

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра радіотехніки та телекомунікацій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему Дослідження характеристик якості передачі мови в IP-мережах

Виконав: студентка 2 курсу, групи РТ-919м

Спеціальності _____

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Інформаційні мережі зв'язку»

Докторова Ірина Сергіївна

(прізвище та ініціали)

Керівник Костенко В.О.


(прізвище та ініціали)

Рецензент Косьов М.М.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіоелектроніки, ФРЕТ
 Кафедра Радіотехніка та телекомунікації
 Ступінь вищої освіти Магістр
 Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Інформаційні мережі зв'язку
 (назва освітньої програми (спеціалізації))





ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри РТТ 
Морщавка С.В.
 « 17 » грудня 20 20 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Докторовій Ірині Сергіївні
 (прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема проекту (роботи) Дослідження характеристик якості передачі мови в IP-мережах
- керівник проекту (роботи) Костенко Валерян Остапович, к.т.н., доцент,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом закладу вищої освіти від « 06 » Листопада 20 20 року № 315
- Строк подання студентом проекту (роботи) 14 грудня 2020 року
- Вихідні дані до проекту (роботи) метою дипломного проекту є дослідження (аналіз) характеристик якості обслуговування в IP-мережах
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити сучасний стан IP-телефонії, вплив мережі на показники якості IP-телефонії, характеристики якості передачі мови в IP-мережах, розрахунок показників якості обслуговування для мереж IP, техніко-економічне обґрунтування, охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
14 рисунків; 19 таблиць; презентація за темою магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
1-4	Костенко В.О., доцент	 01.09.2020	10.12.2020
5	Севастьянов Р.В., доцент	 02.09.2020	01.12.2020
6	Якімцов Ю.В., доцент	 03.09.2020	02.12.2020
нормокон троль	Мороз Г.В., ст. викладач		15.12.2020

7. Дата видачі завдання « 01 » вересня 20 20 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел	07.09.2020	вик
2	Сучасний стан IP-телефонії	15.09.2020	вик
3	Вплив мережі на показники якості IP-телефонії	01.10.2020	вик
4	Характеристики якості передачі мови в IP-мережах	15.10.2020	вик
5	Робота над економічною частиною	03.11.2020	вик
6	Розробка рекомендацій з охорони праці	20.11.2020	вик
7	Оформлення пояснювальної записки та презентації	10.12.2020	вик
8	Проходження нормконтролю, рецензування, анти-плагіату, оформлення дублінського ядра	15.12.2020	вик

Студент(ка)


(підпис) _____ (прізвище та ініціали) Докторова І.С.

Керівник проєкту (роботи)


(підпис) _____ (прізвище та ініціали) Костенко В.О.

РЕФЕРАТ

ПЗ: 89 сторінок, 12 рисунків, 22 таблиць, 12 джерел

Метою дипломного проекту є дослідження (аналіз) характеристик якості обслуговування в IP-мережах.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступне:

- провести аналіз сучасного стану IP-телефонії;
- визначити фактори, які впливають на якість передачі мови в IP-телефонії;
- провести аналіз методів оцінки якості передачі мови в IP-мережі;
- розглянути питання нормування параметрів і стандартизації QoS в IP-телефонії;
- провести розрахунки показників QoS для IP-мереж.

IP-ТЕЛЕФОНІЯ, ІНТЕГРОВАНІ МЕРЕЖІ, ЗАВАДИ, ВТРАТИ, АВТОНОМНІ МЕРЕЖІ, ЯКІСТЬ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЦИФРОВІ КАНАЛИ, ПОБУДОВА МЕРЕЖІ, ЯКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ МОВИ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	9
1 СУЧАСНИЙ СТАН ІР-ТЕЛЕФОНІЇ	11
1.1 Види будови мереж ІР-телефонії.....	11
1.2 Рівні архітектури ІР-телефонії.....	15
1.3 Устаткування ІР-телефонії.....	17
1.4 Види з'єднань при використанні ІР-телефонії	20
2 ВПЛИВ МЕРЕЖІ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ	31
3 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ МОВИ В ІР-МЕРЕЖАХ.....	33
3.1 Фактори, що впливають на якість передачі мови.....	33
3.1.1 Затримка мовних пакетів.....	34
3.1.2 Джитер затримки пакетів.....	35
3.1.3 Втрати мовних пакетів.....	35
3.1.4 Готовність мережі	36
3.2 Методи оцінки якості передачі мови в ІР-мережі.....	36
3.3 Нормування параметрів якості роботи мережі ІР-телефонії.....	43
3.4 Якість обслуговування в мережах ІР	46
3.5 Стандартизація QoS в області ІР – телефонії.....	50
4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ МЕРЕЖ ІР	53
4.1 Розрахунок показників QoS	53
4.2 Коригування втрат трафіку реального часу з урахуванням перевищення максимально допустимої затримки.....	57
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	59
5.1 Планування науково-дослідних робіт.....	59
5.2 Розрахунок планових витрат на виконання НДР.....	63
5.3 Розрахунок економічної ефективності НДР.....	68
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	59

6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	71
6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	72
6.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	76
6.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	82
6.4.1 Заходи з пожежної безпеки.....	82
6.4.2 Заходи з цивільного захисту.....	84
ВИСНОВОК.....	87
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	88

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АЦП	–	аналогово-цифровий перетворювач
АТС	–	автоматична телефонна станція
МСЕ	–	міжнародний союз електрозв'язку
МКК	–	мережа комутації каналів
НДР	–	науково дослідницька робота
ПЕОМ	–	персональна електронна обчислювальна машина
ПК	–	персональний комп'ютер
ТМЗК	–	телефонна мережа загального користування
ЦАП	–	цифро-аналоговий перетворювач
ANSI	–	американський національний інститут стандартів
ATM	–	(Asynchronous Transfer Mode) асинхронний спосіб передачі даних
BGP	–	(Border Gateway Protocol) протокол граничного шлюзу
DTMF	–	(Dual-Tone Multi-Frequency) тональний набір
DNS	–	(Domain Name System) система доменних імен
ETSI	–	європейський інститут телекомунікаційних стандартів
EIGRP	–	(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) покращений протокол маршрутизації внутрішніх шлюзів
GSM	–	(Global System for Mobile Communications) глобальна система мобільного зв'язку
IGRP	–	(Interior Gateway Routing Protocol) протокол маршрутизації внутрішніх шлюзів
IETF	–	(Internet Engineering Task Force) робоча група з питань Інтернету
ISDN	–	(Integrated Services Digital Network) цифрова мережа інтегрованих послуг
IP	–	(Internet Protocol) міжмережевий протокол

- MGCP – (Media Gateway Control Protocol) протокол контролю медіашлюзів
- OSPF – (Open Shortest Path First) протокол динамічної маршрутизації
- PSTN – (Public Switch Telephone Network) телефонна сеть загального користування
- QoS – (Quality of Service) якість обслуговування
- RIP – (Routing Information Protocol) протокол маршрутної інформації
- RTP – (Real Time Transport Protocol) транспортний протокол реального часу
- SGCP – (Simple Gateway Control Protocol) простий протокол управління шлюзом
- SIP – (Session Initiation Protocol) протокол встановлення сеансу
- UDP – (User Datagram Protocol) протокол датаграм користувача

ВСТУП

IP-технологія – це мережа, в якій пов'язано один з одним безліч підмереж. Забезпечення автономних мереж, з'єднаних між собою маршрутизаторами, це основне завдання даної технології. Автономні системи є незалежними один від одного мережами, які використовують індивідуальні внутрішні алгоритми управління роботи. Основне завдання IP-мережі полягає в організації міжмережевої взаємодії, плюс до всього, за допомогою маршрутизаторів здійснюється передача даних крізь автономну систему.

Протокол IP став світовим стандартом для передачі даних, і є спільною платформою для голосу, відео та іншої інформації. Найбільші телекомунікаційні компанії в світі, інвестують в розвиток власних мереж IP і міграцію існуючих голосових мереж в IP.

Якість обслуговування (Quality of Service, QoS) є предметом активних досліджень і стандартизації на протязі всієї історії телекомунікацій. Питання обслуговування є предметом постійного і активного інтересу з боку дослідників, розробників обладнання та провайдерів мережевих послуг.

У зв'язку зі збільшенням абонентської плати за використання телефонної мережі, IP-телефонія стає все більш актуальним і вигідним варіантом.

В IP-телефонії використовують спеціальні цифрові канали, які використовуються в якості лінії для передачі голосу.

Існує протокол зв'язку стека ТСП / IP, який є базовим IP-мережі.

Конкуренція між операторами на національному і міжнародному ринках телекомунікацій піднімає проблему якості послуг зв'язку на одне з перших місць, і, отже, існує необхідність в стандартизації вимог до якості і методів вимірювання. Важливим завданням є створення єдиних стандартів

щодо якості. Перевірка відповідності стандарту здійснюється сертифікацією і дає право на отримання ліцензії.

Стандартизація якості послуг в мережах зв'язку здійснюється на глобальному рівні Міжнародним союзом електрозв'язку (МСЕ), на міжнародному рівні – Європейський інститут телекомунікаційних стандартів (ETSI), Асоціація телекомунікаційної промисловості (ТІА), Американський національний інститут стандартів (ANSI) і інші.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

1.1 Види будови мереж ІР-телефонії

Мережа ІР-телефонії являє собою сукупність кінцевого обладнання, каналів зв'язку і вузлів комутації. Мережі ІР-телефонії будуються за таким принципом, що і мережі Інтернет. Проте на відміну від мереж Інтернет, до мереж ІР-телефонії пред'являються особливі вимоги щодо забезпечення якості передачі мови. Одним із способів зменшення часу затримки мовних пакетів в вузлах комутації є скорочення кількості вузлів комутації, які беруть участь в з'єднанні. Тому при побудові великих транспортних мереж в першу чергу організовується магістраль, що забезпечує транзит трафіку між окремими ділянками мережі, а кінцеве обладнання (шлюзи) включається в найближчий вузол комутації (рис. 1.1). Оптимізація маршруту дозволяє поліпшити якість послуг, що надаються. При підключенні до мережі інших операторів їх обладнання також підключається до найближчого вузла комутації [1].

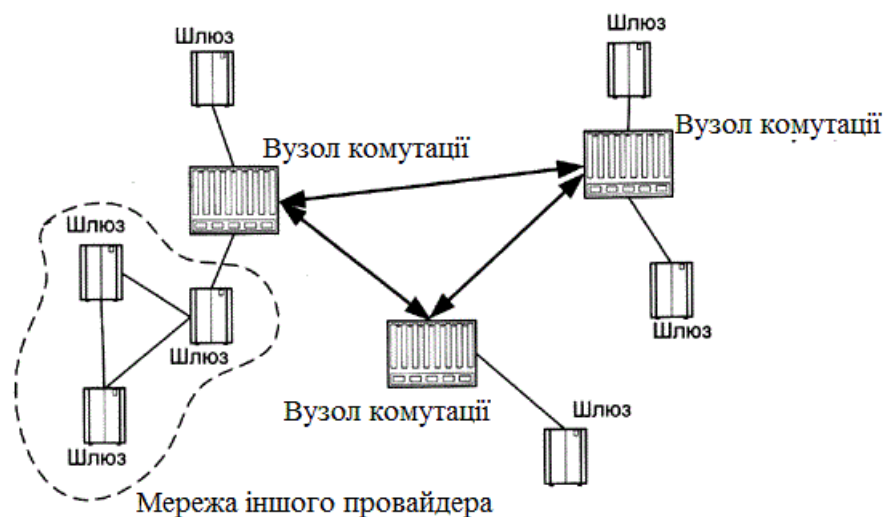


Рисунок 1.1 – Приклад побудови мережі ІР-телефонії з використанням магістралі

Для зв'язку між пристроями всередині мережі та з пристроями інших мереж IP-телефонії використовуються виділені канали або мережу Інтернет. За способом зв'язку кінцевих пристроїв між собою мережі IP-телефонії можна розділити на виділені, інтегровані і змішані.

У виділених мережах (рисунок 1.2) зв'язок між кінцевими пристроями здійснюється по виділених каналах, і пропускна здатність цих каналів використовується тільки для передачі мовних пакетів.

Головною перевагою виділеної мережі є висока якість передачі мови, так як такі мережі призначені тільки для передачі мовного трафіку. Крім того, для забезпечення гарантованої якості послуг, що надаються в цих мережах, крім протоколу IP, використовуються і інші транспортні протоколи: ATM і Frame Relay[1].

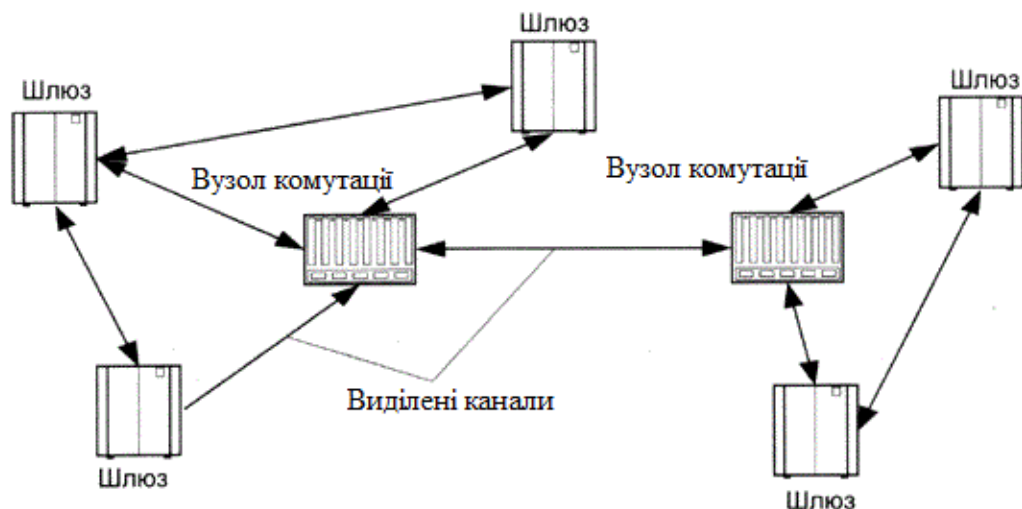


Рисунок 1.2 – Приклад побудови виділеної мережі IP-телефонії

В інтегрованих мережах IP-телефонії для зв'язку між пристроями використовується глобальна мережа Інтернет (рисунок 1.3). Це може бути вже існуюча власна мережа або доступ до мережі Інтернет через провайдерів. Якщо оператор має власну мережу Інтернет, то для надання послуг IP-телефонії він лише встановлює додаткове обладнання, яке забезпечує перетворення мови в дані і навпаки, і модернізує вже наявне обладнання,

щоб забезпечити якість послуг, що надаються. Якщо оператор IP-телефонії користується послугами провайдерів Інтернет, то якість послуг такої мережі може бути низькою, так як звичайні мережі Інтернет не розраховані на передачу інформації в реальному масштабі часу [1].

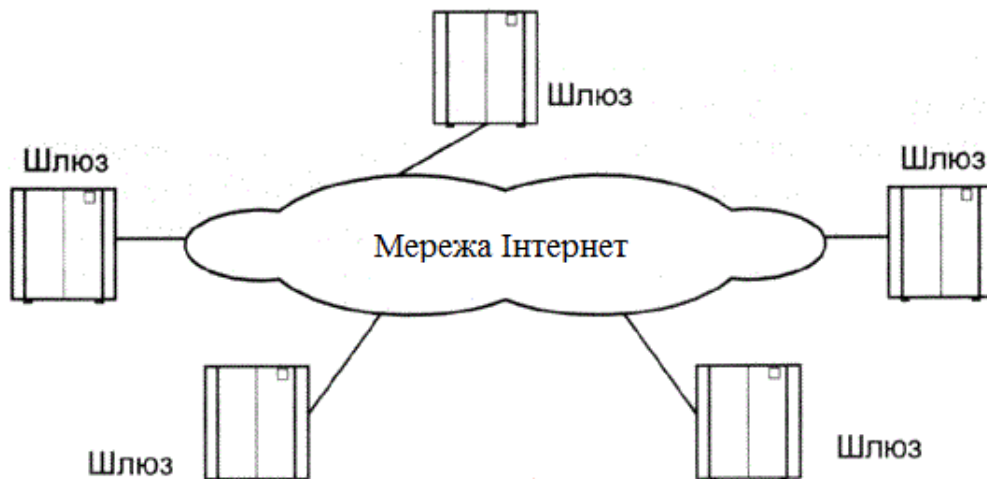


Рисунок 1.3 – Приклад побудови інтегрованої мережі IP-телефонії

З різних причин оператори мереж IP-телефонії для об'єднання своїх пристроїв в мережі можуть використовувати виділені канали та мережу Інтернет. Такі мережі називаються мережами змішаного типу (рисунок 1.4). Питання про те, які канали використовувати для зв'язку пристроїв між собою, вирішується оператором індивідуально в залежності від можливостей.

Якщо оператор, зазвичай використовує виділені канали, з яких-небудь причин не може орендувати канал до кінцевого пристрою, він вдається до послуг провайдерів Інтернет. Якщо оператор IP-телефонії, що використовує мережу Інтернет, не має можливості отримати доступ в Інтернет в конкретній точці, або якість послуг через мережу Інтернет дуже низька, то для підключення кінцевого пристрою до мережі використовується виділений канал. До побудови мережі за змішаним типом вдаються рідко, тільки коли немає іншого варіанту. Найчастіше, таким способом більші оператори підключають до себе більш дрібних операторів [1].

За своїм масштабом всі мережі IP-телефонії можна розділити на міжнародні, регіональні і місцеві.

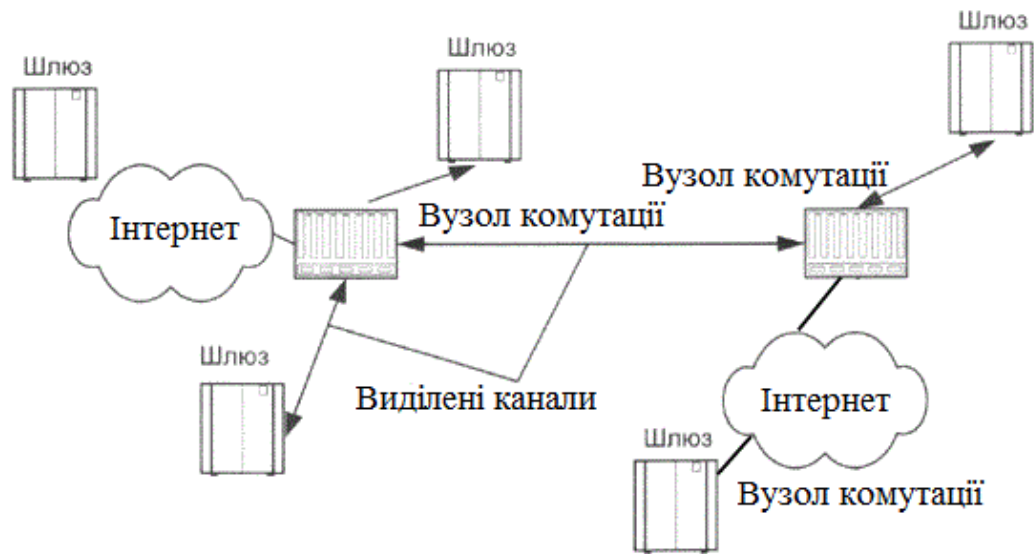


Рисунок 1.4 – Приклад побудови змішаної мережі IP-телефонії

Міжнародна мережа IP-телефонії має точки своєї присутності в декількох країнах і забезпечує термінацію трафіку практично в будь-яку точку світу при мінімальному використанні телефонної мережі загального користування. Найчастіше, міжнародні мережі не працюють з кінцевими користувачами, а надають свою пропускну здатність інших мереж. Головним завданням міжнародних мереж є транзит трафіку між мережами різного рівня. Крім того, оператори міжнародної мережі організують міжнародні кліринг-центри, які спрощують процедури взаєморозрахунків між операторами. При побудові міжнародної мережі в першу чергу будується потужна магістраль, що має велику пропускну спроможність. Міжнародні мережі будуються з використанням виділених каналів і на базі вже існуючих мереж Інтернет [1].

На відміну від міжнародної мережі національна мережа має точки своєї присутності в одній або, в крайньому випадку, в декількох сусідніх країнах і обслуговує абонентів і місцевих операторів тільки цього регіону. За

допомогою укладення домовленості з міжнародними мережами національна мережа надає своїм абонентам і іншим місцевим мережам можливість термінації викликів в будь-яку точку світу.

Найчастіше, національні мережі будуються національними телекомунікаційними компаніями з використанням вже існуючої інфраструктури, тому більша частина національних мереж IP-телефонії є інтегрованими мережами.

Місцева мережа IP-телефонії надає можливість абонентам місцевої телефонної мережі і приватним компаніям скористатися послугами IP-телефонії. В основному, оператори місцевих мереж є провайдерами доступу до мережі IP-телефонії. Найчастіше, їх мережі мають всього один шлюз, підключений до більш великих мереж через мережу Інтернет або по виділених каналах. Таких операторів часто називають реселерами, так як вони просто перепродують послуги інших мереж абонентам місцевої телефонної мережі [1].

1.2 Рівні архітектури IP-телефонії

Архітектура технології Voice over IP може бути спрощено представлена у вигляді двох площин. Нижня площина – це базова мережа з маршрутизацією пакетів IP, верхня площина – це відкрита архітектура управління обслуговуванням викликів (запитів зв'язку) [2].

Нижня площина, кажучи спрощено, являє собою комбінацію відомих протоколів Інтернет: це – RTP (Real Time Transport Protocol), який функціонує поверх протоколу UDP (User Datagram Protocol), розташованого, у свою чергу, в стеку протоколів TCP / IP над протоколом IP. Таким чином, ієрархія RTP / UDP / IP являє собою свого роду транспортний механізм для мовного трафіку. Тут же відзначимо, що в мережах з маршрутизацією пакетів IP для передачі даних завжди передбачаються механізми повторної передачі пакетів у разі їх втрати. При передачі інформації в реальному часі

використання таких механізмів тільки погіршить ситуацію, тому для передачі інформації, що стосується затримок, але менш чутливою до втрат, такий як мова і відеоінформація, використовується механізм негарантованої доставки інформації RTP / UDP / IP. Рекомендації ITU-T допускають затримки в одному напрямі, що не перевищують 150 мс. Якщо приймальня станція запросить повторну передачу пакету IP, то затримки при цьому будуть занадто великі [2].

Тепер перейдемо до верхньої площини управління обслуговуванням запитів зв'язку. Взагалі кажучи, управління обслуговуванням виклику передбачає прийняття рішень про те, куди виклик повинен бути спрямований, і яким чином має бути встановлене з'єднання між абонентами.

Інструмент такого управління – телефонні системи сигналізації, починаючи з систем, що підтримують декадно-кроковий АТС й передбачають об'єднання функцій маршрутизації і функцій створення комутованого розмовного каналу в одних і тих же декадно-крокових шукачах. Далі принципи сигналізації еволюціонували до систем сигналізації по виділеним сигнальним каналам, до багаточастотної сигналізації, до протоколів загальноканалної сигналізації № 7 і до передачі функцій маршрутизації у відповідні вузли обробки послуг Інтелектуальної мережі. У мережах з комутацією пакетів ситуація більш складна. Мережа з маршрутизацією пакетів IP принципово підтримує одночасно цілий ряд різноманітних протоколів маршрутизації. Такими протоколами на сьогодні є: RIP – Routing Information Protocol, IGRP – Interior Gateway Routing Protocol, EIGRP – Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, IS-IS – Intermediate System–to–intermediate System, OSPF – Open Shortest Path First, BGP – Border Gateway Protocol та інші. Точно так само і для IP-телефонії розроблено цілий ряд протоколів [2].

Найбільш поширеним є протокол, специфікований в рекомендації H.323 ITU-T, зокрема, тому, що він став застосовуватися раніше за інших протоколів, яких до впровадження H.323 взагалі не існувало.

Інший протокол площини управління обслуговування виклику – SIP – орієнтований на те, щоб зробити кінцеві пристрої і шлюзи більше інтелектуальними і підтримувати додаткові послуги для користувачів.

Ще один протокол – SGCP – розроблявся, починаючи з 1998 року, для того, щоб зменшити вартість шлюзів за рахунок реалізації функцій інтелектуальної обробки виклику в централізованому обладнанні. Протокол IPDC дуже схожий на SGCP, але має багато більше, ніж SGCP, механізмів експлуатаційного управління (OAM & P). Робоча група MEGACO комітету IETF розробила протокол MGCP, щобазується, в основному, на протоколі SGCP [2].

Робоча група MEGACO не зупинилася на досягнутому, продовжувала удосконалювати протокол управління шлюзами і розробила більш функціональний, ніж MGCP, протокол MEGACO [2].

1.3 Устаткування IP-телефонії

Основні компоненти IP-телефонії:

Шлюз – необхідний пристрій, підключений до IP-мережі і до телефонної мережі (PBX / PSTN). Функції:

- відповідь на виклик абонента PBX / PSTN;
- встановлення з'єднання з віддаленим шлюзом;
- встановлення з'єднання з абонентом PBX / PSTN;
- стиснення, пакетування і відновлення голосу (або факс-сигналу).

Таким чином шлюз, або Gateway, – це основна і невід'ємна частина архітектури IP-телефонії, безпосередньо сполучає телефонну мережу з мережею IP.

Шлюзи різних виробників відрізняються способом підключення до телефонної мережі, місткістю, апаратною платформою, реалізованими кодеками, інтерфейсом і іншими характеристиками. Але всі вони виконують вищеперелічені функції, які є базовими для технології IP-телефонії [3].

GateKeeper – це додатковий пристрій, підключений тільки до IP-мережі і несе в собі всю логіку роботи мережі IP-телефонії. Функції:

- аутентифікація і авторизація абонента;
- розподіл викликів між шлюзами;
- білінг (як правило GateKeeper не містить в собі закінченої білінгової програми, а тільки заснований на стандартах інтерфейс до професійних систем білінгу третіх виробників, а також API для розробки оператором власної білінгової програми).

GateKeeper необхідний в будь-якій мережі IP-телефонії, що містить більше двох шлюзів. У перших шлюзах (в перших host-based версіях VOCALTEC®, Vienna і ін.) Функції GateKeeper в їх примітивному вигляді виконувалися самим шлюзом. З розвитком технології і зростанням мереж IP-телефонії, функції GateKeeper були винесені в окремий модуль. Хоча у деяких виробників GateKeeper може фізично знаходитися на одній системі з шлюзом, логічно це самостійний модуль [3].

Монітор – необов'язковий додатковий модуль мережі IP-телефонії, що підключається тільки до IP-мережі, який використовується для віддаленої конфігурації і підтримки решти пристроїв мережі–шлюзів і диспетчерів. Функції:

- інтерфейс для віддаленого налаштування через IP-мережу параметрів шлюзів і диспетчерів мережі IP-телефонії.

Монітор є зручним засобом конфігурації і адміністрування мережі. У перших шлюзах для цього просто використовувалися стандартні мережеві додатки, такі як rsAnywhere. Пізніше в цілях оптимізації роботи виробники устаткування IP-телефонії стали випускати власні додатки для цих цілей [3].

Крім описаних вище вимог, устаткування для IP-телефонії має підтримувати ще декілька можливостей.

Передача керуючої інформації.

Тональні сигнали не поширюються вільно через Інтернет. Кодування і розбиття на IP-пакети спотворюють їх до повного невпізнання на іншому

кінці зв'язку. Таким чином, телефонні сервера повинні визначати тональні сигнали локально, придушувати їх передачу і потім генерувати на іншому кінці. Поки не існує стандарту для передачі DTMF через Інтернет, однак в даний час різні групи ведуть розробку з даного питання, що дозволяє сподіватися на появу і цього стандарту в самий найближчий час [3].

Інтерфейс з телефонними лініями.

На зв'язок телефонного сервера з телефонною лінією накладається дві умови. Зв'язок повинен відповідати стандарту, прийнятому у всіх основних країнах, оскільки найбільша економія, принесена IP-телефонією, – на міжнародних дзвінках. Рішення повинно бути масштабованим. Залежно від завдання, що стоїть перед системним інтегратором, система може варіювати від двох ліній для маленького підприємства до декількох тисяч ліній для великого провайдера (оператора) послуги [3].

Видалення луни (Echo Cancellation).

Телефонні сервера повинні вміти видаляти луни. У стандартній конфігурації обидва сервера приєднані до аналогової телефонної лінії через офісну телефонну станцію. Зазвичай при роботі в локальних мережах телефонна система не видаляє луни. Відлуння існує, але локальним дзвінкам не заважає, тому що затримка дуже мала, так що луна не повертається у вигляді окремого звуку (він практично збігається з промовою). IP-телефонія – унікальний випадок. З технічної точки зору, використовується локальна мережа, для якої проблеми відлуння як би не існує, так як воно зливається з початковим звуком. Але необхідно здійснювати далекий зв'язок, а IP-телефонія сама по собі не гасить відлуння. Отже, щоб луна не спотворювала звук, гасити його повинні телефонні сервера з використанням спеціальних алгоритмів [3].

Підтримка повного дуплексу.

Телефонне з'єднання є повнодуплексним, тобто обидва співрозмовники можуть говорити одночасно. Хороші рішення IP-телефонії також повнодуплексні [3].

1.4 Види з'єднань при використанні IP-телефонії

Розглянемо три сценарії IP-телефонії, що найбільш часто використовуються [4]:

- «комп'ютер-комп'ютер»;
- «комп'ютер-телефон»;
- «телефон-телефон».

Сценарій «комп'ютер-комп'ютер» реалізується на базі стандартних комп'ютерів, оснащених засобами мультимедіа і підключених до мережі Інтернет.

Компоненти моделі IP-телефонії за сценарієм «комп'ютер-комп'ютер» показані на рис. 1.5. У цьому сценарії аналогові мовні сигнали від мікрофона абонента А перетворюються в цифрову форму з допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП), зазвичай при 8000 відліків / с, 8 бітів / відлік, у результаті – 64 Кбіт / с. Відліки мовних даних в цифровій формі потім стискаються кодованим пристроєм для скорочення потрібної для їх передачі смуги у відношенні 4:1, 8:1 або 10:1. Алгоритми стиснення мови докладно розглядаються в наступному розділі. Вихідні дані після стиснення формуються в пакети, до яких додаються заголовки протоколів, після чого пакети передаються через IP-мережу в систему IP-телефонії, що обслуговує абонента Б. Коли пакети приймаються системою абонента Б, заголовки протоколу видаляються, а стислі мовні дані надходять у пристрій, розгортає їх у первісну форму, після чого мовні дані знову перетворюються на аналогову форму за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП) і потрапляють в телефон абонента Б. Для звичайного з'єднання між двома абонентами системи IP-телефонії на кожному кінці одночасно реалізують як функції передачі, так і функції прийому. Під IP-мережею, що на рис. 1.5, мається на увазі або глобальна мережа Інтернет, або корпоративна мережа підприємства Intranet [4].

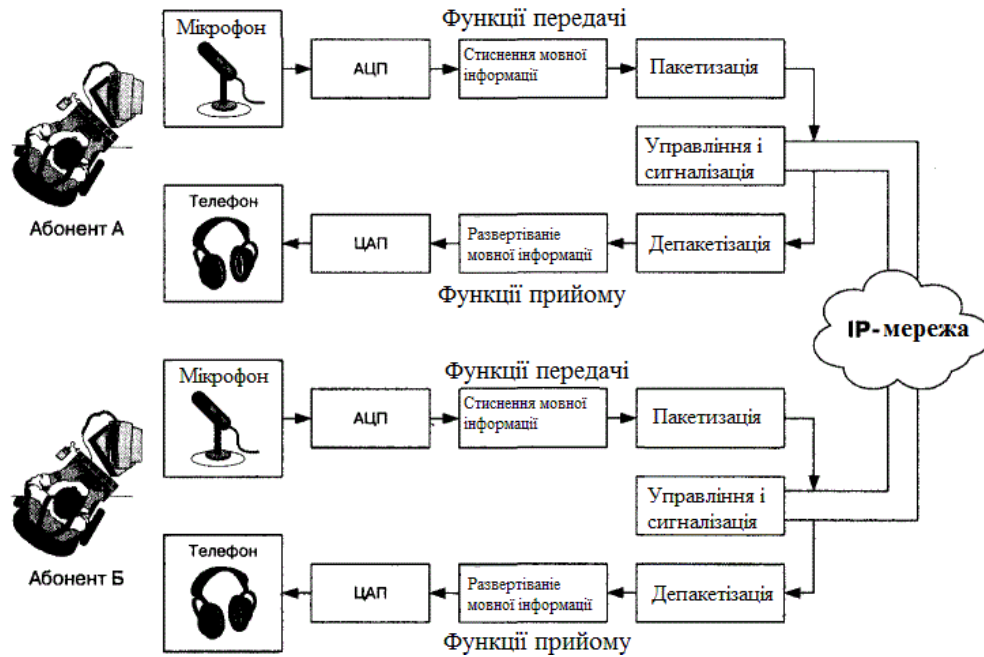


Рисунок 1.5 – Сценарій встановлення з'єднання «комп'ютер-комп'ютер»

Для підтримки сценарію «комп'ютер-комп'ютер» постачальнику послуг Інтернет бажано мати окремий сервер (воротар), що перетворює імена користувачів в динамічні IP-адреси. Сам сценарій орієнтований на користувача, яким мережа потрібна, в основному, для передачі даних, а програмне забезпечення IP-телефонії потрібно лише іноді для розмов з колегами. Ефективне використання телефонного зв'язку за сценарієм «комп'ютер-комп'ютер» зазвичай пов'язане з підвищенням продуктивності роботи великих компаній, наприклад, при організації віртуальної презентації в корпоративній мережі з можливістю не тільки бачити документи на Web-сервері, а й обговорювати їх зміст за допомогою IP-телефону. При цьому між двома IP-мережами можуть використовуватися елементи ТМЗК (Телефонна мережа загального користування), а ідентифікація може здійснюватися як на основі E.164, так і на основі IP-адресації. Найбільш поширеним програмним забезпеченням для цих цілей є пакет Microsoft NetMeeting, доступний для безкоштовного завантаження з сайту Microsoft [4].

Розглянемо представлений на рис. 1.5 сценарій встановлення з'єднання «комп'ютер-комп'ютер» більш докладно.

Для проведення телефонних розмов один з одним абоненти А і Б повинні мати доступ до Інтернет або до іншої мережі з протоколом IP. Припустимо, що така IP-мережа існує, і обидва абонента підключені до неї. Розглянемо можливий алгоритм організації зв'язку між цими абонентами [4]:

- абонент А запускає свій додаток IP-телефонії, що підтримує протокол H.323;

- абонент Б вже заздалегідь запустив свій додаток IP-телефонії, що підтримує протокол H.323;

- якщо абонент А знає доменне ім'я абонента Б в системі імен доменів – Domain Name System (DNS), вводить це ім'я в розділ «кому подзвонити» у своєму додатку IP-телефонії і натискає кнопку Return;

- додаток IP-телефонії звертається до DNS-сервера (який в даному прикладі реалізований безпосередньо в персональному комп'ютері абонента А) для того, щоб перетворити доменне ім'я абонента Б в IP-адресу;

- сервер DNS повертає IP-адреса абонента Б;

- додаток IP-телефонії абонента А одержує IP-адреса абонента Б і відправляє йому сигнальне повідомлення H.225 Setup;

- при отриманні повідомлення H.225 Setup додаток абонента Б сигналізує йому про вхідний дзвінок;

- абонент Б приймає виклик і додаток IP-телефонії відправляє повідомлення у відповідь H.225 Connect;

- додаток IP-телефонії в абонента А починає взаємодіяти з додатком у абонента Б відповідно до рекомендації H.245;

- після закінчення взаємодії по протоколу H.245 і відкриття логічних каналів абоненти А і Б можуть розмовляти один з одним через IP-мережу [4].

Незважаючи на навмисну простоту викладу, розглянутий приклад досить складний, що зумовлено складністю технології IP-телефонії. У цьому

прикладі не показані всі кроки і опущені дуже суттєві деталі, які необхідні постачальнику послуг для розгортання мережі IP-телефонії [4].

Сам характер сценарію «комп'ютер-комп'ютер» на рис. 1.5 обумовлює зосередження всіх необхідних функцій IP-телефонії в персональному комп'ютері або іншому аналогічному пристрої кінцевого користувача. При описі інших сценаріїв замість громіздкого зображення компонентів кінцевого пристрою буде наводиться тільки спрощене зображення терміналу IP-телефонії. Таким аналогом рис. 1.5 є спрощене уявлення того ж сценарію на рис. 1.6 [4].



Рисунок 1.6 – Спрощений сценарій IP-телефонії "комп'ютер-комп'ютер"

Заміна зображень має і більш глибокий зміст. Назва сценарію «комп'ютер-комп'ютер» аж ніяк не означає, що в розпорядженні користувача обов'язково повинен бути стандартний РС з мікрофоном і колонками, як це представлено на рис. 1.5. Головною вимогою для такої схеми є те, що обидва персональні комп'ютери користувачів повинні мати підключення до мережі. І ці РС повинні бути завжди включені, під'єднані до мережі і мати у розпорядженні конкретне програмне забезпечення IP-телефонії для прийому вхідних дзвінків. При всьому цьому повинна бути повна сумісність між програмно-апаратними засобами IP-телефонії, отриманими від різних постачальників, тобто користувачі, що бажають розмовляти один з одним, повинні мати ідентичне програмне забезпечення, наприклад, що реалізує протокол H.323 [4].

Беручи до уваги ці обставини, під назвою «комп'ютер» у всіх сценаріях ми будемо розуміти термінал користувача, включений в IP-мережу, а під назвою «телефон» – термінал користувача, включений в мережу комутації каналів будь-якого типу: ТМЗК, ISDN або GSM.

І ще одне, більш суттєве зауваження. До цих пір в обговоренні сценарію «комп'ютер-комп'ютер» на рис. 1.5 та 1.6 слід було, що обидва користувачі включені в одну й ту ж IP-мережу (Інтернет, Інтранет або іншу мережу з протоколом IP). Модифікація, представлена на рис. 1.7, передбачає організацію зв'язку між абонентами IP-мережі з урахуванням того, що виклик транзитом проходить через мережу комутації каналів (МКК). Зауважимо, що на цьому і на наступних малюнках як МКК виступає телефонна мережа загального користування (ТМЗК), хоча викладені в цьому розділі матеріали справедливі для ISDN, GSM і ін [4].

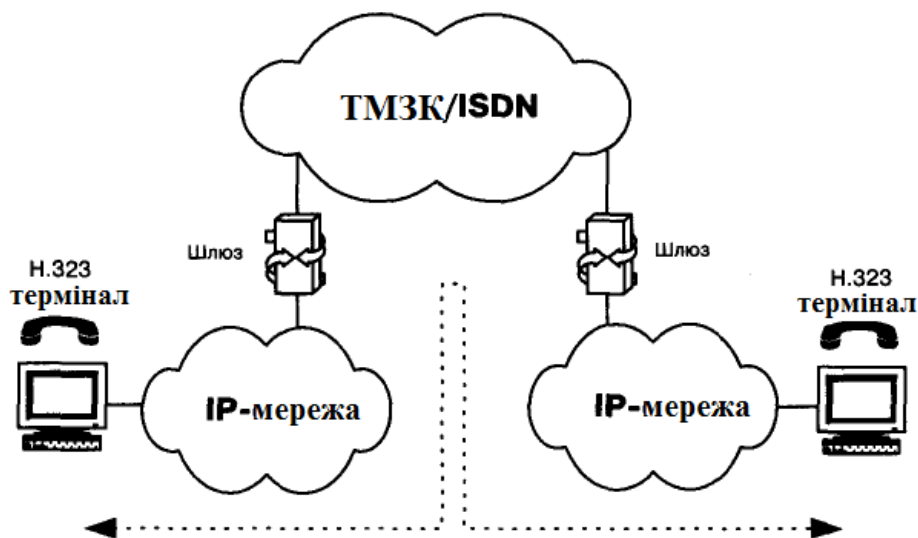


Рисунок 1.7 – Спрощений сценарій IP-телефонії "комп'ютер-комп'ютер".

З'єднання користувачів IP-мереж через транзитну МКК

Наступний сценарій – «телефон-комп'ютер» – знаходить застосування в різного роду довідково-інформаційних службах Інтернет, у службах збуту товарів або в службах технічної підтримки. Користувач, який підключився до серверу WWW якої-небудь компанії, має можливість звернутися до

оператора довідкової служби. Цей сценарій в найближчі кілька років буде, по всій вірогідності, більш активно затребуваний діловим сектором. Компанії будуть використовувати дану технологію для нарощування своїх Web-сторінок (і своєї присутності у всесвітній павутині). Користувачі комп'ютерів зможуть переглядати в «реальному часі» каталоги, майже миттєво замовляти товари та отримувати безліч інших послуг. Це цілком відповідає стилю життя сучасних споживачів, пов'язаному з потребою в додаткових зручностях і економії часу. Вже сьогодні усвідомлюються всі вигоди і зручності централізованого придбання предметів широкого вжитку (наприклад, компакт-дисків, книг, програмного забезпечення і ін.) і вже звично відбуваються операції електронної комерції. У рамках проекту TIPHON розглядаються дві модифікації цього сценарію IP-телефонії [4]:

- від комп'ютера (користувача IP-мережі) до телефону (абоненту ТМЗК), зокрема, у зв'язку з наданням користувачам IP-мереж доступу до телефонних послуг, в тому числі, до довідково-інформаційних послуг та до послуг Інтелектуальної мережі;

- від абонента ТМЗК до користувача IP-мережі з ідентифікацією викликається сторони на основі нумерації за E.164 або IP-адресації.

Проект TIPHON заслуговує більш пильної уваги, і вже було обіцяно присвятити йому цілком наступний параграф цієї глави.

У першій із згаданих модифікацій сценарію «комп'ютер-телефон» з'єднання встановлюється між користувачем IP-мережі і користувачем мережі комутації каналів (Рис. 1.8). Передбачається, що встановлення з'єднання ініціює користувач IP-мережі [4].

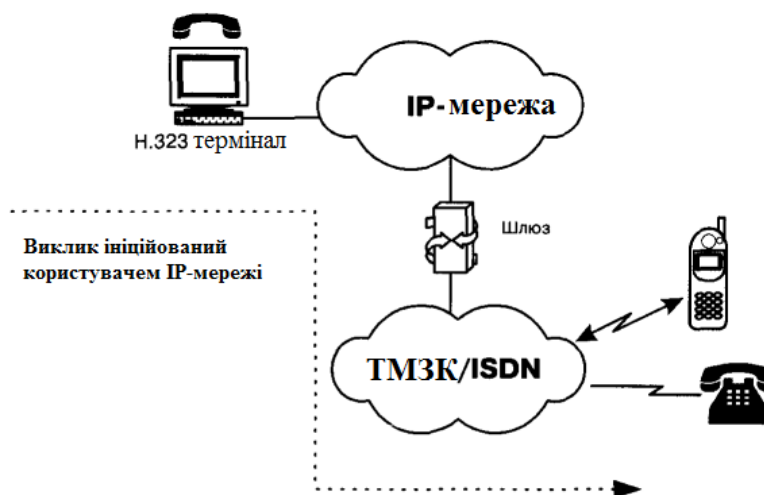


Рисунок 1.8 – Виклик абонента ТМЗК користувачем IP-мережі за сценарієм "комп'ютер-телефон"

Шлюз (GW) для взаємодії мереж ТМЗК і IP може бути реалізований в окремому пристрої або інтегрований в існуюче обладнання ТМЗК або IP-мережі. Показана на малюнку мережа СКК може бути корпоративною мережею або мережею загального користування.

У відповідності з другою модифікацією сценарію «комп'ютер-телефон» з'єднання встановлюється між користувачем IP-мережі та абонентом ТМЗК, але ініціює його створення абонент ТМЗК (рис. 1.9) [4].

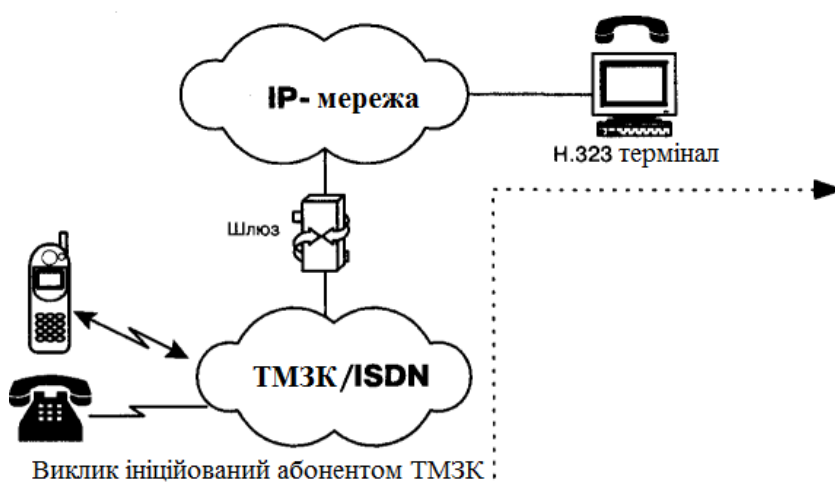


Рисунок 1.9 – Користувача IP-мережі викликає абонент ТМЗК за сценарієм "комп'ютер-телефон"

Розглянемо трохи докладніше приклад представленої на рис. 1.9 спрощеної архітектури системи IP-телефонії за сценарієм «телефон-комп'ютер». При спробі викликати довідково-інформаційну службу, використовуючи послуги пакетної телефонії і звичайний телефон, на початковій фазі абонент А викликає довколишній шлюз IP-телефонії. Від шлюзу до абонента А надходить запит ввести номер, до якого має бути спрямований виклик (наприклад, номер служби), та особистий ідентифікаційний номер (PIN) для аутентифікації. Опіраючись на номер абонента, який здійснює виклик, шлюз визначає найбільш доступний шлях до даної служби. Крім того, шлюз активізує свої функції кодування і пакетізації мови, встановлює контакт зі службою, веде моніторинг процесу обслуговування виклику і приймає інформацію про стани цього процесу (наприклад, зайнятість, зробити телефонний дзвінок, роз'єднання і т.п.) від вихідної сторони через протокол управління та сигналізації. Роз'єднання з будь-якого боку передається протилежній стороні за протоколом сигналізації і викликає завершення встановлених з'єднань і звільнення ресурсів шлюзу для обслуговування наступного виклику [4].

Для організації з'єднань від служби до абонентів (рис. 1.8) використовується аналогічна процедура. Популярними програмними продуктами для цього варіанту сценарію IP-телефонії «комп'ютер-телефон» є IDT Net2Phone і DotDialer, організуючі виклики до звичайних абонентським телефонним апаратам в будь-якій точці світу.

Ефективність поєднання послуг передачі мови та даних є основним стимулом використання IP-телефонії за сценаріями «комп'ютер-комп'ютер» і «комп'ютер-телефон», не завдаючи при цьому ніякої шкоди інтересам операторів традиційних телефонних мереж. Сценарій «телефон-телефон» значною мірою відрізняється від інших сценаріїв IP-телефонії своєю соціальною значимістю, оскільки метою його застосування є надання звичайним абонентам ТМЗК альтернативної можливості міжміського та міжнародного телефонного зв'язку. У цьому режимі сучасна технологія IP-

телефонії надає віртуальну телефонну лінію через IP-доступ. Як правило, обслуговування викликів за таким сценарієм IP-телефонії виглядає наступним чином. Постачальник послуг IP-телефонії підключає свій шлюз до комутаційного вузлу або станції ТМЗК, а по мережі Інтернет або по виділеному каналу з'єднується з аналогічним шлюзом, що перебувають в іншому місті або іншій країні [4].

Типова послуга IP-телефонії за сценарієм «телефон-телефон» використовує стандартний телефон в якості інтерфейсу користувача, а замість міжміського компонента ТМЗК використовує або приватну IP-мережу/Intranet, або мережу Інтернет. Завдяки маршрутизації телефонного трафіку за IP-мережі стало можливим обходити мережі загального користування і, відповідно, не платити за міжміську / міжнародний зв'язок операторам цих мереж.

Слід зазначити, що сама ідея використовувати альтернативні транспортні механізми для обходу мережі ТМЗК не є новою. Досить згадати статистичні мультиплексори, передачу мови по мережі Frame Relay або обладнання передачі мови по мережі АТМ. Як показано на рис. 1.10, постачальники послуг IP-телефонії надають послуги «телефон-телефон» шляхом встановлення шлюзів IP-телефонії на вході і виході IP-мереж. Абоненти підключаються до шлюзу постачальника через ТМЗК, набираючи спеціальний номер доступу. Абонент отримує доступ до шлюзу, використовуючи персональний ідентифікаційний номер (PIN) чи послугу ідентифікації номера абонента (Calling Line Identification). Після цього шлюз просить ввести телефонний номер абонента, що викликається, аналізує цей номер і визначає, який шлюз має кращий доступ до потрібного телефону. Як тільки між вхідним і вихідним шлюзами встановлюється контакт, подальше встановлення з'єднання до викликуваного абоненту виконується вихідним шлюзом через його місцеву телефонну мережу [4].

Повна вартість такого зв'язку буде складатися для користувача з розцінок ТМЗК на зв'язок з вхідним шлюзом, розцінок Інтернет-провайдера

на транспортування і розцінок віддаленої ТМЗК на зв'язок вихідного шлюзу з викликаним абонентом.

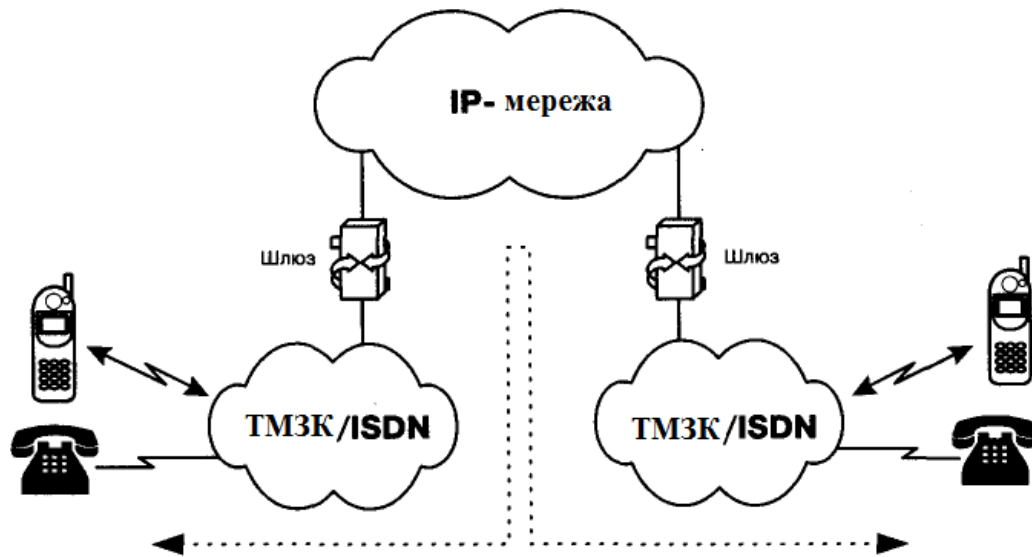


Рисунок 1.10– З'єднання абонентів ТМЗК через транзитну IP-мережу за сценарієм "телефон-телефон"

Одним з алгоритмів організації зв'язку за сценарієм «телефон-телефон» є випуск постачальником послуги своїх телефонних карток. Маючи таку карту, користувач, який бажає подзвонити в інше місто, набирає номер даного постачальника послуги, а потім в режимі донабору вводить свій ідентифікаційний номер і PIN-код, зазначений на карті. Після процедури аутентифікації він набирає телефонний номер адресата.

Можливі й інші алгоритми реалізації цього сценарію: замість телефонної картки може використовуватися інформація про альтернативний рахунок. Рахунок для оплати може бути висланий абоненту і після розмови, аналогічно тому, як це робиться при міжміському сполученні в ТМЗК. Розглянуті вище сценарії зведені у таблиці 1.1 [4].

Таблиця 1.1 – Варіанти міжмережевого взаємодії

Сценарій	Вхідна мережа	Транзитна мережа	Вихідна мережа	Замітка
КОМП'ЮТЕР-КОМП'ЮТЕР	IP	IP	IP	Рис. 1.5 і 1.6
	IP	ТМЗК	IP	Рис. 1.7
КОМП'ЮТЕР-ТЕЛЕФОН	IP	ТМЗК	ТМЗК	Рис. 1.9
	ТМЗК	IP	IP	Рис. 1.8
	ТМЗК	ТМЗК	IP	Рис. 1.8
	IP	IP	ТМЗК	Рис. 1.9
ТЕЛЕФОН-ТЕЛЕФОН	ТМЗК	IP	ТМЗК	Рис. 1.10
	ТМЗК	ТМЗК	ТМЗК	Рис. 1.7

2 ВПЛИВ МЕРЕЖІ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

Традиційні телефонні мережі комутують електричні сигнали з гарантованою смугою пропускання, достатньою для передачі сигналів голосового спектру. При фіксованій пропускній спроможності переданого сигналу ціна одиниці часу зв'язку залежить від віддаленості і розташування точок виклику і місця відповіді [5].

Мережі з комутацією пакетів не забезпечують гарантованої пропускну здатності, оскільки не забезпечують гарантованого шляху між точками зв'язку.

Для додатків, де не важливий порядок і інтервал приходу пакетів (наприклад, електронна пошта) час затримок між окремими пакетами не має вирішального значення. ІР-телефонія є однією з областей передачі даних, де важлива динаміка передачі сигналу, яка забезпечується сучасними методами кодування і передачі інформації, а також збільшенням пропускну спроможності каналів. Основними складовими якості ІР-телефонії є якість мови і сигналізації. Якість мови включає: [5]

- діалог або можливість користувача зв'язуватися і розмовляти з іншим користувачем в реальному часі і повнодуплексному режимі;
- розбірливість або чистота і тональність мови;
- віддуння власної мови;
- рівень або гучність мови.

Якість сигналізації включає:

- встановлення виклику або швидкість успішного доступу і час встановлення з'єднання;
- завершення виклику або час відбою і швидкість роз'єднання;
- DTMF або визначення і фіксація сигналів многочастотного набору номера [5].

Фактори, які впливають на якість ІР-телефонії, можуть бути розділені на дві категорії: якості ІР-мережі і шлюзу.

Фактори якості шлюзу:

- необхідна смуга пропускання або різні вокодери, що вимагають різну смугу;
- затримка або час, необхідний цифровому процесору або інших пристроям обробки для кодування або декодування мовного сигналу;
- буфер джитера або збереження пакетів даних до тих пір, поки всі пакети не будуть отримані і можна буде передати в необхідній послідовності для мінімізації джитера;
- втрата пакетів або втрата пакетів при стисненні або передачі в обладнанні IP-телефонії;
- придушення луни або механізм для придушення луни, що виникає при передачі по мережі;
- управління рівнем або можливість регулювати гучність мови [5].

3 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ МОВИ В IP-МЕРЕЖАХ

3.1 Фактори, що впливають на якість передачі мови

Якість голосового зв'язку в мережах передачі даних визначається параметрами доставки голосових пакетів і якістю обміну сигнальними повідомленнями. Параметри доставки голосових пакетів впливають на розбірливість, спотворення, затримки голосового сигналу, рівень гучності, наявність луни. Якість обміну сигнальними повідомленнями визначає швидкість встановлення і розриву з'єднання, можливість його розриву, затримки в появі тонового сигналу, або просто гудка [6].

До факторів, що впливає на якість IP-телефонії при однаковому способі кодування сигналу, відносяться:

- затримка доставки пакета – проміжок часу, що вимагається для передачі пакета через мережу;
- джитер (варіація затримки) – проміжок часу між доставкою двох послідовних пакетів;
- ймовірність втрати пакетів;
- пропускна здатність мережі;
- необхідна смуга пропускання.

Кожен з перерахованих факторів по-своєму впливає на якість голосового зв'язку. Так, наприклад, затримка призводить до перекриття діалогів і появи луни. В рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ) G.114 максимальне значення односторонньої затримки при якій зберігається висока якість голосу, визначено менше або рівним 150 мс. Затримка менше 200 мс теж вважається хорошим показником, менш 400 мс – прийнятна, понад 450 мс – вже робить розмову практично неможливою. Сумарна затримка складається з ряду складових – як постійних, так і змінних. До затримок з постійним значенням часу відносяться ті, що виникають при кодуванні / декодуванні, інкапсуляції / декапсуляції і

буферизації пакетів, їх прийняття та передачу. Значення затримки варіюється при постановці пакетів в чергу і передачі їх по мережі [6].

Ефективність використання доступної смуги пропускання каналу безпосередньо залежить від алгоритму кодування і декодування голосової інформації.

Для контролю та забезпечення допустимих параметрів, що впливають на якість при передачі голосового трафіку, використовуються різні методи. Вибір технології визначається типом мережі, в якій передаються голосові пакети. В даному випадку аналізовані мережі можна розділити на дві категорії: що дозволяють гарантувати необхідний рівень якості обслуговування і не дозволяють робити це. До першої категорії відносяться корпоративні і операторські IP-мережі, до другої – мережа Інтернет [6].

3.1.1 Затримка мовних пакетів

Затримка (delay) є невід'ємною рисою будь-якої мережі передачі даних з пакетною комутацією. Мережі з комутацією пакетів були створені для передачі даних, і можливість їх використання для передачі голосового або факсимільного трафіку в реальному часі, за аналогією з традиційною телефонією, в значній мірі залежить від внесеної затримки. Тут під затримкою розуміється проміжок часу, за який пакет перетинає мережу IP-телефонії від відправника до одержувача. Дослідження показали, що людське вухо нетерпимо до затримок понад 400-500 мс. Експериментально встановлено, що затримка в 150 мс забезпечує дуже гарну якість, від 150 до 300 мс – майже не сприймається на слух, але якщо вона перевищує величину 500 мс, то мова стає нерозбірливою. Загальна затримка при IP-телефонії складається з затримок на оцифровку, стиск, формування голосового пакету, а також затримок при передачі по каналах, обробці і комутації пакета в проміжних вузлах, локальної комутації в приймальному вузлі, декомпресії і перетворенні до аналогового виду. Основні засоби для мінімізації затримки –

використання в мережі високопродуктивних голосових комутаторів і пріоритезація голосового трафіку над трафіком даних [7].

3.1.2 Джитер затримки пакетів

Джитер або варіація затримки – це різниця в часі проходження в мережі послідовних пакетів одного з'єднання. Чим більше джитер, тим сильніше буде відрізнятись затримка при передачі одного пакета від затримки при проходженні іншого. Джитер виникає в мережі через черги і маршрутизації пакетів одного сегмента мови різними шляхами. При формуванні архівів пакунків на приймальному кінці їх послідовність може бути порушена. Джитер призводить до специфічних порушень передачі мови, чутним як тріски і клацання. Джитер пригнічують шляхом включення в приймальну частину шлюзу буфера статичної або динамічної пам'яті, який відновлює вихідну послідовність пакетів. Пакети, джитер яких перевищує час їх "утримання" в буферній пам'яті, не сприймаються на приймальний пристрій. Таким чином, буфер пригнічує джитер ціною збільшення як загального часу затримки, так і втрати пакетів; регулювання часу утримання (розміру буфера) являє собою компроміс між ними. За різними даними і в залежності від типу кодека не сприймається джитер не більше 15–50 мс [7].

3.1.3 Втрати мовних пакетів

Оскільки голосові пакети не повторюються, при їх втраті (або спотворенні) в мережі на приймальній стороні з'являється коротка пауза в мові. Часті втрати голосових пакетів, викликані поганою якістю каналів зв'язку і перевантаженнями в мережі, можуть привести до погіршення розбірливості мови, а іноді і до повної неможливості спілкування. Спотворення від втрати пакетів також залежать від застосовуваних в шлюзах типів кодеків. Якість мови при використанні низькошвидкісних кодеків типу

G.729 і G.723.1 більшою мірою залежить від втрати пакетів, в порівнянні з високошвидкісними кодеками типу G.711. Наближено можна вважати, що при IP-телефонії хорошої якості допустимий рівень втрат пакетів повинен становити 1–3%, причому менша величина відноситься до низькошвидкісних кодеків, а велика – до високошвидкісних [7].

3.1.4 Готовність мережі

Під готовністю мережі (service availability) розуміється надійність з'єднання користувача з інформаційним сервісом. Стосовно до мережі IP-телефонії це означає надійність встановлення телефонного з'єднання між двома абонентами. Телефонні мережі загального користування мають підтверджену десятиліттями репутацію виключно надійної інфраструктури. Їх коефіцієнт готовності становить 99,999% ("п'ять дев'яток"), або 5 хвилин відмови за рік. У той же час мережа Інтернет з усією її непередбачуваністю володіє низьким ступенем надійності і не відповідає вимогам корпоративних замовників. Надійність в мережах IP-телефонії повинна забезпечується апаратними, програмними та мережевими засобами. Якщо в мережі IP-телефонії використовується технологія динамічної маршрутизації, трафік може обходити збійні ділянки мережі, причому, в разі необхідності, для обходу можуть використовуватися навіть канали ТМЗК. Сучасні шлюзи IP-телефонії мають досить високі показники надійності. Коефіцієнт готовності з урахуванням резервування становить 99,999%, середній час між ушкодженнями (MTBF) – не менше 80–100 тисяч годин [7].

3.2 Методи оцінки якості передачі мови в IP-мережі

Перші три параметри якості роботи мережі IP-телефонії (затримка, джитер і втрати мовних пакетів) безпосередньо впливають на якість передачі мовної інформації. Ці параметри не характерні для звичайних телефонних

мереж, тому для оцінки якості передачі пакетної мови потрібні критерії, які відрізняються від тих, які використовуються для нормування аналогових і цифрових телефонних каналів.

З огляду на різної природи передачі інформації по каналам комутованої і IP-мережі найбільш надійним способом порівняльної оцінки якості переданої мови є суб'єктивний метод спільної думки (Mean Opinion Score – MOS), викладений в Рекомендаціях ITU-T P.800 і P.830. Оцінки MOS розраховуються після прослуховування групою людей тестованого тракту передачі мови за п'ятибальною шкалою. Оцінки 3,5 бала і вище відповідають стандартному і високій телефонній якості, 3,0 3,5 – прийнятної, 2,5 3,0 – синтезованого звуку. Для передачі мови з гарною якістю доцільно орієнтуватися на MOS не нижче 3,5 бала [7].

Іншим суб'єктивним методом оцінки якості є використання одиниць рейтингу R (Quality Rating) за стобальною шкалою. Рекомендація ITUT рекомендує користуватися одиницями R, які і були використані в останніх матеріалах специфікації ETSI. За базу для оцінки прийнята рекомендація МСЕ–Т (Міжнародний союз електрозв'язку) G.109 для мережі ТМЗК (табл. 3.1).

З'єднання з якістю $R = 50$ не рекомендується стандартом ITU-T. Одиниці MOS пов'язані з R складною нелінійною залежністю (рекомендація G.107). Вищої якості $R = 100$ відповідає $MOS = 4,5$. На практиці для швидкого перерахунку в найбільш важливому діапазоні $2,5 < MOS < 4,4$ зручна проста лінійна апроксимація: $MOS = R / 20$. Її похибка менше 5%, що цілком допустимо, з огляду на розкид при суб'єктивній оцінці. Таким чином, для з'єднань хорошої якості бажано обмежитися першими трьома категоріями, тобто забезпечити $R = 70$ або $MOS = 3,5$ [7].

Таблиця 3.1 – База для оцінки прийнята рекомендація МСЕ-Т (Міжнародний союз електрозв'язку) G.109 для мережі ТМЗК

Діапазон R	Категорія якості мови	Задоволеність користувачів
$90 < R < 100$	Найкраща (best)	Надзвичайно задоволені
$80 < R < 90$	Висока (high)	Задоволені
$70 < R < 80$	Середня (medium)	Деякі не задоволені
$60 < R < 70$	Низька (low)	Багато хто не задоволені
$50 < R < 60$	Погана (poor)	Майже всі не задоволені

Недоліками зазначених способів вимірювання якості передачі мови є їх суб'єктивізм і неефективність. Ці методи не можуть бути використані на практиці для управління мережею, так як вони не враховують вплив різних параметрів роботи IP-мережі на загальну величину якості передачі мови.

Крім суб'єктивних методів є також автоматичні методи вимірювання якості передачі мови, названий PSQM (Perceptual Speech Quality Measurement), представлений в рекомендації ITU-T P.861. Цей метод заснований на порівнянні еталонного мовного сигналу і сигналу, що надійшов з кодека або IP-мережі (Рис. 3.1) [7].

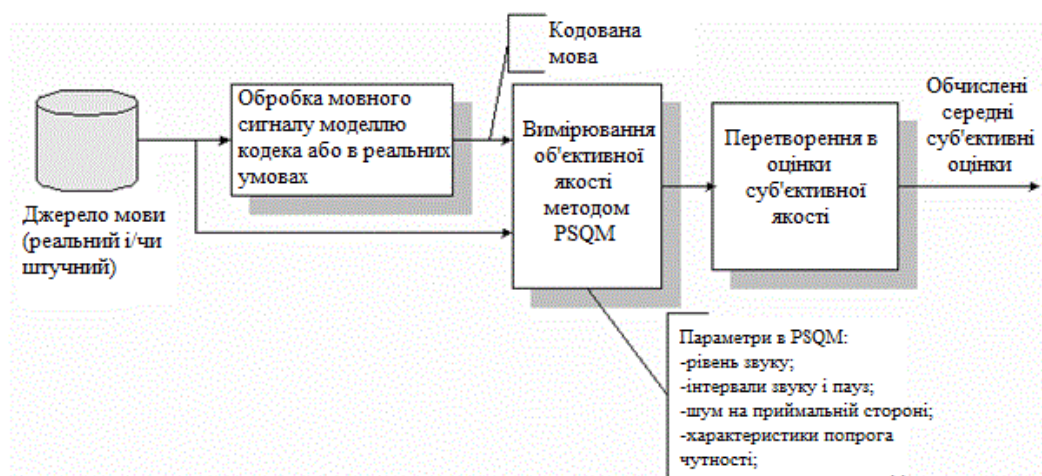


Рисунок 3.1 – Схема вимірювання об'єктивного якості мови за методом PSQM

Метод PSQM може бути використаний для порівняльної оцінки якості роботи різних мовних кодеків або мереж, але він також не дозволяє враховувати вплив окремих параметрів IP-мережі на якість передачі мови.

Найбільш зручним для оцінки якості роботи реальних мереж IP-телефонії є метод "планованого параметра погіршення, що розаховується" ICPIF (Calculated Planning Impairment Factor), заснований на Рекомендації ITU-T G.113. Основна ідея методу полягає в розрахунку величин різних параметрів погіршення якості передачі мови на кожній ділянці з'єднання в мережі зв'язку та складання цих величин для отримання загального параметра [7].

Існують різні фактори погіршення якості передачі мови в мережах зв'язку (шум, затримка, луна і ін.) і рекомендація ITU-T розділяє їх на 5 категорій. Величина загального параметра погіршення I_{tot} визначається за формулою [7]:

$$I_{tot} = I_o + I_q + I_{dte} + I_{dd} + I_e \quad (3.1)$$

де I_o – параметр погіршення якості, обумовлений неоптимальним рівнем гучності і / або високим шумом в каналі;

I_q – параметр погіршення якості, обумовлений шумами квантування в ІКМ;

I_{dte} – параметр погіршення якості, обумовлений акустичними відлуння;

I_{dd} – параметр погіршення якості, обумовлений передачею мови на велику відстань (затримка);

I_e – параметр погіршення якості, обумовлений спеціальними пристроями, зокрема низькошвидкісними кодеками.

Для порівняння роботи різних мереж IP-телефонії можна не враховувати параметри I_o і I_q , а значення I_{dte} прийняти рівним нулю. Залежність величини параметра I_{dd} від затримки передачі мовного сигналу в мережі приведена в Рекомендації G.113.

Параметр I_e використовується для оцінки якості роботи складних пристроїв обробки мовних сигналів, наприклад, низькошвидкісних кодеків.

В Рекомендації G.113 кожен тип кодека характеризується специфічним параметром K_i для оцінки погіршення якості передачі мови. Коли в IP-телефонному з'єднанні використовується кілька різних кодеків, то загальна величина параметра погіршення I_e визначається підсумовуванням індивідуальних значень параметра K_i для кожного кодека [7]:

$$I_e = \sum K_i \quad (3.2)$$

У таблиці 3.2 наведені величини параметра K_i для деяких найбільш поширених кодеків, частина з яких застосовується в мережах IP-телефонії.

Таблиця 3.2 – Значення параметру K_i

Тип кодека	Швидкість передачі (Кбіт/с)	Параметр K_i
PCM (G.7111)	64	0
APDCM (G.726, G.727)	40	2
	32	7
	24	25
	16	50
CS-ACELP/CA-ACELP (G.729/G.729a)	8	10
LD-CELP (G.728)	16	7
	12.8	20
VSELP (IS 54, USA)	8	20
RPE-LTP (GSM)	13	20

Слід зазначити, що в Рекомендації G.113 не враховується такий важливий фактор погіршення якості мови в мережах IP-телефонії, як втрати пакетів. На практиці для обліку даного чинника пропонується розраховувати

відсоток втрачених пакетів за методом PSQM і за ним визначати параметр I_e для конкретного типу кодека і швидкості передачі пакетів [7].

Значення параметра погіршення якості передачі мови I_e з урахуванням втрат пакетів для деяких типів кодеків наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Значення параметра I_e з урахуванням втрат пакетів

Втрати пакетів, %	Параметр I_e	
	кодек G.711	кодек G.729/G.792a
0	0	10
1	8	15
2	12	20
3	18	25
4	22	30
5	26	34
6	28	38
7	30	40
8	32	42
9	34	44

Якість передачі мови в різних мережах зв'язку багато в чому визначається людським сприйняттям з урахуванням фактора очікуваного рівня якості. Наприклад, в силу специфіки роботи мережі стільникового рухомого зв'язку користувачі очікують більш низьку якість передачі мови, ніж в провідних мережах. Цей суб'єктивний момент людського сприйняття якості передачі мови в різних мережах враховується шляхом зменшення параметра I_{cpif} погіршення якості на деяку величину фактора очікування A [7]:

$$I_{cpif} = I_{tot} - A \quad (3.3)$$

Коли параметр очікування A дорівнює нулю, то $I_{tot} < I_{crif}$ і в цьому випадку характеристики якості передачі мови визначаються тільки параметрами погіршення якості мережевими пристроями. Це справедливо тільки для дротових мереж зв'язку. В Рекомендації G.113 наведені чисельні значення фактора очікування A для різних мереж передачі мови (таблиця 3.4) [7].

Таблиця 3.4 – Чисельні значення фактора очікування A

Мережа зв'язку	Параметр A
Провідна мережа зв'язку	0
Мобільна мережа бездротових телефонів	5
Мобільна мережа (на великій території або в рухомому об'єкті)	10
Супутникова мережа	20

Для IP-телефонії значення параметра A в рекомендації G.113 не визначене. Однак для проведення загальної оцінки якості роботи мережі IP-телефонії можна запропонувати використовувати значення $A = 15-30$ для певних часток викликів. У таблиці 3.5 наведені граничні значення параметра I_{crif} для різних рівнів якості передачі мови відповідно до Рекомендації G.113 [7].

Таблиця 3.5 – Граничні значення параметра I_{crif}

Величина параметра I_{crif}	Якість передачі мови
5	Дуже гарна
10	Гарна
20	Задовільна
30	Іноді погане
45	Часто погане
55	В основному незадовільний

3.3 Нормування параметрів якості роботи мережі IP-телефонії

Головною метою служб електрозв'язку є надання послуг кінцевим користувачам. Конкурентоспроможність послуг, які надають сучасні оператори зв'язку, в значній мірі залежить від того, наскільки широкий спектр, пропонованих ними для споживачів послуг і яка висока їх якість.

Діяльність операторів зв'язку повинна бути спрямована на те, щоб користувач мав можливість отримувати весь спектр необхідних йому послуг, незалежно від його місця розташування, в будь-який час, за доступну ціну і з прийнятною якістю обслуговування.

Якість обслуговування (Quality of service, QoS) була предметом активних досліджень і стандартизації на протязі всієї історії розвитку телекомунікацій. Питання якості обслуговування є предметом постійного і активного інтересу з боку дослідників, розробників обладнання та провайдерів мережевих послуг.

Європейський інститут по стандартизації телекомунікацій ETSI пропонує розділити мережі IP-телефонії на чотири класи за якістю обслуговування QoS, основним показником якого є затримка пакетів. В Рекомендації ITU-T G.114 для телефонної мережі загального користування наведено близькі до градаціях ETSI затримки, які відповідають різним видам зв'язку:[7]

- до 150 мс – вихідна норма;
- до 260 мс – затримка на ділянці супутникового зв'язку;
- до 400 мс – допустима затримка з урахуванням ділянки супутникового зв'язку;
- понад 400 мс – неприпустима затримка.

У таблиці 3.6 дано рекомендації по затримці ITU-T (в таблиці дані зіставлені з класами QoS ETSI і доповнені оцінкою якості мови в балах MOS за Рекомендаціями P.800 і P.830) [7].

Таблиця 3.6 – Величина затримки для різних класів обслуговування

Класи		Вищий (Best)	Високий (High)	Середній (Medium)	Нижчий (Low)
Затримка	ETSI	<150 мс	<250 мс	<350 мс	<450 мс
	ITU-T	<150 мс	<260 мс	<400 мс	<400 мс
Бали MOS		>4,5	4,0–4,5	3,5–4,0	3,0–3,5

Для кожного класу ETSI дає наступну суб'єктивну оцінку якості мови [7]:

- вищий – еквівалентно або краще, ніж телефонна мережа загального користування (ТМЗК) за кодеком G.711; пропонується для IP-мереж, що підтримують різні рівні QoS;

- високий – еквівалентно ТМЗК з кодеком G.726 (32 Кбіт / с) або стільникового зв'язку GSM хорошої якості з кодеком підвищеної достовірністю передачі EFR (12,2 Кбіт / с); також пропонується для IP-мереж, що підтримують різні рівні QoS;

- середній – еквівалентно стільникового зв'язку GSM зі стандартним кодеком FR (13 Кбіт / с); пропонується для IP-мереж без перевантажень;

- нижчий – припускає використання VoIP в мережі Інтернет.

Якщо вважати ділянки супутникової і стільникового зв'язку складовими частинами ТМЗК, то якість передачі мови в такій мережі буде відповідати першим трьом класу, наведеними в таблиці 3.6. Отже, еквівалентна за якістю передачі мови IP-мережу повинна мати параметри, що відповідають класу не нижче середнього [7].

З огляду на залежність якості мови від втрати пакетів, можна сформулювати орієнтовні вимоги до еквівалентної мережі IP-телефонії:

- максимальна затримка повинна бути не більше 350 ... 400 мс;
- втрати пакетів – не більше 1–3%;
- суб'єктивне якість мовлення – не нижче 3,5 бала MOS.

Аналіз показує, що сучасні системи і мережі VoIP можуть відповідати цим вимогам. Природно при цьому слід орієнтуватися на рішення операторського класу, призначені для обслуговування великої кількості абонентів [7].

В рамках проекту QUASIMODO (QUALity of ServIce MethODOlogies) європейського інституту EURESCOM (European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications) розроблені вимоги до параметрів мережі для двох класів якості послуг і трьох категорій додатків (див. Таблицю 3.7) [7].

Таблиця 3.7 – Вимоги параметрів якості послуг

Клас якості послуг	Параметри мережі	Інтерактивні послуги реального часу (VoIP)	Не інтерактивні послуги реального часу (аудио/відео)	Послуги реального часу (WEB, e-commerce)
Вища якість		150	300	100
	Джитер, мс	3	50	Best effort
	Втрати, %	2	1	2,5
	Гарантія, %	99	99	98
Основна якість	Затримка, мс	800	600	300
	Джитер, мс	2	100	Best effort
	Втрати, %	4	5	15
	Гарантія, %	95	95	92

В цілому можна констатувати, що параметри сучасної апаратури і IP-мереж в змозі забезпечити якість передачі мови не нижче, ніж ТМЗК з ділянками супутникової і стільникового зв'язку. І хоча якість передачі мови в мережах IP-телефонії ще не досягла повністю рівня ТМЗК, але вже впритул до нього наблизилася.

Слід, однак, відзначити, що практичне впровадження VoIP на мережі Інтернет при всій принадності цієї ідеї залишається проблематичним з точки

зору передачі з високою якістю. Через черг і непередбачуваності співвідношення навантаження і пропускну здатності в мережі Інтернет немає гарантії, що будуть забезпечені необхідні показники QoS. Для повністю гарантованої якісної комерційної передачі мови і даних необхідно створювати спеціальні виділені IP-мережі, параметри яких, в тому числі затримка і втрати пакетів можуть обумовлюватися в угодах про рівень обслуговування SLA (Service Level Agreement) [7].

Оператори зв'язку потребують універсальний спосіб домовленості з користувачем про якість послуг, що надаються – метод, який би представив для оператора якість послуг з точки зору користувача. Таким методом стало "угоду про рівень обслуговування" (Service Level Agreement, SLA)[7].

Щоб забезпечити певний рівень якості послуги доставки інформації, необхідно вирішити два завдання:

- контролю продуктивності мережі;
- виконання спеціальних процедур для підтримки необхідного рівня якості послуги.

3.4 Якість обслуговування в мережах IP

Якість доставки в традиційних мережах IP базується на принципі так званої «найкращою спроби» (best effort). Концепція «найкращою спроби» передбачає, що користувачі справедливо поділяють доступні мережеві ресурси, трафік передається зі швидкістю, максимально можливої в даних умовах завантаження ресурсів мережі, але при цьому не гарантується забезпечення будь-якого попередньо визначеного рівня якості обслуговування. Очевидно, що такий підхід до обслуговування означає наступне: відсутні відмінності між різними видами трафіку, немає гарантії в доставці пакетів в правильному порядку, і що він буде доставлений в потрібний час або взагалі буде доставлений, і т.д [7].

Концепція «найкращою спроби» була досить ефективною для додатків, де можна передавати дані не в реальному часі (електронна пошта, передача файлів). Крім того, з урахуванням надлишку мережевих ресурсів в транспортних мережах, побудованих на базі волоконно-оптичних ліній зв'язку, принцип «найкращою спроби» певною мірою дозволяє забезпечити сьогоденні вимоги телефонії (голос поверх IP) і інших додатків реального часу [7].

Функції якості обслуговування в мережах IP (IP QoS) полягають в забезпеченні гарантованого і диференційованого обслуговування мережевого трафіку шляхом передачі контролю за використанням ресурсів і завантаженістю мережі її оператору. QoS є набором вимог, що пред'являються до ресурсів мережі при транспортуванні потоку даних. QoS забезпечує наскрізну гарантію передачі даних і заснований на системі правил контроль за засобами підвищення продуктивності IP-мережі, такими, як механізм розподілу ресурсів, комутація, маршрутизація, механізми обслуговування черг і механізми відкидання пакетів [8].

Нижче перераховані деякі з основних переваг якості обслуговування в мережах IP:

- забезпечення підтримки існуючих і з'являються мультимедійних служб і додатків. Деякі нові додатки, такі, як передача голосу по мережах IP (VoIP), висувають певні вимоги до якості обслуговування;

- передача контролю за ресурсами мережі і їх використанням мережевого оператора;

- забезпечення гарантії обслуговування і диференціювання мережевого трафіку. Ця умова є необхідною для об'єднання аудіо-, відеотрафіка і трафіку додатків в межах однієї IP-мережі;

- дозволяє постачальникам послуг Internet пропонувати клієнтам додаткові послуги поряд зі стандартною послугою негарантованої доставки даних (іншими словами, надавати послуги відповідно до так званого класом обслуговування – Class of Service (CoS)). Постачальник послуг Internet може

визначити кілька класів додаткових послуг (наприклад, "платиновий", "золотий" і "срібний" класи) і налаштувати мережеві правила, що дозволяють обробляти трафік кожного класу відповідно до заданих параметрів [8];

– дає можливість організувати обслуговування мережевого трафіку в залежності від додатка, що згенерував цей трафік, інформація про який міститься в заголовку IP-пакета;

– відіграє значну роль в розвитку нових мережевих технологій, таких, як віртуальні приватні мережі (Virtual Private Networks – VPNs).

Мережевий трафік складається з безлічі потоків, згенерованих додатками кінцевих станцій. Ці додатки відрізняються один від одного різними вимогами до обслуговування та до роботи даного продукту мережі. По суті, вимога до обслуговування кожного потоку цілком і повністю визначається вимогами згенерувати цей потік додатку. Отже, для того щоб з'ясувати структуру існуючих в мережі запитів на якість обслуговування, необхідно визначити типи мережних додатків [8].

Здатність мережі забезпечувати різні рівні обслуговування, запитувані тими чи іншими мережевими додатками, поряд з проведенням контролю за характеристиками продуктивності – пропускнуою здатністю, затримкою / тремтінням і втратою пакетів – може бути класифікована за трьома перерахованим нижче категоріями [8]:

– негарантована доставка даних (best-effort service). Забезпечення зв'язності вузлів мережі без гарантії часу і самого факту доставки пакета в точку призначення. Слід зазначити, що відкидання пакету може статися тільки в разі переповнення буфера вхідний або вихідний черги маршрутизатора. Насправді негарантована доставка пакетів не є частиною QoS внаслідок відсутності гарантії якості обслуговування і гарантії забезпечення доставки пакетів. Слід зазначити, що негарантована доставка пакетів є на сьогоднішній день єдиною послугою, яку підтримує Internet. Незважаючи на деяке зниження продуктивності, для більшості додатків, орієнтованих на передачу інформації (наприклад, додатків, що забезпечують

взаємодію по протоколу передачі файлів (File Transfer Protocol – FTP)), ця послуга є цілком достатньою. В цілому ж оптимальні умови функціонування всіх додатків включають в себе вимоги до виділення певних мережевих ресурсів в термінах смуги пропускання, затримки і рівня втрати пакетів [8];

– диференційоване обслуговування (differentiated service). Диференціювання обслуговування передбачає розділення трафіку на класи на основі вимог до якості обслуговування. Кожен клас трафіку диференціюється і обробляється мережею відповідно до заданих для цього класу механізмами QoS. Подібна схема забезпечення якості обслуговування (QoS) досить часто називається схемою CoS. Слід зазначити, що диференційоване обслуговування саме по собі не передбачає забезпечення гарантій, що надаються. Відповідно до даної схеми трафік розподіляється по класах, кожен з яких має свій власний пріоритет. З цієї причини диференційоване обслуговування досить часто називають м'яким QoS (soft QoS). Диференційоване обслуговування зручно застосовувати в мережах з інтенсивним трафіком додатків. У цьому випадку важливо забезпечити відділення адміністративного трафіку мережі від усього іншого трафіку і призначити йому пріоритет, що дозволяє в будь-який момент часу бути впевненим в зв'язності вузлів мережі [8];

– гарантоване обслуговування (guaranteed service). Гарантоване обслуговування передбачає резервування мережевих ресурсів з метою задоволення специфічних вимог до обслуговування з боку потоків трафіку.

Відповідно до гарантованого обслуговування виконується попереднє резервування мережевих ресурсів по всій траєкторії руху трафіку. Гарантоване обслуговування досить часто називають ще жорстким QoS (hard QoS) у зв'язку з пред'явленням строгих вимог до ресурсів мережі [8].

На жаль, резервування ресурсів на всьому шляху проходження окремих потоків трафіку неможливо реалізувати в масштабах магістралі Internet, яка обслуговує в окремий момент часу тисячі потоків даних. Виправити положення покликане агреговане резервування ресурсів, що вимагає

зберігання в базових маршрутизаторах Internet всього лише невеликої кількості інформації [8].

Додатки, що вимагають гарантованого обслуговування, включають в себе мультимедійні додатки, які проводять передачу голосової інформації та відеозображень. Інтерактивні програми, орієнтовані на передачу мови по Internet, можуть функціонувати нормально (тобто не викликаючи незручності у користувачів) лише в тому випадку, якщо значення латентності одно або менше 100 мс. Слід зазначити, що аналогічний рівень латентності є прийнятним для більшості мультимедійних додатків. А ось додаткам Internet телефонії вже знадобиться канал передачі інформації з пропускною спроможністю щонайменше 8 Кбіт /с і зі значенням затримки підтвердження прийому, що дорівнює 100 мс. Для того, щоб задовольнити подібні вимоги до гарантованого обслуговування, мережа повинна мати певний запас ресурсів [8].

3.5 Стандартизація QoS в області IP-телефонії

В останні роки були створені протоколи встановлення і маршрутизації телефонних викликів і протоколи управління ресурсами IP-мережі. Їх розробка і реалізація у вигляді стандартів найчастіше велися окремо один від одного. Тим часом, від координації цих протоколів залежить якість телефонного сервісу в мережах з пакетною комутацією. Тому мережа IP-телефонії повинна задовольняти ряду додаткових вимог. Перш за все, користувачі повинні бути ідентифіковані та авторизовані перед доступом до ресурсів мережі, що забезпечує телефонні послуги з гарантованою якістю. Крім того, до телефонного з'єднання з спричиненої сторони повинні бути відомі відомості про наявність достатніх ресурсів, а за користування мережевими ресурсами повинні бути введені коректні нарахування (наприклад, плата може стягуватися тільки за використаний час) [7].

Питаннями забезпечення заданої якості послуг QoS в IP-мережах займається ряд міжнародних організацій в галузі стандартизації телекомунікацій. В даний час розроблені моделі QoS наступними організаціями та форумами [7]:

- сектор стандартизації телекомунікацій Міжнародного союзу електрозв'язку ІТУ-Т;
- європейський інститут по стандартизації телекомунікацій ETSI;
- інженерна група підтримки Інтернет IETF (Internet Engineering Task Force);
- форум по мультимедійним комунікацій MMCF (Multimedia Communications Forum);
- європейський інститут з досліджень та стратегічного планування в телекомунікаціях EURESCOM (European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications).

Аналіз деяких існуючих моделей QoS наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8– Аналіз моделей QoS

Розробник моделі QoS	QoS з кінця в кінець	Класи якості	Нарахування за послуги	Вимірювання/ менеджмент	Залежність від особливостей послуг
ITU-T	Так	Ні	Ні	Так	Ні
ETSI	Так	Так	Ні	Так	Так
IETF	Ні	Ні	Ні	Так	Ні
MMCF	Так	Так	Ні	Так	Так
EURESCOM	Так	Ні	Ні	Так	Ні

На підставі даних таблиці 3.8 можна зробити наступні висновки [7]:

- тільки деякі моделі включають концепцію класів (рівнів) якості (Quality Classes);

– жодна з моделей не включає розрахунок нарахувань за надані послуги;

– деякі моделі орієнтовані тільки на застосування для специфічних послуг.

Таким чином, в даний час жодна з розроблених моделей оцінки якості послуг в мережах IP-телефонії не може вважатися універсальною і, отже, необхідні подальші теоретичні дослідження в даній області. Сукупна використання різних існуючих моделей дозволяє зробити, хоча і не всеосяжний, але багатокритерійний аналіз якості послуг в реальних мережах IP-телефонії [7].

4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ МЕРЕЖ ІР

4.1 Розрахунок показників QoS

Розглядається задача розрахунку середньої тривалості затримок у вузлі комутації пакетів. Термін «вузол комутації пакетів» означає тут і концентратор (статистичний мультиплексор), і вузол віртуальної комутації пакетів (мережі X.25, Frame Relay, мережі АТМ), і маршрутизатор (мережі ІР). Вузол комутації пакетів може бути представлений у вигляді елемента з безліччю вхідних каналів і одним вихідним каналом (концентратор) або елемента з безліччю вхідних і вихідних каналів (комутатор / маршрутизатор). З використанням символіки Кендалла такі мережеві елементи можуть бути представлені системами масового обслуговування виду G/G/1 або G/G/n (довільні імовірнісні розподіли, що описують і вхідний потік заявок (в нашому випадку – пакетів або протокольних блоків), і час їх обслуговування (відзначимо, що при аналізі вузлів комутації пакетів часто використовуються моделі з одним обслуговуючим приладом, тобто системи G/G/1) [7].

Середня довжина черги в системі M/G/1 (пуассоновський потік пакетів на вході, довільний розподіл часу обслуговування) при нескінченному розмірі буфера розраховується за класичною формулою Хінчина-Полячека:

$$\bar{q} = p + p^2 \frac{1+C_s^2}{2(1-p)}, p < 1 \quad (4.1)$$

де $p = \frac{\lambda}{\mu}$ – навантаження системи масового обслуговування (відношення інтенсивності вхідного потоку заявок до інтенсивності їх обслуговування);

$C_s^2 = \frac{D(t_s)}{(\bar{t}_s)^2}$ – квадратичний коефіцієнт варіації розподілу часу обслуговування;

$D(t_s)$ – дисперсія розподілу часу обслуговування;

\bar{t}_s – середній час обслуговування протокольного блоку (датаграми, пакета, кадру, осередку) в системі.

Для визначення середньої тривалості затримки в системі $M / G / 1$ скористаємося формулою Літтла [7]:

$$\bar{q} = \lambda \bar{t}_q \quad (4.2)$$

Тоді середня тривалість затримки визначиться як

$$\bar{t}_q = \bar{t}_s \left[1 + p \frac{1 + C_s^2}{2(1-p)} \right] \quad (4.3)$$

Для розрахунку середньої довжини черги і середньої тривалості затримки необхідно знати значення дисперсії і математичного очікування (або коефіцієнта варіації) розподілу часу обслуговування протокольного блоку (час обслуговування пропорційно довжині протокольного блоку). У таблиці 4.1 наведені вирази для розрахунку квадратичних коефіцієнтів варіації деяких розподілів, застосовуваних при оцінці середньої тривалості затримки в мережах Інтернет.

Таблиця 4.1 – Квадратичні коефіцієнти варіації для деяких розподілів

Розподіл	Коефіцієнт C
Експоненціальне (M)	$C^2 = 1$
Ерланга	$C^2 = \frac{1}{k}$ (k – порядок розподілу Ерланга)
Гиперекспоненціальне (H)	$\frac{1-2S+2S^2}{2S(1-S)}$, $0 < S \leq \frac{1}{2}$ (S – параметр гіперекспоненціального розподілу для випадку суми двох експонент)
Геометричне ($Geom$)	$C^2 = \rho_i$, $0 < \rho_i < 1$ (ρ_i – параметр геометричного розподілу)
Постійний час обслуговування заявки (D)	$C^2 = 0$

Параметри систем виду $G/G/1$ з нескінченної пам'яттю не можуть бути розраховані точно при розподілах параметрів вхідних потоків, відмінних від пуассоновського. Однак існує набір наближених формул, що дозволяють розрахувати чергу і затримки. Нижче наведені формули для розрахунку середньої довжини черги в системі $G/G/1$, звідки легко може бути отримана середня тривалість затримки:

$$\bar{q}_1 = p \left[1 + \frac{p(C_a^2 + C_s^2)}{2(1-p)} \right] \quad (4.4)$$

$$\bar{q}_2 = p \left[\frac{1}{2} + \frac{pC_a^2 + C_s^2}{2(1-p)} \right] \quad (4.5)$$

$$\bar{q}_3 = p \frac{pC_a^2 + C_s^2}{2(1-p)} \quad (4.6)$$

де C_a і C_s – квадратичні коефіцієнти розподілу вхідного потоку протокольних блоків і часу їх обслуговування, відповідно.

З формул для оцінки середніх довжин черг (затримок) видно, що в знаменнику кожної формули присутній множник $(1 - \rho)$, який є полюсом рівняння.

Наближення (4.4) зводиться до формули Хінчина-Полячека, тобто є точним для системи M/G/1. Використання тієї чи іншої наближеної формули для розрахунку черги визначається тим, наскільки розподіл вхідного потоку відрізняється від пуассонівського, а також від навантаження обслуговуючого пристрою ρ [6].

Розрахунок ймовірності втрат у вузлі комутації пакетів

Ще одним важливим параметром QoS в мережах передачі даних є ймовірність втрат пакетів. Є ряд факторів, через які пакети не доставляються в пункт призначення.

Серед основних причин відзначимо спотворення пакетів в процесі передачі через мережу, перевищення «часу життя» пакетів, а також відкидання пакетів у вузлах при відсутності вільного місця в буферному накопичувачі вузла.

Останнє явище зустрічається в тому випадку, якщо накопичувач має кінцеву ємність пам'яті. Імовірність втрат визначається як ймовірність переповнення буферного накопичувача.

В даному розділі розглядається задача розрахунку ймовірності переповнення пам'яті в вузлі, який в загальному вигляді описується системою масового обслуговування виду G/G/1/N. Почнемо з моделі найпростішої системи з пуассонівським вхідним потоком і експоненціальним розподілом часу обслуговування, а потім розглянемо більш загальні моделі системи масового обслуговування.

Система M/M/1/N. Імовірність переповнення пам'яті визначається на основі процесів загибелі і розмноження і дорівнює:

$$P_{loss} = \frac{1-p}{1-p^{N+1}} \times p^N \quad (4.7)$$

Очевидно, що при значеннях $p \ll 1$ для системи M/M/1/N може бути використана наступна апроксимація:

$$P_{loss} \approx p^N \quad (4.8)$$

З рівняння (4.7) можна також отримати необхідний розмір буфера в вузлі, виходячи з ймовірності втрат. Рішення рівняння щодо ємності буфера N виражається наступною формулою:

$$N = \frac{\ln(P_{loss})}{\ln p} \quad (4.9)$$

Система G/G/1/N. Отримання точних рішень в замкнутій формі для систем такого типу при відомих розподілах вхідного потоку і часу обслуговування пов'язане зі значними труднощами. Більш ефективним є використання наближених оцінок.

4.2 Коригування втрат трафіку реального часу з урахуванням перевищення максимально допустимої затримки

Втрати пакетів трафіку реального часу будуть виявлені користувачем і негативно позначатися на якості послуги, що надається, тому має сенс розглядати втрати в Вашій місцевості. Тоді втрати в наскрізному з'єднанні для трафіку реального часу можуть бути оцінені як:

$$P = 1 - (1 - P_{net}) \times (1 - P_{ter}) \quad (4.10)$$

де P_{net} – чистий збиток;

P_{ter} – збиток від термінального пристрою через перевищення допустимої затримки (враховуються лише для трафіку в реальному часі і потокового).

P_{ter} повинен в першу чергу затримати тремтіння. В цьому випадку допустимі значення затримки у всій мережі для трафіку в реальному часі будуть мати вирішальне значення, тобто угода не буде виконуватися від руху.

Розглянемо випадок, коли є максимальне значення затримки в наскрізному з'єднанні T_{MAN} . Тоді всі пакети трафіку в режимі реального часу, для яких є затримки мережі, можна вважати втраченими.

Таким чином, $P_{ter} = P\{T_{net} > T_{max}\}$ – імовірність того, що вхідний пакет перевищив максимально допустиму затримку.

Використовуючи метод дифузійного наближення отримаємо:

$$P_{ter} = \frac{1-p}{1-pC_a^2+C_s^2t_{jmax}^2} p^{C_a^2+C_s^2t_{jmax}^2} \quad (4.11)$$

де C_a і C_s – квадратичні коефіцієнти варіації відповідно розподілів вхідного потоку і часу обслуговування;

t_{jmax} – розмір буфера;

p – завантаження системи.

Пакети, що приходять в джитер-буфер, затримуються в ньому на час, необхідний для вирівнювання затримки, причому максимальна затримка не перевищує $t_j \leq t_{max} - t_{codec} - t_{net}$. Позначимо одне місце в буфері як затримку на одиницю часу t . Тоді t_{jmax} – максимальний розмір джитер-буфера.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

5.1 Планування науково-дослідних робіт

Мобільний зв'язок є невід'ємною частиною в житті більшості населення України і став такою ж звичною і необхідною послугою як телебачення чи громадський транспорт. І збої в отриманні цієї послуги викликають серйозний дискомфорт для споживачів. В цілому, значення мобільного зв'язку в житті суспільства сьогодні важко переоцінити.

На сьогоднішній день на ринку телекомунікаційних послуг України відбувається загострення конкуренції. Це змушує операторів стільникового зв'язку постійно вирішувати проблему покращення своїх позицій на цьому ринку.

Відповідно до зростання економіки та рівня доходів споживачів корпоративні та приватні клієнти компаній операторів зв'язку все більш значну частину бюджету витрачають або готові витратити на послуги зв'язку. Це призводить до збільшення масштабів діяльності телекомунікаційних компаній, підвищує привабливість цієї сфери діяльності і, як наслідок, збільшує число суб'єктів господарювання, що мають бажання вийти на телекомунікаційний ринок. Так, за станом на 30.06.2020 рік в Реєстр операторів, провайдерів телекомунікацій України включено 6777 суб'єктів господарювання.

В даному розділі розглядається економічне обґрунтування корпоративної мережі з ІР-телефонією для підприємств. Дана мережа дозволить поєднати передачу, як голосової інформації, так і інформації в цифровому вигляді, в один канал зв'язку. Дає можливість знизити витрати на обслуговування мережі і скоротити вартість послуг.

Цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів занесемо до таблиці 5.1 [10].

Таблиця 5.1 – Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Нормування параметрів і стандартизації QoS в IP телефонії.	1. Мережі операторів та провайдерів, що надають послуги онлайн-відео і тому подібні потокові сервіси	1. Зниження витрат на обслуговування мережі і скорочення вартості послуг
	2. Корпоративні мережі з переважним використанням IP- телефонії	2. Поліпшення якості передачі інформації та/або потокового відео

Метою економічного розрахунку в даному розділі є визначення величини витрат на проведення НДР та ефективності дослідної роботи.

В межах завдання проаналізована характеристика потенційного ринку та подана у вигляді табл.5.2 [10]:

Таблиця 5.2 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти	Провайдер IP-телефонії «Космонова»
		Національний провайдер Vega Telecom
		Оператор «Датагруп»
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Великий стартовий капітал
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	

Здійснено SWOT- аналіз середовища реалізації інноваційного проекту (табл. 5.3) [10]:

Таблиця 5.3 – SWOT- аналіз

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
<ul style="list-style-type: none"> – допомагає скоротити щомісячні операційні витрати на зв'язок; – підвищує ефективність комунікацій; – проста у використанні; – забезпечує високу якість зв'язку; – додає інновацій та сучасності офісу. 	<ul style="list-style-type: none"> – конфлікт IP адрес;
Можливості:	Загрози:
<ul style="list-style-type: none"> – бурхливий розвиток інформаційних технологій забезпечує можливість реалізації цих нових методів захисту інформації 	<ul style="list-style-type: none"> – недостача фінансування

З метою відображення взаємозв'язків стейкхолдерів, на рисунку 5.1 відображено карту стейкхолдерів, яка дозволить візуалізувати картину взаємозв'язків стейкхолдерів [10].

Необхідне на карті стейкхолдерів виділено на рис.5.1:

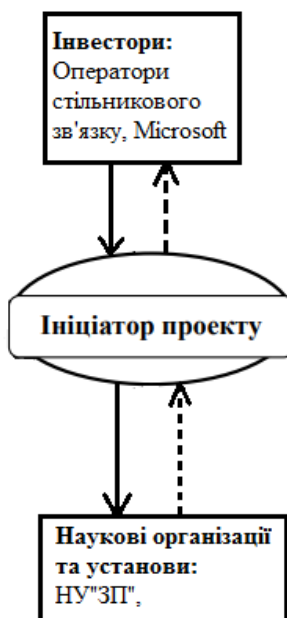


Рисунок 5.1 – Карта стейкхолдерів

Весь комплекс науково-дослідних робіт можна поділити на типові

стадії. На кожній стадії вказуються виконавці і тривалість виконання робіт.

Трудомісткість НДР розраховується в людино-днях витрат робочого часу основних виконавців і залежить від складності розробки та ступеня її новизни, кваліфікації виконавців, наявності у них навичок дослідницької роботи, від використовуваних матеріалів, вимог надійності, технічних умов комплектуючих, схем і так далі. В роботі брали участь інженер-дослідник і консультант. Планування розробки і калькуляція кошторисної вартості роботи по проведенню дослідження приведено нижче.

Розрахуємо тривалість етапів:

$$T_{ц} = \frac{Q}{R} \quad (5.1)$$

де $T_{ц}$ – тривалість циклу, дні

Q – трудомісткість робіт, люд.-дні

R – кількість виконавців, чел.

Результати розрахунків тривалості процесу НДР в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Тривалість дослідницьких робіт та її результати

№ етапу	Назва роботи	Трудомісткість		Виконавці	Кільк. людей	Тривалість, днів
		Люд. – Дні	% підсумку			
1	Аналіз предметної області	6	9,84	Інженер, консультант	2	3
2	Підбір необхідної	14	22,95	Інженер	1	14
3	Виконання теоретичних розробок по темі	25	40,98	Інженер	1	25
4	Проведення розрахунків	12	19,67	Інженер	1	12
5	Обробка отриманих результатів і висновки	4	6,56	Інженер, консультант	2	2
	Разом	61	100		2	56

У ряді випадків дуже важко встановити загальну трудомісткість проведеної НДР. Це пов'язано з елементами невизначеності в процесі виконання більшості робіт. У таких випадках використовують дві або три ймовірні оцінки часу, даються відповідальним виконавцям по кожному етапу робіт.

5.2 Розрахунок планових витрат на виконання НДР

Розрахунок планової собівартості для проведення досліджень.

Розрахунок використаних матеріалів та ресурсів для проведення НДР дозволяє визначити планову кошторисну собівартість даної роботи. Собівартість НДР розраховувалася відповідно до наступних калькуляційних статей витрат:

- заробітна плата науково–технічного персоналу;
- єдиний соціальний внесок;
- вартість матеріалів, необхідних для НДР;
- вартість спеціального обладнання для проведення експериментів;
- службові відрядження;
- вартість робіт і послуг інших організацій;
- інші непрямі невраховані витрати;
- накладні витрати.

У вартість матеріалів включаються витрати на матеріали для проведення дослідження (наприклад папір), а також для виготовлення дослідних зразків.

Розрахуємо вартість основних матеріалів M_0 за формулою:

$$M_0 = (1 + K_{ТЗ}) \times \sum_{i=1}^n (\text{Ц}_i \times N_i - \text{Ц}_{i0} \times N_{i0}), \quad (5.2)$$

де $K_{ТЗ}$ – коефіцієнт, що враховує транспортно–заготівельні витрати (Транспортно–заготівельні витрати складають 10 % від вартості

використаних матеріалів);

C_i – ціна i -го найменування матеріалу, грн;

N_i – необхідна потреба в матеріалі i -го найменування;

C_{io} – вартість зворотних відходів i -го найменування матеріалу, грн;

N_{io} – кількість зворотних відходів i -го найменування матеріалу;

n – кількість найменувань матеріалів.

Вихідні дані і розрахунки вартості матеріалів занесемо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 – Витрати на матеріали

Матеріал	Одиниця Виміру	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Папір формату А4	500 аркушів	1	130,00	130,00
Папір формату А1	шт.	5	6,00	30,00
Картридж для принтера	шт.	1	300,00	300,00
Ручка	шт.	3	2,00	6,00
Разом				566,00
Транспортно-заготівельні витрати			56,60	522,60

Для розрахунку витрат на електроенергію використовуємо формулу:

$$E = P_y \Phi_{\text{еф}} K_b C_e K_{\text{КД}} \quad (5.3)$$

де P_y – установлена потужність енергетичних струмоприймачів обладнання, кВт;

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу роботи даного виду обладнання, год;

K_b – коефіцієнт використання енергетичних установок по потужності і часу ($K_b = 0,8$);

C_e – ціна 1 кВт·год електроенергії. Згідно з Постановою НКРЕКП від 2676, для ПАТ «Запоріжжяобленерго» з 01.01.2020 встановлені наступні тарифи на послуги з розподілу електроенергії для юридичних осіб: другий клас напруги (напругою менше 27,5 кВ) – 229,29 коп/кВтгод (без ПДВ)[11];

$$KKД = 0,8.$$

Таблиця 5.6 – Розрахунок вартості енергоресурсів

Найменування	Вид енергоресурсів	Встановлена потужність, кВт	Тривалість, годин	Тариф за кВт час, грн	Вартість, грн
Комп'ютер	Електроенергія	0,2	400	2,2929	183,43
Принтер	Електроенергія	1,5	10		34,39
Разом					217,82

До спеціального обладнання відноситься таке обладнання, яке використовується тільки для проведення окремої дослідницької роботи. Результати розрахунку занесені в таблицю 5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок вартості спеціального обладнання

Устаткування	Марка	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Вартість, Грн
Ноутбук	Asus F5	1	11000,00	11000,00
Принтер	Xerox MP350	1	3200,00	3200,00
Разом				14200,00

Розрахуємо суму амортизаційних відрахувань. Для розрахунку амортизації використаємо строки корисного використання (експлуатації) об'єкта основних засобів (комп'ютера і принтера), встановлені правилами бухгалтерського обліку. Мінімально допустимі строки амортизації основних засобів та інших необоротних активів для електронно-обчислювальних

машин, інших машин для автоматичного оброблення інформації – становить 2 роки (встановлено пп.138.3.3 п.138.3 ст.138 Податкового кодексу). Річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується на строк корисного використання об'єкта основних засобів. Отже, річну суму амортизації (A_p) можна визначити за такою формулою:

$$A_p = V_a \div C_{кв} , \quad (5.4)$$

де $V_a = V_{п} - V_{л}$ – вартість комп'ютера і принтера, яка амортизується;

$V_{п}$ – первісна вартість;

$V_{л}$ – ліквідаційна вартість;

$C_{кв}$ – строк корисного використання (2 роки).

Місячна сума амортизації (A_m) визначається за такою формулою:

$$A_m = A_p \div 12, \quad (5.5)$$

де A_p – річна суму амортизації;

12 – кількість календарних місяців у одному році корисного використання.

Результати розрахунку суми амортизаційних відрахувань за період роботи занесені у таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 – Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Найменування	Балансова вартість, грн	Ліквідаційна вартість, грн	Річна сума амортизації, грн	Місячна сума амортизації, грн	Сума, грн
Комп'ютер	11000	0	5500	458,33	916,67
Принтер	3200	0	1600	133,33	266,66
Всього					1183,33

Розрахуємо заробітну плату всіх категорій працівників, безпосередньо зайняті в процесі проведення всіх етапів НДР. Сума заробітної плати розраховується на основі зайнятості виконавців по окремих етапах робіт і середньоденного заробітку для кожної категорії персоналу. Результати розрахунку занесені в таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 – Заробітна плата

Посада	Місячний оклад, грн	Кількість Виконавців	Зайнятість НДР, міс	Зарплата, Грн
Інженер	8000,00	1	2,5	20000,00
Консультант	9000,00	1	0,25	2250,00
Всього	–	2	–	22250,00

Сума з основної заробітної плати становить 22250,00 грн. Додаткова плата приймається 10% від основної заробітної плати, становить 2225,00 грн. Підсумкова сума заробітної плати становить 24475,00 грн.

До статті "єдиний соціальний внесок" належать виплати, які здійснюються у загальнодержавні фонди: 18 % – у Пенсійний фонд; 1,4 % – у Фонд соціального страхування на випадок тимчасової втрати працездатності; 1,6 % – у Фонд загальнообов'язкового державного соціального страхування на випадок безробіття; 1,0,% – у Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань. Відрахування на єдиний соціальний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (ЄСВ) – 22%.

Накладні витрати проектних організацій включають три групи видатків: витрати на управління, загальногосподарські витрати, невиробничі витрати. Вони розраховуються за встановленими відсотками до витрат на оплату праці. Середньостатистичний відсоток накладних витрат в організації складає 150%.

Складемо кошторис усіх витрат і занесемо розрахунки в таблицю 5.10.

Таблиця 5.10 – Кошторис витрат на виконання НДР

Вид витрат	Сума витрат, грн	Відсоток витрат, %
Основні матеріали	522,60	0,9
Амортизаційні відрахування	1183,33	1,84
Енергоносії	217,82	0,37
Основна заробітна плата	22250,00	34,2
Додаткова заробітна плата	2225,00	3,42
Відрахування на ЄСВ	5384,50	8,33
Накладні витрати	33337,50	51,21
Всього	65120,75	100
ПДВ (20%)	13024,15	20
Всього	78144,9	120

В результаті отримали, що сума всіх витрат, необхідних для проведення НДР, становить 78144,9 грн.

5.3 Розрахунок економічної ефективності НДР

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможлива, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелика. Для таких досліджень рекомендується визначати науковий та науково–технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень. Науковий та науково–технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково–технічної ефективності $E_{нт}$ за допомогою формули [12]

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \times B_{ij}}{\sum B_i \times B_{ij}^{max}}, \quad (5.6)$$

де V_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності [12];

B_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами i -му фактору;

$B_{ij \max}$ – максимально можливе значення балу [12];

i – порядковий номер фактору;

j – відповідна характеристика i -го фактору.

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять у таблицю 5.8.

Таблиця 5.11 – Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної еффективності	Характеристика фактору	Розрахунок B_{ij}		$B_{ij \max}$
		V_i	B_{ij}	
1 Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	0,25	7	10
2 Глибина наукового опрацювання	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	0,16	6	10
3 Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	0,09	6	10
4 Масштаб використання результатів	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень	0,25	5	10
5 Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження до 4 років	0,15	7	10
6 Завершення одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	0,1	6	10

$$E_{\text{HT}} = (0,25 \times 7 + 0,16 \times 6 + 0,09 \times 6 + 0,25 \times 5 + 0,15 \times 7 + 0,1 \times 6) / 10 = 0,615$$

Загальна оцінка наукової та науково–технічної ефективності при розрахованому значенні E_{HT} визначаємо по таблиці додатка 4 [12]. Загальна оцінка науково–технічної ефективності при $E_{\text{HT}} = 0,61 - 0,75$ – добре.

В даному розділі було проведено аналіз і обґрунтування економічної ефективності науково–дослідницької роботи. Сумарні витрати на дослідження становлять 78145 грн. Обґрунтованість ефективності підтверджується розрахованим коефіцієнтом економічної науково-технічної ефективності, який становить 0,615.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Оскільки тема дипломного проекту «Дослідження характеристик якості передачі мови в IP-мережах» передбачає проведення робіт в приміщенні, обладнаному персональними комп'ютерами з візуальними дисплейними терміналами, необхідно розглянути заходи щодо забезпечення безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки для приміщення з персональними комп'ютерами.

Небезпечний виробничий фактор – вплив на людину, який в певних умовах приводить до травми або раптового погіршення здоров'я. Якщо виробничий фактор призводить до хвороби і зниження працездатності, він називається шкідливим. Фактор може стати небезпечним, якщо збільшується рівень і тривалість впливу. Виробничі фактори діляться на групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізичні. Програміст, який здійснює прогноз переміщення абонентів і інші співробітники організації працюють в офісному приміщенні. Вони можуть піддаватися таким небезпечним і шкідливим виробничим факторам.

Фізичні:

- наявність шуму і вібрації;
- електромагнітне випромінювання;
- м'яке рентгенівське випромінювання;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі;
- ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання;
- електростатичне поле між оператором та екраном;
- наявність пилу, озону, оксиду азоту;
- невідповідність нормам мікроклімату;
- недостатня освітленість робочого місця;
- небезпека виникнення пожежі;

- небезпека ураження електричним струмом.

Психофізичні:

- напруга органів зору;
- статичні перевантаження кістково-м'язового апарату, динамічні перенапруги м'язів кистей рук;
- розумове і фізичне перенапруження;
- емоційні перевантаження.

Фактори першої групи пов'язані з фізичними умовами, де знаходяться під час роботи люди. Друга група пов'язана з фізичними та психологічними умовами праці. Фактори обох груп пов'язані між собою і потрібно розглядати комплексно їх вплив на людей.

Вищенаведені фактори призводять до травм, погіршення здоров'я, професійним захворюванням, що призводить до зниження продуктивності праці.

Наприклад, сильний шум викликає труднощі до розпізнавання колірних сигналів, знижує швидкість сприйняття кольору і зменшує на 10 % продуктивність праці. Тривалий вплив шуму з рівнем звукового тиску 90 дБ знижує продуктивність праці на 45 %.

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Заходи щодо техніки безпеки – це система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігає або зменшує вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Відповідно до класифікації приміщень за ступенем небезпеки поразки електричним струмом ДСТУ Б В.2.5–82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом", приміщення розробників імітаційних моделей відноситься до класу електричної небезпеки – I, без підвищеної небезпеки, виходячи з того, що в ньому встановлені прилади (комп'ютери), які при підключенні до

електромережі використовують дріт з робочою ізоляцією і заземленням, мережевий штекер також заземлюючий контакт, тому що відносна вологість повітря не перевищує 75%, температура не більше 27 °С, відсутнє хімічно агресивне середовище.

Для захисту від ураження електричним струмом застосовується такий технічний захід захисту, як застосування малих напруг. Мала напруга – це напруга не більше 42В, що застосовується з метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом. Найбільша ступінь безпеки досягається при напрузі до 10В. При такій напрузі струм як правило не перевищує 1...1,5 мА. Однак, у приміщеннях підвищеної небезпеки та особливо небезпечних, струм може значно перевищити цю величину, що становить небезпеку ураження людини.

В електроустановках застосовуються такі види ізоляції:

- робоча ізоляція – електрична ізоляція струмоведучих частин електроустановки, що забезпечує її нормальну роботу і захист від ураження електричним струмом;

- додаткова ізоляція – електрична ізоляція, передбачена додатково до робочої ізоляції для захисту від ураження електричним струмом, у разі пошкодження робочої ізоляції;

- подвійна ізоляція – це ізоляція складається з робочої і додаткової ізоляції;

- посилена ізоляція – поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий же ступінь захисту від ураження електричним струмом, як і подвійна ізоляція.

Контроль та профілактика ушкодженої ізоляції – найважливіший елемент забезпечення електробезпеки. При введенні експлуатацію нових або тих що пройшли ремонт електроустановок проводиться прийнятно-здавальні випробування з контролем опору ізоляції. На працюючому обладнанні проводиться експлуатаційний контроль ізоляції у строки,

встановлені нормативами. Контроль опору ізоляції здійснює електротехнічний персонал за допомогою мегоомметрів.

Робочі місця проектувальників відповідають НПАОП 0.00–7.11–12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» та ДСТУ Б В.2.5–82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом". Складові частини виробничого обладнання (у тому числі кабелі, проводи тощо) виконані з таким розрахунком, щоб виключити можливість їх випадкового пошкодження, яке викликає небезпеку. Конструкцією виробничого обладнання передбачений захист від ураження електричним струмом. Для доступу до струмоведучих частин при ремонті або огляді необхідно розкрутити кріпильні гвинти і зняти кришку. Металеві частини виробничого обладнання, які можуть внаслідок пошкодження ізоляції опинитися під електричною напругою небезпечної величини, заземлені або занулені. Провідники занулення вибрані так, щоб при замиканні на корпус або на нульовий провід виникав струм короткого замикання, сила якого перевищує не менше ніж у три рази номінальну силу струму плавкої вставки найближчого запобіжника.

Дисплей комп'ютера здатний накопичувати статичний заряд. Небезпека зарядів статичного електрики виявляється в можливості виникнення електричних зарядів у просторі, впливі на обслуговуючий персонал та порушенні нормального ходу робочого процесу. Вплив статичного струму на обслуговуючий персонал позначається в розрядах статичних зарядів через людину і вплив електростатичного поля. Безпосередньо струм розряду не є небезпечним, тому що час його протікання через тіло людини мале (дорівнює декількох мілісекунд). Такі короточасні імпульси можуть викликати електричні удари, які супроводжуються болючим уколом, що призводять до переляку.

Для зниження рівня статичної електрики передбачено екранування джерела статичної електрики (монітора) захисним екраном і заземлення

екрана згідно ГСанПиН 3.3.2.007–98 "Государственные санитарные правила и нормы работы с визуальными дисплейными терминалами электронно–вычислительных машин".

У схемі електричних ланцюгів передбачено пристрій, який централізовано відключає від живильної мережі всі електричні ланцюги. У відділі всі мережеві розетки мають написи зі значенням напруги і застережний знак.

До основних ергономічних завдань організації робочого місця згідно НПАОП 0.00–7.11–12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» належать:

- справний робочий стан устаткування і захисних пристроїв у робочих зонах, сприятливі умови для усунення виявлених несправностей, які можуть негативно вплинути на безпеку і здоров'я працівників;

- регулярне очищення робочих зон і їх устаткування, особливо в закритих робочих приміщеннях, для забезпечення належних санітарно–гігієнічних умов;

- можливість регулярного контролю і перевірок здатності функціонування захисних засобів і пристроїв, призначених для запобігання небезпеці або її усунення.

Обладнання та організація робочих місць працюючих з ПК забезпечує відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру та особливостей трудової діяльності.

Конструкція та монтаж електричного устаткування повинні відповідати вимогам протипожежної безпеки, вибухобезпеки та захисту людей від нещасних випадків внаслідок контакту з ним.

Під час вибору електричних засобів праці і захисних пристроїв, а також напруги живлення повинні враховуватись вплив зовнішніх умов і професійна кваліфікація персоналу, який матиме доступ до деталей устаткування.

6.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Однією з необхідних умов для продуктивної роботи є виконання заходів з виробничої санітарії відповідно до ДСН 3.3.6–042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Для нормальної експлуатації машин електронної та обчислювальної техніки і високопродуктивної праці робітників в процесі розробки моделі передбачений наступний комплекс заходів:

- забезпечення оптимального мікроклімату;
- застосування оптимального освітлення;
- створення оптимальних умов праці на робочому місці;
- зниження психоемоційного та фізичного навантаження.

Загальні санітарно–гігієнічні вимоги до повітря приміщення відповідають вимогам ГОСТ 12.1.005–88 (1991) «ССБТ. Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны». У приміщенні застосована система кондиціонування, а також регулярно проводиться провітрювання. У приміщенні регулярно здійснюється вологе прибирання.

Згідно ДБН В.2.5–28–2018 «Природне і штучне освітлення» у приміщенні застосований змішаний тип освітлення, що відповідає II–III розряду зорової роботи. Як штучне джерело освітлення застосовані лампи денного світла, які разом зі світильниками вмонтовані в стелю. У світлий час доби в основному застосовується природне освітлення, що забезпечується наявністю вікон. При необхідності (захист від прямих сонячних променів), вікна закривають жалюзі. Увечері, або в похмуру погоду персонал включає штучне освітлення.

Правильна організація робочого місця – створення на робочому місці необхідних умов для продуктивної роботи, при найбільш повному використанні обладнання, малих розтратах фізичної та емоційної енергії працівника, підвищення змістовності та привабливості роботи, збереження здоров'я працюючих.

Площа робочого місця з ПК складає не менше 6 м^2 , а об'єм – не менше 20 м^3 . Робочі місця з ПК розташовуються відносно світлових прорізів таким чином, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

Конструкція робочого столу забезпечує оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання, враховуючи його масогабаритні і конструктивні особливості.

Висота робочої поверхні столу регулюється в межах 680–800 мм. Модульними розмірами робочої поверхні столу для ПК, розраховуються конструктивні розміри, слід вважати: ширину 800, 1000, 1200, 1400 мм, глибину 800 і 1000 мм при нерегульованій його висоті, що дорівнює 725 мм.

Робоче місце обладнане підставкою для ніг, має ширину не менше 300 мм, глибину не менше 400 мм.

Конструкція робочого стільця (крісла) підтримує раціональну робочу позу при роботі з ПК, дозволяє змінювати позу з метою зниження статистичного напруження м'язів шийно–плечової області і спини для попередження стомлення. Робочий стілець (крісло) є підйомно–поворотним і регульованим по висоті і кутам нахилу сидіння і спинки, а також відстані від переднього краю сидіння.

Клавіатуру комп'ютера краще розташовувати на відстані 10–15 мм від краю столу, тоді зап'ястя рук будуть спиратися на стіл. Бажано придбати спеціальну підставку під зап'ястя, що, як стверджують медики, допоможе уникнути хвороби кистей.

Для ефективного використання маніпулятора типу «миша» застосовується спеціальний килимок–планшет. Килимок–планшет задовольняє основним критеріям: по–перше, добре тримається на поверхні столу, по–друге, матеріал верхньої поверхні планшета забезпечує вільне ковзання миші.

Порушення зору, пов'язані з недоліками системи освітлення, є звичайним явищем на робочому місці. Завдяки здатності системи пристосовуватися до недостатнього освітлення, до цих моментів іноді не

ставляться з належною серйозністю. Недостатнє освітлення викликає зоровий дискомфорт, що виражається у відчутті незручності або напруженості.

Крім природного та штучного освітлення може застосовуватися їх поєднання, коли освітленості за рахунок природного світла недостатньо для виконання тієї чи іншої роботи. Таке освітлення називається суміщеним.

Вимоги до освітлення офісних приміщень. Природне освітлення забезпечують коефіцієнт природного освітленості не нижче ніж 1,5%. Штучне освітлення забезпечується системою загального рівномірного освітлення. Значення освітлень на поверхні робочого столу повинна становити від 300 до 500 лк, як джерело штучного освітлення забезпечується люмінесцентні лампи типу ЛБ.

В якості джерел світла при штучному освітленні застосовуються переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ. При влаштуванні відбитого освітлення у виробничих та адміністративно–громадських приміщеннях допускається застосування металогалогенних ламп потужністю до 250 Вт. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення.

Загальне освітлення виконується у вигляді суцільних або переривчастих ліній світильників, розташованих збоку від робочих місць, паралельно лінії зору користувача при рядному розташуванні ПЕОМ. При периметральному розташуванні комп'ютерів лінії світильників розташовуються локалізовано над робочим столом ближче до його переднього краю, зверненого до оператора.

Поліпшення освітленості сприяє підвищенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. 90% інформації людина одержує через органи зору. Світло впливає на обмін речовин, серцево-судинну і нервову системи. Раціональне освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, її безпеці. При недостатньому освітленні та його поганій якості відбувається швидка втома

зорових аналізаторів, підвищується травматичність. Занадто висока яскравість викликає осліплення, порушення функції ока.

Для поліпшення ефективності роботи, слід правильно визначити показники освітленості і кількість, вид використовуваних світильників, щоб вони відповідали вимогам БНіП "Природне і штучне освітлення. Норми проектування».

У офісному приміщенні розміром 6х6х3,2 м необхідно створити освітленість $E_H = 200 \text{ Лк}$. Коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{\text{пот}}=70\%$, стін $\rho_c=50\%$ та підлоги $\rho_{\text{пол}}=30\%$. Для освітлення використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ у світильниках ШОД.

Вихідні дані для розрахунку загального освітлення у приміщенні з ПЕОМ наведені у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	h_p	h_z	$\rho_{\text{пот}}$	ρ_c	$\rho_{\text{пол}}$	K_z	<i>PЗР</i>
6	6	3,2	0,8	0,3	70	50	30	1,6	Ш Г

Обираємо раціональний тип світильника. Тип світильника ШОД, тому що у нього мінімальна висота підвішування над підлогою складає 2,5 м, а в нашому випадку цей параметр складає:

$$H - h_z = 3,2 - 0,3 = 2,9 \text{ м}, \quad (6.3)$$

де H – висота приміщення;

h_z – висота звисання світильника.

Оцінюємо коефіцієнти відбиття поверхонь у приміщенні:

- коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{\text{пот}} = 70$;
- коефіцієнт відбиття стін $\rho_c = 50$;
- коефіцієнт відбиття підлоги $\rho_{\text{пол}} = 30$.

Виходячи з даних коефіцієнтів відбиття поверхонь, приміщення є світлим та незапиленним.

Знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{6 \cdot 6}{2,1 \cdot (6 + 6)} = 1,43; \quad (6.4)$$

$$h = H - h_p - h_z = 3,2 - 0,8 - 0,3 = 2,1 \text{ м}, \quad (6.5)$$

де A – довжина приміщення;

B – ширина приміщення;

h_p – висота робочої поверхні.

За допомогою параметрів $\rho_{\text{пот}}$, ρ_c , $\rho_{\text{пол}}$, i , та виконавши інтерполяцію знаходимо значення коефіцієнта використання η . У нашому випадку $\eta = 50\%$.

Розрахуємо світловий потік лампи Φ_l та кількість світильників N .

Визначимо сумарний світловий потік для даного приміщення:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot S \cdot k_z \cdot Z}{\eta} = \frac{200 \cdot 36 \cdot 1,6 \cdot 1,1}{0,5} = 25344 \text{ Лм}, \quad (6.6)$$

де k_z – коефіцієнт запасу, що враховує забруднення світильників та знос джерел світла у процесі експлуатації;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

З відношення L/h (L – відстань між рядами світильників) для обраного світильника знаходимо L :

$$\frac{L}{h} = 1,8 \text{ звідси}$$

$$L = 1,8 \cdot 2,1 = 3,78 \text{ м.} \quad (6.7)$$

Виходячи з наступної формули знаходимо умовну кількість світильників:

$$N = \frac{A \cdot B}{L^2} = \frac{36}{3,78^2} = 2,52 \approx 4 \text{ шт.} \quad (6.8)$$

Наступним визначаємо значення світлового потоку умовного модуля світла (джерела світла):

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N \cdot n} = \frac{25344}{4 \cdot 2} = 3168 \text{ Лм,} \quad (6.9)$$

де n – кількість лампочок у світильнику.

Кількість рядів світильників у приміщенні визначаємо наступним чином:

$$N_p = \frac{B}{L} = \frac{6}{3,78} \approx 2. \quad (6.10)$$

Для нашого типу світильника обираємо необхідні значення потужності лампи $P_{\text{л}}$ та світлового потоку $\Phi_{\text{л}}$:

- $P_{\text{л}} = 80 \text{ Вт};$
- $\Phi_{\text{л}} = 3200 \text{ Лм.}$

Визначаємо реальну кількість ламп в умовному модулі світла:

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{3168}{3200} = 0,99. \quad (6.11)$$

Реальна кількість ламп у приміщенні:

$$N_l = N \cdot n \cdot m = 4 \cdot 2 \cdot 1 = 8 \text{ шт.} \quad (6.12)$$

Порівняємо загальну розрахункову освітленість E_p з E_n , вона повинна бути у межах $\pm 10\text{--}20\%$ від E_n :

$$E_p = \frac{\Phi_l \cdot \eta \cdot N_l}{S \cdot k_3 \cdot Z} = \frac{3200 \cdot 0,5 \cdot 8}{36 \cdot 1,6 \cdot 1,1} = 202 \text{ Лк}, \quad (6.13)$$

де S – площа приміщення.

Порівнявши ці значення визначаємо, що вони відрізняються на 1%.

Розраховуємо потужність освітлюючої установки:

$$P_\Sigma = N_l \cdot n \cdot P_l = 4 \cdot 2 \cdot 80 = 640 \text{ Вт.} \quad (6.14)$$

Для забезпечення нормуваних значень освітленості у приміщеннях де використовуються ПЕОМ проводиться чистка стекол віконних рам та світильників не менше ніж два рази на рік та проводиться своєчасна заміна ламп, що перегоріли.

6.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

6.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки для приміщення обладнаного ПК з ВДТ, розроблені відповідно до вимог НАПБ А.01.001–2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні обладнаному ПК з ВДТ, відповідно до вимог

ДСТУ Б В.1.1–36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до виробництв категорії «Д» з пожежної небезпеки – простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення яке обладнане ПК з ВДТ належить до виробництва категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому відповідно до ДБН В.1.1–7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

Згідно ДБН В.2.5–56:2014 «Системи протипожежного захисту», у приміщенні обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації, яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика.

Оскільки приміщення обладнане ПК з ВДТ належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки тому відповідно до вимог розділу «Типові норми належності вогнегасників» ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги» для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК–3,5 у кількості 3 штук (з розрахунку один вогнегасник на 20 м^2 площі приміщення). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Передбачений для приміщення дослідницького центру обладнаного персональними комп'ютерами з візуальними дисплейними терміналами комплекс заходів по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки забезпечують безпечні та комфортні умови праці персоналу.

Системи вентиляції і кондиціонування повітря відводять тепло від електронного обладнання, але вони являють собою додаткову пожежну небезпеку.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають: організація пожежної охорони, проведення навчань, застосування наочних засобів протипожежної агітації, проведення перевірок.

Технічні заходи: суворе дотримання правил і норм, визначених чинними нормативними документами при реконструкції, переоснащенні, переобладнанні будинків, мереж, освітлень і т.д.

У разі загоряння для порятунку людей застосовуються протидимові маски з фільтрами респіраторного дії. Вогнегасники і маски повинні знаходитися в легкодоступних місцях, захищених від попадання сонячних променів, дії нагрівальних та опалювальних приладів. На вертикальні конструкції повинні бути навішені вогнегасники на висоті 1,5 м. Система вентиляції і кондиціонування відключається при спрацьовуванні автоматичних установок. Застосування вогнеперегороджуючих пристроїв і протипожежних перешкод локалізує вогнище загоряння. При плануванні та технічному оснащенні визначені шляхи евакуації з урахуванням вогнестійкості. Організовано голосове сповіщення і світлові знаки для напрямку руху по шляху евакуації. Комплекс протидимового захисту забезпечує не задимлення, зниження температури, видалення продуктів горіння на шляху евакуації під час, необхідний для виведення людей з небезпечної території.

6.4.2 Заходи з цивільного захисту

Важливе значення у вирішенні завдань зниження втрат і загрози життю і здоров'ю людей при виникненні надзвичайних ситуацій набуває евакуація, укриття в захисних спорудах, наприклад у бомбосховищах, використання засобів індивідуального захисту і медичної профілактики. Велике значення для забезпечення безпеки життєдіяльності населення у надзвичайних ситуаціях має завчасне здійснення заходів, адекватних виниклої ситуації. Для цього необхідно навчити робітників діям у надзвичайних ситуаціях,

організувати своєчасне оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій. Для зменшення негативних наслідків аварії на підприємстві важливим є порядок оповіщення. При аварії, масштаби якої не виходять за межі санітарно-захисної зони об'єкту сповіщаються чергові зміни аварійних служб, невоєнізована охорона, цехи, відділи, керівництво підприємства. Оповіщення про надзвичайну ситуацію (аварія, пожежа і тощо) проводиться черговим диспетчером по об'єктовій системі оповіщення з використанням гучномовців та електросирен. Черговий диспетчер повинен доповісти черговому по відділу з надзвичайних ситуацій підприємства. Отримавши інформацію про евакуацію працівники закривають вікна, відключають електрику, беруть особисті речі і персонал виводиться за межі об'єкта.

Усі працівники підприємства, незалежно від займаних посад, повинні знати та суворо виконувати вимоги Типової інструкції щодо дій персоналу підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій.

Працівники охорони в разі виявлення виникнення надзвичайної ситуації, повинні діяти за заздалегідь розробленою інструкцією. Заступаючи на чергування, вони зобов'язані пересвідчитися в тому, що шляхи евакуації не захаращено, а двері евакуаційних виходів у разі потреби без перешкод відчиняються.

На підприємстві має бути встановлено порядок оповіщення людей про загрозу надзвичайної ситуації, з яким необхідно ознайомити всіх працівників.

Після оповіщення до початку евакуації проходить певна затримка залежно від того, яку із систем оповіщення було використано для повідомлення про надзвичайну ситуацію.

На території промислових будівель чи споруд на видних місцях мають розміщуватися плани евакуації, таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, знаки місць розміщення первинних засобів пожежогасіння.

У разі перепланування приміщень, зміни їх функціонального призначення, застосування нового технологічного устаткування необхідно дотримуватися протипожежних вимог чинних нормативних документів будівельного та технологічного проектування.

Стаціонарні зовнішні пожежні сходи, сходи на перепадах висот і огорожі на дахах будівель та споруд повинні утримуватися постійно справними та бути пофарбованими.

Як евакуаційні виходи можуть використовуватись дверні отвори, якщо вони ведуть з приміщень:

- безпосередньо назовні;
- на сходовий майданчик з виходом назовні безпосередньо або через вестибюль;
- у прохід або коридор з безпосереднім виходом назовні або на сходову майданчик;
- у сусідні приміщення того ж поверху з вогнестійкістю не нижче III ступеня, що не містять виробництв, які належать за вибухопожежною та пожежною небезпекою до категорій А, Б і В і мають безпосередній вихід назовні або на сходовий майданчик.

У разі потреби при вимушеній евакуації можуть використовуватись виходи, якими не користуються при звичайному русі (так звані запасні виходи).

До евакуаційних шляхів відносять такі, які ведуть до евакуаційного виходу і забезпечують рух протягом певного часу. Найпоширенішими шляхами евакуації є проходи, коридори, сходи, тамбури, фойє, холи, вестибюлі. Шляхи сполучення, пов'язані з механічним приводом (ліфти, ескалатори), при евакуації не використовуються, оскільки при пожежі або аварії вони можуть вийти з ладу.

Наявність та напрямок руху до евакуаційних шляхів та виходів має бути позначено відповідними знаками безпеки.

ВИСНОВКИ

Під час роботи над магістерським дипломним проектом було проведено дослідження характеристик якості передачі мови в IP – мережах.

Якість зв'язку можна оцінити наступними основними характеристиками:

- рівень спотворення голосу;
- частота «зникнення» голосових пакетів;
- час затримки (між проголошенням фрази першого абонента і моментом, коли вона буде почута другим абонентом).

По перших двох характеристиках якість зв'язку значно покращилась в порівнянні з першими версіями рішень IP-телефонії, які допускали спотворення і переривання мови. Поліпшення кодування голосу і відновлення втрачених пакетів дозволило досягти рівня, коли мова розуміється абонентами достатньо легко. Зрозуміло, що затримки впливають на темп бесіди. Відомо, що для людини затримка до 250 мілісекунд практично непомітна. Існуючі на сьогоднішній день рішення IP-телефонії перевищують цю межу, так що розмова схожа на зв'язок по звичайній телефонній мережі через супутник, яку зазвичай оцінюють як зв'язок цілком задовільної якості, що вимагає лише деякого звикання, після якого затримки для користувача стають невідчутні.

В результаті проектування виконані наступні задачі:

- проведення аналізу сучасного стану IP-телефонії;
- вивчення впливу мережі на показники якості IP-телефонії;
- дослідження характеристик якості передачі мови в IP-мережах;
- проведено теоретичний розрахунок показників якості обслуговування для мереж IP;
- розраховано вартість витрат на проведення дослідження;
- розглянуто питання охорони праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Принцип построения сетей IP-телефонии [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://akimsullec.narod.ru/DIPlom/netbuilding.htm>
2. Уровни архитектуры IP-телефонии [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://olkhovoyab.narod.ru/ur_IP.html
3. Что такое IP-телефония и как это работает [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://itel.ua/publications/item=14-что-такое-IP-telefoniya-i-kak-eto-rabotaet/>
4. Три основні сценарії IP-телефонії [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%A2%D1%80%D0%B8_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D1%80%D1%96%D1%97_IP-%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%97
5. Показатели качества IP-телефонии [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/3545915/page:4/>
6. Качество речи в IP-сетях [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ccc.ru/magazine/depot/07_12/read.html?Wcd7dcbe937f87.htm
7. Туманбаева К.Х. Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях: учебное пособие [Текст] / К.Х. Туманбаева. – Алматы: АУЭС, 2013. – 80 с.
8. Качество обслуживания в сетях IP [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.williamspublishing.com/PDF/5-8459-0404-8/part.pdf>
9. Коробко О.В. Методичні вказівки до дипломного проектування розділу «Охорона праці» / О.В. Коробко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020 – 28 с.
10. Методичні рекомендації щодо виконання економічного розділу дипломного проекту здобувачами вищої освіти технічних спеціальностей за

освітнім ступенем «магістр». Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020 – 11 с.

11. Постанова НКРЕКП № 2676 від 10.12.2019 "Про встановлення тарифів на послуги з розподілу електричної енергії ПАТ "Запоріжжяобленерго"// Урядовий кур'єр. – 14.12.2019. – №241.

12. Хаустова І.Є. Методичні вказівки до виконання економічного обґрунтування дипломних проектів студентами технічних спеціальностей / І.Є. Хаустова – Харків: НТУ "ХП", 2019. – 22 с.