

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики
Факультет інформаційних технологій
Кафедра безпеки інформації та телекомунікацій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студента *Василенка Олександра Юрійовича*

академічної групи *172м-19-1*

спеціальності *172 Телекомунікації та радіотехніка*

спеціалізації¹

за освітньо-професійною
програмою

Телекомунікації та радіотехніка

на тему *Обґрунтування методу підвищення завадостійкості*

систем відеоконференцв'язку на основі IP-телефонії

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	д.т.н., проф. Корнієнко В.І.			
розділів:				
спеціальний	д.т.н., проф. Корнієнко В.І.			
економічний	к.е.н., доц. Романюк Н.М.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	к.ф.-м.н., проф. Гусєв О.Ю.			
----------------	-----------------------------	--	--	--

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
безпеки інформації та телекомунікацій
д.т.н., проф. Корнієнко В.І.

« _____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра**

студенту Василенку Олександрю Юрійовичу академічної групи 172М-19-1
(прізвище ім'я по-батькові) (шифр)

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

за освітньо-професійною програмою Телекомунікації та радіотехніка

на тему Обґрунтування методу підвищення завадостійкості систем відеоконференцзв'язку на основі IP-телефонії

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 22.10.2020 № 888-С

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Аналіз ефективності система взаємодії суб'єктів господарювання у спосіб відеоконференцзв'язку на основі IP-телефонії.	03.09.2020 – 10.10.2020
Розділ 2	Дослідження характеристик об'єкта захисту, основних підходів, щодо забезпечення якісної передачі сигналу в VoIP.	11.10.2020 – 24.11.2020
Розділ 3	Розрахунки витрат проектування та впровадження системи відеоконференцзв'язку, експлуатаційних витрат та оцінка економічної ефективності.	25.11.2020 – 04.12.2020

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Корнієнко В.І.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі: _____

Дата подання до екзаменаційної комісії: _____

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Василенко О.Ю.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 71 с., 9 рис., 8 табл., 4 додатки, 12 джерел.

Об'єкт розробки: ефективна система взаємодії суб'єктів господарювання у спосіб відеоконференцзв'язку на основі IP-телефонії.

Предмет кваліфікаційної роботи: розробка теоретико-методологічних основ практичної реалізації систем взаємозв'язку і взаємодії суб'єктів господарювання на основі відеоконференцзв'язку. Підвищення завадостійкості та поліпшення характеристик сигналів в системах відеоконференцзв'язку на основі IP-телефонії.

У спеціальній частині дана характеристика об'єкта захисту, розглянуті основні підходи, щодо забезпечення якісної передачі сигналу в VoIP.

У роботі наведені:

- виявлення областей застосування та використання відеоконференцзв'язку;
- аналіз режимів і способів проведення відеоконференцзв'язку;
- реалізація відеоконференцзв'язку на основі пакетної IP-телефонії;
- дослідження проблем відеоконференцзв'язку, та їх усунення.

В економічному розділі проведено розрахунок вартості обладнання відеоконференцзв'язку, та вартість монтажу систем.

Практичне значення роботи полягає в підвищенні якості відеоконференцзв'язку.

Розроблена методологія використання сингулярно-спектрального аналізу для прогнозування затримки пакетів в VoIP мережах.

ВІДЕОКОНФЕРЕНЦЗВ'ЯЗОК, ПРОТОКОЛИ, ДЖИТЕР,
ПРИДУШЕННЯ ЛУНИ, СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ, VOIP.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 71 с., 9 рис., 8 табл., 4 приложения, 12 источников.

Объект разработки: эффективная система взаимодействия субъектов хозяйственной деятельности путём видеоконференцсвязи на основе IP-телефонии.

Предмет квалификационной работы: разработка теоретико-методологических основ практической реализации систем взаимосвязи и взаимодействия субъектов хозяйственной деятельности на основе видеоконференцсвязи. Повышение помехоустойчивости и улучшение характеристик сигналов в системах видеоконференцсвязи на основе IP-телефонии.

В специальной части дана характеристика объекта защиты, рассмотрены основные подходы для обеспечения качественной передачи сигнала в VoIP.

В работе приведены:

- выявление областей применения и использования видеоконференцсвязи;
- анализ режимов и способов проведения видеоконференцсвязи;
- реализация видеоконференцсвязи на основе пакетной IP-телефонии;
- исследование проблем видеоконференцсвязи, и их устранение.

В экономическом разделе проведен расчет стоимости оборудования видеоконференцсвязи, и стоимость монтажа систем.

Практическое значение работы заключается в повышении качества видеоконференцсвязи.

Разработана методология использования сингулярно-спектрального анализа для прогнозирования задержки пакетов в VoIP сетях.

ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗЬ, ПРОТОКОЛЫ, ДЖИТТЕР,
ПОДАВЛЕНИЕ ЭХА, СИНГУЛЯРНО-СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, VOIP.

THE ABSTRACT

Explanatory note: p. 71, fig. 17, 4 additions, 12 sources.

The object of development: system of interaction of economic entities on the basis of video conferencing.

The aim of the thesis: the development of theoretical and methodological foundations of practical realization of interconnection and interaction between economic entities on the basis of video conferencing. Improvement of characteristics signals in systems of video conferencing.

In the special part of the characteristic of the object of protection, the basic approaches to provide quality signal transfer in VoIP.

The paper presents:

- identify areas of application and use of video conferencing;
- analysis of the modes and methods of video conferencing;
- realization video conferencing on packet-based IP-telephony;
- research videoconferencing problems, and their solutions.

In the economic section, calculated the cost of videoconferencing equipment, and the cost of installing systems.

The practical value of the work is to improve the quality of video conferencing.

Developed a methodology for the use of singular spectrum analysis for predicting the packet delay in VoIP networks.

VIDEOCONFERENCING, PROTOCOLS, JITTER,
ECHO CANCELLATIO, SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS, VOIP.

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ОС	—	операційна система;
ПК	—	персональний комп'ютер;
ПЗ	—	програмне забезпечення;
ППП	—	пакет прикладних програм;
СПД	—	середовище передачі даних;
ЦП	—	центральний процесор;
ЦУП	—	центральний управляючий пристрій;
IP	—	інтернет-протокол;
IVR	—	інтерактивний голосовий відповідач;
LAN	—	локальна мережа;
MCU	—	сервер багатоточкової зв'язку;
OLE	—	принцип зв'язування і вбудовування об'єктів;
SSID	—	мережевий ідентифікатор;
TCP	—	протокол керування передачею;
UDP	—	протокол дейтаграм користувача;
VOIP	—	технологія передачі голосу в IP-мережах;
WAN	—	розподілені мережі.

ЗМІСТ

С.

ВСТУП	9
1 СТАН ПИТАННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	11
1.1 Стан питання	11
1.2 Рішення по комплексу технічних засобів системи ВКЗ	12
1.3 Система управління відеоконференціями	13
1.4 Використання ресурсів	16
1.5 Формати проведення конференцій	17
1.6 Рішення по режимах функціонування	18
1.7 Протокол ініціювання сеансів зв'язку VoIP – SIP	19
1.8 Принципи протоколу SIP	20
1.9 Масштабованість мережі	20
1.10 Розширюваність протоколу	21
1.11 Взаємодія з іншими протоколами сигналізації	21
1.12 Інтеграція протоколу SIP з IP мережами	22
1.13 Адресація SIP	24
1.14 Архітектура мережі SIP	25
1.15 Вирішення проблем якості відео зв'язку.....	26
1.16 Управління параметрами передачі відеоінформації.....	26
1.17 Управління швидкістю передачі відеоінформації	29
1.18 Адаптивне кодування відеоінформації.....	31
1.19 Методи коригування помилок передачі відеоінформації	32
1.20 Якість аудіо та відео зв'язку	35
1.21 Стандарти систем відеоконференцзв'язку	39
1.22 Висновок	41

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	42
2.1 Джитер	42
2.2 Аналіз досліджень якості зв'язку	45
2.3 Кодеки	45
2.4 Придушення луни на абонентських терміналах і в шлюзах	47
2.5 Спосіб адаптивного регулювання джитер буфера в VoIP	49
2.6 Використання спектрального аналізу для прогнозування затримки пакетів в IP мережах	52
2.7 Прогнозування джитера прибуваючих пакетів	53
2.8 Застосування спектрального аналізу для прогнозування значення джитера пакетів в VoIP	55
2.9 Висновок	56
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	57
3.1 Техніко-економічне обґрунтування проекту	57
3.2 Розрахунок капітальних витрат	59
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат	60
3.4 Розрахунок фонду заробітної плати	60
3.5 Розрахунок витрат, на електроенергію	61
3.6 Розрахунок амортизаційних відрахувань	61
3.7 Інші витрати	62
3.8 Розрахунок щорічних витрат підприємства на відрядження для працівників	63
3.9 Висновок	65
ВИСНОВКИ	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	67
ДОДАТОК А	68
ДОДАТОК Б	69
ДОДАТОК В	70
ДОДАТОК Г	71

ВСТУП

За різними джерелами, 80-85% інформації людина сприймає візуально, тому відеоконференцзв'язок є найважливішим джерелом передачі інформації. У зв'язку з цим застосування відеоконференції в управлінні, юриспруденції, медицині, дистанційне навчання, системах безпеки та інших областях приносить величезну користь. В складних умовах сьогодення, як ніколи раніше, суспільство відчуває потребу і актуальність якісної дистанційної комунікації, яке забезпечить максимальну наближеність до особистого спілкування з ефектом присутності.

Відеоконференції ніколи не замінять особистого спілкування, але вони дозволяють домогтися принципово нового рівня взаємодії між людьми, часом розділеними тисячами кілометрів. Згідно з численними дослідженнями, на слух людина сприймає всього лише десятю частину інформації. У випадку, коли є можливість стежити за жестикуляцією і мімікою співрозмовника, ККД сприйняття інформації досягає 80-85%. Менеджери компаній, що використовують відеоконференції в повсякденному житті, стверджують, що системи відеоконференцій різко скорочують часові і фінансові витрати фірми на наради, семінари, відрядження їх співробітників та консультації.

Відеоконференцзв'язок - це технологія, яка дозволяє людям бачити і чути один одного, обмінюватися даними і спільно обробляти їх в інтерактивному режимі, використовуючи можливості звичного всім комп'ютера, максимально наближаючи спілкування на відстані до реального живому спілкуванню. Області застосування відеоконференції величезні. У зв'язку з бурхливим розвитком мережевих і комунікаційних технологій, збільшеною продуктивністю комп'ютерів, і, відповідно, з необхідністю обробляти дедалі зростаючу кількість інформації (як локальної, що знаходиться на одному комп'ютері, так і мережевий і міжмережевий) зросла роль обладнання та програмного забезпечення. Віртуальні засоби навчання, віддалений доступ, дистанційне навчання та управління, а також засоби проведення

відеоконференцій переживають період бурхливого розквіту і призначені для полегшення і збільшення ефективності взаємодії як людини з комп'ютером та даними, так і груп людей з комп'ютерами, об'єднаними в мережу.

Отримала останнім часом розвиток практика поступового впровадження засобів відеоконференцій у сферу навчання дозволить не просто прослухати й побачити лекцію відомого викладача, що знаходиться в іншій півкулі, але здійснювати інтерактивне спілкування за допомогою відеоконференцій.

Загалом, відеоконференція знаходить застосування скрізь, де необхідні оперативність в аналізі ситуації і прийнятті рішень, консультація фахівця або спільна робота в режимі віддаленого доступу над проектами і рішеннями і т.д. Тому існує необхідність розробки концептуальних вимог та теоретико-методологічних основ побудови впровадження ВКЗ на основі IP-мереж, які будуть відігравати активну роль в підвищенні ефективності роботи суб'єктів господарювання та функціонуванні виробничих процесів.

У даній кваліфікаційній роботі розкриті:

- основні етапи побудови систем для проведення відеоконференції;
- виконано огляд основних сфер використання відеоконференцзв'язку, також представлені режими і способи проведення відеоконференцій (далі ВКС);
- наведені стандарти систем відеоконференцзв'язку та виявлені найкращі з них;
- розкрито основні системи і способи передачі даних на яких була створена і розвивається відеоконференцзв'язок;
- розглядається інструментальна середа реалізації системи взаємодії клієнтів на основі ВКС;
- приведено основний напрямок розвитку відеоконференцзв'язку, таке як IP-телефонія;
- покращена якість передачі мови в VoIP;
- техніко-економічна ефективність роботи по створенню систем відеоконференцзв'язку її окупність і витрати на її створення.

1. СТАН ПИТАННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Стан питання

Проектні роботи виконані з метою створення системи відеоконференцзв'язку для групи компаній «Дніпро Агро Груп».

Здійснюється проведення робочих відео конференцій в рамках одного або декількох підрозділів з невеликим числом учасників.

Об'єктом застосування системи відеоконференцзв'язку є вісім структурних компаній основним напрямком діяльності яких є виробництво, зберігання та продаж зернових та олійних культур. З метою впровадження та управління проектом розроблена концепція побудови системи відеоконференцзв'язку для групи компаній «Дніпро Агро Груп» та передбачає виділення чотирьох основних класів замовленого і використовуваного обладнання, програмного забезпечення, до них відносяться наступні пристрої:

- абонентські термінали - це пристрої, що забезпечують доступ кінцевих користувачів до сервісів мережі;
- інтелектуальна мережна інфраструктура - це пристрої і програмне забезпечення, що забезпечують єдину політику підключення абонентських пристроїв до мережі і гарантії якості, що надаються сервісом;
- система управліннями сполуками - пристроїв і програмне забезпечення, що забезпечують організацію взаємодії між абонентськими пристроями системи відеоконференцзв'язку;
- сервісний рівень - пристрої і програмне забезпечення, які безпосередньо відповідають за надання сервісів;
- будь-який телефон, підключений до мережі телефонії, може використовуватися для участі в конференціях в режимі «тільки аудіо»;
- будь-який відео термінал може використовуватися в якості звичайного телефону для дзвінків по мережі;
- підключення до конференцій також не передбачає інших дій окрім набору номера на абонентському терміналі;

– існуючі сервіси телефонної мережі можуть бути трансформовані в сервіси системи відеоконференцзв'язку (наприклад, селекторні наради можуть бути перетворені в відео сесії).

1.2 Рішення по комплексу технічних засобів системи ВКЗ

Вимоги до організації робіт в умовах експлуатації системи відеоконференцзв'язку.

Система відеоконференцзв'язку призначена для проведення відео конференцій в різних форматах з різною кількістю учасників і набором використовуваних сервісів:

- проведення робочих відео конференцій в рамках одного або декількох підрозділів (локальні відео конференції) з невеликим числом учасників;
- проведення робочих нарад між фахівцями з обслуговування автомобілів.

Необхідно забезпечити участь глядачів або групових абонентів для демонстрації платформ СТО.

Опис локальних відео конференцій - це такі відео конференції, які володіють протилежними характеристиками:

1 Непередбачуваність параметрів: локальна конференція, як правило, виникає в ході робочого процесу, її параметри не можуть бути сплановані і передвіщені заздалегідь.

2 Достатність базових сервісів: метою локальної відео конференції є обговорення робочих моментів, де, як правило, передача відео - аудіо потоків є достатньою.

3 Відсутність глядачів: локальні конференції є персоналізованими, для їх проведення не потрібні абонентські термінали групового використання.

В рамках системи відеоконференцзв'язку абонентські термінали, розміщені на одному вузлі, утворюють логічну групу - зону. Кожна зона має унікальний

тризначний ідентифікатор - префікс, використовуваний при маршрутизації викликів між пристроями, що відносяться до різних зон. Пристрої рівня доступу системи відеоконференцзв'язку обслуговують абонентські термінали - забезпечують їх логічне підключення, доставку викликів між терміналами.

Для забезпечення робіт по експлуатації системи відеоконференцзв'язку необхідна наявність:

- служби експлуатації, що включає технічний персонал, технічні програмні засоби контролю або управління обладнанням, а також засоби забезпечення експлуатації;

- запасного майна, приладдя та інструментів для забезпечення технічного обслуговування та поточного ремонту обладнання;

- планування технічної експлуатації здійснюється посадовими особами служб відповідно до їх функціональних обов'язків.

Основними принципами організації та експлуатації є:

- раціональний розподіл обов'язків між службами та підрозділами організації;

- безперервний контроль функціонування обладнання;

- організація процесів збору, обліку, обробки та узагальнення інформації про стан обладнання системи відеоконференцзв'язку, якість його функціонування.

1.3 Система управління відеоконференціями

В рамках системи відеоконференцзв'язку використовується система управління відеоконференціями. Склад системи оптимізований з урахуванням виділення двох функціональних підсистем відеоконференцзв'язку і складається з двох компонентів:

- системи планування відео конференцій;

- системи управління абонентськими терміналами.

Система планування на базі Radvision система планування є зручним графічним інтерфейсом для управління відеоконференціями, яке здійснюється за допомогою робочої станції через web-інтерфейс (internet explorer) і не вимагає установки якого-небудь додаткового програмного забезпечення.

Оператор в будь-який момент володіє повною інформацією про конференціях, що проходять в підконтрольних системах. У будь-який момент можна підключити або видалити термінал з конференції, змінити розташування картинок учасників на екранах, а також включити або відключити звук учасникам.

Radvision є системою планування конференцій та ресурсів з дуже широким функціоналом. Система планування проводить оцінку обсягу ресурсів, необхідних для проведення конференцій, і виконує резервування ресурсів MCU.

Найбільш важлива сервісна функція системи планування полягає в зборі учасників конференції в момент початку конференції. Дана функція реалізується за допомогою автоматичного виклику терміналів, що беруть участь у конференції, безпосередньо з сервера MCU.

Ще однією важливою особливістю системи є можливість завчасно автоматично перевірити доступність викликається терміналу, що гарантує працездатність терміналу до часу початку конференції.

Використання Radvision дозволяє повністю автоматизувати процес організації відео конференції і звести участь адміністратора системи до моніторингу та оперативного реагування на позаштатні ситуації. Простота реалізації перерахованих функцій дозволяє частіше і ефективніше використовувати систему відео конференції в порівнянні зі звичайними H.323 рішеннями, що не володіють подібним широким функціоналом.

Система управління абонентськими терміналами складається з двох підсистем, де управління відео терміналами персонального використання, що належать до SCCP - підсистемі, здійснюється через web-інтерфейс CallManager.

Даний підхід успадковує всі механізми та можливості, пов'язані з керуванням голосовими IP-телефонами, такі як оновлення програмного забезпечення, контроль присутності абонента в мережі, призначення, зміна номера і т.д. З огляду на те, що відео термінали персонального використання оптимізовані для участі в конференціях за запитом, то управління терміналами за допомогою CallManager дозволяє забезпечити максимально точну настройку, що відповідає специфіці конференцій за запитом.

Для управління абонентськими терміналами групового використання, які належать до H.323-підсистемі, використовується Network Manager, який дозволяє автоматично відстежувати стан абонентських терміналів, вести журнал і діагностувати помилки, що виникають в процесі відеоконференцзв'язку. Дані рішення повинні мати доступ до сервісів системи відеоконференцзв'язку з використанням зареєстрованих в системі абонентських терміналів на різних пристроях рівня доступу.

Реєстрація абонентських терміналів: SCCP-відео термінали реєструються на сервері. При включенні термінал запитує із сервера CallManager конфігураційну інформацію, відповідно до якої налаштовуються різні параметри терміналу.

По завершенні налаштування термінал періодично обмінюється з CallManager службовими повідомленнями, що підтверджують готовність терміналу до роботи. Таким чином, CallManager завжди має повний список SCCP-відео терміналів, підключених до системи відеоконференцзв'язку. Дана інформація може бути затребувана адміністратором системи при усуненні неполадок в роботі системи відеоконференцзв'язку:

- IP-телефони реєструються на сервері. Процедура реєстрації та налаштування аналогічна процедурі реєстрації SCCP - відео терміналів;
- H.323-термінали реєструються і є частиною програмного забезпечення маршрутизаторів. Конфігурування H.323-терміналів не пов'язано з процедурою реєстрації і виконується незалежно.

Реєстрація терміналів здійснюється з метою забезпечення контролю доступу до сервісів системи відеоконференцзв'язку, для забезпечення єдності використовуваного номерного плану і спрощення адміністрування системи відеоконференцзв'язку.

Для пристроїв, що входять до складу Cisco, передбачені різні варіанти реєстрації. Основним компонентом Cisco є модуль багатоточкового відеоконференцзв'язку MCU, що представляє собою спеціалізоване термінальне обладнання. MCU призначений для одночасного проведення декількох багато точкових відео конференцій. В залежності від специфіки конференції MCU може реєструватися і виконувати службові функції.

1.4 Використання ресурсів

З метою найбільш ефективного використання ресурсів системи відеоконференцзв'язку, з урахуванням функціональних особливостей, включає в себе дві взаємопов'язані підсистеми:

1 Н.323 підсистема - оптимізована для проведення масштабних відео конференцій. Для організації взаємодії між абонентськими терміналами в рамках даної підсистеми використовується протокол Н.323, що гарантує можливість взаємодії абонентів системи відеоконференцзв'язку групи компаній «Дніпро Агро Груп».

До складу даної підсистеми входять наступні пристрої:

- спеціалізовані відео термінали групового використання;
- придверні Н.323-зон (придверні рівня доступу);
- Н.323-придверні рівня ядра;
- сервера багато точкового відеоконференцзв'язку;
- сервера колективної роботи з даними;
- програмне забезпечення Radvision.

2 SCCP підсистема - оптимізована для проведення локальних відео конференцій, для організації взаємодії між абонентськими терміналами в рамках даної підсистеми.

До устаткування SCCP-підсистеми відносяться наступні пристрої:

- відео термінали персонального використання (IP-відеотелефони);
- голосові термінали (IP-телефони);
- системи аналогової телефонії та голосові шлюзи;
- сервери багатоточкового відеоконференцзв'язку Cisco.
- інтеграція підсистем в єдину систему забезпечується за рахунок

використання протоколу H.323 і взаємодії між термінальним обладнанням, що належать до різних підсистем.

1.5 Формати проведення конференцій

Даним проектом передбачаються різні сценарії використання системи відеоконференцзв'язку, що розрізняються кількістю учасників сеансу відео зв'язку, типами абонентських терміналів та процедурами організації конференцій, докладніше на рисунку 1.1.

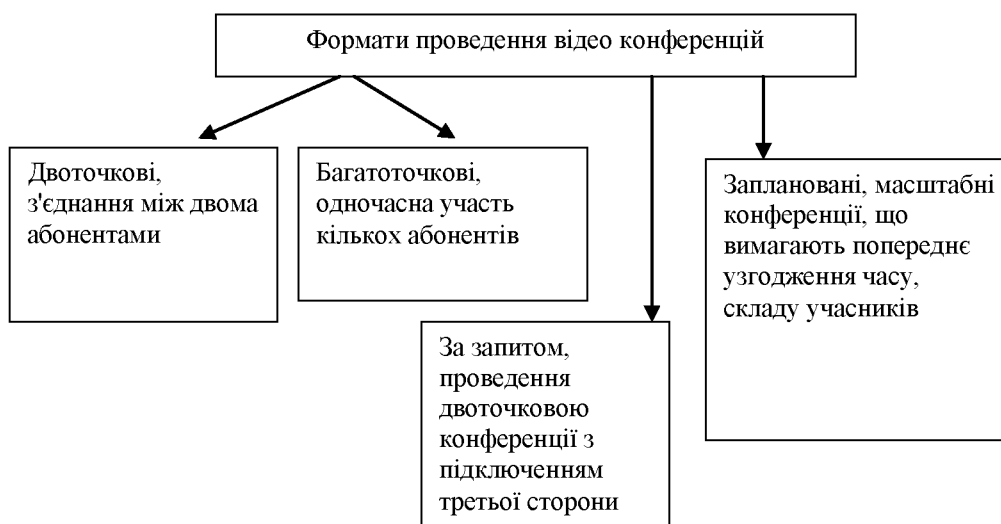


Рисунок 1.1 - Сценарії проведення відео конференцій

Вимоги системи відеоконференцзв'язку:

- використання ресурсів устаткування максимально ефективно;
- взаємозамінність обладнання;
- встановлюване устаткування повинне мати єдину систему управління.

З урахуванням всіх вимог у проекті передбачається використання наступних моделей обладнання та програмного забезпечення:

- абонентські відео термінали;
- системи аудіовізуального відображення;
- система візуального відображення;
- система планування конференцій.

1.6 Рішення по режимах функціонування

Система відеоконференцв'язку групи компаній «Дніпро Агро Груп» функціонує в наступних режимах:

1 Установка і конфігурація устаткування: здійснюється відповідно до експлуатаційних документів;

2 Комплексне тестування, налагодження та попередні випробування:

– здійснюється перевірка і налаштування комплексу технічних засобів системи відеоконференцв'язку;

– випробування системи відеоконференцв'язку.

3 Програма дослідної експлуатації:

– здійснюється експлуатаційний контроль обладнання системи відеоконференцв'язку з використанням засобів адміністрування і управління устаткуванням;

– визначається відповідність комплексу системи відеоконференцв'язку встановленим вимогам.

4 Програма приймальних випробувань:

– виявляється обладнання з якими порушеннями і відхиленнями в роботі від існуючих норм;

– визначається відповідність робочих характеристик обладнання діючим нормам.

5 Штатний режим роботи системи відеоконференцв'язку: система відеоконференцв'язку функціонує в безперервному режимі за винятком технологічних пауз для проведення регламентних профілактичних робіт.

б Аварійний режим:

- вихід з ладу обладнання або планове відключення частини обладнання системи відеоконференцзв'язку;
- включає реагування на аварії або збої в роботі системи відеоконференцзв'язку;
- включає відновлення програмно-апаратної конфігурації обладнання та відновлення працездатності обладнання;
- після закінчення ремонтно-відновлювальних робіт здійснюється експлуатаційний контроль обладнання системи відеоконференцзв'язку.

Стан обладнання визначається:

- відповідністю параметрів обладнання технічним нормам паспорта;
- комплектністю;
- працездатністю пристроїв сигналізації та елементів перемикання;
- відсутністю механічних пошкоджень і цілісністю зовнішнього вигляду.

Заходи з підготовки до введення системи в експлуатацію включають в себе:

- заходи щодо зміни об'єкту автоматизації;
- заходи щодо навчання та перевірку кваліфікації персоналу.

1.7 Протокол ініціювання сеансів зв'язку VoIP - SIP

SIP (англ. Session Initiation Protocol - протокол встановлення сесії) - протокол прикладного рівня, розроблений IETF MMUSIC Working Group, і пропонує стандарт на спосіб установки, зміни і завершення користувальницького сеансу, що включає мультимедійні елементи, такі як відео або голос, миттєві повідомлення (instant messaging), он-лайн ігри і віртуальну реальність. Протокол почав розроблятися в 1996 році Хеннінгом Шулзрі (Henning Schulzrinne, Колумбійський університет) і Марком Хендлі (UCL). У листопаді 2000 року SIP був затверджений як сигнальний протокол проекту 3GPP і постійний елемент архітектури IMS. Поряд з досить сильно в

даний час застарілим H.323, SIP - один з протоколів, що лежать в основі Voice over IP.

Протокол володіє наступними характеристиками:

- простота: включає в себе тільки шість методів (функцій);
- незалежність від транспортного рівня, може використовувати UDP, TCP, ATM і так далі;
- економічність: всі запити формуються на основі тексту.

1.8 Принципи протоколу SIP

Протокол ініціювання сеансів - Session Initiation Protocol (SIP) є протоколом прикладного рівня і призначається для організації, модифікації і завершення сеансів зв'язку: мультимедійних конференцій, телефонних з'єднань і розподілу мультимедійної інформації. Користувачі можуть брати участь в існуючих сеансах зв'язку, запрошувати інших користувачів та бути запрошеними ними до нового сеансу зв'язку. Запрошення можуть бути адресовані певному користувачеві, групі користувачів або всім користувачам. Протокол SIP розроблений групою MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) комітету IETF (Internet Engineering Task Force). Користувачі можуть переміщатися без обмежень в межах мережі, тому послуги зв'язку повинні надаватися їм у будь-якому місці цієї мережі. Користувачеві привласнюється унікальний ідентифікатор, а мережа надає йому послуги зв'язку незалежно від того, де він знаходиться. Для цього користувач за допомогою спеціального повідомлення - REGISTER - інформує про свої переміщення сервер визначення місцеположення.

1.9 Масштабованість мережі

Вона характеризується, в першу чергу, можливістю збільшення кількості елементів мережі при її розширенні. Серверна структура мережі, побудованої на базі протоколу SIP, повною мірою відповідає цій вимозі.

1.10 Розширюваність протоколу

Вона характеризується можливістю доповнення протоколу новими функціями при введенні нових послуг і його адаптації до роботи з різними додатками. В даний час SIP не підтримує прозору передачу сигнальної інформації телефонних систем сигналізації. Внаслідок цього додаткові послуги ISDN виявляються недоступними для користувачів IP-мереж.

Розширення функцій протоколу SIP може бути вироблено за рахунок введення нових заголовків повідомлень, які повинні бути зареєстровані у вже згадуваній раніше організації IANA. При цьому, якщо SIP-сервер приймає повідомлення з невідомими йому полями, то він просто ігнорує їх і обробляє лише ті поля, які він знає.

Для розширення можливостей протоколу SIP можуть бути також додані і нові типи повідомлень.

Інтеграція в стек існуючих протоколів Інтернет, розроблених IETF. Протокол SIP є частиною глобальної архітектури мультимедіа, розробленої комітетом Internet Engineering Task Force (IETF). Ця архітектура включає в себе також протокол резервування ресурсів (Resource Reservation Protocol - RSVP, RFC 2205), транспортний протокол реального часу (Real Time Transport Protocol - RTP, RFC 1889), протокол передачі потокової інформації в реальному часі (Real Time Streaming Protocol - RTSP, RFC 2326), протокол опису параметрів зв'язку (Session Description Protocol - SDP, RFC 2327). Однак функції протоколу SIP не залежать ні від одного з цих протоколів.

1.11 Взаємодія з іншими протоколами сигналізації

Протокол SIP може бути використаний спільно з протоколом H.323. Можливо також взаємодія протоколу SIP з системами сигналізації ТМЗК - DSS1 і ОКС7. Для спрощення такої взаємодії сигнальні повідомлення протоколу SIP можуть переносити не тільки специфічний SIP, адресу, але і телефонний номер формату E.164 або будь-якого іншого формату.

1.12 Інтеграція протоколу SIP з IP мережами

Однією з найважливіших особливостей протоколу SIP є його незалежність від транспортних технологій. В якості транспорту можуть використовуватися протоколи X.25, Frame Relay, AAL5/ATM, IPX і інші. Структура повідомлень SIP не залежить від обраної транспортної технології. Але, перевага віддається технології маршрутизації пакетів IP та протоколу UDP. Необхідно створити додаткові механізми для надійної доставки сигнальної інформації. До таких механізмів відносяться повторна передача інформації при її втраті, підтвердження прийому та інше. Сигнальні повідомлення можуть переноситися не тільки протоколом транспортного рівня UDP, але і протоколом TCP. Протокол UDP дозволяє швидше, ніж TCP, доставляти сигнальну інформацію (навіть з урахуванням повторної передачі непідтверджених повідомлень), а також вести паралельний пошук місця розташування користувачів і передавати запрошення до участі в сеансі зв'язку в режимі багатоадресної розсилки. У свою чергу, протокол TCP спрощує роботу з міжмержевими екранами (firewall), а також гарантує надійну доставку даних. При використанні протоколу TCP різні повідомлення, що відносяться до одного викликом, або можуть передаватися по одному TCP-з'єднанню, або для кожного запиту і відповіді на нього може відкриватися окреме TCP-з'єднання. На малюнку показано місце, займане протоколом SIP у стеку протоколів TCP / IP.

По мережі з маршрутизацією пакетів IP може передаватися інформація користувача практично будь-якого виду: мова, відео та дані, а також будь-яка їх комбінація, звана мультимедійною інформацією. При організації зв'язку між терміналами користувачів необхідно сповістити зустрічну сторону, якого роду інформація може прийматися (передаватися), алгоритм її кодування і адресу, на яку слід передавати інформацію. Таким чином, однією з обов'язкових умов організації зв'язку за допомогою протоколу SIP, дивіться рисунок 1.2, є обмін між сторонами даними про їх функціональні можливості. Для цієї мети

найчастіше використовується протокол опису сеансів зв'язку - SDP (Session Description Protocol). Оскільки протягом сеансу зв'язку може проводитися його модифікація, передбачена передача повідомлень SIP з новими описами сеансу засобами SDP.

Протокол SIP дає можливість приєднання нових учасників до вже існуючого сеансу зв'язку, тобто двосторонній сеанс може перейти в конференцію.

На закінчення про інтеграцію протоколу SIP с IP-мережами, слід відзначити те, що розроблені методи спільної роботи цього протоколу з перетворювачем мережевих адрес - Network Address Translator (NAT).

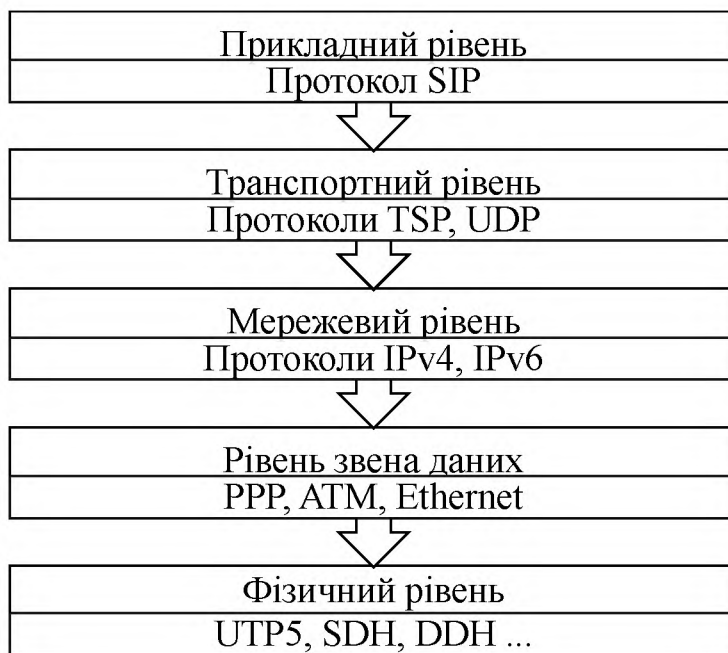


Рисунок 1.2 - Місце протоколу SIP у стеку протоколів TCP / IP

Протокол SIP передбачає організацію конференцій трьох видів:

- в режимі багатоадресної розсилки (multicasting), коли інформація передається на один multicast, а потім доставляється мережею кінцевим адресатам;
- за допомогою пристрою управління конференції (MCU), до якого учасники конференції передають інформацію в режимі точка-точка, а воно, у

свою чергу, обробляє її (тобто змішує або комутує) і розсилає учасникам конференції;

- шляхом з'єднання кожного користувача з кожним в режимі точка-точка.

На закінчення про інтеграцію протоколу SIP с IP-мережами, слід відзначити те, що розроблені методи спільної роботи цього протоколу з перетворювачем мережевих адрес - Network Address Translator (NAT).

1.13 Адресація SIP

Для організації взаємодії з існуючими додатками IP-мереж і для забезпечення мобільності користувачів протокол SIP використовує адресу, подібну адресі електронної пошти. В якості адрес робочих станцій

використовуються спеціальні універсальні вказівники ресурсів - URL (Universal Resource Locators), так звані SIP URL.

SIP-адреси бувають чотирьох типів:

- ім'я @ домен;
- ім'я @ хост;
- ім'я @ IP) адреса;
- № телефону @ шлюз.

Таким чином, адреса складається з двох частин. Перша частина - це ім'я користувача, зареєстрованого в домені або на робочій станції. Якщо друга частина адреси ідентифікує шлюз, то в першій вказується телефонний номер абонента.

У другій частині адреси вказується ім'я домену, робочої станції або шлюзу. Для визначення IP-адреси пристрою необхідно звернутися до служби доменних імен - Domain Name Service (DNS). Якщо у другій частині SIP-адреси розміщується IP-адрес, то з робочою станцією можна зв'язатися безпосередньо. На початку SIP-адреси ставиться слово «sip:», яке вказує, що це саме SIP-адресу, так як бувають і інші (наприклад, «mailto:»). Нижче наводяться приклади SIP-адрес:

sip: als@rts.loniis.ru

sip: user1@192.168.27.112

sip: 294,75,47@gateway.ua

1.14 Архітектура мережі SIP

У певному сенсі прабатьком протоколу SIP є протокол перенесення гіпертексту - HTTP (Hypertext Transfer Protocol, RFC 2068). Протокол SIP успадкував від нього синтаксис і архітектуру «клієнт-сервер», яку ілюструє рисунок 3. Клієнт видає запити, в яких вказує, що він бажає отримати від сервера. Сервер приймає запит, обробляє його і видає відповідь, який може містити повідомлення про успішне виконання запиту, повідомлення про помилку або інформацію, затребувану клієнтом.

Управління процесом обслуговування виклику розподілено між різними елементами мережі SIP. Основним функціональним елементом, що реалізує функції управління з'єднанням, є термінал. Інші елементи мережі відповідають за маршрутизацію викликів, а в деяких випадках надають додаткові послуги.

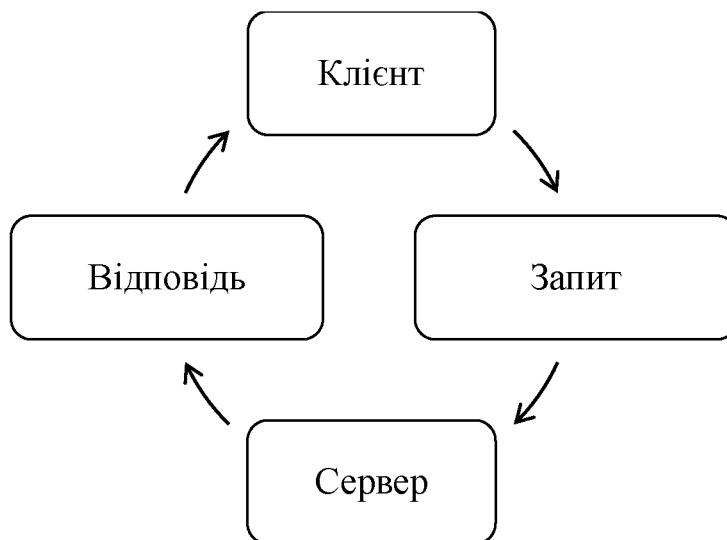


Рисунок 1.3 - Архітектура «клієнт-сервер»

1.15 Вирішення проблем якості відео зв'язку

При вирішенні проблем якості відео зв'язку можуть бути використані два основних підходи. Перший з них полягає в забезпеченні необхідного QoS за рахунок підтримки всіх необхідних параметрів мережі при глобальному удосконаленні мережевого устаткування. Другий підхід заснований на використанні на стороні прийому відеоінформації таких систем, які забезпечували б прийнятну якість при малій залежності від функцій мережі. Цей підхід розглядається як більш кращий, оскільки не потребує кардинальної зміни параметрів мережі.

Підвищення якості передачі відеоінформації в комп'ютерних мережах може бути досягнуто у двох напрямках: або за рахунок вдосконалення методів управління, обробки і передачі безвідносно до характеру відеоінформації, або на основі використання методів стиснення, що враховують семантику зображень на різних рівнях компресії.

1.16 Управління параметрами передачі відеоінформації

Управління параметрами мережі здійснюється трьома основними способами: варіюванням швидкості передачі, адаптивним кодуванням відеоінформації, характеристики якого визначаються швидкістю передачі, і локальним прискоренням передачі на коротких інтервалах за рахунок підвищення ступеня стиснення. Перший спосіб реалізується на рівні передачі інформації, другий ґрунтується на спеціальних методах стиснення відеоінформації, третій включає в себе управління передачею та стисненням відеоінформації.

Як приклад на рисунку 1.4 представлена структурна схема управління, яка містить перелічені процедури. Система зі структурою рисунка 1.4 орієнтована на передачу відеоінформації в реальному часі, однак вона може бути використана для стаціонарного потоку відеоданих у разі відключення блоків адаптивного кодування в залежності від швидкості передачі.

У схемі реалізується управління швидкістю передачі на стороні джерела інформації (відправника). У динамічному режимі передачі після адаптивного стиснення потік відеоданих обробляється в блоці локального прискорення передачі і далі перетворюється на рівнях RTP / UDP / IP перед надходженням в мережу.

Транспортний протокол RTP (Real-Time Transport Protocol) забезпечує передачу даних між кінцевими вузлами мережі, працює поверх протоколу IP і є альтернативою широко використовуваному протоколу TCP. Хоча протокол TCP і гарантує доставку пакетів даних в потрібній послідовності, трафік при цьому дуже нерівномірний (пакети відчують всілякі затримки). Маючи здатність розпізнавати вміст пакетів (наприклад, розрізнити відеодані, відповідні специфікаціям MPEG і H.261), а також засобами виявлення втрати даних, протокол RTP знижує затримки до рівня, необхідного для успішної передачі потоків інтегрованих аудіо-, відео-і цифрових даних.

Протокол RTP забезпечує ідентифікацію типу та номера пакета, встановлює в нього мітку синхронізації. На основі цієї інформації приймальний термінал синхронізує дані і здійснює їх послідовне і безперервне відтворення. Коректне

функціонування RTP можливе за наявності в абонентських терміналах механізмів буферизації прийнятої інформації.

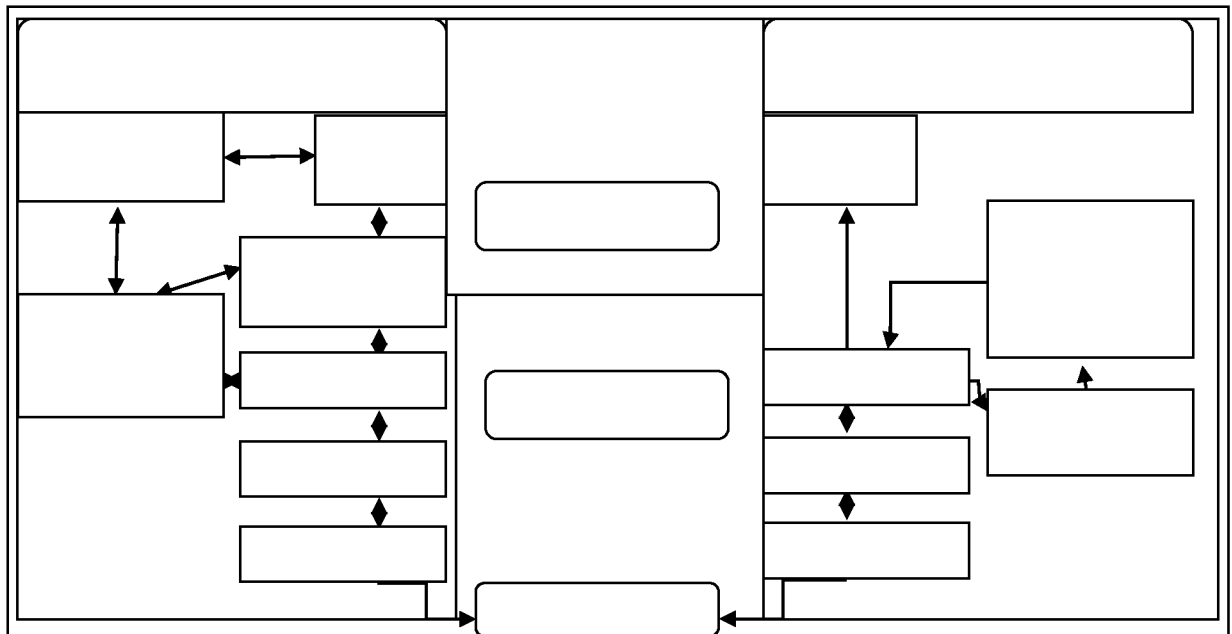


Рисунок 1.4 - Ієрархія системи передачі відеоінформації в реальному часі

Протокол UDP (User Datagram Protocol) використовується в мережах з негарантованої смугою пропускання з метою мінімізації затримок і максимального використання наявної смуги пропускання для передачі відео потоків. Цей протокол реалізує згадуваний вище механізм під LGPL (IP Multicast) для негарантованої доставки аудіо-та відеоінформації певному числу користувачів. Поверх IP Multicast працює RTP, який створює необхідні умови для нормального відтворення отриманих потоків даних на абонентських терміналах. Однак протокол UDP не забезпечує контролю перевищення пропускної здатності каналу, тому такий контроль має бути забезпечений на більш високих рівнях.

На боці одержувача інформаційні пакети перетворюються на рівнях IP / UDP / RTP перед їх декодуванням. У схемі рисунка 1.4 передбачений динамічний моніторинг показника QoS, що ґрунтується на властивостях отриманих пакетів, а саме на контролі втрат і затримок при їх отриманні. Використовуючи цю інформацію, блок управління зворотним зв'язком забезпечує оцінку необхідної ширини смуги для вибору підходящого режиму

адаптивного кодування і локального прискорення швидкості передачі за рахунок локального підвищення ступеня стиснення.

1.17 Управління швидкістю передачі відеоінформації

Для успішної передачі відеоінформації можна використовувати два підходи, а саме, враховувати (підлаштовувати) характеристики мережі передачі або забезпечувати управління ступенем стиснення відеоінформації.

Методи управління, призначені для запобігання перевищення пропускної здатності мережі при передачі відеоінформації, можна поділити на два основних види: управління тимчасовим вікном і безпосереднє управління швидкістю передачі. У першому випадку (якому відповідає, наприклад, протокол TCP) наявна ширина смуги перевіряється за рахунок повільного збільшення тривалості тимчасового інтервалу, який відповідає ситуації перевищення пропускної здатності мережі, щоб визначити, які є при цьому втрати даних. При виявленні втрати пакетів даних тривалість часового вікна різко зменшується, що запобігає збою передачі. Недоліком методу є можливі затримки в передачі інформації, оскільки його здійснення пов'язане з повторною передачею інформаційних пакетів.

При безпосередньому управлінні швидкістю передачі використовуються відомості про наявну ширині смуги, відповідно до якої і встановлюється швидкість передачі. Якщо оцінка ширини смуги досить точна, то можна ефективно запобігати збою в передачі даних, тому такий метод кращий при передачі відеоінформації в реальному часі.

Існуючі методи керування швидкістю передачі в реальному часі поділяються на методи керування характеристиками джерела інформації, управління на приймаючій стороні і комбінованого управління. Відповідно цьому проводиться узгодження вихідного потоку відеоінформації з наявною шириною смуги, регулюється швидкість прийому відеоінформації за рахунок додавання (відключення) каналів зв'язку, або використовується комбінування обох методів.

Метод управління характеристиками джерела відеоінформації може використовуватися при одно адресній та багато адресній передачі даних. При одно адресній передачі встановлюється така швидкість передачі, щоб досягти заданого значення показника QoS, тобто щоб відносні втрати пакетів (p) не перевищували порогового рівня (P_0). Цей рівень визначається допустимою помітністю спотворень відеоінформації. Можливий нелінійний алгоритм управління визначається наступними виразами:

if ($p \leq P_0$)

$r = \min \{(r + \Delta r), \max r\}$

else

$r = \max \{\alpha r, \min r\},$

де (r) - швидкість передачі джерела відеоінформації;

(Δr) - адитивне збільшення швидкості;

α - коефіцієнт мультиплікативного зменшення швидкості.

Швидкість передачі можна встановити також розрахунковим шляхом при відомих параметрах з'єднання TCP, максимального обсягу інформаційного пакету, тимчасового інтервалу з'єднання в мережі і значення коефіцієнта (p). У разі керування джерелом при багатоадресній передачі відправник може використовувати один канал або одну багатоадресну IP-групу для передачі потоку відеоданих до одержувачів інформації. При цьому здійснюється одно канальна багатоадресна передача на основі представленого вище нелінійного алгоритму управління і досягається висока ефективність використання ширини смуги, проте на шкоду гнучкості в обслуговуванні різних одержувачів інформації. Багатоадресна передача на основі використання одно адресних потоків даних забезпечує високу гнучкість ціною неефективності використання ширини смуги. Такі граничні ситуації ілюструють необхідність у додаткових методах управління на стороні одержувачів інформації.

Одним з можливих підходів є "багатошарова" багатоадресна передача при різній якості залежно від доступної ширини смуги. Основна частина відеоінформації передається на нижньому рівні пропускної здатності каналу

зв'язку і забезпечує деяку прийнятну якість прийому. При підвищенні пропускної здібності підключаються більш високі рівні, що забезпечують поліпшену якість прийому. Управління рівнями здійснюється на основі загальних підходів, аналогічних розглянутим вище стосовно до управління джерелами відеоінформації.

Розглянемо методи управління другого виду, а саме, управління ступенем стиснення відеоінформації.

1.18 Адаптивне кодування відеоінформації

Можливості кодування відеоінформації з адаптацією до швидкості передачі досліджувалися для різних стандартів та програм, зокрема, для стандартів H.261 і H.263. При цьому завдання полягає в забезпеченні високої якості візуального сприйняття відеоінформації при заданій швидкості передачі, яка може бути фіксованою, або динамічно змінюватися залежно від пропускної здатності мережі.

Реалізація адаптивного кодування досягається зміною параметра дискретизації відео інформаційних сигналів і / або зміни швидкості передачі відеокадрів. У традиційних кодерах відеоінформації, наприклад, в стандартах H.261 і MPEG-1/2, використовується зміна параметра дискретизації при постійній швидкості передачі відеокадрів. Це викликає різке зниження якості, особливо для динамічних сцен, навіть при незначному зниженні швидкості передачі. У стандартах H.263 і MPEG-4 передбачена можливість забезпечення досить високої якості при змінах швидкості передачі відеокадрів за рахунок пропуску окремих відеокадрів, які не можуть бути декодовані за допустимий час. При цьому кодові послідовності попередніх відеокадрів передаються протягом тимчасового інтервалу пропущеного кадру, що запобігає переповненню буфера кодера. У стандарті MPEG-4 здійснюється сегментація відеокадрів на так званих відео об'єктів, тобто частини зображення, які кодуються роздільно. Це забезпечує високу гнучкість адаптивного кодування

різних відео об'єктів з різним рівнем стиснення відеоінформації в залежності від ступеня важливості відео об'єктів для одержувача відеоінформації.

Важливою проблемою є визначення кількісного критерію якості при заданій швидкості передачі відеоінформації. Залежність ступеня спотворень від швидкості передачі може бути отримана на основі модельного підходу, при якому враховуються статистичні характеристики відео потоку для певних параметрів дискретизації відеоданих. При цьому рішення задачі забезпечення необхідної якості передачі ґрунтується на математичних методах теорії оптимізації. З іншого боку, можлива реалізація методів адаптації з урахуванням конкретних характеристик обладнання, коли стратегія мінімізації спотворень будується відповідно до наявної пропускну здатності мережі. Оптимальні рішення задачі можуть бути отримані методами теорії цілочислового програмування.

Спотворення відеоінформації виникають також внаслідок помилок при передачі / прийомі з використанням реальних каналів зв'язку. Для підвищення якості одержуваної відеоінформації використовуються різні методи коригування помилок, що розглядаються в наступному розділі.

1.19 Методи коригування помилок передачі відеоінформації

Для деяких типів відеоданих (наприклад, для тексту) втрати пакетів даних неприпустимі, хоча затримки в отриманні відеоінформації є прийнятними. Для інших типів даних, що містять динамічні фрагменти зображення, деякі втрати даних є прийнятними, тоді як затримки отримання відеоінформації неприпустимі. У разі втрати пакету даних відновлення інформації може бути забезпечене традиційними методами коригуючого (канального) кодування, або при повторній передачі втрачених даних.

Особливості передачі відеоданих в реальному часі вимагають використання низки спеціальних методів контролю помилок передачі, які не застосовувалися при передачі звичайних даних. До таких методів, крім коригуючого кодування і повторної передачі, можна віднести зниження

чутливості (критичності) до помилок, тобто видозміна помилок, і маскуванню помилок. Перші три згаданих методи можуть бути реалізовані на передавальній і приймальній стороні, тоді як маскуванню помилок здійснюється при прийомі відеоінформації.

На рисунку 1.5 показана схема, що ілюструє взаємодію різних рівнів контролю помилок. Повторна передача дозволяє відновлювати втрачені пакети

при їх транспортуванні через мережу, тоді як видозміна помилок при зниженні чутливості до них і маскуванню помилок забезпечуються зазвичай за рахунок адаптації ступеня стиснення відеоінформації.

Використання коригуючого кодування має перевагу в малій затримці передачі. Цей метод ґрунтується на додаванні додаткової інформації до стиснутого потоку відеоданих, що дозволяє реконструювати втрачені пакети даних.

При каналному коригуючому кодуванні відео потік поділяється на сегменти даних, кожен сегмент упаковується в (k) пакетів і за допомогою звичайного блокового кодування генерується блок з (n) пакетів, $(n > k)$. При цьому каналний кодер розміщує (k) пакетів в групу і створює з них додаткові пакети, що підвищує стійкість до втрати пакетів. У разі прийому не менше k пакетів з переданих n можна повністю відновити передану відеоінформацію.

Оскільки відновлення здійснюється на приймаючій стороні, каналне кодування реалізується для довільної кількості одержувачів при багатоадресній передачі відеоінформації.

Внаслідок надмірності $\Delta k = n - k$ пакетів деякі з них можуть відкидатися при обмеженні пропускної здатності каналу без втрати якості передачі відеоінформації. Це особливо важливо для мереж передачі з неоднорідною структурою і різними параметрами.

Недоліками каналного кодування є підвищені вимоги до швидкості передачі інформації в (n / k) разів і збільшення затримок при передачі, оскільки декодер повинен отримати (k) пакетів перш, ніж будуть виділені (Δk)

надлишкових пакетів, після чого можливе відображення прийнятої відеоінформації. Крім цього, каналне кодування є найбільш ефективним при незмінних характеристиках втрат інформації, відповідних заданій ступеня надмірності.

Поряд з методами каналного кодування використовуються методи кодування джерела відеоінформації.

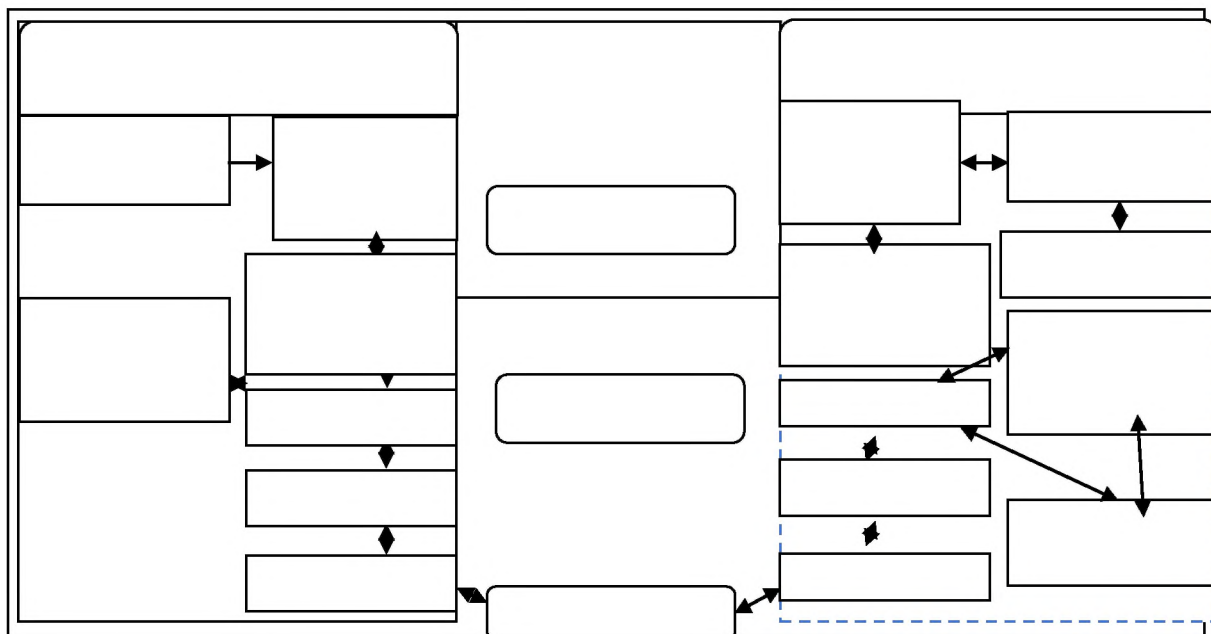


Рисунок 1.5 - Схема контролю помилок при передачі / прийому відеоінформації

На відміну від каналного кодування, при якому надмірність вводиться блочними кодами безвідносно до виду інформації, кодування джерела здійснюється за рахунок додавання в дані відеоінформації з більш високим ступенем стиснення. При цьому у разі втрати пакетів відбувається відновлення відеоінформації з деякою (допустимою) втратою якості. Перевагою кодування джерела є зниження затримок в порівнянні з каналним кодуванням.

У схемі рисунку 1.5 передбачений режим повторної передачі, при якому у разі втрати пакетів здійснюється режим зворотного зв'язку з джерелом у формі запиту на повторну передачу. Недоліком повторної передачі є приблизно трикратне збільшення часу передачі інформації по мережі (вихідна передача - запит на повторну передачу - повторна передача). Тому повторна

передача найбільш ефективна у випадку малого часу доставки відеоінформації (наприклад, в локальних мережах) або за наявності інформаційного буфера великого обсягу на приймаючій стороні. Управління режимом повторної передачі зазвичай передбачає скасування повторної передачі тих пакетів, які не можуть бути відображені протягом наявного тимчасового інтервалу. Таке управління може здійснюватися як на передавальній, так і на приймальній стороні. У разі багатоадресної передачі обмеження повторної передачі має встановлюватися тільки для користувачів з великим часом доставки відеоінформації.

Зниження помітності помилок передачі відеоінформації є найбільш ефективним на рівні стиснення інформації, при цьому виявляється можливим запобігання розповсюдженню помилок і обмеження ступеня спотворень відеоінформації при втраті інформаційних пакетів. Це досягається за рахунок "багатошарової" структури представлення відеоінформації з різним ступенем стиснення в кожному шарі, що забезпечує відновлення відеоінформації прийнятної якості навіть при втратах частини інформації для окремого шару.

У разі втрат інформації помітність спотворень може бути знижена заміною втраченого повного відеокадру на попередній, а також заміною окремого спотвореного блоку зображення на блок з попереднього кадру або на блок з екстраполяцією даних на основі динаміки зміни зображення.

1.20 Якість аудіо та відео зв'язку

Основними факторами, що визначають якість зображення, є якість обладнання (кодека і відео-сервера), а також доступна смуга каналу. Як вже говорилося, відео зв'язок заснований на дискретизації і компресії (стиску) сигналів зображення і звуку, які передаються від одного абонента відео зв'язку до іншого. Відеосигнал породжує дуже великий потік даних, і для більшості додатків немає необхідності передавати весь цей потік в повному обсязі. Кодек відправляє дискретні значення відеосигналу, тобто моментальні значення відеосигналу, через певні інтервали часу, що становлять частки

секунди. Крім того, після дискретизації відео-потік піддається подальшій оптимізації за рахунок компресії. Компресія дозволяє усунути непотрібну надлишковість сигналу. Наприклад, оскільки фонове зображення в типовому приміщенні для відео зв'язку змінюється досить рідко, то немає необхідності передавати пов'язану з ним частину відеосигналу знову і знову. Економлячи таким чином смугу, не потрібну для передачі повторюється інформації, кодек перерозподіляє її на користь передачі змінюються або рухомих об'єктів, наприклад людей. Внаслідок постійних рухів або переміщень об'єктів відео зв'язку кодеку постійно доводиться виробляти великий обсяг обчислень по обробці даних. Кодек кращої якості краще передає рух. Крім того, кодек визначає швидкість оновлення зображення на моніторі, яка вимірюється кількістю оновлень екрану (фреймів) в секунду. Оптимальна швидкість - 30 фреймів у секунду. Хороша якість звуку є дуже важливим фактором успіху відео конференції. Аудіо система складається з різних елементів: мікрофон і система подавлення луни, система балансування смуг, що виділяються для аудіо-і відеосигналів, гучномовці.

Як і у відео конференції в цілому, аудіо системи повинні строго відповідати міжнародним стандартам. Значне підвищення ефективності проведення відео конференції може бути досягнуто за рахунок створення і широкого впровадження у виробничу систему мультимедійних технологій, які передбачають комунікацію інтегрованого трафіку, об'єднуючого одночасну передачу комбінованої інформації. Розробка і впровадження мультимедійних інформаційних технологій у діяльність суб'єктів господарювання в силу їх економічності останнім часом стає вельми поширеним явищем. За зарубіжними даними, в даний час обсяг передачі інтегрованої мультимедійної інформації склав близько 70% від загального обсягу трафіку. Настільки масштабне використання мультимедійних технологій пов'язане зі зниженням цін на обладнання і досить високою якістю передачі змішаного трафіку, що включає комп'ютерні дані, мовну інформацію, відеосигнали та забезпечення їх інтеграції.

Однак у реалізації та практичному застосуванні мультимедійних проектних рішень існує багато тонкощів і приховано діючих факторів, які безпосередньо впливають на прийняття рішення про використання даної технології і на вибір конкретного обробного і мережевого устаткування. Однією з проблем створення інструментальної платформи мультимедійних технологій є передача голосової інформації в комп'ютерних мережах. Вирішення цієї проблеми безпосередньо пов'язане з реалізацією наступних завдань, які забезпечують:

- досить ефективну процедуру кодування і декодування голосової інформації загальноприйнятим стандартом кодування мови є імпульсно-кодова модуляція (Pulse Code Modulation - PCM) зі швидкістю цифрового потоку 64 кбіт / с. Слід зазначити, що вартість обладнання, що забезпечує передачу мовної інформації з більш низькими швидкостями, більш висока. Однак, незважаючи на те, що всі методи кодування інформації пов'язані з втратою якості мовного сигналу, більш низька швидкість зовсім не означає низьку якість. При виборі устаткування, що підтримує той чи інший метод кодування, необхідно враховувати вартість орендованих каналів зв'язку (з метою оцінки окупності обладнання), їх пропускну спроможність, кількість одночасних сеансів зв'язку та необхідну смугу пропускання для передачі даних;

- фіксовану затримку при передачі голосової інформації по цифрових каналах зв'язку, яка визначається часом її кодування / декодування. При цьому постійна затримка не впливає на якість зв'язку і лише в деяких випадках (при досить великій затримці) вносить незручності при проведенні телефонної розмови, а також може призвести до неможливості передачі факсимільних повідомлень (при затримці більше 700 мс зв'язок за допомогою факсимільних апаратів неможлива);

- змінну затримку, яка визначається часом реакції кінцевого обладнання, що виконує маршрутизацію голосової потоків. Мінлива затримка, без прийняття додаткових заходів, призводить до переривчастого звучання мови.

Боротьба з змінними затримками ведеться шляхом установки пріоритетів, фрагментації довгих пакетів даних (методи боротьби з затримками, що вносяться безпосередньо кінцевим обладнанням) або буферизацією голосової інформації (методи боротьби з затримками, що вносяться мережами передачі даних).

Використання останнього методу дозволяє домогтися постійної затримки, сумарна величина якої буде дорівнює сумі фіксованого затримки і максимальної змінної затримки. Побудову інтегрованої мережі передачі даних і голосу можна забезпечити за допомогою FRAD Maxcess виробництва фірми Rad Data Communication та інших оптимізаторів пропускну здатності. Пристрої FRAD забезпечують виникнення перевантажень і високу якість передачі мови. За наявності оптимізатора FRAD зниження затримок мови забезпечується за допомогою заглушувач луни, системи пріоритетів і фрагментації кадрів. Для мінімізації затримок мови і зниження впливу зміни їх величин економічно доцільне застосування каналів PVC та забезпечення доступу за пріоритетами за допомогою комутаторів. Найбільш раціональне рішення полягає в передачі мови по одному каналу PVC, а трафіку мережі - по іншому. Реалізація пріоритету передачі мови може бути здійснена за допомогою фрагментації кадрів, коли проводиться розбиття великих кадрів даних на більш дрібні сегменти. При цьому пересилання сегментів припиняється, якщо починається передача мовних кадрів. Пристрої FRAD, що передбачає маршрутизацію промови, можуть застосовуватися для побудови інтегрованих мереж без використання АТС, забезпечують перетворення тонального набору повідомлень в імпульсний. При виборі конкретних моделей маршрутизаторів і інших компонентів мережевого обладнання представляється доцільним використовувати продукцію фірм-виробників Cisco Systems і Rad Data Communications, які є світовими лідерами на ринках маршрутизаторів і телекомунікаційних пристроїв відповідно. При цьому забезпечується підтримка всіх поширених мережевих протоколів, а також протоколів зв'язку та маршрутизації. Використання як основного протоколу

TCP / IP в продуктах Cisco Systems забезпечує просте і швидке підключення до мережі.

1.21 Стандарти систем відеоконференцзв'язку

Для проведення найпростішої персональної відео конференції між двома учасниками достатньо мати комп'ютер з потужним процесором і великим обсягом пам'яті, оснащений платою відео конференцій з відповідним ПЗ. Крім того, комп'ютер повинен бути забезпечений камерою і мікрофоном. З'єднання при цьому може здійснюватися як по локальній мережі, так і по каналах цифрового телефонного зв'язку. Однак основне завдання цієї технології полягає в проведенні групових, багато точкових відео конференцій, які дозволяють одночасно спілкуватися декільком групам учасників. Одним з таких апаратних засобів є кодек, цей пристрій призначений для перетворення аналогових аудіо-відеосигналів в цифровий потік бітів і зворотного перетворення цифрових сигналів в аналогові. На абонентському рівні використовуються термінали з підтримкою аудіо-та відео зв'язку - індивідуальні або групові відео системи або IP-телефони. Для організації сеансів відео конференцій, коли в них беруть участь відразу декілька (три і більше) людина, передбачені сервери багато точкового зв'язку (MCU). MCU поєднує в собі обов'язковий багато точковий контролер, керуючий сполуками, і один або декілька опціональних мультимедійних процесорів, призначення яких мікшування аудіо-і відеосигналів, що надходять від багатьох учасників. Для вирішення завдання сумісності та перекодування аудіо-та відео-потоків на стику мереж ставлять шлюзи які з'єднують комутовані ISDN-мережі з пакетними IP-мережами. У функції шлюзу входить перетворення форматів передачі даних і комунікаційних процедур. Додатково шлюз відповідає за транс кодування аудіо-і відеосигналів і виконує настройку і закриття сполук. Одним з найбільш важливих пристроїв є контролер зони, це програмні модулі, які авторизують підключення, транслюють використовувані в системі імена терміналів і шлюзів в IP-адреси, маршрутизують запити через шлюзи. Крім

того, контролери зони надають додаткові послуги, такі як управління шириною смуги, переадресація виклику, підтримка служби каталогів, статистичні звіти для білінгових систем.

Несанкціонований доступ до конференції в разі зв'язку через Інтернет запобігають мережеві екрани і гроху-сервери.

Що стосується стандартів відеоконференцзв'язку, то рекомендація ІТУ-Т Н.320 визначає такі стандарти в мережах ISDN і їм подібних, а рекомендація Н.323 визначає стандарти в локальних, корпоративних і глобальних мережах з комутацією пакетів.

Рекомендації Н.323 передбачають:

- управління смугою пропускання;
- можливість взаємодії мереж;
- платформну незалежність;
- підтримку багато точкових конференцій;
- підтримку багатоадресної передачі;
- стандарти для кодеків;
- підтримку групової адресації.

Рекомендація Н.324 визначає стандарти для відеоконференцзв'язку з використанням звичайних телефонних ліній. Ряд виробників обладнання для відеоконференцзв'язку, враховуючи цю особливість, реалізує адаптацію і забезпечує сумісність апаратних і програмних засобів для різних рекомендацій серії Н.32х. Головною зміною стала остаточна переорієнтація всіх провідних виробників систем відеоконференцзв'язку на протокол ІР. Влітку 2003 року в сфері відео конференцій був ратифікований новий стандарт кодування - Н.264. В основі цього стандарту лежать більш ефективні алгоритми компресії відео зображення, що дозволяють, наприклад, передавати відео на швидкості 384 кбіт / с з тим рівнем якості, яке для його попередника, протоколу Н.263, можливо тільки при швидкості 768 кбіт / с. Від застосування стандарту Н.264 виграють користувачі відеоконференцзв'язку, оскільки отримують покращена

якість зображення при тій же пропускній здатності, або ж звичне якість зображення при вдвічі меншій пропускній спроможності.

1.22 Висновок

Отже, в даній частині проекту розглянуті деякі фундаментальні питання, що стосуються відеоконференцзв'язку. Наведено можливі варіанти класифікації існуючих рішень відеоконференцзв'язку. Були розкриті апаратні і програмні рішення для організації та проведення відеоконференцій в групі компаній «Дніпро Агро Груп». У процесі провадження корпоративної відеоконференц-зв'язку виникло питання поліпшення якості зв'язку.

2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Джитер

Наявність мережного джитера є фактом, який часто недооцінюється при побудові системи конференц зв'язку. Важливо розуміти основні причини його виникнення і те, як він пов'язаний із загальною затримкою.

У традиційних телефонних мережах з комутацією каналів загальна затримка зазвичай не перевищує 30-50 м.сек., за винятком супутникових каналів, де вона може досягати величин порядку 250 м.сек. При цьому затримка практично постійна і змінюється дуже повільно. Фактично джитер там не перевищує величину, рівну одному таймслоту (125 м.сек.).

У рекомендаціях ITU-T G.114, G.131 детально викладені негативні наслідки джитера і затримки. Один з важливих висновків полягає в тому, що сприйнятливість людини до наявності луни дуже сильно залежить від загальної затримки. Загальні вимоги по односторонній затримці в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Загальні вимоги по односторонній затримці (ITU-T G.114.)

Діапазон, мс	Якість
0...150	Прийнятна для більшості додатків
150...400	Може вважатися прийнятною, тільки якщо користувачі заздалегідь знають про таку затримці
>400	Неприйнятна для двостороннього зв'язку, припустимо для одностороннього мовлення чи для ретрансляції факсимільних повідомлень

При цьому сама затримка до величини 150 мс є цілком прийнятною для людини.

Таким чином, той факт, що в IP-телефонії затримка істотно більше, ніж у традиційних мережах з комутацією каналів, накладає найважливіші вимоги по високоякісному придушення луни. В іншому випадку якість зв'язку є недостатнім. Здавалося б, величина близько 150 мс є легко досяжною, проте необхідно розглянути її джерела:

- аудіо драйвер і операційна система;
- аудіо кодування;
- пакетизація;
- компенсація джитера і втрат пакетів (PLC);
- затримка розповсюдження сигналу, затримки в мережевому та інфраструктурному обладнанні.

Перше джерело затримки (аудіо драйвер) часто виключається з розгляду, хоча дослідження показало, що насправді його вплив - один з найважливіших чинників. Особливо воно істотно у зв'язку з великим поширенням в абонентських пристроях RISC-процесорів загального призначення (ARM, MIPS і т.д.) з операційними системами Linux, Android або їх клонами. Раніше, коли абонентські пристрої робилися на базі спеціалізованих сигнальних процесорів, можна було вважати, що затримка становить величину порядку 5 ... 10 мс, що відповідає кванту обробки голосу та розміру блоку голосового відліку. В операційних системах Windows, Linux, Android і так д., все сильно лімітується можливостями штатної аудіо частини цих ОС.

Важливою і неочевидною обставиною є вимога забезпечити придушення луни на абонентському терміналі. А для цього слід забезпечити або абсолютно синхронне введення і виведення голосового потоку, або використовувати такі придушувачі луни, які малочутливі до розсинхронізації. Вимога синхронізації між виходом і введенням аудіо зазвичай призводить до збільшення аудіо буферів в операційній системі або додатку, що серйозно збільшує затримку. Дослідження показали, що затримка досить істотно залежить від версії ядра використовуваної ОС і самих аудіо драйверів. Вона може коливатися від величин порядку 60 ... 80 мс (Windows або Ubuntu на ПК) до 200 ... 300 мс для малопотужних портативних пристроїв на базі процесора ARM9e з Linux. Крім того, в таких ОС потрібно вживати спеціальні засоби для мінімізації власного джитера, пов'язаного з планувальником завдань, який може досягати 20 ... 30 мс і більше. Істотно менші величини затримки (порядку 20 мс і менше) і малий власний джитер (одиниці мілісекунд) досяжні або в операційних

системах реального часу, або при використанні спеціалізованого драйвера, що працює в режимі ядра.

З формальної точки зору, джитер є розкид часу проходження пакетів в мережі. Існують два основних джерела цього розкиду:

- особливості фізичного рівня прийому-передачі пакетів;
- затримки через черги в комутаторах.

Найбільш характерним прикладом першого випадку є передача через точки доступу WiFi. Стандарт 802.11b /g визначає спеціальну посилку (beacon), яка інформує пристрої про ідентифікатор SSID, типі шифрування і т.д. Зазвичай інтервал цих посилок становить 100 мс.

Дослідження показали, що затримка в мережевому та інфраструктурному обладнанні визначається не стільки часом поширення (загальноприйнята величина 6 мкс/км), але і типом каналоутворюючого обладнання, а також чергами пакетів в комутаторах.

Важливо розуміти, який вплив на якість надає пакетизація. На перший погляд, пакетизація сама по собі не шкідлива і навіть корисна, тому що скорочує «оверхед» на заголовки пакетів і еквівалентну смугу (дивіться таблицю 2.2).

В ході досліджень стало зрозуміло, що при передачі даних через інтернет-сайти в глобальній мережі джитер може досягати декількох десятків мілісекунд. Загальний середній рівень втрат пакетів до одиниць відсотків не робить такого значного впливу на якість голосу.

Істотно більший вплив робить нерегулярність їх приходу, яка може викликати ефект «прослизання» при компенсації джитера, коли пакет приходить через інтервал більший, ніж поточна оцінка максимально компенсованого джитера. У цьому випадку пакет видаляється з черги, тому що його вже визнали втраченим. Часто при цьому пропадає не один пакет, а кілька, і це вже стає помітно на слух.

Таблиця 2.2 - Займана смуга на канал VoIP в залежності від типу кодека і пакетизації (IEEE802.3, RTP / UDP)

Кодек/пакетизація, мс	G.711	G.729	G.722.1 (режим 24 кбіт/с)
10	126.4	70.4	-
20	95.2	39.2	55.2
30	84.8	28.8	-
40	79.6	23.6	39.6

Однак при втраті пакетів деградація якості істотно залежить від довжини пакета, тому що алгоритми компенсації втрат пакетів (PLC) зазвичай мають верхню межу компенсується втрати в 60 мс.

Пакетизація 40 мс істотно починає погіршувати якість голосу при втраті більше 5% пакетів.

2.2 Аналіз досліджень якості зв'язку

Для передачі мови з високою якістю необхідно:

- використовувати канали зв'язку з мінімальною затримкою і вживати заходів з мінімізації мережевого джитера;
- використовувати високоякісні придушувачі луни;
- використовувати інтелектуальні адаптивні схеми компенсації джитера і втрат пакетів;
- уникати використання кодеків без вбудованого PLC;
- не використовувати пакетизацію, більшу 30 мс.

2.3 Кодеки

Загальновідомим чинником, що впливає на якість мови, є голосовий кодек. Велика розмаїтість пропонованих кодеків іноді створює думку, що можна використовувати будь-які з них. Найчастіше кодеки порівнюють тільки по одному параметру, що не зовсім коректно.

Для застосування в реальних додатках важливі питання сумісності, частоти використання, алгоритмічної складності (і, як наслідок, споживання, ресурсів), якості мови, підтримки алгоритмів компенсації втрат і детектування мовної активності.

У таблиці 2.3 нижче порівнюються найбільш важливі властивості найпоширеніших кодеків з точки зору використання в IP-телефонії.

Дослідження показали, що немає жодного кодека, який був би найкращим за всіма показниками.

Таблиця 2.3 - Зведена таблиця поширених кодеків для IP-телефонії

К	І	В	Ш	М	К	Д	С						
одек	лгоритм. складність	кількість	видкість, кбит/с	узкосмуговий режим	широкополосний режим	мінімальна пакетизація	втрата пакетів	детектор мовної активності	умісність				
G.711	0	5	64	X		1							
G.726	0.6	4	16,24,32,40			0				езперечна			
G.723.1	1.3	3	5,3,6,3			3				X	X	ор.	
G.728	2.5	5				1						из.	
G.729	1	4	8							X		езпер.	
iLBC	1.2	5	13,3,15,...			3							из.
AMR-NB	1.7		4,75...12,2			2							
G.711.1	0.8		64,80,96			X				1			
G.722	0.4		48,56,64							2			ор.
G722.1	0.5		24,32							0			
G722.2 (AMR-WB)	3		6...24				X		из.				
G.729.1			8...32	X									

Додатково хотілося б відзначити, що з настанням ери широкосмугової IP-телефонії будуть широко впроваджуватися нові кодеки, в першу чергу, G.711.1. Одним з його важливих достоїнств є те, що він зворотно сумісний з G.711 і забезпечує кращу якість навіть в режимі сумісності. При цьому він зберігає алгоритмічну складність на прийнятному рівні і тому буде активно впроваджуватися в багатоканальне VoIP-обладнання. Високоякісна VoIP-телефонія нового покоління зазначає не тільки використання відповідних

широкосмугових кодеків, а й вводить стандарти нових сервісів для абонентів. Сервіс «другий вхідний виклик» та конференц-режим стають де-факто стандартними. При цьому ми не можемо гарантувати, що всі абоненти будуть використовувати один і той же кодек, тому що його вибір визначається як можливостями каналу з цими абонентами, так і можливостями кінцевого обладнання. Наприклад, очевидно, що абонент аналогового телефонного закінчення буде отримувати телефонне якість сервісу, але інші учасники конференції можуть працювати і в широкосмуговому режимі, і цей абонент не повинен обмежувати якість зв'язку для всіх інших абонентів. Відповідно, програмне забезпечення VoIP повинно мати спеціальний модуль для обслуговування мікшування і транскодування.

Основоючись на дослідженнях ми бачимо, що слід:

- підтримувати широкий набір кодеків для забезпечення оптимальної якості для кожного виклику;
- підтримувати як широкосмуговий, так і стандартний (вузькосмуговий) режим кодування;
- мати функції адаптивного мікшування абонентів і транскодування.

2.4 Придушення луни на абонентських терміналах і в шлюзах

Наявність луни є одним з найбільш помітних для користувачів чинників.

Ехокомпенсатор, як правило, встановлюється безпосередньо на абонентському терміналі. У ряді випадків для сумісності із застарілим обладнанням необхідна установка пристроїв придушення луни як в шлюзах лінійних закінчень, так і на транзитних вузлах. Вимоги з придушення луни в цих випадках різні. Численні виміри показали, що реальний шлях луни в абонентському закінченні не перевищує 12 мс. Проте в транзитних вузлах додаються затримки комутаторів, і загальна величина може сильно зрости. Загальноприйнятими вимогам по луна-шляху є:

на абонентському закінченні - 16 мс; на транзитному вузлу - 64 мс;
акустичне луна - 256 мс.

Всупереч загальній думці, рекомендація G.168 специфікує тільки частина параметрів придушувачів луни. Зокрема, вона нічого не говорить про швидкість збіжності, якості голосу і т.д. Вона присвячена методикам тестування придушення луни в цілому. Дослідження показали, що як мінімум, всі придушувачі луни повинні бути перевірені за цими методиками. Наприклад, повинні бути впорядковані такі важливі аспекти як:

- збіжність на різних типах каналів (як в режимі одиночного розмови, так в режимі подвійної розмови);
- збіжність в умовах наявності шумів різного рівня;
- нерозходимість в режимі слабкого і сильного зустрічного мовлення в режимі подвійної розмови;
- запобігання неправильної збіжності на тональних сигналах;
- збіжність при різкій зміні типу каналу.

Однак практика, а також інші рекомендації накладають набір додаткових вимог:

- слабкі спотворення вхідного голосового сигналу як при включеному, так і при вимкненому нелінійному процесорі (PESQ-MOS не гірше 4.1-4.2);
- помірні спотворення голосового сигналу в режимі подвійного розмови (PESQMOS в діапазоні 3,5-3,8);
- забезпечення роботи на лініях з високим залишковою луною;
- забезпечення засобів роботи при високому рівні нелінійних спотворень (інтермодуляція порядку -15 дБ);
- висока номінальна швидкість збіжності (100 ... 200 мс);
- високий рівень придушення голосу в режимі подвійної розмови;
- підтримка номінальної довжини шляху луни в діапазоні 16 ... 128 мс.

На рисунку 2.1 наведено приклад роботи придушувача луни. Зліва - сигнал середньої якості, праворуч - той же сигнал з високим рівнем нелінійних спотворень.

Таким чином, високоякісний придушувач луни повинен бути перевірений в широкому діапазоні вхідних впливів.

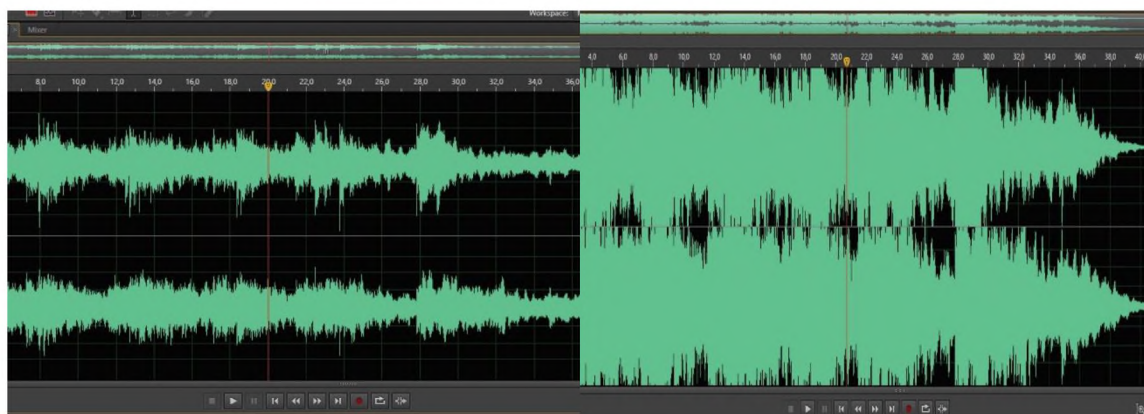


Рисунок 2.1 - Приклад роботи придушувача луни. Зліва - сигнал середньої якості, праворуч - той же сигнал з високим рівнем нелінійних спотворень.

2.5 Спосіб адаптивного регулювання джитер буфера в VoIP

Пропоную дослідити спосіб адаптивного регулювання джитер буфера в VoIP, що враховує прогноз майбутнього стану мережі. Він дозволяє підтримувати величину джитер буфера на мінімальному рівні, при якому відсутнє відкидання пакетів на приймальній стороні, забезпечуючи оптимальне співвідношення між величиною затримки, що вноситься джитер буфером і кількістю відкидаються пакетів. Експериментальні результати показали принципову можливість прогнозування джитера при передачі голосу в IP мережах.

Складові затримки при передачі голосу засобами VoIP:

- аналого-цифрове і цифро-аналогове перетворення сигналу;
- кодування / компресія і декодування / декомпресія;
- оформлення блоку даних і розпакування блоку даних стеком протоколів TCP / IP;
- передача даних у мережі;
- джитер буфер.

Для більшості кінцевих пристроїв, працюючих з VoIP, втратами на аналого-цифровому і цифро-аналоговому перетвореннях, декодуванню / декомпресії і реалізації стека TCP / IP можна знехтувати. Середня величина затримки, що вноситься кожною з залишених складових VoIP, представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Середня величина затримки, що вноситься кожною з залишених складових VoIP.

Елемент	Затримка що вноситься
Оптичний кабель	5 мкс/км
Система наземного мобільного зв'язку	80-110 мс
Кодек G.729 для 20 мс блоків	25 мс
Кодек GSM для 20 мс блоків	20 мс
Мережеве обладнання, сумарний час знаходження в черзі та обробка	2-10 мс на вузол
Джиттер буфер	20-60 мс

Відповідно до рекомендацій ITU-T G.114 максимальна затримка при передачі голосу в одну сторону не повинна перевищувати 150 мс. Таким чином, залежно від параметрів мережі, до 40% допустимої затримки може становити час джитер буфера. Джитер буфер компенсує відхилення значень затримки від середнього значення. Прибуваючі пакети на приймальній стороні відтворюються не відразу, а з певною затримкою. Чим більше джитер, тим більше розмір джитер буфера потрібно для компенсації зміни затримок, інакше частина пакетів буде відкинута, якщо вони прийдуть пізніше часу відтворення. При максимальному розмірі джитер буфера з'являється можливість звести кількість відкинутих пакетів до мінімуму, але при цьому збільшується час затримки. При мінімальному розмірі джитер буфера час затримки зменшується, але при цьому збільшується кількість відкинутих пакетів. Отже, розмір джитер буфера повинен змінюватися у часі за алгоритмом, що враховує поточний стан мережі. І що динамічніше алгоритм,

тим вища якість голосу на приймальній стороні. Тому з'являється завдання: розробити алгоритм адаптивного регулювання джитер буфера, що буде працювати з випередженням, тобто враховувати прогноз майбутнього стану мережі.

Прогнозування затримки і пов'язане з ним регулювання доцільно проводити на кінцевих вузлах, а не на проміжних. Це пов'язано з високими вимогами до обчислювальних ресурсів пропонованого способу, а також високим навантаженням проміжних вузлів. При цьому не потрібно модифікувати програмне забезпечення проміжних вузлів, тобто комутаторів та маршрутизаторів. Цей підхід має також недоліки: у проміжних вузлів більше можливостей регулювання трафіку: пріоритезація, алгоритми управління чергами та ін.. Також необхідно мати на увазі, що проміжні вузли обмежені обчислювальними ресурсами і часом обробки потоків даних. Чим більше інтелектуальні методи управління трафіком використовуються, тим більше затримки вносить кожен проміжний вузол, тим гіршу якість передачі голосових даних буде забезпечено.

Існуючі алгоритми адаптивного регулювання джитер буфера можна розділити на 3 класи:

1 Реактивні алгоритми, які безперервно оцінюють затримку і джитер пакетів в мережі для розрахунку граничного часу відтворення кожного пакета без урахування процента втрати пакетів. У роботі пропонується використовувати фіксовані вагові коефіцієнти для затримки і джитера пакетів в мережі. Розширення цього алгоритму, пов'язане з використанням методики динамічного вибору вагового коефіцієнта затримки в мережі.

2 Алгоритми, що використовують функцію розподілу ймовірностей затримок пакетів. Визначають розмір джитер буфера, застосовуючи як функцію розподілу вимірних затримок пакетів, так і бажаний відсоток втрати пакетів.. Альтернативою використанню відомих функцій розподілу став алгоритм Concord котрий використовує задану гістограму розподілу затримки

пакетів в якості основи для розрахунку необхідної величини буфера для досягнення бажаного відсотка втрати пакетів.

З Алгоритми, основані на якості відтворення, визначають розмір буфера шляхом мінімізації функції, що враховує метрики якості.

Більшість із зазначених алгоритмів працюють за фактом, тобто розмір буфера вимірюється після того, як було виявлено зміну затримки. У цій магістерській роботі пропонується використовувати метод прогнозування зміни затримки на основі сингулярно-спектрального аналізу ряду попередніх значень затримки. Це дозволить підтримувати розмір джитер буфера на мінімально необхідному рівні для компенсації флуктуації часу затримки прибуваючих пакетів і зменшити кількість відкинутих пакетів.

2.6 Використання спектрального аналізу для прогнозування

затримки пакетів в IP мережах

Існує кореляція між самоподібністю обсягу мережного трафіку і RTT.

RTT - Round Trip Time - час звернення, тобто час від моменту відправки пакета-запиту в мережу до моменту отримання пакета-відповіді з мережі, складається з часу передачі пакета в прямому і часу передачі пакету в зворотному напрямках. Ця характеристика часто використовується для оцінки часу затримки передачі пакету від одного вузла мережі до іншого. У разі рівності часів передачі пакета в прямому і зворотному напрямках затримка виходить шляхом розподілу RTT. У більшості випадків ці часи не збігаються з ряду причин:

- різні маршрути проходження пакетів в прямому і зворотному напрямках;
- різні характеристики каналів в прямому і зворотному напрямках;
- різне завантаження каналів у прямому і зворотному напрямках;
- комбінація перерахованих вище причин.

RTT пакета складається з суми затримок, котра вносяться усіма проміжними вузлами і каналами на шляху проходження пакета. Затримка передачі пакету в Internet складається з чотирьох компонент: час обробки пакета в вузлі, час знаходження пакета в черзі, час поширення сигналу в кабелі, час передачі пакета. При фіксованому розміру пакету і однакових маршрутах зміна затримки передачі пакету може бути пов'язана з перемінним часом знаходження пакету в чергах до проміжних вузлів. Таким чином, сумарну затримку передачі пакета $T(t)$ можна виразити формулою 2.1:

$$T(t) = T_0 + \sum_{k=0}^n Q_i(t), \quad (2.1)$$

де T_0 - постійна складова затримки передачі пакету;

N - кількість черг на маршруті прямування;

$Q_i(t)$ - час перебування пакета в i -й черзі.

$Q_i(t)$ змінюється пропорційно зміні обсягу мережевого трафіку: при збільшенні обсягу трафіку збільшується час знаходження пакетів в черзі, при зменшенні обсягу мережевого трафіку зменшується час знаходження пакетів в черзі. $Q_i(t)$ веде себе як процес з повільно спадною залежністю (ПСЗ), коли прибуття пакетів до вузла також є процесом з ПСЗ, тобто володіє ефектом самоподібності. Таким чином, можна очікувати, що і затримка передачі пакетів $T(t)$ також володіє ефектом самоподібності, іншими словами часовий ряд затримок передачі пакетів має властивість довгої пам'яті, яка дає передумови до його прогнозування за допомогою спектрального аналізу.

2.7 Прогнозування джитера прибуваючих пакетів

Пропонований спосіб регулювання джитер буфера заснований на прогнозі значень затримки передачі пакетів. При цьому прогноз значень затримки безпосередньо не враховується для вибору розміру джитер буфера. Розмір джитер буфера визначається поточним значенням джитера прибуваючих пакетів.

Значення джитера розраховується у відповідності до RFC 3550. Джитер J_i для i -го пакета визначається за формулою 2.2:

$$J_i = J_{i-1} + \frac{|D_{i-1}| - J_{i-1}}{16}, \quad (2.2)$$

де D_i - Відхилення від очікуваного часу прибуття i -го пакета. Відхилення від очікуваного часу прибуття i -го пакету D_i визначається за формулою (2.3):

$$D_i = (R_i - R_{i-1}) - (S_i - S_{i-1}), \quad (2.3)$$

де R - час прибуття пакета в мітках часу RTP;

S - тимчасова мітка RTP, взята з пакета.

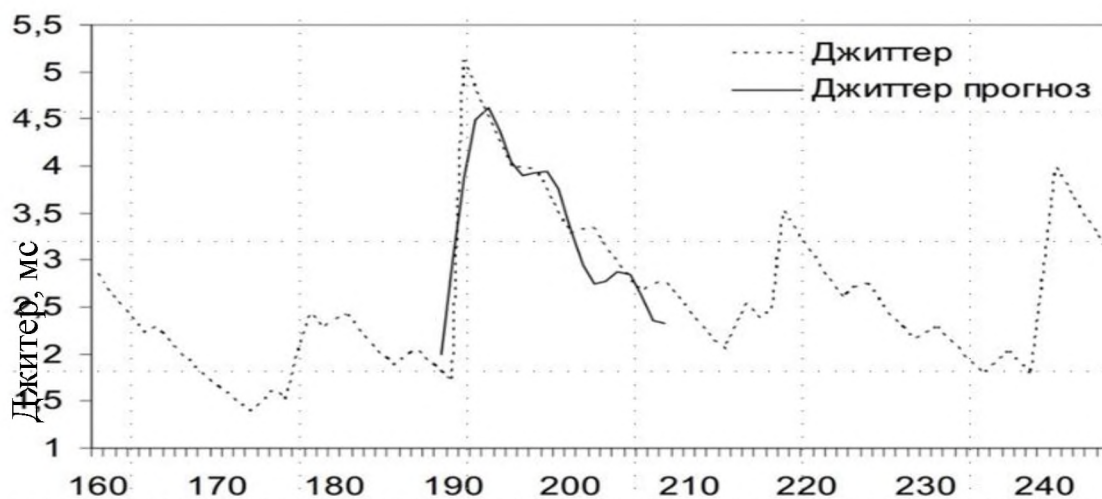
Оскільки розмір джитер буфера визначається поточним значенням джитера для останнього прибулого пакета, то для визначення наступного розміру джитер буфера необхідно спрогнозувати значення джитера, а не затримки для наступного пакета. При цьому досить спрогнозувати значення джитера на кілька кроків вперед. Довгостроковий прогноз не потрібний по декільком причинам:

- чим далі по тимчасовій осі від поточного часу точка прогнозу, тим менше точність прогнозу;
- для обчислення тривалих прогнозів потрібно більше процесорного часу кінцевого вузла;
- можливо виконувати корекцію прогнозу з урахуванням поточного значення джитера.

Таким чином, розмір джитер буфера для наступного пакета прогнозується за допомогою спектрального аналізу ряду попередніх значень джитера для прибувших пакетів. Глибина аналізу ряду визначається ступенем його самоподібності. Прогнозоване значення використовується для затримки наступного пакета на величину, достатню для компенсації флуктуації часу затримки. При цьому забезпечується мінімальна але можлива затримка, яку вносить джитер буфер, при якій відсутнє відкидання пакетів на прийомному вузлі.

2.8 Застосування спектрального аналізу для прогнозування значення джитера пакетів в VoIP

Для перевірки припущення про можливість прогнозування затримки були проведені дослідження в умовах стаціонарної мережі. Голосовий трафік проходив через IP мережу, яка складалася лише з стаціонарних наземних сегментів. На одному з проміжних вузлів була запущена утиліта tcpdump, захоплююча і зберігаюча у файл IP пакети, що проходять через інтерфейси вузла. На кінцевих вузлах з допомогою стандартних засобів передачі голосу в IP мережі був згенерований трафік. Файли із захопленими голосовими даними передані для аналізу в ПО Wireshark. У Wireshark виділений часовий ряд джитера для всіх пакетів кожного потоку. З допомогою програми CaterpillarSSA був виконаний прогноз для часового ряду джитера на 20 точок. Результати прогнозування джитера на рисунку 2.2. На рисунку 2.2 пунктиром показано значення джитера для пакетів, захоплених в реальній мережі, що складається тільки із стаціонарних сегментів. Суцільною ламаною показаний прогноз джитера, розрахований, починаючи з 190 пакета, на 20 пакетів. У розрахунку враховувалися значення джитера 100 попередніх пакетів: з 90 по 189. За графіками видно, що реальні значення та прогноз знаходяться близько один до одного. Це дозволяє зробити висновок про те, що спектральний аналіз може використовуватися для прогнозування значення джитера пакетів в стаціонарній IP мережі.



Номер пакета

Рисунок 2.2 - Прогнозування джиттера в стаціонарній мережі

2.9 Висновок

Запропоновано і обґрунтовано спосіб адаптивного регулювання джиттер буфера, при якому враховуються прогноз майбутнього стану мережі. Він забезпечує мінімальну кількість відкидань пакетів при мінімальному розмірі джиттер буфера, а, отже, найвищу якість передачі голосу в мережі відеоконференцзв'язку в заданих умовах. Доведено можливість використання спектрального аналізу для прогнозування затримки і значення джиттер пакетів в мережах відеоконференцзв'язку. Проведено дослідження для стаціонарної мережі, що підтверджують практичну можливість прогнозування джиттер пакетів, а, отже і можливість застосування запропонованого способу в реальних мережах відеоконференцзв'язку.

3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Поняття нової техніки охоплює нові технічні засоби зв'язку, засоби механізації та автоматизації виробничих процесів і мереж зв'язку, нові модернізовані механізми, прилади, конструкції, нові поліпшені види матеріалів, нові більш ефективні, в порівнянні з вживаними технологічними процесами і методами організації виробництва.

Розрахунки економічної ефективності впровадження нової техніки пропонуються для вибору економічно більш вигідного, оптимального варіанту нової техніки, що дає найбільший економічний ефект при найменших витратах.

Ефективність впровадження нової техніки є відношення ефекту до витрат. Результатом впровадження нової техніки - ефектом має бути збільшення кількості продукції, необхідної для суспільства; поліпшення її якості, підвищення її швидкості, достовірності переданої інформації, надійності зв'язку, поліпшення якості обслуговування споживачів, збільшення прибутку, підвищення рентабельності. Тому вихідними показниками ефективності впровадження нової техніки в загальній системі мають бути:

- показники збільшення переданої інформації;
- показники якості продукції;
- показники якості обслуговування.

Прискорений розвиток різних під галузей і видів зв'язку вимагає залучення капітальних вкладень (інвестицій). На відміну від щорічних поточних витрат на експлуатацію, капітальні вкладення є одноразовими витратами, які направляються на будівництво нових, розширення, реконструкцію підвищення економічної ефективності капітальних вкладень в чому залежить від методичних принципів, вкладених в основу її визначення.

Для вимірювання ефективності інвестицій застосовують різні показники. Більшість з них базуються на приведенні доходів та інвестиційних витрат до деякого моменту часу - зазвичай до початку здійснення інвестицій або до моменту їх завершення. До таких основних характеристик відносяться:

- чистий дохід;
- термін окупності капіталовкладень;
- рентабельність.

Зазначені показники відображають один і той же процес зіставлення розподілених у часі ефектів від інвестицій і самих інвестицій. Однак це відображення здійснюється з різних сторін. Всі перераховані характеристики взаємопов'язані, і інформаційною базою для їх розрахунку є потік платежів. Цей потік (послідовність у часі) формують з показників чистого доходу і інвестиційних витрат. Під чистим доходом розуміють загальний дохід (виручку), отриманий в кожному часовому відрізку, за вирахуванням платежів, пов'язаних з його отриманням. У ці платежі входять всі дійсні витрати, прямі і непрямі, з оплати праці та матеріалів, податки. Інвестиційні витрати включаються в потік платежів з негативним знаком. Величина чистого доходу є основою для визначення більшості вимірників ефективності.

Ефективність впровадження системи відеоконференцзв'язку досягається за рахунок:

- автоматизації основних робочих місць і зниження трудових витрат;
- економії річних експлуатаційних витрат;
- підвищення продуктивності праці;
- зниження витрат на переїзди та авіа-перельоти;
- спільної роботи над документами;
- підвищення рентабельності;
- створення інформаційних систем, що забезпечують високу якість;
- можливості застосування новітніх комп'ютерних технологій;
- швидкості і надійності передачі інформації.

3.2 Розрахунок капітальних витрат

Всі зроблені розрахунки витрат на обладнання системи відеоконференцзв'язку представлені нижче в табличній формі (таблиця 5). Таким чином, з розрахунку кошторисів (таблиця 6) отримуємо, що сума капітальних вкладень становить 753,5 тис. грн.

Таблиця 3.1 - Кошторис витрат на обладнання ВКЗ

Найменування	Кількість	Одиниця виміру	Ціна за одиницю (тис. грн)	Загальна вартість (тис. грн)
ViPr series 3 Desktop (10/100,RJ-45) VMC-4200-E	20	шт	10	200
ViPr application server eth VSIPS-1000-E	1	шт	18	18
Ліцензії на ViPr application server eth VSIPS-1000-E (20 користувачів)	1	шт	11	11
Разом:				229

Таблиця 3.2 - Загальний кошторис витрат

Найменування роботи та витрат	Кількість одиниць	Одиниці виміру	Кошторисна вартість
Загальні витрати на купівлю обладнання		тис. грн	229
Вартість неврахованого устаткування	10	%	22,9
Тара та упаковка	5	%	11,5
Монтаж та налаштування обладнання з урахуванням накладних витрат	18	%	41,22
Навчання персоналу			6,5
Разом:			311,1

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати на утримання і обслуговування устаткування це сукупність всіх витрат: фонд оплати праці, соціальний податок, витрати засновані на договірних взаєминах, матеріали, амортизаційні відрахування, податок на майно, інші витрати. Розрахунок експлуатаційних витрат наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Розрахунок експлуатаційних витрат

Найменування статей витрат	Одиниця виміру	Витрати на рік
Фонд оплати праці	тис. грн	399,6
Соціальний податок	тис. грн	143,856
Витрати засновані на договірних взаєминах	тис. грн	26,34
Амортизаційні відрахування	тис. грн	31,11
Податок на майно	тис. грн	2,8
Інші витрати	тис. грн	27
Разом:	тис. грн	630,706

3.4 Розрахунок фонду заробітної плати

Для розрахунку ФЗП визначасмо чисельність обслуговуючого персоналу необхідного для надання послуг відеоконференцв'язку та експлуатації, в таблиці 3.4 наведено дані розрахунку фонду заробітної плати.

Таблиця 3.4 - Дані розрахунку фонду заробітної плати

Посада	Кількість чоловік	Оклад місяц (тис. грн)	Сума в місяць (тис. грн)	Сума на рік (тисяч грн)
Інженер- програміст	2	9,45	18,9	226,8
Конференц-менеджер	2	7,2	14,4	172,8
Разом				399,6

Єдиний соціальний внесок - загальнодержавний податок, нараховується за диференційованою ставкою від фонду оплати праці. Відрахування на соціальний податок виробляється по верхній межі у розмірі 36% від річного фонду заробітної плати. Визначається за формулою 3.1:

$$C_{\text{ССВ}} = C_{\text{ФОТ}} \times 0,36 \quad (3.1)$$

$$C_{\text{ССВ}} = 399,6 \times 0,36 = 143,856 \text{ тис. грн.}$$

Отримані дані заносимо в таблицю 3.3.

3.5 Розрахунок витрат, на електроенергію

Витрати на електроенергію розраховуємо за формулою 3.2:

$$Z_y = W \cdot m \cdot t \cdot \text{Ц} + W \cdot n \cdot t \cdot \text{Ц}, \quad (3.2)$$

де W-потужність обладнання:

- SIP сервер - 0,6 (кВт/год);
- настільний термінал ViPr - 0,3 (кВт/год).

t - час роботи обладнання - 8765 (годин/рік);

m - кількість SIP серверів - 1;

n - кількість настільних терміналів - 20;

Ц - тариф (вартість 1 кВт / год приймаємо рівною з ПДВ 1,85 грн). тисяч грн.

3.6 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування на повне відновлення визначаємо методом рівномірного списання (його доцільно використовувати, коли ступінь експлуатації майна протягом періоду його роботи залишається незмінним) вартості виходячи із середньорічної вартості (капітальних вкладень) і відповідних норм амортизації і визначається за формулою 3.3:

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \cdot \Phi_{\text{ОСН } i}}{100}, \quad (3.3)$$

де A - сума річних амортизаційних відрахувань;

a - норма амортизаційних відрахувань у відсотках від середньорічної вартості

основних виробничих фондів і-го виду;

$i = (n - \text{число видів основних фондів});$

Φ - середньорічна вартість основних виробничих фондів і-го виду.

У нашому випадку $\Phi = 311,1$ тис грн, $a = 10\%$.

$$A = \frac{10 \cdot 311,1}{100} = 31,11 \text{ (тис. грн.)}$$

3.7 Інші витрати

До інших витрат відносяться - витрати на маркетинг і рекламу, відрядні, канцелярські та господарські витрати та інші витрати.

На підставі таблиць 3.2 та 3.3 будемо діаграми (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 - Діаграма експлуатаційних витрат

Побудуємо діаграму капітальних витрат і експлуатаційних витрат (рисунок 3.2).

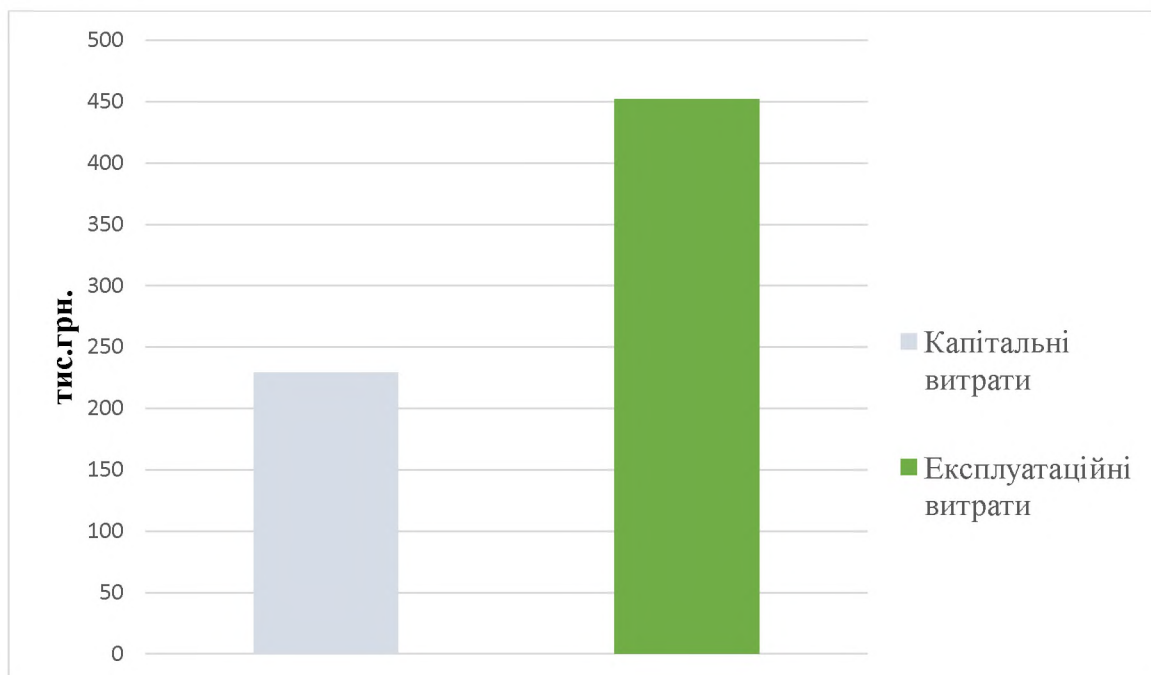


Рисунок 3.2 - Діаграма капітальних і експлуатаційних витрат

3.8 Розрахунок щорічних витрат підприємства на відрядження для працівників.

Розрахунок наведено для групи з 10 працівників. Щомісяця їм необхідно відправлятися у відрядження на нараду щодо подальшого розвитку фірми до концерну Skoda, що знаходиться у м. Млада-Болеслав (Чехія). Відрядження займає 2 календарні дні.

Таблиця 3.5 - Витрати на відрядження для робітників

Стаття витрат	Од.виміру	Сума
Вартість авіа квитку в один бік	грн./чол.	4375
Вартість проживання у готелі	грн/чол за добу	650
Відрядні	грн/чол.	250
Проїзд до місця призначення	грн/чол.	100

Вартість витрат на рік наведено нижче:

Витрати на переліт, рахуємо за формулою 3.4:

$$V_{\text{пер.}} = V_{\text{кв}} * N * \sum \text{роб.} * t, \quad (3.4)$$

де $V_{\text{кв}}$ - вартість авіаквитка в один бік;

N – кількість перельотів;

$\sum \text{роб.}$ - кількість робітників, що відправлені у відрядження;

t – досліджуваний період.

$$V_{\text{пер.}} = 4375 * 2 * 10 * 12 = 1050000 \text{ (грн/рік)}$$

Вартість проживання у готелі рахуємо за формулою 3.5:

$$C_{\text{прож.}} = C_{\text{д}} * \sum \text{роб.} * N_{\text{дн.}} * t, \quad (3.5)$$

де $C_{\text{д}}$ - вартість проживання у готелі з чоловіка, грн./добу

$N_{\text{дн.}}$ - кількість днів проживання, дн.

$$\text{Вартість проживання в готелі} = 650 * 10 * 2 * 12 = 156000 \text{ (грн).}$$

Відрядні для робітників рахуємо за формулою 3.6:

$$C_{\text{відр}} = C_{\text{д}} * \sum \text{роб.} * N_{\text{дн.}} * t, \quad (3.6)$$

де $C_{\text{д}}$ - ціна за день проживання у готелі, грн./чол.

$$\text{Відрядні для робітників} = 250 * 10 * 2 * 12 = 60\ 000 \text{ (грн/рік)}$$

Витрати на проїзд до місця призначення рахуємо за формулою 3.7:

$$V_{\text{пр.}} = C_{\text{пер.}} * \sum \text{роб.} * t, \quad (3.7)$$

де $C_{\text{пер.}}$ - ціна переїзду одного робітника до місця призначення, грн./чол.

$$\text{Витрати на переїзд до місця призначення} = 150 * 10 * 12 = 18\ 000 \text{ (грн/рік).}$$

Таким чином сума витрат на відрядження визначається за формулою 3.8:

$$V_{\text{відр.}} = \sum (V_{\text{пер.}} + C_{\text{пр.}} * C_{\text{відр.}} + V_{\text{пр.}}) \quad (3.8)$$

$$V_{\text{відр.}} = 1050\ 000 + 156\ 000 + 60\ 000 + 18\ 000 = 1\ 284\ 000 \text{ грн/рік}$$

Таким чином можна розрахувати економічний ефект від введених заходів за формулою (3.9)

$$E_{\text{еф.}} = V_{\text{відр.}} - \sum \text{Експл. витр.}, \quad (3.9)$$

де $E_{\text{еф.}}$ - Економічний ефект від впровадження заходу, грн.;

V відр.- витрати на відрядження робітників грн./рік.

Σ Експл. витр.- сума експлуатаційних витрат на придбання та користування устаткуванням, грн.

$$E_{\text{еф.}} = 1\,284\,000 - 452\,660 = 831\,340 \text{ (грн.)}$$

Далі визначаємо економічну ефективність капіталовкладень:

$$E_{\text{еф.к.п.}} = \frac{E_{\text{еф.}}}{\Sigma \text{ кап. витрат}} = \frac{831\,340}{311\,070} = 2,67$$

де Σ кап. витрат - сума капіталовкладень для придбання устаткування;

$E_{\text{еф.}}$ - економічний ефект від заходу.

3.9 Висновок

Від впровадження відеоконференцзв'язку отримано значний фінансовий результат в порівнянні зі сталою практикою відряджень у рамках даного суб'єкту господарювання. Економічний ефект виявляє, що завдяки відеоконференцзв'язку фірма може щороку економити 831 340 (грн). Економічна ефективність проекту показує, що даний захід дозволяє майже в 2,67 разів ефективніше використовувати власні фінансові засоби фірми. Прибутковість цього проекту полягає в ефективному і швидкому прийнятті рішень для організаційної діяльності працівників підприємства.

У даному проекті інвестиційні вкладення спрямовані на придбання та встановлення нових технологій, а саме інсталяцію нового обладнання системи відеоконференцзв'язку.

ВИСНОВКИ

Запропоновано і обґрунтовано спосіб адаптивного регулювання джитер буфера, при якому враховуються прогноз майбутнього стану мережі. Він забезпечує мінімальну кількість відкидань пакетів при мінімальному розмірі джитер буфера, а, отже, найвищу якість передачі голосу в мережі відеоконференцзв'язку в заданих умовах. Доведено можливість використання спектрального аналізу для прогнозування затримки і значення джитер пакетів в VOIP мережах. Проведено дослід для стаціонарної мережі, що підтверджує практичну можливість прогнозування джитера пакетів, а, отже і можливість застосування запропонованого способу в реальних VoIP мережах.

Економічний ефект виявляє, що завдяки вибору принципів відеоконференцзв'язку компанія матиме можливість щороку заощаджувати 831 340 грн. Економічна ефективність проекту доводить, що його запровадження дозволяє майже в 2,67 разів ефективніше використовувати власні фінансові ресурси досліджуваного підприємства.

Прибутковість цього проекту полягає в ефективному і швидкому прийнятті рішень для організаційної діяльності працівників підприємства у будь-якій сфері господарювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Росляков А.В., Самсонов М.Ю., Шибасева І.В. IP-телефонія // Еко-Трендз, 2-е видання 2003, - 468 с.
- 2 Полканов Є.І., Шнепс-Шнепп М.А., Крестянінов С.В. Інтелектуальні мережі і комп'ютерна телефонія // Радіо і зв'язок 2009, - 240 с.
- 3 Галицький К.П., Комп'ютерні системи в телефонії // ВНУ Санкт-Петербург видання 2004, - 400 с.
- 4 Автореферати дисертацій: електронна наукова бібліотека Sworld (Електрон. ресурс) Спосіб доступу: URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences/> - Джитер
- 5 Бобріцкмі С.М. Алгоритм оцінки якості передачі мови з аналізом характеристик ефективних втрат пакетів на основі вейвлет-перетворення. (Електрон. ресурс).-Спосіб доступу: URL: <http://scipeople.ru/publication/107179/> - Алгоритм оцінки якості
- 6 Салах К. Впровадження VoIP в існуючі IP-мережі. (Електрон. ресурс). - Спосіб доступу: URL: <http://www.techrepublic.com/whitepapers/> - VoIP
- 7 Unuth Н. Що впливає на якість голосу в VoIP дзвінку. (Електрон. ресурс). - Спосіб доступу: URL <http://voip.about.com/od/voipbasics/> - Якість VoIP
- 8 Дін. Виступ Л. Прогноз якості VoIP. (Електрон. ресурс). - Спосіб доступу: URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/> - Прогноз якості VoIP
- 9 Кунг-Чинг Ванг. Надійне виявлення голосової активності на основі дискретного вейвлет // Департамент з інформаційних технологій та зв'язку. - Сін Цзянь університету 2007, - 13 с.
- 10 Venkatesha Р. Прасад, Abhjeet Sangwan, Вишал Guarav. Голосова активність, алгоритми VoIP // CEDT. - Індійський науковий інститут 2002, - 6с.
- 11 Добеши І. Десять лекцій з вейвлета // Регулярна і хаотична динаміка. - Іжевськ 2001, - 464 с.
- 12 Баранник В.В., Власов А.В., Филоненко Б.В. Анализ особенностей применения видеоконференцсвязи в интересах профильных органов государственного управления // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2014, № 2(15) ISSN 2223-456X.

ДОДАТОК А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Найменування	Кількість аркушів	Примітки
<i>Документація</i>				
1	A4	Реферат	3	
2	A4	Список умовних скорочень	1	
3	A4	Зміст	2	
4	A4	Вступ	2	
5	A4	Стан питання. Постановка задачі	31	
6	A4	Спеціальна частина	15	
7	A4	Економічний розділ	9	
8	A4	Висновки	1	
9	A4	Перелік посилань	1	
10	A4	Додаток А	1	
11	A4	Додаток Б	1	
12	A4	Додаток В	1	
13	A4	Додаток Г	1	

ДОДАТОК Б. Перелік документів на оптичному носії

1 Презентація Василенко О.Ю. ppt

2 Пояснювальна записка Василенко О.Ю. doc

ДОДАТОК Г. Відгук керівника кваліфікаційної роботи
ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу студента групи 172м-19-1 Василенка О.Ю.
на тему: «Обґрунтування методу підвищення завадостійкості систем
відеоконференцзв'язку на основі ІР-телефонії»

Пояснювальна записка складається з титульного аркуша, завдання, реферату, списку умовних скорочень, змісту, вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань та додатків, розташованих на 71 сторінках та містить 9 рисунків, 8 таблиць, 12 джерел та 4 додатка.

Мета роботи є актуальною, оскільки спрямована на підвищення якості передачі сигналів в системах відеоконференцзв'язку на основі ІР-телефонії. Зміст та структура кваліфікаційної роботи дозволяють розкрити поставлену тему повністю.

Студент показав достатній рівень володіння теоретичними положеннями з обраної теми, практичними навичками, продемонстрував здатність формувати власну точку зору (теоретичну позицію).

У спеціальній частині дана характеристика існуючим системам відеоконференцзв'язку, оцінена їх ефективність та обґрунтовано впровадження методу підвищення завадостійкості системи.

Запропонована оригінальна модель прогнозування джитера пакетів. При цьому для прогнозування майбутнього стану джитера, був використаний спектральний аналіз. Це підтверджує самостійність обробки даних, практичні рекомендації та висновки.

Робота оформлена та написана грамотною мовою. Містить необхідний ілюстрований матеріал. Автор добре знає проблему, уміє формулювати наукові та практичні завдання і знаходить адекватні засоби для їх вирішення.

Рівень запозичень у кваліфікаційній роботі відповідає вимогам «Положення про систему виявлення та запобігання плагіату».

В цілому кваліфікаційна робота задовольняє усім вимогам і може бути допущена до захисту, а її автор Василенко Олександр Юрійович заслуговує на оцінку «_____» та присвоєння кваліфікації «Магістр з телекомунікацій та радіотехніки» за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Керівник роботи
д.т.н., професор

В.І. Корнієнко