

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан факультету
Інформаційних технологій
/Глазунова О.Г., д.пед.н. проф./
підпис ПІБ, вчене звання і ступінь

Завідувач кафедри
Кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки
/Ляхно В.А., д.т.н. проф./
підпис ПІБ, вчене звання і ступінь

«__» _____ 20__ р.

«__» _____ 20__ р.

ВИПУСКНА МАГІСТРСЬКА РОБОТА

(ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ МАГІСТРА)

на тему: **Дослідження швидкодії комп'ютерної системи телефонії на основі засобу Asterisk**

Спеціальність (напрямок підготовки) 123 «Комп'ютерна інженерія»

**Керівник випускної магістерської роботи
(Керівник дипломного проекту магістра)**

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Іщварупило В.В.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Михайловський І.С.
(ПІБ студента)

КІІВ-2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
завідувач кафедри
кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки
/ Лахно В.А., д.т.н., проф. /

підпис
студент
«__» __ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання випускної магістерської роботи студенту
(на виконання дипломного проекту магістра студенту)

Михайловський Ігор Сергійович
(ПРИЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)
Спеціальність (напрямок підготовки) комп'ютерна інженерія

Тема випускної магістерської роботи (дипломного проекту магістра) _____

Дослідження швидкодії комп'ютерної системи телефонії на основі засобу Asterisk

керівник проекту (роботи) Шкарупило Валдим Вікторович к.т.н. доцент

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

Затверджена наказом ректора НУБіП України від "23" 10 2020р. №1578 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної магістерської роботи (дипломного проекту бакалавра)

Комп'ютерна система телефонії – Astersik.

Перелік питань, які потрібно розробити:
Аналіз предметної області, проектування системи, встановлення та налаштування системи, тестування розробленої системи.
Перелік графічних документів (за потреби)

Дата видачі завдання " 23 " 10 2020 р.

Керівник випускної магістерської роботи
(Керівник дипломного проекту магістра)

(підпис)

Шкарупило В.В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Михайловський І.С.

(прізвище та ініціали студента)

НУБіП України

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 66 сторінок, 48 рисунків, 1 формула, 16

джерел.

ASTERISK, ТЕЛЕФОНІЯ, ПРОЕКТУВАННЯ, НАЛАШТУВАННЯ,

VOIP, IP-ТЕЛЕФОНІЯ, LINUX, UBUNTU, SIP

Об'єкт дослідження — комп'ютерна система IP-телефонії на основі засобу Asterisk.

Мета роботи — дослідження швидкодії комп'ютерної системи телефонії при використанні різних конфігурацій на основі засобу Asterisk.

Проект складається з трьох розділів.

Перший розділ присвячено ознайомленню з предметною областю, визначення необхідного функціоналу комп'ютерної системи, ознайомленню з перевагами Asterisk, а також з його аналогами.

У другому розділі розкриті питання щодо встановлення та налаштування основних конфігурацій Asterisk.

Третій розділ присвячено тестуванню працездатності системи та порівняння результатів.

В результаті виконання дипломної роботи проведено аналіз, проектування та тестування розробленої комп'ютерної системи.

НУБІП України

ЗМІСТ

НУБІП України

РЕФЕРАТ

ВСТУП

6

НУБІП України

1. Аналіз предметної області

7

1.1 Історія IP-телефонії

7

1.2 Принципи пакетної передачі мовлення

8

НУБІП України

1.3 Шлюзи IP-телефонії

13

1.4 Способи підключення до IP-телефонії

14

1.5 Протокол SIP в IP-телефонії

16

НУБІП України

1.6 Можливості програмного комплексу Asterisk у створенні IP-телефонії

17

1.6.1 Переваги IP-телефонії на базі Asterisk

18

1.6.2 Обґрунтування вибору Asterisk як АТС

20

НУБІП України

1.6.3 Аналіз прив'язки до певного серверного обладнання

20

1.6.4 Аналіз системи ліцензування системи Asterisk

21

1.6.5 Аналіз методу інтеграції з CRM-системами та іншими АТС ...

22

НУБІП України

1.6.6 Обслуговування та адмініструючий персонал

22

1.6.7 Цілі та завдання програмної АТС на базі Asterisk

23

2. Встановлення та налаштування Asterisk

25

2.1	Встановлення необхідних залежностей.....	25
2.2	Встановлення Asterisk.....	27

2.3	Створення Linux користувача та запуск Asterisk.....	33
-----	---	----

2.4	Структура Asterisk.....	34
2.5	Підключення користувачів.....	36

2.6	Створення SIP користувача.....	38
-----	--------------------------------	----

2.7	Створення та застосування шаблону.....	41
2.8	Маршрутизація викликів.....	44

2.9	Процес виклику.....	46
-----	---------------------	----

2.10	Шаблони номерів.....	47
3.	Тестування та дослідження системи.....	49

3.1	Сучасні варіанти тестування.....	49
-----	----------------------------------	----

3.2	Методологія.....	50
3.3	Тестування.....	53

3.4	Результат.....	57
-----	----------------	----

	Висновок.....	64
	Список використаних джерел.....	65

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

IP-телефонія – це технологія, яка передає голосові дані в режимі реального часу через Інтернет-протоколи. Іншими словами, це голосові дзвінки, які забезпечують високоякісне аудіо через Інтернет. Абоненти

можуть користуватися послугами різних провайдерів на будь-якому пристрої: комп'ютерах, смартфонах, планшетах, звичайних телефонах.

Крім того, IP-телефонія відкриває ширший спектр нових можливостей, ніж стаціонарні телефони. Найголовніше – мати доступ до Інтернету. Крім того,

технологія не вимагає спеціальних телефонних ліній в офісі, і дозволяє

використовувати бездротові з'єднання (наприклад, Wi-Fi) для роботи. Щоб

скористатися послугою IP-телефонії, необхідно встановити спеціальне програмне забезпечення. Окрім фактичного здійснення дзвінків, він також

може інтегрувати цілі підприємства, офіси та співробітників з різних міст у

внутрішню телекомунікаційну мережу. Крім того, додаток IP-телефонії легко підключити до CRM-системи та потужного контакт-центру.

Слід зазначити, що для корпоративних користувачів IP-телефонія є

не лише ефективним засобом оптимізації вартості міжміських та

міжнародних дзвінків, а й дає можливість впроваджувати якісні нові послуги на основі технології IP-телефонії.

Актуальність даної теми полягає в тому, що існує багато застарілих

аналогових телефонних мереж, які вже давно не можуть задовольнити

потреби людей. У цьому випадку ідеально підійде дуже гнучка система IP-телефонії, яка може задовольнити всі потреби людей у різних видах зв'язку та швидкості передачі.

1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Історія IP-телефонії

IP-телефонія – це сучасна технологія зв'язку, що дозволяє використовувати всі сучасні мережі зв'язку, чи то стільниковий зв'язок, чи локальні мережі та мережа Інтернет у цілому. В основному ця технологія використовується для організації великих корпоративних мереж телефонії, щоб заощаджувати на міжнародних, міжміських чи інших телефонних переговорах.

Під IP-телефонією мається на увазі ціла низка комунікаційних протоколів зв'язку, технологій їх побудови та методів організації, що забезпечують вельми традиційні для телефонії дзвінки, а також аудіо- та відеоконференції. Сигнали каналами зв'язку передаються пакетами, тому передача даних IP-телефонії може мати стислий формат, що може знизити навантаження на канали передачі даних.

IP-телефонія була розроблена наприкінці 80-х років минулого століття. Відкриття IP-телефонії здійснила ізраїльська компанія Vocal Tec, що зуміла до 1995 року зібрати воедино досягнення в областях цифрової обробки сигналів (DSP), кодеків, комп'ютерів та протоколів маршрутизації. Починаючи з 1995 року, для IP-телефонії почали використовувати два методи звукової компресії – GSM та True Speech компанії DSP Group Inc., що забезпечують високий рівень компресії вихідного звукового сигналу та малопомітну втрату якості при декомпресії. На додаток до алгоритмів компресії/декомпресії мови та стандартних протоколів, IP-телефонія постійно займалася вдосконаленням методів боротьби із затримками в Інтернет.

1.2/Принципи пакетної передачі мовлення

Класична телефонна мережа заснована на технології комутації каналів, яка вимагає виділення фізичного з'єднання для кожної телефонної розмови. Отже, телефонний дзвінок є фізичним підключенням телефонного каналу. У цьому випадку аналоговий сигнал шириною 3,1 кГц передається на найближчу АТС, де мультимплексується з сигналами від інших користувачів, підключених до АТС за технологією поділу часу. Далі груповий сигнал передається мережею міжстанційного каналу. Після досягнення адреси УАТС сигнал демультимплексується і надходить до пункту призначення.

Основним недоліком телефонної мережі з комутацією каналів є неефективне використання пропускної здатності каналу - під час голосової паузи канал не несе жодного корисного навантаження.

Перехід від аналогової технології до цифрової став важливим кроком у появі сучасних цифрових телекомунікаційних мереж. Одним із таких кроків у розвитку цифрової телефонії є перехід на комутацію пакетів.

У мережах з комутацією пакетів канали зв'язку передають одиниці інформації, які покладаються на фізичні носії. Такими блоками можуть бути пакети даних, кадри або осередки (залежно від протоколу), але в будь-якому випадку вони передаються через спільну мережу, а також через незалежні віртуальні канали, залежно від фізичного середовища.

Кожен пакет ідентифікується заголовком, який може містити інформацію про використовуваний канал, його джерело (тобто джерело або відправник) і призначення (одержувач або одержувач).

У мережі на основі IP всі дані — голос, текст, відео, комп'ютерні програми або будь-яка інша форма інформації — передаються у вигляді пакетів даних. Кожен комп'ютер і термінал у цій мережі мають свою унікальну IP-адресу, і переданий пакет даних маршрутизується до одержувача відповідно до адреси, зазначеної в заголовку. Дані можуть передаватися одночасно між кількома користувачами та процесами на одній лінії. Якщо є проблема, IP-мережа може змінити маршрут, щоб уникнути несправної області. Протокол IP не вимагає виділеного каналу для сигналізації.

Процес передачі голосу по IP-мережі включає кілька етапів.

На першому етапі мова відцифровується. Потім аналізується та обробляється оцифровані дані, щоб зменшити фізичний обсяг даних, що передаються на приймач. Зазвичай на цьому етапі пригнічуються непотрібні паузи, фоновий шум і стиснення.

На наступному етапі отримана послідовність даних розбивається на пакети даних, і до неї додається протокольна інформація — адреса одержувача, порядковий номер пакета даних (у разі їх доставки з порушенням порядку) та додаткові дані для виправлення помилок. Це призначено для тимчасового накопичення обсягу даних, необхідного для формування пакету даних, перш ніж відправити пакет даних безпосередньо в мережу.

Витяг переданої голосової інформації з прийнятого пакету даних також відбувається в кілька етапів. Коли голосові пакети надходять на термінал одержувача, спочатку перевіряється їх порядок. Оскільки IP-мережа не гарантує час доставки, пакети даних з більшим порядковим номером можуть надходити раніше і більше, а інтервал часу прийому також може бути іншим. Тимчасово накопичувати пакети даних для відновлення

НУБІП УКРАЇНИ

початкового порядку та синхронізації. Однак деякі пакети можуть бути повністю втрачені під час процесу доставки або затримка доставки перевищує допустимий діапазон розповсюдження. За звичайних обставин

одержувач просить повторно передати неправильні або відсутні дані. Але

НУБІП УКРАЇНИ

передача голосу занадто критична для часу доставки, тому в цьому випадку або ввімкніть приблизний алгоритм, який дозволяє приблизно відновити втрачені дані на основі отриманого пакету даних, або просто проігноруйте

ці втрати та заповніть пропуск і дані. випадковий.

НУБІП УКРАЇНИ

Отримана таким чином послідовність даних (не відновлена!) розпаковується і безпосередньо перетворюється в звуковий сигнал, передаючи голосову інформацію до приймача.

НУБІП УКРАЇНИ

Тому ймовірно, що отримана інформація не відповідає вихідній інформації (спотворення) і затримка (обробка відправника і одержувача вимагає прямижнього накопичення).

Однак певною мірою надмірність голосових повідомлень дозволяє терпіти такі втрати.

НУБІП УКРАЇНИ

Оператори мереж з комутацією пакетів по суті отримали переваги спільної телекомунікаційної інфраструктури.

НУБІП УКРАЇНИ

Коротше кажучи, згідно статистичного аналізу мережі, вони можуть продати більше продажів, ніж є насправді. Оскільки очікується, що користувачі не будуть використовувати весь платний діапазон частот цілодобово, магістральну інфраструктуру можна розширити, щоб надавати послуги більшій кількості користувачів. Збільшується і оборот, і прибуток.

НУБІП УКРАЇНИ

Іншими словами, абоненти, які заплатили за діапазон 64 кбіт/с, використовували лише 25% каналу в середу. Таким чином, оператори можуть продавати доступні ресурси більш ніж у чотири рази більшій кількості користувачів, не перевантажуючи свої мережі. Така ситуація

НУВІП УКРАЇНИ

вигідна як клієнтам, так і продавцям, оскільки оператори збільшують дохід за рахунок зниження витрат і зниження абонентської плати. Це успішне рішення було визнано в області передачі даних і зараз використовується на телефонному ринку.

НУВІП УКРАЇНИ

На даний момент в IP-телефонах існує два основних способи передачі голосових пакетів даних через IP-мережу.

– Через глобальну мережу Інтернет (інтернет-телефонія);

– Використовуйте виділену мережу передачі на основі каналів (IP-телефон).

НУВІП УКРАЇНИ

У першому випадку пропускна здатність безпосередньо залежить від завантаження Інтернет-пакетів, що містять дані, голос, графіку тощо, а

значить, затримка проходження пакета може бути найрізноманітнішою.

НУВІП УКРАЇНИ

При використанні виділеного каналу, призначеного для пакетів голосових даних, може бути гарантована фіксована (або майже фіксована) швидкість передачі даних. У зв'язку з широким використанням Інтернету особливий

НУВІП УКРАЇНИ

інтерес викликає впровадження систем Інтернет-телефонії. Хоча слід визнати, що якість телефонного зв'язку в цьому випадку не може бути гарантованою.

НУВІП УКРАЇНИ

Для використання сервера телефонії для міжміського (міжнародного) зв'язку організація або оператор служби повинні мати сервер у місці та місці, де планується дзвінок. Вартість такого підключення на порядок нижче вартості телефону на звичайній телефонній лінії. Ця різниця особливо велика для міжнародних переговорів.

НУВІП УКРАЇНИ

Загальний принцип роботи телефонного сервера VoIP. З одного боку, сервер підключений до телефонної лінії і може бути підключений до будь-якого телефону світу. З іншого боку, сервер підключений до Інтернету і може бути підключений до будь-якого комп'ютера у світі. Сервер отримує

стандартний телефонний сигнал, відшифровує його (якщо це не цифровий), сильно стискає, розбиває на пакети даних, а потім використовує IP-протокол для відправлення до місця призначення через Інтернет. Для

пакетів даних з мережі на телефонний сервер і телефонну лінію операція

виконується в зворотному порядку. Дві складові операції (вхід сигналу телефонної мережі і вихід телефонної мережі) відбуваються майже одночасно, що дозволяє вести повнодуплексну розмову. На основі цих

основних операцій можна побудувати багато різних конфігурацій.

Наприклад, дзвінки телефон-комп'ютер або комп'ютер-телефон можуть забезпечуватися одним сервером телефонії. Для організації зв'язку телефон (факс) – телефон (факс) потрібно два сервери.

Основною перешкодою для широкомасштабного впровадження IP-телефонії є відсутність механізму IP-протоколу для забезпечення якості обслуговування, що робить його не найнадійнішим способом голосового зв'язку. Протокол IP сам по собі не гарантує доставку пакетів даних і час їх

доставки, що може спричинити такі проблеми, як переривання голосу та

збій дзвінка. Сьогодні ці проблеми вирішуються: організації зі стандартизації розробляють нові протоколи, а виробники випускають нові пристрої, але на цьому рівні сумісність і стандартизація вже не такі хороші,

як мови упаковки. Слід зазначити, що якщо в приватній мережі підприємства за умови великого ресурсного навантаження деяка втрата якості голосу є терпимою, поки середній рівень цілком задовільний, то у публічних мережах все буде серйозніше.

Оскільки оператор надає певну послугу та бере плату, він зобов'язаний гарантувати її якість. Навіть якщо клієнт час від часу погоджується (хоча це навряд чи в умовах жорсткої конкуренції на ринку телекомунікацій) терпіти низький рівень якості, він все одно може поскаржитися, якщо виникають серйозні або довгострокові проблеми. Тим

не менш, оператор змушений стежити за якістю обслуговування, тому в разі масштабного надання йому необхідне відповідне обладнання та програмне забезпечення, яке дуже дороге і доступне не в усіх регіонах.

З точки зору масштабованості (якщо відвернути увагу від проблеми неконтрольованого погіршення навантаження на мережу), IP-телефонія є повним рішенням. По-перше, тому що з'єднання на основі протоколу IP може початися (і закінчитися) у будь-якій точці мережі від користувача до магістральної мережі. Тому IP-телефони в мережі можна вводити сайт за сайтом, до речі, в плані міграції це можна зробити зверху вниз, знизу вгору або за будь-якою іншою схемою. Рішення IP-телефонії характеризується певною модульністю: кількість і потужність різних вузлів-шлюзів, гейткіперів (в термінології VoIP-сервери обробки номерів) можна збільшити практично незалежно відповідно до поточних потреб. Звісно, ми не розглядали питання збільшення ресурсів самої мережевої інфраструктури, тому що вузли самої мережі можуть бути незалежними від IP-телефонної системи, або поєднувати свої функції.

1.3 Шлюзи IP-телефонії

Шлюз VoIP може мати кілька аналогових або цифрових інтерфейсів. Аналогові інтерфейси FXS і FXO необхідно підключити до аналогового телефону, АТС або аналогової телефонної лінії (PSTN). Цифровий інтерфейс E1-призначений для передачі даних зі швидкістю 64 кбіт/с. Деякі моделі мають роз'єми для підключення альтернативних аналогових ліній.

Шлюз VoIP підключається до вільного порту АТС, зовнішньої міської лінії або безкоштовної внутрішньої офісної лінії АТС. Потім налаштуйте та вкажіть правила маршрутизації. За цими правилами частина дзвінків буде відправлятися безпосередньо на АТС, а інші виклики надсилатимуться в IP-мережу через VoIP-шлюз.

Класична організація офісних телефонів виглядає так. АТС підключена до міської мережі (кількість зовнішніх ліній обмежена) і підтримує певну кількість внутрішніх користувачів. Дзвінки між ними внутрішні та безкоштовні. Вихідні дзвінки обробляються міською АТС та тарифікуються відповідно до обраного тарифу. Міжміські та міжнародні дзвінки обробляються федеральними операторами зв'язку. При використанні шлюзів і систем IP-телефонії обмеження обмежується кількістю зовнішніх ліній, інші обмеження є умовними і залежать від вибору IP-АТС.

1.4 Способи підключення до IP-телефонії

Підключення до IP-телефонії, яке здійснює будь-який оператор телефонії, реалізується, як правило, двома способами:

- підключення VoIP телефонії за допомогою SIP телефонів (Рисунок 1.1);
- підключення VoIP телефонії за допомогою VoIP шлюзу (Рисунок 1.2).

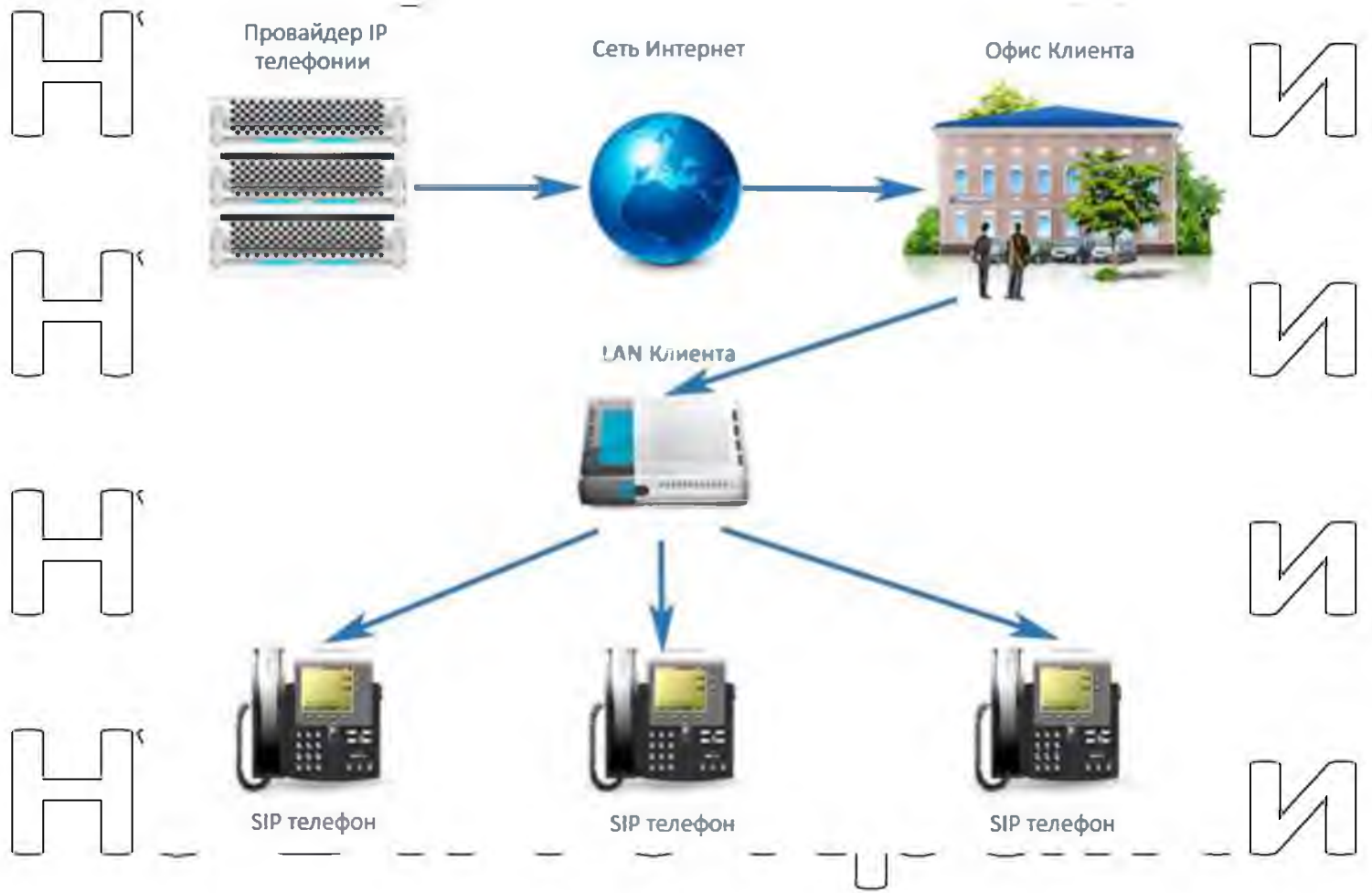


Рисунок 1.1 - Підключення VoIP телефонії за допомогою SIP телефонів

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

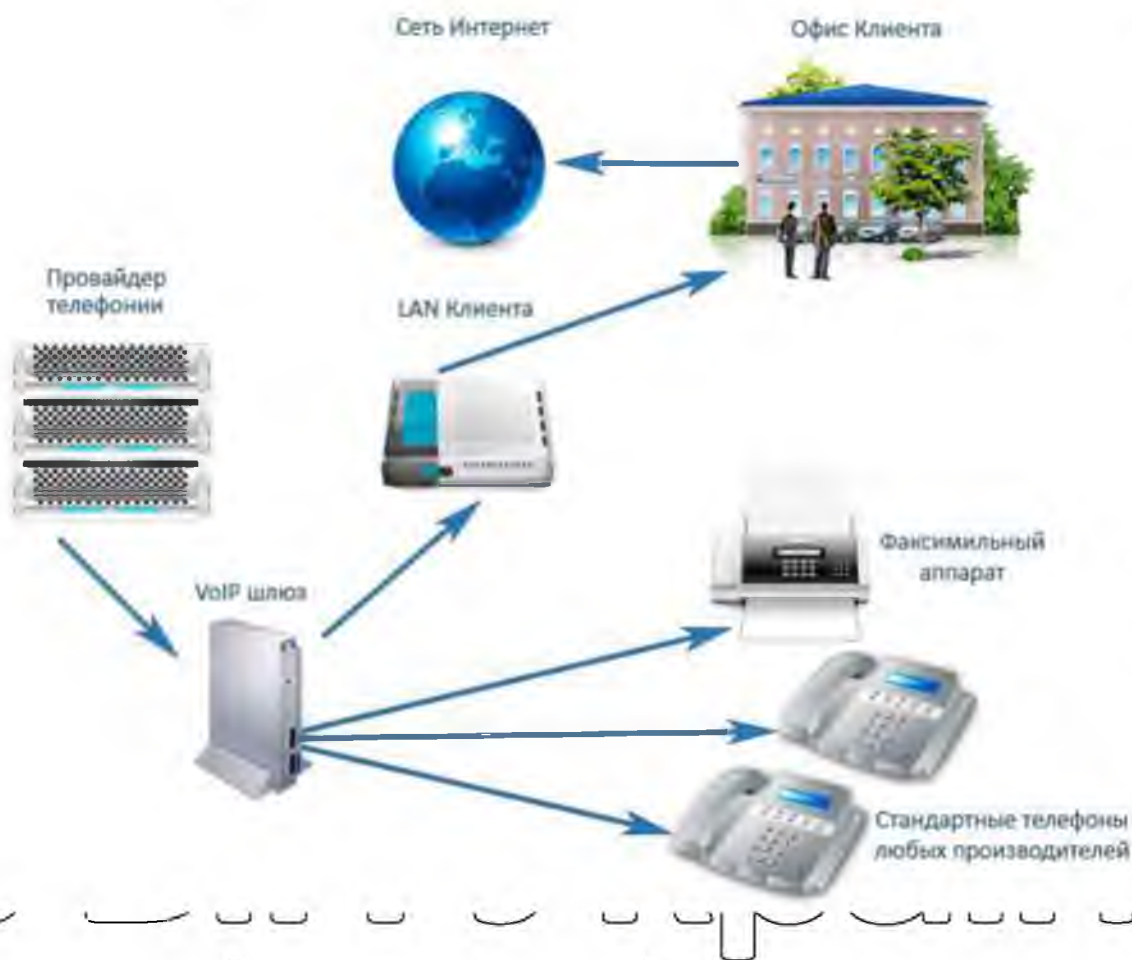


Рисунок 1.2- Підключення VoIP телефонії за допомогою VoIP шлюзу

Такі способи підключення в жодному разі не забороняють замінити SIP-телефони та VoIP-шлюз на IP-АТС і надалі маршрутизувати дані по лінії зв'язку, як завгодно. Провайдер телефонії навіть не визначить, що кінцевим пристроєм буде сервер телефонії, а не телефон користувача.

1.5 Протокол SIP в IP-телефонії

SIP (Session Initiation Protocol) - протокол передачі даних, який описує, як встановити і завершити сеанс Інтернету користувача, включаючи

обмін мультимедійним вмістом (IP-телефонія, аудіо- та відеоконференції, обмін миттєвими повідомленнями)

Цей протокол описує, як клієнтська програма (наприклад, програмний телефон) використовує своє унікальне ім'я, щоб запитувати з'єднання від іншого клієнта в тій самій мережі, яка може бути фізично віддаленою. Цей протокол визначає метод досягнення клієнтом угоди про відкриття каналу обміну на основі інших протоколів (наприклад, RTP), які можна використовувати для безпосередньої передачі інформації.

Дозволяється додавати або видаляти такі канали під час встановленого сеансу, а також підключати та відключати додаткових клієнтів (тобто дозволяти участь в обміні між більш ніж двома сторонами-телеконференціями). Протокол визначає порядок закінчення сеансу.

1.6 Можливості програмного комплексу Asterisk у створенні IP-телефонії

Програмне забезпечення Asterisk (ПК) можна використовувати для організацій із особливими вимогами до безпеки даних, оскільки Asterisk можна ізолювати від Інтернету, щоб створити локальну телефонну мережу з усіма функціями, крім Інтернету.

Поширюється та розробляється як GPL. Щоб підвищити безпеку з'єднання між користувачами та IP-АТС Asterisk, сервер має можливість запускати сервер аутентифікації TLS (Transport Layer Security), видавати ключі шифрування та налаштовувати телефони.

Деякі особливості АТС на базі Asterisk:

- Підключення до будь-якого провайдера IP-телефону (без додаткових витрат);
- Підключення до стандартного телефонного оператора (за допомогою інтерфейсної карти/шлюзу);
- Необмежена кількість користувачів, підключених через VoIP;
- Запис дзвінків, детальна статистика та виставлення рахунків;
- Голосове меню, голосова пошта;
- отримувати (відправляти) факси електронною поштою;
- Можливість підключення віддалених/мобільних користувачів з будь-якої точки світу;
- Уся можлива переадресація дзвінків, включаючи мобільні телефони;
- Об'єднати необмежену кількість відділень в єдиний план;
- Інтеграція з веб-сайтом або програмним забезпеченням CRM (управління IP-відносинами з клієнтами-системою управління відносинами з клієнтами);
- Використовуйте в якості телефону програмний телефон, встановлений на персональному комп'ютері (ПК), термінал, який підтримує VoIP, або фіксований телефон VoIP;
- Інтеграція в корпоративні програмні пакети.

1.6.1 Переваги IP-телефонії на базі Asterisk

Плюс IP-телефонії полягає в тому, що вона дозволяє оперативно змінювати базу віртуальної АТС: включати чи виключати з неї абонентів.

Віртуальна АТС дозволяє створити будь-яку телефонну мережу незалежно від масштабів бізнесу. При цьому мережі зв'язку дають можливість використовувати віртуальні канали обміну даними в рамках

єдиної мережі філій, що позбавляє необхідності встановлювати обладнання у всі офіси та філії.

Перевага інтернет телефонії в порівнянні з традиційною полягає в тому, що вона дозволяє заощаджувати гроші. Як правило, при переході на IP-телефонію витрати на зв'язок сильно скорочуються вже в перший місяць. Крім того, спектр тарифів у цьому випадку досить широкий, вибір тарифів в IP та традиційній телефонії не може зрівнятися.

Працюючі в офісі, за вільним графіком або віддалено, співробітники постійно залишаються на зв'язку. Більше немає потреби виділяти гроші на зв'язок у відрядженнях та дзвінки до філій, усі номери компанії об'єднуються у загальну мережу.

Цифровий зв'язок дає можливість проводити конференції, наради, автоматично переадресовувати дзвінки потрібним абонентам та здійснювати інші сприятливі швидкій комунікації дії.

IP-телефонія та традиційна відрізняються тим, що перша дозволяє отримати доступ до будь-яких статистичних даних, встановлювати рамки витрачання коштів. Можна встановлювати обмеження або вихідне з'єднання з тими чи іншими абонентами.

Переваги IP-телефонії дозволяють легко підключити її, причому для цього не слід прокладати додаткові лінії. Крім того, дешевизна SIP телефонії забезпечується ще й завдяки особливостям каналу.

Недоліки IP-телефонії мізерні в порівнянні з її перевагами, а переваги IP-телефонії очевидні.

1.6.2 Обґрунтування вибору Asterisk як АТС

Asterisk не потрібно прив'язувати до певного типу апаратного забезпечення, оскільки продукт може працювати в операційних системах Linux, FreeBSD, OpenBSD і Solaris. Це дуже гнучке рішення.

Asterisk поєднує в собі необхідне обладнання, щоб мати всі функції класичної АТС, підтримує кілька протоколів VoIP і надає багаті функції керування дзвінками, включаючи:

- Голосова пошта;
- телефонна конференція;
- IVR (Інтерактивне голосове меню);
- Центр обробки викликів (користувачами, які використовують різні алгоритми для черги та розподілу дзвінків);
- Детальні записи дзвінків.

Щоб створити додаткові функції, ви можете написати план нумерації власною мовою Asterisk, написавши модулі мовою С або використовуючи AGI (гнучкий і універсальний інтерфейс для інтеграції із зовнішніми системами обробки даних).

Модулі, що працюють через AGI, можуть бути написані будь-якою мовою програмування.

Asterisk випускається за подвійною ліцензією, що дозволяє створювати приватні модулі, що містять ліцензійний код і основний код, випущений під відкритою ліцензією GNU GPL: наприклад, модулі, які підтримують код ЄС G.729.

1.6.3 Аналіз прив'язки до певного серверного обладнання

У нинішніх економічних умовах найчастіше першими розглядаються стандарти цін на застосування та обслуговування

телефонної системи Asterisk може працювати практично на будь-якому сервері LINUX. Загалом, є лише один критерій вибору обладнання — потужність, більше користувачів, одночасні дзвінки, черги, голосове меню

та інші процеси, які завантажують сервер — вам потрібна більша ефективність системи. Ви не обмежені певним виробником сервера. Також є аналог Asterisk-FreeSWITCH, але ми не будемо його розглядати, оскільки це майже комерційний продукт із закритим кодом.

На основі відкритих телефонних стандартів Asterisk використовує стандартні протоколи SIP і IAX2 для підключення сервера Asterisk і кінцевого обладнання користувача (чи це «залізний» телефон, програмний телефон або шлюз fxs/fxo, який використовується для встановлення внутрішніх аналогових телефонів та зовнішні аналогові лінії відповідно), H.323. Іншими словами, ви можете використовувати будь-який SIP-телефон, що може значно скоротити бюджет телефону в умовах кризи. На відміну від Asterisk, рішення постачальників (Panasonic, Samsung, LG тощо) розроблені спеціально для використання власних мобільних телефонів, що зазвичай коштує дорого.

1.6.4 Аналіз системи ліцензування системи Asterisk

Типовими вимогами до системи телефонії, як правило, є: заклад внутрішніх користувачів з можливістю спілкування за короткими додатковими номерами, заклад потрібної кількості SIP-провайдерів, організація черг, можливість включення голосового привітання при зовнішньому вхідному дзвінку, можливість «до набору» при вхідний виклик ззовні, голосова пошта. Asterisk надає всі ці можливості абсолютно безкоштовно, на відміну від пропрієтарних вендорних рішень. Можна було б зробити повний розрахунок вартості впровадження такої конфігурації, але досить поглянути, наприклад, на ціну плати Panasonic KX-TDA0194X, що

дає всього 4 канали голосової пошти і зрозуміти, що реалізація такого функціоналу на 100 осіб коштує величезні гроші.

1.6.5 Аналіз методу інтеграції з CRM-системами та іншими АТС

Все більшу популярність набирають системи уніфікованих комунікацій (тобто єдиної системи управління взаємовідносинами з клієнтами – CRM, телефонні системи, системи чатів, статусів присутності).

У разі використання Asterisk ви отримуєте можливість інтегрувати все вищеназване за допомогою спеціально розроблених каналів

Asterisk, які є частиною Asterisk і розповсюджуються вільно (наприклад, для використання пропрієтарного протоколу Cisco sccp Asterisk існує спеціальний канал (chan_sccp).

У разі використання інших АТС у вас або взагалі немає можливості інтеграції, або потрібні специфічні, аж ніяк не дешеві ліцензії. Те саме стосується і інтеграції з CRM (Customer Relationship

Management, модель взаємодії, що базується на постулаті, що центром всієї філософії бізнесу є клієнт), для Asterisk розроблені модулі інтеграції з такими системами як SugarCRM, VTigerCrm, AMOCRM та іншими. Поширюються дані модулі безкоштовно.

1.6.6 Обслуговування та адмініструючий персонал

Щоб керувати IP-телефонами на базі ПІК Asterisk, вам абсолютно потрібен кваліфікований адміністратор Asterisk. Однак не варто забувати, що цього потребує і керівництво прийняття рішень постачальниками, і зазвичай ці люди є лише фахівцями у своїх вузьких галузях. Сі. Люди, які звикли використовувати Linux і продукти з відкритим кодом, зазвичай можуть керувати мережею та вирішувати інші нові проблеми в IT-інфраструктурі компанії замість того, щоб налаштовувати їх за шаблонами.

Asterisk, звичайно, не є повністю безкоштовним рішенням, але його вартість повністю залежить від вартості налаштування послуги та часу адміністратора, який її налаштовує, а не від вартості програмних обмежень. Це робить Asterisk ідеальною корпоративною IP-АТС.

1.6.7 Цілі та завдання програмної АТС на базі Asterisk

Asterisk – це дуже гнучка телефонна система, тому зв'язок із існуючими системами інших виробничих відділів, управлінь чи відділів без додаткових витрат не викликає труднощів. Для управління такою мережею немає необхідності утримувати велику кількість персоналу, хоча мережа велика, для управління нею достатньо штатного спеціаліста.

Звичайно, основним завданням модернізації телефонної системи є масштабний перехід на пакетну передачу даних. Цим способом легше захистити передані дані. Звісно, якщо мережа даних передається в межах захищеної віртуальної мережі VPN (Virtual Private Network – Віртуальна приватна мережа). У майбутньому таку систему буде легше розширювати, підтримувати та створювати резервні копії.

Іншим важливим завданням програмної АТС є організація аудіо та відеоконференцій. Програмне забезпечення (ІІК) Asterisk дозволяє вирішити цю проблему на одній платформі, при цьому маршрутизуючи дзвінки користувачів, записуючи дзвінки тощо, тому система дуже ефективна. дозволяє запускати таке рішення на серверному рішенні.

Варто зазначити, що програмна АТС може використовуватися для управління процесом і виробничим процесом, зокрема записом дзвінків, а також для взаємодії програмного забезпечення з системою пожежної безпеки, яка надалі використовуватиме телефон як джерело екстреного сповіщення.

НУБІП УКРАЇНИ
Це одне завдання системи — контролювати присутність працівника на робочому місці, а потім розраховувати його заробітну плату, комплексний рахунок спеціального програмного рішення Asterisk.

НУБІП УКРАЇНИ
Також у Asterisk є функція, яка робить програмне забезпечення АТС вигідним рішенням для малих і середніх підприємств, оскільки всі витрати на розгортання системи зводяться до покупки телефонів і серверів, які витримують навантаження, а саме програмне забезпечення абсолютно

НУБІП УКРАЇНИ
безкоштовно поширюється. Кількість користувачів, які він обслуговує, може бути до 200 0 осіб. Якщо філіальна АТС може підключатися до програмної АТС, Інтернет-технології можуть заощадити вам витрати на здійснення міжміських та міжнародних дзвінків.

НУБІП УКРАЇНИ
Це основні функції пакета Asterisk, але вони не всі. Додаток може бути складним або вузькоспеціалізованим, залежно від складної задачі.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

2. ВСТАНОВЛЕННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ ASTERISK

2.1 Встановлення необхідних залежностей

Перш ніж почати, потрібно переконатись що всі пакети ОС Ubuntu встановлені на сервері та оновлені використовуючи такі команди:

```
root@king-VirtualBox:~# apt-get update -y
Hit:1 http://ua.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Hit:2 http://ua.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease
Hit:3 http://ua.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease
Hit:4 https://dl.google.com/linux/chrome/deb stable InRelease
Hit:5 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease
Reading package lists... Done
```

Рисунок 2.1 – Оновлення пакетів

Далі встановлюються деякі залежності, необхідні для створення сервера Asterisk. Встановити всі з них можна використовуючи таку команду:

```
root@king-VirtualBox:~# apt-get install build-essential git autoconf wget
subversion pkg-config libjansson-dev libxml2-dev uuid-dev libsqlite3-dev
libtool -y
```

Рисунок 2.2 – Встановлення залежностей

Після встановлення всіх пакетів потрібно встановити DANDE для зв'язку Asterisk з аналоговими та цифровими телефонами.

Спочатку завантажується остання версія DANDE та скомпільовується

його за допомогою таких команд:

```

root@king-VirtualBox:/opt# git clone -b next git://git.asterisk.org/dahdi/linux dahdi-linux
Cloning into 'dahdi-linux'...
remote: Counting objects: 9853, done.
remote: Compressing objects: 100% (2145/2145), done.
remote: Total 9853 (delta 6397), reused 9853 (delta 6397)
Receiving objects: 100% (9853/9853), 6.90 MiB | 1.02 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (6397/6397), done.
root@king-VirtualBox:/opt# cd dahdi-linux
root@king-VirtualBox:/opt/dahdi-linux# make

```

Рисунок 2.3 – Клонування DAHDI

```

#####
###
### DAHDI installed successfully.
### If you have not done so before, install the package
### dahdi-tools.
###
#####

```

Рисунок 2.4 – Успішне встановлення DAHDI

Далі завантажуються інструменти DAHDI, після завершення завантаження вони встановлюються та налаштовуються:

```

root@king-VirtualBox:/opt# git clone -b next git://git.asterisk.org/dahdi/tools dahdi-tools
Cloning into 'dahdi-tools'...
remote: Counting objects: 2161, done.
remote: Compressing objects: 100% (764/764), done.
remote: Total 2161 (delta 1374), reused 2161 (delta 1374)
Receiving objects: 100% (2161/2161), 1.36 MiB | 668.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1374/1374), done.
root@king-VirtualBox:/opt# cd dahdi-tools
root@king-VirtualBox:/opt/dahdi-tools# autoreconf -i
libtoolize: putting auxiliary files in AC_CONFIG_AUX_DIR, 'auxdir'.
libtoolize: copying file 'auxdir/ltmain.sh'
libtoolize: putting macros in AC_CONFIG_MACRO_DIRS, 'm4'.
libtoolize: copying file 'm4/libtool.m4'
libtoolize: copying file 'm4/ltoptions.m4'
libtoolize: copying file 'm4/ltsugar.m4'
libtoolize: copying file 'm4/ltversion.m4'
libtoolize: copying file 'm4/lt-obsolete.m4'
configure.ac:69: installing 'auxdir/compile'
configure.ac:82: installing 'auxdir/config.guess'
configure.ac:82: installing 'auxdir/config.sub'
configure.ac:15: installing 'auxdir/install-sh'
configure.ac:15: installing 'auxdir/missing'
Makefile.am: installing 'auxdir/depcomp'
root@king-VirtualBox:/opt/dahdi-tools#

```

Рисунок 2.5 – Клонування інструментів DAHDI

```
#####
###
### DAHDI tools installed successfully.
### If you have not done so before, install init scripts with:
###
### make install-config
###
#####
```

Рисунок 2.6 – Успішне встановлення інструментів DAHDI

Далі завантажується LibPRI, щоб зв'язувати Asterisk із з'єднаннями ISDN.

```
root@king-VirtualBox:/opt/libpri# make install
mkdir -p /usr/lib
mkdir -p /usr/include
install -m 044 libpri.h /usr/include
install -m 755 libpri.so.1.4 /usr/lib
#if [ -x /usr/sbin/sestatus ] && ( /usr/sbin/sestatus | grep "SELinux status:" | grep -q "enabled"); then /sbin/restorecon -v /usr/lib/libpri.so.1.4; fi
(cd /usr/lib ; ln -sf libpri.so.1.4 libpri.so)
install -m 044 libpri.a /usr/lib
if test $(id -u) = 0; then /sbin/ldconfig -n /usr/lib; fi
```

Рисунок 2.7 – Запуск скриптів LibPRI

2.2 Встановлення Asterisk

За замовчуванням пакет Asterisk не входить до стандартного репозиторію Ubuntu 20.04. Тому потрібно завантажити та зібрати його з вихідного коду. Завантажується він з Git Hub за допомогою такої команди:

```
root@king-VirtualBox:/opt# git clone -b 18 https://gerrit.asterisk.org/asterisk asterisk-18
Cloning into 'asterisk-18'...
remote: Counting objects: 351165, done
remote: Finding sources: 100% (351165/351165)
remote: Total 351165 (delta 266900), reused 347277 (delta 266900)
Receiving objects: 100% (351165/351165), 179.89 MiB | 746.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (266900/266900), done.
```

Рисунок 2.8 – Клонування Asterisk

Встановлюються необхідні залежності:

```
root@king-VirtualBox:/opt/asterisk-18# contrib/scripts/get_mp3_source.sh
A addons/mp3
A addons/mp3/MPGLIB_README
A addons/mp3/common.c
A addons/mp3/huffman.h
A addons/mp3/tabinit.c
A addons/mp3/Makefile
A addons/mp3/README
A addons/mp3/decode_i386.c
A addons/mp3/dct64_i386.c
A addons/mp3/MPGLIB_TODO
A addons/mp3/mpg123.h
A addons/mp3/layer3.c
A addons/mp3/mpglib.h
A addons/mp3/decode_ntom.c
A addons/mp3/interface.c
Exported revision 202.
```

Рисунок 2.9 – Встановлення залежностей для Asterisk

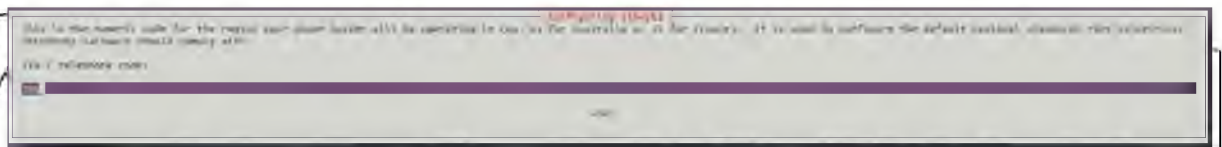


Рисунок 2.10 – Введення телефонного коду країни

```
Setting up libcbf-dev:amd64 (3.0.3-2ubuntu2.1) ...
Setting up libspandsp-dev:amd64 (0.0.6+dfsg-2) ...
Setting up freetds-dev (1.1.6-1.1) ...
Setting up po-debconf (1.0.21) ...
Setting up libjack-jackd2-dev:amd64 (1.9.12-2ubuntu2) ...
Setting up libical-dev:amd64 (3.0.8-1) ...
Setting up portaudio19-dev:amd64 (19.6.0-1build1) ...
Setting up libcpg-dev:amd64 (3.0.3-2ubuntu2.1) ...
Setting up libnewt-dev:amd64 (0.52.21-4ubuntu2) ...
Setting up libneon27-dev (0.30.2-4) ...
Setting up dh-autoreconf (19) ...
Setting up odbcinst1debian2:amd64 (2.3.6-0.1build1) ...
Setting up unixodbc-dev:amd64 (2.3.6-0.1build1) ...
Setting up odbcinst (2.3.6-0.1build1) ...
Setting up debhelper (12.10ubuntu1) ...
Setting up vpb-driver-source (4.2.61-1build1) ...
Processing triggers for libgl1:amd64 (2.64.6-1~ubuntu20.04.4) ...
Processing triggers for libc-bin (2.31-0ubuntu9.2) ...
Processing triggers for man-db (2.9.1-1) ...
Processing triggers for install-info (6.7.0.dfsg.2-5) ...
Setting up libgmime-2.6-dev (2.6.23+dfsg1-4) ...
Setting up libgmime-3.0-dev:amd64 (3.2.7-1) ...

#####
# install completed successfully
#####
```

Рисунок 2.11 – Успішне встановлення Asterisk

Далі налаштовується Asterisk:

```

configure: creating ./config.status
config.status: creating makeopts
config.status: creating autoconfig.h
configure: Menuselect build configuration successfully completed

      .$$$$$$$$$$$$$$$$=..
      $7$7..          .7$57:..
      .$$:.           ,7$.7
      $7.           7$555
      ..5$.         $5555
      .7$ .?       $5555 .?   7$55.
      $.$.         .5557. $5557 .7$55. .55$.
      .777.       .5555577$5577$55557.   55$.
      $$$~       .7$55555555557.         .55$.
      $57        .7$5555557:           ?55$.
      $$$       77$55555555551         .5557
      $$$       .7$5555555555555555   :55$.
      $$$       $55557$555555555555   .55$.
      $$$       $$$ 7$557 .$$$ .55$.
      $555      $5555 $5557 .55$.
      7$557     7$555 7$555
      $555     $555  $$$
      $5557.   $5557.  $$ (TM)
      $5555$. .7$55555 5$
      $55555555557$5555555555.55555
      $55555555555555.

configure: Package configured for:
configure: OS type : linux-gnu
configure: Host CPU : x86_64
configure: build-cpu:vendor:os: x86_64 : pc : linux-gnu :
configure: host-cpu:vendor:os: x86_64 : pc : linux-gnu :

```

Рисунок 2.12 – Успішне налаштування Asterisk

Далі вибирається модулі, які потрібно встановити. Включити модуль Core sound, а також включити пакети MOH і Extra Sound для кодеків ULAW, ALOW, G729, G722.

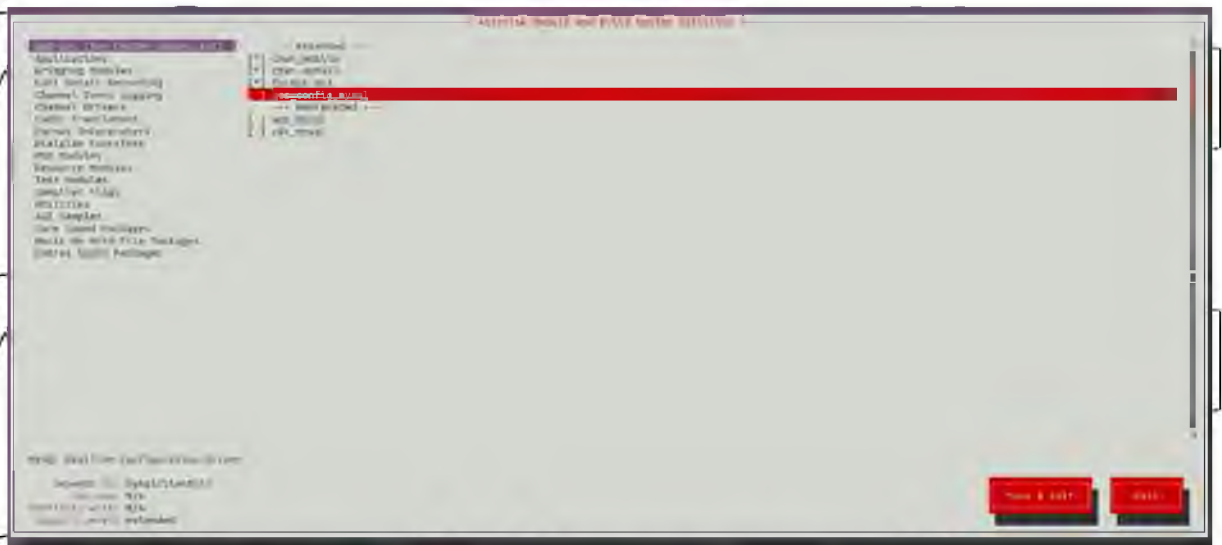


Рисунок 2.13 – Вибір додатків

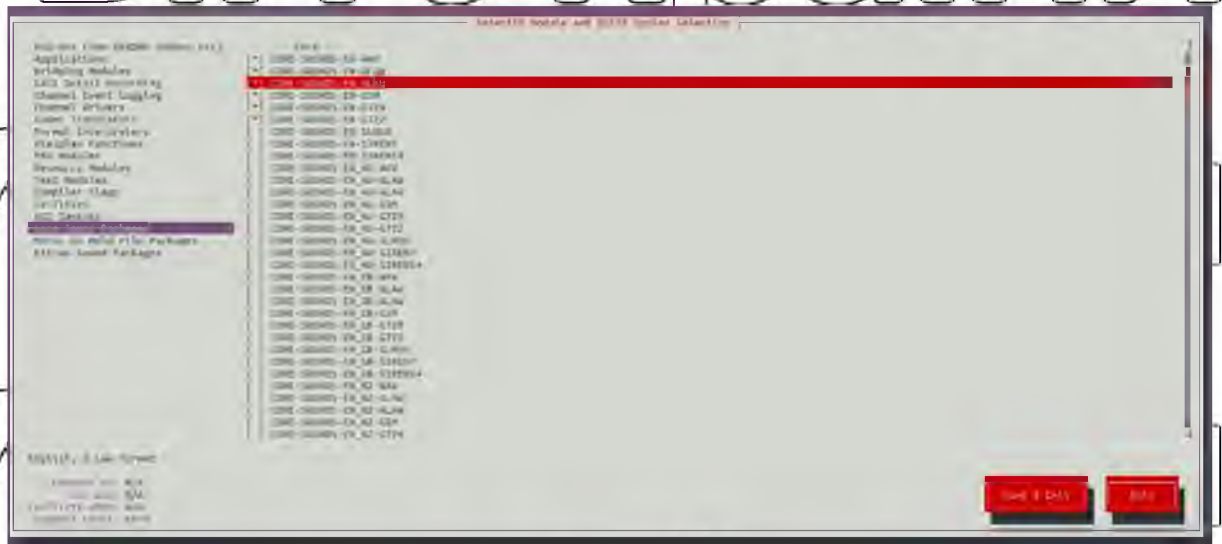


Рисунок 2.14 – Вибір звукових модулів

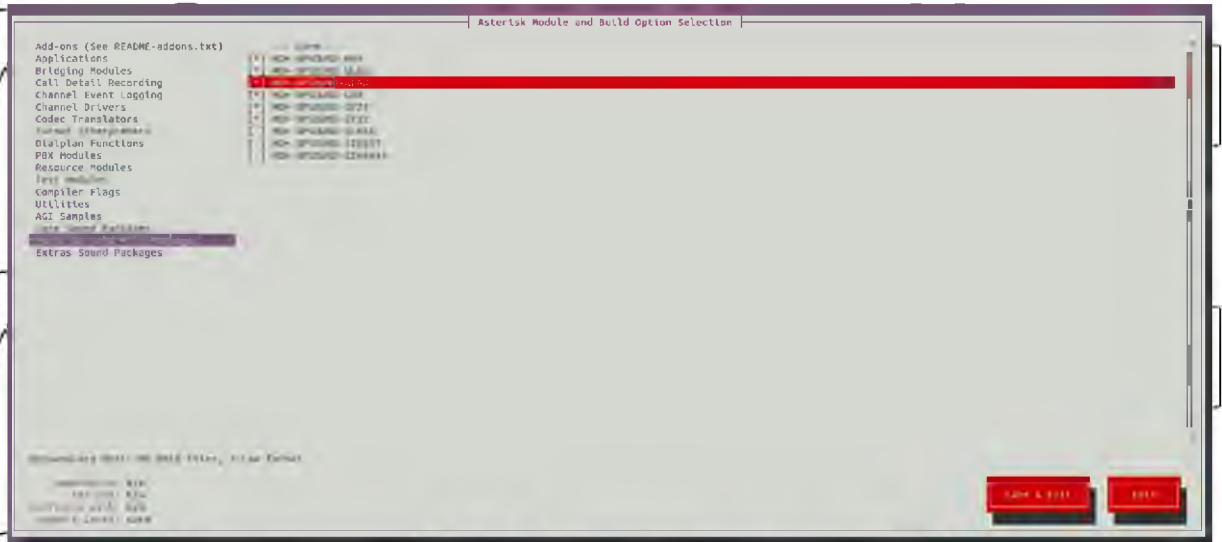


Рисунок 2.15 – Включення МОН пакетів

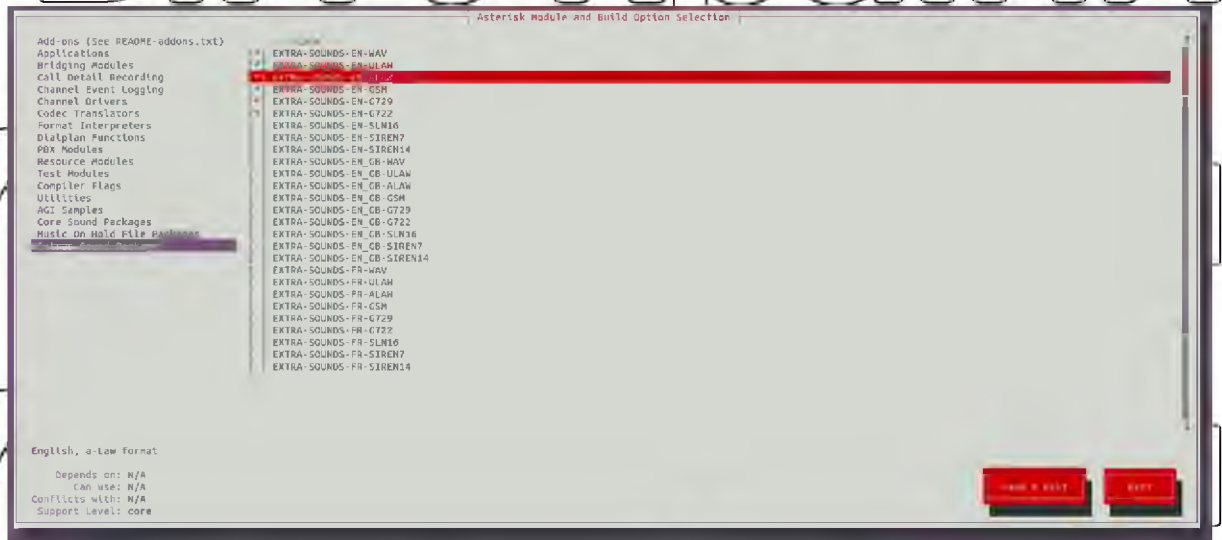


Рисунок 2.16 – Включення звукових пакетів

Потім білдиться Asterisk:

```
root@king-VirtualBox:/opt/asterisk-18# make -j2
```

Рисунок 2.17 – Команда для білда Asterisk

```

building documentation for: third-party channels
+----- Asterisk Build Complete -----+
+ Asterisk has successfully been built, and +
+ can be installed by running:            +
+                                         +
+               make install              +
+-----+

```

НУБІП України

Рисунок 2.18 – Успішний білд

Далі Asterisk та його модулі:

```
make[1]: Leaving directory '/opt/asterisk-18/sounds'
find rest-api -name "*.json" | while read x; do \
    /usr/bin/install -c -m 644 $x "/var/lib/asterisk/rest-api"
done
+---- Asterisk Installation Complete ----+
+
+   YOU MUST READ THE SECURITY DOCUMENT   +
+
+ Asterisk has successfully been installed. +
+ If you would like to install the sample  +
+ configuration files (overwriting any     +
+ existing config files), run:            +
+
+ For generic reference documentation:     +
+   make samples                           +
+
+ For a sample basic PBX:                  +
+   make basic-pbx                          +
+
+----- or -----+
+
+ You can go ahead and install the asterisk +
+ program documentation now or later run:   +
+
+   make progdocs                           +
+
+ **Note** This requires that you have     +
+ doxygen installed on your local system   +
+-----+
root@king-VirtualBox:/opt/asterisk-18#
```

Рисунок 2.19 – Успішне встановлення модулів Asterisk

Запуск сценарій ініціалізації Asterisk за допомогою такої команди:

```
root@king-VirtualBox:/opt/asterisk-18# make config
```

Рисунок 2.20 – Команда для запуску сценарію ініціалізації Asterisk

Далі оновлюються спільні бібліотеки:

```
root@king-VirtualBox:/opt/asterisk-18# ldconfig
root@king-VirtualBox:/opt/asterisk-18#
```

Рисунок 2.21 – Оновлення бібліотек Asterisk

2.3 Створення Linux користувача та запуск Asterisk

З міркувань безпеки рекомендується запускати Asterisk як окремого користувача.

Тому створюється новий користувач Asterisk:

```
root@king-VirtualBox:/# adduser --system --group --home /var/lib/asterisk --no-create-home --gecos "Asterisk PRX" asterisk
Adding system user 'asterisk' (UID 127) ...
Adding new group 'asterisk' (GID 124) ...
Adding new user 'asterisk' (UID 127) with group 'asterisk' ...
Not creating home directory '/var/lib/asterisk'.
```

Рисунок 2.22 – Створення нового користувача

Потім додається користувач до групи телефонного виклику та аудіо:

```
root@king-VirtualBox:/# nano /etc/default/asterisk
root@king-VirtualBox:/# usermod -a -G dialout,audio asterisk
```

Рисунок 2.23 – Додавання користувача до групи виклику та аудіо

Та встановлюється належне право доступу та дозволи на всі файли та каталоги Asterisk:

```
root@king-VirtualBox:/# chown -R asterisk: /var/{lib,log,run,spool}/asterisk /usr/lib/asterisk /etc/asterisk
root@king-VirtualBox:/# chmod -R 750 /var/{lib,log,run,spool}/asterisk /usr/lib/asterisk /etc/asterisk
```

Рисунок 2.24 – Надання прав доступу

На цьому етапі встановлено та налаштовано Asterisk. Після запуску перевіряється його стан роботи:

```
root@king-VirtualBox:/# systemctl status asterisk
● asterisk.service - LSB: Asterisk PBX
   Loaded: loaded (/etc/init.d/asterisk; generated)
   Active: active (running) since Sun 2021-11-14 02:08:37 EET; 1min 13s ago
     Docs: man:systemd-sysv-generator(8)
    Tasks: 35 (limit: 9468)
   Memory: 34.6M
    CGroup: /system.slice/asterisk.service
           └─89829 /usr/sbin/asterisk -U asterisk -G asterisk

лис 14 02:08:37 king-VirtualBox systemd[1]: Starting LSB: Asterisk PBX...
лис 14 02:08:37 king-VirtualBox asterisk[89814]: * Starting Asterisk PBX: asterisk
лис 14 02:08:37 king-VirtualBox asterisk[89814]:   ...done.
лис 14 02:08:37 king-VirtualBox systemd[1]: Started LSB: Asterisk PBX.
root@king-VirtualBox:/#
```

Рисунок 2025 – Стан роботи Asterisk

2.4 Структура Asterisk

Налаштування Asterisk відбувається шляхом редагування конфігураційних файлів. Розташовуються вони в директорії /etc/asterisk/.

Основні файли, які потрібні для початкового налаштування:

— `resip.conf` — файл налаштування мультимедійної бібліотеки PJSIP. У ньому містяться налаштування ресетрації, транків, користувачів;

— `extensions.conf` — в даному файлі відбувається налаштування діаплану. Усі параметри обробки дзвінка, переадресація, мелодії на утриманні, налаштування автосекретаря та багато іншого;

`asterisk.conf` — основний конфігураційний файл, тут вказані шляхи до папок, параметри запуску Asterisk і т.д. Докладний аналіз параметрів даного файлу є тут;

– `sip.conf` - файл налаштування застарілої бібліотеки `chan_sip`. У роботі його використовувати не будемо;

– `cdr.conf` — основні налаштування звітування про дзвінки `Call Detail Record`;

– `rtp.conf` — у цьому файлі визначено налаштування щодо протоколу RTP (порти, підтримка ICE тощо);

– `features.conf` — Вказуються параметри перехоплення та паркування виклику, максимальний час набору та переадресації, DTMF коди абонентських функцій;

– `modules.conf` — у цьому файлі міститься інформація про модулі, які необхідно завантажувати при старті Asterisk, або вимкнути їх завантаження;

– `musiconhold.conf` — Налаштування параметрів конфігурації музики на утриманні;

– `iax.conf` — використовується для налаштування з'єднань за протоколом IAX. Цей протокол зазвичай використовується для об'єднання між собою двох і більше АТС;

– `voicemail.conf` — детальне настроювання параметрів голосової пошти;

– `logger.conf` - вказані детальні параметри журналювання роботи Asterisk.

Тут перераховані лише основні конфігураційні файли Asterisk, але їх значно більше. У повсякденному житті використовується в основному два файли `exntensions.conf` та `pjsip.conf`.

Частина функцій і повторне завантаження даних з конфігураційних файлів відбувається за допомогою консолі Asterisk. Зайти в консоль можна так:

```
asterisk -r
```

Для більш детального виведення даних у консоль можна використовувати ключ -v (зазвичай використовують -vvvvvv). Чим більше літер v вказано, тим детальніше буде виведення інформації в консоль.

Запуск у режимі підвищеної деталізації:

```
asterisk -rvvvvvvv
```

2.5 Підключення користувачів

Додавання нових користувачів відбувається у файлі `pjsip.conf`. Конфігураційний файл `pjsip.conf` складається із секцій. Імена секцій зазначаються у квадратних дужках. Назва секцій може бути довільною, крім імен `ENDPOINT` і `AOR`, які повинні бути однакові із заголовком SIP URI.

Можливі типи секцій:

- `ENDPOINT` - визначає опції SIP протоколу і взаємодіє з модулями `AOR`, `AUTH` і `TRANSPORT`. Розділ `ENDPOINT` обов'язково має бути пов'язаний з однією або декількома секціями `AOR`. У секції `ENDPOINT` вказуються основні параметри SIP підключення (телефон, софтофон, транк тощо);

AOR реєструється як Address of Record. Ця секція вказує, як зв'язатися з ENDPOINT. Без AOR секція ENDPOINT не працює. Тут вказується тривалість реєстрації, відповідність

голосовій пошті, MWI, налаштування періодичності SIP повідомлень для моніторингу стану пристрою. Отримуючи запит на реєстрацію пристрою первинна обробка йде в AOR. Відбувається пошук відповідності SIP по заголовку To,

– TRANSPORT — у цій секції описуються налаштування транспортного рівня за допомогою протоколів UDP, TCP, WebSockets, і навіть шифрування TLS/SSL. Одну транспортну секцію можна налаштувати для використання множиною точок ENDPOINT. Або, якщо необхідно, створити унікальний

транспортний рівень для конкретної точки;

– System — визначаються загальні системні налаштування PJSIP;
– Global — налаштовуються глобальні параметри. Можливість включення дебага, зміна рядка User Agent, параметр поля max forwards тощо;

– AUTH — дана секція використовується для аутентифікації та містить настройки для вхідних та вихідних реєстрацій. З цієї секцією асоціюються ENDPOINT та REGISTRATIONS. У разі

потреби різні ENDPOINT та REGISTRATIONS можуть використовувати загальну секцію AUTH;

– REGISTRATION — зазвичай використовується для реєстрації транку від провайдера;

– DOMAIN ALIAS — використовується для вказівки псевдонімів доменів, що використовуються;

– ACL — секція ACL використовується для контролю вхідних SIP з'єднань;

IDENTIFY — вказуються IP адреси кінцевих точок ENDPOINT;
CONTACT — можна вказати короткий контакт замість SIP
URI.

У кожній секції є опція type, що містить призначення секції в загальній конфігурації.

2.6 Створення SIP користувача

Спочатку створюється обліковий запис першого користувача Asterisk. Користувач може підключатися із SIP телефону або софтверу. Налаштування відбуваються в файлі pjsip.conf. Було додано інформацію про нового користувача з додатковим номером 1000. використано чотиризначні внутрішні номери для можливого подальшого зростання кількості абонентів.



Рисунок 2.26 – Налаштування SIP користувача

Додатково необхідну інформацію про користувача для його реєстрації на сервері Asterisk, детальніше:

[tr-udp] – є транспортною секцією, на це вказує запис type=transport

- protocol - тип використовуваного протоколу клієнта;
- bind - IP адреса клієнта. Можна вказати конкретний IP, щоб з інших адрес ніхто не міг використовувати цей запис. Якщо потрібно задати і порт;
- allow_reload - дозволяє переналаштування транспортного рівня без перезавантаження Asterisk. За замовчуванням без вказівки даного пункту з параметром true, після зміни налаштувань необхідно зареєструвати Asterisk.

[1000] - це секція ENDPOINT. Як писано вище, назва секції ENDPOINT відповідає назві секції AOR.

- type - тип секції. У цьому випадку ENDPOINT;
- context - контекст діалплану. Даний параметр вказує куди будуть направлені дзвінки, що надходять на даний ENDPOINT;

- disallow - вказує, які кодеки необхідно заборонити. В даному випадку all - всі кодеки;

- allow - кодеки, дозволені для використання. Рядком вище ми заборонили всі кодеки, поточним рядком дозволили тільки allow;

- transport - Вказує яку конфігурація використовувати для транспортування. У нашому випадку tt-udp що ми створили вище;

- auth - об'єкт аутентифікації, що відноситься до цього ENDPOINT. У нашому випадку це auth1000;

- aors - об'єкт AOR для цього ENDPOINT.

[auth1000] - секція автентифікації

- type - тип використовуваної секції;
- auth_type - тип аутентифікації, що використовується. У мене використовується логін та пароль;
- password - пароль від облікового запису;
- username - логін облікового запису.

[1000] - AOR секція

- type - тип секції;
- max_contacts - максимальна кількість контактів, які можуть використовуватися з AOR.

Після збереження конфігурації у файл, застосовуємо конфігурацію для Asterisk.

2.7 Створення та застосування шаблону

Використання шаблонів також корисне для поділу клієнтів із різних відділів з різним рівнем доступу. Назва шаблону вказується у квадратних дужках [] потім йде (!)

```
[marketing-endpoint](!)
type=endpoint
transport=tr-udp
context=from-internal
disallow=all
allow=alaw

[pass-auth](!)
type=auth
auth_type=userpass

[two-contact-aor](!)
type=aor
max_contacts=2
```

Рисунок 2.27 – Налаштування шаблону

У шаблоні можна вказувати ті самі параметри, що і при звичайному створенні користувача. Вище приклад простого шаблону із зазначенням мінімального набору налаштувань. Однак їх може бути значно більше, наприклад: використовувані кодеки, необхідність використання NAT, контекст, дозволену заборонену мережу для реєстрації абонентів.

Розглянемо подальше застосування шаблону створення користувачів.

Створюємо трьох користувачів із застосуванням шаблону. Для використання шаблону додаємо назву шаблону праворуч від назви секції у круглих дужках.

```
;=====Добавочный номер 2000
[2000](marketing-endpoint)
auth=auth2000
aors=2000

[auth2000](pass-auth)
password=2000
username=2000

[2000](two-contact-aor)

;=====Добавочный номер 2001
[2001](marketing-endpoint)
auth=auth2001
aors=2001

[auth2001](pass-auth)
password=2001
username=2001

[2001](two-contact-aor)

;=====Добавочный номер 2002
[2002](marketing-endpoint)
auth=auth2002
aors=2002

[auth2002](pass-auth)
password=2002
username=2002

[2002](two-contact-aor)
```

Рисунок 2.28 – Створення користувачів за шаблоном

Використовуючи шаблон, вказуються лише ті параметри, які потрібно поміняти. Усі параметри, не зазначені в кожній із секцій будуть братися з шаблону.

Команди для виведення користувачів зареєстрованих на сервері

```

root@king-VirtualBox:~# asterisk -rx "pjsip show aors"

Aor: <Aor > <MaxContact>
Contact: <Aor/ContactUrl > <Hash...> <Status> <RTT(ms)...>

Aor: 2000 2
Aor: 2001 2
Aor: 2002 2
Aor: dcs-aor 0
Contact: dcs-aor/sip:sip.digituncloud.net 05b40e4cbd NonQual nan

Objects found: 4

```

Рисунок 2.29 – Команда pjsip show aors

```

root@king-VirtualBox:~# asterisk -rx "pjsip show auths"

I/OAuth: <AuthId/UserName >

Auth: auth2000/2000
Auth: auth2001/2001
Auth: auth2002/2002

Objects found: 3

```

Рисунок 2.30 – Команда pjsip show auths

```

root@king-VirtualBox:~# asterisk -rx "pjsip show endpoints"

Endpoint: <Endpoint/CID > <State > <Channels.>
I/OAuth: <AuthId/UserName >
Aor: <Aor > <MaxContact>
Contact: <Aor/ContactUrl > <Hash...> <Status> <RTT(ms)...>
Transport: <TransportId > <Type> <cos> <tos> <BindAddress >
Identify: <Identify/Endpoint >
Match: <criteria >
Channel: <ChannelId > <State > <Time >
Exten: <DialedExten > CLCID: <ConnectedLineCID >

Endpoint: 2000 Unavailable 0 of inf
InAuth: auth2000/2000
Aor: 2000 2

Endpoint: 2001 Unavailable 0 of inf
InAuth: auth2001/2001
Aor: 2001 2

Endpoint: 2002 Unavailable 0 of inf
InAuth: auth2002/2002
Aor: 2002 2

Endpoint: dcs-endpoint Not in use 0 of inf
Aor: dcs-aor 0
Contact: dcs-aor/sip:sip.digituncloud.net 05b40e4cbd NonQual nan

Objects found: 4

```

Рисунок 2.31 – Команда pjsip show endpoints

2.8 Маршрутизація викликів

Для здійснення дзвінків необхідно внести зміни до файлу `extensions.conf` – основний робочий файл. У ньому налаштовується маршрутизація викликів Asterisk. У розумінні телефонії та Asterisk не виняток це називається DIALPLAN.

Структура файлу `extensions.conf`

Файл має дві обов'язкові секції `general` та `globals`. Секції також вказуються у квадратних лапках. Після двох обов'язкових секцій йдуть секції вашого діалплану.

Параметри розділу `[general]`:

– `static` — коли встановлено значення `no` або не вказано `pbx_config` перезапише файл, коли `extensions` буде змінено. Усі

коментарі в цьому файлі будуть втрачені

– `writeprotect` — якщо параметр `static` має значення `yes`, а параметр `writeprotect=no` можна зберегти налаштування

діалплану через командний рядок Asterisk «`dialplan save`»

– `autofallthrough` — якщо параметр має значення `yes` і параметри вашого діалплану вичерпали можливості для подальшої дії, дзвінок буде завершено. Це відбувається за умовчанням. Якщо

значення буде `no` або не вказано, Asterisk буде очікувати дії від користувача.

– `extenpatternmatchnew` — встановивши параметр у значення `true` або `yes` використовуватиметься новий алгоритм який шукатиме кращий збіг патерну. Збільшення швидкості

обробки за новим алгоритмом підвищується зі збільшенням кількості додаткових номерів, що обробляються. За замовчуванням цей параметр вимкнено.

– `clearglobalvars` — якщо встановлено параметр `clearglobalvars`,

глобальні змінні будуть очищені і повторно оброблені при перезавантаженні діалплану або перезапуску Asterisk. Коли параметр не встановлено або має значення по глобальні змінні

будуть зберігатися при перезавантаженні і навіть при

видаленні з `extensions.conf` або одного з файлів, що включилися до нього, буде використовуватися попереднє значення.

Перейдемо до параметрів секції `[globals]`

В Asterisk можуть використовуватися як глобальні змінні, так і змінні каналу. Є ще змінні сточення, вони забезпечують доступ з Asterisk до змінних оточень `snix`.

Глобальні змінні можуть бути визначені в секції `[globals]` або за допомогою `SetGlobalVar` у плані набору номера. Глобальна змінна відрізняється тим, що працює для файлу `extensions.conf`. Змінні канали використовуються в тому діалплані, в якому вони визначені.

У глобальних змінних зручно зберігати довгі додаткові номери, час роботи та інші змінні, що часто використовуються. Приклад секції `[globals]`.

```
[globals]
MSK_time=08:00-18:00
MSK_week=mon-fri
```

Рисунок 2.32 – Глобальні налаштування робочих днів та часу

У наведеному прикладі показано дві змінні із зазначенням часу роботи та днів.

Діалплан в Asterisk пишеться на основі контекстів. У кожному контексті визначається набір додатків із зазначеними параметрами. Наприклад, що користувачі могли дзвонити на додатковий 1000.

```
[from-internal]  
exten = 1000,1,Dial(PJSIP/1000)
```

Рисунок 2.33 – Створення контексту

В контекст з назвою from-internal вказано, що при дзвінку на додатковий 1000 буде відбуватися дзвінок номера 1000 через інтерфейс PJSIP. Під час створення користувача Asterisk у файлі pjsip.conf у розділі налаштування endpoint вказується поле context=from-internal. Це означає, що здійснюючи виклик даний користувач керуватиметься правилами зазначеними в контексті [from-internal] файлу extensions.conf

2.9 Процес виклику

Здійснюючи дзвінок абонент шукатиме у своєму контексті правила набору вказаного номера. У кожному контексті може бути багато додаткових номерів. До додаткового номеру правила, що набирається, застосовуються послідовно.

Формат запису такий: exten = ім'я, пріоритет, додаток (параметри)

```

[from-internal]
exten = 1000,1,Answer()
same = n,Playback(demo-congrats)
same = n,Dial(PJSIP/1000)

```

Рисунок 2.34 – Створення діалплану

Використовуючи same замість exten можна не писати в кожному рядку додатковий 1000, але у першому рядку вказувати exten обов'язково.

Системні додаткові номери:

- s — при надходженні дзвінка в контекст без зазначеного додаткового номера використовують номер s (від слова start).

- i — якщо абонент набирає не існуючий додатковий номер виклик переходить на додатковий номер I;

- t — коли абонент довго не натискає кнопку після запуску програми WaitExten(), дзвінок переходить на додатковий номер t. Час очікування за замовчуванням – 10 секунд;

- h — додатковий використовуваний при завершенні дзвінка, коли вже закритий медіаканал.

2.10 Шаблони номерів

Для зручності додаткові номери зіставляються за шаблонами. Усі шаблони в діалплані починаються зі знака нижнього підкреслення _:

- X - цифра від 0 до 9;
- Z - будь-яка цифра від 1 до 9;

НУБІП України

N - будь-яка цифра від 2 до 9;
- будь-який символ;
- [184-7] - цифри 1,8,4,5,6,7.

Шаблон для дзвінків всередині організації по всіх додаткових з 4 цифр виглядатиме так:

НУБІП України

```
[from-internal]  
exten = _XXXX,1,Dial(PJSIP/${EXTEN})
```

Рисунок 2.35 – Створення шаблону

НУБІП України

Де XXXX – будь-які 4 цифри, /\${EXTEN} – змінна, що передає набраний додатковий номер

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3. ТЕСТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ

3.1 Сучасні варіанти тестування

Існує кілька власних рішень для тестування SIP, головною перевагою яких є величезна зрозумілість сценаріїв тестування для користувача. Однак у реальному світі є й недоліки, такі як висока ціна та можлива несумісність результатів, оскільки кожна компанія зосереджується на іншій головній сфері інтересів. З іншого боку, IETF опублікував кілька проектів, які мають методологію та показники тестування інфраструктури SIP як основну тему (Рис. 3.2, 3.3 та 3.4). Ці проекти намагаються визначити основні терміни для SIP порівняльного аналізу, а також часи, вимірювання яких важливо для отримання відповідних результатів. Враховуючи ранню стадію розробки цих чернеток, поки що не існує програмного або апаратного засобу для порівняльного аналізу SIP, який би використовував ці чернетки.

На швиддорозі до створення відповідного та загальнозастосовного методу тестування є модель порівняльного аналізу SIP від Transnexus, яка може послужити натхненням (Рис. 3.1). Ця компанія створила корисний метод порівняння інфраструктури SIP за допомогою генератора трафіку SIP з відкритим кодом. Для того, щоб розробити метод, який би відображав основні думки проектів IETF, корисно змінити процедуру Transnexus, і результатів буде достатньо для визначення ефективності системи, найбільшого навантаження, яку вона може витримати, а також динамічно змінюються характеристики системи.

3.2 Методологія

Щоб виконати тестування SIP, моделюємо обидва кінці діалогу SIP, щоб перевірити основну частину інфраструктури SIP, SIP-сервер. Сервер SIP являє собою набір серверів, які завжди включають реєстратор SIP і SIP-проксі або B2BUA (Back to Back User Agent). Останнє є найбільш використовуваним рішенням у корпоративному середовищі, як для малих та середніх підприємств, так і для LE (великих підприємств). На рис. 3.1 зображено його базову конфігурацію тестового обладнання.

Це загальна конфігурація, яка не відображає деякі апаратні та програмні обмеження, однак він чудово описує два важливих елементи тестування. Перший – це спеціальний комп'ютер для тестування RTP-потоків, що дозволяє нам використовувати більш складні інструменти для захоплення мережевого трафіку без впливу RTP і SIP частин тестів один на одного.

Друга ідея полягає в тому, що всі комп'ютери повинні бути з'єднані разом лише за допомогою одного комутатора. Це дозволяє відтворювати тестування. Кожне вимірювання для кожного окремого випадку перекладу кодека складається з кількох кроків. Кожен крок займає 16 хвилин, це означає, що протягом 15 хвилин будуть генеруватися 60-секундні дзвінки з визначеною користувачем частотою викликів. Потім є 60-секундний період, коли незавершені дзвінки будуть припинені. Це повторюється для кожного окремого кроку швидкості виклику. Кожен дзвінок складається зі стандартного діалогу SIP та медіа RTP. Оскільки навантаження не є постійною, а повільно збільшується на початку тесту (перші 60 секунд) і зменшується наприкінці (останні 60 секунд), результати, отримані після

цього початкового періоду та перед кінцевим, є єдиними, які будуть вважатися дійсними. Результати знімаються в двох місяцях за допомогою елементів і вибраних параметрів. На рис. 3.2 більш детально показано

значення затримок RRD і SRD.

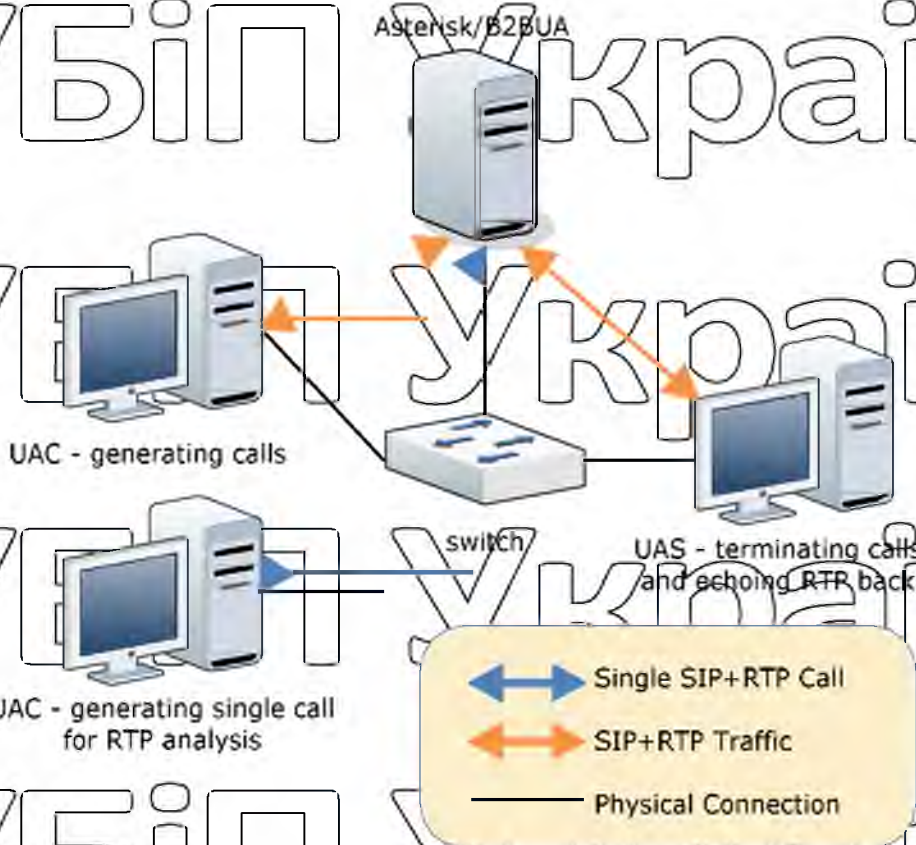


Рисунок 3.1 – Спрощена конфігурація тестової системи

А. Елементи

- UAC: у цьому місці буде вимірюватися кількість (не)успішних викликів, тривалість обміну повідомленнями, перерозподіл викликів та фіксуватись вибірки RTP для аналізу (на окремому UAC).

- SIP-сервер: у цьому місці буде вимірюватися CPU, використання пам'яті та мережевий трафік.

В. Вимірювані параметри

НУБІП України

- Використання ЦП.
- Кількість (не)успішних дзвінків (просто щоб знати, коли закінчити тест).

- Затримка запиту на реєстрацію (RRD), час між першим методом реєстрації та відповідним повідомленням 200 OK (Рис. 3.2).

НУБІП України

- Затримка запиту сеансу (SRD), час між першим методом Invite та відповідним повідомленням 180 дзвінка (Рис. 3.2).

- Середній джиттер і максимальна затримка пакету RTP.

НУБІП України

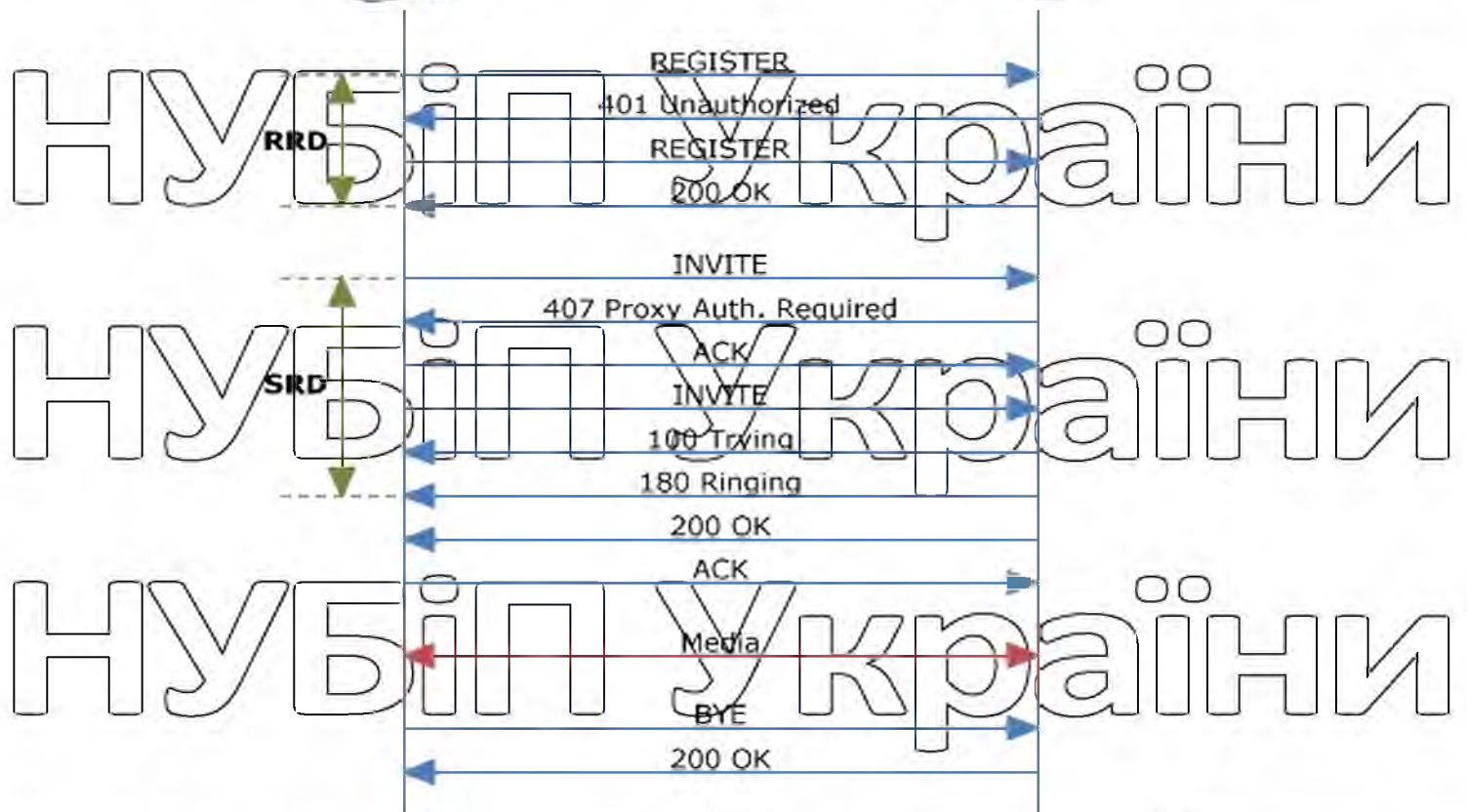


Рисунок 3.2 – Затримка запиту на реєстрацію та затримка запиту на сеансу діалоговому вікні SIP

Оскільки ми зосереджуємось на тестуванні ефективності та швидкості трансляції кодеків, на даний момент ми змогли визначити

максимальне навантаження, яке може обробляти сервер SIP з точки зору SIP або RTP. Однак ці результати будуть дійсними лише для однієї машини/платформи, і тому ми додаємо ще один крок до аналізу даних. Та

сама процедура тестування, як зазначено вище, виконується на машині, налаштованій на те, щоб медіа пропускали лише через SIP-сервер.

Результати, отримані під час цього тесту, слугують основою, з якою ми пов'язуємо всі інші результати. Відношення виражається як коефіцієнт продуктивності. Коефіцієнт оцінки продуктивності PRF – це відношення

кількості викликів із трансляцією кодека РСТ до загальної продуктивності Р без перекодування.

$$P_{RF} = \frac{P_{CT}}{P} \cdot 100$$

(3.1)

Цей крок дозволяє нам порівняти результати апаратного забезпечення і платформи незалежно

3.3 Тестування

Щоб змоделювати як UAC, так і UAS, ми вибираємося використовувати інструмент тестування продуктивності SIP під назвою SIPr. Ця утиліта з відкритим кодом може моделювати одночасні SIP-

дзвінки. Крім того, це дозволяє вимірювати важливі часи, такі як ті, які визначені в проекті IETF SIPp виконує виклики, які слідує за визначеними користувачем сценаріями мовою xml. Ці сценарії xml

розповсюджуються на кожному комп'ютері, а SIPp викликається за

допомогою сценарію bash і SSH. Один з комп'ютерів працює як клієнт SSH і контролює весь тест, надсилаючи замовлення на інші комп'ютери (SSH-сервери) через SSH. Потоки виклику повідомлень, якими обмінюються

пов'язані екземпляри UAC та UAS SIPp, зображені на рис. 3.3.

Ключові значення використання обладнання на B2BUA вимірюються системним звітом про активність (SAR) кожні 10 секунд і 60 разів, тобто протягом середини 10 хвилин тесту, коли кількість одночасних

дзвінків постійна. Носій складається з 60-секундної музичної пісні,

записаної у файл G711u pcap, який використовується UAC. UAS налаштовані на використання кодеків G711b-law, G711A-law, G726-32 і GSM. Asterisk PbX виконує трансляцію кодеків. Потоки RTP можна

захоплювати та аналізувати за допомогою Wireshark. Wireshark пропонує

дуже складні засоби для аналізу RTP. Однак генерація потоків RTP на стороні клієнта споживає багато енергії ЦП, це означає, що ми повинні обмежити кількість викликів, генерованих однією машиною, що

призводить до збільшення кількості ПК, на яких працює схема UAC.

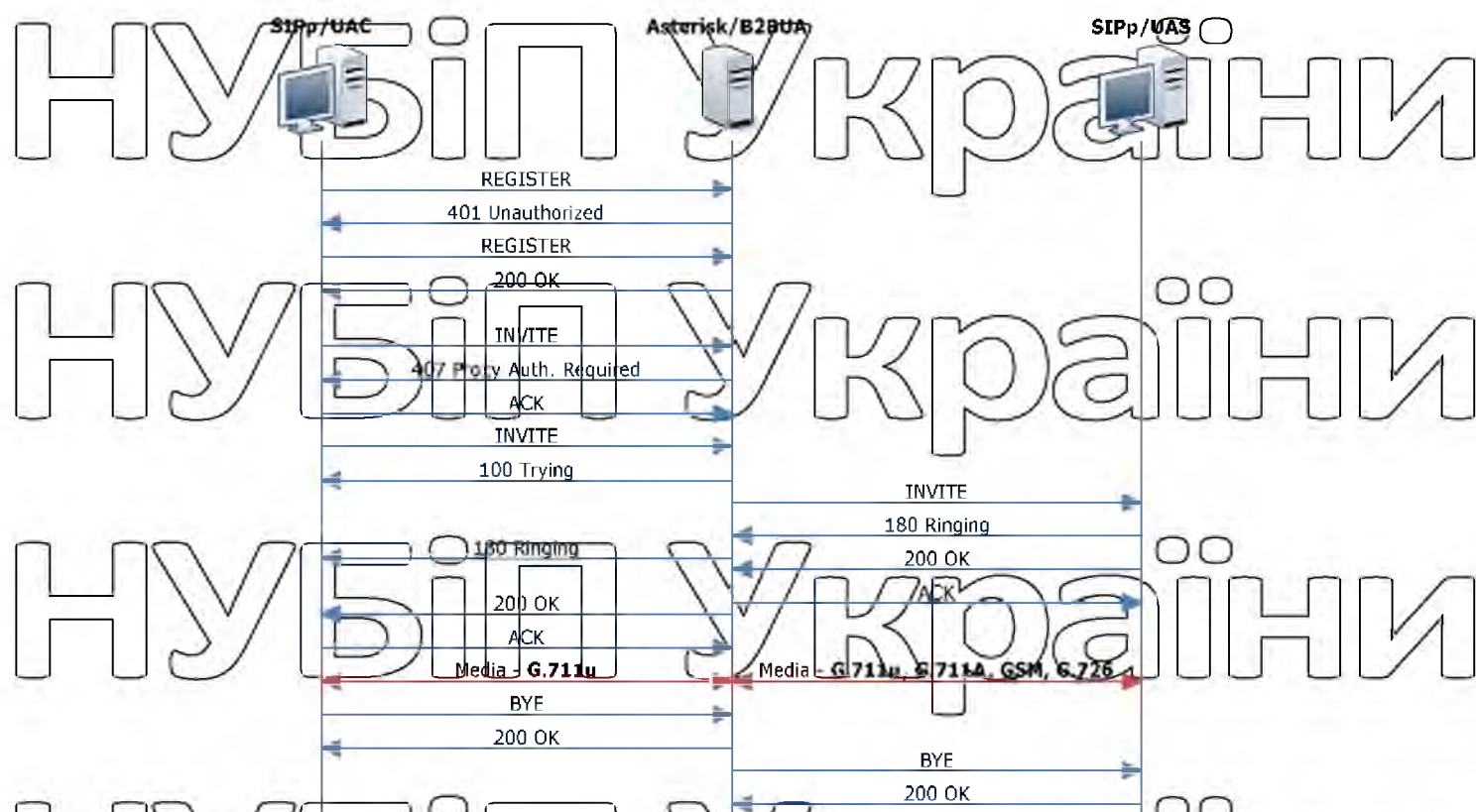


Рисунок 3.3 – Потік SIP повідомлень що проходять через B2BUA

Загальну кількість комп'ютерів можна визначити відповідно до оціненого максимального навантаження на сервер SIP. Оскільки в нашому випадку SIP-сервер – це ПК лише з чотирьох ядерним процесором, загальна кількість одночасних викликів не перевищить 2 тисячі. Кожен комп'ютер із нашою апаратною конфігурацією може генерувати близько 400 викликів.

Тому кількість клієнтів має дорівнювати або перевищувати чотирьох. У нашому випадку для виконання тесту достатньо чотирьох. Сервери можуть витримувати подвійне навантаження, і тому їх буде лише два.

A. Апаратна та програмна конфігурація UAC

Core 2 Duo E7200, 4 Гб DDR
Ubuntu 20.04 x64

B. Апаратна та програмна конфігурація UAS

Core 2 Duo E7200, 2 GB DDR
Ubuntu 20.04 x64

НУБІП України

С. Апаратна та програмна конфігурація B2BUA

ЦП Core 2 Quad Q6600
- RAM - 4 GB DDR3
- Ubuntu 20.04 x64

НУБІП України

Asterisk версії 18

Пристрої підключається до комутатора, а всі ПК до портів швидкого Ethernet. Цього достатньо, оскільки навантаження на трафік розподілено, але B2BUA використовує гігабітний порт комутатора.

НУБІП України

Топологія мережі зображена на рис. 3.4.

НУБІП України

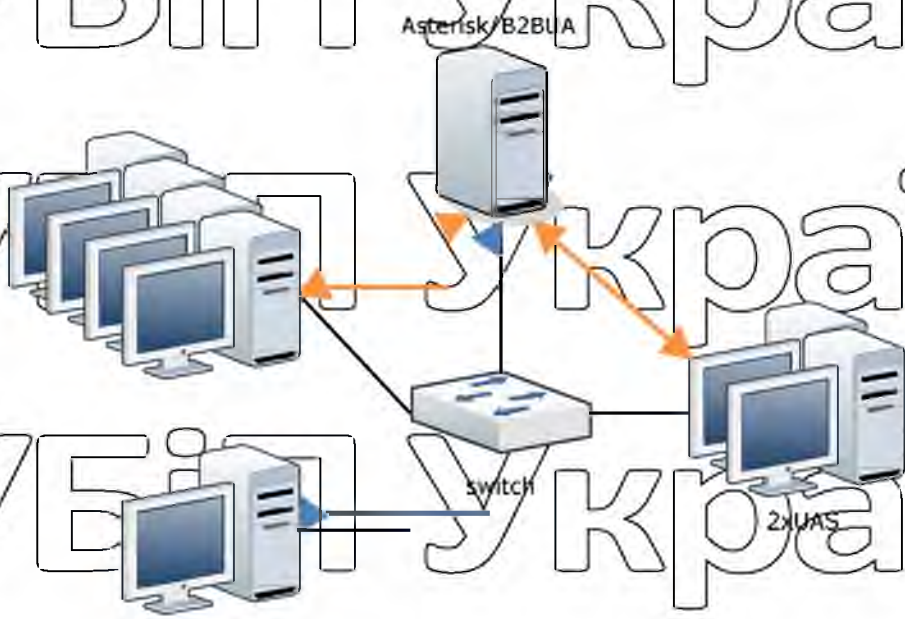


Рисунок 3.4 – Топологія тестового системи

Весь процес тестування продуктивності потребує кількох комп'ютерів для генерування SIP-трафіку. Щоб можна було успішно виконати тест, весь процес повинен бути автоматизований. Тому всі

комп'ютери отримують накази від головного UAS через SSH, ми створили набір сценаріїв bash. На головному UAS для вирішення цього завдання викликається сценарій bash. На першому кроці головний UAS підраховує

кількість викликів, які кожен комп'ютер повинен генерувати за одну секунду. Потім він наказує UAS зареєструватися та почати

прослуховування на порту UDP 5060. Це робиться за допомогою сценарію bash. По-друге, SIPr на всіх UAS викликається для створення трафіку. Як

останній крок викликається sar. Це робиться через 2,5 хвилини, щоб переконатися, що стабільне навантаження вже досягнуто. Результати

містять статистику ЦП, пам'яті та мережі та зберігаються у файлі data_callrate.sar у двійковому форматі.

3.4 Результат

Для кожної категорії є дві різні діаграми. Перша показує результати для випадку без трансляції кодеків, пофарбована у синій колір. Друга

показує нормовані значення випадків з трансляцією кодека і пофарбований у три різні кольори. Перша діаграма показує просту залежність між

кількістю одночасних викликів, що проходять через B2BUA, і використанням його ЦП. Пік, пов'язаний із 600 дзвінками, ймовірно,

викликаний коефіцієнтом питомого поглинання, який періодично вимірює дані. Таким чином, можливо, що він брав вибірки з меншою функцією

використання ЦП, яка не є постійною, але періодично змінюється. Друга діаграма показує, що (як і очікувалося) трансляція кодеків з G711u на

G711A споживає приблизно на 20% більше потужності процесора, ніж

простий G711u без перекладу. З іншого боку, найбільш вимогливим є кодек G726-32bit. Однак найменше навантаження показує найцікавішу інформацію. При завантаженні в 120 дзвінків різниця в споживанні

потужності процесора для GSM і G726 є найбільшою в порівнянні з тим, що не має трансляції кодеків. При більших навантаженнях він починає швидко зменшуватися.

Середнє використання ЦП (G711u – G711u)

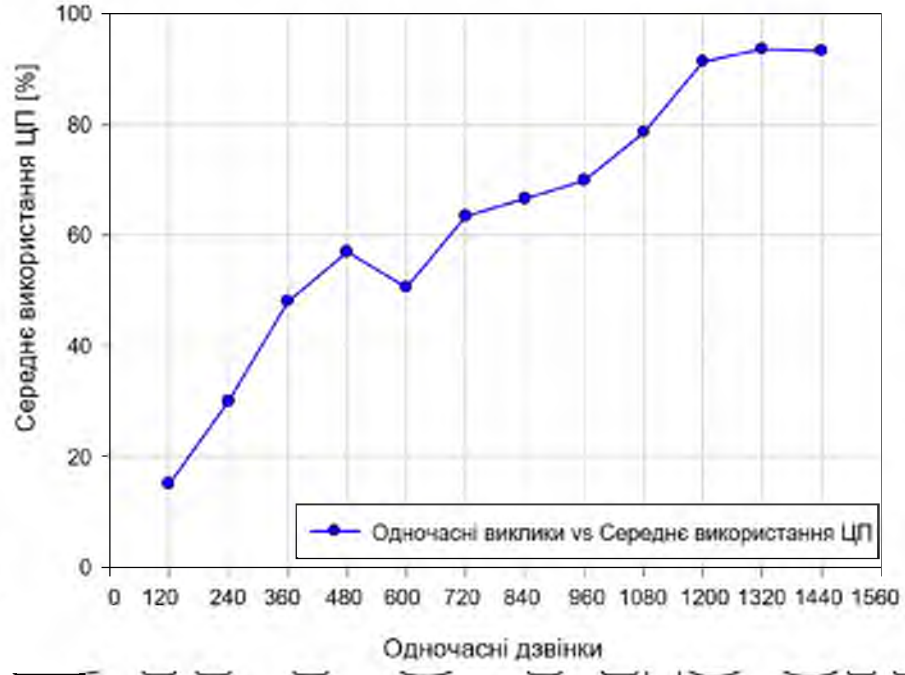
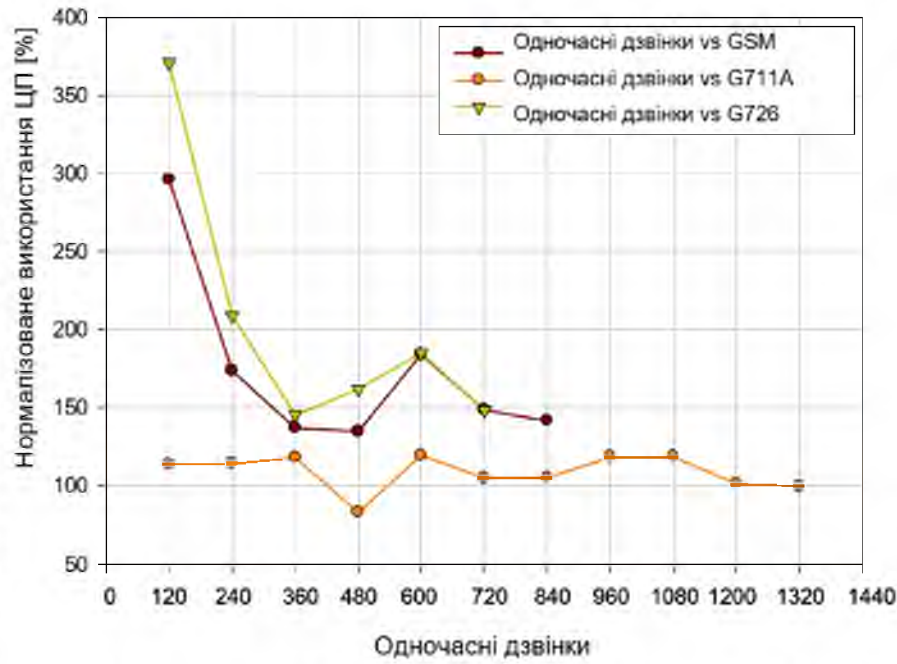


Рисунок 3.5 – Середнє використання ЦП без перекодування

НУЕ
НУЕ
НУЕ

Нормалізоване використання ЦП (100% стосується перекладу без кодеків)



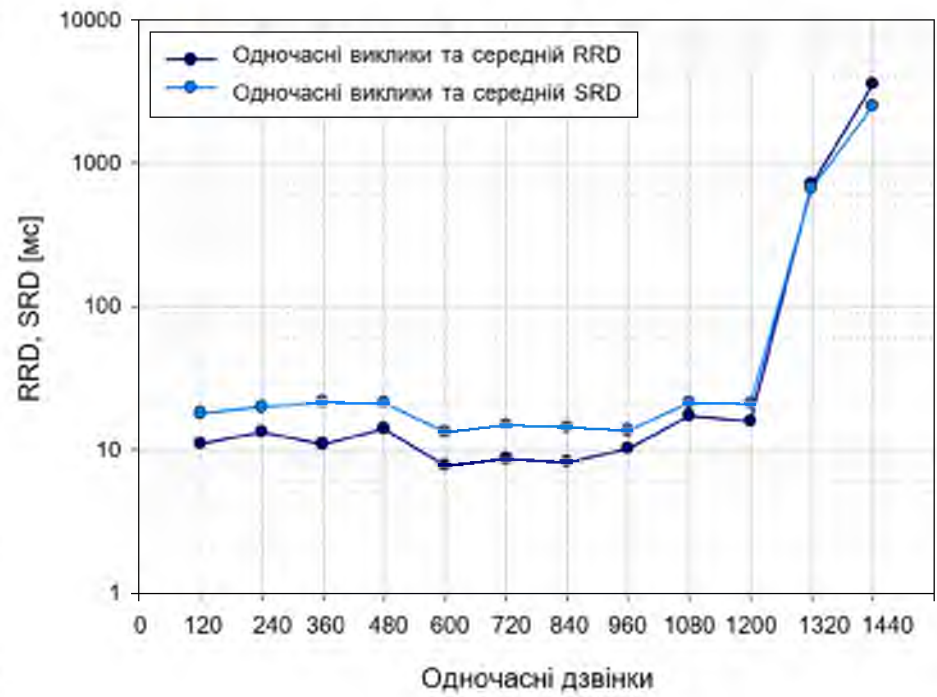
ИИ
ИИ
ИИ

НУВІП Україна

Рисунок 3.6 – Середнє використання ЦП та відповідні нормовані значення

RRD і SRD (G711u - G711u)

НУ
НУ
НУ

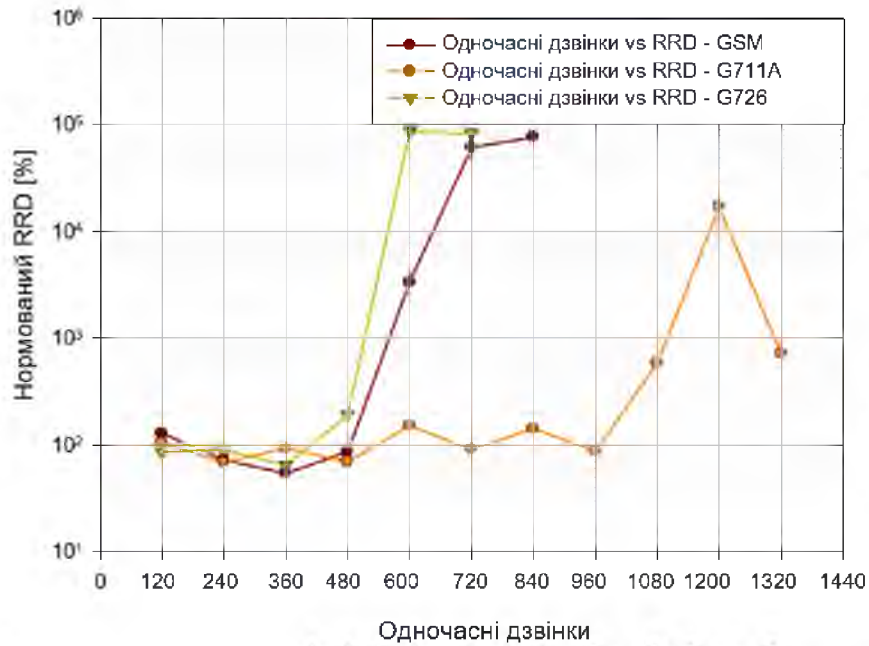


ИИ
ИИ
ИИ

Рисунок 3.7 – RRD і SRD

НУБіп УкраїнчИ

Нормований RRD (100% стосується трансляції без кодеків)



НУЕ

НИ

НУЕ

НИ

НУБЫ УкраїнчИ

Рисунок 3.8 – RRD і пов'язані з ним нормовані значення

НУБ

НИ

НУБ

НИ

НУБ

НИ

Нормований SRD (100% стосується перекладу без кодеків)

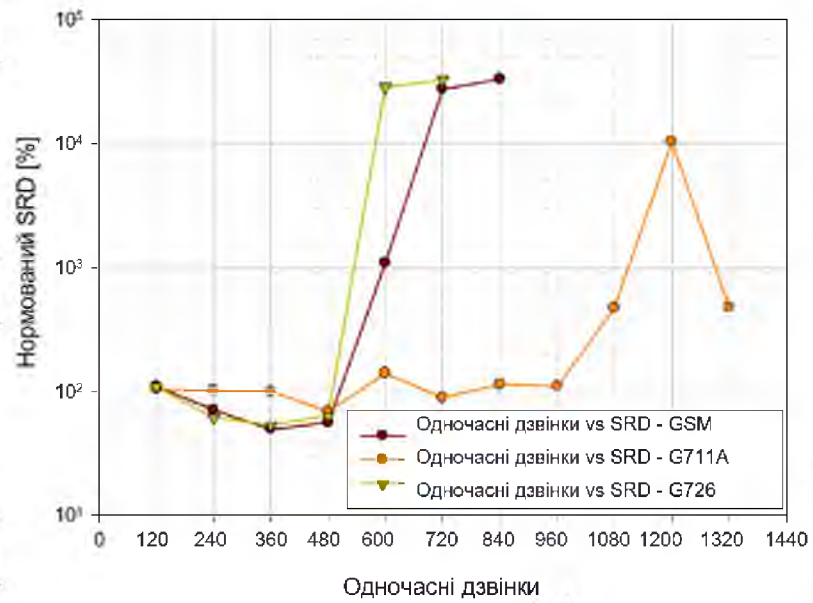


Рисунок 3.9 – SRD і пов'язані з ним нормовані значення

НУБІП України

Середнє джиттер і максимальна затримка пакетів (G711u - G711u)

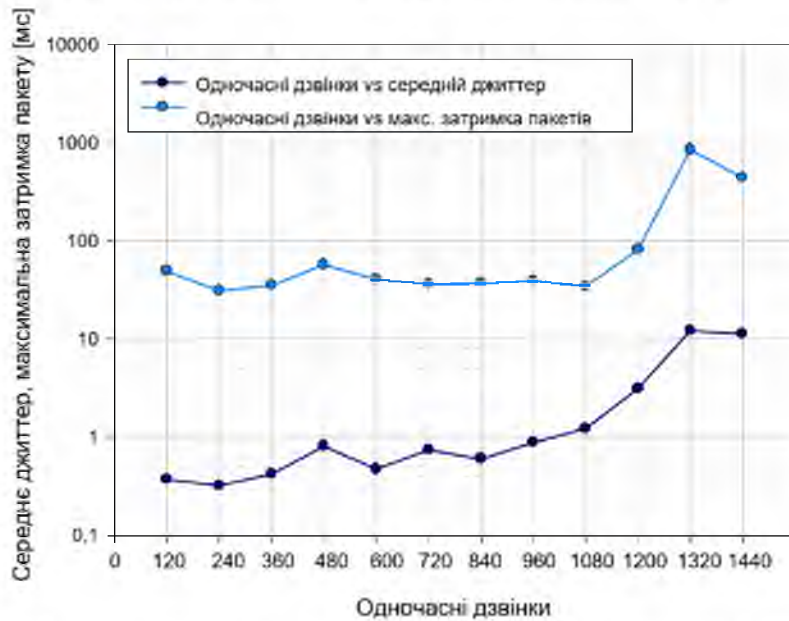


Рисунок 3.10 – Середній джиттер і максимальна затримка пакетів RTP

Діаграми на рисунку 3.8 і 3.9 наочно показують, що дзвінок встановлюється ще швидше, коли використовується переклад кодека і навантаження становить менше 240 одночасних викликів. Потім, коли використання ЦП збільшується, затримки стають дуже тривалими. Останнє значення G711a для обох діаграм настільки низьке через швидке збільшення затримок для випадків G711u до G711u між 1200-1320 одночасними викликами.

Нормовані значення середнього третіння та максимальної затримки пакетів підтвердили очікуваний результат, оскільки значення, пов'язані з невеликим навантаженням, дуже схожі на основні значення у випадку без трансляції кодеків. Дуже швидке зниження обох нормалізованих значень для G711a викликано збільшенням основних

значень із випадку без перекладу та значною кількістю невдалих викликів у цьому сценарії.

НУБІП України

Нормалізоване середнє джиттер (100% стосується перекладу без кодеку)

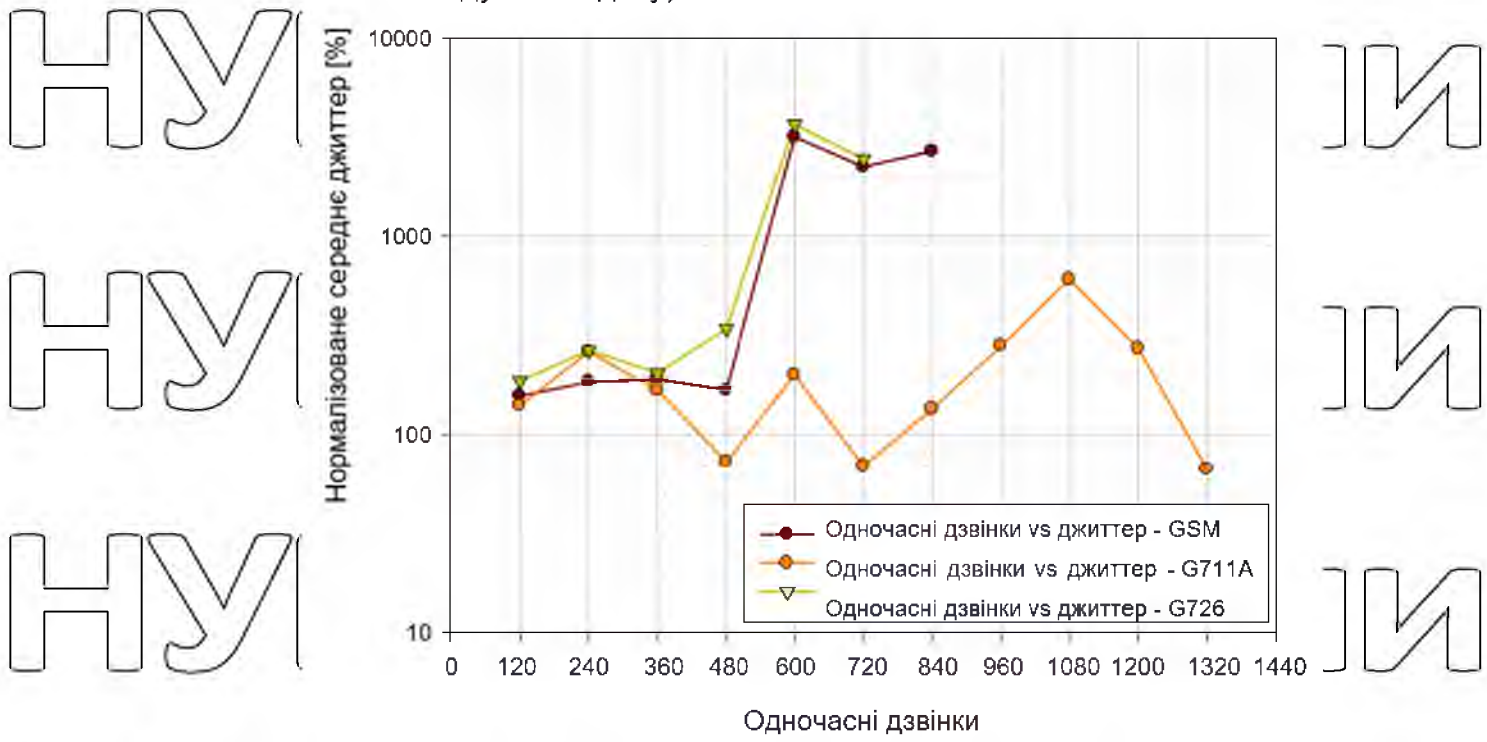


Рисунок 3.11 — Середній джиттер і пов'язані з ним нормовані значення

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

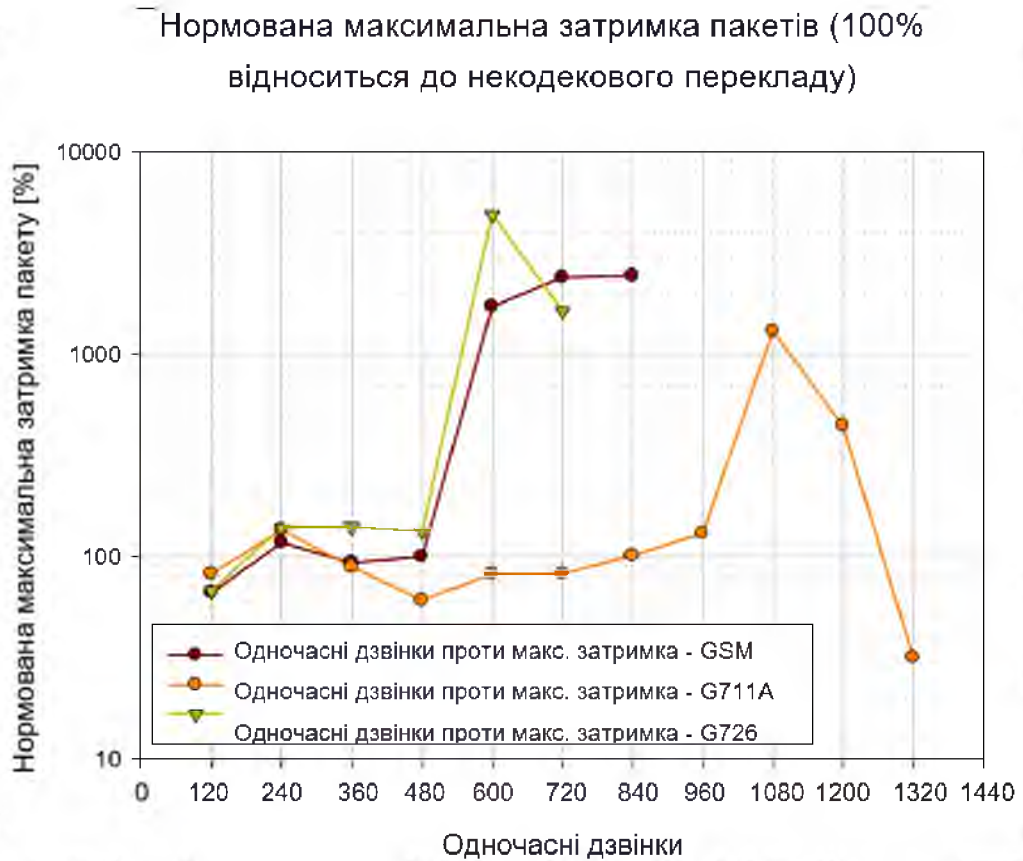


Рисунок 3.12 – Максимальна затримка пакету RTP та відповідні нормовані значення

Метод тестування та порівняльного аналізу інфраструктури SIP, призначений для порівняльного аналізу інфраструктури VoIP на основі SIP. Він дозволяє визначити максимальне навантаження на систему, показує динамічно змінювані характеристики системи, такі як час відгуку та затримка пакетів.

ВИСНОВОК

У результаті виконання роботи було спроектовано, налаштовано та протестовано комп'ютерну систему телефонії на основі засобу Asterisk.

Виконано ознайомлення з предметною областю та основними поняттями по IP-телефонії. Розглянуто переваги та недоліки системи Asterisk, а також її аналоги. Визначено необхідний функціонал комп'ютерної системи.

Виконано встановлення та налаштування комп'ютерної системи Asterisk. Детально розглянуто конфігураційні файли та виконано необхідне налаштування в них.

Проведено тестування працездатності системи з різними кодексами: G711u-law, G711A-law, G726-32 і GSM. Трансляція кодеків з G711u на G711A споживає приблизно на 20% більше потужності процесора, ніж простий G711u без перекладу. З іншого боку, найбільш вимогливим є кодек G726-32bit. Однак найменше навантаження показує найцікавішу інформацію. При завантаженні в 120 дзвінків різниця в споживанні потужності процесора для GSM і G726 є найбільшою в порівнянні з тим, що не має трансляції кодеків. В результаті чого було встановлено, що система виконує заявлений функціонал.

Отже, дана дипломна робота показує результати дослідження швидкодії комп'ютерної системи Asterisk.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

НУБІП України

1. Asterisk - the future of telephony [Електронний ресурс]. - Режим
доступа: URL: <http://asteriskbook.ru/>

2. Использование интернет-коммуникаций SIP [Електронний
ресурс]. - Режим доступа: URL : : [http://www.iptelephony.org/resources/voip-
booksjavaserverfaces-139869.html](http://www.iptelephony.org/resources/voip-booksjavaserverfaces-139869.html).

3. Файлы конфигурации Asterisk [Електронний ресурс]. - Режим
доступа: <https://asterisk-pbx.ru/wiki/asterisk/cf>

4. Call-центры и компьютерная телефония [Електронний ресурс].
Режим доступа : URL : [http://www.kodges.ru/8016-call-centry-i-
kompjuternaja-telefonija.html](http://www.kodges.ru/8016-call-centry-i-kompjuternaja-telefonija.html).

5. VoIP для чайников (For Dummies (компьютеры)) [Електронний
ресурс]. - Режим доступа : URL : [http://livedemo.exadel.com/richfaces-
demo/richfaces/actionparam.jsf](http://livedemo.exadel.com/richfaces-demo/richfaces/actionparam.jsf).

6. Веб портал Asterisk [Електронний ресурс]. - Режим доступа :
URL: <http://asterisk.org/>.

7. Джим В. М. Asterisk. Будущее телефонии [Текст] / Джим Ван
Меггелен, Лиф Мадсен, Джаред Смит - М.: Символ-Плюс, 2015. - 656 с.

8. IP Telephony Demystified [Електронний ресурс]. - Режим
доступа : <http://forum.windowsfaq.ru/showthread.php?t=26699>

9. Руководство пользователя по настройке DAHDI/Asterisk
[Електронний ресурс]. - Режим доступа:
<http://parabel.ru/d/manuals/dahdi/tdmox-ru.pdf>

10. PBX Systems for IP Telephony [Електронний ресурс]. - Режим
доступа : <http://forum.windowsfaq.ru/showthread.php?t=26699>.

11. Настройки Dahdi [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://asterisk-pbx.ru/wiki/asterisk/of/chan_dahdi

12. Защита Asterisk на практике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://invoIP.net/2011/12/zashhita-asterisk-na-praktike/>

13. Технологии – VoIP [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://invoIP.net/>

14. Как создать IP-АТС своими руками [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.kodges.ru/116575-kak-sozdat-ip-atc-svoimi-rukami.html>

15. Соединение двух FreePBX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://asterisk-pbx.ru/wiki/freepbx/connect_two_freepbx

16. Гольдштейн Б.С. «IP-телефония» (третье издание). [Текст] / Б. С. Гольдштейн, А. В. Пинчук, А. Л. Суховицкий – М.: Радио и связь, 2006. – 336 с.