансу):

- AS, що діє як завершальний UA (або сервер перенаправлення)
- AS, що виступає в ролі UA
- ЯК, що діє як проксі-сервер SIP
- ЯК здійснює контроль викликів третьої сторони - режим B2BUA
- ЯК не бере участь або більше не бере участі

Для цілей цієї роботи важливі перші два режими:

AS, що діє як закінчуючий UA - у цьому режимі вхідний запит SIP проксі-сервером CSCF передається до AS, який потім діє як UA або як сервер перенаправлення. Запит SIP приймається, обробляється та відповідає відповідно до функції AS.

AS, що діє як UA-джерело - у цьому режимі AS діє як UA і створює сеанс. Він генерує запит SIP, який надсилається до CSCF, який потім проксіє його до правильного пункту призначення.

Мультимедійний сеанс із участю SIP AS

Сервер додатків може бути (встановивши IFC або вставивши поле заголовка маршруту запису маршруту в запит) додав у шлях SIP-повідомлення для виклику послуги. Така можливість приносить послуги з доданою вартістю, а також можливість для оператора вдосконалити послугу, змінити рівень безпеки та якості обслуговування та контролювати надані послуги (наприклад, телевізійний потік можна контролювати, змінювати, змішувати, перекодувати, адаптувати до нових умов тощо). Залежно від налаштувань та

типу послуги, її користувачі можуть, але не потребують інформування про виклик логіки послуги.

Послуги третьої сторони

IMS вводить можливість пропонувати своїм клієнтам послуги, що надаються третіми сторонами. Така можливість доступна завдяки концепціям, прийнятим з Інтернету, які використовує IMS - маршрутизація DNS та SIP та багатошарова архітектура. Щоб ввести сервер додатків сторонніх постачальників у рівень додатків оператора IMS, його потрібно підключити до CSCF, HSS та UE (якщо це можливо) через відповідні контрольні точки. З'єднання нижчих рівнів можна встановити за допомогою безпечних з'єднань через виділені лінії / канали, а також через Інтернет (застосовується до некритичних послуг та функцій). Чим участь у сеансі AS подібне до ситуації із залученням AS в домашній мережі. З точки зору прикладного рівня немає різниці між обома згаданими сценаріями.

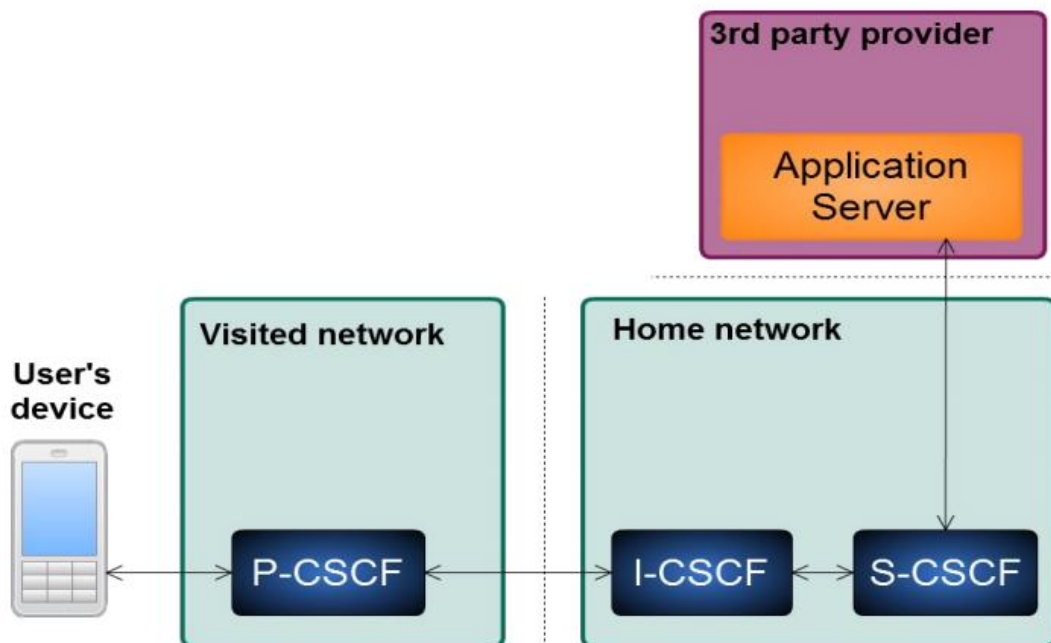


Рис.2.10 IMS та надання сторонніх послуг

Аналітична частина цього розділу описує основні принципи та технології, які є основою для подальшої пропозиції розширення IMS під назвою Система спільного використання послуг. У цій главі коротко порівнюються попередні покоління комунікаційних мереж - телекомунікаційних та комп'ютерних, а також описуються сучасні тенденції у сфері комунікацій - смартфони, архітектура, орієнтована на послуги, засоби, платформа надання послуг, OpenTelco та Digital Marketplace. Більша частина глави зосереджена на мультимедійній підсистемі IP, яка є основним блоком, на якому побудована наступна пропозиція. Її архітектура, ідентичність, функції, принципи та наступні процеси, пов'язані з роботою, коротко описані.

Проведений аналіз систем та принципів, що використовуються в даний час, дає нам можливість успішно продовжувати пропонувати нове розширення IMS, яке дозволяє обмінюватися послугами між операторами IMS, наближає перелік доступних послуг до споживачів і тим самим збільшує доступність послуг.

3. Мультимедійна підсистема IP в контейнеровому середовищі

IMS - це одна з найпомітніших платформ, створена для забезпечення механізмів QoS для мультимедійних додатків, включаючи відео та голосові сесії. IMS відіграє вирішальну роль у сучасних телекомунікаційних доменах (див., Наприклад, технологію Voice over LTE [16]) для підтримки таких функцій, як зарядка або управління сеансами. У межах домену IMS площина сигналізації реалізована за допомогою протоколу ініціювання сеансу (SIP), яким обмінюються вузли функції виклику сеансу управління (CSCF), що виконують різні функції: Р роху CSCF (P-CSCF) діє як інтерфейс між користувальницьким обладнанням та Основна мережа IMS; допитуючий

CSCF (I-CSCF) призначений для пересилання SIP-запитів або відповідей через домен IMS; Обслуговуючий CSCF (S-CSCF) відповідає за виконання деяких найважливіших функцій (наприклад, контроль сеансів, управління реєстрацією користувачів тощо). Іншим важливим вузлом є сервер домашнього абонента (HSS), який виконує функції бази даних, зберігаючи профілі користувачів, і до якого можна отримати доступ за допомогою певного протоколу, який називається Діаметр.

За допомогою протоколу SIP можна скласти набір особливих процедур, таких як: Реєстрація, підготовка до першого доступу до домену IMS; Запрошення, надіслане, коли користувач ініціює мультимедійний дзвінок з іншим користувачем; Відключення, щоб припинити дзвінок; Скасування, щоб примусити завершити дзвінок SIP до відповіді партнера. Наприклад, малюнок 1 ілюструє основні взаємозв'язки між вузлами IMS, коли ініціюється процедура реєстрації: користувач зв'язується з P-CSCF за допомогою

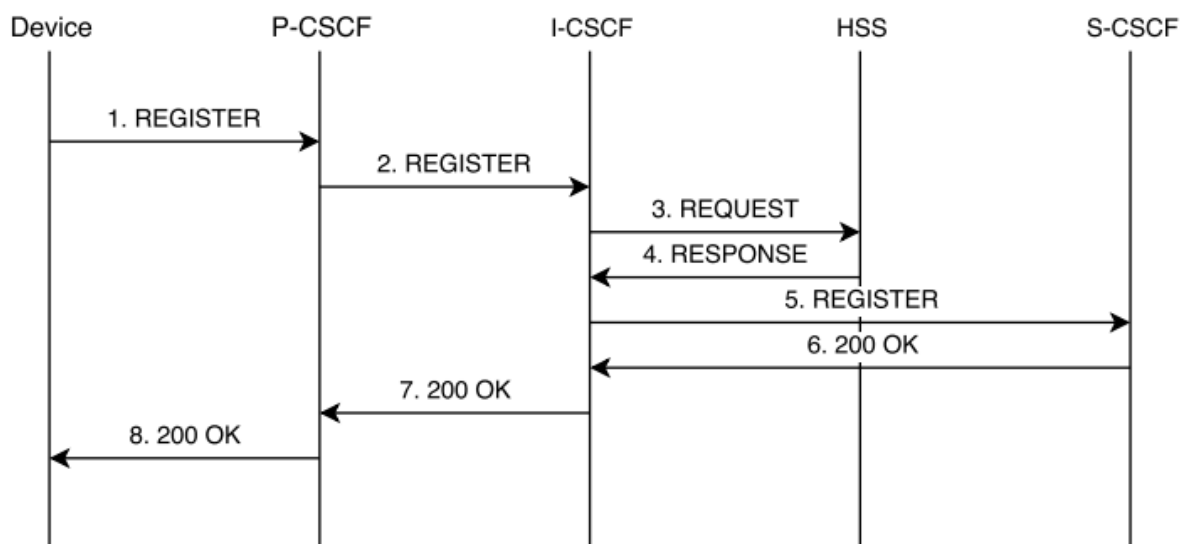


Рис.3.1 Спрощенна схема реєстрації в домені IMS

Повідомлення про реєстрацію надсилається з пристрою користувача до S-CSCF.

Якщо реєстрація закінчується правильно, повідомлення 200 OK повертається до пристрою користувача.

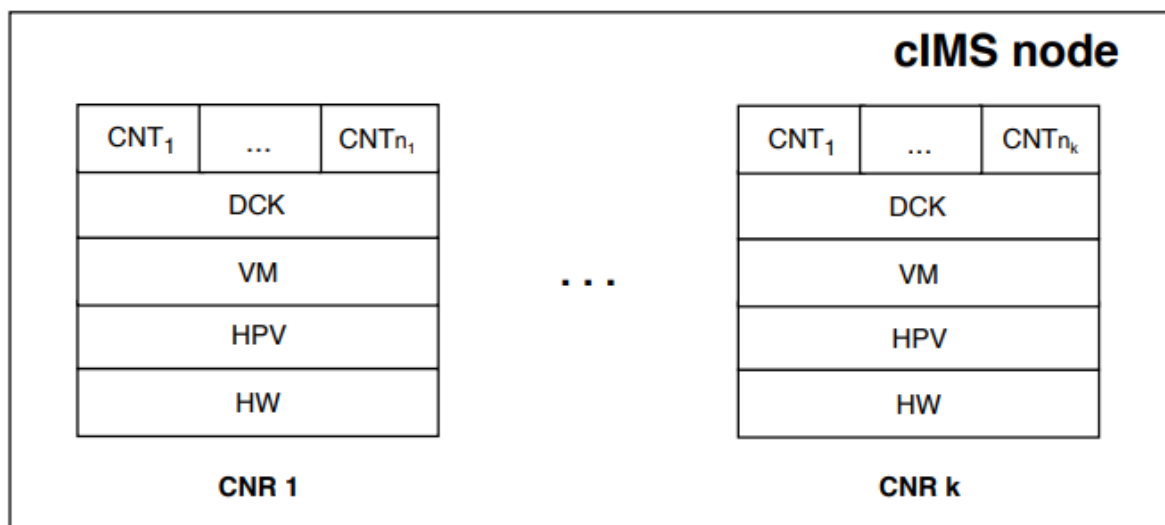


Рис.3.2 Абстракція Контейнерного вузла IMS

Він включає основні елементи реплік, а саме - контейнерні мережеві репліки (CNR).

Повідомлення про реєстрацію (1), яке, в свою чергу, передається I-CSCF (2); останній зв'язується з HSS (3) для отримання адреси S-CSCF, що відповідає за поточну реєстрацію (4); отже, повідомлення передається в S-CSCF (5), який у разі правильної процедури відправляє користувачеві пристрій підтвердження, несучи повідомлення 200 OK (6), (7), (8). У контейнерному середовищі загальний елемент IMS називається контейнерним вузлом IMS (cIMS). Для досягнення бажаного рівня доступності передбачається кількість надлишкових контейнерних мережевих реплік (CNR) всередині одного вузла cIMS, як показано на малюнку 2.

CNR має п'ятишарову структуру, що складається з:

- Контейнер (CNT), який містить конкретну логіку обслуговування cIMS (наприклад, P-CSCF, HSS);
- Docker (DCK), який представляє диспетчер контейнерів;

- Віртуальна машина (ВМ), яка є віртуальним середовищем, що розміщує структуру контейнера;
- Гіпервізор (HPV), який представляє рівень інтерфейсу між апаратним забезпеченням та верхніми рівнями;
- Апаратне забезпечення (HW), яке представляє фізичне обладнання, таке як процесор, пам'ять, блок живлення тощо.

Варто зауважити, що для цілей доступності надмірність може бути реалізована на двох рівнях: на рівні CNR, де може бути відтворена вся CNR, або на рівні контейнера, де може бути реплікований один екземпляр контейнера CNT_n.

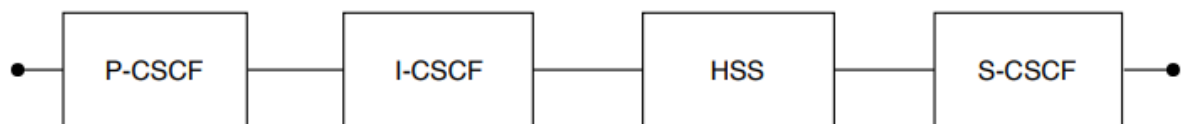


Рис 3.3 Блок-схема надійності, що ілюструє контейнерну інфраструктуру IMS

3.1 Аналіз доступності реалізації

Для наших цілей була використана комбінація формалізмів RBD та SRN для проведення аналізу доступності. Перший дозволяє моделювати систему cIMS з точки зору високорівневих взаємозв'язків між вузлами мережі, як показано на малюнку 3, що відображає послідовний логічний зв'язок між вузлами IMS, показаний на рис. 1.

З іншого боку, методика SRN корисна для характеристики взаємодій, що відбуваються між п'ятьма шарами CNR для загального вузла cIMS. Така методологія [17], що безпосередньо впливає з моделей винагороди Маркова [18], дозволяє моделювати складну систему за допомогою її розподілу за станом. SRN допускає графічний опис у вигляді двопартійного спрямованого графіка, де місця (зображені у вигляді кружків) враховують конкретні умови

(наприклад, вузли працюють / не працюють), а переходи (зображені у вигляді прямокутників) представляють дії (наприклад, вузол не працює або ремонтується). У середині місця токен (представлений крапкою або цифрою) відповідає умові зберігання. Це означає, що коли відбувається дія (а саме запускається перехід), маркер переноситься з місця джерела в місце призначення. У SRN часом переходів передбачається експоненціальна випадкова величина (загальне припущення в аналізі надійності та доступності) із частотою відмов λ та швидкістю ремонту μ . По суті, вирішення SRN еквівалентно оцінці функції винагороди, визначеної як невід'ємний випадковий процес, пов'язаний з деякими показниками надійності (серед них - доступність). Нехай $Y(t)$ - функція винагороди, яка дорівнює 1, коли система функціонує в момент t , а 0 - інакше. Миттєва доступність може бути виражена як

$$A(t) = Pr\{Y(t) = 1\} = E(Y(t)) = \sum_{i \in S} r_i \cdot p_i(t),$$

Рис.3.4 . Миттєва доступність

де S - набір маркувань, а саме набір можливих розподілів токенів.

Такий набір може бути розділений на підмножину станів "вгору" (з коефіцієнтом винагороди $r_i = 1$) та підмножиною станів "вниз" (з коефіцієнтом винагороди $r_i = 0$), де $p_i(t)$ вказує на ймовірність системи лежачи в штаті i .

Відповідно до п'ятишарової моделі CNR, її представлення SRN проілюстровано на малюнку 4.

Опишемо тепер елементи такої моделі на основі SRN. Розміщує P_{upCNT} $[P_{dnCNT}]$, P_{upDCK} $[P_{dnDCK}]$, P_{upVM} M $[P_{dnM}$ $M]$, P_{upHP} V $[P_{dnHP}$ $V]$ та P_{upHW} $[P_{dnHW}]$ вирішують умови роботи [відмови] екземпляра контейнера, демона докера,

віртуальної машини, гіпервізора та обладнання відповідно. Зверніть увагу, що кожне місце містить один маркер (позначається цифрою 1), за винятком місця P_{upCNT} , що містить n_k маркери, що дозволяє отримати більше реплік одного екземпляра контейнера, як показано на моделі малюнок 2. Переходи $T_{fCNT} [T_{rCNT}]$, $T_{fDCK} [T_{rDCK}]$, $T_{fVM} [T_{rVM}]$, $T_{fHPV} [T_{rHPV}]$ та $T_{fHW} [T_{rHW}]$, натомість вказують на збій [ремонт], що характеризує контейнер, докер, віртуальну машину, гіпервізор та обладнання відповідно. Такі переходи (представлені у вигляді незаповнених прямокутників) називаються "синхронізованими" переходами і, як уже говорилося раніше, характеризуються експоненціальним розподіленням часом. На відміну від них, переходи t_{CNT} , t_{DCK} , t_{VM} та t_{HPV} (представлені заповненими та тонкими прямокутниками) називаються "негайними" переходами і враховують дії, що відбуваються в майже нульовому інтервалі часу.

Тепер ми готові проаналізувати еволюцію SRN, представлену на малюнку 4, де події відмов та ремонту відбуваються зі швидкістю λ та μ відповідно. Корисно починати з початкової робочої умови, коли n_k -маркери (а саме, репліки контейнерів- n_k) знаходяться в місці P_{upCNT} , і лише один маркер присутній у всіх інших місцях, що залишилися вгору. У разі відмови одного контейнера (наприклад, неконтрольоване перезавантаження екземпляра контейнера), перехід T_{fCNT} спрацьовує, а маркер у P_{upCNT} передається в P_{dnCNT} . Як наслідок, $n_k - 1$ маркери залишаються в P_{upCNT} . І навпаки, як тільки контейнер відновлюється, T_{rCNT} запускається, і маркер повертається до P_{upCNT} . Очевидно, що цей процес повторюється у разі відмов декількох екземплярів контейнера, що призводить до переміщення до P_{dnCNT} відповідної кількості токенів. Тепер давайте розглянемо випадок виходу з ладу докера. Перехід T_{fDCK} запускається, і маркер переміщується з P_{upDCK} в P_{dnDCK} . Цікаво зауважити, що коли рівень докера виходить з ладу, усі екземпляри контейнерів (яким необхідний базовий шар докера для запуску та запуску) стають неактивними. Така проблема враховується через гальмівну

дугу (зображується у вигляді відрізка між P_{upDCK} і t_{CNT} з невеликим колом, ближчим до останнього), що у випадку відмови докера змушує t_{CNT} спрацьовувати. Після ремонту докера T_{rDCK} спрацьовує і виникають дві умови: спочатку відключається дуга гальмування між P_{dnDCK} і T_{rCNT} , а потім маркер переходить від P_{dnDCK} до P_{upDCK} і від P_{dnCNT} до P_{upCNT} . Подібна поведінка трапляється у випадку відмов / ремонтів віртуальної машини, гіпервізора та обладнання. Варто зазначити, що єдиним рівнем без негайного переходу є апаратний рівень. Дійсно, будучи апаратним забезпеченням нижчим рівнем структури CNR, подальші основні залежності не повинні братися до уваги.

У нашому налаштуванні, маючи позначення i , відповідну ставку винагороди r_i можна визначити як:

$$r_i = \begin{cases} 1 & \text{if } \sum_{h=1}^k \#P_{upCNT}^{(h)} \geq M_j, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

Рис.3.5 Відповідну ставку винагороди

де "#" означає кількість лексем. Такий вираз допускає таку інтерпретацію: коефіцієнт винагороди дорівнює 1, коли сума всіх можливих токенів у місцях P_{upCNT} у всіх h CNR більша або дорівнює еталонному значенню M_j , де j охоплює набір з 4 вузлів cIMS (P-CSCF, S-CSCF, ICSCF, HSS);

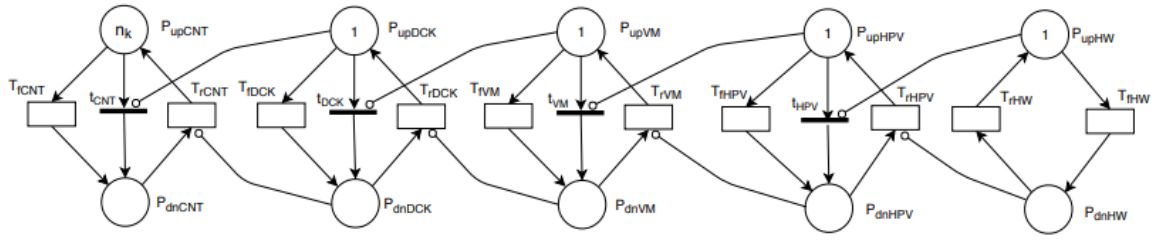


Рис.3.6 Модель елемента CNR на основі SRN з урахуванням п'ятишарового розташування

TABLE I: Input parameters

Parameter	Description	Value
$1/\lambda_{CNT}$	mean time for container failure	500 hours
$1/\lambda_{DCK}$	mean time for docker daemon failure	1000 hours
$1/\lambda_{VM}$	mean time for virtual machine failure	2880 hours
$1/\lambda_{HPV}$	mean time for hypervisor failure	2880 hours
$1/\lambda_{HW}$	mean time for hardware failure	60000 hours
$1/\mu_{CNT}$	mean time for container repair	2 secs
$1/\mu_{DCK}$	mean time for docker daemon repair	5 secs
$1/\mu_{VM}$	mean time for virtual machine repair	1 hours
$1/\mu_{HPV}$	mean time for hypervisor repair	2 hours
$1/\mu_{HW}$	mean time for hardware repair	8 hours

Рис.3.7 Порівняння результатів

коли така умова не виконується, коефіцієнт винагороди дорівнює 0. Нарешті, в обмеженні для $t \rightarrow \infty$ ми отримуємо стаціонарний доступ для j -го вузла:

$$A^{(j)} = \lim_{t \rightarrow +\infty} A(t) = \sum_{i \in S} r_i \cdot p_i, \quad (3)$$

Рис.3.8 Стаціонарний доступ для j -го вузла

де p_i - імовірність стаціонарного стану, яка задана $p_i = \lim_{t \rightarrow +\infty} p_i(t)$.

Нескладно зрозуміти, що вся система cIMS допускає подання в термінах послідовних взаємозв'язків між незалежними вузлами cIMS (див. малюнок 3). З доступності одного вузла в (3) можна отримати загальну стабільну готовність, а саме.

$$A_{cIMS} = \prod_{j=1}^4 A^{(j)}.$$

Рис.3.9 Загальну стабільна готовність

Продукт у (4) походить від послідовного з'єднання між вузлами (див. малюнок 3), отже, загальна доступність стійкого стану cIMS вимагає наявності кожного вузла cIMS. Навпаки, необхідна надмірність отримується шляхом розпаралелювання моделі SRN на малюнку (4), що автоматично управляється за допомогою спеціального сценарію на основі Python, здатного взаємодіяти (через командний рядок) з TimeNET [19], інструментом, який допомагає забезпечити доступність / аналіз надійності.

3.2 Числовий аналіз

Проведений аналіз доступності спрямований на виявлення оптимальної конфігурації, яка гарантує стан "п'яти дев'яток", беручи до уваги реалістичні параметри, наведені в Таблиці I. Через відсутність добре оцінених даних, автор частково посилається на технічну літературі (див., наприклад, [20], [10]) і, частково, підказкам, запропонованим експертами у галузі віртуалізованих телекомунікаційних інфраструктур. Перед деталізацією аналізу доступності необхідно пояснити два припущення. Перший стосується "вартості" CNR, яку ми розглядаємо як безрозмірну величину, пов'язану із споживанням ресурсів. Ми призначаємо вартість контейнеру в розмірі 0,5 (наприклад, програмне забезпечення та ліцензії) та вартість 1 для базової інфраструктури (наприклад, віртуальної машини, операційної системи тощо). Таке розподіл витрат відповідає ціновим рішенням, пропонованим

провідними гравцями (Amazon AWS, Microsoft Azure), і корисно диференціювати конфігурації на основі ступеня тиражування: на контейнер або на CNR. Друге припущення стосується різноманітності між вузлами CSCF (P, S, I) та HSS. Насправді, останнє обґрунтовано вважається більш важливим, оскільки воно містить базову структуру бази даних. Такий рівень критичності враховується, наві'язуючи, що вузол HSS повинен мати на один робочий контейнер більше, ніж інші вузли CSCF. Іншими словами, ми наві'язуємо, що MHSS більший за MCSCF у виразі (2). У цьому числовому експерименті ми вибираємо $MHSS = 7$ та $MCSCF = 6$, що означає, що повністю робоче рішення включає щонайменше 7 робочих контейнерів на HSS та 6 робочих контейнерів на вузол CSCF відповідно. Аналіз стабільного стану доступності виконується з урахуванням семи зразкових параметрів $S_1, \dots, S_7$ (серед тисяч розроблених), які враховують різні надлишкові конфігурації з різними витратами. Більше того, спрямований на обмеження простору пошуку оптимальної конфігурації, ми розглядаємо i) максимальну кількість 4 CNR на кожен окремий вузол та, ii) максимальну кількість 6 контейнерів на кожен окремий CNR. У таблиці II узагальнено деталі розглянутих параметрів та відповідні результати доступності. У стовпці 1 повідомляється назва налаштування; у графі 2 вказується рівень надмірності. Посилаючись на установку S_1 , наприклад, ми бачимо, що

Вузол P-CSCF1 потребує лише 2 CNR, і для кожного CNR є 6 реплік контейнера. З іншого боку, вузол HSS потребує 3 CNR з 3, 4 та 4 репліками контейнера відповідно; у колонці 3 вказується вартість (передбачена як сума між вартістю контейнерів та базовою вартістю інфраструктури); у стовпці 4 подаються результуючі значення стабільного стану (у порядку зростання за параметром), оцінені за (4). Спрямований на вибір найкращої конфігурації, що відповідає вимогам „п'яти дев'яток”, ми повинні врахувати результати у

стовпці 4.

Setting	Redundancy Level	Cost	A_{cIMS}
S_1	$P = S = I = [0, 0, 6, 6], H = [0, 3, 4, 4]$	32.5	0.9999850409
S_2	$P = S = I = H = [0, 0, 6, 6]$	36	0.9999850786
S_3	$P = S = I = [0, 0, 6, 6], H = [3, 3, 4, 4]$	35	0.9999900113
S_4	$P = S = I = [0, 0, 6, 6], H = [1, 1, 6, 6]$	35	0.9999900077
S_5	$P = S = I = [0, 0, 6, 6], H = [2, 2, 5, 5]$	35	0.9999900097
S_6	$P = [0, 2, 4, 6], S = I = [0, 0, 6, 6], H = [2, 5, 5, 5]$	37.5	0.9999900196
S_7	$P = S = I = [3, 3, 3, 3], H = [3, 4, 4, 4]$	41.5	0.9999999375

Рис.3.10 Результати доступності всієї інфраструктури IMS враховують 7 зразкових параметрів

Ми можемо негайно нехтувати налаштуваннями S_1 та S_2 , оскільки вони не гарантують бажаної вимоги, а також налаштуванням S_7 , оскільки це дозволяє досягти дуже суворої вимоги "семи дев'яток", заплативши високу вартість. Серед решти налаштувань ми можемо виключити S_6 через його надмірну вартість, таким чином, ми можемо вибрати серед S_3 , S_4 та S_5 . За інших рівних умов (вартість та рівень "дев'яток") ми віддаємо перевагу S_3 , оскільки кількість контейнерів є більш збалансованою на вузлі HSS.

Аналіз чутливості

Аналіз чутливості був проведений для оцінки впливу можливих відхилень від номінальних значень таких відповідних параметрів: λ_{CNT} , λ_{DCK} , μ_{CNT} , μ_{DCK} . Результати показані на панелі малюнку 5, де на кожній підфігурі ми повідомляємо номінальне значення розглянутого параметра (див. Таблицю I), обведене червоним кольором, і де горизонтальна пунктирна лінія обмежує "п'ять дев'яток".

Малюнок 5 (a) [5 (b)] показує, що номінальне значення, що становить 500 годин [1000 годин] для $1 / \lambda_{CNT}$ [$1 / \lambda_{DCK}$], може бути зменшене до 430 годин [710 годин] без шкоди для наявності. Відповідно, на малюнку 5 (c) [5 (d)] показано, що $1 / \mu_{CNT}$ [$1 / \mu_{DCK}$] можна збільшити з 2 с [5 с] до 2,2 с [6,7 с], при цьому дотримуючись вимог високої доступності.

Контейнерну технологію можна вважати природною еволюцією парадигми віртуалізації. На відміну від класичних віртуальних машин, насправді для роботи контейнерів не потрібна окрема операційна система, однак вони можуть працювати в одному віртуалізованому середовищі, гарантуючи одночасно задовільний ступінь розділення. Мережева служба, розміщена на контейнері, може взаємодіяти з іншими службами, розміщеними на різних контейнерах, таким чином забезпечуючи повну системну послугу. Це випадок архітектури мультимедійної підсистеми ІР (IMS), яку в цій роботі ми розглядаємо під час розгортання на основі контейнера (сIMS) з метою надання характеристик доступності. З макроскопічної точки зору сIMS змодельовано шляхом використання формалізму Блок-схеми надійності (RBD), прийнятого для фіксації взаємозв'язків між вузлами мережі. З іншого боку, кожен елемент сIMS був описаний за допомогою методу стохастичних винагород (SRN), корисного для характеристики імовірнісної поведінки контейнерної системи з точки зору відмов та ремонтів.

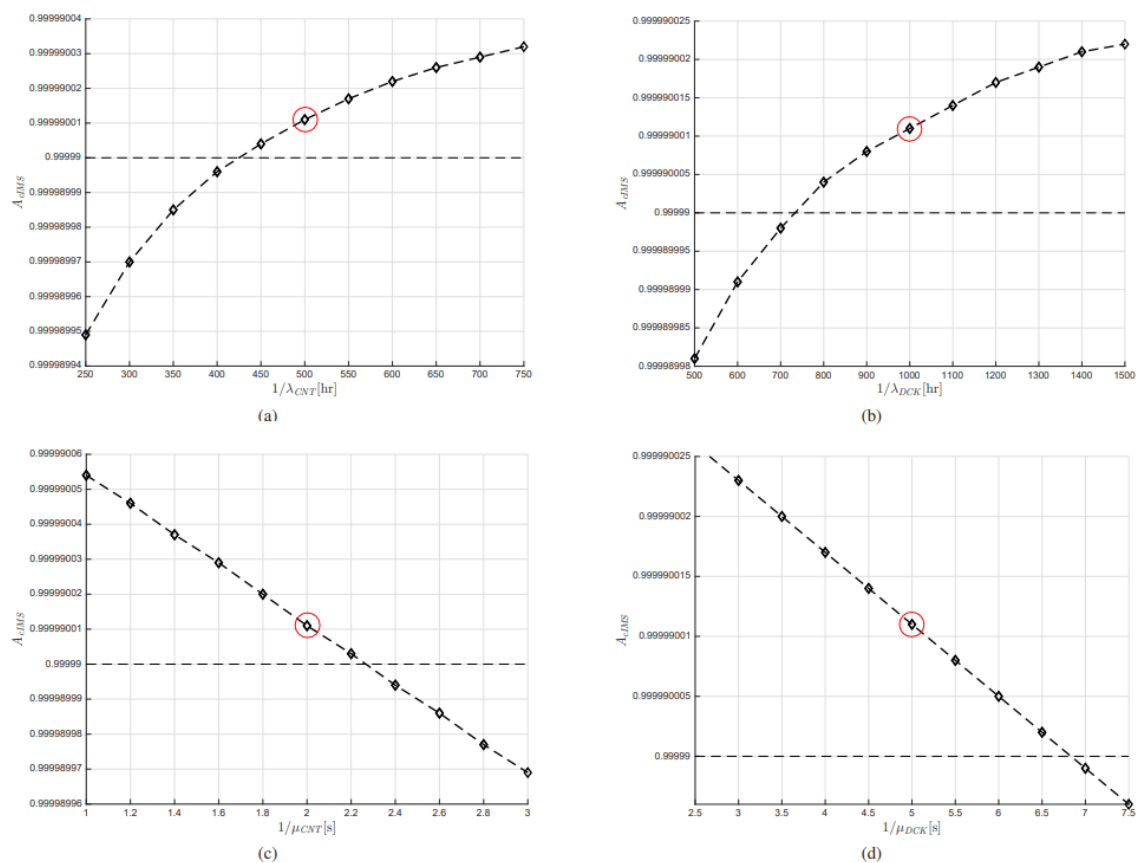


Fig. 5: Influence on the cIMS infrastructure of: container failure rate (a), docker failure rate (b), container repair rate (c), docker repair rate (d). Nominal values are circled in red. The horizontal dashed line indicates the “five nines” value.

Рис.3.11 Вплив на інфраструктуру IMS: частота відмов контейнера (а), частота відмов докера (b), частота ремонту контейнерів (с), швидкість ремонту докерів (d). Номінали обведені червоним кольором.

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

В даному розділі приведено економічний аналіз перспектив досліджуваного методу забезпечення якості надання телекомунікаційних послуг, а саме методу процесів обслуговування в мережі на базі платформи IMS за допомогою контейнеризації.

4.1 Опис ідеї стартап проекту

Стартап проект направлений на зменшення економічних потреб задля отримання фізичних показників ефективності при збереженні технічних можливостей телекомунікаційної мережі.

Таблиця 4.1.1

Опис ідеї проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигода для користувача
Архітектура мультимедійної підсистеми IP (IMS), для розгортання на основі контейнера	1. Зменшення витрат на обладнання 2. Зменшення точок відмови мережі. 3. Підвищення стійкості та відновлення системи.	Оператори зв'язку зможуть зменшити економічні витрати на надання свої послуг клієнтам, шляхом заощадження на обладнанні, та аренді технічних майданчиків, що не вплине на рівень надання самих послуг.

Таблиця 4.1.2

Технологічна здійсненність проекту

№ п/п	Ідея проекту	Методи реалізації	Можливості реалізації	Доступність реалізації
1	Архітектура мультимедійної підсистеми ІР (IMS), для розгортання на основі контейнеризації	Конфігурування інтерфейсів IMS в контейнерах	Налаштування маршрутів на інтерфейсі згідно мережевих протоколів (CSCF, P-CSCF)	Є доступним та безкоштовним для використання
2		Створення скрипту для автоматичного налаштування інтерфейсів	Написання скрипту для автоматизації дій конфігурування	Є доступним та безкоштовним для використання

4.2 Аналіз ринкових можливостей

При дослідженні можливостей ринку, в першу чергу аналізовано готовність: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку. Дані приведені у таблиці нижче.

Таблиця 4.2.1

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку	Характер стану
1	Динаміка мережевого трафіку в Україні (якісна оцінка)	Зростає
2	Ресурси мережевого обладнання	Обмежені виробником
3	Наявність обмежень для входу	Немає
4	Специфічні вимоги для стандартизації, специфікації	Немає

Враховуючи сьогодишню необхідність ринку рішень стосовно підвищення якості методів надання телекомунікаційних послуг, за попереднім оцінюванням ринок є привабливим для входження.

Таблиця 4.2.2

Характеристика потенційних клієнтів стартап проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Зменшення економічних показників в сфері телекомунікацій	Оператори зв'язку	Оператори зв'язку в свою чергу можуть визначати самостійно формат взаємодії та ввести свої коригування.	Збереження або покращення рівня надання якості телекомунікаційних послуг

Таблиця 4.2.3

Фактори загроз

No п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Відсутність зацікавленості у продукті	Успіх застосування мультимедійної підсистеми ІР (IMS), для розгортання на основі контейнера залежить від бажання операторів зв'язку повністю перелаштувати мережу, тому як перехід треба здійснювати, що може привести до простою важливих сервісів для великого бізнесу в цілому	Проведення робіт по модернізації мережі шляхом планових робіт не в бізнес час наперед погоджене з відповідними клієнтами.

В даному розділі приведені можливості висування методу мультимедійної підсистеми ІР (IMS), для розгортання на основі контейнера на ринок, можливостей покращення економічних показників мережі та оцінювання можливостей ринкового впровадження. Конкурентна ситуація на ринку дозволяє розглянути метод як економічно ефективний, що приведе не тільки до зменшення фінансових потреб мережі, а і покращення технічних показників.

В результаті існуючі методи-аналоги не створюють прямої конкуренції на ринку України. Основною проблемою є можливе негативне ставлення всеукраїнських операторів зв'язку.

Проведений аналіз підтверджує, що подальша імплементація проекту є доцільною.

Висновки до стартапу

1. Визначено, що даний продукт практично повинен з'явитися на ринку, попит на дану технологію наявний серед науковців, дослідників, інвесторів.

2. Надано якісну оцінку рентабельності проекту, а саме, враховуючи середні затрати на реалізацію даного проекту (оплата часу роботи, інвестиції в розробку за наявності математичної моделі та моделі), даний проект є рентабельним.

3. Визначено переваги та недоліки даного проекту, бар'єри до його впровадження. До переваг проекту можна віднести простоту у використанні, достовірність інформації, повноту даних, широку сферу застосування, можливості доповнення. До недоліків відноситься відсутність інформації, щодо потенціалу впровадження технологій та відсутність автоматичного оновлення даних. Можливі такі фактори загроз впровадження проекту як конкуренція та складне економічне становище в країні. Проаналізовано проблеми реалізацій проекту енергоефективності за такими пунктами: обізнаність і стимули; обсяг реалізації та доступ до фінансування.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано що, NGN - це одна мережева платформа, здатна підтримувати всі типи трафіку, одночасно згладжуючи розвиток інновацій у сфері послуг. Зближення Інтернету, мобільних мереж, телебачення та телекомунікаційних мереж є головним викликом для галузей ІКТ, і вони полягатимуть у пошуку можливостей серед різноманітних послуг та бізнес-моделей. Зближення послуг, програм та мереж характеризуватиме майбутнє телекомунікаційної галузі; а мережеві компанії оновлять свою існуючу мережеву інфраструктуру до платформи NGN.

2. Проведений аналіз систем та принципів, що використовуються в даний час, дає нам можливість успішно продовжувати пропонувати нове

розширення IMS, яке дозволяє обмінюватися послугами між операторами IMS, наближає перелік доступних послуг до споживачів і тим самим збільшує доступність послуг. Проведений аналіз сучасного стану та тенденцій у галузі зв'язку також доводить, що запропонована система контерезації слідує цим тенденціям, оскільки вона прагне відкрити ринок послуг та залучити більше послуг до більшої кількості споживачів

3. Контейнерну технологію можна вважати природною еволюцією парадигми віртуалізації. На відміну від класичних віртуальних машин, насправді для роботи контейнерів не потрібна окрема операційна система, однак вони можуть працювати в одному віртуалізованому середовищі, гарантуючи одночасно задовільний ступінь розділення. Мережева служба, розміщена на контейнері, може взаємодіяти з іншими службами, розміщеними на різних контейнерах, таким чином забезпечуючи повну системну послугу. Це випадок архітектури мультимедійної підсистеми IP (IMS), яку в цій роботі ми розглядаємо під час розгортання на основі контейнера (cIMS) з метою надання характеристик доступності. З макроскопічної точки зору cIMS змодельовано шляхом використання формалізму Блок-схеми надійності (RBD), прийнятого для фіксації взаємозв'язків між вузлами мережі. З іншого боку, кожен елемент cIMS був описаний за допомогою методу стохастичних винагород (SRN), корисного для характеристики імовірнісної поведінки контейнерної системи з точки зору відмов та ремонтів.

4. Визначено переваги та недоліки даного проекту, бар'єри до його впровадження. До переваг проекту можна віднести простоту у використанні, достовірність інформації, повноту даних, широку сферу застосування, можливості доповнення. До недоліків відноситься відсутність інформації, щодо потенціалу впровадження технологій та відсутність автоматичного оновлення даних. Можливі такі фактори загроз впровадження проекту як конкуренція та складне економічне становище в країні. Проаналізовано

проблеми реалізацій проекту енергоефективності за такими пунктами:
обізнаність і стимули; обсяг реалізації та доступ до фінансування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ITU-T Recommendation Y.2001 (12/2004) -General overview of NGN
2. Telecom Regulatory Authority of India, Consultation Paper on Issues Pertaining to Next Generation Networks (NGN), 12 January 2006, Consultation Paper No: 2/2006, at
[http://www.trai.gov.in/trai/upload/ConsultationPapers/3/cpaper12jan06.p df](http://www.trai.gov.in/trai/upload/ConsultationPapers/3/cpaper12jan06.pdf)
3. Cisco. 2002. How does network convergence support a business strategy? Retrieved December 2, 2008, from
http://www.cisco.com/global/EMEA/sitewide_assets/pdfs/tdm/iptel/how_does_network_convergence_support_a_business_strategy.pdf
4. Crimi, J. C. , 2005. Next Generation Network (NGN) Services. Retrieved December 2, 2008, from http://www.mobilein.com/NGN_Svcs_WP.pdf
5. Zheng Yong , 2008, The Next Generation Network: Issues and Trends
6. OCDE 2008, Convergence and Next Generation Networks Main Points, DSTI/ICCP/CISP(2007)2/FINAL
7. Shuji Esaki, Akira Kurokawa, and Kimihide Matsumoto, 2007, Overview of the Next Generation Network, NTT Technical Review, Vol. 5 No. 6 June 2007
8. ITU, 2007, Next Generation Networks (NGN) Regulation Overview,
www.itu.int/ITU-D/arb/COE/2008/NGN08/Doc03-NGN.PDF
9. T-Systems, “White Paper Next Generation Network: Motivation and Challenges for Incumbents,” at
<http://www.tsystems.com/en/Home/AboutTSystems/Company/id=20664>

10. Huawei, “Network Evolution – View from NGN Practice of Global Carriers” at <http://www.huawei.com/publications/view.do?id=259&cid=93&pid=61>
11. G. Sinclair, et al, Telecommunications Policy Review Panel, Final Report, 2006. See http://www.telecomreview.ca/epic/internet/intprpgecrt.nsf/en/h_rx00054e.html
12. WTO, General Agreement on Trade in Services, contained as Annex 1B to the Agreement Establishing the World Trade Organization, 15 April 1994, Final Act Embodying the Results of the Uruguay Round of Multilateral Trade Negotiations, Legal Instruments – Results of the Uruguay Round, 33 I.L.M. 1143, 1168 [GATS]; Fourth Protocol to the Basic Agreement on Trade in Services, 30 April 1996, WTO Doc. S/L/20
13. U. Barth, “3GPP LTE/SAE Overview”, September, 2006.
14. Mothilal de Silva, “IMS is a life style, not a Technology”, IMS, its challenges and realizing its commercial potencial – Perspective of an Operator”, PTC’08 Proceedings.
15. T. Magedanz, “IP Multimedia System (IMS)-Principles, Architecture and Applications”, 2nd IEEE Workshop on Mobility Aware Technologies and Application, Montreal, Canada, October, 2006.
16. ICT Facts and Figures 2017 [Electronic resource] // International Telecommunication Union. – Available at: \www/ URL: <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
17. Golubev, A. K. *Ekonomika i upravlenie na predpriatii: osnovnye tendentsii i problemy razvitiia* [Text]: Monograph / A. K. Golubev, L. A. Strii, L. A. Zakharchenko; ed. by P. P. Vorobienko. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 292 p.

18. Kuzovkova, T. A. Analiz i prognozirovanie razvitiia infokommunikatsii [Text]: Monograph / T. A. Kuzovkova, L. C. Timoshenko. – Moscow: Goriachaia liniia-Telekom, 2016. – 174 p.
19. Strii, L. A. Marketing predpriatii infokommunikatsii: sovremennye vidy marketingovoi deiatel'nosti [Text]: Monograph / L. A. Strii, M. A. Mamedov, O. M. Rustamov; ed. by V. N. Orlov. – Saarbrucken: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 244 p.
20. Досягнення в телекомунікаціях 2019/ за наук. ред. М.Ю. Ільченка, С.О. Кравчука: монографія .- Київ : Інститут обдарованої людини НАПН України, 2019.-336 с.