

ЗМІСТ

Список умовних позначень, символів, скорочень та термінів.....	11
Вступ	14
1 Опис мережевих технологій та сучасних протоколів передачі потоків медіа даних, що були використані для налаштування та дослідження VoIP клієнтів	18
1.1 Сучасні архітектури мережевої будови та взаємодії.....	18
1.1.1 Стандарт моделі OSI.....	18
1.1.2 Архітектура моделі стеку TCP/IP	23
1.2 Актуальні протоколи та стеки протоколів мережевої передачі мультимедіа даних	27
1.2.1 Протокол WebRTC	28
1.2.2 Протокол Skype.....	30
1.2.3 Протокол SIP	30
1.2.4 Протокол RTP	32
1.2.5 Протокол RTCP.....	32
1.2.6 Протокол RTSP	32
1.2.7 Протокол RSVP.....	33
1.3 Висновки	33
2 Галузі застосування IP-телефонії.....	35
2.1 IP-телефонія, як засіб організації інфраструктури	35
2.2 IP-телефонія, як засіб міжнародної комунікації	36
2.3 IP-телефонія, як засіб дослідження.....	37
2.4 Висновки	37

3	Огляд відомих рішень для передачі мультимедіа потоків у VoIP мережах, сучасних IP-АТС.....	39
3.1	Asterisk	39
3.2	FreeSWITCH	40
4	Налаштування, тестування відомих IP-АТС та порівняльний аналіз на основі отриманих даних	43
4.1	Методології тестування SIP серверу IP-АТС.....	43
4.1.1	Оцінка якості SIP дзвінків	44
4.2	Тест продуктивності VoIP та якості SIP дзвінків для StarTrinity SoftSwitch	44
4.2.1	Тестовий сценарій 1.....	47
4.2.2	Тестовий сценарій 2.....	52
4.2.3	Тестовий сценарій 3.....	53
4.2.4	Тестовий сценарій 4.....	55
4.2.5	Тестовий сценарій 5.....	56
4.2.6	Тестовий сценарій 6.....	58
4.2.7	Тестовий сценарій 7.....	59
4.2.8	Тестовий сценарій 8.....	60
4.3	Порівняльне тестування IP-АТС Asterisk та FreeSWITCH.....	64
4.3.1	Тестовий сценарій 1:	65
4.3.2	Тестовий сценарій 2:	66
4.4	Порівняльне тестування IP-АТС Asterisk, FreeSWITCH та Elastix	68
4.4.1	Тестові результати Asterisk.....	69
4.4.2	Тестові результати FreeSWITCH	71

	10
4.4.3 Тестові результати Elastix	74
4.5 Висновки	75
5 Охорона праці	77
5.1 Опис приміщення.....	77
5.2 Повітряне середовище.....	78
5.3 Шум	79
5.4 Випромінювання	80
5.5 Електробезпека.....	81
5.6 Пожежна безпека.....	82
5.7 Ергономіка	83
5.7.1 Аналіз робочого місця.....	83
5.7.2 Нормативні значення параметрів робочого місця.....	83
5.8 Освітлення	85
5.8.1 Природне освітлення.....	85
5.8.2 Штучне освітлення	86
5.9 Висновки	86
Висновки.....	88
Список використаної літератури.....	91

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

AES — Advanced Encryption Standard

AJAX — Asynchronous JavaScript and XML

AODV — Ad hoc On-Demand Vector

AP — Access Point

ARP — Address Resolution Protocol

AS — Autonomous System

BGP — Border Gateway Protocol

CDMA — Code Division Multiple Access

CDN — Content Delivery Network

CGI — Common Gateway Interface

CIDR — Classless Inter-Domain Routing

DoS – Denial of Service

DHCP — Dynamic Host Configuration Protocol

DNS – Domain Name System

FTP — File Transfer Protocol

HTTP — Hypertext Transfer Protocol

ICMP — Internet Control Message Protocol

IP — Internet Protocol

IVR – Interactive Voice Response

ISO — International Organization for Standardization

NAT – Network Address Translation

OSI — Open System Interconnection

PPP — Point-to-Point Protocol

PSTN — Public Switched Telephone Network

PBX – Private Branch Exchange

RFC — Request for Comments

RPC — Remote Procedure Call

RSVP – Resource Reservation Protocol

RSA — Rivest-Shamir-Adleman

RTP – Real-Time Transmission Protocol

RTSP — Real-Time Transmission Control Protocol

SHA — Secure Hash Algorithm

SIP — Session initiation protocol

SMTP — Simple Mail Transfer Protocol

SNR — Signal-to-noise Ratio

SOAP — Simple Object Access Protocol

SONET — Synchronous Optical Network

SPE — Synchronous Payload Envelope

SSL — Secure Sockets Layer

TCP — Transmission Control Protocol

TSAP — Transport Service Access Point

UDP — User Datagram Protocol

UMTS — Universal Mobile Telecommunications System

URL — Uniform Resource Locator

VLAN — Virtual Local Area Network

WebRTC – Web Real-Time Communication

WWW – World Wide Web

XML — Extensible Markup Language

АТС – Автоматична телефонна станція

СКС – Структурована Кабельна Система

ВСТУП

За останні роки сфера інформаційних технологій пройшла міцне становлення у багатьох вузьких прикладних сферах людської діяльності, як невід’ємна складова, що зумовлює сприяння більш активному розвитку даного сегменту інтелектуального напрямку. Суспільство росте та розвивається, і стрімкий розвиток суспільства обумовлений і сприяє розвитку інформаційних технологій.

Серед великої різноманітності напрямків розвитку у сфері інформаційних технологій, важливе місце займає напрямок, що охоплює сервіси для передачі аудіо та відео інформації, зокрема у реальному часі. Потреби щодо якості та швидкості передачі інформації збільшується пропорційно приросту Світового населення та рівню розвитку інтелектуального сприйняття людей.

На сьогоднішній день кількість інформації, що передається та оброблюваної інформації в одиницю часу в Світі досягла на стільки великих обсягів, що проконтролювати чи відстежити передачу даних дуже складно. Саме з цих міркувань на передачу інформації накладається додаткова важлива вимога — високий рівень безпеки передачі даних. Особливо критично це питання поставлено по відношенню до мультимедіа даних, де часто виникає необхідність у миттєвій передачі, а обсяг інформації відносно великий.

Інноваційні технології передачі голосу та медіа повідомлень через мережевий простір, що використовують IP, в тому ж числі через Інтернет, все більше стають невід’ємною частиною не тільки IT, а й будь-якого іншої сучасної інфраструктури розвиненої компанії.

Серед багатьох переваг IP-телефонії можна виділити основну — значно менша ціна зв’язку. VoIP, між іншим, дозволяє також зменшити час, який витрачають менеджери компанії на телефонні розмови з клієнтами, партнерами та колегами. Актуальність використання IP-телефонії для сучасного бізнесу не

викликає сумнівів, проте, далеко не кожний підприємець розуміє важливість, а також високу ефективність цього виду зв'язку. Інтернет-телефонія у наш час користується великим попитом зважаючи на те, що, на даний момент, практично в кожному домі є комп'ютер. IP-телефонія дозволяє проводити переговори одночасно декільком абонентам, завдяки швидкісному зв'язку, що є дуже важливим аспектом в бізнесі при вирішенні різноманітних питань відразу із усіма партнерами.

Технологія традиційної телефонії передбачає, що для зв'язування двох абонентів використовується індивідуальний під-канал з фіксованою пропускнуою здатністю — 64 Кбіт/с. Кожний під-канал застосовується для зв'язування однієї пари абонентів. Важливою відмінністю, що виокремлює IP-телефонію є те, що оператори зв'язку використовують не виділені під-канали для кожної пари абонентів. Інформація (голосова мова), перетворена у цифровий сигнал, піддається стисканню і розбивається на окремі пакети, що передаються через IP-мережу.

Завдяки використанню сучасних алгоритмів стискання звукового сигналу, для передачі однієї розмови необхідно організувати під-канал із пропускнуою здатністю не 64, а усього лише 12 Кбіт/с. Крім цього, якщо у розмові відсутній корисний сигнал (тобто виникла пауза), то цей же під-канал може бути використаний для передачі інших даних. Саме ефективне керування трафіком комунікаційних каналів дозволяє операторам IP-телефонії пропонувати послуги міжміського та міжнародного зв'язку по значно більш низьким тарифам, ніж оператори, що використовують технологію традиційної телефонії.

Даний вид телефонії не має прив'язки до місце-розташування абонента, що дозволяє підтримувати зв'язок практично з будь-якого місця нашої планети, за умови підключення до мережі Інтернет.

По мірі свого розвитку IP-телефонія проходить важливі якісні зміни від додаткової послуги, вона поступово перетворюється в деякий базовий сервіс,

який у найближчому майбутньому пройде становлення, як один із компонентів мультисервісної технології.

Звичайно у сфері IP-телефонії все ще існує багато різноманітних проблем, зокрема: урахування використання технологічних ресурсів, маршрутизація трафіку, білінгу, розрахунку вартості транспортних затримок і т.п.

Отже IP-телефонія поступово перестає бути простою послугою, а стає одним з компонентів рішення по передачі різноманітного мультимедійного трафіку із використанням протоколу TCP/IP. Як наслідок, розвиток окремих інструментів керування мультимедійним трафіком впливає на всю систему технологій пакетної передачі даних. У поточних умовах, IP-телефонія представляє собою основу для розвитку та формування інструментів по обробці та передачі мультимедійного трафіку.

Таким чином IP-телефонія — це не просто альтернатива звичайній телефонії. Актуальність розвитку рішень IP-телефонії обумовлена не тільки можливістю зниження витрат на телефонні переговори та технічне обслуговування інфраструктури. У стратегічному плані IP-телефонія являє собою єдину технічну платформу, яка дає можливість об'єднати рішення для передачі даних та голосу, а також для обробки та подальшого використання цієї інформації у всіх бізнес-процесах. Як наслідок, розвиток IP-телефонії, в деякому сенсі, являє собою засіб для підвищення продуктивності труда та розвитку бізнесу.

У майбутньому, що можливо досягнути IP-телефони перестануть бути аналогами звичайних телефонних апаратів. На основі IP-телефонів будуть будуватися CRM-системи нового покоління, створюватися системи корпоративних баз знань, а у результаті пройде інтеграція усіх усіх інформаційних сервісів — електронної скриньки, відеоконференцій та телефонії у — у єдину комунікаційну послугу, що буде мати здатність

вдовольнити потреби корпоративного клієнту будь-якого масштабу — від підприємств малого та середнього бізнесу до великих корпорацій.

1 ОПИС МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СУЧАСНИХ ПРОТОКОЛІВ ПЕРЕДАЧІ ПОТОКІВ МЕДІА ДАНИХ, ЩО БУЛИ ВИКОРИСТАНІ ДЛЯ НАЛАШТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ VOIP КЛІЄНТІВ

1.1 Сучасні архітектури мережевої будови та взаємодії

За час становлення напрямку розвитку мережевої взаємодії у інформаційних технологіях пройшли впевнене становлення декількох мережевих архітектур. Зокрема: стандарт моделі Open System Interconnection (OSI), а також стандарт моделі стеку Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP). Кожна з моделей має свої індивідуальні особливості. Протоколи, розроблені в рамках моделі OSI більше не використовуються, в той час, коли модель, як самостійна сутність, на даний момент є діючою, і особливості, представлені на кожному шарі моделі, дуже важливі. На відміну від OSI, модель TCP/IP, як структура, не є широко використовуваною, проте протоколи використовуються достатньою розповсюджені у використанні.

1.1.1 Стандарт моделі OSI

Стандарт моделі OSI був розроблений завдяки ініціативі International Organization for Standardization (ISO) з метою узгодження та створення єдиних міжнародних стандартів для протоколів, що використовуються в різних шарах мережевої взаємодії. Стандарт має назву модель ISO OSI і являє собою модель тому, що зв'язує відкриті системи, тобто системи, що відкриті для взаємодії.

Згідно із моделлю, структура має 7 шарів. Основні ідеї закладені в основу моделі:

1. За умови необхідності представленні окремої абстракції — необхідно виділяти новий шар.

2. Кожний шар має виконувати чітко-визначену функцію.

3. Функція для кожного шару вибирається з орієнтацією на становлення міжнародних стандартизованих протоколів.

4. Межі шару повинні бути визначити так, щоб звести до мінімуму об'єм інформації, що передається між інтерфейсами.

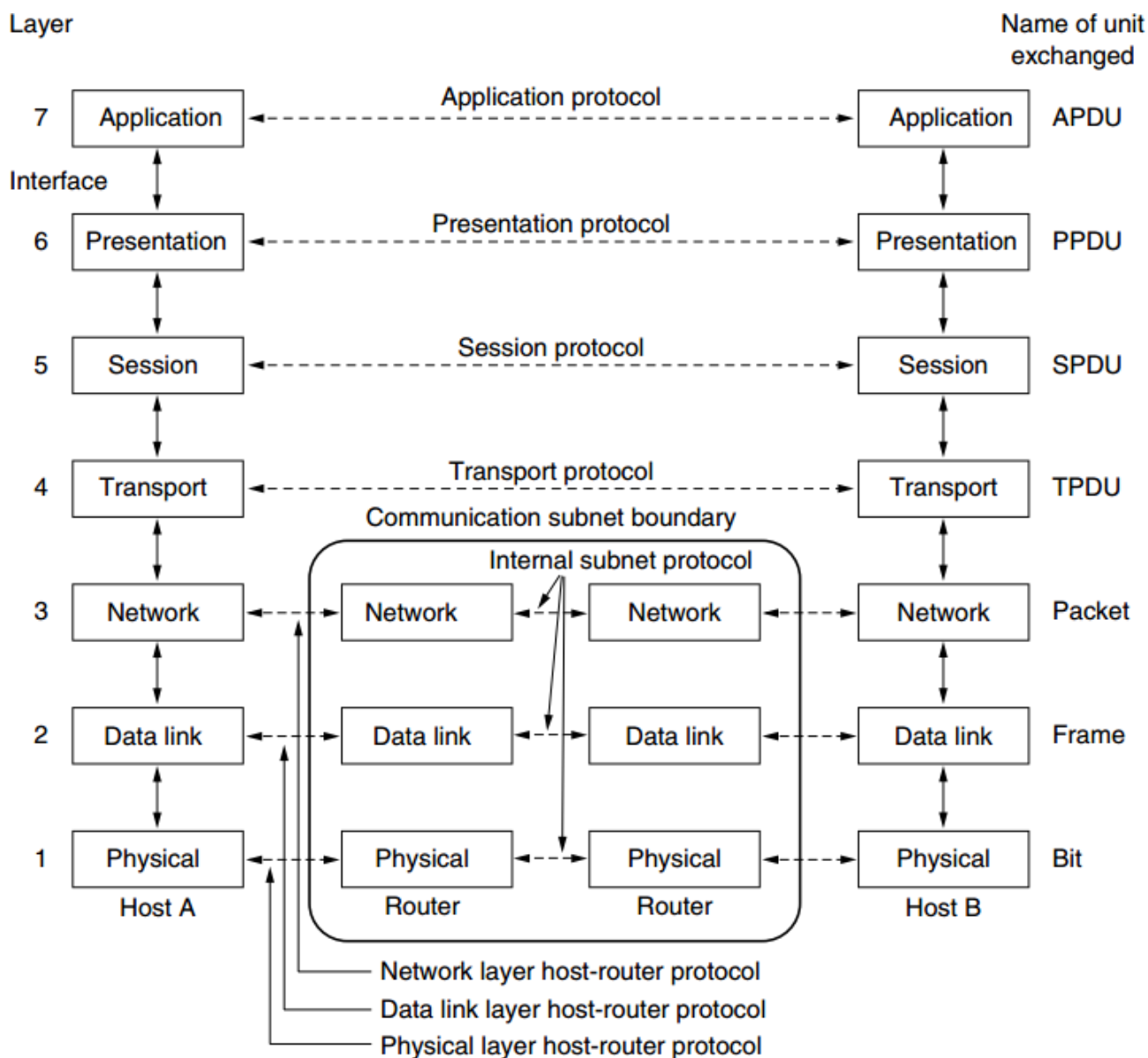


Рисунок 1.1 – Стандарт моделі OSI

Необхідно, щоб кількість шарів була достатньо великою, щоб функції, що відрізняються, не зосереджувалися в межах одного шару при відсутності необхідності, і достатньо малою, щоб архітектура не ставала громіздкою.

Необхідно відзначити, що самостійно OSI не є мережевою архітектурою, бо вона не визначає конкретні протоколи та сервіси, що мають використовуватися в окремому шарі. Модель тільки вказує на те, що повинен робити кожний шар.

1.1.1.1 Фізичний рівень

Фізичний рівень відповідає за передачу окремих бітів інформації через канал зв'язку. Тут визначається: який сигнал має представляти 1 та 0; як багато наносекунд займає біт; чи може передача проходити в обидва боки; спосіб встановлення початкового зв'язку; як воно закінчується, коли обидві сторони закінчили свою роботу; як багато пінів мережевий конектор має; а також за що відповідає кожний окремий пін.

1.1.1.2 Канальний рівень

Основна задач канального рівня даних полягає у тому, щоб перетворити сирий об'єкт передачі у послідовність, що не містить пропущених помилок передачі. Це робиться шляхом маскування реальних помилок таким чином, що мережевий рівень не бачить їх. На канальному рівні це отримується завдяки розділення вхідних даних відправника на фрейми даних (зазвичай декілька сотень чи тисяч байт) та їх послідовній передачі. Якщо сервіс надійний, то отримувач підтверджує правильне отримання кожного фрейму відправляючи у зворотньому напрямі фрейм підтвердження.

На цьому рівні, як і на більшості верхніх рівнів, виникає питання: як втримати швидкого відправника від затоплювання повільного отримувача у даними. Необхідний додатковий механізм, щоб проінформувати відправника, що отримувач може прийняти більше даних.

У мережах трансляції виникає додаткове питання: питання контролю доступу до роздільного каналу. Цю проблему вирішує спеціальний підрівень канального рівню даних — підрівень контролю проміжного доступу.

1.1.1.3 Мережевий рівень

Мережевий рівень контролює операції підмережі. Ключове проектне рішення полягає у визначенні методу маршрутизації пакетів від відправника до отримувача. Маршрути можуть бути побудовані на основі статичних таблиць, що вшиті у мережу і рідко змінюються або, частіше, вони можуть бути оновлені автоматично, для запобігання враженим компонентам. Вони також можуть бути визначені на початку кожної передачі. Також вони можуть бути високо динамічні, визначаючи новий маршрут для кожного пакету, щоб зобразити поточну завантаженість мережі.

За умови присутності занадто великої кількості пакетів у підмережі одночасно, вони будуть накладатися один на одного утворюючи затори. Оброблюючи перенавантаження також входить до відповідальності мережевого рівню у зв'язці із верхніми рівнями, що згладжують навантаження, яке вони створюють у мережі. Підсумовуючи до сфери діяльності даного рівня входить якість забезпеченого сервісу: затримка, час передачі, тремтіння і т.п.

При передачі пакету із одної мережі до мережі призначення може виникнути багато проблем. У такій ситуації адресування, що використовується в останній мережі може відрізнятись від того, що використовується в першій. Остання мережа може взагалі не прийняти пакет тому, що він занадто великого розміру. Протоколи можуть різнитися і тому подібне. Питання подолання цих проблем накладається на мережевий рівень, для забезпечення передачі даних у однорідних мережах.

У мережах радіо трансляції питання маршрутизації прості, тому у таких мережах, зазвичай, мережевий рівень дуже тонкий, якщо взагалі не відсутній.

1.1.1.4 Транспортний рівень

Головна функція транспортного рівню полягає у прийнятті даних згори, розбитті їх на менші одиниці, якщо необхідно, та передати їх до мережевого

рівню, а також впевнитися, що шматочки були усі коректно прийняті на іншій стороні. Більше того, все це має бути виконано ефективно і таким чином, щоб захистити верхні рівні від неминучих змін у апаратній технології із плином часу.

Транспортний рівень також визначає тип сервісу для сесійного рівню, та, у кінцевому результаті, для кінцевих користувачів. Найвідоміший тип транспортного зв'язку — це вільний від помилок канал точка-точка, що постачає повідомлення або байти у тому ж порядку, у якому вони були вислані. Існують також інші можливі види транспортного сервісу, такі як передача окремих повідомлень без гарантій дотримання порядку після передачі, а також трансляція повідомлень до декількох точок призначення. Тип сервісу визначається при встановленні зв'язку.

Транспортний рівень — це справжній ланцюговий рівень. Він супроводжує дані на всьому шляху від відправлення до місця призначення. Іншими словами, програма на машині відправника веде передачу даних із такою ж самою програмою на машини отримувача, використовуючи заголовки повідомлень та повідомлення контролю. На нижніх рівнях, кожний протокол встановлений між машиною та її найближчими сусідами, а не між кінцевим джерелом та машиною призначення, що може бути розділена між багатьма маршрутизаторами.

1.1.1.5 Сесійний рівень

Даний рівень дозволяє користувачам на різних машинах встановлювати сесії між собою. Сесія пропонує різноманітні сервіси, включаючи контроль діалогу (слідкує за тим, чия черга передачі), керування токенами (запобігання спроб двох сторін звертання до однієї і тієї ж критичної операції одночасно) та синхронізація (дає можливість відновлення довгих передач при падінні сесії).

1.1.1.6 Представницький рівень

На відміну від нижніх рівнів, що в основному відповідають за рух бітів, рівень презентації відповідає за синтаксис та семантику інформації, що передається. Даючи можливість комп'ютерам з різним внутрішнім представленням даних обмінюватися інформацією, абстрактним даним для обміну бути визначеними у абстрактному розумінні, використовуючи стандартне кодування. Рівень презентації керує абстрактними структурами даних та дає можливість оголошувати та обмінюватися ними.

1.1.1.7 Прикладний рівень

Прикладний рівень містить набір протоколів, що зазвичай необхідні користувачу. Один широко-використовуваний протокол HyperText Transfer Protocol (HTTP), що є основою World Wide Web (WWW). Коли браузер потребує веб сторінку, він посилає ім'я сторінки, яку він хоче, до серверу господаря сторінки використовуючи HTTP. Потім сервер повертає сторінку у відповідь.

1.1.2 Архітектура моделі стеку TCP/IP

Модель стеку TCP/IP була розроблена на основі необхідності у вдосконаленні ARPANET. Названа виходячи із назв її основних протоколів. Основною метою, закладеною у дану архітектуру була необхідність у тому, щоб з'єднання залишалось не враженим до тих пір, поки машина, що передає інформацію і машина, що отримує працюють. Навіть, якщо одна з машин або ліній передачі між ними була раптово вибита із операції. Крім того дана архітектура відповідала вимогам гнучкості, що виникли при розділенні операцій по передачі файлів та передачі мови у реальному часі.

Усі ці вимоги привели до вибору мережі с комутацією пакетів побудованої на основі рівнів без встановленого зв'язку, що працюють у межах

різних мереж. На відміну від моделі OSI, архітектура стеку TCP/IP побудована на основі чотирьох рівнів, серед них:

1. Канальний рівень;
2. Інтернет рівень;
3. Транспортний рівень;
4. Рівень додатків.

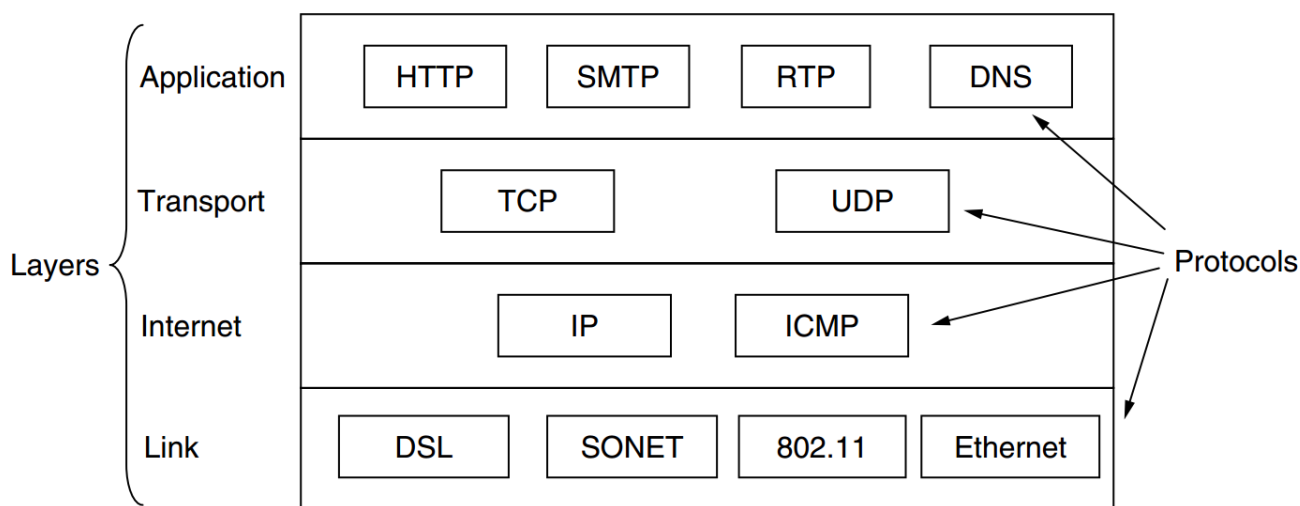


Рисунок 1.2 – Рівні та протоколи стеку TCP/IP

Відмінність архітектури моделі OSI та стеку TCP/IP можна побачити на малюнку

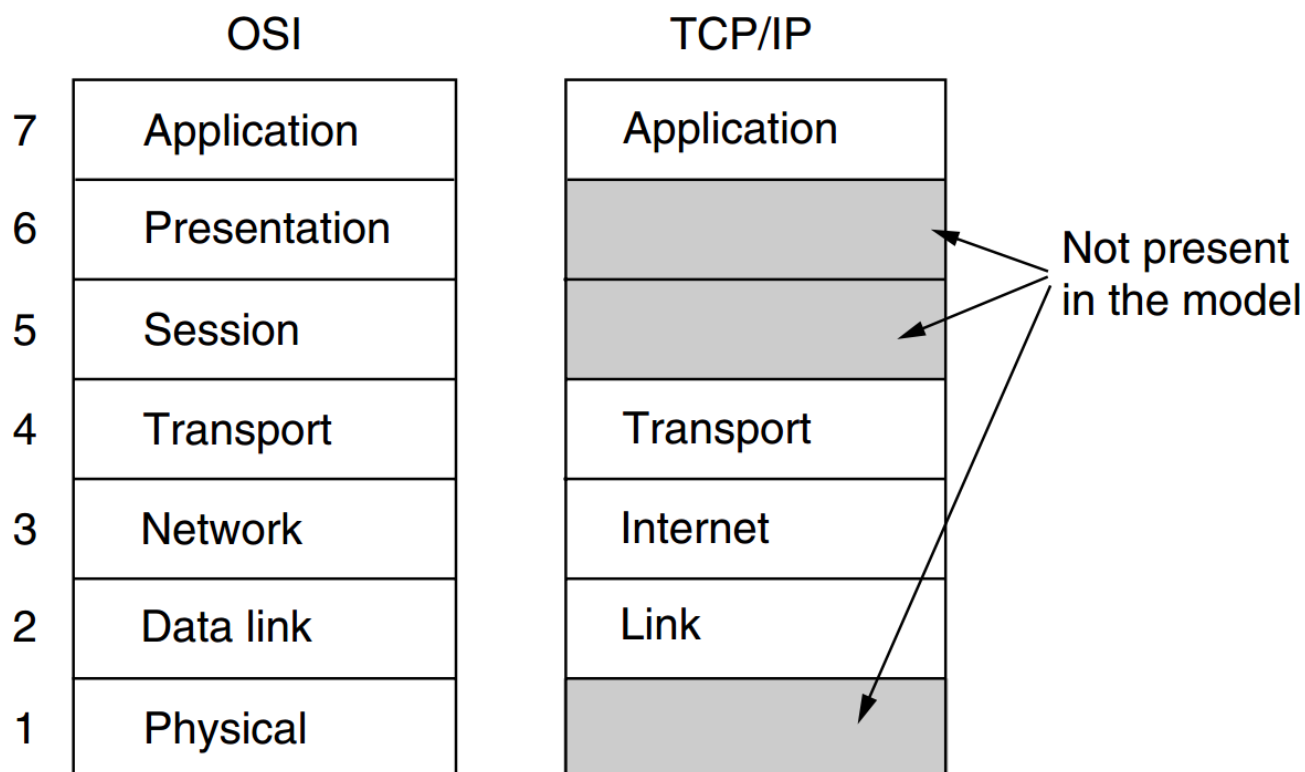


Рисунок 1.3 – Порівняння архітектур моделі OSI та стеку TCP/IP

1.1.2.1 Канальний рівень

Найнижчий рівень у моделі. Визначає, які зв'язки, наприклад послідовні канали і класичний Ethernet необхідно прокласти, щоб задовольнити потреби Інтернет рівню без встановлення зв'язку. У звичайному представленні канальний рівень не є шаром взагалі, скоріше інтерфейс між сервером та лініями передачі.

1.1.2.2 Мережевий рівень

Представляє собою елемент, що об'єднує цілу архітектуру разом. Його задача полягає у тому, щоб забезпечувати можливість серверу вводити пакети у будь-яку мережу і стежити за тим, щоб вони подорожували незалежно до пункту призначення. Потенційно без прив'язки до мережі. Вони можуть приходити навіть у повністю невідповідному порядку відносно того, як вони були відправлені. Такий випадок, необхідність у пересортуванні, якщо заявлена впорядкована доставка, відноситься до зони контролю верхніх рівнів. В даному

випадку “інтернет” вживеться у загальному сенсі, навіть якщо цей рівень присутній у мережі Internet.

Рівень інтернет визначає офіційний формат пакету та протокол, що називається Internet Protocol (IP), а також супровідний протокол Internet Control Message Protocol (ICMP), що доповнює його функції. Робота рівню інтернет полягає у тому, щоб доставляти IP пакети до місця призначення. Маршрутизація пакетів є таким же важливим питанням, як і накопичування пакетів, хоча IP не показав себе з кращої сторони у протидії пере-накопичуванню.

1.1.2.3 Транспортний рівень

Рівень розташований вище рівню інтернет у моделі стеку TCP/IP, на сьогоднішній день часто називають транспортним рівнем. Він розроблений для забезпечення рівних сутностей (об'єктів) на сервері відправнику та сервері отримувачі для проведення переговорів, точно так, як в транспортному рівні моделі OSI. Включає два невід'ємні протоколи: Transmission Control Protocol (TCP) та User Datagram Protocol (UDP). TCP – це надійний орієнтований на зв'язок протокол, що організовує потік байт створений на одній машині, щоб розповсюдити без помилок на будь-яку іншу машину у межах інтернет. Він розділяє потік байт, що надходить, на дискретні повідомлення і передає кожний на інтернет рівень. На сервері призначення, TCP процес, що отримує інформацію збирає отримані повідомлення у вихідний потік. TCP також проводить потоковий контроль, щоб виключити ситуацію, коли швидкий відправник може захлеснути повільного отримувача з більшою кількістю повідомлень, ніж він може обробити.

З іншого боку — UDP. UDP – це не надійний, протокол без встановлення зв'язку, для додатків, що не потребують послідовності або потокового контролю TCP, а прагнуть реалізовувати свій власний. Даний протокол широко використовується для одиничних, клієнт-серверного типу запит-відповідь

запитів, а також для додатків, де миттєва доставка значно важливіша ніж точна доставка, наприклад передача голосу чи відео. Відношення IP, TCP та UDP показане на малюнку.

1.1.2.4 Рівень додатку

Модель стеку TCP/IP не включає таких рівнів, як сесійний та представницький, на відміну від моделі OSI. Не було виявлено в них необхідності. Замість цього додатки просто включають сесійні та представницькі функції, яких вони потребують.

На вершині транспортного рівню — рівень додатків. Він містить усі протоколи верхнього рівню. Ранні включали віртуальний термінал (TELNET), File Transport Protocol (FTP) та електронну пошту Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). За роки до цього списку було додано багато інших протоколів. Серед них Domain Name System (DNS), для зв'язування імен серверів із їхніми мережевими адресами. HTTP – протокол для стягування сторінок із World Wide Web (WWW), і також RTP – протокол для передачі медіа інформації у реальному часі такої, як голос чи відео.

1.2 Актуальні протоколи та стеки протоколів мережевої передачі мультимедіа даних

Мережа Інтернет спочатку розроблялася, як засіб для обміну даними. Основна частина трафіку включала такі дані, як електронні листи та файли. Голосовий трафік передавався виключно через телефонні мережі. Із ростом Інтернету у сенсі кількості вузлів, програмних додатків та користувачів, виникала необхідність у мультимедіа взаємодії. На сьогоднішній день анімація, голос та відео кліпи є звичним явищем у просторі Інтернет. Інтернет телебачення та відео конференції доступні на ринку. У найближчому майбутньому, будуть доступні інші мультимедіа продукти, такі як: віддалене навчання, розподілена симуляція, розподіленні групи та інші. Мультимедійний

трафік породжує нові вимоги до Інтернет архітектури та її протоколів. У відповідь на це, дослідники розробили родину протоколів, що включає Real-Time Transmission Protocol (RTP), його керівну частину Real-Time Transmission Control Protocol (RTCP), та Real-Time Streaming Protocol (RTSP).

1.2.1 Протокол WebRTC

Web Real-Time Communication (WebRTC) - це набір стандартів, протоколів та JavaScript API, комбінація яких дає можливість P2P обміну аудіо, відео та роздачі даних між браузерами (рівнями). Замість того, щоб використовувати third-party бібліотеки або платне приватне програмне забезпечення, WebRTC дає можливість обернути передачу у реальному часі у стандартні можливості, що доступні у будь-якому веб додатку використовуючи звичайні JavaScript API.

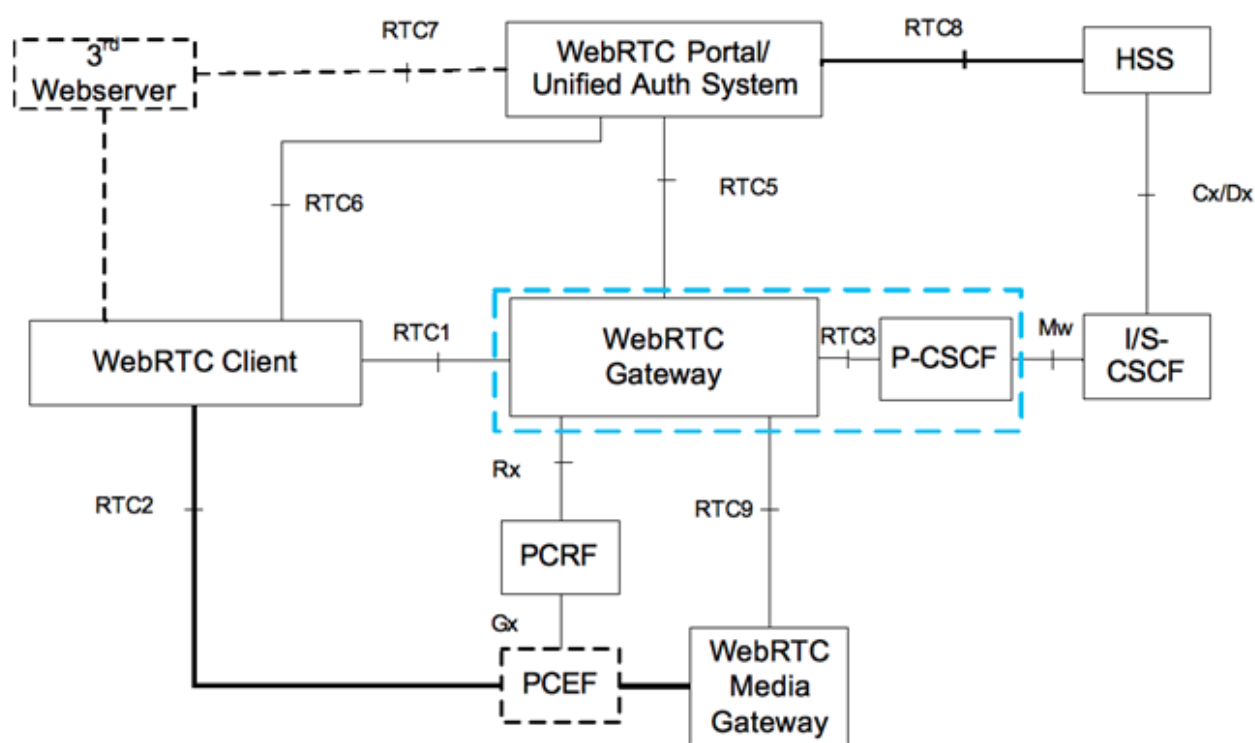


Рисунок 1.4 – Архітектура WebRTC

Для розповсюдження високоякісних RTC додатків таких, як аудіо та відео телеконференцій та P2P обміну даних необхідно багато нової функціональності

у браузері: можливості для обробки відео та аудіо обробки, нових API додатків та підтримки дюжин нових мережевих протоколів. На щастя абстракція браузерів, як правило, дає можливість підтримки цього набору операцій за допомогою основних трьох API:

- `MediaStream`: отримання аудіо та відео потоків;
- `RTCPeerConnection`: взаємодія аудіо та відео даних;
- `RTCDataChannel`: взаємодія незв'язних даних додатків.

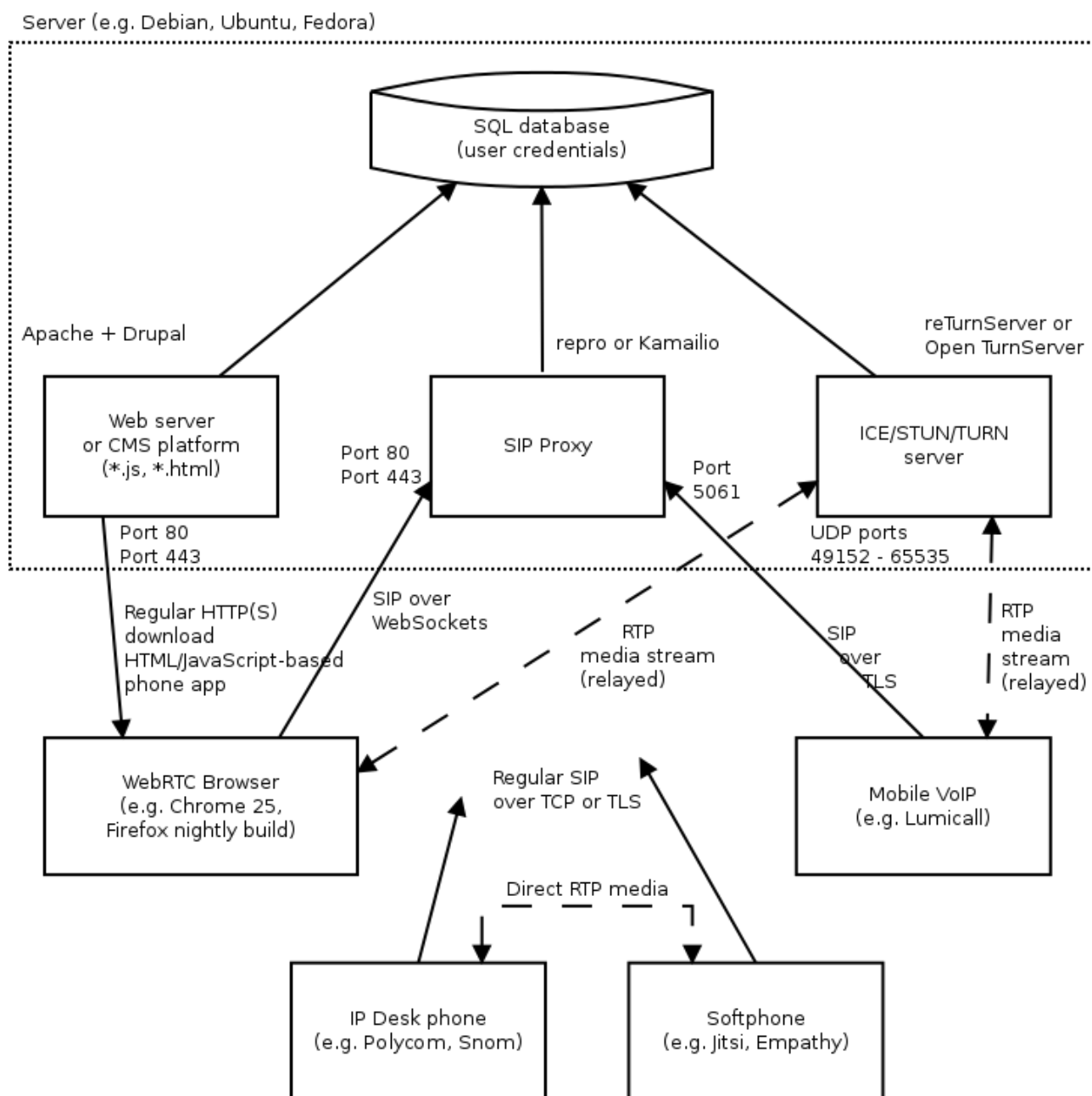


Рисунок 1.5 – Модель взаємодії WebRTC

1.2.2 Протокол Skype

Протокол Skype це peer-to-peer Інтернет протокол, що використовується для передачі закодованого voice over IP (VoIP) трафіку між Skype комп'ютерами (рівнями).

У Skype для зв'язку використовується стандарт кодування RC4, а для передачі голосу стандарт AES (Advanced Encryption Standard). Даний протокол є приватним протоколом, що був розроблений спеціально для сесії Skype, не здатен взаємодіяти із більшістю стандартних VoIP мереж без використання ліцензії Skype.

Для передачі зовнішнього TCP потоку повинні бути відкриті порти 80 та 443, а також рекомендовано, щоб усі порти місця призначення вище 1024 також були відкриті. На додачу, порти 5060 та 8000 необхідно тримати відчиненими для вхідних та вихідних потоків передачі UDP. Для передачі голосового трафіку в Skype використовується UDP. Протокол приватний, тому виробники не відкриваються структуру роботи даного протоколу.

1.2.3 Протокол SIP

SIP дуже схожий на протокол HTTP, використовуваний для Web додатків, або на SMTP (обмін поштовими повідомленнями). Повідомлення складаються із заголовків і тіла повідомлення. Зміст тіла SIP повідомлення для телефонних викликів описується в SDP: session description protocol - протокол опису сеансу.

SIP - це протокол, який використовує текстові повідомлення, в яких використовується кодування UTF-8.

SIP використовує номер порту 5060, як для комунікації по протоколу UDP, так і для TCP. Для SIP можуть використовуватися інші способи передачі даних.

Протокол SIP пропонує все, потенційно визнані можливості, використовувані в Інтернет технологіях, такі як:

- передача викликів або мультимедійних даних
- конференц зв'язок
- утримання викликів

Внаслідок того, що SIP - це досить гнучкий протокол, є можливість розширення його можливостей із збереженням зворотної сумісності.

Також, протокол SIP може долати обмеження, пов'язані з використанням Network Address Translation (NAT) або файрволів.

Таблиця 1.1 – Структура пакету SIP

+ Біти	0-1	2	3	4-7	8	9-15	16-31
0	Ver.	P	X	CC	M	PT	Порядковий номер
32	Мітка часу						
64	SSRC-ідентифікатор						
96	CSRC-ідентифікатор						
96+(CCx32)	Додатковий заголовок						
96+(CCx32) + (Xx(AHL+16))	Дані						



Рисунок 1.6 – Структура повідомлень WebRTC

1.2.4 Протокол RTP

Зі зростанням важливості переданої мультимедійної інформації замість відомого HTTP, виникли альтернативні протоколи: RTSP, MMS, RTMP і т.п.

Протокол Real-Time Transport Protocol (RTP). Деякі протоколи розроблені спираючись на конкретні транспортні протоколи. Протокол RTP і є одним із таких прикладів, побудований, як правило, на базі UDP. Розроблений спеціально для передачі в реальному часі. Реалізований на верхніх шарах UDP (TCP), розглядається, як частина транспортного рівня.

1.2.5 Протокол RTCP

Протокол Real Time Control Protocol (RTCP) відображає можливості RTP, оперуючи, в той же час, на рівні сесії. Основна властивість даного протоколу: забезпечувати зворотну інформацію щодо якості передачі даних. Ця функція, згодом, дає можливість коригування обсягу переданих даних.

1.2.6 Протокол RTSP

Протокол Real Time Streaming Protocol (RTSP) - це протокол передачі мультимедіа прикладного рівню, який використовує кілька протоколів в

транспортному рівні для передачі своїх пакетів, включаючи UDP і TCP. Дуже тісно використовується з RTP, але не пов'язаний з ним впритул. Даний протокол розроблений, як формат віддаленого мережевого контролю. Чимось нагадує HTTP: передає запит для ініціалізації дій, таких як програти, пауза і запис.

1.2.7 Протокол RSVP

Протокол Resource Reservation Protocol (RSVP) працює на транспортному рівні, хоча використовується для установки сесій.

Стек протоколів RTP, RTCP і RTSP часто об'єднують в RTSP. На верхньому рівні ці альтернативні протоколи об'єднує кілька спільних елементів: наявність сервера для передачі потоку, які працюють у зв'язці з традиційним HTTP сервером. У таких випадках роль HTTP сервера полягає в установці з'єднання між потоковим сервером і клієнтами. З'єднання існує до тих пір, поки клієнт обриває його. За рахунок цього, дані протоколи вважаються стабільними в порівнянні з HTTP, який, до того ж, не має зв'язку між сервером і клієнтом. Дане питання є одним з найважливіших недоліків HTTP. Наприклад, немає можливості звернутися до окремого фрагменту мультимедіа файлів. Поточкові сервери більш ефективно вирішують питання обслуговування безлічі користувачів.

1.3 Висновки

Архітектури моделі OSI та моделі стеку TCP/IP мають багато спільного. Обидві побудовані на основі ідеї стеку незалежних протоколів. Набір функцій окремих рівнів також приблизно схожі. Проте незважаючи на ці фундаментальні схожості, обидві моделі мають багато відмінностей.

Для моделі OSI характерні три базові концепти:

- сервіси;

- інтерфейси;
- протоколи.

Кожний рівень виконує певний сервіс для рівню вище. Визначення сервісу показує, що він робить, не те, як сутності вище доступуються до нього або, як той рівень працює. Визначає семантику рівня.

Інтерфейс показує процесам вище, як до нього можна доступитися. Визначає, які є параметри, та результати у відповідь на запити. Проте ніякої інформації про те, як рівень працює всередині.

Знову ж таки протоколи, що використовуються на різних рівнях є незалежними. Всі ці особливості чудово узгоджуються з сучасними ідеями об'єктно-орієнтованого програмування.

Модель TCP/IP не проводить чіткого розмежування між сервісами, інтерфейсами та протоколами.

Дослідження, на основі порівняння технічних властивостей, і теоретичних показників встановило перевага зв'язки сучасних протоколів стека RTSP при вирішенні таких, завдань, як передача відео і аудіо потоків в реальному часі. У той же час, як і будь-яка альтернатива, дане рішення має як переваги, так і недоліки в певних аспектах щодо своїх попередників. В даному випадку, ці недоліки можуть виражатися, наприклад, в надійності передачі інформації та обсягів навантаження на потокові сервера. Тому, дане рішення не можна назвати однозначно кращим над стандартними протоколами, а проводити вибір протоколу для вирішення тієї чи іншої задачі необхідно виходячи з безпосередніх локальних вимог. У разі необхідності передачі мультимедія потоку на максимальній швидкості, при можливості у використанні потужних серверів і без особливих вимог до безпеки, дане рішення можна вважати оптимальним.

2 ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

ІР-телефонія — це дуже корисна технологія і вона може бути дуже широко розповсюджена. Є актуальною для будь-якої сфери де необхідно організувати комунікацію між великою кількістю абонентів чи є необхідність у спілкуванні на відстані.

2.1 ІР-телефонія, як засіб організації інфраструктури

Технологія ІР-телефонії є дуже корисним рішенням, що може бути використана у багатьох сферах.

Відсутність або дефіцит телефонних закінчень від ГТС відпадає необхідність у прямих телефонних лініях і АТС віддаленого офісу. Із застосуванням VoIP абонент віддаленого офісу може працювати, використовуючи у вигляді телефонного апарату ІР-телефон, ПК з встановленим ПО SoftPhone + гарнітура, КПК. Винесений за ІР блок DECT усуне проблему пересувань в новому бездротовому офісі.

Віддалене робоче місце. Співробітник компанії, перебуваючи у відрядженні або працюючи на дому, може використовувати функціональність офісних ІР-АТС як шлюз, з'єднуючись з нею за допомогою КПК або ПК через виділений канал або публічний інтернет, спілкуючись з колегами в офісі, партнерами і клієнтами в будь-якому місті.

Управління однією або декількома АТС. Використання ІР-АТС дозволяє з легкістю організувати процес управління та моніторингу мережею АТС. У цьому випадку відстані не мають ніякого значення.

Масштабованість архітектури компанії. В умовах зміни робочих місць, розширення, переїздів співробітників в рамках підприємства, робота на новому

місці почнеться в момент включення телефону в розетку СКС. АТС миттєво "побачить" IP-адреса телефону, який змінив робоче місце і буде використовувати звичні алгоритми переадресації та інших стандартних функцій.

Спрощення та стандартизація обладнання та компонентів СКС. З використанням IP-терміналів відпадає необхідність у кросовом обладнанні для телефонії.

Універсальне робоче місце. З використанням програмних IP-телефонів, встановлених на портативний комп'ютер, WI-Fi і бездротових гарнітур, робоче місце займає мінімум простору, миттєво розгортається в умовах нового офісу, чудово доповнює СТІ / ТАРІ програми.

Як показала практика, програмний телефон і гарнітура досить непогано поєднуються в роботі з сенсорним дисплеєм, підвищуючи зручність користування і функціональний рівень пристрою.

2.2 IP-телефонія, як засіб міжнародної комунікації

Міжміські та міжнародні з'єднання. При об'єднанні офісів, розташованих у різних територіальних зонах - в рамках міста чи держав - можна повністю піти від витрат на традиційні міжміські та міжнародні з'єднання, використовуючи орендований або власний канал передачі даних. Оплачуючи обсяг трафіку в гіршому випадку або використовуючи unlimited тариф, компанія використовує VoIP у вигляді обсягу переданих даних, а не витрачені сумарні оплачувані хвилини і години розмови.

Розподілені територіально офіси. Офіси об'єднуються в єдину мережу зв'язку незалежно від віддаленості і використовують весь функціонал (загальна поштова служба, загальні голосові вітання тощо.) Мережі або головного вузла.

2.3 IP-телефонія, як засіб дослідження

Як одна із сфер використання IP-телефонії може виступати наукова сфера, та сфера досліджень. Де немає можливості слідкувати з певними предметами та явищами через певні фізичні обмеження.

У таких випадках необхідну роботу можна перекласи на IP-просторі. Таким чином можливо організувати слідкування за конкретними об'єктами та явищами, що є недосяжними, і значно сприяє дослідженню.

2.4 Висновки

Отже IP-телефонія є дуже просунутим напрямком розвитку і стрімко розвивається, що обумовлено потребами суспільства у швидкій, якісній та надійній передачі медіа зв'язку.

Потреби у вище вказаній технології міцно встановилися у багатьох сферах людської діяльності, що обумовлює такий розвиток, а також таке різноманіття уже створених систем. Дані системи пройшли становлення, широко використовуються і підтримуються.

Основними сферами діяльності, що потребують переваг, які надає IP-телефонія виступають сегменти діяльності суспільства, де питання комунікації на відстані ставиться критично через вартість подібних сервісів, необхідність у здатності до легкого масштабування, а також захищеності своїх інфраструктур.

Для сфери діяльності, що представляють закриті інфраструктури IP-АТС також виступають зручним рішенням. Оскільки дають можливість знизити затрати на зв'язок, зробити взаємодію більш швидкою та мобільною, а також, при необхідності, у майбутньому, легко розгортати роботу за межі інфраструктури.

Сфера досліджень також потребує рішень базованих на можливості використання IP-телефонії, щоб проводити оцінку явищ та факторів, де немає можливості налагодити прямий контакт із об'єктами для досліджень.

Все це зумовлює швидкий розвиток даних рішень.

3 ОГЛЯД ВІДОМИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІА ПОТОКІВ У VOIP МЕРЕЖАХ, СУЧАСНИХ IP-АТС

3.1 Asterisk

Платформа Asterisk представляє собою фреймворк, що розповсюджується з відкритим кодом, для побудови додатків, що надають можливість обмінюватися інформацією. Рішення на базі даної платформи обертає звичайний комп'ютер комунікаційний сервер. Asterisk оснащує IP-АТС системою, прокладає канали VoIP, серверами для конференцій та іншими довільними рішеннями. Широко використовується у сфері малого та великого бізнесу, кол центрів, компаній, що займаються перевезеннями та урядовими організаціями по всьому Світі. Безкоштовний та з відкритим кодом рішення Asterisk спонсорується компанією Digium.

На сьогоднішній день існує більше одного мільйону систем на базі Asterisk у більше ніж 170 країнах Світу. Найчастіше розгортається системними інтеграторами та розробниками, може виступати основою для повноцінної комунікаційної інфраструктури підприємства.

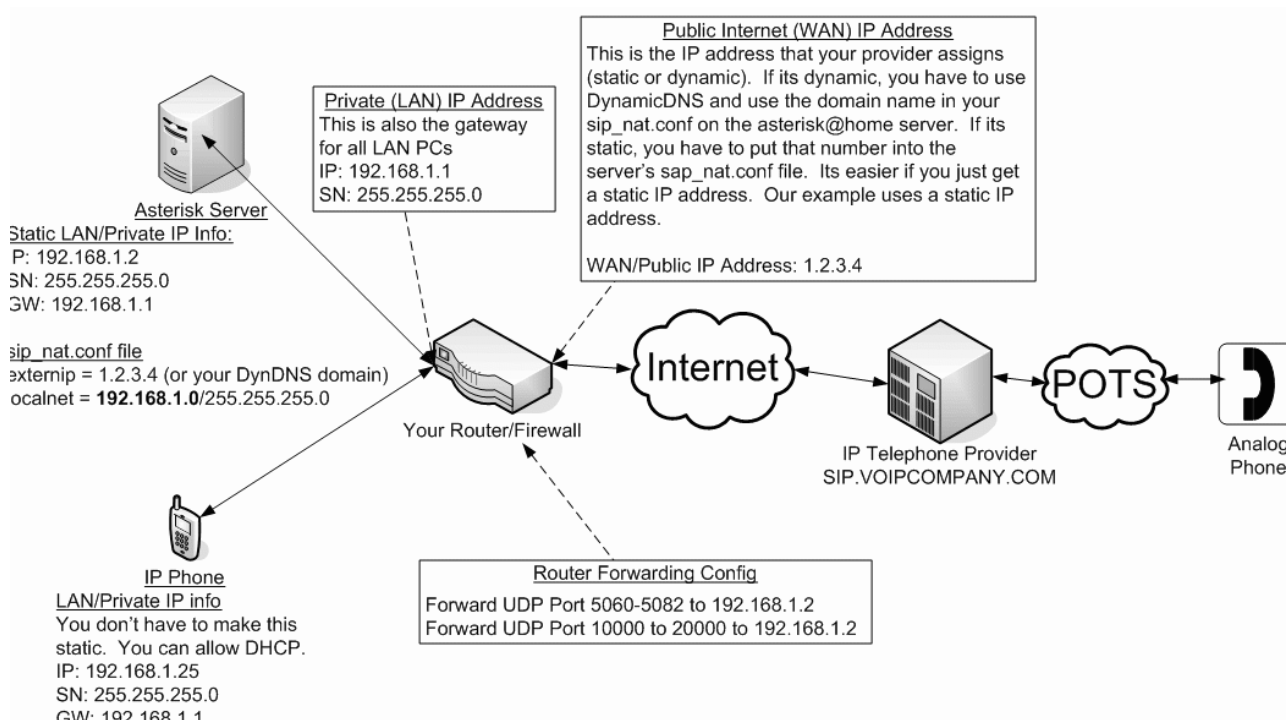


Рисунок 3.1 – Архітектура IP-АТС Asterisk

Проект Asterisk був розпочатий Марком Спенсером, коли він опублікував вихідний код під ліцензією GPL open source license. З того часу, дана система покращувалася та тестувалася глобальним товариством, що складає тисячі. На сьогоднішній день Asterisk підтримується об'єднаними зусиллями Digium та товариства Asterisk.

3.2 FreeSWITCH

Рішення FreeSWITCH – це здатна масштабуватися, крос-платформена платформа, для зв'язування та узгодження відомих комунікаційних протоколів, що використовують аудіо, відео, текст або будь-які інші види медіа даних. Розроблена у 2006 році для заповнення порожнечі, створеної приватними рішеннями. Платформа FreeSWITCH також забезпечує стабільну телефонну платформу на якій можна розробляти власні додатки, використовуючи широкий діапазон інструментів.

Була розроблена та реалізована Ентоні Мінесалі із допомогою Браяна Веста та Майла Джерис, що раніше були першими, хто розробляв популярну IP-АТС з відкритим кодом Asterisk. Проект був орієнтований на певні архітектурні переваги: модулярність, крос-платформеність, масштабованість та стабільність.

Дана платформа може виконувати повне відео кодування та багатоканальну комутацію використовуючи власний модуль конференцій.

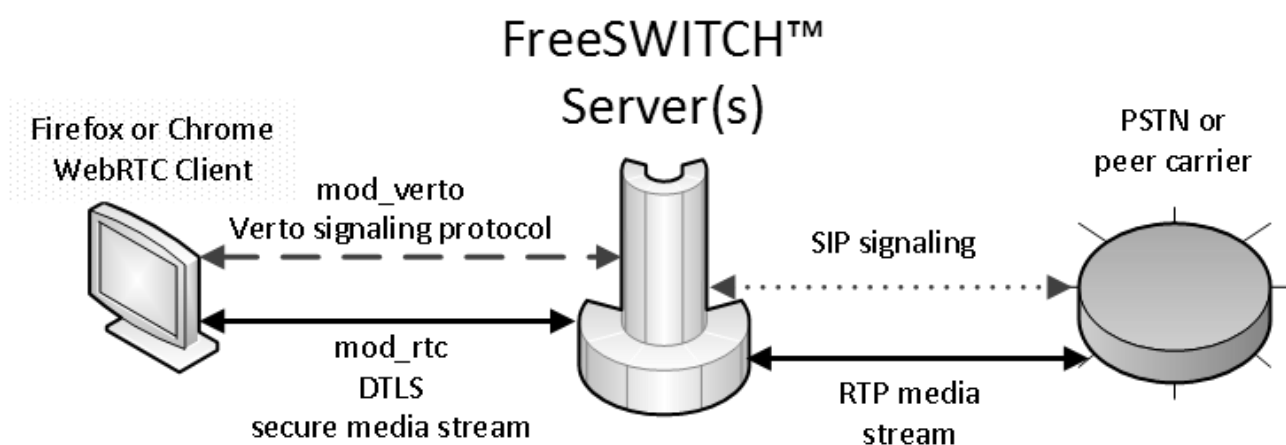


Рисунок 3.2 – Архітектура IP-АТС FreeSWITCH

Рішення FreeSWITCH підтримує багато просунутих SIP особливостей таких, як присутність, BLF, SLA, а також TCP TLS та sRTP. Може використовуватися, як транспортний проксі з та без медіа потоку на шляху, щоб працювати, як Session Border Controller (SBC) та проксі T.38 та інші протоколи типу точка-точка.

Платформа FreeSWITCH підтримує, як широко, так і кодеки широкої полоси, що робить її ідеальним рішенням для об'єднання похідних пристроїв у майбутньому. Канали звуку та мости модулів конференцій можуть обробляти 8, 12, 16, 24, 32 або 48 Кгерцні сигнали, як у моно, так і у стерео форматі та можуть зв'язувати канали різної частоти. Кодек G.729 тут також є у доступі проте під комерційною ліцензією.

Дана платформа збирається нативно та працює незалежно на таких операційних системах, як Windows, Mac OS X, Linux, BSD та Solaris на обох: 32 та 64 бітних архітектурах.

Підтримує FAX як на аудіо, так і на каналі T.38 та може об'єднувати їх. А також підтримує взаємодію з різноманітними технологіями обміну зв'язку, такими, як Skype, SIP, H.323 та WebRTC, що сприяє портуванню даного рішення із іншими відкритими IP-АТС: sipXecs, Call Weaver, Bayonne, YATE або Asterisk.

4 НАЛАШТУВАННЯ, ТЕСТУВАННЯ ВІДОМИХ IP-АТС ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НА ОСНОВІ ОТРИМАНИХ ДАНИХ

Із появою Voice over IP (VoIP) технології, як для користувачів, так і для провайдерів зв'язку відкрилися нові можливості та безперечні переваги. Проте будь-яке технічне рішення має, як переваги, так і недоліки. Тому паралельно із перевагами VoIP технологія принесла недоліки виражені у нових можливих загрозах та вразливостях безпеки, а також мережових атаках, що раніше не мали місця у закритих архітектурах типу Public Switch Telephone Network (PSTN). При передачі аудіо потоку немає гарантії у стабільності потоку та надійності передачі. Відкрита публічна SIP точка доступу може стати жертвою Denial of Service (DoS) атаки, що може спричинити серйозне погіршення якості передачі голосу та знизити показник встановлення успішних дзвінків. Навіть якщо взяти закриті мережі на базі Ethernet, тут виникають вразливості у вигляді затримок, визваних перевантаженням центрального процесору або стеку мережі та операцій файлової системи. Враховуючи вище зазначені питання, обов'язково необхідно розраховувати мінімальні системні характеристики для обслуговування окремих навантажень по дзвінкам. При інтеграції необхідно тестувати IP мережу та SIP сервери перед запуском, щоб впевнитися, що система стійка до перевантажень при заявлених умовах.

4.1 Методології тестування SIP серверу IP-АТС

Одним із доступних інструментів тестування IP мережі, клієнтської та серверної частини, є програмне забезпечення StarTrinity SIP Tester. Даний продукт дає можливість оцінити об'єм використання ресурсів клієнту та серверу.

4.1.1 Оцінка якості SIP дзвінків

Процес оцінки VoIP системи передбачає велику кількість паралельних SIP дзвінків до пристрою, що тестується та вимірювання параметрів їх якості. Серед основних параметрів оцінки якості SIP дзвінків можна виділити:

- Максимальний рівень створюваних RTP перешкод за один дзвінок;
- Максимальний глобальний рівень RTP перешкод (для всіх дзвінків);
- Затримка по відповіді на дзвінок (час між запитами INVITE та 200 OK);
- Максимальна глобальна затримка по відповіді на дзвінок;
- Середня навантаженість центрального процесору.

Для якісної перевірки необхідно провести стрес тестування із тисяч та мільйонів VoIP дзвінків та аналіз показнику їх якості.

4.2 Тест продуктивності VoIP та якості SIP дзвінків для StarTrinity SoftSwitch

Даний тест включає RTP завади, середнє значення думки (Mean Opinion Score – MOS) та затримки.

Таблиця 4.1 – Загальні параметри проведеного тесту

Machine	DEVPC2 (192.168.56.1;192.168.10.4)
StarTrinity software	Version 3.1.5493.38521, compiled at 2015-01-15 18:23 UTC
Uptime	3d 4h 43m 40s
Remote SIP 'User-Agent' header	StarTrinity.SIP 2015-01-16 01.58 UTC
Remote SIP 'Server' header	StarTrinity.SIP 2015-01-16 01.58 UTC
Measurement started at	2015-01-17 00:13:37
Measurement duration	2d 22h 20m 45s
Operation mode	Active - generation and receiving SIP calls
Lightweight media processing	on
Consumed memory	605MB
System CPU load	1%
Current calls count (number of channels)	min = 0.00; average = 798.97; max = 800.00
Received SIP calls count	0
Total average received calls per second	0.00
Attempted outgoing calls count	2226742
Total average attempted calls per second	8.79
Session establishment rate	100.00% (2226738/2226742)
Failed outgoing calls count (total)	0.00% (7/2226742)
with status = 408 (Request Timeout)	0.00% (0/2226742)
with status = 486 (Busy Here)	0.00% (0/2226742)
with status = 487 (Request Terminated)	0.00% (7/2226742)
Answered calls count	2226738
Successfully completed calls	2226735
Answered duration (min/avg/max)	86518.00ms/87707.41ms/100016.00ms

Таблиця 4.2 – Параметри генератору СІІ

Min interval between calls	90.00ms, fixed
Max calls per second	11.11
Max number of current calls	800.00

Таблиця 4.3 – Показники продуктивності

Indicator	Ncalls	Min	Average	Max	Percentile 90%	95%	98%	99%	99.5%	99.8%	99.9%	99.95%	99.98%	99.99%
Caller lost packets (%)	2226 735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caller G.107 MOS	2226 735	4.1	4.03	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
Caller G.107 R-factor	2226 735	82.2	81.09	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
Caller max delta (ms)	2226 735	21.53	36.16	161.42	36.19	37.08	38.7	43.95	50.65	55.58	58.6	67.07	146.61	160.28
Caller max RFC3550 jitter (ms)	2226 735	0.5	7.05	16.34	7.07	7.46	7.74	8.04	8.56	9.3	9.61	10.04	15.63	15.93
Caller mean RFC3550 jitter (ms)	2226 735	0.17	6.06	6.4	6.23	6.25	6.27	6.28	6.29	6.3	6.3	6.31	6.32	6.33
Called lost packets (%)	2226 730	0	0	5.29	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	4.22	4.44
Called G.107 MOS	2226 730	2.49	4.03	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	3.65	3.65	2.76	2.71
Called G.107 R-factor	2226 730	48.4	81.06	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2	71.1	71.1	53.54	52.49
Called max delta (ms)	2226 730	36.84	43	521.15	45.44	46.71	48.3	49.97	52.39	61.12	84.26	98.79	186.2	226.41
Called max RFC3550 jitter (ms)	2226 730	7.15	9.27	42.76	9.27	10.4	10.74	10.99	11.23	11.64	12.32	13.87	37.34	38.15
Called mean RFC3550 jitter (ms)	2226 730	5.43	6.19	7.39	6.2	6.59	6.67	6.72	6.77	6.82	6.87	6.91	6.98	7.07
100 response delay (ms)	2226 735	0	14.41	3573	14	15	17	498	508	512	513	514	522	530
Answer delay (ms)	2226 735	5	40.39	4328	46	48	61	528	542	544	546	559	1025	1039
Media threads delay (ms)	2226 742	0.03	2.87	130.24	0.69	3.54	3.99	4.99	8.16	12.93	16.93	20.95	25.93	32.5
Signaling thread delay (ms)	2226 742	0	0.04	177.63	0	0	0.37	1.19	2.08	2.4	3.49	4.13	5.75	19.07
GUI thread delay (ms)	2226 742	0.01	33.85	636.98	61.26	97.22	115.58	128.31	143.87	198.37	254.07	321.5	404.44	447.04

Таблиця 4.4 – Статистика аналізатору пакетів

Status	on
Total packets	0 dropped, 31,067,876 detected
Processing delay	422.4ms
SIP+RTP packets	40118735942
RTP packets	40091852403
SIP packets	26883539
INVITE	4480266
INVITE retransmissions	24400
RE-INVITE	2380
'100 Trying' responses to INVITE	4453494
'180 Ringing' responses to INVITE	0
'183 Session Progress' responses to INVITE	0
Error responses to INVITE	4
'200 OK' responses to INVITE	4466691
BYE	4549313
BYE retransmissions	95725
'200 OK' responses to BYE	4472128
CANCEL	11
CANCEL retransmissions	2
'200 OK' responses to CANCEL	81
ACK	4686793

4.2.1 Тестовий сценарій 1

Прохідні канали: 800+800 G729 , 2.22 мільйони дзвінків упродовж 3 днів.

StarTrinity був налагоджений, як Back 2 Back User Agent (B2BUA): він приймав дзвінки від User Agent Client (UAC) SIP Tester#1 та з'єднував із SIP tester #2 (User Agent Server).

Сервер StarTrinity SoftSwitch успішно пройшов 2.22 мільйони SIP дзвінків, проте з невеликими 4ьох секундними піковими затримками, що не є критичним. RTP завади були низькі: avg=9.27ms, max=42.76ms, 99.9-percentile=13.87ms.

На малюнках 4.1, 4.2 та 4.3 показані результати по затримці відповіді на дзвінки:

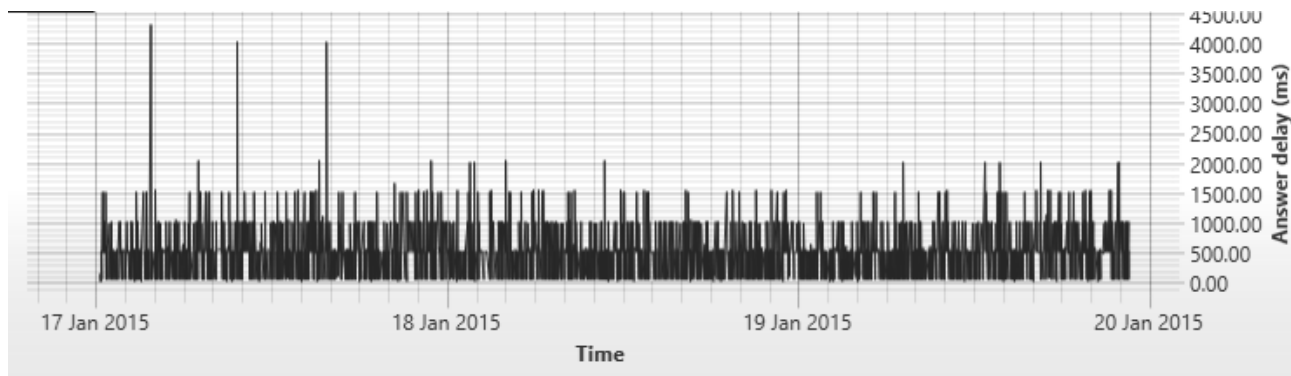


Рисунок 4.1 – Графік історії дзвінків

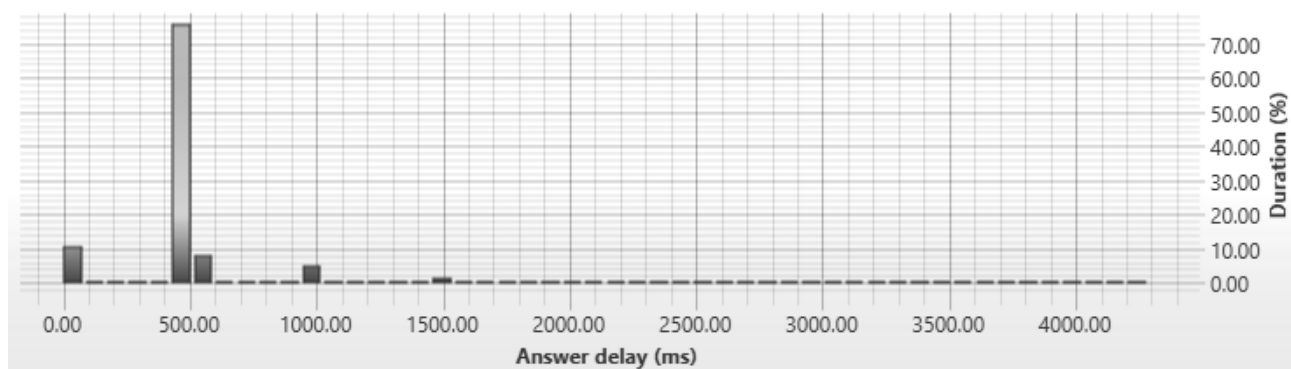


Рисунок 4.2 – Залежність кількості дзвінків від тривалості

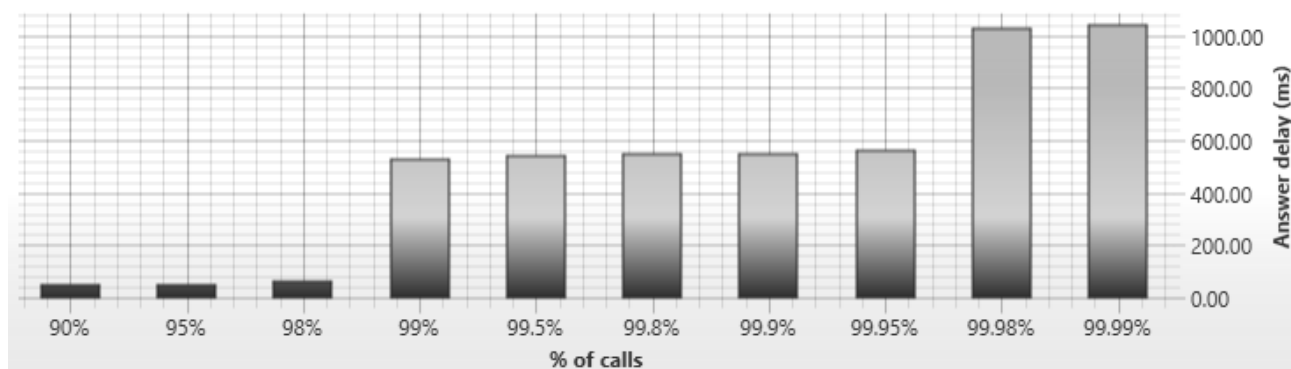


Рисунок 4.3 - Залежність кількості дзвінків від затримки

На малюнках 4.4, 4.5 та 4.6 показані результати по кількості втрачених пакетів:

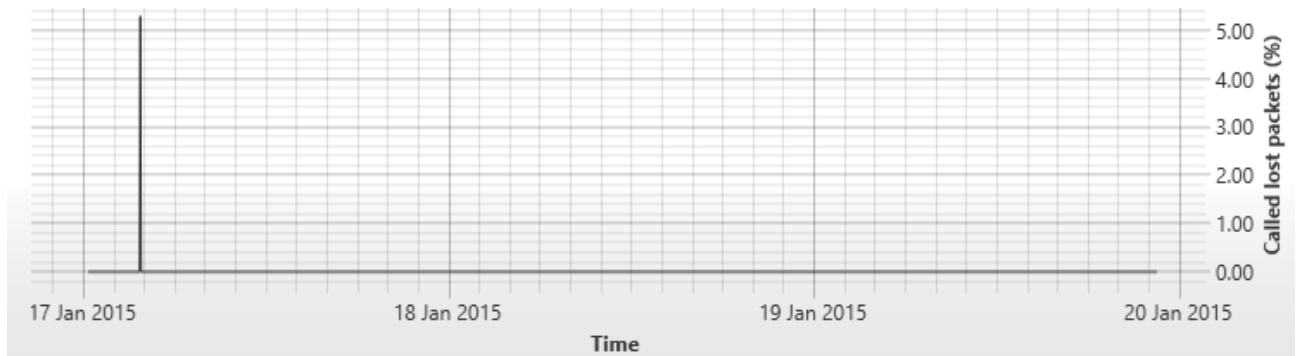


Рисунок 4.4 – Графік історії

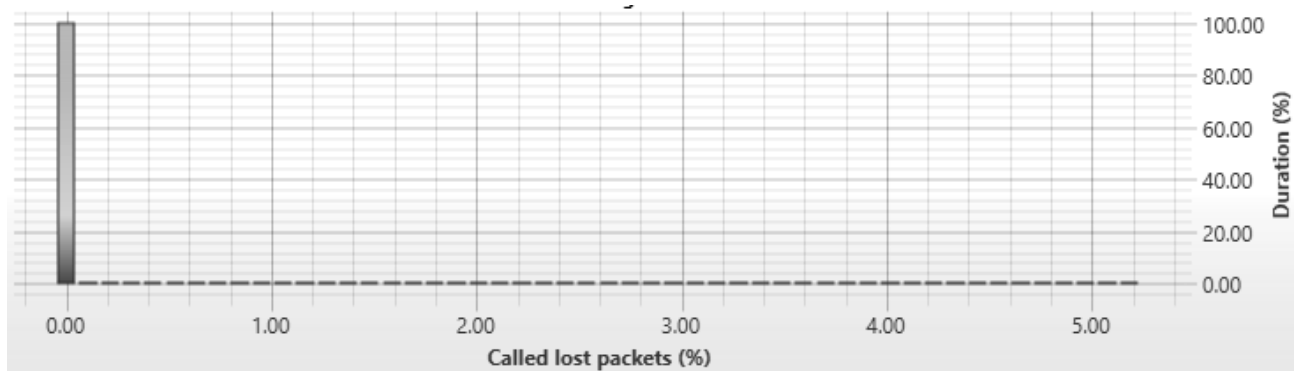


Рисунок 4.5 – Залежність кількості втрачених пакетів від тривалості дзвінка

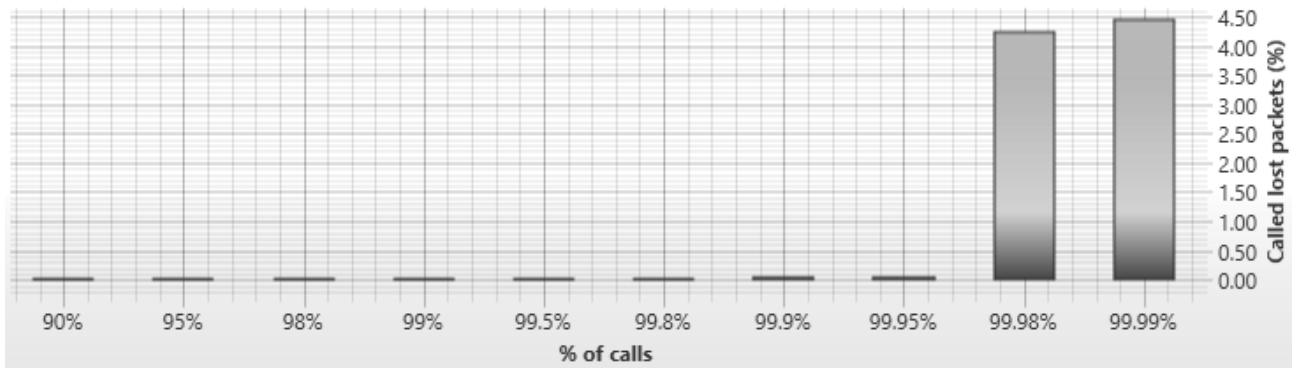


Рисунок 4.6 – Залежність кількості втрачених пакетів від кількості дзвінків

На малюнках 4.7, 4.8 та 4.9 показані результати по середньому значенню відхилення по дзвінках:

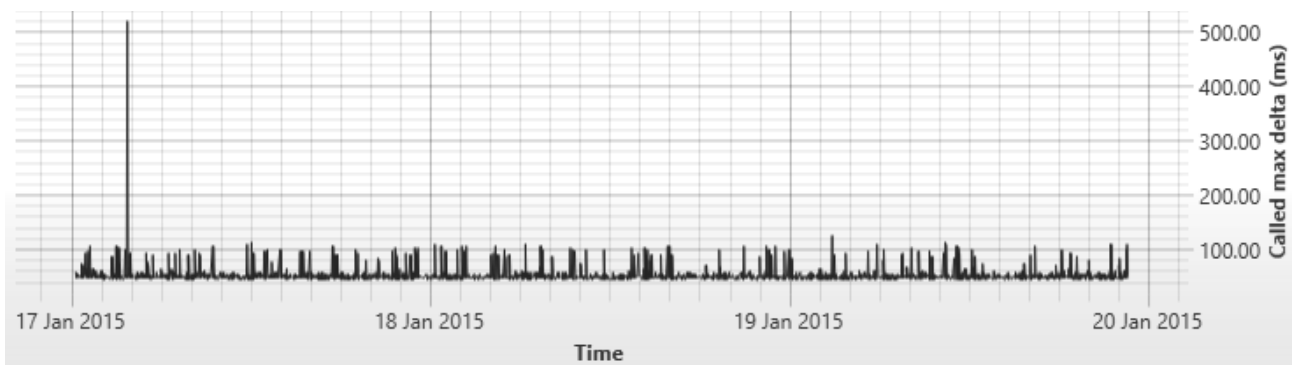


Рисунок 4.7 – Історія

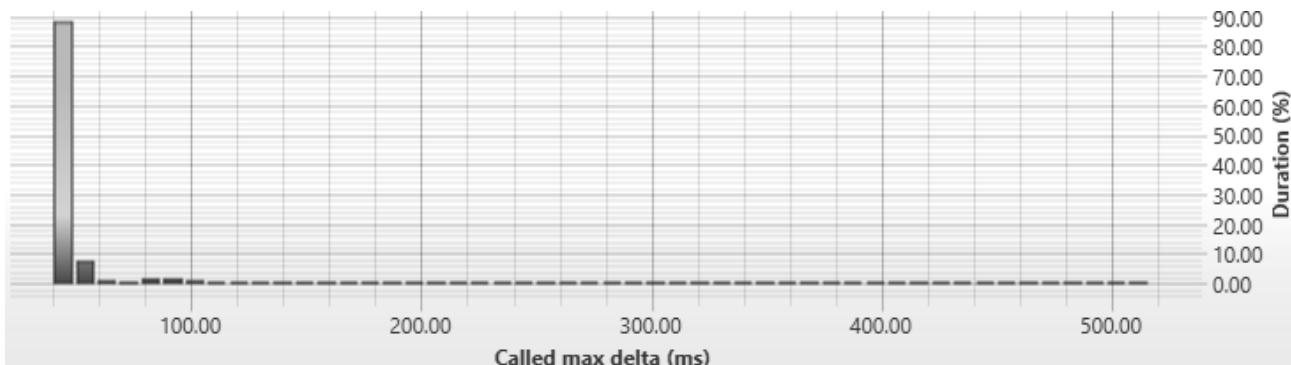


Рисунок 4.8 – Залежність максимального відхилення від тривалості

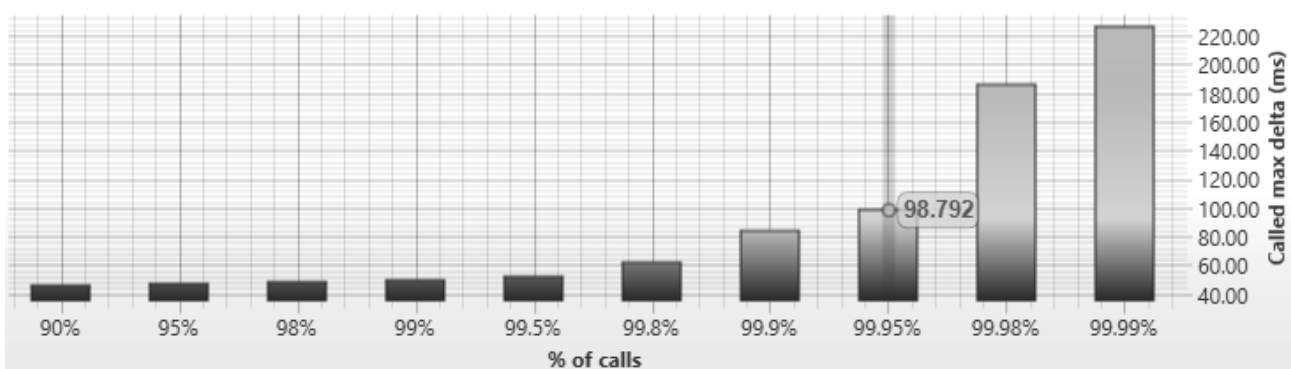


Рисунок 4.9 – Залежність кількості дзвінків та максимального відхилення

На малюнках 4.7, 4.8 та 4.9 показані результати максимальним RFC3550 завадам у мс:

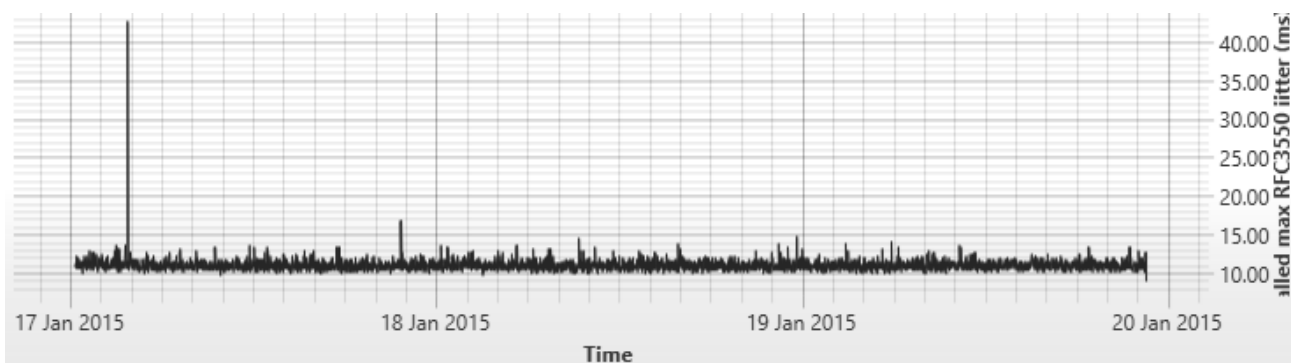


Рисунок 4.10 – Історія

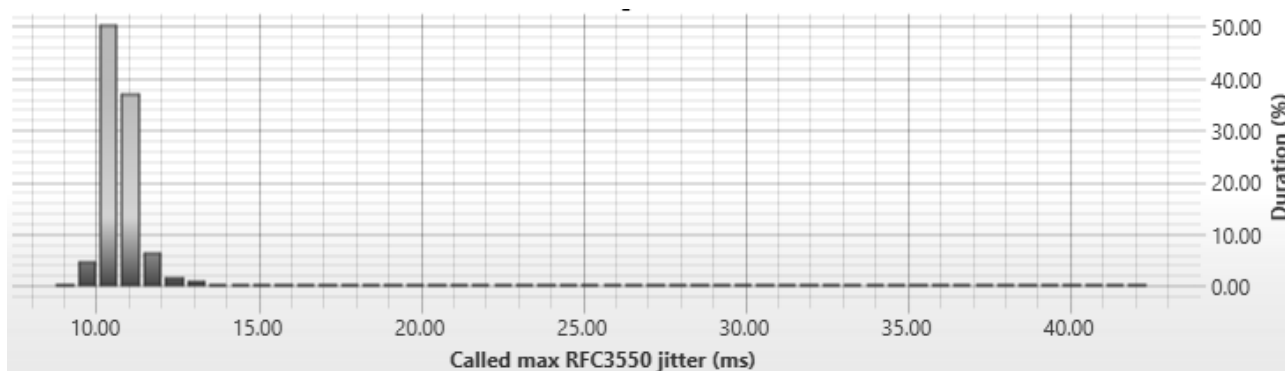


Рисунок 4.11 – Залежність тривалості дзвінка та максимального значення завад

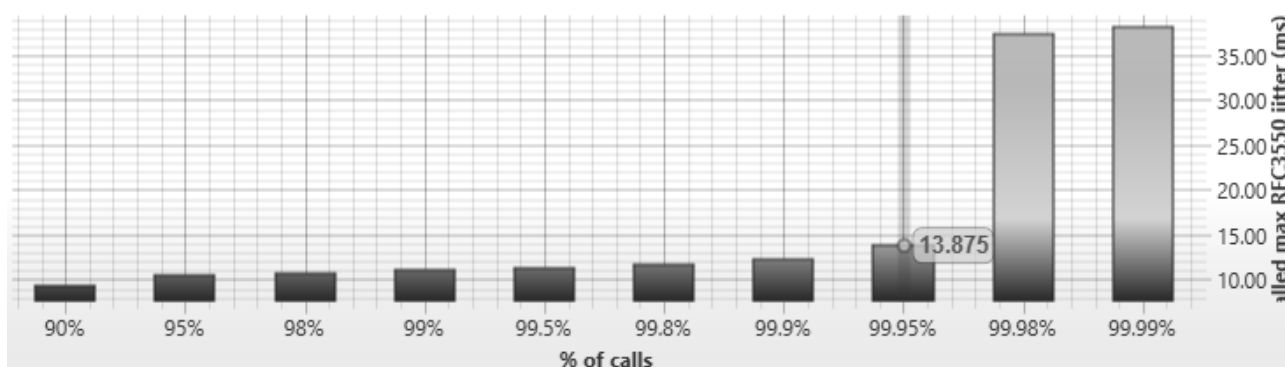


Рисунок 4.12 – Залежність максимального значення завад від кількості дзвінків

4.2.2 Тестовий сценарій 2

Канали: 150..1650 G711

Було просимульовано варійоване навантаження по дзвінкам від 150 до 1750 по каналу G.711 від SIP Tester до серверу StarTrinity SoftSwitch через Cisco маршрутизатор:

- Windows Server 2012 R2;
- Intel core i7-2600 CPU 3.40 GHz;
- 4 cores.

Тривалість окремого дзвінку була 90 секунд. Сервер був налаштований на прийом дзвінків та програвання музики.

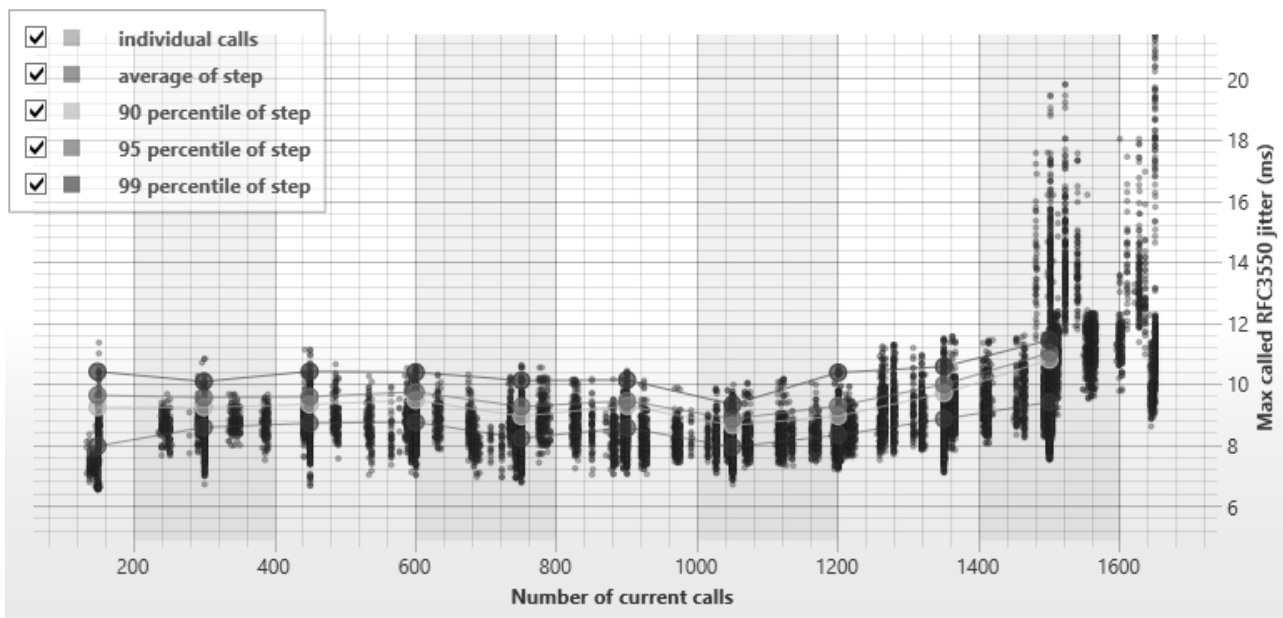


Рисунок 4.13 – Результати тесту

4.2.3 Тестовий сценарій 3

Вихідні дані:

- Сервер Asterisk 11.7.0;
- ОС Ubuntu 14.04 LTS x64
- 100 каналів G.711;
- 6 днів.
- 1.5 мільйони дзвінків.
- Intel core i7-2600 CPU 3.40GHz\$
- 4 cores.

Було просимульоване різноманітне навантаження від 5 до 110 каналів G.711 від SIP Tester до серверу з Asterisk через маршрутизатор Cisco.

Тривалість кожного дзвінка була випадковою: від 30 до 40 секунд. Asterisk був встановлений за допомогою Ubuntu Software Center, та були використані стандартні конфігурації. Розширення #500 за замовчуванням приймає дзвінки та програє тестове Interactive Voice Response (IVR) повідомлення. RTP завади були низькі, стабільність була висока. Asterisk прийняв 1.5 мільйони SIP дзвінків без падінь.

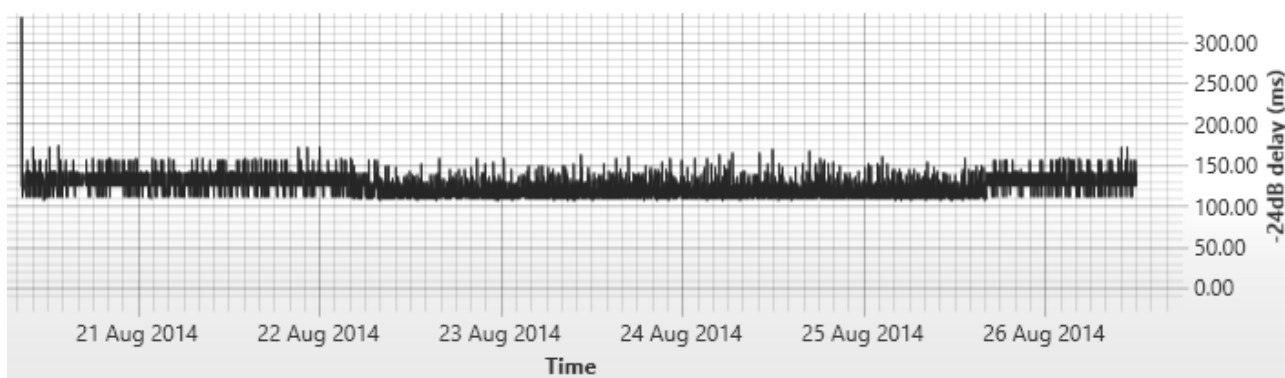


Рисунок 4.14

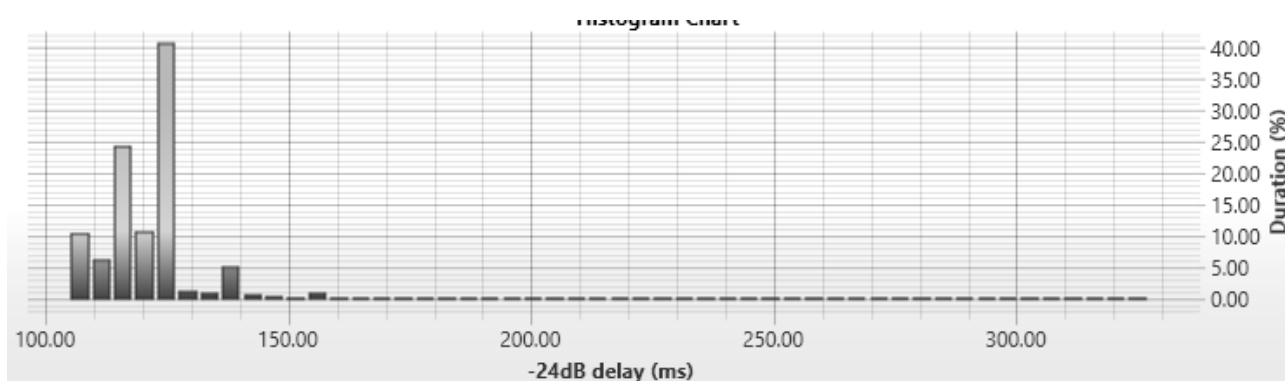


Рисунок 4.15

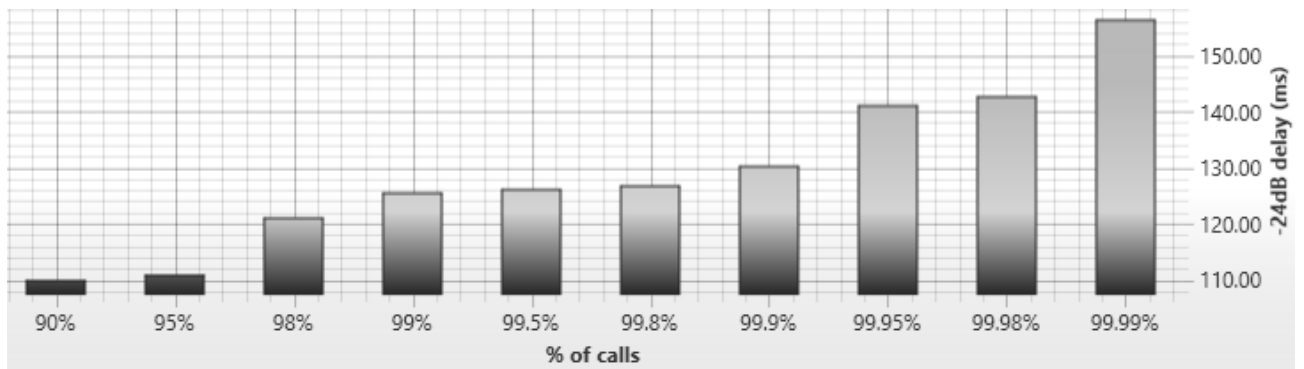


Рисунок 4.16

4.2.4 Тестовий сценарій 4

Вихідні дані:

- Asterisk 11.7.0;
- Ubuntu 14.04 LTS x64;
- 5-110 G.711 канали;
- Intel core i7-2600 CPU 3.4GHz;
- 4 cores.

Були просимульовані різноманітні навантаження по дзвінкам від 5 до 110 G.711 каналів від SIP Tester до серверу із Asterisk через Cisco маршрутизатор.

Тривалість окремого дзвінка варіювалася від 30 до 40 секунд. Asterisk PBX була встановлена за допомогою програмного центру Ubuntu, а також були використані стандартні конфігурації. Розширення #500 по замовчуванню приймає дзвінки та програє демо IVR повідомлення.

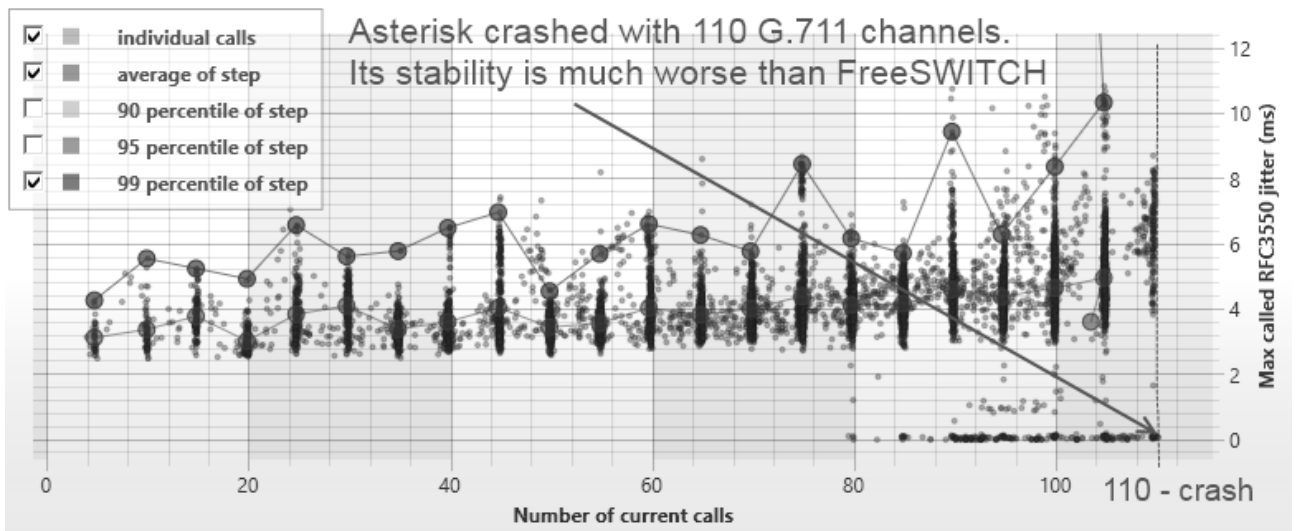


Рисунок 4.17

Потокові RTP завади були справді низькі, проте Asterisk впав с 110 G.711 каналами, що показало значно кращу стабільність FreeSWITCH.

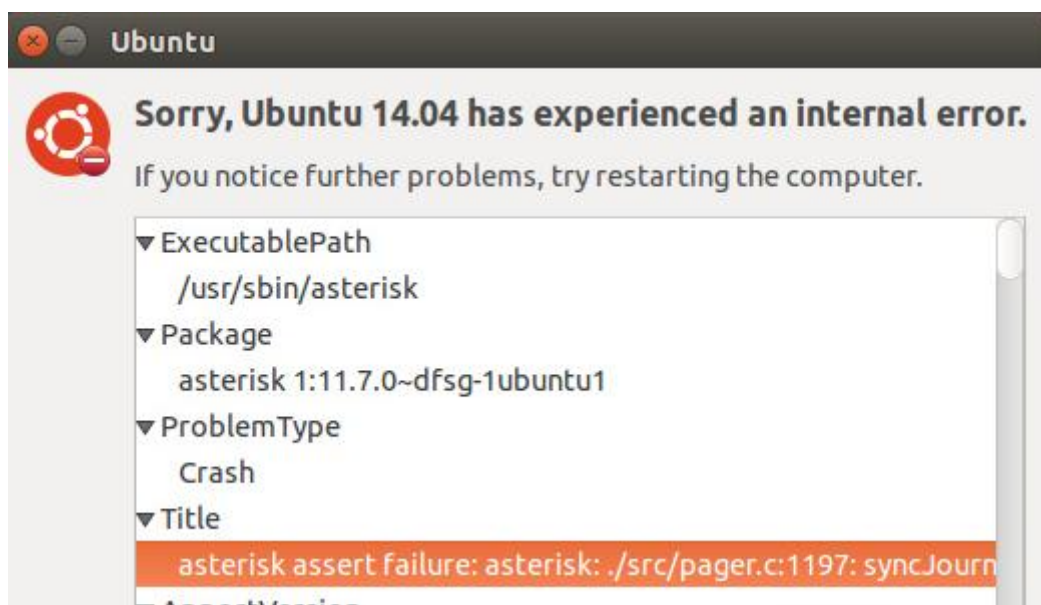


Рисунок 4.18

4.2.5 Тестовий сценарій 5

Вихідні дані:

- 802.11n 72Mbps бездротовий LAN;

- 2 – 80 G.711 канали;
- Відстань 3м;
- 1 стіна;
- Wi-Fi адаптер Upvel UR-314AN;
- Ноутбук Samsung NP305E7A - Atheros AWB9485WB-EG.

Був побудований чарт з можливістю дзвінків для 802.11n 72Mbps бездротового LAN між сервером з'єднаним із Wi-Fi адаптером та ноутбуком. Завади RTP збільшувалися із кількістю каналів, проте прямої лінійної відповідності не прослідковується. Завади мають стійку залежність від якоїсь іншої змінної. Максимальне навантаження по дзвінками складно оцінити через нерегулярні RTP завади.

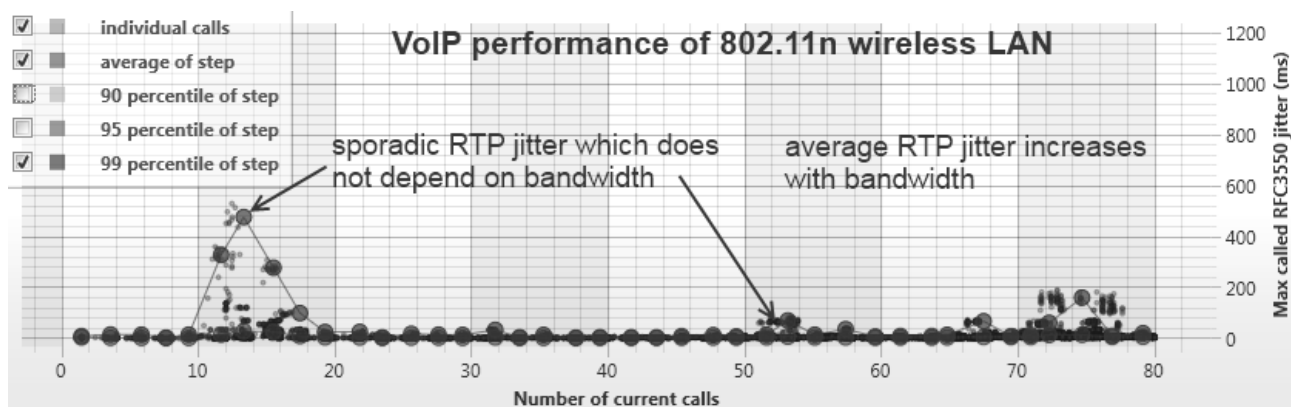


Рисунок 4.19

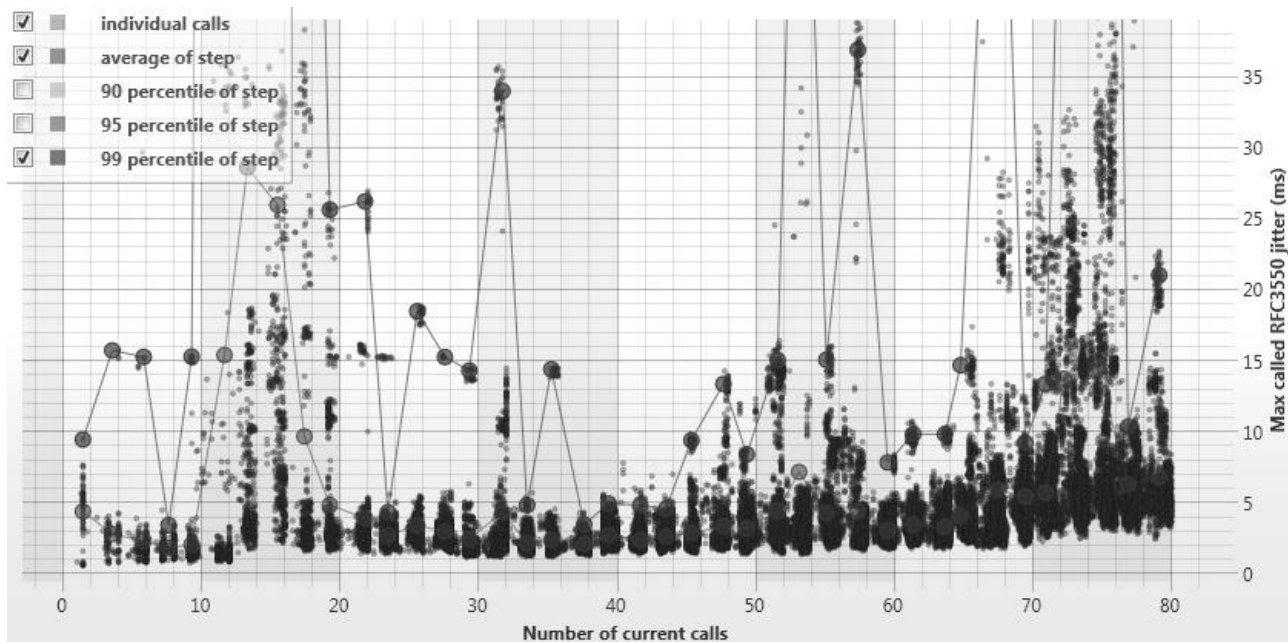


Рисунок 4.20

4.2.6 Тестовий сценарій 6

Вихідні дані:

- 802.11g 54Mbps бездротовий LAN;
- 2 – 24 G.711 канали;
- Відстань 3м;
- 1 стіна;
- Адаптер Wi-Fi ASUSN53;
- Ноутбук Samsung NP305E7A - Atheros AWB9485WB-EG.

Був побудований чарт з можливістю дзвінків для 802.11g 54Mbps бездротового LAN адаптеру між сервером із USB Wi-Fi та ноутбуком. Затримка RTP збільшувалася з збільшенням кількості каналів, проте прямої лінійної залежності. Затримка міцно залежить від деякої іншої змінної, вірогідно перешкоди між адаптерами. Максимальне навантаження по дзвінкам 24 G.711канали = 2.1Mbps, що значно менше теоретичної 54MB на секунду (3.9%).

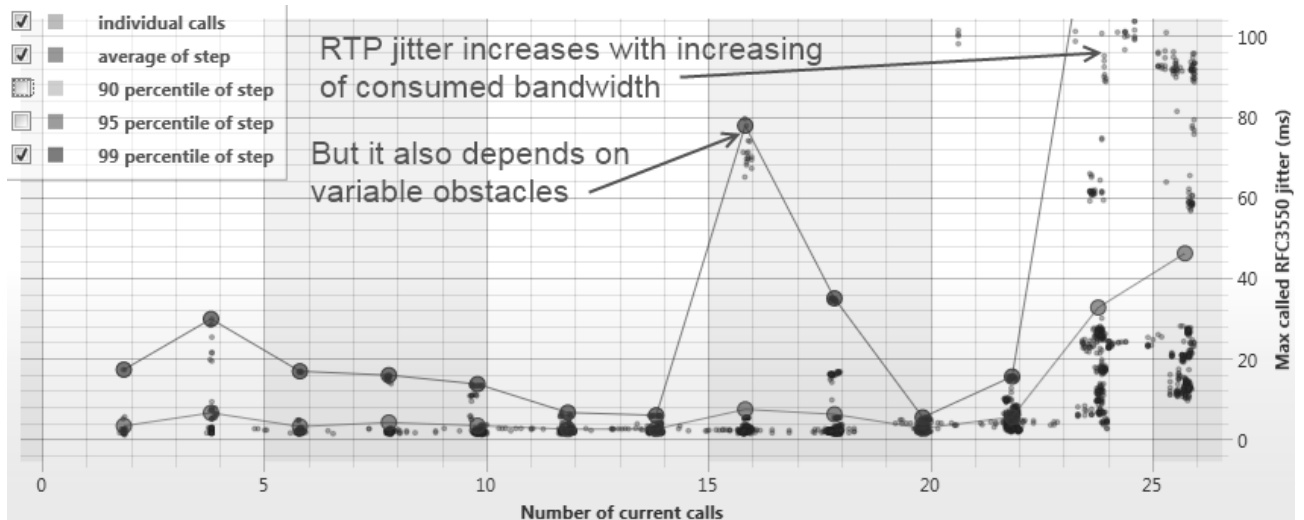


Рисунок 4.21

4.2.7 Тестовий сценарій 7

Вихідні дані:

- FreeSWITCH 1.5.13 x64;
- Windows Server 2012 R2;
- 150 – 2250 G.711 канали;
- Intel core i7-2600 CPU @3.40GHz;
- 4 cores.

Було просимульоване навантаження у вигляді 150 – 2250 G.711 каналів дзвінків від SIP Tester із FreeSWITCH через маршрутизатор Cisco.

У відповідь на дзвінок програвалася мелодія.

Максимальна кількість сесій встановлена до 10000.

Кількість сесій за секунду = 1000.

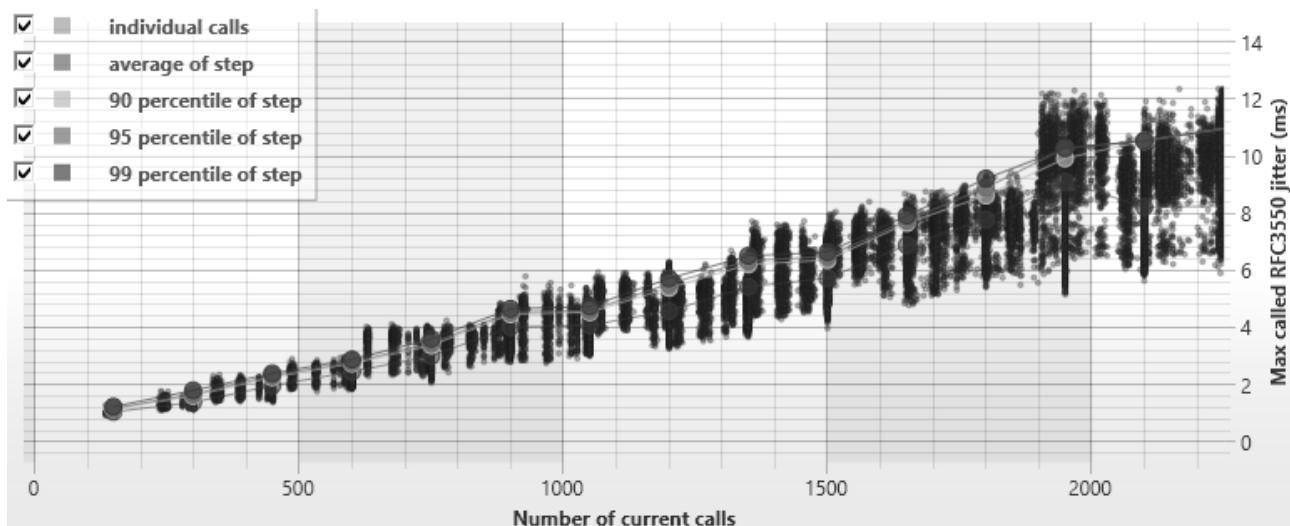


Рисунок 4.22

Платформа FreeSWITCH продемонструвала гарну продуктивність при високому навантаженні від дзвінків. Завади RTP були справді низькі, проте сервер падав у деякому іншому тесті з мільйонами дзвінків.

4.2.8 Тестовий сценарій 8

Вихідні дані:

- FreeSWITCH 1.5.13 x64;
- Windows Server 2012 R2;
- 250 + 250 G.711 каналів;
- 4 дні;
- 2.89 мільйони дзвінків.

Таблиця 4.5 – Загальні характеристики по серверу

StarTrinity SIP tester	Version 3.1.5310.43117, compiled at 2014-07-16 19:57 UTC
StarTrinity SIP tester uptime	4d 2h 15m 37s
Remote SIP 'User-Agent' header	FreeSWITCH-mod_sofia/1.5.12b~64bit
Remote SIP 'Server' header	
Measurement started at	7/16/2014 13:20
Measurement duration	4d 2h 15m 37s
Operation mode	Active - generation and receiving SIP calls
Lightweight media processing	on
Memory consumed by SIP Tester	397MB
Current calls count (number of channels)	min = 0.00; average = 246.21; max = 250.00
Received SIP calls count	0
Total average received calls per second	0
Attempted outgoing calls count	2898317
Total average attempted calls per second	8.19
Session establishment rate	99.71% (2889810/2898317)
Failed outgoing calls count (total)	0.29% (8507/2898317)
with status = 408 (Request Timeout)	0.29% (8489/2898317)
with status = 486 (Busy Here)	0.00% (0/2898317)
with status = 487 (Request Terminated)	0.00% (0/2898317)
Answered calls count	2889810
Successfully completed calls	2889810
Answered duration (min/avg/max)	1.00ms/30108.61ms/100020.00ms

Таблиця 4.6 – Стресові параметри для вихідних дзвінків

Min interval between calls	103.72ms, fixed
Max calls per second	9.64
Max number of current calls	250

Таблиця 4.7 – Індикатори продуктивності

Indicator	Ncalls	Min	Average	Max	Percentile 90%	95%	98%	99%	99.50%	99.80%	99.90%	99.95%	99.98%	99.99%
Caller lost packets (%)	2889771	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caller G.107 MOS	2889771	4.41	4.31	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41
Caller G.107 R-factor	2889771	93.2	95.19	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2
Caller max delta (ms)	2889771	0	62.36	130.79	65.33	65.78	66.05	66.28	66.56	67.31	85.64	98.74	112.29	116.38
Caller max RFC3550 jitter (ms)	2889771	0	4.56	12.53	5.96	6.03	6.1	6.14	6.2	6.52	7.96	9.78	10.67	11.27
Caller mean RFC3550 jitter (ms)	2889771	0	3.78	4.85	4.48	4.5	4.52	4.55	4.57	4.6	4.62	4.64	4.69	4.73
Called lost packets (%)	2889519	0	0	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.16	0.16
Called G.107 MOS	2889519	4.38	4.31	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41	4.4	4.4	4.4
Called G.107 R-factor	2889519	91.97	95.19	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	92.59	92.59	92.59
Called max delta (ms)	2889519	61.21	82.15	160.93	81.31	100.5	101.12	101.53	102.37	120.18	120.81	137.91	140.42	140.87
Called max RFC3550 jitter (ms)	2889519	9.53	10.34	130.55	10.93	11.15	11.5	12.33	12.57	12.88	13.31	14.35	15.24	16.63
Called mean RFC3550 jitter (ms)	2889519	8.36	9.66	12.99	9.67	9.74	9.81	9.86	9.91	9.99	10.07	10.16	10.27	10.4
100 response delay (ms)	2889812	0	0.94	16	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4
Answer delay (ms)	2889794	4	14.7	21021	19	21	23	25	28	32	44	100	323	3028
Media threads delay (ms)	2898317	0.01	1.35	73.1	0.04	2.24	2.58	2.9	3.35	4.57	10.71	23.06	38.48	47.66
Signaling thread delay (ms)	2898317	0	0.04	86.97	0	0.16	0.68	0.78	0.94	1.91	2.88	3.93	4.88	5.6
GUI thread delay (ms)	2898317	0	12.03	1533.07	15.34	16.45	18.3	19.69	20.97	21.87	22.64	27.83	33.15	55.53

Таблиця 4.8 – Статистика пакетного аналізатору

Status	on
Total packets	0 dropped, 3,612,945,592 detected
Processing delay	770.6ms
SIP+RTP packets	1.21E+10
RTP packets	1.21E+10
SIP packets	34741700
INVITE	5839057
INVITE retransmissions	50934
RE-INVITE	0
'100 Trying' responses to INVITE	5779634
'180 Ringing' responses to INVITE	0
'183 Session Progress' responses to INVITE	0
Error responses to INVITE	18
'200 OK' responses to INVITE	5779617
BYE	5784600
BYE retransmissions	2992
'200 OK' responses to BYE	5779120
CANCEL	0
CANCEL retransmissions	0
'200 OK' responses to CANCEL	0
ACK	5779634

Сервер FreeSWITCH обробив 2.89 мільйонів SIP дзвінків, проте з деякою кількістю пікових затримок відповіді, після цього, на 5 день, сервер впав з кодом помилки 0xC0000005.

Завади RTP були маленькими: avg=10.34ms, max=130.55ms, 99.99-percentile=16.63ms.



Рисунок 4.23 – Залежність затримки від часу

Дані в даному розділі, зокрема Рис.4.1-4.23, и Табл. 4.1-4.8 взяти з джерела [24].

4.3 Порівняльне тестування IP-АТС Asterisk та FreeSWITCH

Технічні характеристики серверу, на якому був проведений тест:

- Intel Pentium 4.3Ghz;
- RAM: 1.5Gb.

Конфігурації для налаштування серверу:

- core file size (blocks, -c) unlimited;
- data seg size (kbytes, -d) unlimited;
- file size (blocks, -f) unlimited;
- pending signals (-i) 1024;
- max locked memory (kbytes, -l) 32;
- max memory size (kbytes, -m) unlimited;
- open files (-n) 1024;
- pipe size (512 bytes, -p) 8;
- POSIX message queues (bytes, -q) 819200;
- stack size (kbytes, -s) 10240;
- cpu time (seconds, -t) unlimited;

- max user processes (-u) 8191;
- virtual memory (kbytes, -v) unlimited;
- file locks (-x) unlimited.

Asterisk version: 1.6.07

FreeSwitch version: 1.0.3

4.3.1 Тестовий сценарій 1:

- SIPp створює 15 дзвінків за секунду, з обмеженням у 200 одночасних дзвінків;
- Кожний дзвінок згенерований SIPp супроводжується музикою на утриманні упродовж 30 секунд, потім закінчується;
- Після закінчення 200 дзвінків, робиться ручний дзвінок до VoIP серверу на тому ж розширенні, для тестування якості звуку.

Результати:

- FreeSwitch

```

----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Start Time      | 2015-05-04 02:07:22:582 | 1241377642.582919
Last Reset Time | 2015-05-04 02:13:13:632 | 1241377993.632576
Current Time    | 2015-05-04 02:13:14:284 | 1241377994.284514
-----+-----+-----
Counter Name   | Periodic value          | Cumulative value
-----+-----+-----
Elapsed Time   | 00:00:00:651           | 00:05:51:701
Call Rate      | 0.000 cps              | 3.881 cps
-----+-----+-----
Incoming call created | 0                       | 0
OutGoing call created | 0                       | 1365
Total Call created  | 0                       | 1365
Current Call      | 0                       |
-----+-----+-----
Successful call   | 1                       | 1365
Failed call       | 0                       | 0
-----+-----+-----
Response Time 1   | 00:00:00:000           | 00:00:16:636
Call Length      | 00:01:06:541           | 00:00:46:643
-----+-----+-----
Test Terminated

```

Рисунок 4.24 – Результати тестування FreeSwitch

- Asterisk:

```

----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Start Time           | 2015-05-04 02:18:48:111 | 1241378328.111123
Last Reset Time     | 2015-05-04 02:50:07:301 | 1241380207.301887
Current Time        | 2015-05-04 02:50:07:365 | 1241380207.365950
-----+-----+-----
Counter Name        | Periodic value          | Cumulative value
-----+-----+-----
Elapsed Time        | 00:00:00:064            | 00:31:19:254
Call Rate           | 0.000 cps               | 6.599 cps
-----+-----+-----
Incoming call created | 0                        | 0
OutGoing call created | 0                        | 12401
Total Call created  |                          | 12401
Current Call        | 0                        |
-----+-----+-----
Successful call      | 1                        | 12400
Failed call          | 0                        | 1
-----+-----+-----
Response Time 1     | 00:00:00:000            | 00:00:00:004
Call Length         | 00:00:30:007            | 00:00:30:007
-----+-----+-----
Test Terminated

```

Рисунок 4.25 – Результати тестування Asterisk

Обидва сервери показали гарні результати, на основі даних тестів можна зробити висновок, що вони здатні обробити більше 200 паралельних дзвінків, біля 500, що є гарним показником, для вказаного процесору.

4.3.2 Тестовий сценарій 2:

- SIP створює 20 дзвінків за секунду, з обмеженням у 100 одночасних дзвінків;
- Кожний дзвінок згенерований SIPr із запрошенням до конференції супроводжується музикою на утриманні упродовж 30 секунд, потім закінчується;
- Після закінчення 100 дзвінків, робиться ручний дзвінок до VoIP серверу на тому ж розширенні, для тестування якості звуку.

Результати:

- FreeSwitch:

```
----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Start Time           | 2015-05-05 05:39:15:975 | 1241476755.975339
Last Reset Time     | 2015-05-05 06:05:26:108 | 1241478326.108934
Current Time        | 2015-05-05 06:05:26:355 | 1241478326.355172
-----+-----+-----
Counter Name        | Periodic value          | Cumulative value
-----+-----+-----
Elapsed Time        | 00:00:00:246            | 00:26:10:379
Call Rate           | 0.000 cps               | 3.136 cps
-----+-----+-----
Incoming call created | 0                        | 0
OutGoing call created | 0                        | 4924
Total Call created  |                          | 4924
Current Call        | 0                        |
-----+-----+-----
Successful call     | 3                        | 4924
Failed call         | 0                        | 0
-----+-----+-----
Response Time 1     | 00:00:00:000            | 00:00:01:483
Call Length         | 00:00:30:797            | 00:00:31:488
-----+-----+-----
Test Terminated
```

Рисунок 4.26 – Результати тесту для FreeSwitch

Отриманий результат показує, що для даних апаратних та системних параметрів, сервер здатен витримати біля 100 паралельних конференц-дзвінків без перевантаження, більш точно у відповідності із вимірами: 131 дзвінок. Метод обробки дзвінків FreeSWITCH гарно продуманий: коли усі ресурси, що задієні і немає можливості створити новий потік, сервер відповідає запитувачу попередженням, що максимальна кількість дзвінків досягнута і закінчує цей дзвінок.

Після тесту система працювала, як зазвичай, без перевантажень. Система могла бути закрита цілком та чисто.

- Asterisk:

```

----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Start Time           | 2015-05-07 04:14:40:306 | 1241644480.306502
Last Reset Time      | 2015-05-07 04:23:49:375 | 1241645029.375670
Current Time         | 2015-05-07 04:23:49:464 | 1241645029.464020
-----+-----+-----
Counter Name        | Periodic value          | Cumulative value
-----+-----+-----
Elapsed Time        | 00:00:00:088           | 00:09:09:157
Call Rate           | 0.000 cps              | 2.220 cps
-----+-----+-----
Incoming call created | 0                       | 0
OutGoing call created | 0                       | 1219
Total Call created  |                         | 1219
Current Call        | 0                       |
-----+-----+-----
Successful call     | 3                       | 505
Failed call         | 0                       | 714
-----+-----+-----
Response Time 1     | 00:00:00:000           | 00:00:04:657
Call Length         | 00:03:11:278           | 00:00:37:019
-----+-----+-----
Test Terminated

```

Рисунок 4.27 – Результати тесту для Asterisk

Останній тест показав, що при заявлених навантаженнях Asterisk зустрічає багато проблем: необхідність у ретрансляції, дзвінки без відповіді. Система перевантажена, вона працює дуже повільно, і вимагає перезавантаження.

4.4 Порівняльне тестування IP-АТС Asterisk, FreeSWITCH та Elastix

Тест був проведений з допомогою утиліти HP SIPP, що дозволяє генерувати VoIP трафік

В якості серверу для тестування виступав персональний комп'ютер з параметрами:

- Intel Core i3 3200
- 4 Gb DDR3
- 500 Gb HDD
- ОС Debian 6.0.4

Методика тестування :

Тестер SIPP робив по 10 дзвінків в секунду, у відповідь на дзвінок вмикалася мелодія, а також робилося RTP ехо, як повноцінна бесіда з системою:

```
sipp 192.168.1.200 -s 110 -i 192.168.1.4 -d 2h -l 1 -aa -mi 192.168.1.4 -
rtp_echo -nd -r 10
```

4.4.1 Тестові результати Asterisk

```
----- Scenario Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Call-rate(length)  Port  Total-time  Total-calls  Remote-host
10.0(7200000 ms)/1.000s  5060  101.18 s  1011  192.168.1.81:5060(UDP)

10 new calls during 1.002 s period  1 ms scheduler resolution
1011 calls (limit 3000)  Peak was 1011 calls, after 101 s
0 Running, 1013 Paused, 13 Woken up
0 dead call msg (discarded)  0 out-of-call msg (discarded)
3 open sockets
1675064 Total echo RTP pkts 1st stream 5719.086 last period RTP rate (kB/s)
0 Total echo RTP pkts 2nd stream 0.000 last period RTP rate (kB/s)

Messages  Retrans  Timeout  Unexpected-Msg
INVITE ----->  1011  0  0  0
100 <-----  1011  0  0  0
180 <-----  0  0  0  17
183 <-----  0  0  0  0
200 <----- E-RTD1 1000  0  0  0
ACK ----->  1000  0  0  0
Pause [ 2:00:00]  1000  0  0  0
BYE ----->  0  0  0  0
200 <-----  0  0  0  0

----- [+-|*|/]: Adjust rate ----- [q]: Soft exit ----- [p]: Pause traffic -----
Last Error: Continuing call on unexpected message for Call-Id '1006-1157...
```

Рисунок 4.28

----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen --		
Start Time	2012-06-10 14:15:47:823	1339326947.823720
Last Reset Time	2012-06-10 14:16:25:903	1339326985.903459
Current Time	2012-06-10 14:16:26:863	1339326986.863298
Counter Name	Periodic value	Cumulative value
Elapsed Time	00:00:00:959	00:00:39:039
Call Rate	5.214 cps	4.995 cps
Incoming call created	0	0
OutGoing call created	5	195
Total Call created		195
Current Call	195	
Successful call	0	0
Failed call	0	0
Response Time 1	00:00:00:000	00:00:00:000
Call Length	00:00:00:000	00:00:00:000
----- Test Terminated -----		
<pre> 2012-06-10 14:16:26:839 1339326986.839311: Continuing call on unexpected message for Call-Id '195-8876@192.168.1.100': while index 1), received 'SIP/2.0 403 Forbidden Via: SIP/2.0/UDP 192.168.1.100:5060;branch=z9hG4bK-8876-195-0;received=192.168.1.100;rport=5060 From: sipp <sip:sipp@192.168.1.100:5060>;tag=8876SIPpTag00195 To: sut <sip:2005@192.168.1.81:5060>;tag=as441c8c9f Call-ID: 195-8876@192.168.1.100 CSeq: 1 INVITE Server: Asterisk PBX 1.8.13.0 Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH Supported: replaces, timer Content-Length: 0 </pre>		

Рисунок 4.29

Сервер тримав 168 з'єднань в реальному часі, а далі або взагалі падав або намертво підвішував систему.

Можна припустити що в реальному житті дзвінків було б ще менше, так як це не повноцінний дзвінок а виклик з одного боку.

```

1 [||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||| 93.5%] Tasks: 679 total, 207 running
2 [||||||||||||||||||||||||||||||||||||| 90.3%] Load average: 130.91 36.05 12.31
3 [||||||||||||||||||||||||||||||||||||| 93.5%] Uptime: 00:03:43
4 [||||||||||||||||||||||||||||||||||||| 85.9%]
Mem[|||||] 226/3693MB
Swp[ ] 0/5695MB

```

PID	USER	PRI	NI	VIRT	RES	SHR	S	CPU%	MEM%	TIME+	Command
3966	root	16	0	13516	1764	1020	R	12.0	0.0	0:09.26	htop
3996	root	16	0	15488	1668	1056	S	12.0	0.0	0:08.18	htop
3862	asterisk	15	0	100M	14780	2052	R	5.0	0.4	0:10.76	/usr/bin/perl /var/www/html/panel/op_server.pl
3769	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	2.0	2.5	0:01.91	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4528	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	R	2.0	2.5	0:00.25	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4498	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	R	2.0	2.5	0:00.28	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4527	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	R	2.0	2.5	0:00.23	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4497	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	2.0	2.5	0:00.28	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4534	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	1.0	2.5	0:00.25	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4225	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.39	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4385	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.35	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4431	asterisk	16	0	1126M	95400	11164	R	1.0	2.5	0:00.30	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4505	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	1.0	2.5	0:00.19	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4396	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.32	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4483	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	1.0	2.5	0:00.27	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4524	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	1.0	2.5	0:00.21	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4244	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.43	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4482	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	1.0	2.5	0:00.31	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4424	asterisk	16	0	1126M	95400	11164	R	1.0	2.5	0:00.31	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4324	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.37	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4105	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.42	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4383	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.33	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4439	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	1.0	2.5	0:00.26	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
3997	asterisk	16	0	1126M	95400	11164	R	1.0	2.5	0:00.54	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4404	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.25	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4351	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.33	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4045	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.60	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4332	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.32	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4347	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.31	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4373	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.28	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4437	asterisk	15	0	1126M	95396	11164	R	1.0	2.5	0:00.30	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4386	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.31	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4474	asterisk	15	0	1126M	95432	11164	S	1.0	2.5	0:00.27	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4412	asterisk	15	0	1126M	95400	11164	S	1.0	2.5	0:00.35	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c
4522	asterisk	16	0	1126M	95432	11164	R	1.0	2.5	0:00.20	/usr/sbin/asterisk -f -U asterisk -G asterisk -vvvg -c

```

F1Help F2Setup F3Search F4Invert F5Tree F6SortBy F7Nice -F8Nice +F9Kill F10Quit

```

Рисунок 4.30

4.4.2 Тестові результати FreeSWITCH

Видно що при половинному завантаженні процесора FS тримає 1000 викликів. Як з'ясувалося в налаштуванні стоїть програмне обмеження на 1000 викликів в самому FS.

Можна припустити що ще 1000 він би потягнув.


```

----- Scenario Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Call-rate(length) Port Total-time Total-calls Remote-host
10.0(7200000 ms)/1.000s 5060 101.18 s 1011 192.168.1.81:5060(UDP)

10 new calls during 1.002 s period 1 ms scheduler resolution
1011 calls (limit 3000) Peak was 1011 calls, after 101 s
0 Running, 1013 Paused, 13 Woken up
0 dead call msg (discarded) 0 out-of-call msg (discarded)
3 open sockets
1675064 Total echo RTP pkts 1st stream 5719.086 last period RTP rate (kB/s)
0 Total echo RTP pkts 2nd stream 0.000 last period RTP rate (kB/s)

Messages Retrans Timeout Unexpected-Msg
INVITE -----> 1011 0 0
100 <----- 1011 0 0 0
180 <----- 0 0 0 17
183 <----- 0 0 0 0
200 <----- E-RTD1 1000 0 0 0
ACK -----> 1000 0
Pause [ 2:00:00] 1000 0
BYE -----> 0 0 0
200 <----- 0 0 0

----- [ + | - | * | / ] : Adjust rate ----- [ q ] : Soft exit ----- [ p ] : Pause traffic -----
Last Error: Continuing call on unexpected message for Call-Id '1006-1157...'

```

Рисунок 4.31

Counter Name	Periodic value	Cumulative value
Elapsed Time	00:00:00:388	00:01:43:591
Call Rate	10.309 cps	9.991 cps
Incoming call created	0	0
OutGoing call created	4	1035
Total Call created		1035
Current Call	1035	
Successful call	0	0
Failed call	0	0
Response Time 1	00:00:00:000	00:00:00:005
Call Length	00:00:00:000	00:00:00:000

```

----- Test Terminated -----
2012-06-10 15:39:15:102 1339331955.102387: Continuing call on unexpected message for Call-Id '1035-11574@192.168.1.100':
(index 2), received 'SIP/2.0 503 Maximum Calls In Progress
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.1.100:5060;branch=z9hG4bK-11574-1035-0
From: sipp <sip:sipp@192.168.1.100:5060>;tag=11574SIPtag001035
To: sut <sip:9664@192.168.1.81:5060>;tag=mFKXU4BXDVFFB
Call-ID: 1035-11574@192.168.1.100
CSeq: 1 INVITE
Retry-After: 300
User-Agent: FreeSWITCH-mod_sofia/1.2.0-git-5b3b770 2012-05-14 10-03-35 -0500
Accept: application/sdp
Allow: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, OPTIONS, MESSAGE, UPDATE, INFO, REGISTER, REFER, NOTIFY, PUBLISH, SUBSCRIBE
Supported: timer, precondition, path, replaces
Allow-Events: talk, hold, presence, dialog, line-seize, call-info, sla, include-session-description, presence.wininfo, message-summary
Content-Length: 0
'
sipp: There were more errors, enable -trace_err to log them.

```

Рисунок 4.32

```

1  [|||||||||||||||||||||]          28.4%    Tasks: 1059 total, 1 running
2  [|||||||||||||||||||||]          26.6%    Load average: 0.00 0.07 0.04
3  [|||||||||||||||||||||]          20.8%    Uptime: 00:05:24
4  [|||||||||||||||||||||]          33.3%
Mem[|||||||||]                    426/3705MB
Swp[|]                              0/7234MB

```

PID	USER	PRI	NI	VIRT	RES	SHR	S	CPU%	MEM%	TIME+	Command
1669	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	4.0	9.3	0:02.78	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1717	root	20	0	20160	2184	1076	R	3.0	0.1	0:02.50	htop
1672	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	1.0	9.3	0:01.30	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
2655	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.10	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
2382	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.10	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
2451	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.10	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
2565	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.09	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
2601	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.10	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
2551	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.09	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1659	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:01.39	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1648	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:01.39	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1665	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:08.99	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1664	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.89	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1651	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.54	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1645	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.53	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1646	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.10	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1670	root	-2	-10	852M	345M	6604	S	0.0	9.3	0:00.21	/usr/local/freeswitch/bin/freeswitch
1	root	20	0	8356	848	712	S	0.0	0.0	0:00.72	init [2]
433	root	16	-4	17136	1132	408	S	0.0	0.0	0:00.03	udevd --daemon
599	root	18	-2	17124	948	252	S	0.0	0.0	0:00.00	udevd --daemon
600	root	18	-2	17132	1004	304	S	0.0	0.0	0:00.00	udevd --daemon
991	daemon	20	0	8096	528	408	S	0.0	0.0	0:00.00	/sbin/portmap
1003	statd	20	0	14384	880	716	S	0.0	0.0	0:00.00	/sbin/rpc.statd
1133	root	20	0	54560	1928	1104	S	0.0	0.1	0:00.00	/usr/sbin/rsyslogd -c4
1135	root	20	0	54560	1928	1104	S	0.0	0.1	0:00.00	/usr/sbin/rsyslogd -c4
1136	root	20	0	54560	1928	1104	S	0.0	0.1	0:00.00	/usr/sbin/rsyslogd -c4
1197	root	20	0	3920	652	512	S	0.0	0.0	0:00.00	/usr/sbin/acpid
1230	daemon	20	0	18716	432	272	S	0.0	0.0	0:00.00	/usr/sbin/atd
1278	debian-x	20	0	29332	2128	864	S	0.0	0.1	0:00.01	/usr/bin/xfs -daemon -user debian-xfs -droppriv
1279	root	20	0	22428	1084	836	S	0.0	0.0	0:00.00	/usr/sbin/cron
1504	root	20	0	49176	1140	588	S	0.0	0.0	0:00.00	/usr/sbin/sshd
1557	Debian-e	20	0	44144	1080	684	S	0.0	0.0	0:00.00	/usr/sbin/exim4 -bd -q30m
1575	root	20	0	51864	1432	1096	S	0.0	0.0	0:00.00	/bin/login --
1576	root	20	0	5932	628	528	S	0.0	0.0	0:00.00	/sbin/getty 38400 tty2

```

F1Help F2Setup F3Search F4Invert F5Tree F6SortBy F7Nice F8Nice +F9Kill F10Quit

```

Рисунок 4.33

4.4.3 Тестові результати Elastix

```

----- Scenario Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Call-rate(length)  Port  Total-time  Total-calls  Remote-host
10.0(7200000 ms)/1.000s  5060  51.09 s  510  192.168.1.81:5060(UDP)

10 new calls during 1.002 s period  1 ms scheduler resolution
510 calls (limit 4000)  Peak was 510 calls, after 51 s
0 Running, 512 Paused, 18 Woken up
0 dead call msg (discarded)  0 out-of-call msg (discarded)
3 open sockets
635740 Total echo RTP pkts 1st stream 4222.584 last period RTP rate (kB/s)
0 Total echo RTP pkts 2nd stream 0.000 last period RTP rate (kB/s)

Messages  Retrans  Timeout  Unexpected-Msg
INVITE ----->  510  14  0  0
100 <-----  507  0  0  0
180 <-----  0  0  0  0
183 <-----  0  0  0  0
200 <----- E-RTD1 506  0  0  0
ACK ----->  506  0  0  0
Pause [ 2:00:00]  506  0  0  14
BYE ----->  0  0  0  0
200 <-----  0  0  0  0

----- [+-|*|/]: Adjust rate ---- [q]: Soft exit ---- [p]: Pause traffic -----
Last Error: Continuing call on unexpected message for Call-Id '499-6122@...'

```

Рисунок 4.34

Start Time	2012-06-10 17:50:47:174	1339339847.174162
Last Reset Time	2012-06-10 17:51:42:286	1339339902.286535
Current Time	2012-06-10 17:51:42:797	1339339902.797438

Counter Name	Periodic value	Cumulative value

Elapsed Time	00:00:00:510	00:00:55:623
Call Rate	11.765 cps	9.996 cps

Incoming call created	0	0
Outgoing call created	6	556
Total Call created		556
Current Call	556	

Successful call	0	0
Failed call	0	0

Response Time 1	00:00:02:430	00:00:00:109
Call Length	00:00:00:000	00:00:00:000

Test Terminated -----		
<pre> 2012-06-10 17:51:42:323 1339339902.323810: Continuing call on unexpected message for Call-Id '523-6122@192.168.1.100' received 'SIP/2.0 100 Trying Via: SIP/2.0/UDP 192.168.1.100:5060;branch=z9hG4bK-6122-523-0;received=192.168.1.100;rport=5060 From: sipp <sip:sipp@192.168.1.100:5060>;tag=6122SIPpTag00523 To: sut <sip:2005@192.168.1.81:5060> Call-ID: 523-6122@192.168.1.100 CSeq: 1 INVITE Server: FPBX-2.8.1(1.8.11.0) Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH Supported: replaces, timer Contact: <sip:2005@192.168.1.81:5060> Content-Length: 0 ' sipp: There were more errors, enable -trace_err to log them.</pre>		

Рисунок 4.35

Сервер Elastix тримав близько 500 викликів і не підвищує систему при 100% завантаженні процесора.

Схоже CentOS більш адаптований під VoIP.

4.5 Висновки

На основі проведених вимірювань та подальшого аналізу можна прийти до висновку, що не має чіткої відповідності між якістю проведеного дзвінка та навантаженням створеного симульованого дзвінку. Більш того, було виявлено, що піки навантаження центрального процесору та високі затримки RTP (що виражаються у аудіо розривах) можуть бути визвані деякими процесами операційної системи пристрою, а не SIP.

Якість VoIP дзвінків залежить від IP мережі, типу апаратного та програмного забезпечення серверу, а також параметрів оброблюваних дзвінків, що генеруються у тесті.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В рамках виконання дипломного проводиться дослідження архітектури доступних рішень для передачі мультимедіа потоків у P2P мережах. Результатом дослідження є готовий програмний продукт на основі доступних сервісів та API, що дозволяє проводити спілкування між декількома суб'єктами використовуючи комп'ютерні пристрої. У розділі 'Охорона праці' розглядаються небезпечні та шкідливі чинники, що виникають в процесі розробки та проектування програмного продукту.

Реалізація та впровадження даного продукту стали можливі завдяки кільком стаціонарним комп'ютерам та декільком мобільним пристроям, що оснащені операційною системою Android. Комп'ютери забезпечені веб камерами, а також вбудованими мікрофонами.

Отриманий, в результаті виконання дипломного проекту продукт, на основі виконання дослідження та тестування, буде використовуватися у науково-дослідницьких цілях.

5.1 Опис приміщення

Продукт розроблявся у приміщенні, яке розташоване на сьомому поверсі дев'яти-поверхового будинку. В кімнаті приміщення, де відбувалися розробка та дослідження розташоване одне вікно, що дає природне освітлення, а також встановлена лампа штучного освітлення. Орієнтація вікна — північ. Площа засклення 40%. Стіни і стеля обклеєні світлими шпалерами, підлога вкрита світлим лінолеумом.

Розрахуємо для приміщення із шириною 4м, довжиною та висотою стелі змагальну площу $S_{\text{заг}}$ та об'єм $V_{\text{заг}}$:

Загальна площа приміщення складає: $S_{\text{заг}} = 4 * 5 = 20\text{м}^2$

Об'єм приміщення складає: $V_{\text{заг}} = S_{\text{заг}} * 3 = 60\text{м}^3$

У приміщенні встановлено одне робоче місце розмірами: $1.5 \times 0.75\text{м}$ та висотою 0.7м . Його площа складає: $S_{\text{обор}} = 1.125\text{м}^2$, об'єм $V_{\text{обор}} = 0.7875\text{м}^3$.

Розрахуємо для приміщення корисну площу $S_{\text{кор}}$ та корисний об'єм $V_{\text{кор}}$:

$$S_{\text{кор}} = S_{\text{заг}} - S_{\text{обор}} = 20 - 1.125 = 18.875\text{м}^2$$

$$V_{\text{кор}} = V_{\text{заг}} - V_{\text{обор}} = 60 - 0.7875 = 59.2125\text{м}^3$$

В приміщенні працює одна людина. Виходячи з цього, отримаємо наступні дані, наведені в Табл. 5.1. Дані, наведені в Табл 5.1, показують, що розміри приміщення задовольняють існуючим вимогам.

Таблиця 5.1 — Фактичні та нормативні значення форми та об'єму приміщення

Параметри приміщення	Нормативний	Фактичний
Площа, м ²	6 і більше	18.875
Об'єм, м ³	20 і більше	59.2125

Приміщення розраховане на одне робоче місце. Згідно з розрахунками на кожну людину припадатиме 18.875м^2 площі та 59.2125м^3 об'єму. Для даних користувачів ЕОМ категорія тяжкості робіт — 1а. Згідно із встановленими нормами документом ДержСанПіН 3.3.2.007-98 площа приміщення, що припадає на одну людину повинна бути не менше 6м^2 , а об'єм — не менше 20м^3 . Отже, розмір приміщення відповідає нормам.

5.2 Повітряне середовище

Повітряне середовище в приміщенні характеризується мікрокліматом, запиленістю повітря і його загазованістю. Джерелами теплоти в даному приміщенні є люди, електрообладнання, а також освітлювальні прилади в

темний час доби. Робота, яка виконується в даному приміщенні, відноситься до категорії 1а. Людиною в цьому випадку виділяється до 120 Ккал теплової енергії на годину. В приміщенні працює одна людина. Як наслідок, сумарна теплота, що виділяється людьми, не перевищує 120 Ккал на годину.

Таблиця 5.2 — Оптимальні і фактичні значення параметрів мікроклімату

Період року	Оптимальні для 1а			Фактичні		
	Температура, °С	Вологість %	Швидкість повітря, м/с	Температура, °С	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Теплий	23-25	40-60	0,1	27	40-50	0,1
Холодний	22-24	40-60	0,2	23	40-50	0.1

Згідно ДержСанПіН 3.3.2.007-98 мінімальний оновлюваний об'єм повітря на одну людину за 1 годину повинен становити не менше 20 куб.м.

Для підтримки необхідних параметрів, у приміщенні використовується кондиціонер, що забезпечує кондиціонування і провітрювання приміщення загальним обсягом до 35м³ на годину. У приміщенні використовується радіатор центрального водяного опалення. Щотижня проводиться вологе прибирання.

Таким чином, проведений аналіз дозволяє зробити висновок про те, що всі параметри мікроклімату та забрудненості повітряного середовища відповідають нормі.

5.3 Шум

Шум створюваний працюючим комп'ютером, може бути охарактеризований, як широкосмуговий постійний, з періодичним посиленням при активній роботі вінчестера.

Основною характеристикою звукового поля є рівень його звукового тиску:
$$N = 20lg\left(\frac{p_1+p_2+\dots+p_n}{p_0}\right)db$$

Де p_i — ефективний звуковий тиск в контрольованій точці $p_i = 10^{N_i/20} p_0$,

(звуковий тиск, $p_0 = 2 * 10^{-4}$ дин/см² прийнятий за пороговий рівень);

N — сумарний рівень звукового тиску.

Рівень шуму для одного системного блоку:

Вентилятори розташовані в корпусі:

В блоці живлення $N1 = 17\text{db} \rightarrow p_1 = 10^{(17/20)} * 2 * 10^{-4} = 0.00142$

Відеокарта $N3 = 32\text{db} \rightarrow p_2 = 10^{(27/20)} * 2 * 10^{-4} = 0.00223$

Кулер процесора $N4 = 35\text{db} \rightarrow p_3 = 10^{(32/20)} * 2 * 10^{-4} = 0.00796$

Сумарний шум дорівнює: $N = 20 \lg \left(\frac{0.00142 + 0.00223 + 0.00796}{2 * 10^{-4}} \right) = 31.68\text{db}$

Отже, сумарний рівень шуму не перевищує максимально допустимий рівень у 50db.

5.4 Випромінювання

У приміщенні використовуються різні види електрообладнання, які є джерелами електромагнітних полів частотою 50 Гц. Гранична допустима норма напруженості електричного поля промислової частоти повинна становити не більше 5 кВ / м.

Наявність у приміщенні ПК призводить до появи інших видів електромагнітних випромінювань-: радіочастотного діапазону від -30 кГц до 300МГц; ультрафіолетового; видимого; ближнього інфрачервоного; м'якого рентгенівського.

Таблиця 5.3 - Гігієнічні норми впливу на людину електричного поля

Напруженість електричного поля, кВ/м	Час перебування на протязі доби, хв
До 5	Без обмежень
Від 5 до 10	180
Від 10 до 15	90
Від 15 до 20	10
Від 20 до 25	5

Навколо кінескопа монітора створюється змінне електромагнітне поле з частотою 15-100 Гц, що може шкідливо впливати на здоров'я користувача. Напруженість постійного магнітного поля на робочому місці (допустиме значення) - 8кА / м (100Е). У даному випадку використовуються монітори фірми SyncMaster, що відповідають стандарту ТСО.

5.5 Електробезпека

У розглянутій лабораторії використовується однофазна мережа електропостачання з напругою 220 В і частотою 50 Гц. Проводка проведена прихованим способом, вимикачі та розетки захищені пластмасовими корпусами, світильники розташовані на висоті 2.5 м, що відповідає встановленим нормативам.

Рівень електробезпеки повинен задовольняти правилам безпечної експлуатації електроустановок, затверджених наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 06 жовтня 1997 року № 257, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 13 січня 1998 року за № 11/2451 (НПАОП 40.1-1.01-97). Для профілактики електротравм застосовують знаки безпеки відповідно до ГОСТ 12.4.026-76, а також попереджувальні плакати.

Основні заходи щодо забезпечення електробезпеки:

- технічні заходи - у приміщенні використовується занулення. Занулення - навмисне з'єднання металевих частин обладнання з глухо-заземленою нейтраллю;
- організаційні заходи - обслуговувальний персонал ознайомлений з правилами техніки безпеки при роботі з обчислювальною технікою.

5.6 Пожежна безпека

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 дане приміщення відноситься до пожежонебезпечної категорії В, оскільки в приміщенні знаходяться лише тверді горючі та важкогорючі матеріали (дерево, папір, тканина).

Виходячи з роду матеріалів, в приміщенні можливий пожежа класу А. Можливими причинами пожежі можуть бути несправність електрообладнання, порушення протипожежного режиму. Для запобігання можливої пожежі проводиться регулярна перевірка справності електрообладнання, дотримується протипожежний режим.

Для гасіння можливої пожежі класу А в приміщенні класу В дозволяється використання порошкових вогнегасників. Для захисту від пожежі даного приміщення площею 30 м² досить одного вогнегасника. Для гасіння пожежі в приміщенні встановлено порошковий вогнегасник ВП - 2. Також на сходовій клітці розташований пожежний гідрант.

Будівля має два евакуаційних виходи: через головний хід і спеціальний вихід. Двері відчиняються назовні. Коридор йде до сходової клітинам, одна з яких виходить безпосередньо на вулицю, а другий має вихід на вулицю через вестибюль і головний вхід. Сходові майданчики ширше коридорів. Всі співробітники ознайомлені з планом евакуації.

5.7 Ергономіка

5.7.1 Аналіз робочого місця

Виміряні параметри робочого місця:

- висота робочої поверхні столу - 700 мм;
- висота простору для ніг 650 мм;
- висота сидіння над рівнем підлоги регульована , поточна 450 мм;
- поверхня сидіння м'яка з закругленим переднім краєм , кут нахилу спинки регулюється, крісло може обертатися ;
- передбачена можливість розміщення документів праворуч і ліворуч ;
- відстань від ока до екрана 700 мм;
- відстань від ока до клавіатури 400 мм;
- відстань від ока до документів 500 мм;
- можливе регулювання екрана по висоті , по нахилу , у лівому і в правому напрямках , а також регулювання яскравості , контрастності і геометричних параметрів картинки на екрані.

Комп'ютерна техніка, встановлена в даному приміщенні, є сучасною технікою, виконаної з урахуванням багатьох вимог охорони праці. Зокрема, використовуються в комп'ютерах відеомонітори SyncMaster 109BF (Samsung) 17" мають наступні сертифікати :

- Рівня випромінювання електромагнітних хвиль: SWEDAC , TCO 99 ;
- Нормативам перешкодозахищеності: FCC клас B, CE;
- Стандартам електробезпеки апаратури : UL , CSA , TUV –GS

5.7.2 Нормативні значення параметрів робочого місця

Ергономічними аспектами проектування відео-термінальних робочих місць , є: висота робочої поверхні , розміри простору для ніг , вимоги до розташування документів на робочому місці , характеристики робочого крісла ,

вимоги до поверхні робочого столу, можливість регулювання робочого місця і його елементів.

Висота робочої поверхні рекомендується в межах 680-760 мм. Висота робочої поверхні, на яку встановлюється клавіатура, повинна бути 650 мм.

Висота сидіння над рівнем підлоги повинна бути в межах 420-550 мм. Поверхня сидіння рекомендується робити м'якою, передній край закругленим, а кут нахилу спинки робочого крісла - регульованим.

Необхідно передбачати при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від відеотерміналу, між монітором і клавіатурою і т.п. Крім того, у випадках, коли відеотермінал має низьку якість зображення, наприклад помітні мигтіння, відстань від очей до екрана роблять більше (близько 700 мм), ніж відстань від ока до документа (300-450 мм). Взагалі, при високій якості зображення на відеотерміналі відстань від очей користувача до екрану, документа і клавіатури може бути рівним. Положення екрану визначається:

- відстанню зчитування (0.60 +0.10 м);
- кутом зчитування, напрямком погляду на 20 градусів нижче горизонталі до центру екрану, причому екран перпендикулярний цьому напрямку.

Повинна передбачатися можливість регулювання екрану:

- по висоті +3 см;
- по нахилу від 10^0 до 20^0 щодо вертикалі;
- в лівому і правому напрямках.

Зоровий комфорт підкоряється двом основним вимогам:

- Чіткості на екрані, клавіатурі й у документах;

- Освітленості і рівномірності яскравості між навколишніми умовами і різними ділянками робочого місця.

Висновок: обладнання, яке використовується при виконанні робіт, повністю відповідає вимогам.

5.8 Освітлення

5.8.1 Природне освітлення

У розглянутому приміщенні розташовано два вікна. Отже природне освітлення в даному приміщенні представлено системою одностороннього бічного освітлення двома віконними прорізами шириною по 1.5мкожний. Висота вікон складає 1.5м.

Показник оцінки природного освітлення в приміщенні виражається коефіцієнтом природного освітлення (КПО) і порівнянні його з нормативними значенням. Для приміщення, що містить комп'ютерну техніку КПО повинен складати не менше $1.5e_{hIII} * m * c$, де

e_{hIII} — нормативне значення КПО для III світлового поясу ($e_{hIII} = 1.5$);

m — коефіцієнт світлового клімату, для IV світлового поясу ($m = 0.9$);

c — коефіцієнт сонячного клімату, для вікон, що виходять на схід в IV світловому поясі і північніше 50° ($c = 0.8$).

$$e_h = 1.5 * 0.9 * 0.8 = 1.08\%$$

Згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98, КПО, де знаходиться робоче місце з ПЕОМ, повинно бути не менше 1.5%. Таким чином санітарні норми до природного освітлення не витримані.

5.8.2 Штучне освітлення

Для штучного освітлення нормується величина освітленості (E , лк). Нормативні значення освітленості наведені в будівельних нормах і правилах. Згідно з цими правилами, нормативне значення освітленості для штучного освітлення приміщення з ЕОМ повинно становити не менше 300 лк.

Світильники кріпляться до стелі, їх висота над підлогою майже дорівнює висоті приміщення $H = 3\text{ м}$, що відповідає вимогам [2], згідно з якими $H \in [2.6; 4]\text{ м}$.

Мінімальна освітленість приміщення, в якому виконують зорову роботу розряду ШБ становить $E = 300$ лк. Нормований рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документа становить 300-500 лк.

При роботі з обчислювальною технікою є певні недоліки: ймовірність появи прямого блиску; погіршена контрастність між зображенням і фоном; відбивання екрану.

Світильники з люмінесцентними лампами в приміщеннях для роботи рекомендується встановлювати рядами. Пропонується встановити два світильника в ряд. Застосовуємо світильники ЛДР з лампами 2×40 Вт із загальним потоком 5700 лм.

5.9 Висновки

Аналіз умов праці в розглянутому приміщенні показав, що в цілому умови праці з ПЕОМ відповідають вимогам. Робоче приміщення відповідає вимогам. Дотримані достатня площа та об'єм. Встановлене необхідне освітлення. Конструкція робочого місця забезпечує підтримання робочої пози. Розміри робочого стола, стільця та обладнання відповідають нормам. Напруженість робочого процесу знаходиться в допустимих рамках.

Враховуючи всі перераховані вище характеристики приміщення і устаткування можна запропонувати наступні рекомендації щодо поліпшення умов праці. Для забезпечення умов праці на запропонованому робочому місці необхідно замінити стільці на офісні крісла, які забезпечують регулювання по висоті, регулювання куту нахилу спинки, та мають підлокітники. Застосування удосконалених типів клавіатури, наприклад Microsoft Natural Keyboard, дозволить підвищити швидкість набору текстів і зменшити втому рук при тривалій роботі з клавіатурою. Також необхідно замінити усі електронно-променеві монітори, на монітори без електронно-променевої трубки.

ВИСНОВКИ

Архітектури моделі OSI та моделі стеку TCP/IP мають багато спільного. Обидві побудовані на основі ідеї стеку незалежних протоколів. Набір функцій окремих рівнів також приблизно схожі. Проте незважаючи на ці фундаментальні схожості, обидві моделі мають багато відмінностей.

Для моделі OSI характерні три базові концепти:

- сервіси;
- інтерфейси;
- протоколи.

Кожний рівень виконує певний сервіс для рівню вище. Визначення сервісу показує, що він робить, не те, як сутності вище доступуються до нього або, як той рівень працює. Визначає семантику рівня.

Інтерфейс показує процесам вище, як до нього можна досягнути. Визначає, які є параметри, та результати у відповідь на запити. Проте ніякої інформації про те, як рівень працює всередині.

Знову ж таки протоколи, що використовуються на різних рівнях є незалежними. Всі ці особливості чудово узгоджуються з сучасними ідеями об'єктно-орієнтованого програмування.

Модель TCP/IP не проводить чіткого розмежування між сервісами, інтерфейсами та протоколами.

Дослідження, на основі порівняння технічних властивостей, і теоретичних показників встановило перевага зв'язки сучасних протоколів стеку RTSP при вирішенні таких, завдань, як передача відео і аудіо потоків в реальному часі. У той же час, як і будь-яка альтернатива, дане рішення має як переваги, так і недоліки в певних аспектах щодо своїх попередників. В даному випадку, ці недоліки можуть виражатися, наприклад, в надійності передачі

інформації та обсягів навантаження на потокові сервера. Тому, дане рішення не можна назвати однозначно кращим над стандартними протоколами, а проводити вибір протоколу для вирішення тієї чи іншої задачі необхідно виходячи з безпосередніх локальних вимог. У разі необхідності передачі мультимедія потоку на максимальній швидкості, при можливості у використанні потужних серверів і без особливих вимог до безпеки, дане рішення можна вважати оптимальним.

Отже IP-телефонія є дуж просунутим напрямком розвитку і стрімко розвивається, що обумовлено потребами суспільства у швидкій, якісній та надійній передачі медіа зв'язку.

Потреби у вище вказаній технології міцно встановилися у багатьох сферах людської діяльності, що обумовлює такий розвиток, а також таке різноманіття уже створених систем. Дані системи пройшли становлення, широко використовуються і підтримуються.

Основними сферами діяльності, що потребують переваг, які надає IP-телефонія виступають сегменти діяльності суспільства, де питання комунікації на відстані ставиться критично через вартість подібних сервісів, необхідність у здатності до легкого масштабування, а також захищеності своїх інфраструктур.

Для сфери діяльності, що представляють закриті інфраструктури IP-АТС також виступають зручним рішенням. Оскільки дають можливість знизити затрати на зв'язок, зробити взаємодію більш швидкою та мобільною, а також, при необхідності, у майбутньому, легко розгортати роботу за межі інфраструктури.

Сфера досліджень також потребує рішень базованих на можливості використання IP-телефонії, щоб проводити оцінку явищ та факторів, де немає можливості налагодити прямий контакт із об'єктами для досліджень.

Все це зумовлює швидкий розвиток даних рішень.

На основі проведених вимірювань та подальшого аналізу можна прийти до висновку, що не має чіткої відповідності між якістю проведеного дзвінка та навантаженням створеного симульованого дзвінку. Більш того, було виявлено, що піки навантаження центрального процесору та високі затримки RTP (що виражаються у аудіо розривах) можуть бути визвані деякими процесами операційної системи пристрою, а не SIP.

Якість VoIP дзвінків залежить від IP мережі, типу апаратного та програмного забезпечення серверу, а також параметрів оброблюваних дзвінків, що генеруються у тесті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Tanenbaum, Andrew S. Computer networks (5th Edition) / Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010 – 960p.
2. Zurawski, R. The Industrial Information Technology Handbook / R. Zurawski – Boca Raton: CRC Press, 2004 – 1936p.
3. Grigorik, Ilya. High Performance Browser Networking / Ilya Grigorik – Sebastopol: O'Reilly Media, 2013 – 408p.
4. Fall, Kevin R. TCP/IP Illustrated, Volume1: The Protocols (2nd Edition) / Kevin R. Fall, W. Richard Stevens – Boston: Addison-Wesley, 2011 – 1056p.
5. Johnston, Alan B. Understanding the Session Initiation Protocol (3rd Edition) / Alan B. Johnston – Boston: Artech House, 2009 – 427p.
6. Meggelen, J.M. Asterisk: The Future of Telephony / J.V. Meggelen, J. Smith, L. Madsen – Sebastopol: O'Reilly Media, 2005 – 408p.
7. Dempster, B. Building Telephony Systems with Asterisk / B. Dempster, D.Gomillion – Birmingham: Packet Publishing, 2005 – 176p.
8. Sulkin, A. PBX Systems for IP Telephony / A. Sulkin – McGraw Hill Professional, 2002 – 487p.
9. Minessale, A. FreeSWITCH Cookbook / A. Minessale, M.S. Colins, D. Schreiber, R. Chandler – Birmingham: Packet Publishing, 2012 – 150p.
10. Minessale, A. FreeSWITCH 1.2 / A. Minessale, M.S. Colins, D. Schreiber, R. Chandler – Birmingham: Packet Publishing, 2013 – 428p.
11. Buford, J. P2P Networking and Applications / J. Buford, H. Yu, E.K. Lua – San Francisco: Morgan Kaufmann, 2009 – 415p.
12. Perkins, C. RTP: Audio and Video for the Internet / C. Perkins – Boston:

Addison Wesley, 2003 – 432p.

13. Wallingford, T. Switching to VoIP / T. Wallingford – Sebastopol: O'Reilly Media, 2005 – 502p.

14. Minoli, D. Voice Over IPv6. Architecture for Next Generation VoIP Networks / D. Minoli – Boston: Elsevier, 2006 – 366p.

15. Wallingford, T. VoIP Hacks / T. Wallingford - Boston: O'Reilly Media, 2005 – 326p.

16. Chappell, L. Wireshark. Network Analysis. The Official Wireshark Certified Network Analyst Study Guide (2nd) / L. Chappell – Protocol Analysis Institute, dba “Chappell University”, 2012 – 986p.

17. Sharif, B. Elastix Without Tears / B.Sharif, 2007 – 299p.

18. Landiver, E. Unified Communication with Elastix / E. Landiver, 2007 – 256p.

19. Kumar, V. IP Telephony with H.323: Architecture for Unified Networks and Integrated Services / V. Kumar, M. Korpi, S. Sengodan, V. Kumar, New Jersey, Jhon Wiley & Sons, 2001 – 599p.

20. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. Постанова Головного державного санітарного лікаря України №7 від 10.12.1998.

21. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №65 від 26.03.2010.

22. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Наказ Міністерства охорони здоров'я України №528 від 27.12.2001.

23. Державні будівельні норми. Захист від пожежі. Пожежна безпека. ДБН В.1.1-7-2002.

24. Офіційний сайт програмного товариства StarTrinity. – Режим доступу: <http://startrinity.com> – Дата доступу: 24.05.2015.