

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“___” _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему
“Програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на
базі протоколу AoIP”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи KI-22-2
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Ропак О.О.
«___» _____ 2026 р.

Керівник проекту
кандидат технічних наук, доцент
_____ Марченко К.М.
«___» _____ 2026 р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Механіко-технологічний
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань 12 "Інформаційні технології"
Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма "Комп'ютерна інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
_____ Олексій СМІРНОВ
« 27 » лютого 2026 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ропаку Олександру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP*

2. Керівник роботи *Марченко Костянтин Миколайович, канд. техн. наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 136-02 від 27.02.2026 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту *23.05.2026 р.*

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: *Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.

2. Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема системи *1 аркуш*

Функціональна схема системи *1 аркуш*

Діаграма процесів *1 аркуш*

Блок-схема алгоритму роботи додатку *2 аркуша*

7. Дата видачі завдання « 27 » лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2026 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2026 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2026 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2026 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2026 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2026 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2026 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2026 р.	

Дата видачі завдання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис керівника

Марченко К.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Ропак О.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ропак О.О. Програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2026.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

Метою розробки є програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

Результат роботи – програмна реалізація системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Python.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, AoIP

ABSTRACT

Ropak O.O. Software for a unified communications system based on the AoIP protocol. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for a unified communications system based on the AoIP protocol.

The purpose of the development is software for a unified communications system based on the AoIP protocol.

The result of the work is a software implementation of a unified communications system based on the AoIP protocol.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with software are provided.

The program can be used on a PC with OS Windows 10/11.

The program was developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, AoIP

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	4
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	6
1.1 Призначення системи.....	6
1.2 Область застосування.....	6
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	9
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	9
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	19
2.3 Розгорнута постановка завдання	22
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	24
3.1 Опис функціонування системи	24
3.2 Розробка структурної схеми.....	26
3.3 Розробка функціональної схеми	31
3.4 Розробка діаграми процесів.....	33
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	35
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	35
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	41
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	43
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP	Лім.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Ропак О.О.					Б	1	60
Перев.	Марченко К.М.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-2		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

БД	— база даних
КМЗ	— корпоративна мережа зв'язку
ЛОМ	— локальна обчислювальна мережа
ОЗП	— оперативно-запам'ятовувальний пристрій
ПАТМ	— пристрій автоматизованої телефонної мережі
ПЗ	— програмне забезпечення
ПП	— програмний продукт
СПД	— система передачі даних
СУБД	— система управління БД
ТфОП	— телефонний оператор
CNG	— Comfort Noise Generator. Генератор комфортного шуму
DSP	— Digital Signal Processor. Процесор цифрової обробки сигналів
DTMF	— Dual Tone Multi-Frequency. Багаточастотна система кодування цифр номера
GK	— Gatekeeper. Воратар . Виконує функції керування зоною мережі H.323
GW	— Gateway. Шлюз. Апаратно-програмний комплекс, що забезпечує обмін даними між мережами різних типів
H.323	— Рекомендація ITU-T, що визначає системи мультимедійного зв'язку в мережах з пакетною комутацією
H.248	— Протокол керування транспортним шлюзом
IP	— Internet Protocol. Протокол міжмережної взаємодії
LPC	Linear Prediction Coding. Кодування з лінійним проорокуванням
MCU	— Multipoint Control Unit. Пристрій керування конференцією
MG	— Media Gateway. Транспортний шлюз
MGCP	— Media Gateway Control Protocol. Протокол керування шлюзами

MP	– Multipoint processor. Процесор для обробки інформації користувачів при централізованих конференціях
OSI	– Open System Interconnection. Взаємодія відкритих систем
PPP	– Point-to-Point Protocol. Протокол двостороннього зв'язку
RADIUS	– Remote Authentication Dial-In User Service. Протокол автентифікації й авторизації абонентів, а також обліку обсягу наданих їм послуг
RAS	– Registration Admission and Status. Протокол взаємодії термінального встаткування з gatekeeper. Входить у сімейство протоколів H.323
RSVP	– Resource Reservation Protocol. Протокол резервування ресурсів
RTCP	– Real-time Transport Control Protocol. Протокол контролю транспортування інформації в реальному часі
SIP	– Session Initiation Protocol. Протокол ініціювання сеансів зв'язку
TAPI	– Telephony Applications Programming Interface. Інтерфейс для програмування телефонних додатків
TCP	– Transmission Control Protocol. Протокол керування передачею (даних) Основний транспортний протокол у стеці протоколів TCP/IP. Встановлює зв'язок між двома ПК й організує обмін даними в дуплексному режимі
TCP/IP	– Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Стек протоколів, що забезпечують організацію зв'язку між комп'ютерами в мережі Інтернет
UDP	– User Datagram Protocol. Протокол передачі дейтаграмм користувача. Подібно TCP, використовує для доставки даних протокол IP. На відміну від TCP/IP, передбачає обмін дейтаграммами без підтвердження
AoIP	– Audio over Internet Protocol. Технологія, що дозволяє використовувати IP-мережу для передачі мовної інформації

ВСТУП

Актуальність теми. Напередодні 2026 року тенденції уніфікованих комунікацій не просто змінюються – вони отримують абсолютно новий підхід. Впровадження хмарних технологій відбувається швидко, і штучний інтелект вже не є просто модним словом. Він змінює те, як компанії взаємодіють, працюють разом і спілкуються з клієнтами. Те, що раніше було базовим інструментом підтримки, тепер сприяє гнучкості, посилює безпеку та формує досвід клієнтів у цю цифрову епоху.

Галузь явно рухається до хмарних технологій. Gartner зазначає, що хмарні комунікації набирають обертів. Фактично, до 2028 року 90% підприємств використовуватимуть хмарні офісні платформи для телефонії. Це величезний стрибок у порівнянні з лише 30% у 2025 році. І це ще не все – Gartner прогнозує, що розмовний штучний інтелект заощадить компаніям до 80 мільйонів доларів на витратах на оплату праці до 2026 року. Все це змінює те, як компанії виконують віддалену роботу, оптимізують операції та взаємодіють з клієнтами.

В основі цієї еволюції лежать SIP-транкінг, розміщена АТС, розміщені контакт-центри та VoIP. SIP-транкінг з'єднує корпоративні голосові середовища з хмарою. Розміщена АТС забезпечує масштабовану телефонію без необхідності локального обладнання. Розміщені контакт-центри впроваджують інтелект у взаємодію з клієнтами, все більше спираючись на штучний інтелект. VoIP підтримує цю екосистему, розглядаючи голос як дані, а не як послугу фіксованої мережі.

Разом ці можливості змінюють корпоративну комунікацію, співпрацю та обслуговування клієнтів у 2026 році.

Хмарні технології та штучний інтелект не є поступовими оновленнями. Вони переосмислюють те, як комунікації проектується, захищаються та вбудовуються в бізнес-операції.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.
- Дослідження системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.
- Програмна реалізація системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Загальноприйняте, що раціоналізація інформаційного процесу з поширенням на нього елементів виробничої діяльності (нормування, технологія) повинна підвищити ефективність управлінської праці. Виробничий цикл організації може включати перекомпонування інформації, об'єднання даної інформації з іншою, нагромадження інформації.

Таким чином, в організації наявні виробничі задачі і виконавці цих задач. Залишається визначити необхідні організації технологічні процеси автоматизації. В зв'язку з тим, що основою стабільної та стійкої роботи любого підприємства є система керування, приділимо основну увагу автоматизації саме цієї системи. Основною частиною системи керування є підсистема зв'язку. У якості корпоративної мережі зв'язку пропонується застосування мережі на основі IP-телефонії. Інтенсивний розвиток інформаційних технологій і технічний прогрес сприяють тому, що великі можливості IP-телефонії стають усе більше доступними для кінцевих користувачів. Зараз застосування IP-телефонії економічно вигідно не тільки як можливість скорочення витрат на оплату міжміських і міжнародних переговорів, але і як заміна корпоративної АТМ – тобто для побудови повної захищеної системи зв'язку корпорації.

1.2 Область застосування

Розглянемо *основні переваги* IP-телефонії в порівнянні із традиційною телефонією [9]:

– Економічна ефективність. В IP-телефонії голос і дані передаються по тому самому фізичному носію. Це означає, що загальну кількість фізичних ліній

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

зв'язку в кабельній системі може бути значно скорочено. Крім того, підвищується ефективність використання орендованих глобальних інформаційних каналів.

– Масштабованість і легкість розширення. За допомогою засобів IP-телефонії можна побудувати мережу, що охоплює від декількох десятків користувачів у мережі малого підприємства до декількох десятків тисяч абонентів у розподіленій мережі великої корпорації. Для збільшення кількості користувачів телефонії досить просто встановити необхідну кількість IP-телефонів.

– IP-телефонія базується на відкритих міжнародних стандартах і протоколах. Це означає, що її легше впроваджувати й обслуговувати. Немає необхідності утримувати окремий штат телефоністів або звертатися в спеціалізовані сервісні фірми. Керування навіть великою розподіленою мережею здійснюється централізовано системним адміністратором. Крім того, система, побудована на основі IP-телефонії, менш піддана "моральному старінню", – з появою нових функцій і можливостей вони легко можуть бути реалізовані у вже існуючій системі.

– Можливість захисту інвестицій, уже вкладених у телефонію. Система IP-телефонії легко інтегрується з існуючими АТМ і телефонними мережами загального користування. Можна передбачити поступовий етапний перехід від традиційної до IP-телефонії.

– Забезпечення відказостійкості. До мережі IP-телефонії застосовні всі ті ж методи й технології забезпечення відказостійкості, що й у звичайній комп'ютерній мережі. Крім того, у кожного виробника існують спеціальні методи по збереженню резервного телефонного зв'язку у випадку втрати повідомлення між віддаленим офісом і центром комутації телефонних викликів.

– Широке коло сучасних послуг зв'язку. У системі IP-телефонії можна реалізувати всі функції сучасних телефонних станцій, і, крім того, ряд нових можливостей, таких як: голосова пошта, уніфікована обробка голосових/факсових повідомлень і електронної пошти, система інтерактивних

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

голосових меню, інтелектуальні центри обробки викликів, доступ до корпоративних директорій абонентів. На додаток до цього клієнти мають можливість створення власних додатків для IP-телефонії, що найбільше точно відповідають потребам користувачів.

Беручи до уваги все вищесказане, а також постійне зниження цін на комунікаційне встаткування й збільшення кількості якісних каналів передачі даних, можна стверджувати, що реалізацію корпоративної системи зв'язку необхідно реалізовувати не на традиційній телефонії з використанням АТМ а на основі IP-телефонії.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

За останнє десятиліття ландшафт бізнес-телекомунікацій зазнав радикальних змін. Традиційні телефонні системи з їхніми заплутаними мідними дротами та дорогими міжнародними дзвінками здаються пережитками з іншої епохи. Сьогодні технологія передачі голосу через Інтернет-протокол (Voice over Internet Protocol) стала основою комунікації організацій, як внутрішньої, так і з клієнтами. Якщо ви досі покладаетесь на традиційну телефонну інфраструктуру у 2025 році, ви не просто відстаєте від часу, ви, ймовірно, витрачаєте гроші на застарілі технології, які не можуть встигати за тим, як насправді працюють сучасні команди.

Перехід на інтернет-дзвінки – це не лише скорочення витрат, хоча економія може бути значною. Йдеться про фундаментальне переосмислення значення бізнес-комунікації в середовищі, де ваша команда з продажу може бути розподілена по трьох континентах, служба підтримки клієнтів працює цілодобово, а ваш генеральний директор очікує, що зможе підключитися до відеодзвінка зі свого телефону так само легко, як і з конференц-залу. Правильна комунікаційна платформа не просто з'єднує дзвінки; вона стає центральною нервовою системою всієї вашої організації.

Але ось у чому проблема: ринок буквально переповнений постачальниками, кожен з яких стверджує, що пропонує ідеальне рішення. Деякі зосереджуються на невеликих стартапах, інші обслуговують корпоративних гігантів. Дехто рекламує свої функції штучного інтелекту, інші наголошують на бездоганній надійності. Щоб зрозуміти цей переповнений ринок, потрібно

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

розуміти не лише те, які функції існують, але й те, які з них дійсно важливі для вашої конкретної ситуації. Саме це і має на меті надати цей посібник – реальне розуміння того, що працює, що ні, і як зробити правильний вибір. Для швидкого порівняння найкращих постачальників відвідайте нашу вичерпну сторінку порівняння VoIP.

Розуміння виклику сучасної бізнес-комунікації

Перш ніж заглиблюватися в конкретних постачальників, варто зробити крок назад, щоб зрозуміти, чому вибір правильної комунікаційної платформи важливий як ніколи раніше. Пандемія прискорила тенденцію, яка вже існувала, підштовхуючи компанії до переходу на віддалені та гібридні моделі роботи. Те, що починалося як реагування на надзвичайні ситуації, стало постійним для багатьох організацій. Команди, які колись працювали в сусідніх кабінках, тепер співпрацюють у різних часових поясах і на різних континентах, що робить надійний, високоякісний голосовий та відеозв'язок абсолютно критично важливим.

Водночас очікування клієнтів різко змінилися. Люди очікують, що компанії будуть доступні через різні канали: голосовий зв'язок, текстові повідомлення, чат, відео, і вони очікують швидкої відповіді незалежно від того, коли вони звертаються. Стара модель, коли адміністратор відповідав на дзвінки в робочий час і приймав повідомлення після робочого часу, більше не підходить. Сучасні клієнти хочуть негайності, персоналізації та гнучкості у спілкуванні на своїх умовах.

Для бізнесу це створює складний набір вимог. Ваша система зв'язку повинна працювати безперебійно, незалежно від того, чи хтось працює за своїм столом, вдома чи подорожує за кордон. Вона повинна інтегруватися з іншими інструментами, на які ваша команда покладається щодня: системою управління взаємовідносинами з клієнтами, програмним забезпеченням служби підтримки, вашим пакетом програмного забезпечення для підвищення продуктивності. Вона повинна легко масштабуватися в міру зростання вашого бізнесу, не вимагаючи

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

величезних інвестицій в інфраструктуру чи складної переналаштування. І, мабуть, найголовніше, вона повинна просто працювати без постійних технічних збоїв, які порушують робочі процеси та дратують як співробітників, так і клієнтів.

Компанії, які роблять це правильно, отримують величезні конкурентні переваги. Вони швидше реагують на можливості. Вони забезпечують кращий клієнтський досвід. Вони залучають та утримують таланти, пропонуючи гнучкість. Компанії, які роблять це неправильно, постійно борються з технічними проблемами, пропускають дзвінки від важливих потенційних клієнтів та спостерігають, як конкуренти обідають, бо не можуть ефективно спілкуватися.

Що насправді важливо на платформі бізнес-комунікації

Завітавши на будь-яку технологічну конференцію, ви почуєте, як постачальники, захоплюючи подих, описують свої найновіші функції на базі штучного інтелекту, революційні нові інтерфейси та революційні інтеграції. Деякі з цих інновацій справді покращують роботу бізнесу. Багато з них є рішеннями в пошуках проблем, що додають складності, не надаючи пропорційної цінності. Тож на що насправді слід звернути увагу під час оцінки комунікаційних платформ?

Якість дзвінків є основою всього іншого. Неважливо, скільки модних функцій пропонує платформа, чи звучать дзвінки так, ніби вони йдуть крізь бляшанку, чи обриваються вони у вирішальні моменти. Голос високої чіткості став головним пріоритетом, а не преміум-функцією. Найкращі платформи використовують передові кодеки та технологію адаптивної бітрейт-скорочення для підтримки кришталеву чистоту звуку навіть за неідеальних умов мережі. Вони мають вбудовану резервування, кілька центрів обробки даних та автоматичне перемикання на резервний ток, щоб ваш бізнес залишався на зв'язку навіть за наявності проблем з окремими серверами або мережевими шляхами.

Надійність виходить за рамки просто якості дзвінків і стосується загального часу безвідмовної роботи системи. Коли весь ваш бізнес залежить від комунікаційної платформи, ви не можете дозволити собі часті перебої або

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

зниження продуктивності. Галузевий стандарт – це п'ять дев'яток безвідмовної роботи, 99,999%, що означає менше шести хвилин простою на рік. Авторитетні постачальники підтверджують це угодами про рівень обслуговування, які включають компенсацію у разі невиконання ними вимог.

Можливості інтеграції визначають, чи стане комунікаційна платформа центром, що з'єднує різні бізнес-інструменти, чи просто ще одним ізольованим додатком. Найцінніші інтеграції пов'язані із системами управління взаємовідносинами з клієнтами, що дозволяє відділам продажів натискати на номер телефону в записі контакту та автоматично ініціювати дзвінок, а деталі розмови після її завершення фіксуються назад у CRM.

Безпека та відповідність вимогам перейшли від просто бажаних до абсолютної необхідності. Комунікаційні платформи обробляють конфіденційну бізнес-інформацію, дані клієнтів та стратегічні обговорення. Наскрізне шифрування захищає розмови від прослуховування. Багатофакторна автентифікація запобігає несанкціонованому доступу. Сертифікації відповідності демонструють дотримання таких правил, як HIPAA для охорони здоров'я, PCI DSS для обробки платежів або GDPR для європейських операцій.

RingCentral: Комунікаційний центр корпоративного рівня

Коли ви думаєте про комплексні платформи бізнес-комунікацій, які можуть впоратися з усім, від зростаючого стартапу до багатонаціональної корпорації, RingCentral постійно очолює список. Це не найяскравіший варіант на ринку, і він точно не найдешевший, але він являє собою своєрідний золотий стандарт для організацій, яким потрібна бездоганна надійність у поєднанні з вишуканими функціями. Понад півмільйона компаній у всьому світі покладаються на RingCentral, і це не завдяки блискучому маркетингу, а тому, що платформа постійно виконує свої функції.

Основою ціннісної пропозиції RingCentral є підхід до уніфікованих комунікацій. Замість того, щоб об'єднувати окремі системи для голосових дзвінків, відеозустрічей, командних повідомлень та бізнес-SMS, все знаходиться в

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

межах однієї платформи. Ця інтеграція виходить за рамки простого наявності кількох функцій під одним дахом. Це означає, що ви можете розпочати розмову в командному чаті, перетворити її на голосовий дзвінок одним клацанням миші, додати інших, зробивши це відеоконференцією, і автоматично реєструвати всю взаємодію.

Можливості голосових дзвінків особливо потужні. Кришталево чистий HD-звук є стандартним для всіх планів, використовуючи передові кодеки, які підтримують якість навіть за неідеального інтернет-з'єднання. Система включає в себе складні опції маршрутизації дзвінків, які виходять далеко за рамки базової переадресації. Ви можете налаштувати правила на основі часу доби, ідентифікатора абонента, доступності співробітників або практично будь-якого іншого параметра, який ви тільки можете собі уявити.

Можливості штучного інтелекту RingCentral значно розвинулися за останні роки, вийшовши за рамки простих хитрощів і перетворившись на справді корисну функціональність. Транскрипція в режимі реального часу автоматично записує розмови, створюючи записи з можливістю пошуку без необхідності робити нотатки. Транскрипція голосової пошти доставляє повідомлення у вигляді тексту, дозволяючи зайнятим керівникам переглядати свої повідомлення за лічені секунди, а не прослуховувати кілька голосових повідомлень. Підсумки дзвінків на базі штучного інтелекту виявляють ключові моменти, пункти дій та наступні кроки, що значно зменшує адміністративне навантаження на документування розмов.

Окремої згадки заслуговує мобільний досвід, оскільки саме тут багато конкурентів поступаються. Мобільні додатки RingCentral для iOS та Android – це не другорядні рішення, а повнофункціональні програми, які пропонують майже все, що доступно на комп'ютері. Ви можете здійснювати та приймати дзвінки, використовуючи свій робочий номер, зберігаючи при цьому відокремленість від особистої телефонної лінії.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Можливості інтеграції широкі, з понад 300 попередньо створеними підключеннями до бізнес-додатків. Найбільш ефективні інтеграції пов'язані з системами управління взаємовідносинами з клієнтами, такими як Salesforce, HubSpot та Microsoft Dynamics. Безпеці приділяється серйозна увага на всій платформі, всі дзвінки шифруються від початку до кінця за допомогою стандартних галузевих протоколів.

Vonage: Налаштування та гнучкість для організацій, що розвиваються

Хоча RingCentral дотримується комплексного, дещо стандартизованого підходу, Vonage побудувала свою репутацію на гнучкості та налаштуванні. Платформа дозволяє організаціям адаптувати свої системи зв'язку до конкретних робочих процесів та вимог, а не змушувати всіх використовувати універсальну модель. Для підприємств з унікальними потребами або тих, хто хоче створити саме таку систему, яку вони собі уявляють, Vonage пропонує переконливі варіанти, з якими не можуть зрівнятися більш жорсткі платформи.

Vonage Business Communications забезпечує міцну основу традиційних функцій телефонії, що добре реалізуються. Якість дзвінків незмінно відмінна, зі стандартним HD-голосом та складною оптимізацією мережі, яка підтримує чіткість навіть у складних умовах. Платформа пропонує всі очікувані функції бізнес-телефонії, переадресацію дзвінків, переадресацію, утримання, конференц-мост, голосову пошту з транскрипцією, реалізовані простим та зручним способом.

Vonage вирізняється розширюваністю за допомогою API та комунікаційних блоків. Для компаній із ресурсами для розробки або особливими вимогами до інтеграції Vonage надає програмовані комунікаційні можливості. Ви можете вбудовувати голосові дзвінки, відео або обмін повідомленнями безпосередньо у свої програми. Ви можете створювати власні робочі процеси, які запускаються на основі подій в інших системах.

Функція перетворення голосової пошти на електронну пошту заслуговує на окрему згадку, оскільки вона реалізована особливо добре. Повідомлення надходять до вашої поштової скриньки швидко як з аудіофайлами, так і з

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

транскрипцією. Точність транскрипції загалом досить хороша, вона передає суть повідомлень навіть з акцентами чи фоновим шумом.

Можливості відеоконференцій є солідними, якщо не сказати революційними. Ви можете проводити зустрічі з кількістю учасників до 200 осіб на тарифних планах вищого рівня, що значно більше, ніж пропонують багато конкурентів. Включено спільний доступ до екрана, запис зустрічей та віртуальні фони. Якість відео адаптується до доступної пропускну здатності, підтримуючи працездатність сеансів навіть за неідеальних умов мережі.

Vonage особливо підходить для організацій, яким потрібна гнучкість для створення індивідуальних комунікаційних рішень або ж вимоги яких не вписуються в стандартні пакети. Поєднання надійних основних функцій із широкими можливостями налаштування створює платформу, яка може розвиватися разом з вашим бізнесом.

800.com: Встановлення професійної довіри за допомогою безкоштовних номерів

Хоча такі платформи, як RingCentral та Vonage, забезпечують комплексні комунікаційні екосистеми, іноді бізнесу потрібне щось більш цілеспрямоване. 800.com виробила спеціалізовану нішу, зосередившись виключно на безкоштовних номерах та функціях, які роблять їх цінними для бізнесу. Якщо ви в першу чергу зацікавлені в тому, щоб надати клієнтам безкоштовний спосіб зв'язатися з вами, створюючи при цьому професійний, усталений імідж, 800.com надає саме те, що вам потрібно, без зайвих складнощів.

Основна ціннісна пропозиція проста: безкоштовні номери, що починаються з префіксів, таких як 800, 888, 877, 866, 855, 844 або 833, на які клієнти можуть телефонувати безкоштовно. Компанія оплачує дзвінок, усуваючи бар'єр, який може перешкодити клієнтам зв'язатися з ними. Ця проста динаміка має величезне значення для компаній, що працюють з клієнтами, де вхідні дзвінки представляють можливості для продажів, підтримки або побудови відносин.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Спеціалізація 800.com – допомогти компаніям знайти ідеальний безкоштовний номер. Їхній великий перелік включає мільйони доступних номерів, що значно збільшує ваші шанси знайти щось запам'ятовуване або релевантне для вашого бізнесу. Номери з власним словом, де номер складається зі слова або фрази, пов'язаної з вашим бізнесом, мають значну маркетингову цінність. Їх набагато легше запам'ятати клієнтам, ніж випадкові числові послідовності.

Функції керування викликами задовольняють основні бізнес-потреби, не перевантажуючи користувачів складними процесами. Інтелектуальна маршрутизація викликів гарантує, що вхідні виклики потрапляють до потрібного пункту призначення на основі налаштованих вами правил. Функція SMS на безкоштовних номерах забезпечує додатковий канал зв'язку без необхідності окремого номера.

800.com особливо ефективний для підприємств, де безкоштовні номери є основною комунікаційною потребою, а не лише одним із компонентів ширшої системи. Агенти з нерухомості, постачальники послуг, малий роздрібний бізнес та подібні підприємства часто не потребують складних комунікаційних платформ, але їм потрібні професійні, легко запам'ятовувані безкоштовні номери з надійною обробкою дзвінків.

Вибір правильного рішення для вашої конкретної ситуації

З огляду на таку велику кількість доступних варіантів, вибір правильної комунікаційної платформи вимагає розуміння ваших конкретних пріоритетів, обмежень та обставин. Не існує універсального «найкращого» варіанту, який підходить кожній організації, але є кращі та гірші варіанти для вашої конкретної ситуації.

Розмір і структура компанії суттєво впливають на ваші потреби. Індивідуальні підприємці та дуже малий бізнес часто отримують вигоду від простих, доступних рішень, які не потребують складного налаштування чи управління. Коли організації зростають до десятків або сотень співробітників,

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

цінними стають більш складні функції, такі як маршрутизація відділів, аналітика та інтеграція з бізнес-програмним забезпеченням.

Географічний розподіл вашої команди значно змінює рівняння. Якщо всі працюють з одного офісу, ваші вимоги суттєво відрізняються від вимог організації з віддаленими працівниками, розкиданими по всьому світу. Повністю розподіленим командам потрібні платформи, які безперебійно працюють на різних пристроях та в різних місцях.

Галузеві та регуляторні вимоги іноді значно звужують ваш вибір. Організаціям охорони здоров'я потрібні платформи, що відповідають вимогам HIPAA, з належними гарантіями захисту інформації про пацієнтів. Фінансовим компаніям потрібні платформи, які відповідають суворим стандартам безпеки та ведуть детальні журнали аудиту.

Бюджетні міркування виходять за рамки очевидних щомісячних витрат. Розрахуйте загальну вартість володіння, включаючи плату за налаштування, обладнання (за потреби), плату за функції, що виходять за рамки базових планів, вартість міжнародних дзвінків або SMS, а також час, необхідний для управління та адміністрування.

Майбутнє технологій ділового спілкування

Розуміння напрямку розвитку комунікаційних технологій допомагає робити вибір, який залишатиметься актуальним, враховуючи подальший розвиток ситуації. Інтеграція штучного інтелекту переходить від новизни до необхідності. Сучасні можливості штучного інтелекту забезпечують справді корисні функції, такі як автоматична транскрипція, яка є достатньо точною, щоб на неї можна було покластися, інтелектуальна маршрутизація дзвінків, яка навчається на основі шаблонів та відповідно коригується, а також аналіз розмов, який витягує інформацію з тисяч дзвінків.

Наступна хвиля можливостей штучного інтелекту піде далі, з такими функціями, як переклад у режимі реального часу, що забезпечує безперебійне спілкування між людьми, що розмовляють різними мовами, прогнозна аналітика,

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

яка передбачає потреби клієнтів на основі моделей спілкування, та віртуальні агенти, які обробляють дедалі складніші взаємодії без втручання людини.

Консолідація каналів зв'язку в єдині платформи прискорюється. Організації втомилися від жонгливання окремими системами для голосового зв'язку, відео, обміну повідомленнями, електронної пошти та комунікації з клієнтами в соціальних мережах. Майбутнє належить платформам, які бездоганно інтегрують ці канали.

Вимоги до безпеки та конфіденційності лише посилюватимуться, оскільки дані зв'язку ставатимуть ціннішими, а загрози – складнішими. Платформи, які ставляться до безпеки як до фундаментальної архітектури, а не як до другорядної, краще переживуть цю еволюцію.

Комунікаційна інфраструктура як конкурентна перевага

Інфраструктура бізнес-комунікацій – це вже не просто утиліта, яку потрібно придбати якомога дешевше. У середовищі, де клієнтський досвід відрізняє конкурентів, де віддалена робота забезпечує доступ до талантів з усього світу, а операційна ефективність визначає прибутковість, спосіб комунікації стає стратегічною перевагою або недоліком.

Організації, які продумано інвестують у комунікаційні платформи, отримують переваги, які з часом накопичуються. Вони швидше реагують на можливості, оскільки інформація потікає ефективно. Вони забезпечують кращий клієнтський досвід, оскільки люди можуть легко зв'язатися з ними через бажані канали. Вони залучають таланти, підтримуючи гнучкий графік роботи.

Серед представлених тут постачальників послуг – RingCentral для комплексних можливостей для підприємств, Vonage для гнучкості та налаштування, а також 800.com для цілеспрямованих рішень безкоштовних дзвінків – є різні підходи до вирішення комунікаційних проблем. Кожен з них досягає успіху у своїх відповідних сферах, обслуговуючи різні типи організацій з різними пріоритетами.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Ваш вибір зрештою залежить від вашої конкретної ситуації, але спільною рисою успішних впроваджень є цілеспрямованість. Організації, які ретельно оцінюють свої потреби, вдумливо оцінюють варіанти та обирають платформи, що відповідають їхнім цілям, отримують результати.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – високорівнева мова програмування, яку називають другою за популярністю в світі. Її використовують для розробки вебзастосунків, програмного забезпечення, машинного навчання. Python застосовують для вирішення робочих завдань у компаніях Google, Instagram, Facebook, IBM, NASA, Dropbox, Netflix та інших. Розробники цінують цю мову програмування за простоту у вивченні, ефективність та мультиплатформність.

Python – скриптова мова програмування з досить простим синтаксисом. Для розуміння достатньо порівняти принципи написання найпростішої програми, яка виводить на екран текстове повідомлення. Саме тому мова програмування Python більш доступна для новачків, а професіонали встигли адаптувати її для вирішення великої кількості завдань. Це мультиплатформне рішення, тому знання Python дає можливість працювати у різних сферах: від розробки мобільних застосунків до ігрової індустрії та штучного інтелекту.

У мови програмування динамічна типізація: є можливість передавати до функцій будь-який тип даних без попереднього вказання. Інтерпретованість дозволяє знаходити помилки у коді ще до повної збірки у робочий застосунок. При цьому Python дуже чітко дає зрозуміти, де та через що виникла помилка.

Це мова об'єктноорієнтованого програмування (ООП). Програмне забезпечення на Python оформлене у вигляді моделей, які можуть бути зібраними у пакети. Тип та структуру кожного об'єкта можна запитати під час виконання

програми. Для кожного з об'єктів можна отримати всю інформацію щодо його внутрішньої структури. Окрім того:

- у мови логічний синтаксис, завдяки чому вихідний код легко читати та розуміти;
- гнучкість та масштабованість Python дозволяє адаптувати високорівневу логіку та розширяти складні застосунки, як тільки виникне така необхідність;
- розробка на Python у більшості випадків проходить швидше, ніж на інших мовах програмування;
- Python – інтерпретована мова програмування. Це значить, що код можна написати у будь-якому текстовому файлі на будь-якій платформі, і потім успішно запустити;
- у Python – колосальна спільнота однодумців. Тож будь-які складнощі конкретних розробників вирішуються колективно.

Проте є декілька особливостей, які можна віднести до недоліків. Це повільність (ця мова програмування хоч і універсальна, проте повільніша за інші), велика кількість ресурсів, необхідних для роботи та «прив'язаність» до системних бібліотек.

Мова програмування Python використовується у наступних сферах:

1. Розробка програмних застосунків будь-якого напрямку.
2. Розробка серверної частини мобільних застосунків (найпопулярніший напрямок).
3. Ігри. Багато сучасних ігор для комп'ютерів (наприклад, World of Tanks) частково чи повністю написані на Python.
4. Вбудовані системи для різних пристроїв. Дуже часто Python використовують для написання внутрішніх платформ управління банкоматами.
5. Скрипти та плагіни до уже реалізованих програм для автоматизації процесів чи створення інших рішень.
6. Тестування (автоматизація цього процесу).

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

7. Машинне навчання. – основна мова для написання алгоритмів і аналітичних застосунків у сфері Machine Learning.

Бібліотеки Python

Різні бібліотеки Python використовують для виконання конкретних завдань. Наприклад, Matplotlib підходить для відображення даних у двовимірній та тривимірній графіці. Pandas підходить для зручної роботи з даними. NumPy дозволяє створювати масиви та керувати ними. Requests використовується для веброзробки. OpenCV-Python відкриває можливості для обробки зображень з метою оптимізації систем «машинного зору».

Найвідоміші фреймворки для мови програмування Python

Фреймворки Python допомагають створити зручне та функціональне середовище для розробки. У них міститься набір інструментів, модулів та бібліотек, корисних для виконання конкретних завдань. Це значно полегшує роботу: наприклад, дає змогу не витрачати час на розписування дій, які повторюються, а використати релевантний інструмент. Тож є можливість позбутися рутинних процесів та сконцентруватися на логіці проекту.

Серед найпопулярніших фреймворків для Python:

- Django – найстаріший та найвідоміший. Створений для реалізації великих інтерактивних проєктів;
- Pyramid – зручний у налаштуваннях, і дає можливість реалізувати складні нестандартні ідеї;
- Web2py – підходить в першу чергу для вебзастосунків і може використовуватись на будь-яких архітектурах.

Популярні Python IDE

IDE або інтегровані середовища розробки – це програмне забезпечення, яке надає розробникам необхідні інструменти для написання, редагування, тестування та налаштування коду. Для розробки на Python найчастіше використовують IDE PyCharm, IDLE, Spyder та Atom.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускню кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформулювати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Тенденції SIP-транкінгу: зміни, що переосмислюють корпоративний голосовий зв'язок

Перехід від застарілих PRI/ISDN до хмарних SIP-транкінгів. Організації замінюють застарілі лінії PRI та ISDN на хмарні SIP-транкінги, щоб усунути жорстке планування потужності. Моделі оплати за зростання дозволяють підприємствам динамічно масштабувати голосову ємність без фізичного перепроведення або відвідування об'єктів.

Від базового підключення до мережевого інтелекту. В рамках розвитку тенденцій уніфікованого зв'язку, SIP-платформи тепер включають штучний інтелект та машинне навчання для забезпечення аналітики викликів у режимі реального часу, моніторингу якості обслуговування, виявлення шахрайства та інтелектуальної маршрутизації за допомогою аналізу настроїв. Голосова інфраструктура трансформується в рівень аналітики, а не залишається пасивною транспортною службою.

Від периметральної безпеки до вбудованої відповідності. Оскільки голосовий трафік обробляється як дані, безпека вбудована в архітектуру. Протоколи шифрування, такі як TLS та SRTP, виявлення шахрайства на основі штучного інтелекту та контролери меж сеансів (SBC), забезпечують відповідність нормативним вимогам, включаючи вимоги TRAI, одночасно захищаючи від загроз, що постійно змінюються.

Тенденції розміщених АТС: зміни в управлінні комунікаціями на підприємствах

Від автономної телефонії до інтеграції робочих процесів. Тенденції в уніфікованих хмарних комунікаціях спонукають платформи хостингових АТС (за

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

прогнозами Research Nester, які до 2035 року становитимуть 71,26 млрд доларів США порівняно з 15,08 млрд доларів США у 2025 році зі середньорічним темпом зростання 16,8%) перетворитися на центральні комунікаційні вузли завдяки глибокій інтеграції з системами ERP, CRM та управління послугами. Кожна взаємодія стає контекстуальною, відстежуваною та практичною.

Від кількох каналів до єдиного інтерфейсу. Голосові комунікації, чат, електронна пошта, обмін повідомленнями та соціальні взаємодії тепер керуються через єдиний інтерфейс. Така консолідація забезпечує узгодженість взаємодії з клієнтами та зменшує операційну розрізненість між командами.

Від стаціонарних телефонів до зв'язку, орієнтованого на мобільні пристрої. З розширенням 5G можливості хостингової АТС тепер повністю поширюються на мобільні пристрої. Співробітники отримують телефонію корпоративного рівня, де б вони не працювали, без шкоди для якості чи контролю.

Тенденції розміщених контакт-центрів: зміни, що стимулюють інтелектуальний клієнтський досвід

Від асистованого штучного інтелекту до автономного виконання. Згідно з Rezo.AI, 85% керівників служб обслуговування клієнтів вже використовують розмовний штучний інтелект, що робить його обов'язковим, а не необов'язковим. Розмовний штучний інтелект поступається місцем агентному штучному інтелекту: системам, які можуть планувати, діяти та вирішувати проблеми клієнтів самостійно в межах визначених бар'єрів. Це зменшує втручання людини, одночасно підвищуючи швидкість та узгодженість.

Від безпеки, заснованої на знаннях, до біометричної довіри. Голосова біометрія та виявлення підробки в режимі реального часу, що працюють на базі штучного інтелекту в уніфікованих комунікаціях, замінюють PIN-коди та паролі. Автентифікація стає швидшою, безпечнішою та значною мірою непомітною для клієнта.

Від реактивної підтримки до прогнозної взаємодії. Аналізуючи поведінку,

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

використання та історичні дані, системи штучного інтелекту, що відповідають тенденціям уніфікованих комунікацій у хмарі, передбачають проблеми ще до того, як клієнти їх порушать. Підтримка переходить від вирішення проблем до проактивного керівництва, покращуючи показники зусиль клієнтів та їхню задоволеність.

Тенденції VoIP: архітектурні зміни, що сприяють масштабуванню

Від закритих систем до платформ на основі API. Тенденції уніфікованих комунікацій 2026 року включають архітектури VoIP на основі API, які забезпечують глибоку інтеграцію з корпоративними додатками, підтримують користувацькі робочі процеси, автоматизацію та швидке розширення послуг.

Від централізованої обробки до периферійної продуктивності . Хмарний VoIP у поєднанні з периферійними обчисленнями зменшує затримку та підвищує надійність, обробляючи дані ближче до кінцевих користувачів, підтримуючи розподілені та гібридні команди.

Від універсальних послуг до галузевих рішень. Охорона здоров'я, фінансові послуги та інші регульовані сектори впроваджують VoIP-платформи, розроблені для дотримання вимог, надаючи пріоритет таким стандартам, як HIPAA та GDPR, одночасно забезпечуючи співпрацю в режимі реального часу.

Ключові висновки

Тенденції уніфікованих комунікацій у 2026 році більше не стосуються функцій чи оновлень. Вони стосуються контролю, інтелекту та масштабованості.

Підприємства, які ставляться до комунікацій як до стратегічної платформи, вбудованої в робочі процеси, захищеної за допомогою проєкту та вдосконаленої за допомогою штучного інтелекту, рухатимуться швидше та краще обслуговуватимуть клієнтів. Ті, хто не ризикує вищими витратами, фрагментованим досвідом та операційними труднощами.

3.2 Розробка структурної схеми

Ключові тенденції надійних стандартів відео через IP у 2026 році

Оскільки медіаіндустрія переходить від застарілих систем доставки до робочих процесів на основі IP, відео через IP стало важливим для сучасного транспорту, трансляції та виробництва прямих трансляцій. Надійність, гнучкість та сумісність тепер визначають вибір, з яким стикаються медіаорганізації. У 2026 році нові стандарти, впровадження протоколів та вдосконалення платформ змінюють спосіб доставки відео в реальному часі по всьому світу.

Взаємосумісний транспорт: робочі процеси внесення якорів SRT та RIST

Безпечний надійний транспорт (SRT) та надійний потоковий транспорт Інтернету (RIST) залишаються провідними протоколами на основі ARQ для внеску через некеровані або втратні мережі. Обидва забезпечують шифрування, повторну передачу та зменшення тремтіння, що робить їх основою для віддаленого виробництва, внеску партнерів та доставки подій у реальному часі. Їхнє подальше впровадження свідчить про перехід галузі до стандартизованих, гнучких конвеєрів доставки.

IPMX дозріває до розгортання

IPMX, розроблений для забезпечення продуктивності SMPTE ST 2110 у середовищах професійного аудіовізуального та живого виробництва, досяг нових етапів у 2026 році. Тестування сумісності підтвердило готовність до роботи з різними постачальниками, і вже з'являються ранні комерційні інструменти. Хоча остаточні специфікації все ще затверджуються, IPMX прискорює перехід до сумісних робочих процесів зі стиснутими та нестисненими IP-даними з функціональністю plug-and-play.

Гібридні хмарні та периферійні архітектури переосмислюють надійність

Надійність сьогодні виходить за рамки простого часу безвідмовної роботи транспорту. Телекомпанії все частіше покладаються на гібридні хмарні та периферійні архітектури, які поєднують хмарну, периферійну та локальну інфраструктури. Ці моделі забезпечують динамічну маршрутизацію трафіку, локальне перемикання на резервний рахунок та оптимізацію витрат у публічних та приватних мережах. Їх впровадження особливо зростає в прямих трансляціях, віддаленому виробництві та розподілених медіа-процесах, де стійкість та масштабованість є однаково важливими.

Обробка кодеків у реальному часі стає вбудованою

Транспортування відео більше не обмежується лише переміщенням сигналів; тепер воно включає обробку в режимі реального часу. Транскодування та обробка медіа, такі як перетворення частоти кадрів та адаптація формату, вбудовані в робочі процеси, що забезпечує гнучкість без зовнішніх залежностей. Платформи з апаратним прискоренням у 2026 році підтримують AV1, HEVC, H.264 та JPEG XS з низькою затримкою, що дозволяє операторам адаптувати відеопотоки в великих масштабах, зберігаючи якість.

Автоматизація робочих процесів переходить на транспортний рівень

Автоматизація зміщується ближче до самої мережі. Такі функції, як трансформації в режимі реального часу, маршрутизація з урахуванням мережі та вбудована медіа-логіка, зменшують ручне втручання та підвищують гнучкість. Хоча прогнозна маршрутизація на основі штучного інтелекту та моделювання якості обслуговування (QoE) все ще перебувають на ранніх стадіях, системи автоматизації вже спрощують розгортання на кількох сайтах та оптимізують ефективність на транспортному рівні.

Безпека розвивається в напрямку захисту з урахуванням контенту

Шифрування залишається основоположним, але безпека у 2026 році також означає моделі, що враховують вміст. Шифрування транспортного рівня

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

(наприклад, AES), безпечне тунелювання та архітектури нульової довіри все частіше розглядаються як невід'ємні складові надійної передачі відео. Для організацій, що здійснюють доставку через Інтернет або гібридні мережі, безпека більше не є окремим ІТ-фактором, а є ключовим елементом надійності доставки.

Ефективний розподіл за допомогою багатоадресної розсилки та маршрутизації на периферії

Масштабована багатоадресна розсилка в поєднанні з доставкою на периферії змінює масштабну синдикацію та розподіл подій. Ці підходи оптимізують пропускну здатність, зменшують затримку та забезпечують стабільну якість між партнерами, хмарними регіонами та виробничими центрами. Ця тенденція особливо важлива для спортивних, новинних та глобальних операцій відтворення, де синхронізована доставка та ефективність мають першочергове значення.

АоІР (аудіо через інтернет-протокол) – це категорія систем, які приймають оцифрований звук і дозволяють надсилати його на інший мережевий пристрій у режимі «точка-точка» в режимі реального часу. Це трохи схоже на надсилання електронного листа, але замість тексту ви надсилаєте потокове аудіо в режимі реального часу. Оскільки звичайна гігабітна мережа може досить швидко передавати дані, надсилати багато аудіодоріжок одночасно в режимі реального часу дуже просто.

Для початку уявіть собі просту мережу між двома різними станціями DAW у сусідніх кімнатах. Замість того, щоб прокладати кілька ліній або десятки кабелів, що з'єднують мікшери та інтерфейси, ви можете просто надсилати аудіо через мережу за допомогою одного кабелю Ethernet. У більшості випадків достатньо існуючої інфраструктури, хоча в деяких випадках може знадобитися керований комутатор Ethernet. Керований комутатор дозволяє отримати доступ до параметрів QoS (якість обслуговування), які встановлюють пріоритети передачі для різних типів пакетів даних. У деяких випадках нам потрібно підвищити пріоритет пакетів АіОР, щоб запобігти вузьким місцям і забезпечити

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

надійну передачу аудіоінформації. Кілька речень тому я назвав AoIP категорією систем. Причина цього полягає в тому, що AoIP – це концепція, а не конкретний протокол. Усі різні протоколи, які ми розглянемо сьогодні, є *прикладом* AoIP. Вони матимуть багато спільного, але фактично є конкуруючими протоколами. Деякі з них кращі в тому чи іншому, але зрештою вони виконують одну й ту саму основну функцію, тобто передають аудіо по мережі, щоб люди могли підключатися до нього, контролювати його або обробляти.

З різних протоколів Dante, мабуть, найвідоміший. Створений Audinate, протокол Dante наразі широко використовується та підтримується понад 600 виробниками та понад 4000 різними продуктами.

AVB/TSN (аудіо-відео мости/часочутливі мережі, зазвичай звані AVB) багато в чому схожий на Dante, але він має відкритий вихідний код і не є власністю компанії. Це означає, що як виробник, вам не потрібно платити ліцензійні роялті нікому за його інтеграцію у свій продукт. AVB набирає обертів, але не використовується на практиці так широко, як Dante. AVB також вимагає використання мережевого комутатора, сертифікованого AVB, тоді як Dante може працювати на існуючій інфраструктурі, якщо вона має достатню пропускну здатність.

Ravenna також має відкритий вихідний код і доступна будь-якому виробнику. Зазвичай вона використовується в індустрії мовлення частіше, ніж для живого звуку, вона набагато гнучкіша в багатьох аспектах, але також може бути складнішою в налаштуванні та обслуговуванні. Ravenna базується на протоколах AES67, які ми обговоримо далі.

AES67 – це стандарт, запропонований у 2013 році Товариством аудіоінженерів як засіб об'єднання різних цифрових мережевих протоколів для максимізації сумісності. Багато цифрових мікшерів та високоякісних інтерфейсів, які мають опцію для карт розширення, можуть мати будь-який з перерахованих вище або декілька доступних для реалізації цієї функції на пристрої. Інші можуть постачатися зі стандартною комплектацією одним із цих протоколів.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

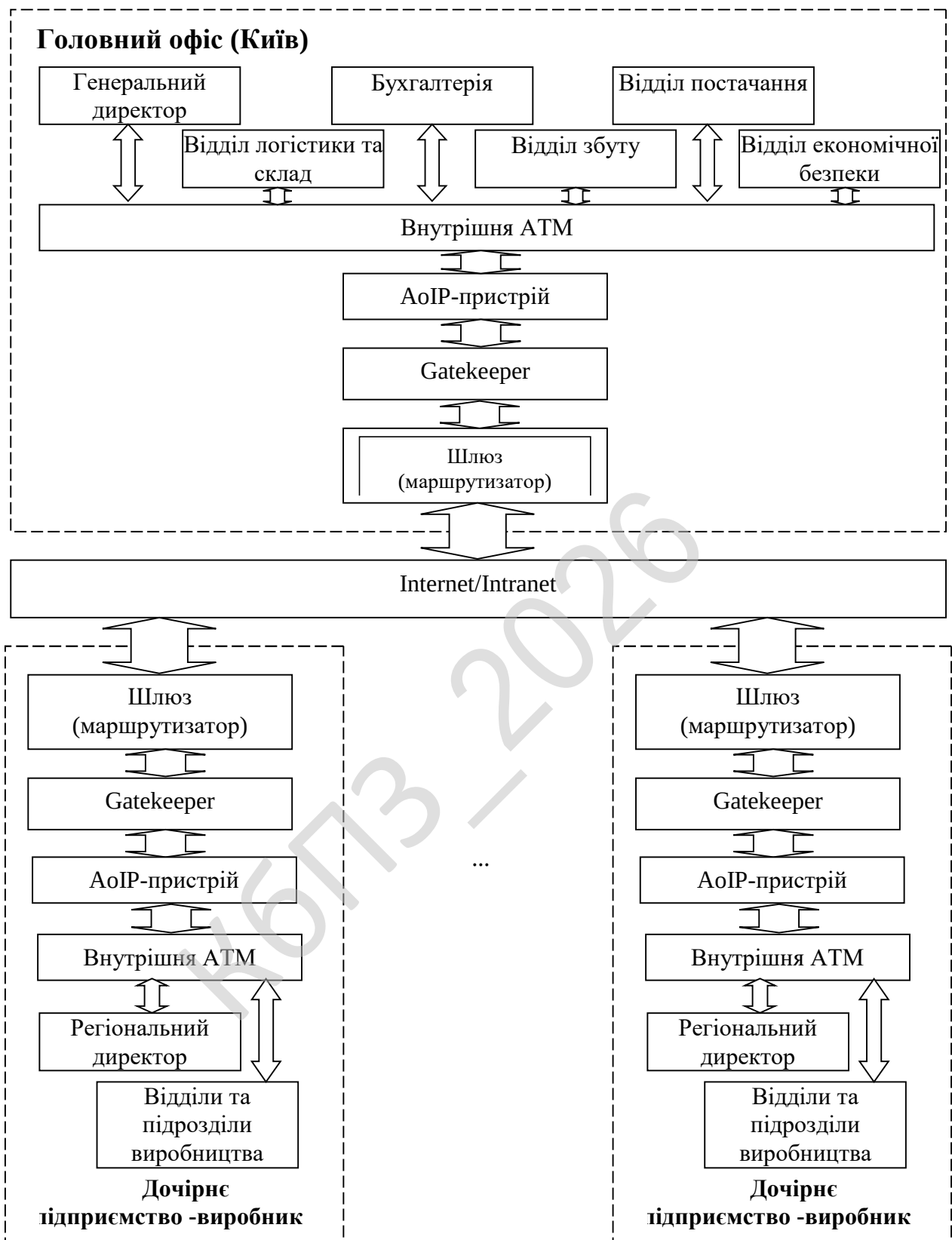


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Отже, як саме будь-що з цього може бути корисним? Ну, у короткому прикладі вище з двома студіями в суміжних кімнатах, уявіть, що у вас є кімната для живих ударних в одній студії, але їх потрібно записати в сусідній студії?. Після того, як усі мікрофони розміщені та вхідні дані надходять на плату, якщо вона має AoIP-з'єднання, ви можете спрямувати сигнали назад з плати на ваш порт Ethernet, щоб сусідня студія могла отримати доступ до сигналів як до вхідних даних та відповідно направляти їх на будь-який пристрій, який їй подобається. Інтерфейси обробляють всю інформацію про синхронізацію передачі та прийому, а будь-яка затримка автоматично зчитується на іншому кінці, а DAW може точно враховувати будь-яку компенсацію затримки, забезпечуючи ідеальну синхронізацію всього.

На даний момент насправді не має значення, де знаходиться DAW-комп'ютер, що приймає сигнал. Він може бути будь-де у світі. Кілька років тому у нас був клієнт, який придбав два різні обладнання. Одне розміщувалося в клубі, а інше – в студії на іншому кінці міста. Щоб все це працювало, нам потрібно було встановити на кожному кінці пристрою з вбудованим GPS-модулем, що дозволить системі GPS забезпечувати точний час вимірювання з урахуванням відстані. Вражаюче.

AoIP дійсно пропонує багато зручності, менше кабелів, дуже гнучку маршрутизацію, низьку затримку та багато іншого.

В процесі практичної реалізації теоретичних принципів розробки системи, додатково розглянутих вище, була розроблена структурна схема системи, яка зображена на рисунку 3.1.

3.3 Розробка функціональної схеми

На функціональній схемі, зображеній на рисунку 3.3, є можливість прослідкувати за можливими шляхами проходження сигналів від одного функціонального блоку до іншого.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

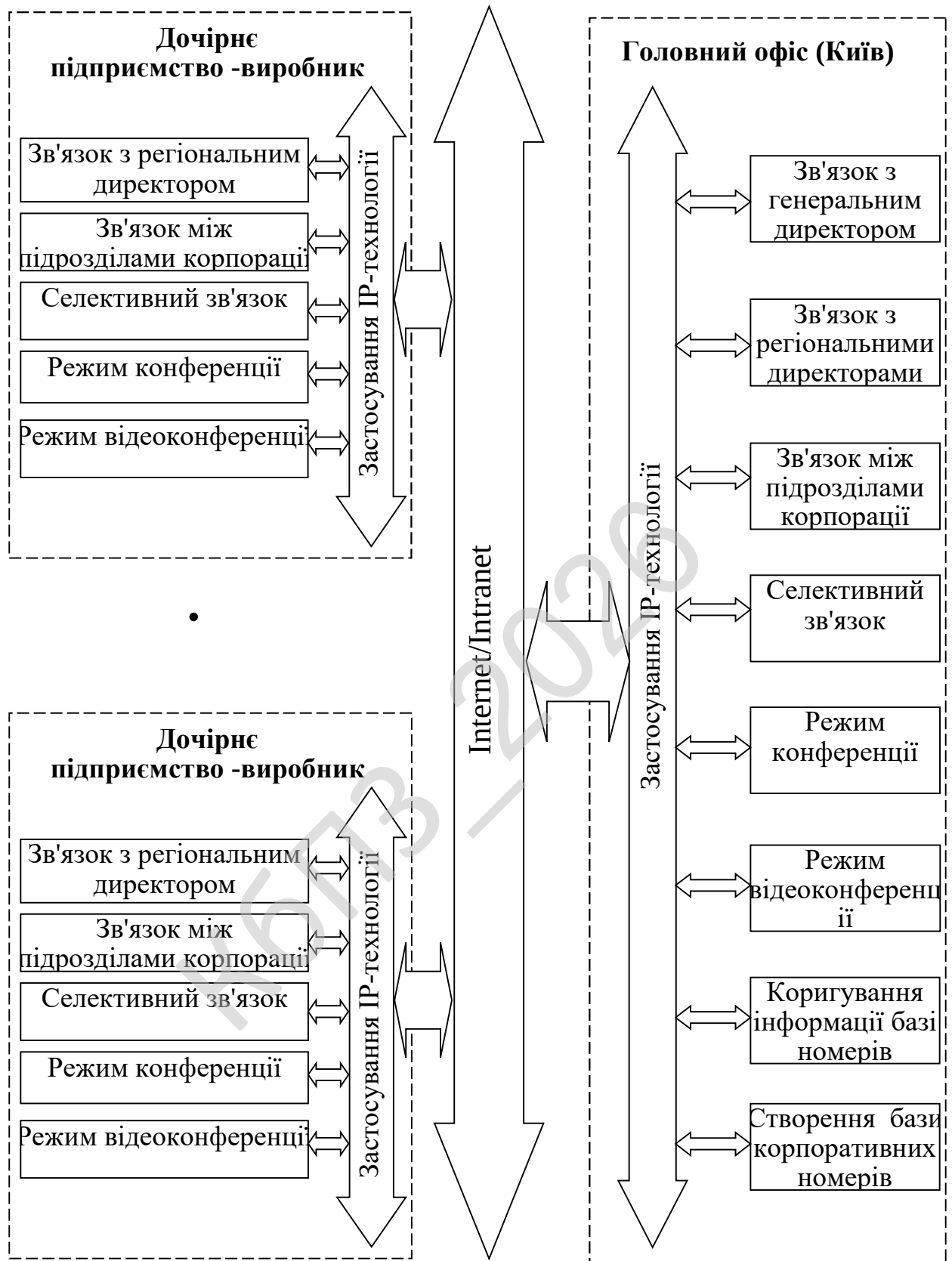


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Тонка стрілочка вказує шлях проходження сигналів між функціональними блоками, товста – мережна взаємодія. Розглянемо основні функціональні взаємодії між головним офісом та дочірніми підприємствами. З головного офісу з застосуванням ІР технології проводиться зв'язок з дочірніми підприємствами, такими абонентами як – регіональний директор, підрозділи. Є можливість проведення різних режимів зв'язку при різній кількості абонентів з обліком абонентів (за допомогою БД).

3.4 Розробка діаграми процесів

Одним з важливих критеріїв при розробці будь-якого програмного забезпечення це грамотна розробка структури роботи системи потоків і процесів (рисунок 3.3). Розглянемо діаграму процесів. На діаграмі процесів можна точно зрозуміти як працює і взаємодіє ПЗ в цілому.

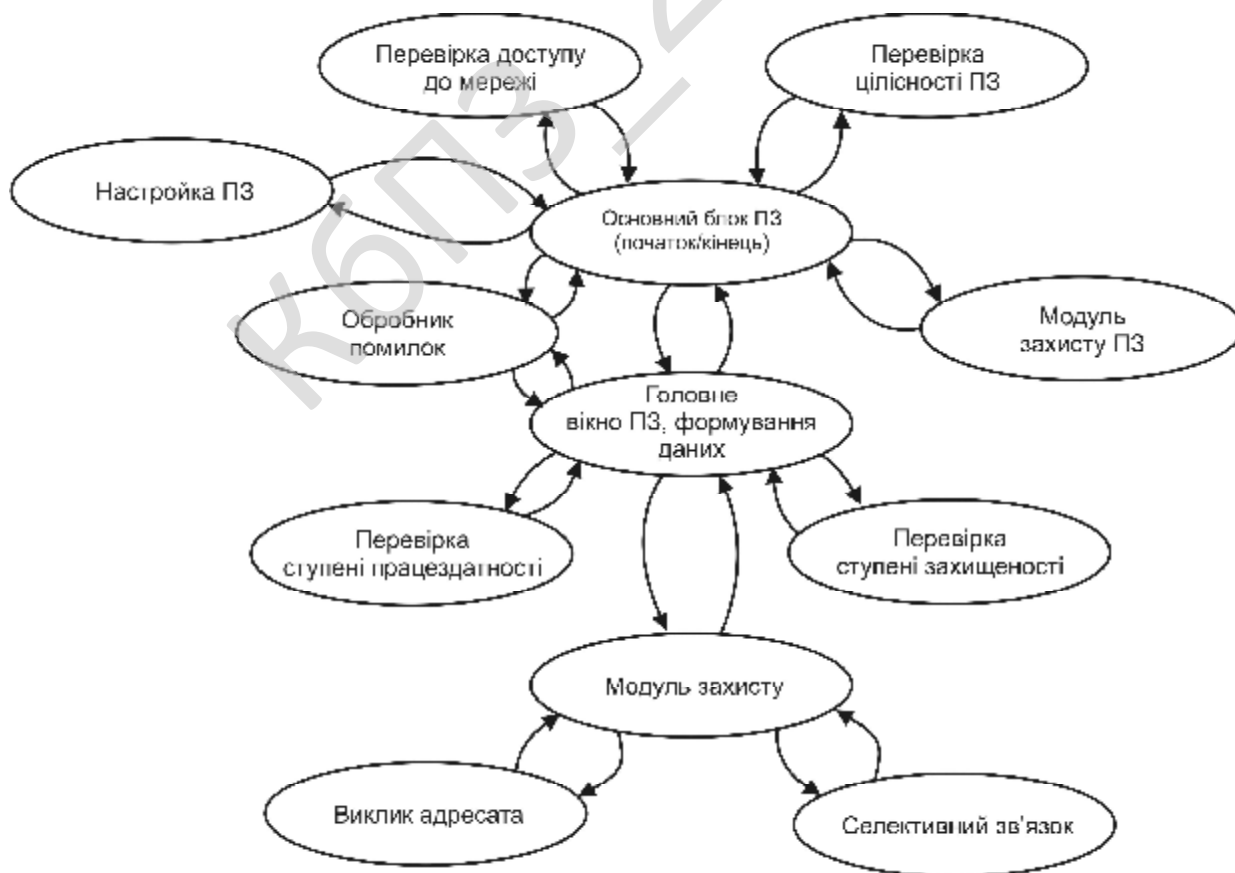


Рисунок 3.3 – Схема взаємодії процесів

Починається і закінчується програма в першому блоці є основною крапкою відрахунку діаграми – «Основний блок ПЗ (початок/кінець)». При переміщенні по стрілках можна побачити загальну схему взаємодії блоків і їх входження один в одного. Чітко простежується взаємодія основного блоку програми з первинними функціями програми без яких надійне функціонування ПЗ неможливе. Перед тим як зв'язатися з кінцевим абонентом ПЗ перевіряє ступень захищеності та ступень працездатності каналу зв'язку, проходить модуль захиту ПЗ та Викликає кінцевого адресата чи групу адресатів (селективний зв'язок). При виникненні помилки ПЗ запускає обробник помилок і локалізує помилку.

Таким чином, розглянувши опис системи, структурну, функціональну схеми системи, та діаграму взаємодії процесів перейдемо до опису блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

К6ПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Первинною стадією без якої не відбувається розробка програмного забезпечення це звичайно розробка блок-схем. Блок-схеми є першоджерелами стратегії розвитку ПЗ. Тому від точності і детальної блок-схеми залежить результат всієї програми. При виборі початкової точки відліку при побудові схем я враховував, що виходячи з вибору мови програмування і інших технічних засобів, програма буде об'єкно-модульна, проект, що розробляється, вимагає оптимізації програми високого рівня, також те, що при розробці програми слід надати особливу увагу модулям захисту каналу зв'язку з використанням IP технології, модулю обробки помилок програми і аудіо модулю. Створення повноцінного коду програмного продукту з розробленою ціновою політикою і системою знижок покупцям програмної продукції.

На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми. При детальному розгляді програма розбита на декілька основних важливих блоків чи групи блоків, таких як:

- Блок ініціалізації початкових значень типів даних, констант, змінних, класів, масивів і графічних даних.
- Блок підключення додаткових файлів.
- Блок пошуку та читання файлів програмного забезпечення, якщо файли ПЗ не знайдені відбуваються дії для завершення ПЗ з виведенням повідомлення. Локальне повідомлення реалізоване WIN API32 функцією MessageDlg.
- Блоків налагодження на робочий режим.
- Блок підпрограми зв'язку.
- Блоків завершення роботи програми.

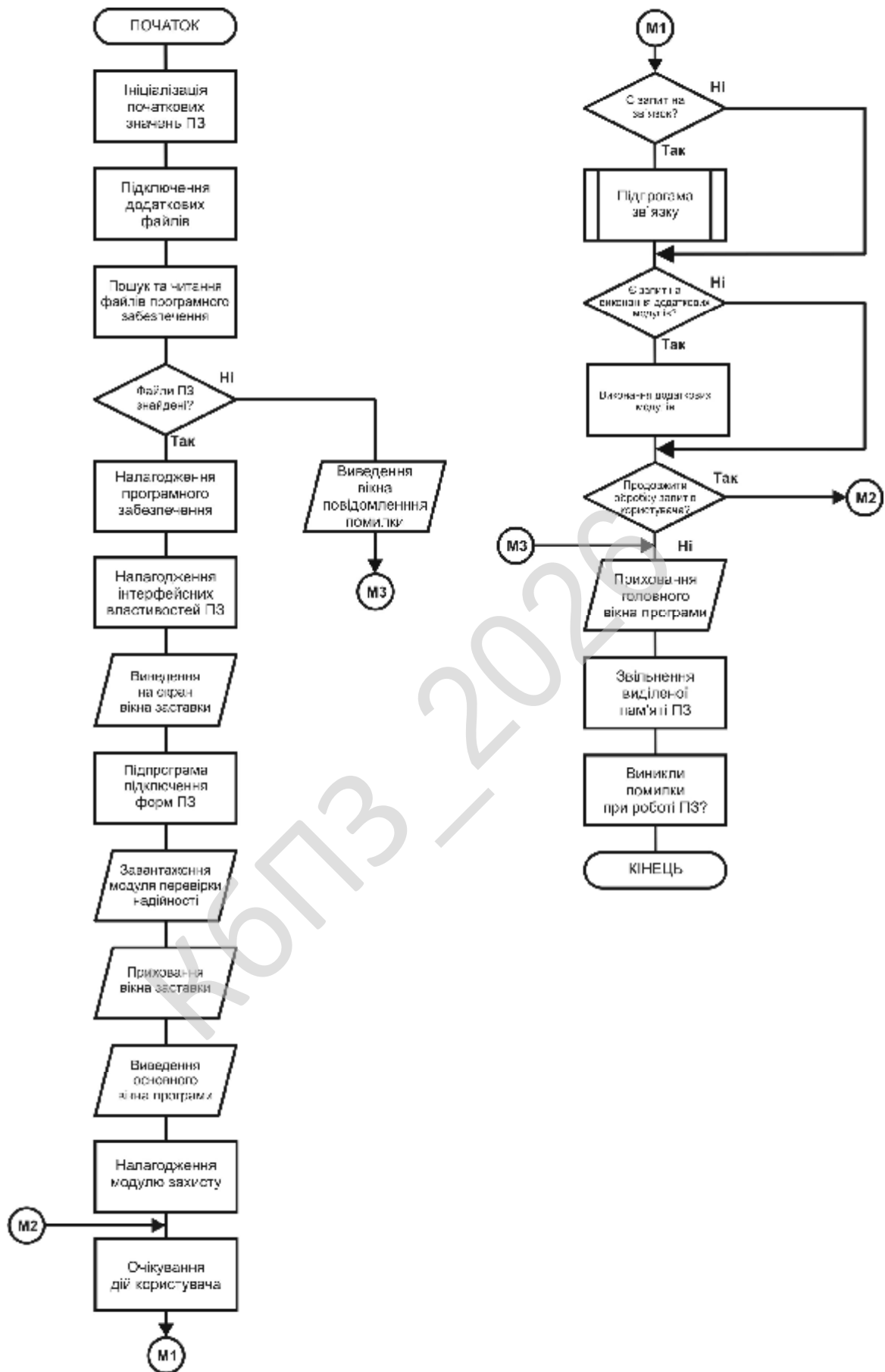


Рисунок 4.1 – Блок-схема програми

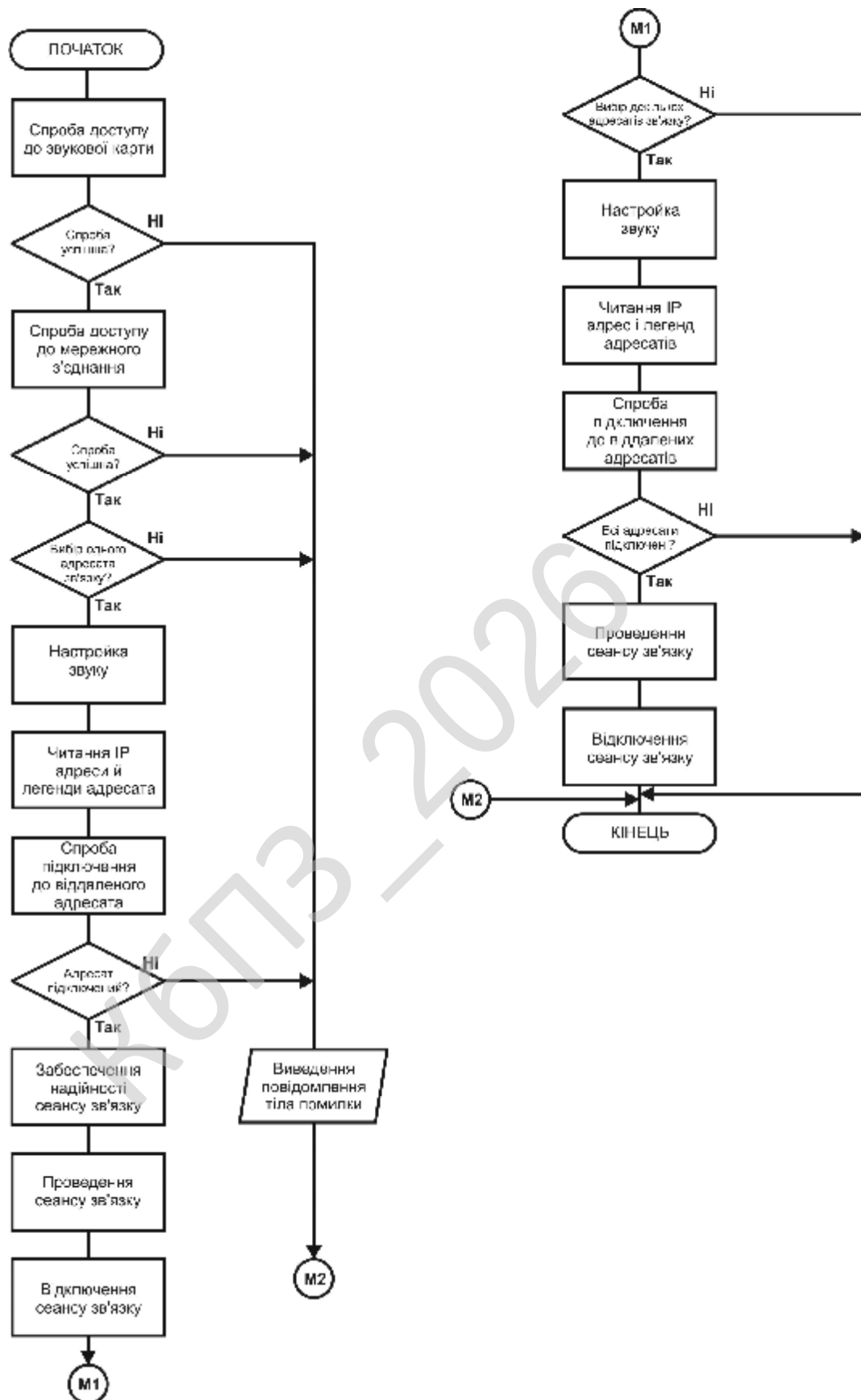


Рисунок 4.2 – Блок-схема підпрограми зв'язку

Блок підпрограми зв'язку відображений на рисунку 4.2 і описує основний алгоритм аналізу та роботи каналу зв'язку.

Саме в цьому блоці в залежності від вибору адресата проводиться спроба доступу до мережного з'єднання (internet/intranet), вибір адресата чи адресатів зв'язку, настройка та проведення сеансу зв'язку.

Для передачі мови по IP-каналам необхідно, як було відмічено раніше, перетворити аналоговий сигнал у цифровий, тобто безперервний в дискретний. Виявляється, що навіть такі на перший погляд зовсім різні сигнали, як безперервні й дискретизовані мають дуже багато загального й зв'язані твердою функціональною залежністю, встановленою теоремою дискретизації, або теоремою Котельникова [3].

Реальний безперервний сигнал володіє спектром, основна частина енергії якого зосереджена в обмеженій смузі частот. Це зумовлене тим, що прилади, що формують і перетворюють повідомлення і сигнали, а також канали зв'язку мають кінцеву смугу пропускання. Функція часу з обмеженням по ширині спектром повністю визначається своїми миттєвими значеннями, відрахованими через інтервали часу:

$$\Delta t = 1/2F_m, \quad (4.1)$$

де F_m - найвища частота спектру сигналу.

Це положення складає зміст теореми Котельникова

Теорема дискретизації, або, як її ще називають, теорема Котельникова, теорема Уїтекера, формулюється в такий спосіб: безперервна функція $X(t)$ з обмеженим спектром, тобто не має у своєму спектрі

$$F\{X(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} X(t) \cdot e^{-j2\pi ft} dt \quad (4.2)$$

складових із частотами, що лежать за межами смуги $f \in (-F_m, F_m)$, повністю визначається послідовністю своїх обчислень у дискретні моменти часу $X(t_i)$, що виходять із кроком $\Delta t < 1/F_m$. Іншими словами безперервна

детермінована функція часу $X(t)$, що має обмежений спектр, може бути розкладена в ряд по ортогональним функціям часу виду:

$$\Psi_i(t) = \frac{\sin 2F_m \pi(t - i\Delta t)}{2\pi F_m(t - i\Delta t)} \quad (4.3)$$

з коефіцієнтами, рівними значенням функції $X(i\Delta t)$. Цей розклад, що називається рядом Котельникова, має наступний вигляд: $X(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} X(i\Delta t)\Psi_i(t)$.

Функція відрахунків має наступні властивості:

1. Вона дорівнює 1 при $t = i\Delta t$ і рівна 0 в усіх інших точках $t = j\Delta t; j \neq i$
2. Її спектр рівномірний в межах смуги частот від $-F_{\min}$ до $F_{\max}$ але рівний 0 поза цією смугою.

3. Вона має властивості ортогональності:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \Psi_i(t)\Psi_j(t) dt = \begin{cases} 0 & \text{при } i \neq j \\ \frac{1}{2F_{\max}} & \text{при } i = j \end{cases}$$

Якщо функція $f(t)$ з обмеженим спектром розглядається на кінцевому інтервалі часу T , то число дискрет, що передаються, буде дорівнювати: $T/\Delta t = 2F_m T$. Величину $F_m T$ називають базою сигналу.

Доказ сформульованої теореми ґрунтується на однозначній відповідності між сигналами й відповідними їм спектрами. Іншими словами, якщо сигнали однакові, те й відповідні їм спектри також однакові. І, навпаки, якщо спектри двох сигналів однакові, той і відповідний сигнали також однакові.

Технологічний процес складається з двох основних етапів – збір і облік даних по IP-адресам й формування відповідної легенди та власне сама робота програми у режимі IP-телефонії та селективного зв'язку. Вони можуть виконуватися в будь-який календарний момент часу і включають операції введення, з'єднання і ін. Операції мають програмне виконання, підлегле єдиній алгоритмічній схемі. Робота з програмою починається з виведення інформаційного вікна й активізації системи меню й здійснюється в діалоговому і

по-дійному режиму. При цьому під діалогом розуміється надання користувачу декількох альтернатив і обробка його вибору. У діалогову систему входять головне меню з відповідними спливаючими підменю а також діалогові вікна. Під подіями розуміються процеси, що активізуються користувачем (наприклад – натискання функціональних клавіш), а також програмні події – з’єднання по IP-технології.

Програма складається з наступних основних модулів.

Основна процедура – конфігурація середовища оточення, формування основного екрана програми, створення системи головного меню і відповідних підменю, активізація меню.

Процедура обробки головного меню – запуск відповідної процедури. Процедура введення даних – забезпечення введення інформації у бази даних IP-адрес та легенд до них, контроль за допустимістю значень, забезпечення введення даних шляхом вибору зі списку.

Допоміжні процедури і функції – реалізація запитів, повідомлень, формування списків вибору IP-адрес та легенд, а також контроль за даними, що вводяться.

Усі модулі в програмі зв’язані між собою за даними, що аналізуються на вході і виробляються на виході. Дані в модулі надходять через діалог з користувачем, параметри і документи інформаційної бази. Передача даних від одного модуля до іншого здійснюється тільки через збережені документи.

Дані через діалог можуть бути отримані прямим і непрямим способом. Прямий спосіб реалізується шляхом їхнього введення за шаблоном чи по запити конкретних значень реквізитів. Непрямий спосіб – шляхом чи меню логічних (альтернативних) запитів – «так», «ні». При непрямому способі дані, що надходять у модуль, заздалегідь передбачені алгоритмом, але зовні виглядають в обліку відомими фразами.

Параметри (мова) – вхідні дані, отримані у виді конкретних значень, переданих в оперативній пам’яті суміжним модулям (функціям).

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм ММВ, в основі якого лежить змішування операцій різних алгебраїчних груп. ММВ – ітеративний алгоритм, що складається з лінійних дій (XOR і використання ключа) і паралельного застосування чотирьох великих оборотних нелінійних підстановок. Ці підстановки визначаються за допомогою множення по модулю $2^{32}-1$ з постійними множниками. У підсумку з'являється алгоритм, що використовує 128-бітовий ключ і 128-бітовий блок.

Алгоритм ММВ оперує 32-бітовими підблоками тексту (x_0, x_1, x_2, x_3) і 32-бітовими підблоками ключу (k_0, k_1, k_2, k_3). Це спрощує реалізацію алгоритму на сучасних 64-бітових процесорах. Чергуючись із операцією XOR, шість разів використовується нелінійна функція f . Запишемо операції алгоритму (всі операції з індексами виконуються по модулю 4):

$$x_i = x_i \oplus k_i \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+1} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+2} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_i \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+1} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+2} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

Функція f виконується в три кроки:

1. $x_i = c_i * x_i$ для $i = 0..3$ (Якщо на вході множення одні одиниці, то на виході – теж одні одиниці).

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

2. Якщо молодший значущий біт $x_0 = 1$, то $x_0 = x_0 \oplus C$. Якщо молодший значущий байт $x_3 = 0$, то $x_3 = x_3 \oplus C$.

3. $x_i = x_{i-1} \oplus x_i \oplus x_{i+1}$ для $i = 0..3$.

Всі операції з індексами виконуються по модулю 4. Операція множення на кроці 1 виконується по модулі $2^{32}-1$. Спеціальний випадок для даного алгоритму: якщо другий операнд дорівнює $2^{32}-1$, результат теж дорівнює $2^{32}-1$. В алгоритмі використовуються наступні константи:

$$C = 2\text{aaaaaaa}, c_0 = 025\text{f1cdb}, c_1 = 2 * c_0, c_2 = 2^3 * c_0, c_3 = 2^7 * c_0.$$

Константа C – «найпростіша» константа без кругової симетрії, високою трійковою вагою й нульовим молодшим значущим бітом. У константи c_0 є інші особливі характеристики. Константи c_1 , c_2 і c_3 – зрушені версії c_0 , і служать для запобігання атак, заснованих на симетрії.

Розшифрування виконується у зворотному порядку, Етапи 2 і 3 інверсні їм самим. На етапі 1 замість c_i використовується c_i^{-1} . Значення $c_0^{-1} = 0\text{dad4694}$.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Встановлення програмного додатку на ПК здійснюється простим копіюванням програмної папки IP_TEL_NET на жорсткий диск ПК. Нижче наведено вміст вказаної папки:

- **IpTel.exe** – виконавчий файл програми;
- **abc.ttf** – файл зі шрифтом;

Налаштування зв'язку між кінцевими абонентами

1. Після запуску програми на екран виводиться вікно завантаження програмного забезпечення та інформації про автора, яке спливає (рисунок 5.1).

2. Після цього необхідно пересвідчитися у наявності доступу до мережі. Для цього необхідно перевірити наявність мережної карти у персональному комп'ютері та підключеного шнура до мережі. Перевірити системні параметри мережної карти. Зайти в меню **Пуск→Налаштування→Мережні підключення→ Налаштування мережних підключень**: вибрати: **IP-адрес, шлюз, маску під мережі, використовуваний протокол (ТСР/ІР)**.

На мережній карті повинна горіти зелена лампочка. Це каже про те, що фізично мережна карта працездатна та готова до роботи з мережею.

3. Потім необхідно перевірити параметри установки фаєрволу:

- системи дозволу IP-портів;
- привілеї користувача;
- поточний статус фаєрволу та перевірити наявність на одночасну роботу декількох фаєрволів на персональному комп'ютері.

4. Перевірити наявність вірусів антивірусом та фаїрволом, або включити максимальний рівень захисту від вірусів. Антивіруси забезпечують найвищий рівень захисту. Виявляються й видаляються всі типи вірусів і троянських програм, ворожі об'єкти Java/Active, блокується доступ до небезпечних WEB-ресурсів. Захист від вірусів охоплює всі операційні системи й групові додатки, які використовуються в сучасних корпоративних мережах.

Антивірус призначений для захисту від вірусів файл-серверів. Файлові сервери – одне із самих уразливих місць корпоративної мережі: якщо поразка вірусом робочого місця приведе до відмови одного комп'ютера, то зараження файл-сервера може порушити роботу всієї мережі. Крім того, заражений сервер може зберігати працездатність, будучи джерелом вірусів для користувачів мережі. Антивірус установлюється на сервер і у фоновому режимі перевіряє всі файли, до яких відбувається звертання від клієнтів. Він забезпечується останніми версіями антивірусних баз, автоматично роблячи відновлення через Інтернет або по локальній мережі. Крім того, антивірус здатний самостійно здійснювати регулярні перевірки дисків за розкладом, не вимагаючи участі адміністратора

Фаїрвол контролює весь трафік на робочій станції, дозволяючи тільки відомим додаткам підключатися до комп'ютера, блокуючи небезпечний трафік, що генерований хакерами, шкідливим кодом, агентами розподілених атак типу "відмова в обслуговуванні", уразливими або неавторизованими додатками й іншими типами атак, що піддають погрозі збереження даних і працездатність мережі. Адміністратор мережі може настроїти роботу фаїрвола прозоро для користувачів, так що користувач навіть не буде знати про присутність на його машині брандмауера.

Антивірусний монітор, повинен працювати в режимі реального часу. Всі операції читання або запису файлів відбуваються після перевірки їх на предмет вірусів. Така організація дозволяє автоматично захищати не тільки сервер від клієнтів, але й клієнтів від сервера, у випадку якщо він заражений вірусами.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Заражені файли автоматично виліковують, видаляються або переміщуються в карантинну зону, після чого адміністраторові відсилається повідомлення.

Сканер вірусів може бути використаний для ручної примусової перевірки дисків на предмет вірусів. За допомогою автоматичного розкладу можна робити регламентні перевірки всіх дисків сервера. Планувати такі операції можна на неробочий час із метою більше ефективного використання обчислювальних ресурсів процесора. Виявлені заражені файли автоматично виліковують, віддаляються або переміщуються в карантинну область, з наступним повідомленням адміністратора.

Антивірусний захист у фоновому режимі захищає робоче місце від можливого зараження вірусами в реальному часі. Він сканує файли, електронну пошту й WEB-ресурси безпосередньо при звертанні до них користувачів. У будь-який момент часу користувач або адміністратор мережі може перевірити локальні або мережні диски на предмет вірусів. Перевірка може бути запущена автоматично за розкладом.

Централізоване керування політикою захисту дозволяє адміністраторові мережі задавати стандартний набір правил (політику) роботи програм і впроваджувати їх по всій мережі підприємства або окремих його частин. Це значно заощаджує час адміністратора, рятуючи його від необхідності відвідувати кожне робоче місце, а також повністю виключає ймовірність зараження вірусами внаслідок некоректного налаштування антивірусних програм користувачами.

5. Якщо є IP-телефон, то підключити його згідно інструкції користувача, яка до нього додається.

6. Запустити розроблене у ході виконання бакалаврської роботи програмне забезпечення на кінцевих персональних комп'ютерах.

7. Визначити IP-адресу кінцевих машин. Для цього необхідно виконати наступні дії:

– Отримати інформаційні дані від адміністратора локальної мережі.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

– У разі неможливості виконання попереднього пункту необхідно виконати наступні дії: зайти на закладку: **Пуск→Настройка→Мережні підключення** вибрати ярлик мережного підключення й нажати на ньому правою кнопкою миші. У контекстному меню, яке з'явиться вибрати: **Властивість→Вибір пункту TCP/IP→в закладці IP-адрес**. Там буде відображено IP-адресу персонального комп'ютера у локальній мережі.

8. Заповнити базу даних IP-адрес та легенду до кожної з неї.

9. Після виконання усіх операцій, перерахованих вище, працюємо з розробленим програмним забезпеченням, згідно інструкції користувача.

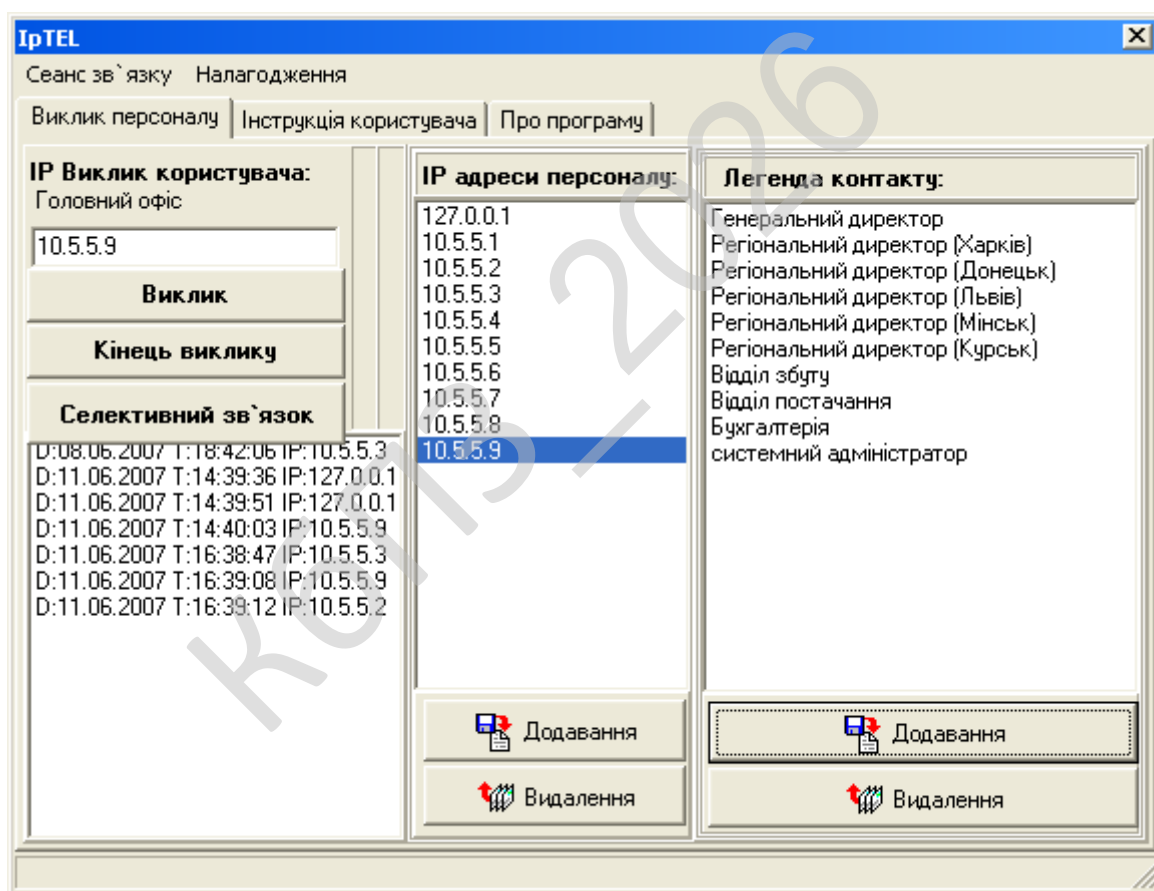


Рисунок 5.2 – Вікно з'єднання з абонентами (головна форма програми)

Система захищена програмним чином і її активізація здійснюється через введення пароля у відповідне поле та натисненням кнопки. По замовчуванню встановлено пароль «123». За умови коректного введення пароля (рисунок 5.4)

система надає користувачеві відповідний доступ для входу в систему, в іншому випадку програма закінчує свою роботу.

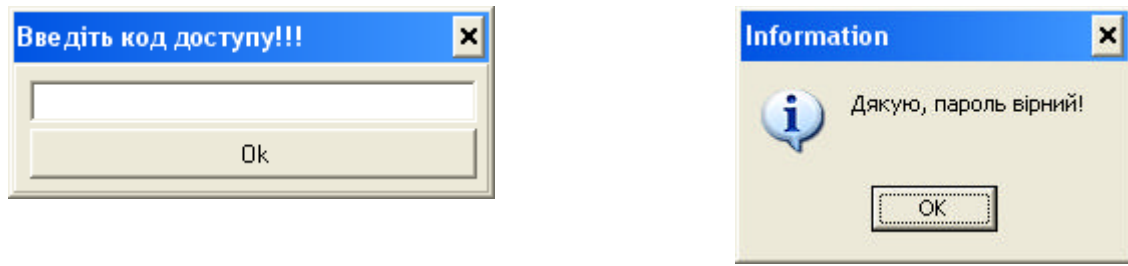


Рисунок 5.3 – Вікно правильного введення паролю

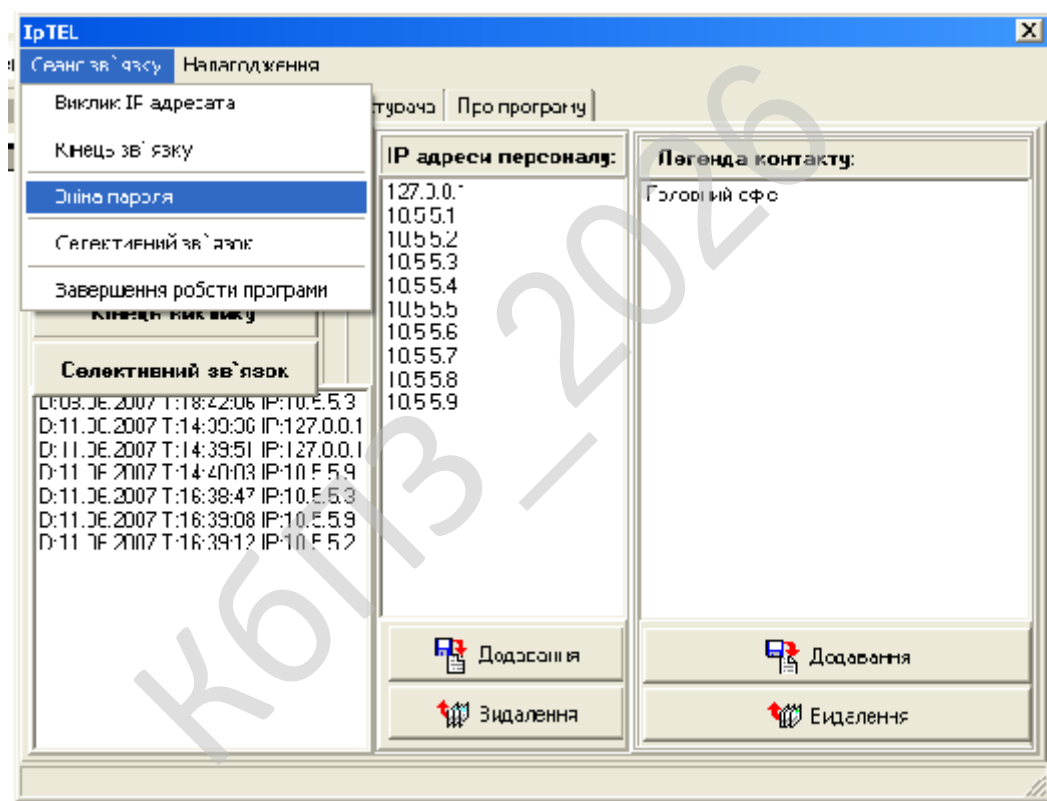


Рисунок 5.4 – Вхідження у режим зміни пароля

Існує можливість зміни паролю. Для цього у вікні зміни паролю необхідно ввести старий пароль, ввести новий пароль та продублювати новий пароль. Фіксація паролю здійснюється кнопкою “Ок”.

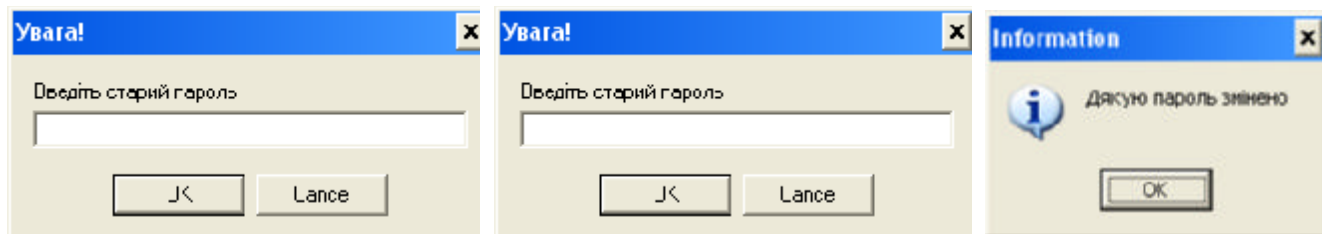


Рисунок 5.5 – Вікно зміни паролю

В додатку є можливість редагування IP-адрес та легенди до них.

Зміни вносяться безпосередньо в сітку відповідних таблиць, їх фіксація здійснюється за допомогою кнопки **ОК**.

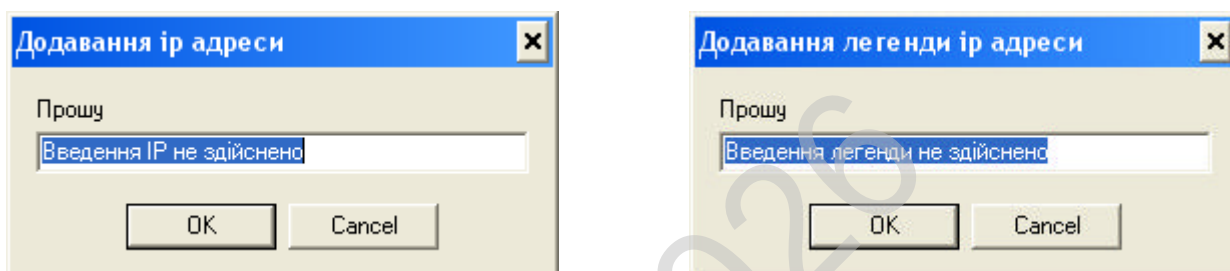


Рисунок 5.6 – Форма редагування адрес та легенд до них

Для організації селективного зв'язку необхідно за нажати клавішу Ctrl та за допомогою лівої кнопки миші виділити ті номери з якими потрібно організувати зв'язок (рисунок 5.7).

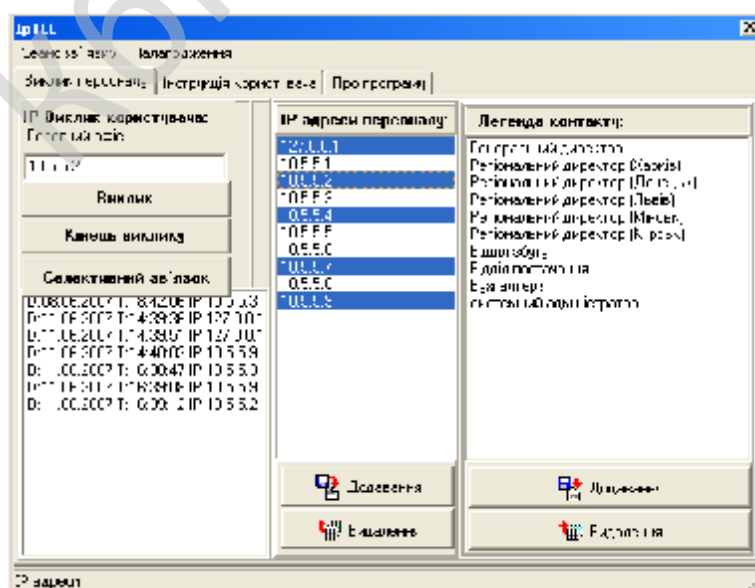


Рисунок 5.7 – Форма вибору номерів для селективного зв'язку

Після цього, необхідно натиснути клавішу
наступне вікно

Селективний зв'язок

З'явиться

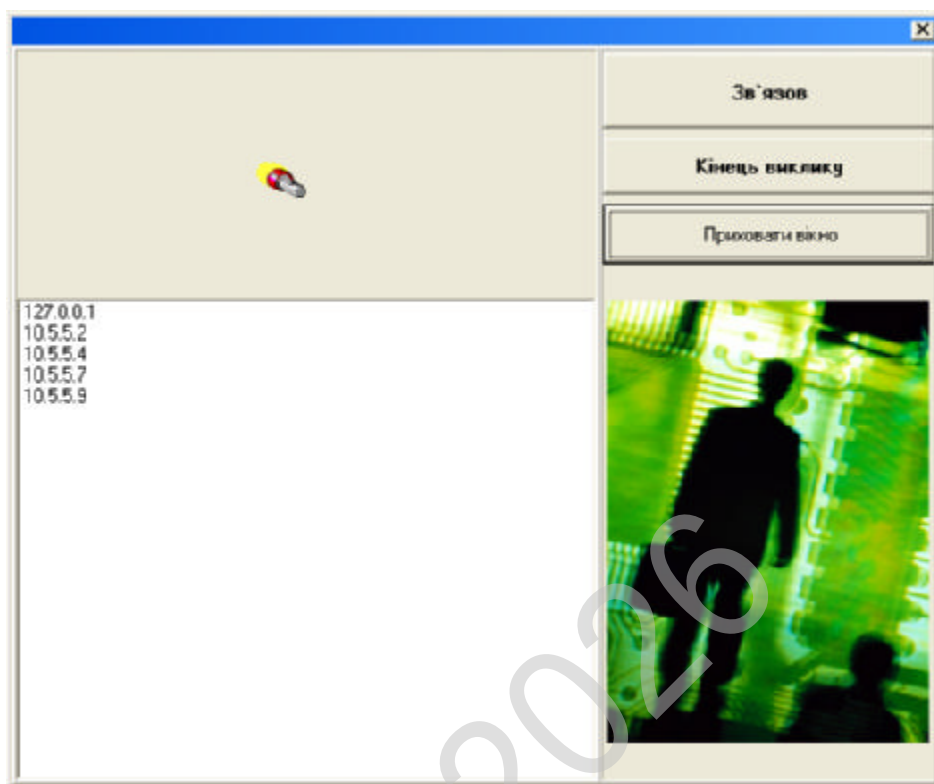


Рисунок 5.8 – Вікно селективного зв'язку

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.
- Досліджена система уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створенні програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Python. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для системи уніфікованих комунікацій на базі протоколу AoIP. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм ММВ.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

К6ПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ranjan Parekh. Fundamentals of Image, Audio, and Video Processing Using MATLAB® With Applications to Pattern Recognition. CRC Press. 2021. 406 p.
2. Alasdair McAndrew. A Computational Introduction to Digital Image Processing. Chapman & Hall. 2021. 560 p.
3. Михайло Пічугін, Іван Канкін, Володимир Воротніков Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / Центр навчальної літератури 346 с. 2019р.
4. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
5. Інженерна комп'ютерна графіка: підручник / В.В. Проців [та ін.] / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. унт-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 247 с.
6. Проців В.В. Прикладна комп'ютерна графіка [Текст]: Навч. посібник / В.В. Проців, К.А. Зіборов, К.М. Бас, Г.К. Ванжа; М-во освіти і наук, Нац. гірн. ун-т. - Д.: НГУ, 2016. - 187 с.
7. Kopf, Johannes and Lischinski, Dani. Depixelizing Pixel Art (англ.) // ACM Trans. Graph. – 2011. – Vol. 30, no. 4. – P. 99:1--99:8.
8. Giachetti, Andrea and Asuni, Nicola. Real-Time Artifact-Free Image Upscaling (англ.) // Trans. Img. Proc.. – 2011. – Vol. 20, no. 10. – P. 2760—2768.
9. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.
10. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 403–447

11. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №4(24), С. 6-27.
12. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». *Підводні технології*, 2024, № 13, с. 28-35.
13. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
14. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
15. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
16. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
17. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
18. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

19. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>

20. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.

21. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.

22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.

23. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

24. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.

25. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.

26. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable

Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.

27. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.

28. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

29. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.

30. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.

31. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.

32. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.

33. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

34. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

35. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

36. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

37. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

38. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

39. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

40. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

41. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2732, 2020, Pages 214-227.

42. Т.В. Смірнова, О.М. Дреєв, О.А. Смірнов «Хмарна інформаційна система оцінювання шорсткості з використанням дискретного частотного аналізу макрофотографій». IV міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 15-16 квітня 2021р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 30.

43. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «Дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5G» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.

44. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

45. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнотураїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.

46. О. Смірнов, Є. Деменко, О. Онікійчук, А. Арищенко, Л. Горбачова, «Формування псевдовипадкових послідовностей для приховування даних в зображеннях» Комп'ютерні науки та кібербезпека. № 4. С. 30-37. 2019.

47. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.

48. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan

D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).

49. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології : монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139

50. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральнотуристський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.

51. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.

52. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.

53. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.

54. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 2 (118). т.2. - Х.: ХУПС - 2014. - С. 64-67

55. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник тез VI міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми та перспективи розвитку ІТ-індустрії”. м. Харків. 17-18 квітня 2014р. – Харків: ХНЄУ. - 2014. - С. 240.

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

56. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Кожанова А.С., Лєвошко О.Л., Константинова Л.В. Основи системного програмування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 257с.

57. Смірнов О.А., Дреєв О.М., Дорєнський О.П. «Дослідження впливу ступеня стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 8(115). – Х.: ХУПС – 2013. – С. 234-239.

58. Смірнов О.А., Дорєнський О.П., Дреєв О.М. Аналіз процесів стиснення та відновлення зображень на основі цифрових методів. Наука і техніка Повітряних сил Збройних Сил України. – Випуск 3(12). – Х.: ХУПС. – 2013. – С.122-127.

59. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.

60. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Жукарев В.Ю., Король О.Г., Сорокін В.Є., Мелешко Є.В. Технології і стандарти комп'ютерних мереж. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 454 с

					ВКРБ-123.26.0054.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60