

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 VoIP для моделі SaaS”**

Виконав здобувач вищої освіти  
IV курсу, групи КІ-22-2  
ОПП «Комп’ютерна інженерія»  
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»  
\_\_\_\_\_ Заворотнюк В.А.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 р.

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

м. Кропивницький

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

*Заворотнюку Владиславу Артемовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи VoIP для моделі SaaS*

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 VoIP для моделі SaaS*

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

Заворотнюк В.А.  
(прізвище та ініціали)

## **АНОТАЦІЯ**

**Заворотнюк В.А. Програмне забезпечення системи VoIP для моделі SaaS. 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 VoIP для моделі SaaS.

Метою розробки є програмне забезпечення системи VoIP для моделі SaaS.

Результат роботи – програмна реалізація системи VoIP для моделі SaaS.

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, VoIP, SaaS

## ABSTRACT

**Zavorotniuk V.A. Software of the VoIP system for the SaaS model. 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 that is intended for the VoIP system for the SaaS model.

The purpose of the development is the software of the VoIP system for the SaaS model.

The result of the work is the software implementation of the VoIP system for the SaaS model.

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 the software are provided.

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

The program was developed in the Python environment.

**Keywords:** computer engineering, VoIP, SaaS

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ .....                                                                                                               | 2  |
| ВСТУП.....                                                                                                                                                                  | 4  |
| 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ .....                                                                                                                                 | 5  |
| 1.1 Призначення системи.....                                                                                                                                                | 5  |
| 1.2 Область застосування.....                                                                                                                                               | 7  |
| 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 .....                                                                                                                                    | 24 |
| 3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ .....                                                                                                                               | 25 |
| 3.1 Опис функціонування системи .....                                                                                                                                       | 25 |
| 3.2 Розробка структурної схеми.....                                                                                                                                         | 31 |
| 3.3 Розробка функціональної схеми .....                                                                                                                                     | 36 |
| 3.4 Розробка діаграми процесів.....                                                                                                                                         | 42 |
| 4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....                                                      | 44 |
| 4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....                                                                                                       | 44 |
| 4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....                                                                                                                       | 56 |
| 5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ .....                                                                                                                      | 59 |
| 6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....                                                                                                                                                     | 65 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                                                                                                                            | 67 |

|                 |                 |                 |              |             |                                                                |                     |              |                |
|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|----------------|
|                 |                 |                 |              |             | <b>ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ</b>                               |                     |              |                |
| <b>Вим.</b>     | <b>Арк.</b>     | <b>№ докум.</b> | <b>Підп.</b> | <b>Дата</b> | <b>Програмне забезпечення системи<br/>VoIP для моделі SaaS</b> | <b>Лім.</b>         | <b>Аркуш</b> | <b>Аркушів</b> |
| <b>Розроб.</b>  | Заворотнюк В.А. |                 |              |             |                                                                | <b>Б</b>            | 1            | 74             |
| <b>Перев.</b>   | Марченко К.М.   |                 |              |             |                                                                |                     |              |                |
| <b>Н.контр.</b> | Коваленко А.С.  |                 |              |             |                                                                | <b>ЦНТУ КІ-22-2</b> |              |                |
| <b>Затв.</b>    | Смірнов О.А.    |                 |              |             |                                                                |                     |              |                |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

|       |   |                                                               |
|-------|---|---------------------------------------------------------------|
| АТМУ  | — | автоматизована телефона мережа установи                       |
| 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                                         |
| ТфЗК  | — | телефоні мережі загального користування                       |
| AVVID | — | архітектурна модель фірми Cisco Systems                       |
| 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. Гейткіпер . 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 устаткування 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 застосунків                                           |
| TCP    | Transmission Control Protocol. Протокол керування передачею (даних) Основний транспортний протокол у стеці протоколів TCP/IP.              |
| 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.                                                                        |
| VoIP   | – Voice over Internet Protocol. Технологія, що дозволяє використовувати IP-мережу для передачі мовної інформації                           |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Ділові комунікації розвиваються швидше, ніж будь-коли. Традиційні телефонні системи більше не є достатніми для сучасних підприємств, які вимагають гнучкості, масштабованості та аналітики в режимі реального часу. У 2026 році рішення VoIP (голос по IP) не просто замінюють застарілі системи, а й змінюють те, як компанії взаємодіють з клієнтами, командами та світовими ринками. Хмарні VoIP-рішення стали кращим вибором для сучасного бізнесу. На відміну від традиційних телефонних систем, хмарний VoIP пропонує гнучкість, масштабованість та економічну ефективність без значних інвестицій в інфраструктуру. Завдяки хмарному VoIP організації можуть легко керувати дзвінками, користувачами та продуктивністю з будь-якого місця, що робить його ідеальним для віддалених команд, кол-центрів та підприємств, що розвиваються.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є програмне забезпечення системи VoIP для моделі SaaS.

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

- Огляд існуючих систем системи VoIP для моделі SaaS.
- Дослідження системи VoIP для моделі SaaS.
- Програмна реалізація системи VoIP для моделі SaaS.

**Практична цінність отриманих результатів** полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі системи VoIP для моделі SaaS.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи VoIP для моделі SaaS, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 4    |

# 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

## 1.1 Призначення системи

VoIP телефон також відомий як SIP телефон або софтфон, використовує передачу голосу по IP (VoIP) для здійснення телефонних дзвінків через мережу IP, а саме через інтернет. VoIP перетворює стандартний аудіоформат телефону в цифровий код, що може передаватися через інтернет, а також у зворотному порядку перетворює вхідні цифрові сигнали, що надходять із інтернет, у стандартні аудіосигнали телефону.

VoIP телефон дозволяє користувачеві дзвонити, використовуючи VoIP, на будь-який інший софтфон, мобільний або звичайний телефон. VoIP телефон може являти собою простий програмний софтфон, або пристрій, дуже схоже на звичайний телефон.

### Функції VoIP телефону

От деякі зі стандартних функцій VoIP телефону: визначення номера абонента, що дзвонить, паркування, переведення і утримання виклику, доступ до телефонної книги й т.п. Деякі VoIP телефони також можуть під час розмови передавати відеозображення.

### SIP телефон Windows/Mac – керування викликами з комп'ютера

SIP телефон Windows/MAC (софтфон) дозволяє через Інтернет управляти викликами з будь-якого місця у світі з настільного ПК або ноутбука. Незалежно від того, перебуваєте ви в офісі, удома або в дорозі, – софтфон для Windows або Mac значно скоротить витрати на зв'язок і працю системного адміністратора.

Завдяки відсутності витрат на настільні IP-телефони, гнучкості й потужним можливостям VoIP-технологій, софтфони для Mac або Windows будуть ідеальним рішенням для ваших бізнес-комунікацій.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 5    |

## **SIP телефон Windows/Mac для викликів із ПК**

Користувачі VoIP-софтфонів для Windows і Mac можуть управляти викликами з робочого стола ПК перебуваючи як в офісі, так і віддалено. А з мультимедійною гарнітурою софтфон може повністю замінити настільний апарат.

- Виклики з робочого стола Windows, як на звичайному IP-телефоні.
- Доступ до всіх функцій уніфікованих комунікацій.
- Інтуїтивний інтерфейс – проста робота й керування.
- Ефективна робота поза офісом і економія на викликах.

### **Керування викликами в Панелі оператора**

Софтфон включає функціональну Панель оператора, що налаштовується для зручного оперативного керування викликами. П'ять режимів відображення інформації про виклики підійдуть для різних співробітників в організації.

- Переведення викликів простим перетаскуванням.
- Інформаційна панель і Менеджер черг для колл-центрів.
- Зручна індикація присутності співробітників.
- Режим секретаря для зручного керування вхідними викликами.

### **Інтеграція з MS Exchange, Outlook і іншими CRM**

Дзвоните прямо зі своєї CRM-системи. Вхідний номер зіставляється з номером клієнта в базі CRM і фіксується в історії взаємин. Журналювання вхідних і вихідних викликів і тривалості кожного виклику дозволяє генерувати докладні звіти про дії ваших співробітників.

- Використовуйте MS Exchange, Microsoft Outlook або телефонний довідник АТМ.
- Дзвоните прямо з вашої CRM-системи.
- Заміна Caller ID зрозумілим ім'ям клієнта.
- Докладні звіти по клієнтах і співробітникам без ручного введення.

|      |      |          |        |      |                                  |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                  | 6    |

## 1.2 Область застосування

### Аналітика та автоматизація дзвінків на базі штучного інтелекту

Сучасні VoIP-платформи тепер оснащені аналітикою дзвінків на основі штучного інтелекту, яка надає компаніям глибоке уявлення про ефективність дзвінків, поведінку клієнтів та продуктивність агентів. Замість того, щоб гадати, що працює, команди можуть приймати рішення на основі даних, використовуючи інформаційні панелі в режимі реального часу та звіти про якість дзвінків.

Функції автоматизації, такі як інтелектуальна маршрутизація викликів, автосекретарі та інтеграція з CRM, допомагають зменшити ручну роботу та покращити час реагування. Це дозволяє командам підтримки та продажів зосередитися на змістовних розмовах, поки система ефективно обробляє повторювані завдання.

### Покращена безпека, відповідність вимогам та конфіденційність даних

Оскільки бізнес все більше покладається на VoIP для щоденного спілкування, безпека та відповідність вимогам стали критично важливими факторами. Сучасні VoIP-рішення пропонують розширене шифрування, безпечне зберігання даних та багаторівневу автентифікацію для захисту конфіденційних розмов та інформації про клієнтів. Дотримання глобальних стандартів, таких як GDPR, та галузевих норм гарантує, що підприємства можуть впевнено працювати, не ризикуючи витоками даних або юридичними проблемами. Завдяки вбудованим засобам контролю безпеки організації отримують душевний спокій під час масштабування своїх комунікаційних систем.

### Майбутнє ділової комунікації

Сучасні VoIP-рішення – це вже не просто здійснення дзвінків, а повноцінні комунікаційні платформи, розроблені для ефективності, безпеки та зростання. Від хмарної інфраструктури до аналітики на базі штучного інтелекту, компанії тепер мають інструменти для трансформації способів зв'язку з клієнтами та командами.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 7    |

У 2026 році впровадження правильного VoIP-рішення може забезпечити сильну конкурентну перевагу, покращити обслуговування клієнтів та підтримувати довгострокову масштабованість для організацій будь-якого розміру.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи VoIP для моделі SaaS, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ\_2026

## 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

#### CloudTalk

CloudTalk – це VoIP-система, яка здавалася «створеною для роботи», а не для демонстрацій. Досвід дзвінків незмінно високий, а адміністративна сторона не карає вас за бажання розумнішої маршрутизації, чіткішої звітності чи кращого контролю над вхідними потоками. Це також один з небагатьох інструментів, де штучний інтелект не відчувається як щось додаткове, а радше як набір функцій, які ви фактично використовуєте, коли обсяг дзвінків зростає.

CloudTalk справді сяє у балансі: достатньо потужності для серйозних команд продажів та підтримки, але водночас доступний для адміністраторів малого та середнього бізнесу, які не хочуть піклуватися про телефонну інфраструктуру. Ви отримуєте глобальне охоплення (підрозділи у понад 160 країнах), сильну інтеграцію та платформу, яка легко масштабується від невеликої команди до більшого бізнесу.

Ключові характеристики:

- Місцеві номери в понад 160 країнах.
- Налаштовувані потоки викликів (Call Flow Designer).
- Розумний номеронабирач для швидших вихідних робочих процесів.
- Панель керування в режимі реального часу та детальна аналітика.
- Рідна інтеграція з більш ніж 35 CRM/службами підтримки.
- Функції штучного інтелекту, такі як голосові агенти AI , аналіз настроїв та транскрипція дзвінків (багатомовна).

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 9    |

Що мені подобається:

- Якість зв'язку залишається на високому рівні на міжнародному рівні, не лише «в гарний день».
- Звітність справді корисна для коучингу та перевірки ефективності.
- Функції штучного інтелекту зменшують обсяг роботи після дзвінків, замість створення додаткових вкладок для керування.

Що мені не подобається:

- Він орієнтований на голос (що добре для більшості малих і середніх підприємств), але не претендує на те, щоб бути повноцінним пакетом послуг, орієнтованим на відео.
- Деякі потреби вищого рівня підштовхуватимуть вас до вищих рівнів.

Найкраще підходить для: малого та середнього бізнесу, який хоче мати найкращу систему VoIP – продажі + підтримка, вхідний + вихідний дзвінки, із сучасним штучним інтелектом та потужною інтеграцією.

Ціни (річна виплата):

- Lite: 19 дол. США/користувач/місяць (лише для Латинської Америки та НА).
- Стартовий: \$25/користувач/міс.
- Базовий: \$29/користувач/міс.
- Експерт: \$49/користувач/міс.

### Google Voice

Google Voice – це вибір «збереження простоти», особливо якщо ваш бізнес вже працює на Google Workspace. Його легко розгорнути, він працює на різних пристроях і не перевантажує вас функціями, які ви не будете використовувати. Компроміс полягає в тому, що розширений штучний інтелект і глибша інтеграція CRM тут насправді не мають значення.

Ключові характеристики:

- Хмарні дзвінки з комп'ютера та мобільного пристрою.
- Доступні місцеві та міжнародні номери.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 10   |

- Блокування спам-дзвінків + основи голосової пошти.
- Сильна внутрішня інтеграція з Google Workspace.

Що мені подобається:

- Просте налаштування та передбачуваний досвід для невеликих команд.
- Добре підійде, якщо Gmail/Календар/Meet вже є вашою операційною системою.

Що мені не подобається:

- Обмежена інтеграція зі зовнішніми CRM/службою підтримки.
- Штучний інтелект здебільшого обмежується блокуванням спаму +

основами голосової пошти.

Найкраще для: компаній, які в першу чергу використовують Google Workspace та хочуть здійснювати прості дзвінки без складнощів.

Ціни (від):

- Стартовий: \$10/користувач/міс.
- Стандартно: \$16/користувач/міс.
- Прем'єр: \$24/користувач/міс.

### Vonage

Vonage – це впізнавана назва, яка може добре підійти для малого та середнього бізнесу, який бажає мати більш традиційний вигляд бізнес-провайдера VoIP, а також додаткові міжнародні функції. Це не найсучасніша платформа у цьому списку, але вона може бути практичним варіантом, якщо пріоритетом є бюджет та базові можливості.

Ключові характеристики:

- Голосова пошта на електронну пошту.
- Автосекретар.
- Додаток для ПК.
- Голосові та відеоконференції.
- Інтеграції (легший каталог порівняно з деякими конкурентами).

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 11   |

Що мені подобається:

- Це може бути економічно обґрунтованою відправною точкою для команд, які впроваджують VoIP.

- Дистанційне налаштування просте.

Що мені не подобається:

- Додаткові опції можуть накопичуватися залежно від ваших потреб.

- Не завжди найгнучкіший вибір для швидкого масштабування.

Найкраще підходить для: бюджетних малих і середніх підприємств, яким потрібна працездатна основа без необхідності «глибини контакт-центру».

Ціни (від):

- Мобільний: \$10.49/агент.

- Премія: \$17.49/агент.

### RingCentral

RingCentral – це «великий набір інструментів». Це чудовий вибір, коли вам потрібна велика кількість інтеграцій та широкі комунікаційні функції. Він може бути чудовим, особливо для команд з IT-підтримкою або складнішими робочими процесами, але це не завжди найпростіший шлях для менших команд, які прагнуть простоти.

Ключові характеристики:

- Маршрутизація дзвінків та запис дзвінків.

- Розширена аналітика та звітність.

- Мобільна підтримка.

- Велика екосистема інтеграції (300+ зазначено в багатьох каталогах).

Що мені подобається:

- Широкий спектр можливостей корпоративного рівня: після налаштування він може впоратися з багатьма завданнями.

- Чудовий вибір, коли інтеграції не підлягають обговоренню.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 12   |

Що мені не подобається:

- Складність та політика можуть здаватися «підприємницькими» у повсякденному досвіді.
- Не завжди найкращий варіант для команд з низьким рівнем управління, які швидко рухаються.

Найкраще підходить для: команд, яким потрібні комунікаційні можливості корпоративного рівня та які не проти додаткового налаштування.

Ціни (від):

- Базовий: \$20/агент.
- Розширений: 25 доларів США/агент.
- Ультра: \$35/агент.

### **CallHippo**

CallHippo розроблено для підтримки робочих процесів як у сфері продажів, так і в сфері обслуговування, і масштабується за допомогою багаторівневих планів. Загалом, це гарний вибір, якщо вашій команді потрібні функції кол-центру, не переходячи одразу на корпоративні ціни.

Ключові характеристики:

- Чітка якість дзвінків.
- Місцеві номери для понад 50 країн.
- Налаштування хмари.
- Широка екосистема додатків.
- Покращення штучного інтелекту, такі як аналіз настроїв та виявлення тем.

Що мені подобається:

- Структура «масштабування в міру зростання» має сенс для стартапів та команд, що розширюються.
- Корисний набір функцій без надмірної складності.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 13   |

Що мені не подобається:

– Як і на багатьох багаторівневих платформах, деякі функції, які вам знадобляться, зрештою опиняються обмеженими.

Найкраще для: Зростаючих команд продажів/підтримки, яким потрібен масштабований VoIP з деякими функціями штучного інтелекту.

Ціни (від):

- Стартовий: \$18/агент.
- Професійний: \$30/агент.
- Кінцева вартість: \$42/агент.

### **Ooma Office Phone**

Ooma Office Phone виглядає як «простий» вибір, який все ще задовольняє реальні потреби бізнесу: функції реєстрації, додаткові номери та надійні базові телефонні функції. Він не такий аналітичний, як деякі інші інструменти, але для невеликих організацій може бути зручним та надійним варіантом.

Ключові характеристики:

- Віртуальний реєстратор.
- Набір додаткового номера.
- Конференц-мости.
- Мобільний додаток + надані опції обладнання.
- Технологія шифрування урядового стандарту.

Що мені подобається:

– Прості функції дзвінків без перевантаження.

– Практично для команд, яким потрібна система бізнес-телефонії, яка «просто працює».

Що мені не подобається:

– Не призначено для глибокої звітності або розширених операцій кол-центру.

Найкраще підходить для: малого та середнього бізнесу, яким потрібні надійні основи VoIP без зайвих складнощів.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 14   |

Ціни (від):

- Основні речі: \$19.95/агент.
- Професіонал: \$24.95/агент.
- Pro Plus: \$29.95/агент.

### **Dialpad**

Dialpad – це вибір із акцентом на штучний інтелект у цьому списку. Він побудований на автоматизації та допомозі – зведеннях, підтримці агентів, допомозі в режимі реального часу – тому команди витрачають менше часу на адміністрування та більше часу на спілкування з клієнтами. Компроміс полягає в тому, що якщо вам потрібні високо налаштовані процеси викликів, ви можете почуватися обмеженими.

Ключові характеристики:

- Функції штучного інтелекту для допомоги агентам у розмовах із підтримкою.
- Картки під час дзвінка для контексту.
- Безлімітні дзвінки в США/Канаду.
- Автосекретар, черги, голосова пошта.
- Показники продуктивності + загальні інтеграції.

Що мені подобається:

- Функції штучного інтелекту, розроблені для щоденного використання (не лише маркетинговий текст).
- Гарний досвід роботи з кількома пристроями для гібридних команд.

Що мені не подобається:

- Глибина налаштування може бути обмеженою порівняно з більш налаштовуваними платформами.

Найкраще підходить для: команд, які хочуть використовувати допомогу штучного інтелекту як частину щоденних дзвінків.

Ціна: від \$27/користувач/міс (стандартні бізнес-комунікації).

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 15   |

## Nextiva

Nextiva – це надійна платформа в стилі «уніфікованих комунікацій». Вона поєднує PBX/VoIP з відео та командним обміном повідомленнями, і часто підходить компаніям, яким потрібен один постачальник для комунікацій, а не об'єднувати різні інструменти.

Ключові характеристики:

- Аналітика та управління дзвінками.
- Інтеграції CRM/служби підтримки (близько ~20 зазначено в багатьох стеках).
- Інструменти штучного інтелекту, такі як відстеження настроїв та транскрипція голосової пошти.
- Шифрування TLS + SRTP між кінцевими точками.

Що мені подобається:

- Стабільний універсальний варіант із широким набором функцій.
- Гарний вибір, коли ваша команда хоче спільного голосового зв'язку та співпраці.

Що мені не подобається:

- Не завжди «найкраща ціна», коли ви піднімаєтеся на рівні для просунутих потреб.

Найкраще підходить для: компаній, яким потрібна масштабована, уніфікована комунікаційна платформа з надійною безпекою.

Ціни (від):

- Основний: \$17.95/агент.
- Професійний: \$21.95/агент.
- Підприємство: \$31.95/агент.

## Чому важливо вибрати правильне програмне забезпечення VoIP

Різниця між «хорошим» VoIP-інструментом та чудовим проявляється в дрібницях: пропущені дзвінки, які мали бути перенаправлені, слабка звітність, яка перетворює коучинг на здогадки, інтеграції, які не синхронізуються

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 16   |

належним чином, або клієнти, які повторюють інформацію, оскільки контекст не відповідав дзвінку. Правильна платформа створює враження, що ваша команда більша, ніж вона є насправді. Вона зменшує хаос. Вона захищає ваш конвеєр. І робить зростання керованим, а не безладним.

Завжди проглядалося кілька закономірностей:

– Деякі платформи виглядають відшліфованими в демо-версії, а потім здаються незграбними, коли ви швидко рухаєтесь.

– Якість дзвінка – це найважливіше. Якщо звук пропадає, нічого більше не має значення.

– Звітність може бути «даними» або «рішеннями». Лише кілька інструментів дозволяють легко діяти на основі отриманих знань.

– Підтримка важливіша за функціональність. Коли порт номера зависає або маршрутизація порушується, ви ж не хочете, щоб черга заявок виглядала як чорна діра.

Найбільшою перемогою було знайти платформу, яка поєднувала б простоту з реальною потужністю. Саме тому CloudTalk виявився найкращим вибором для потреб малого та середнього бізнесу в стилі 2026 року: вона масштабована, сучасна, підтримує штучний інтелект і не вимагає технічної команди лише для її роботи.

### **Як вибрати правильну VoIP-телефонну систему (на основі реального досвіду)**

Якщо ви швидко обираєте, сформулюйте короткий список з урахуванням цих факторів:

1. Якість та надійність дзвінків. Тестуйте. Не робіть припущень. Здійснюйте внутрішні дзвінки, зовнішні дзвінки та міжнародні дзвінки, якщо вам це потрібно. Ваш клієнтський досвід – це буквально аудіо.

2. Маршрутизація викликів та керування потоком викликів. Вам потрібна достатня логіка маршрутизації, щоб уникнути хаосу: робочі години, черги, IVR та прості способи обробки переповнення.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 17   |

3. Аналітика, яку ви фактично використовуватимете. Шукайте інформаційні панелі, які відповідають на практичні запитання: пропущені дзвінки, час очікування, ефективність прийому дзвінків, сигнали конверсії та підказки для коучингу.

4. Інтеграції CRM/служби підтримки. Ваша телефонна система не повинна існувати ізольовано. Якщо ви використовуєте HubSpot, Zendesk, Salesforce, Pipedrive – переконайтеся, що інтеграція є нативною та стабільною.

5. Штучний інтелект, який зменшує обсяг роботи (а не додає її). Зведення дзвінків, транскрипція, сигнали налаштуву та агенти штучного інтелекту можуть допомогти – якщо їх реалізувати чітко. Якщо це здаватиметься хитрощами, ви перестанете їх використовувати.

6. Структура ціноутворення, яка не стримуватиме зростання. Дізнайтеся, що відбувається, коли ви додаєте номери, розширюєтеся на міжнародний рівень або переходите на вищі рівні для таких функцій, як розширена звітність та програми набору номера.

### **Висновок**

Для малого та середнього бізнесу у 2026 році «найкращою VoIP-системою» буде та, яка забезпечує чіткі дзвінки, зручну маршрутизацію, видимість даних та безпроблемне розширення. Більшість платформ можуть обробляти базові дзвінки. Менше з них можуть впоратися з складною реальністю масштабування: більший обсяг, більше номерів, більше інструментів у вашому стеку, більший тиск на кожну розмову.

Якщо ви шукаєте найкращий універсальний вибір, CloudTalk вирізняється поєднанням міжнародного покриття, робочих процесів, зручних для CRM, практичної аналітики та функцій штучного інтелекту (включаючи голосових агентів AI), які допомагають командам рухатися швидше без втрати якості.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 18   |

## 2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – динамічна інтерпретована об'єктно-орієнтована скриптова мова програмування із строгою динамічною типізацією. Офіційний сайт мови програмування Python <https://www.python.org/>. Python – багатоцільова мова програмування, яка дозволяє писати код, що добре читається. Відносний лаконізм мови Python дозволяє створити програму, яка буде набагато коротше свого аналога, написаного на іншій мові. Python – багатоплатформова мова програмування. Це означає, що програми на Python можна запускати в різних операційних системах без будь-яких змін.

Ще однією перевагою Python є його стандартна бібліотека, яка встановлюється разом з Python і містить готові інструменти для роботи з операційною системою, веб-сторінками, базами даних, різними форматами даних, для побудови графічного інтерфейсу програм тощо. Програми, написані на мові програмування Python, можуть бути як невеликими скриптами, так і складними системами. Python абсолютно безкоштовний.

### Швидкість виконання коду Python

Один з можливих недоліків Python – швидкість виконання коду. Python не є компільованою мовою. Код на Python спочатку компілюється у внутрішній байт-код, який потім виконується інтерпретатором Python. У більшості випадків при використанні Python виходять програми повільніші в порівнянні з такими мовами, як C.

Втім, сучасні комп'ютери мають таку обчислювальну потужність, що для більшості застосунків швидкість розробки важливіша швидкості виконання, а програми на Python зазвичай пишуться набагато швидше.

Окрім того, Python легко розширюється модулями, написаними на C або C++. Такі модулі можуть використовуватися для виконання частин програми, що створюють інтенсивне навантаження на процесор.

## Використання Python

Python використовується для різних цілей: для створення ігор і веб-застосунків, розробки внутрішніх інструментів для різноманітних проектів. Мова також широко застосовується в науковій області для досліджень і розв'язування прикладних завдань.

Застосування мови програмування Python:

1. BitTorrent – протокол для обміну даними.
2. Ubuntu Software Center – вільне програмне забезпечення для пошуку, установки і видалення пакунків в системі Ubuntu Linux.
3. Blender – програма для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає засоби моделювання, анімації, вимальовування, пост-обробки відео, а також створення відеоігор.
4. GIMP – растровий графічний редактор, із підтримкою векторної графіки.
5. World of Tanks.
6. Вільна енциклопедія Вікіпедія.
7. Пошукова система Google.
8. DropBox – файловий хостинг, що включає персональне хмарне сховище, синхронізацію файлів і програму-клієнт.
9. YouTube – популярне відеосховище.

## Версії Python

Мови програмування з часом змінюються – розробники додають в них нові можливості, а також виправляють помилки. Так з'являються різні версії мови. Наприклад, код написаний на Python 2 у більшості випадків не буде працювати у версії Python 3 без внесення додаткових змін.

Процесор є найважливішим компонентом в комп'ютері. Одна з основних функцій процесора – це обробка даних згідно комп'ютерної програми, яка є списком інструкцій, шляхом виконання арифметичних і логічних операцій над фрагментами даних.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 20   |

Кожна інструкція в програмі – це команда, яка «повідомляє» процесору, яку операцію він повинен виконати. Процесор комп'ютера може розуміти лише ті інструкції, які написані на машинній мові. Машинна мова – це штучна мова, створена для передачі команд комп'ютеру. За допомогою машинної мови створюються ефективні програми, оскільки розробник отримує доступ до всіх можливостей процесора. Машинна мова – мова низького рівня.

Інструкція машинної мови існує для кожної операції, яку процесор здатний виконати – є інструкція для додавання чисел, є інструкція для віднімання чисел і т.д. Увесь набір інструкцій, який центральний процесор може виконати, відомий як набір інструкцій процесора.

Наприклад, у вас є певна програма, яка зберігається на диску вашого комп'ютера. Для виконання програми, ви здійснюєте подвійний клік на значку програми. Це змушує програму копіюватися з диска в оперативну пам'ять, після чого процесор комп'ютера виконує копію програми, яка знаходиться в оперативній пам'яті.

Коли процесор виконує інструкції програми, він бере участь у процесі, який є відомим як цикл `fetch – decode – execute` (отримати – декодувати – виконати). Цей цикл виконується для кожної інструкції у програмі і складається з трьох кроків:

#### **Отримати**

Програма – це послідовність інструкцій на машинній мові. Першим кроком циклу є завантаження (отримання) наступної інструкції з пам'яті в процесор.

#### **Декодувати**

Інструкція машинної мови – це двійкове число, яке представляє команду, що повідомляє процесору виконати певну операцію. На цьому кроці процесор декодує інструкцію, яку було «витягнуто» з пам'яті, для визначення того, яка операція повинна виконуватись.

## Виконати

Останній крок циклу – виконати операцію.

Хоча процесор комп'ютера розуміє тільки машинну мову, людині непрактично писати програми на машинній мові. Така програма може мати тисячі або навіть мільйони бінарних інструкцій, і написання такої програми буде дуже обтяжливим процесом.

З цієї причини була створена мова асемблера як альтернатива машинній мові. Замість використання двійкових чисел для написання інструкцій, мова асемблера використовує короткі слова, відомі як мнемокоди.

Незважаючи на те, що мова асемблера не вимагає двійкових інструкцій, як у випадку машинної мови, проте вона вимагає високих знань про процесор. Використовуючи мову асемблера, навіть для найпростішої програми, необхідно написати велику кількість інструкцій. Мова програмування високого рівня дозволяє створювати складні програми, не знаючи, як працює процесор, і не записуючи великої кількості інструкцій низького рівня. Крім того, більшість мов програмування високого рівня використовують слова, які легко зрозуміти.

Python – одна із популярних сучасних мов програмування високого рівня. Python – інтерпретована мова програмування. Python – це високорівнева інтерпретована мова програмування, на відміну від C++, яка є прикладом компільованої мови програмування. Назва Python відноситься як до мови програмування, так і до інтерпретатора – комп'ютерної програми, яка зчитує початковий код (написаний на Python) і виконує інструкції (команди).

Для перекладу мови високого рівня на машинну мову доступні два типи програм:

1. Компілятор.
2. Інтерпретатор.

## Завантаження Python

Версії інтерпретатора Python для різних операційних систем доступні для безкоштовного завантаження за адресою <https://www.python.org/downloads>.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 22   |

## Середовище програмування для Python

Для написання програм використовують текстові редактори або інтегровані середовища розробки, які включають в себе різні інструменти для роботи з кодом: засіб для написання коду (текстовий редактор), інтерактивний інтерпретатор, відлагоджувач тощо.

Текстові редактори та інтегровані середовища програмування для Python:

- IDLE – стандартний редактор Python. Встановлюється разом з Python для користувачів Windows, окремим пакунком для користувачів Linux.

- Notepad++ – безкоштовний текстовий редактор початкового коду, який підтримує велику кількість мов, в тому числі і Python. Лише для користувачів Windows.

- Visual Studio Code – це легкий, але потужний редактор початкового коду, який розповсюджується безкоштовно і доступний у версіях для платформ Linux, Windows і macOS.

- PyScripter – інтегроване середовище розробки для мови програмування Python. Для користувачів Windows. Поширюється безкоштовно.

- Wing IDE 101 – вільне інтегроване середовище для Python, розроблене для навчання програмістів-початківців. Для користувачів Linux, Windows і macOS. Поширюється безкоштовно.

- Geany – вільний текстовий редактор з базовими елементами інтегрованого середовища розробки, доступний для операційних систем Linux, Windows і macOS.

- PyCharm – інтегроване середовище розробки для мови програмування Python. PyCharm є власницьким програмним забезпеченням. Наявна безкоштовна версія Community з усіченим набором можливостей. Для користувачів Linux, Windows і macOS.

- Thonny – IDE для вивчення програмування мовою Python. Для користувачів Linux, Windows і macOS.

- Mu – редактор коду Python для програмістів-початківців. Для користувачів Linux, Windows і macOS.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 23   |

## 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 VoIP для моделі SaaS.

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-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 24   |

## 3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

### 3.1 Опис функціонування системи

Технологія VoIP реалізує завдання й рішення, які за допомогою технології традиційної телефонії реалізувати сутужніше або дорожче. Метою написання даного розділу є бажання познайомити з рішеннями в області IP-телефонії від різних постачальників, які можуть бути використані в невеликих компаніях і філіях великих корпорацій

Ви володієте або керуєте невеликою компанією до 50 чіл? Компанія має мережу невеликих філій, розкиданих по країні або місту? Питання комунікації із зовнішнім миром (телефонні й мобільні дзвінки партнерам і замовникам, електронні листи, обмін миттєвими повідомленнями, Інтернет) є життєво важливою частиною бізнесу?

Ви зіштовхувалися із ситуацією, коли внаслідок зміни офісу або місцезнаходження філії компанії доводилося міняти телефонні номери, а виходить, втрачати клієнтів? У вас ніколи не виникала думка, що було б здорово, якби рахунку на зв'язок були хоча б вполовину менше? Якщо так, то ця робота – для вас.

#### IP-телефонія. За й проти

Розглянемо основні переваги впровадження IP-телефонії для невеликих компаній і те, яким образом вони досягаються:

1. Простота розгортання системи. Одним з основних переваг IP-телефонії є те, що голос передається по каналах передачі даних. Тобто при організації зв'язку в новому офісі немає необхідності готувати кабельну інфраструктуру окремо для локальної мережі й окремо для телефонів.

Усе, що необхідно, – це організувати LAN. Усе буде працювати по одному кабелю. Це ж надалі значно здешевить обслуговування мережі, так як все буде

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 25   |

зводиться до обслуговування IP-мережі, а адміністрування вимагає лише базових знань IP-телефонії, оскільки більшість рішень для SMB передбачає невисокі вимоги до рівня знань обслуговуючого персоналу.

2. Простота інтеграції з існуючими системами зв'язку. Може так вийти, що з якихось причин вам не вистачає міських телефонних ліній? Закінчилися внутрішні номери на міні-АТМ? Ваша АТМ «вірою й правдою» прослужила вам багато років і не підтримує ті або інші функції, які стали вам необхідні в цей час?

Якщо у вашій офісі вже є локальна мережа, то в неї зовсім безболісно можна інтегрувати IP-телефонію. IP-система буде об'єднана з існуючим устаткуванням, і в такий спосіб ви одержите додаткове устаткування без необхідності списувати старе й проводити нові лінії.

3. Економія на дзвінках усередині компанії. Частина співробітників сидить в іншому приміщенні (у різних будинках, на різних поверхах)? У вас кілька офісів? Ваш головний бухгалтер воліє працювати будинку? Ваші партнери в іншому місті? Ви розумієте, що дзвінки один одному через міські номери (або ще гірше, по міждмісту) обходяться вам у копійчку? Переконаєтеся, що в кожному з необхідних вам місць є доступ в Інтернет. Об'єднаєте всі ваші офіси, філії, і співробітників, що працюють удома, IP-телефонією й дзвоните їм, набираючи три цифри замість семи. Причому безкоштовно. Додзвонитися до них буде так само просто, начебто вони в сусідній кімнаті. І неважливо, у якій частині країни або миру буде перебувати співробітник – будь-які дзвінки між абонентами усередині мережі виглядають як дзвінки усередині одного офісу.

4. Економія на дзвінках абонентам мобільних операторів. Використовуйте GSM шлюз, убудований в IP-систему, або підключите додатковий, установите в нього картку мобільного оператора й робіть дзвінки із всіх внутрішніх телефонів по внутримережному тарифу мобільного оператора.

5. Економія на міжнародних дзвінках. Надається можливість скористатися послугами провайдерів IP-телефонії й робити міжнародні дзвінки по лояльних тарифах.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 26   |

6. При підключенні через провайдерів існує можливість зафіксувати номерну ємність через SIP і у випадку зміни місця розташування офісу телефонні номери залишаються незмінними. У нашій країні вже достатня кількість операторів і провайдерів, які дозволяють підключати міські телефонні номери не по традиційних каналах (аналоговим лініям або за протоколам PRI), а по каналах IP (інакше кажучи, через Інтернет). Таким чином, навіть у випадку зміни офісу у вас завжди залишиться можливість зберегти свої номери телефонів. Єдина умова – у новому офісі теж повинен бути Інтернет.

Говорячи про переваги технології, несправедливо було б не сказати про так званих «хронічні хвороби» VoIP, про які відомо вже багато років, але усунути їх повністю неможливо. Можна лише звести до мінімуму ефект від їхнього впливу.

Порівняно повільне впровадження VoIP зв'язане не тільки з високими початковими інвестиціями. Мова йде також про наступні проблеми:

1. Гадана простота впровадження (багато в чому завдяки публікаціям у пресі й рекламі виробників). Необхідно не забувати, що розгортання голосових служб на базі IP-мережі підприємства все-таки вимагає участі фахівців.

2. Недостатня часом якість голосового зв'язку. Основну роль мають два фактори: характеристики IP-мережі і якість використовуваного устаткування. При використанні IP-мережі на якість передачі голосу впливають такі параметри, як затримка при передачі IP-пакетів, джиттер і втрата пакетів.

Ці фактори потрібно враховувати, і, як уже було сказано вище, їх можна звести до мінімуму (наприклад, як правило, необхідне проведення попереднього організаційно-технічного аналізу існуючої мережної інфраструктури).

Що ж стосується якості устаткування, те тут багато чого залежить від рівня виробника й досвіду системного інтегратора, що поставляє рішення. Хто ж є сьогодні основним споживачем IP-телефонії? Звичайно, у першу чергу це самі оператори зв'язку. Далі йде великий бізнес: банки з їх численною філіальною мережею, корпорації й територіально розподілені компанії, мережі магазинів і

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 27   |

т.д. У меншому ступені ІР проникнула на ринок невеликих компаній. Там вона в основному представлена Skype. Хоча перспективи саме в даному сегменті, на думку аналітиків, у неї більші.

### **Специфіка роботи в сегменті SMB**

Хто з постачальників устаткування й рішень хоч раз зіштовхувався з малим і середнім бізнесом, погодиться – це досить консервативний сегмент.

Ніде правди діти – хоча частина SMB-компаній ставить на перше місце надійність рішення або послуги, а на друге – параметр «ціна/якість», більшість скоріше дотримується зворотної моделі. І криза отут ні при чому. Просто, як правило, SMB-компанії не відносять покупку телекомунікаційних послуг до числа пріоритетних завдань.

У компаніях SMB у переважній більшості випадків відсутній окремий ІТ-бюджет, не говорячи вже про його фінансування на регулярній основі. У результаті й інформаційній системі, і інфраструктура складаються поступово, без єдиного плану. Та й сама стратегія розвитку (у випадку, якщо вона все-таки є) будується, як правило, на експертній оцінці прихожого фахівця, що обслуговує ІТ-інфраструктуру компанії. Не будемо проводити експертну оцінку рівня підготовки даних «експертів». Будемо вважати, що він досить високий, щоб оцінити переваги й недоліки того або іншого рішення й дати необхідні рекомендації своєму роботодавцеві.

Крім того, у компаніях SMB на ухвалення рішення сильний вплив робить суб'єктивний фактор: думка їхнього власника або керівника – «подобається, не подобається», «довіряю, не довіряю». Ні для кого не секрет, що не всі підприємства цього сектора прозорі, тому їхні перші особи не завжди готові пустити «чужого» у свою мережу.

Ключовою фігурою в цьому випадку є «перша особа» компанії і його готовність купувати нове обладнання, а отже, вкладати гроші в розвиток бізнесу.

Тому надто важливо пропонувати просте рішення, зрозуміле як з погляду необхідності того або іншого устаткування й послуг, так і з погляду оплати,

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 28   |

підключення й експлуатації. Це рішення повинне бути зрозуміло людям, що найчастіше не знають, що таке, наприклад, DNS і IP-адреса.

Клієнти із сегмента SMB, як правило, більш оперативно приймають те або інше рішення, чим великі, однак, швидше за все, це все-таки не той сегмент, з якого треба починати впровадження технологічних новинок. До того ж в SMB-секторі, як правило, перевага віддаються типовим «коробковим» рішенням.

Однозначно можна сказати, що бездротові технології є найкращим рішенням для цього сегмента. Швидке підключення послуг, схоронність послуг при переїзді, безперечно, дуже привабливі для невеликих компаній.

Навіть при наявності досить великого переліку вимог, висунутих ринком, малий і середній бізнес залишається одним з найпривабливіших секторів розвитку для більшості виробників і постачальників телекомунікаційних рішень. Багато компаній прагнуть зробити свої продукти оптимальними й привабливими саме для SMB.

#### **Тенденції VoIP 2026 року**

З розвитком 2026 року голосовий зв'язок через Інтернет (VoIP) продовжує розвиватися за межі простих інтернет-дзвінків. Те, що починалося як економічно ефективна альтернатива традиційній телефонії, перетворилося на інтелектуальну, інтегровану та високо налаштовувану комунікаційну платформу, яку використовують компанії будь-якого розміру.

#### **Штучний інтелект та автоматизація стають центральними для VoIP-платформ**

Штучний інтелект (ШІ) більше не є «приємною» функцією VoIP – він стає частиною основної інфраструктури VoIP. У 2026 році VoIP-системи все частіше використовують ШІ для забезпечення розумнішого та ефективнішого зв'язку:

- Транскрипція та зведення в режимі реального часу перетворюють голосові дзвінки на текст для документування та забезпечення відповідності вимогам.

- Аналіз настроїв оцінює настрій абонента для покращення якості

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 29   |

обслуговування.

– Маршрутизація та автоматизація на основі штучного інтелекту швидко та ефективно з'єднують абонентів з потрібним агентом з мінімальною затримкою.

Очікується, що до 2026 року автоматизація на основі штучного інтелекту займатиме значну частку взаємодії з клієнтами, включаючи ботів самообслуговування, які оброблятимуть рутинні запити без необхідності втручання людини.

### **Уніфіковані комунікації та омніканальна інтеграція**

VoIP – це вже не просто голосовий зв'язок, а централізований центр для всіх бізнес-комунікацій. Уніфіковані комунікації як послуга (UCaaS) продовжують набирати обертів, об'єднуючи голосові, відео, обмін повідомленнями та інструменти для співпраці на одній платформі.

Ця тенденція включає:

– Повна омніканальна підтримка (дзвінки, SMS, електронна пошта, чат, соціальні повідомлення) в єдиній платформі кол-центру.

– Міжплатформні робочі процеси, де комунікації безперешкодно синхронізуються з CRM, службою підтримки та іншими сторонніми інструментами підвищення продуктивності.

### **5G та WebRTC забезпечують кращу продуктивність та доступність**

Швидші мережі та зв'язок у режимі реального часу, що працює безпосередньо в браузері, змінюють можливості VoIP. Підключення 5G забезпечує наднизьку затримку, вищу пропускну здатність та чистішу якість голосу/відео, навіть у мобільних мережах. WebRTC дозволяє здійснювати аудіо/відеодзвінки без плагінів безпосередньо у веббраузерах, спрощуючи спілкування як для користувачів, так і для розробників.

### **Посилені стандарти безпеки та відповідності**

Оскільки VoIP стає невід'ємною частиною бізнес-операцій, очікування щодо безпеки зросли. Постачальники послуг впроваджують жорсткіший захист від нових загроз, включаючи шахрайство з використанням голосових технологій

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 30   |

на основі штучного інтелекту, шляхом:

- Наскрізне шифрування та багатофакторна автентифікація.
- Виявлення аномалій на основі штучного інтелекту для запобігання шахрайству та моніторингу загроз у режимі реального часу.
- Функції дотримання нормативних вимог (наприклад, GDPR, HIPAA), вбудовані в комунікаційні платформи.

### **Глибша інтеграція з бізнес-інструментами та Інтернетом речей**

VoIP-платформи у 2026 році все частіше виступають у ролі комунікаційних двигунів, що глибоко інтегруються з корпоративними системами:

- Інструменти CRM, ERP, служби підтримки та аналітики підключаються безпосередньо до VoIP для уніфікації даних та робочих процесів.
- Інтеграція Інтернету речей дозволяє інтелектуальним пристроям (таким як датчики та носимі пристрої) ініціювати VoIP-сповіщення або автоматизувати робочі процеси.

### **Аналіз перспектив**

Ландшафт VoIP у 2026 році визначається інтелектом, інтеграцією, продуктивністю, безпекою та гнучкістю. Від автоматизації на базі штучного інтелекту до платформ уніфікованих комунікацій та рішень, готових до мобільних пристроїв, VoIP зміцнює свою роль як основи сучасного бізнес-комунікації.

Незалежно від того, чи ви оптимізуєте кол-центр, підтримуєте віддалені команди чи покращуєте взаємодію з клієнтами, ці тенденції пропонують план для оновлення вашої комунікаційної стратегії цього року.

## **3.2 Розробка структурної схеми**

Спосіб комунікації бізнесу розвивається швидше, ніж будь-коли, і тенденції бізнес-комунікації VoIP у 2026 році мають змінити те, як працюють малі та середні підприємства (МСП). Зі зростанням гібридної роботи,

|      |      |          |        |      |                                  |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                  | 31   |

впровадженням штучного інтелекту в комунікації та зростанням хмарних платформ, VoIP (голос через Інтернет-протокол) є центральним елементом розумніших та більш підключених робочих місць. Для компаній по всій Україні підготовка до майбутнього VoIP у бізнесі означає інвестування в гнучкі, безпечні системи, які можуть інтегруватися із сучасними інструментами для співпраці. Давайте розглянемо ключові зміни VoIP на горизонті та те, як організації можуть до них підготуватися. Майбутнє VoIP у бізнесі спрямоване на забезпечення безперебійної платформи для комунікації, співпраці та обслуговування клієнтів.

Малий та середній бізнес все частіше звертається до хмарних телефонних систем для забезпечення масштабованості, тоді як підприємства прагнуть кращої інтеграції між обміном повідомленнями, відеоконференціями та інструментами контакт-центру. Майбутня хвиля трендів VoIP для малого та середнього бізнесу у 2026 році зосереджена на чотирьох ключових областях:

- Функції штучного інтелекту (ШІ), які автоматизують рутинні завдання та покращують якість дзвінків.
- Посилена кібербезпека VoIP-систем для захисту даних під час передачі.
- Хмарні розгортання, що гарантують гнучкість та безперервність.
- Вбудована сумісність з гібридними платформами та платформами для віддаленої роботи.

Це не далекі прогнози; їхні зміни вже відбуваються і прискоряться до 2026 року.

### **Штучний інтелект у VoIP-системах**

Штучний інтелект стає стандартом у комунікаційних платформах. Аналітики прогнозують, що до 2027 року використання штучного інтелекту в VoIP-системах зросте на 35%, що сприятиме автоматизації та розумнішим робочим процесам у всіх галузях.

Для малого та середнього бізнесу це означає набагато більше, ніж просто розпізнавання голосу. Штучний інтелект може:

- Забезпечуйте транскрипцію зустрічей у режимі реального часу.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 32   |

- Аналізуйте дзвінки клієнтів, щоб виявити їхній настрій та покращити обслуговування.
- Автоматизуйте маршрутизацію дзвінків до потрібного відділу.
- Зменште фоновий шум і покращте чіткість дзвінків.

Зростання використання штучного інтелекту гарантує, що підприємства можуть керувати комунікаціями з меншими зусиллями ручного керування та більшою ефективністю.

### **Майбутнє хмарного VoIP-зв'язку**

Майбутнє хмарного VoIP-зв'язку продовжує домінувати в дискусіях щодо масштабованості та стійкості бізнесу. Переходячи до хмари, компанії можуть миттєво масштабувати телефонні системи, безперешкодно інтегруватися з програмами для співпраці та зменшувати капітальні витрати на застаріле обладнання.

Хмарний VoIP також забезпечує безперервність. Якщо в офісі стався збій, дзвінки можуть автоматично перенаправлятися на мобільні пристрої або віддалені команди, гарантуючи, що бізнес ніколи не зупиниться. Така надійність є важливою для малих і середніх підприємств, що розвиваються, які не можуть дозволити собі простоїв.

### **VoIP та гібридні рішення для роботи**

Гібридна робота нікуди не дінеться, як і немає потреби в безперебійному спілкуванні між офісом та віддаленим середовищем. Рішення для VoIP та гібридної роботи розроблені для того, щоб забезпечити співробітникам однаковий доступ до засобів зв'язку, незалежно від того, чи перебувають вони в штаб-квартирі, вдома чи в подорожах.

Сучасні VoIP-платформи інтегруються з такими інструментами, як Microsoft Teams, Zoom та Slack. Працівники можуть переходити від чату до відео- чи телефонного дзвінка за лічені секунди, не перемикаючись між системами. Таке об'єднання зменшує тертя та підтримує зв'язок між командами.

|      |      |          |        |      |                                  |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                  | 33   |

## Кібербезпека для VoIP-систем

Хоча VoIP відкриває шлях до підвищення ефективності, він також створює ризики. Голосові дані передаються через Інтернет, що робить кібербезпеку VoIP-систем головним пріоритетом у 2026 році.

Загрози включають фішинг через VoIP, атаки типу «відмова в обслуговуванні», які переривають дзвінки, та прослуховування незашифрованих розмов. Незабезпечення безпеки VoIP може призвести до порушень відповідності вимогам та репутаційної шкоди для підприємств у регульованих секторах, таких як фінанси чи охорона здоров'я.

Щоб захистити системи, підприємства повинні звернути увагу на:

- Наскрізне шифрування дзвінків.
- Безпечне керування ідентифікацією та багатфакторна автентифікація.
- Постійний моніторинг як частина керованих ІТ-послуг .

Ось чому поєднання VoIP з проактивним управлінням ІТ має сенс.

### Підготовка вашого бізнесу до майбутнього

Справжнє питання не в тому, чи буде VoIP домінувати до 2026 року, а в тому, наскільки готові підприємства скористатися цими змінами.

Ось деякі кроки, які слід врахувати малим та середнім підприємствам:

- Проведіть аудит вашої поточної системи зв'язку, щоб виявити прогалини в масштабованості, інтеграції або безпеці.
- Ознайомтеся з ІТ-консалтингом для уніфікованих комунікацій, щоб узгодити вашу VoIP-стратегію з вашими ширшими технологічними цілями.
- Перейдіть на керовані ІТ- та VoIP-послуги, щоб ваші системи проактивно контролювалися та підтримувалися.
- Розгляньте можливість переходу на хмарні телефонні системи для бізнесу, щоб забезпечити майбутнє вашої комунікаційної інфраструктури.

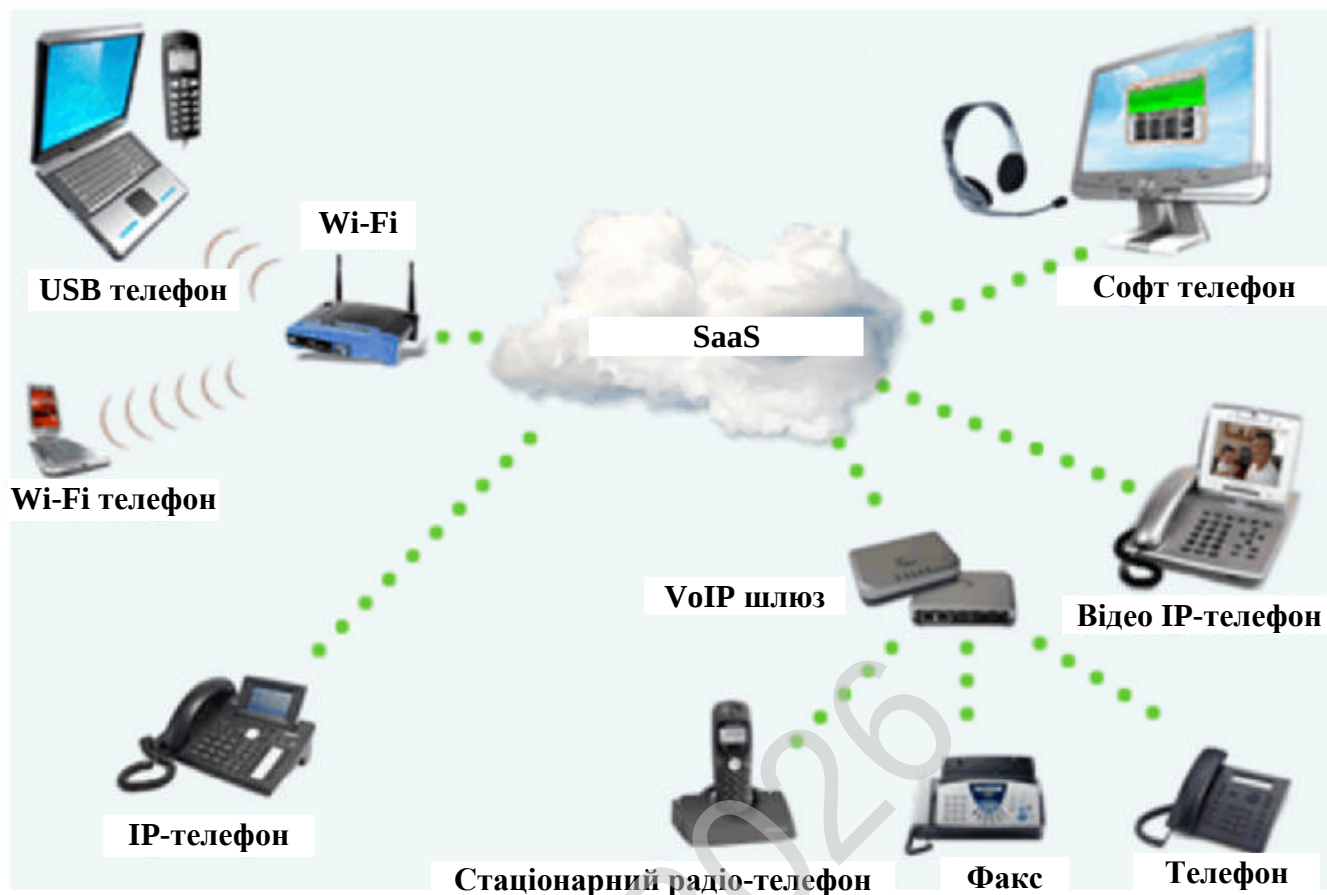


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Наступний розвиток VoIP стосується набагато більше, ніж просто дешевших дзвінків; це про більш інтелектуальний, безпечний та підключений зв'язок. Бізнеси, які адаптуються до тенденцій бізнес-комунікацій VoIP у 2026 році, будуть краще оснащені для підтримки гібридної робочої сили, зміцнення відносин з клієнтами та забезпечення безперервності у все більш цифровому світі.

Від штучного інтелекту в VoIP-системах до хмарного VoIP-комунікації в майбутньому – шлях уперед очевидний: організації, які інвестують зараз, уникнуть збоїв у роботі пізніше. Незалежно від того, чи ви малий бізнес, чи підприємство, що розвивається, саме час планувати свою комунікаційну стратегію – вже сьогодні.

### 3.3 Розробка функціональної схеми

На рисунку 3.2 зображена функціональна схема розробленого програмного забезпечення.

З функціональної схеми ми бачимо, що основний функціональний модуль включає в себе наступні функціональні підблоки:

- База даних абонентів системи VoIP для моделі SaaS.
- Білінг.
- Виведення статусу ПЗ.
- IP-телефонія.
- Селективний зв'язок.
- Відеоконференція.
- Формування вхідної інформації.
- Довідник.

Дані, які поступають з основного функціонального модуля перетворюються згідно протоколу H.323, після чого передаються до SaaS.

Робота з програмою починається з введення інформаційного вікна й активізації системи меню. Робота програми здійснюється по діалоговому і подійному режиму, при цьому по 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 – одержання з'єднання з абонентом або закінчення з'єднання з абонентом. На підставі даних подій активізуються процедури контролю допустимості даних.

Головне вікно програми призначене для запуску основних процедур програми і завершення роботи з програмою.

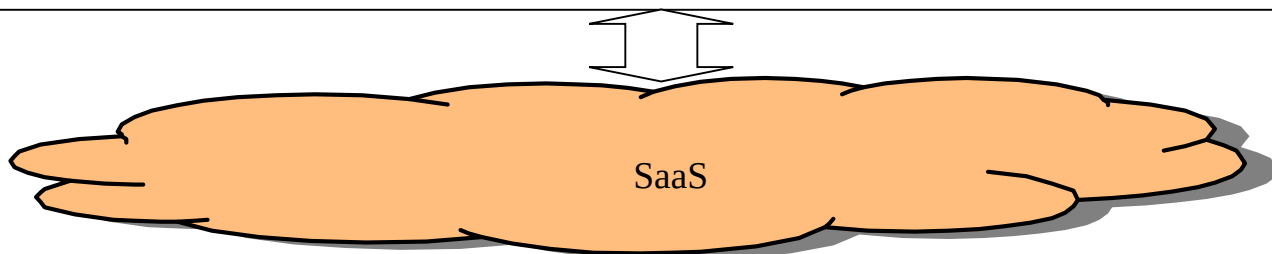
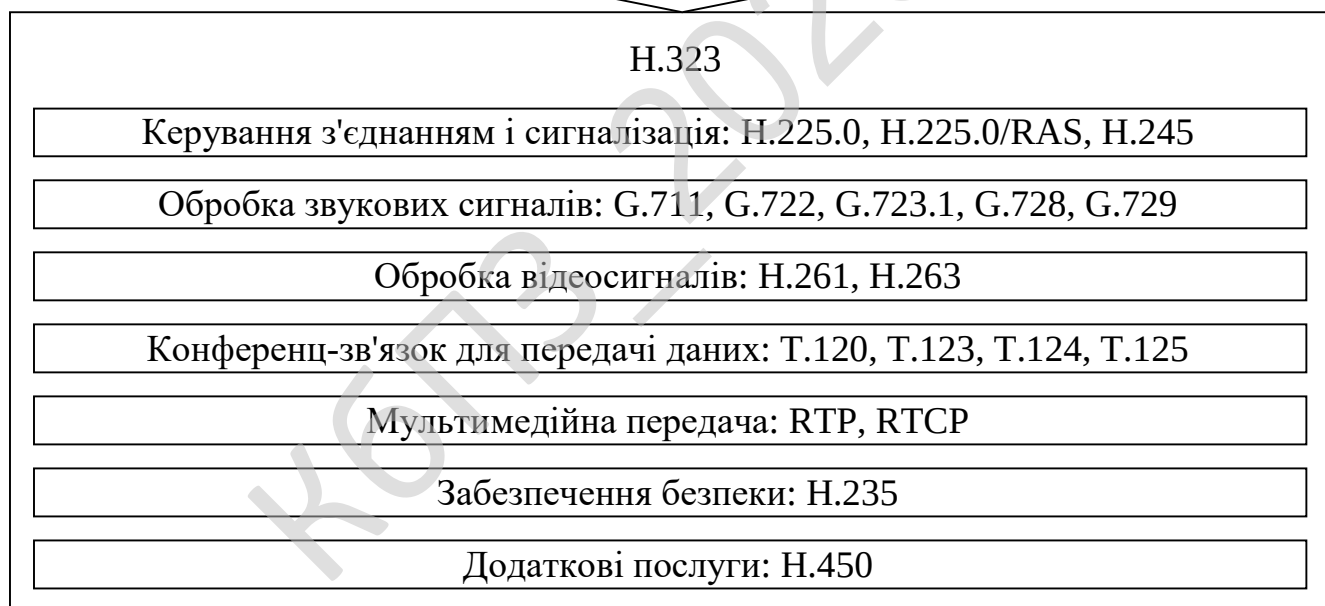
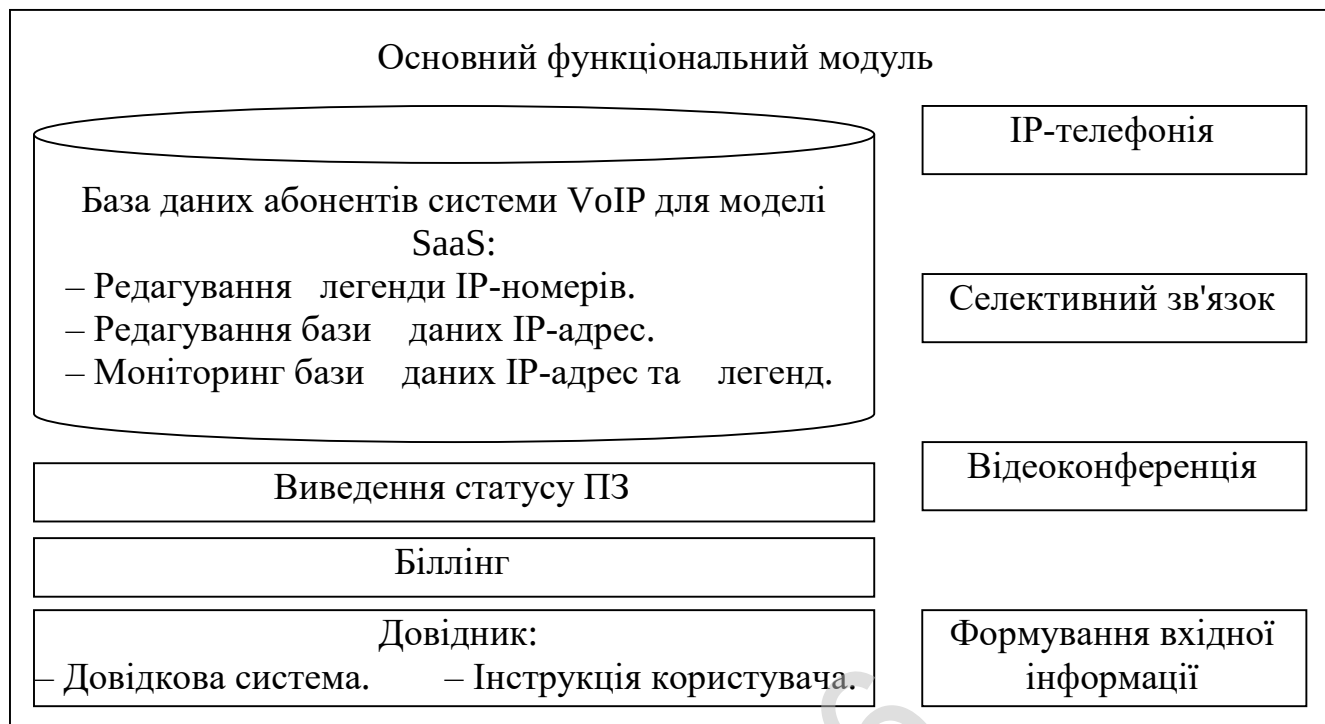


Рисунок 3.2– Функціональна схема системи

Модуль роботи з довідниками містить у собі два довідники:

- Довідник – Довідкова система.
- Довідник – Інструкція користувача.

Модуль роботи з базою даних абонентів системи VoIP для моделі SaaS включає в себе наступні підмодулі:

- Редагування легенди IP-номерів.
- Редагування бази даних IP-адрес.
- Моніторинг бази даних IP-адрес та легенд.

Призначення даного модуля є пошук і перегляд інформації з телефонних даних адрес абонентів корпорації, а також їх легенд.

Інформаційною базою даного модуля є таблиці: Значення IP-номерів та Легенда IP-номерів. Дані в інформаційну базу заносяться за допомогою спеціальних форм, що викликаються з головного меню програми.

Модуль «Формування вхідної інформації» призначений для введення первинних даних і перегляду раніше занесених. Даний модуль реалізує задачі обліку телефонних номерів, забезпечуючи введення номерів та їх легенд, ранжування за важливістю та їх знищення.

У комп'ютерних системах користувачі для введення, перегляду та редагування інформації бази даних (IP-адрес та відповідних легенд) можуть застосовувати форми. Основні переваги використання форм наступні:

- При введенні даних у поля-форми, додаток може зчитувати словник даних сервера й автоматично перевірити допустимість даних відповідно до правил цілісності.
- Поле введення у формі може представляти список допустимих значень, з яких користувачі можуть легко вибрати потрібне.
- Область форми може виводити шаблон, що відповідає поточної виведеної у формі запису.
- Командні кнопки у формі можуть виконувати дії, зв'язані з виведеної у формі поточною записом.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 38   |

Білінгова система – автоматизована система розрахунків з абонентами за надані послуги. Керування й статистика може бути доступна з будь-якої точки мережі через Веб-інтерфейс.

Стандарт Н.323 визначає широкі вимоги для багатьох різних протоколів, які становлять повний стек протоколів Н.323.

Стек Н.323 складають 7 груп протоколів:

- керування й сигналізація;
- обробка звукових сигналів;
- обробка відеосигналів;
- конференц-зв'язок;
- передача мультимедійної інформації;
- забезпечення інформаційної безпеки;
- додаткові послуги;

1. Керування з'єднанням і сигналізація:

– Н.225.0: протоколи сигналізації й пакетування мультимедійного потоку (використовує підмножину протоколу сигналізації Q.931).

– Н.225.0/RAS: процедури реєстрації, допуску й стану.

– Н.245: протокол керування для мультимедіа.

2. Обробка звукових сигналів:

– G.711: імпульсно-кодова модуляція тональних частот.

– G.722: кодування звукового сигналу 7 кГц в 64 кбіт/с.

– G.723.1: мовні кодери на дві швидкості передачі для організації мультимедійного зв'язку зі швидкістю передачі 5.3 і 6.3 кбіт/с.

– G.728: кодування мовних сигналів 16 кбіт/с за допомогою лінійного пророкування з кодуванням сигналу порушення з малою затримкою.

– G.729: кодування мовних сигналів 8 кбіт/с за допомогою лінійного пророкування з алгебраїчним кодуванням сигналу порушення сполученої структури.

3. Обробка відеосигналів:

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 39   |

- Н.261: відеокодеки для аудіовізуальних послуг зі швидкістю 64 кбіт/с.
- Н.263: кодування відеосигналу для передачі з малою швидкістю.

#### 4. Конференц-зв'язок для передачі даних:

– Т.120: це стек протоколів (який включає Т.123, Т.124, Т.125) для передачі даних між окінцевими пунктами. Він може використовуватися для різних додатків в області спільної роботи (Collaboration Work), такий як колективне редагування растрових зображень, спільне використання додатків і спільна організація документів. В Т.120 застосовується багаторівнева архітектура, подібна моделі OSI.

#### 5. Мультимедійна передача:

- RTP: транспортний протокол реального часу.
- RTCP: протокол керування передачею в реальному часі.

#### 6. Забезпечення безпеки:

– Н.235: забезпечення безпеки й шифрування для мультимедійних терміналів мережі Н.323.

#### 7. Додаткові послуги:

– Н.450.1: узагальнені функції для керування додатковими послугами в Н.323.

- Н.450.2: переклад з'єднання на телефонний номер третього абонента.
- Н.450.3: переадресація виклику.
- Н.450.4: утримання виклику.
- Н.450.5: паркування виклику (park) і відповідь на виклик (pick up).
- Н.450.6: повідомлення про виклик, що надійшов, у стані розмови.
- Н.450.7: індикація повідомлення, що очікує.
- Н.450.8: служба ідентифікації імен.
- Н.450.9: служба завершення з'єднання для мереж Н.323.

Рекомендації Н.323 передбачають:

- Керування смугою пропущення.
- Можливість взаємодії мереж.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 40   |

- Платформну незалежність.
- Підтримку багатоточечних конференцій.
- Підтримку багатоадресної передачі.
- Стандарти для кодеків.
- Підтримку групової адресації .

Передача аудіо- і відеоінформації досить інтенсивно навантажує канали зв'язку, і, якщо не стежити за ростом цього навантаження, працездатність критично важливих мережних сервісів може бути порушена. Тому рекомендації Н.323 передбачають керування смугою пропускання. Можна обмежити як число одночасних з'єднань, так і сумарну смугу пропускання для всіх додатків Н.323. Ці обмеження допомагають зберегти необхідні ресурси для роботи інших мережних додатків. Кожний термінал Н.323 може управляти своєю смугою пропускання в конкретній сесії конференції.

Рекомендації Н.323 пропонують засіб з'єднання учасників відеоконференції в різнорідних мережах (наприклад, IP і ISDN, IP і PSTN). Н.323 не прив'язаний ні до яких технологічних рішень, пов'язаним з устаткуванням або програмним забезпеченням. Взаємодіючі між собою додатки можуть створюватися на основі різних платформ, з різними операційними системами. Рекомендації Н.323 дозволяють організовувати конференцію із трьома або більше учасниками. Багатоточечні конференції можуть проводитися як з використанням центрального MCU (пристрою багатоточечної конференції), так і без нього. Н.323 підтримує багатоадресну передачу в багатоточечній конференції, якщо мережа підтримує протокол керування груповою адресацією (такий, як IGMP). При багатоадресній передачі один пакет інформації відправляється всім необхідним адресатам без зайвого дублювання. Багатоадресна передача використовує смугу пропускання набагато більш ефективно, оскільки всім адресатам – учасникам списку розсилання відправляється рівно один потік.

Н.323 установлює стандарти для кодування й декодування аудіо- і відеопотоків з метою забезпечення сумісності встаткування різних виробників.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 41   |

Разом з тим стандарт досить гнучкий. Існують вимоги, виконання яких обов'язково, і існують опціональні можливості, у випадку використання яких також необхідно строго дотримуватися стандарту. Крім цього, виробник може включати в мультимедійні продукти й додатки додаткові можливості, якщо вони не суперечать обов'язковим і опціональним вимогам стандарту.

Учасники конференції хочуть спілкуватися один з одним, не піклуючись про питання сумісності між собою. Рекомендації H.323 підтримують з'ясування загальних можливостей устаткування кінцевих користувачів і встановлюють найкращі із загальних для учасників конференції протоколів кодування, виклику й керування.

H.323 конференція може включати учасників, кінцеве устаткування яких має різні можливості. Наприклад, один з учасників може використовувати термінал як тільки з аудіо-можливостями, у той час як інші учасники конференції можуть мати можливості передачі/прийому також відео й даних.

Розглянувши усі блоки функціональної схеми перейдемо до розгляду діаграми взаємодії процесів, які відбуваються у системі.

### 3.4 Розробка діаграми процесів

Розглянемо розроблену діаграму процесів яка зображена на рисунку 3.3. Основна будова діаграми процесів полягає у графічному представленні складу сукупностей даних, що характеризуються як співвідношення різних частин кожної з сукупностей.

Склад статистичної сукупності графічно може бути представлений як за допомогою абсолютних, так і відносних показників. Графічне зображення складу сукупності по абсолютними і відносними показниками сприяє проведенню більш глибокого аналізу і дозволяє проводити аналіз системи.

Діаграма взаємодії процесів використовується для візуалізації процесів обробки даних (структурне проектування).

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 42   |



Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Для розробника вважається звичним спочатку креслити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи.

Ця діаграма в подальшому підлягає уточненню шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється.

При детальному її розгляді можна побачити як саме проходить взаємодія у розробленій системі.

Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

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.

## 4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАВИЛЬНІСТЬ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

### 4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Розглянемо реалізацію бакалаврської дипломної роботи. Були проведені розрахунки і підібрані набори тестових даних для перевірки правильності реалізації проектних рішень.

Було створено блок-схеми роботи системи. Перед їх розглядом необхідно провести роз'яснення який саме тип блок-схем використовується.

Блок-схеми показують весь процес роботи системи з підсистемами та частково доказують правильність вибраних проектних рішень. Тому від точності і детальної блок-схеми залежить результат всієї програми.

При виборі початкової точки відліку при побудові схем було враховано, що виходячи з вибору мови програмування і інших технічних засобів, програма буде об'єктно-орієнтована що вимагає високого рівня декомпозиції задач на класи.

На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми, на рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми. З яких видно що робота основної програми складається з початкових етапів ініціалізації ПЗ, перевірки наявності ресурсів системи, блоку початку основного циклу з чеканням запиту від користувача в якому відбувається виклик підсистеми та останньої стадії – перевірка поточного стану з завершенням роботи розробленого ПЗ.

При роботі підпрограми виконується основний функціонал системи з циклічними послідовностями, перевіркою поточного стану та поверненням в основну програму прапорів стану виконання.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 44   |

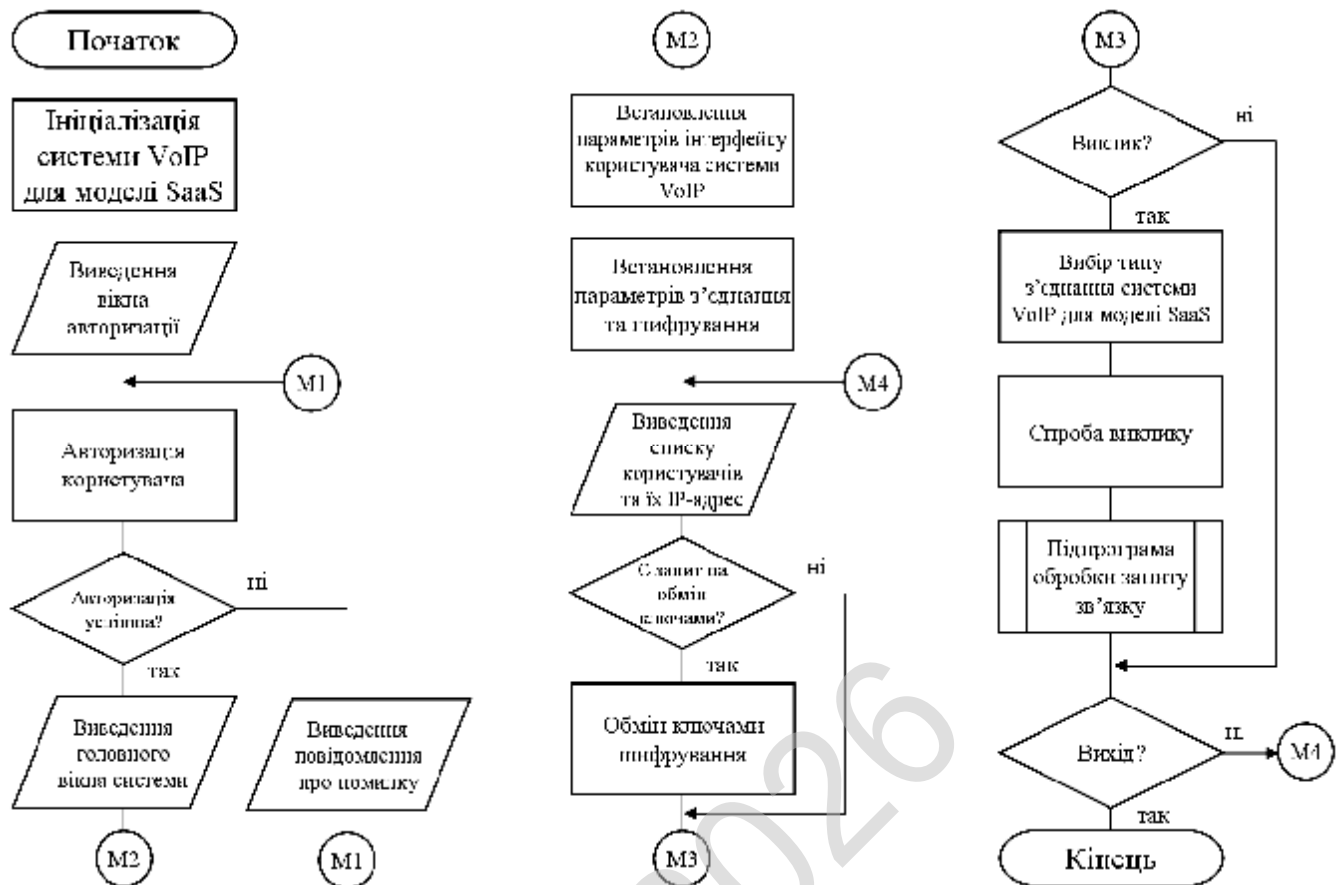


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

**Peer-to-peer** (рівний до рівного) – варіант архітектури системи, в основі якої стоїть мережа рівноправних вузлів.

Комп'ютерні мережі типу peer-to-peer (або P2P) засновані на принципі рівноправності учасників і характеризуються тим, що їх елементи можуть зв'язуватися між собою, на відміну від традиційної архітектури, коли лише окрема категорія учасників, яка називається серверами може надавати певні сервіси іншим.

Фраза «peer-to-peer» була вперше використана у 1984 році Парбауелом Йохнухуйтсманом (Parbawell Yohnuhuitsman) при розробці архітектури Advanced Peer to Peer Networking фірми IBM.

В чистій «peer-to-peer» мережі не існує поняття клієнтів або серверів, лише рівні вузли, які одночасно функціонують як клієнти та сервери по відношенню до

інших вузлів мережі. Ця модель мережевої взаємодії відрізняється від клієнт-серверної архітектури, в якій зв'язок відбувається лише між клієнтами та центральним сервером.

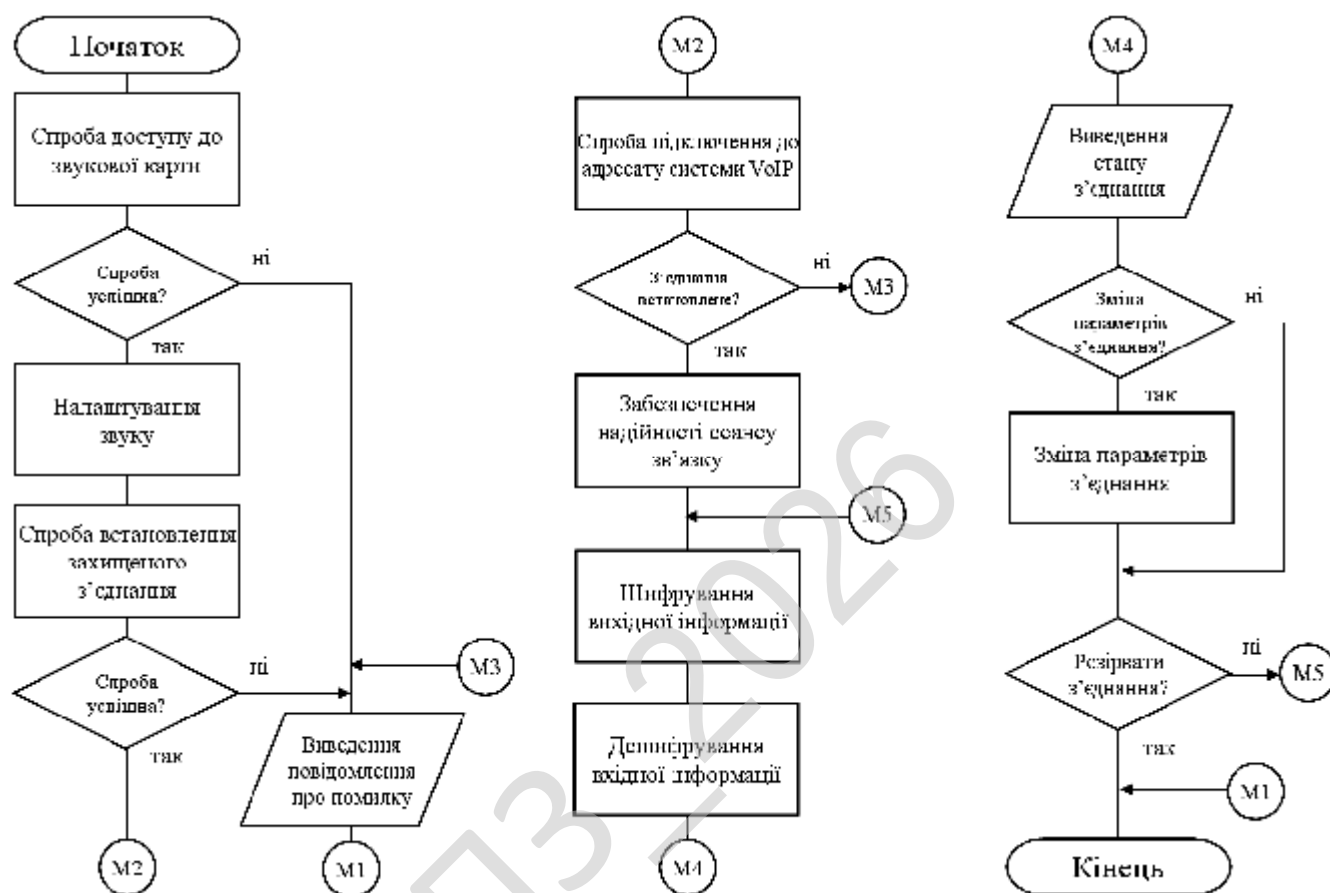


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

Така організація дозволяє зберігати працездатність мережі при будь-якій конфігурації доступних її учасників. Проте практикується використання P2P мереж які все ж таки мають сервери, але їх роль полягає вже не у наданні сервісів, а у підтримці інформації з приводу сервісів, що надаються клієнтами мережі.

В P2P системі автономні вузли взаємодіють з іншими автономними вузлами. Вузли є автономними в тому сенсі, що не існує загальної влади, яка може контролювати їх. В результаті автономії вузлів, вони не можуть довіряти один одному та покладатися на поведінку інших вузлів, тому проблеми

масштабування та надмірності стають важливішими ніж у випадку традиційної архітектури.

Сучасні P2P-мережі набули розвитку завдяки ідеям, пов'язаними з обміном інформацією, які формувалися у руслі того, кожен вузол може надавати та отримувати ресурси які надаються будь-якими іншими учасниками. У випадку мережі Napster, це був обмін музикою, в інших випадках це може бути надання процесорного часу для пошуку інопланетних цивілізацій (SETI@home) або ліків від раку (Folding@home).

### **Переваги P2P**

Розподіл/зменшення вартості. Централізовані системи, які обслуговують багато клієнтів, зазвичай складають більшість вартості системи. Коли, ця вартість стає дуже великою, архітектура P2P може допомогти розподілити вартість серед користувачів. Наприклад, серед систем файлообміну Napster дозволив розподілити вартість зберігання файлів і міг підтримувати індекс, потрібний для сумісного використання. Економія коштів, здійснюється за допомогою використання та об'єднання ресурсів, які в іншому випадку не використовуються (наприклад SETI@home). Оскільки вузли зазвичай є автономними, важливо розподіляти витрати справедливо.

Об'єднання ресурсів. Децентралізований підхід веде до об'єднання ресурсів. Кожен вузол в системі P2P приносить певні ресурси як наприклад обчислювальна потужність або пам'ять. У програмах, які потребують величезну кількість цих ресурсів, як наприклад intensive моделювання або розподілені файлові системи, природно використовувати P2P, щоб залучити ці ресурси. Розподілені обчислювальні системи, як наприклад SETI@Home, distributed.net, і Endeavours – очевидні приклади цього підходу. Об'єднуючи ресурси тисяч вузлів, вони можуть виконувати важкі з точки зору кількості обчислень функції. Файлобмінні системи, як наприклад Napster, Gnutella, і так далі, також об'єднують ресурси. У цих випадках, це дисковий простір, щоб зберігати дані, та пропускна спроможність, щоб їх передавати.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 47   |

Вдосконалена масштабованість/надійність. З відсутністю сильної центральної влади по відношенню до автономних вузлів, важливою метою є покращення масштабованості і надійності. Масштабованість і надійність визначаються в традиційному для розподілених систем сенсі, як наприклад використання пропускнуої спроможності – скільки вузлів можуть бути досягнуті від одного вузла, скільки вузлів може підтримуватися, скільки користувачів може підтримуватися. Розподілена природа peer-to-peer мереж також збільшує помилкостійкість у разі невдач, шляхом дублювання даних поміж багатьох вузлів, і – в чистих системах P2P – надаючи можливість вузлу знайти дані без залежності від єдиного централізованого індексного сервера. У останньому випадку, немає ніякої єдиної критичної точки в системі.

Збільшена автономія. У багатьох випадках, користувачі розподіленої системи не бажають залежати від будь-якого централізованого постачальника послуг. Натомість, вони воліють, щоб всі дані та призначена для них робота виконувалась локально. Системи P2P підтримують цей рівень автономії, тому що вони вимагають, щоб кожен вузол робив необхідну для нього частину праці.

Анонімність/конфіденційність. Пов'язаним із автономією є поняття анонімності і конфіденційності. Користувач, можливо, не хоче, щоб кого-небудь або будь-який постачальник послуг знав про нього або про його роль у системі. З центральним сервером, гарантувати анонімність важко, тому що сервер зазвичай зможе ідентифікувати клієнта, як мінімум через його адресу в Інтернет. Використовуючи структуру P2P, в якій дії виконуються локально, користувачі можуть уникати необхідності передавати будь-яку інформацію про себе до кого-небудь іншого. FreeNet – яскравий приклад того, як анонімність може вбудуватися в додаток P2P. Він пересилає повідомлення через інші вузли, щоб забезпечити неможливість вистежування початкового автора. Це збільшує анонімність, використовуючи ймовірнісні алгоритми таким чином, щоб походження не можливо було легко відстежити аналізуючи трафік у мережі.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 48   |

Динамічність. Системи P2P припускають, що оточення надзвичайно динамічне. Тобто, ресурси, як наприклад вузли, з'являються та зникають із системи безперервно. У випадках комунікації, як наприклад мережі для обміну повідомленнями, використовуються так званий «список контактів», щоб інформувати користувачів, коли їхні друзі стають доступними. Без цього, потрібно було би, щоб користувачі «опитували» партнерів, посилаючи періодичні повідомлення. У випадку розподілених обчислень, як наприклад distributed.net і SETI@home, система повинна пристосуватись до заміни учасників. Тому вони повинні повторно видавати завдання для обчислення іншим учасникам, щоб гарантувати, що робота не втрачена, якщо попередні учасники відпадають від мережі, поки вони виконували крок обчислення.

### Класифікація P2P систем

За функціями:

1. Розподілені обчислення. Обчислювальна проблема розподіляються на невеликі незалежні частини. Обробка кожної з частин робиться на індивідуальному ПК і результати збираються на центральному сервері.

Цей центральний сервер відповідальний за розподілення елементів роботи серед окремих комп'ютерів в Інтернеті. Кожен із зареєстрованих користувачів має клієнтське програмне забезпечення.

Воно користується періодами бездіяльності в ПК (часто це характеризується часами активації скрінсейверів), щоб виконувати деяке обчислення, надане сервером. Після того, як обчислення закінчене, результат посилається назад до сервера, і нова робота передається для клієнта.

2. Файлообмін. Зберігання та обмін даними – це одна з областей, де технологія P2P була найуспішнішою. Мультимедійні дані, наприклад, вимагають великих файлів. Napster і Gnutella використовувались користувачами, щоб обійти обмеження пропускної спроможності, які роблять передачу великих файлів неприйнятними.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 49   |

3. Співпраця. Природа технології P2P робить її добре придатною для забезпечення співпраці між користувачами. Це може бути обмін повідомленнями, онлайн ігри, сумісна робота над документами в бізнесі, освіті та дома.

За ступенем централізації:

1. Чисті peer-to-peer системи. Вузли є рівними, поєднуючи ролі серверу та клієнту. Не існує центрального сервера, що керує мережею. Прикладами таких систем є Gnutella та Freenet

2. Гібридні peer-to-peer системи. Мають центральний сервер, що зберігає інформацію про вузли та відповідає на запити відносно цієї інформації. Вузли займаються забезпеченням ресурсами (тому що центральний сервер їх не має), повідомленням сервера про наявність цих ресурсів надання ресурсів іншим вузлам, які бажають ними скористатися.

В залежності від того, як вузли з'єднуються один з одним можна поділити мережі на структуровані та неструктуровані:

1. Неструктурована мережа P2P формується, коли з'єднання встановлюються довільно. Такі мережі можуть бути легко сконструйовані, оскільки новий вузол, який хоче приєднатися до мережі, може скопіювати існуючі з'єднання іншого вузла, а вже потім почати формувати свої власні. У неструктурованій мережі P2P, якщо вузол бажає знайти певні дані в мережі, запит доведеться передати майже через всю мережу, щоб охопити так багато вузлів, як можливо. Головним недоліком таких мереж є те, що запити, можливо, не завжди вирішуються. Скоріш за все популярні дані будуть доступні в багатьох вузлів та пошук швидко знайде потрібне, але якщо вузол шукає рідкісні дані, наявні лише в декількох інших вузлів, то надзвичайно малоймовірно, що пошук буде успішним. Оскільки немає ніякої кореляції між вузлами та даними, що вони зберігають, немає ніякої гарантії, що запит знайде вузол, який має бажані дані.

2. Структурована мережа P2P використовує єдиний алгоритм, щоб гарантувати, що будь-який вузол може ефективно передати запит іншому вузлу, який має бажаний файл, навіть якщо файл надзвичайно рідкісний. Така гарантія

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 50   |

потребує структуровану систему з'єднань. У наш час найпопулярнішим типом структурованої мережі P2P є розподілені хеш-таблиці, в яких хешування використовується для встановлення зв'язку між даними та конкретним вузлом, який за них відповідає.

Архітектура клієнт-сервер є одним із архітектурних шаблонів програмного забезпечення та є домінуючою концепцією у створенні розподілених мережних програм і передбачає взаємодію та обмін даними між ними. Вона передбачає такі основні компоненти:

- набір серверів, які надають інформацію або інші послуги програмам, які звертаються до них;
- набір клієнтів, які використовують сервіси, що надаються серверами;
- мережа, яка забезпечує взаємодію між клієнтами та серверами.

Сервери є незалежними один від одного. Клієнти також функціонують паралельно і незалежно один від одного. Немає жорсткої прив'язки клієнтів до серверів. Більш ніж типовою є ситуація, коли один сервер одночасно обробляє запити від різних клієнтів; з іншого боку, клієнт може звертатися то до одного сервера, то до іншого. Клієнти мають знати про доступні сервери, але можуть не мати жодного уявлення про існування інших клієнтів.

Дуже важливо ясно уявляти, хто або що розглядається як «клієнт». Можна говорити про клієнтський комп'ютер, з якого відбувається звернення до інших комп'ютерів. Можна говорити про клієнтське та серверне програмне забезпечення. Нарешті, можна говорити про людей, які бажають за допомогою відповідного програмного та апаратного забезпечення отримати доступ до тієї чи іншої інформації.

Загальноприйнятим є положення, що клієнти та сервери – це перш за все програмні модулі. Найчастіше вони знаходяться на різних комп'ютерах, але бувають ситуації, коли обидві програми – і клієнтська, і серверна, фізично розміщуються на одній машині; в такій ситуації сервер часто називається локальним.

Модель клієнт-серверної взаємодії визначається перш за все розподілом обов'язків між клієнтом та сервером. Логічно можна відокремити три рівні операцій:

- рівень представлення даних, який по суті являє собою інтерфейс користувача і відповідає за представлення даних користувачеві і введення від нього керуючих команд;
- прикладний рівень, який реалізує основну логіку ПЗ і на якому здійснюється необхідна обробка інформації;
- рівень управління даними, який забезпечує зберігання даних та доступ до них.

Дворівнева клієнт-серверна архітектура передбачає взаємодію двох програмних модулів – клієнтського та серверного. В залежності від того, як між ними розподіляються наведені вище функції, розрізняють:

- модель тонкого клієнта, в рамках якої вся логіка ПЗ та управління даними зосереджена на сервері. Клієнтська програма забезпечує тільки функції рівня представлення;
- модель товстого клієнта, в якій сервер тільки керує даними, а обробка інформації та інтерфейс користувача зосереджені на стороні клієнта. Товстими клієнтами часто також називають пристрої з обмеженою потужністю: кишенькові комп'ютери, мобільні телефони та ін.

Типовим прикладом клієнт-серверної взаємодії є WWW. Існує величезна кількість веб-серверів, на яких розміщується та чи інша інформація. У найпростішому випадку ця інформація являє собою набір веб-сторінок, які можуть зберігатися на сервері у вигляді файлів, розмічених за допомогою мови розмітки HTML. Але ситуація, як правило, є складнішою; значна частина веб-ресурсів на сучасному етапі є динамічними, тобто вони не існують в заздалегідь підготовленому вигляді, а створюються безпосередньо в процесі обробки запиту від користувача.

Для того, щоб людина, яка працює в Інтернеті, могла переглянути ту чи іншу сторінку, на її комп'ютері повинно бути встановлено відповідне програмне забезпечення. Програми для перегляду веб-сторінок називаються браузером.

Але, крім браузерів, до серверів можуть звертатися і інші клієнти, а саме – автономні програми. Вони можуть передбачати взаємодію з людиною, а можуть працювати в цілком автоматичному режимі. Типовим класом таких програм є роботи, призначені для автоматичного перегляду веб-ресурсів. Зокрема, роботи є важливим елементом пошукових систем і використовуються ними для перегляду сторінок і збору інформації про них.

Для запиту до веб-сервера клієнтська програма повинна задати місцезнаходження комп'ютера, на якому розміщується серверна програма, назву потрібного документа і, можливо, інші дані, які специфікують запит. Мережа забезпечує знаходження сервера і передачу йому клієнтського запиту. Серверні програми обробляють цей запит, відповідь пересилається по мережі клієнтові.

Трирівнева клієнт-серверна архітектура, яка почала розвиватися з середини 90-х років, передбачає відділення прикладного рівня від управління даними. Відокремлюється окремий програмний рівень, на якому зосереджується прикладна логіка ПЗ. Програми проміжного рівня можуть функціонувати під управлінням спеціальних серверів ПЗ, але запуск таких програм може здійснюватися і під управлінням звичайного веб-сервера. Нарешті, управління даними здійснюється сервером даних.

Для роботи з системою користувач використовує стандартне програмне забезпечення – звичайний браузер. Це позбавляє його необхідності завантажувати та інсталиувати спеціальні програми (хоча інколи така необхідність все-таки виникає).

Але користувачеві слід надати в розпорядженні інтерфейс, який дозволяв би йому взаємодіяти з системою і формувати запити до неї. Форми, що визначають цей інтерфейс, розміщуються на веб-сторінках та завантажуються разом з ними.

Веб-оглядач формує запит та пересилає його до сервера, який здійснює обробку. При необхідності сервер викликає серверні програмні модулі, які забезпечують обробку запиту і в разі потреби звертаються до сервера даних. Сервер даних здійснює операції з даними, що зберігаються в системі та складають її інформаційну основу. Зокрема, він може здійснити вибірку з інформаційної бази відповідно до запиту та передати її модулю проміжного рівня для подальшої обробки. Дані, з якими працює сервер даних, найчастіше організовані як реляційна база даних.

Найчастіше веб-сервер і серверні модулі проміжного рівня розміщуються на одному комп'ютері, хоч і являють собою окремі і логічно незалежні програмні модулі.

На сучасному етапі для програмування модулів проміжного рівня використовується мова серверних сценаріїв PHP, а для управління даними – СУБД MySQL. Таким чином, зв'язку PHP-MySQL слід розглядати як стандартний інструмент для створення порівняно простих інтерактивних веб-сайтів та систем електронної комерції; близько 90% комерційних систем сьогодні створюється саме на цій основі. Водночас як засоби управління даними, так і middleware-засоби можуть бути найрізноманітнішими. Так, для створення серверних програм, крім PHP, широко застосовуються Java, Perl, Python, Delphi.

Взагалі, технології створення розподілених, зокрема веб-програм, стрімко розвиваються. Слід згадати про технології EJB (Enterprise Java Beans), CORBA, а також про .NET – порівняно нову ініціативу компанії Microsoft. Для зберігання даних та їх передачі часто використовується так звана розширювана мова розмітки XML (Extensible Markup Language).

Jira – була використана комерційна система відслідковування помилок, призначена для організації взаємодії з користувачами, хоча в деяких випадках використовується і для управління проектами. Розроблено компанією Atlassian, є одним з двох її основних продуктів (поряд з вікі-системою Confluence). Має веб-інтерфейс.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 54   |

Назва системи отримано шляхом усічення слова «Gojira» – Японського імені монстра Годзилла, що, в свою чергу, є відсиланням до назви конкуруючого продукту – Bugzilla; створювалася в якості заміни Bugzilla і багато в чому повторює її архітектуру. Система дозволяє працювати з декількома проектами. Для кожного з проектів створює і веде схеми безпеки і схеми оповіщення.

До версії 3.13.5 (включно) розрізнялися редакції Enterprise, Professional і Standard, після – Залишилася тільки редакція Enterprise (для великих організацій).

Система заснована на Java EE і працює на кількох популярних системах управління базами даних і операційних системах.

Основний елемент обліку в системі – завдання (ticket або issue). Завдання містить назву проекту, тему, тип, пріоритет, компоненти і зміст. Завдання може бути розширена додатковими полями (також і нові призначені для користувача поля можуть бути визначені), додатками (наприклад – Фотографіями, скріншотами) або коментарями. Завдання може редагуватися або просто змінювати статус, наприклад, з «відкритий» в «закритий». Які переходи між станами можливі, визначається через настраюється потік операцій. Будь-які зміни в задачі записуються в журнал.

Jira має велику кількість можливостей конфігурації: для кожної програми може бути визначений окремий тип завдання з власним workflow, набором статусів, одним або декількома видами уявлення (screens). Крім того, за допомогою так званих «схем» можна визначити для кожного індивідуального Jira-проекту власні права доступу, поведінку і видимість полів і багато іншого.

Завдяки універсальному підходу можна пристосувати Jira для багатьох непрофільних завдань, наприклад, керування вимогами, керування ризиками, аж до реалізації невеликої системи бронювання, автоматизації процесу рекрутингу.

Для інтеграції з зовнішніми системами підтримує інтерфейси SOAP, XML-RPC і REST. Поставляється із засобами інтеграції з такими системами управління версіями, як Subversion, CVS, Git, Clearcase, Team Foundation Server, Mercurial і Perforce.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 55   |

Існують доповнення, що дозволяють вбудувати Jira в інтегровані середовища розробки, в тому числі Eclipse і IntelliJ IDEA. Перекладена багатьма мовами, включаючи українську, англійську, японську, німецьку, французьку, іспанську.

Для сторонніх розробників надаються кошти розробки розширень системи – плагінів. Розробники розширень можуть викладати плагіни для продажу на спеціальний розділ сайту Atlassian.

Є комерційним продуктом, який може бути ліцензований для роботи на локальному сервері або доступний в якості віддаленого додатки. Ціноутворення залежить від максимального числа користувачів, при цьому близько \$50 за користувача для локального і \$7 на місяць за користувача для віддаленого доступу є типовими цінами.

Для академічних і комерційних клієнтів доступний повний вихідний код під ліцензією розробника.

Для проектів з відкритим вихідним кодом Atlassian надає спеціальну безкоштовну ліцензію при дотриманні наступних правил:

- проект використовує ліцензії, схвалені Open Source Initiative;
- Вихідний код проекту доступний для скачування;
- у проекту є публічно доступна веб-сайт;
- програмне забезпечення від Atlassian є на веб-сайті проекту.

## 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

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 56   |

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).
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:

$$C = 2, c_0 = 025f1cdb, c_1 = 2 * c_0, c_2 = 2^3 * c_0, c_3 = 2^7 * c_0.$$

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 57   |

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  $c_0^{-1} = 0dad4694$ .

К6ПЗ\_2026

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 58   |

## 5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблене у бакалаврської дипломної роботі система VoIP для моделі SaaS. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи: Функціональних кнопок ПЗ; Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші; Розділу обрання групи; Верхнього меню; Розділу виведення результату роботи системи.

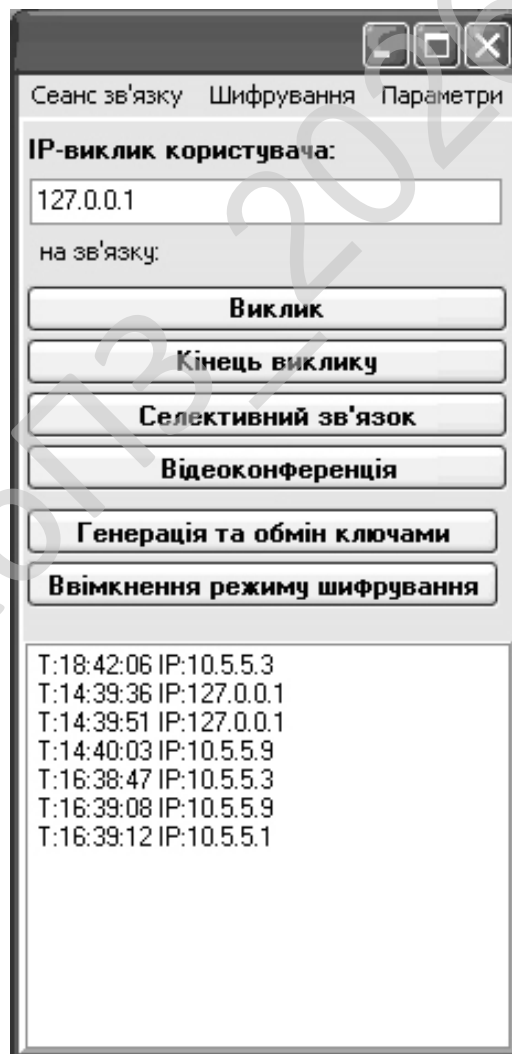


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий. Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

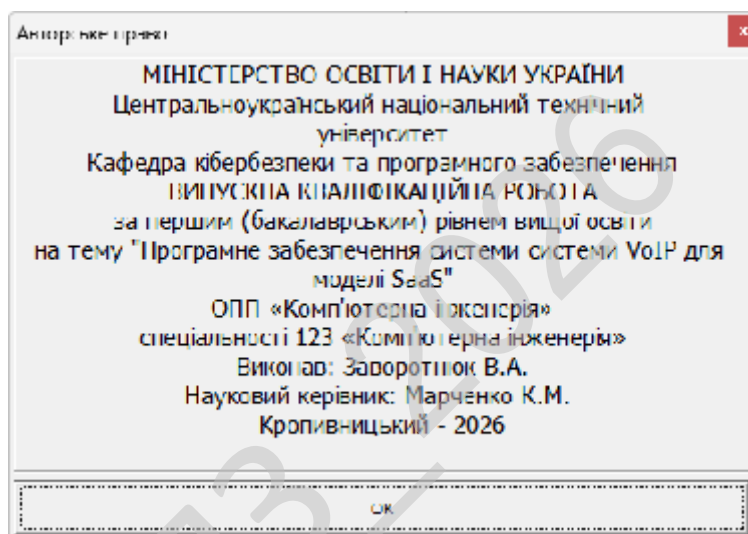


Рисунок 5.2 – Авторське право

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом. Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частинною життєвого циклу програмного забезпечення.

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 60   |

унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

До діяльностей пов'язаних із розгортанням програмного забезпечення відносять:

- Випуск.
- Встановлення та активація.
- Деактивація.
- Адаптація.
- Оновлення.
- Вмонтування.
- Відстежування версій.
- Видалення.
- Вилучення з обігу.

При впровадженні програмного забезпечення потрібно урахувати наступні дії:

– Виділення критичних, з точки зору загального результату, процедур в діяльності організації. Коли набір таких процедур визначений, необхідно в першу чергу використовувати ІТ рішення для автоматизації операцій усередині саме цих процедур. Таким чином, розроблене ІТ рішення автоматично стає життєво важливим і затребуваним для організації, а також буде забезпечена публічність процесу впровадження;

– Розширення нормативної бази організації шляхом включення до неї регламентів, що описують порядок виконання процедур автоматизованих процесів. В іншому випадку є небезпека виникнення неузгодженості між автоматизованими процедурами та іншими процесами організації.

– Виконання робіт з загальної стандартизації існуючої діяльності організації, коли виділяються кращі практики виконання процедур і включаються

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 61   |

в ІТ рішення за принципом найбільшої корисності для більшості учасників. Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути невеликий, але це надає процесу побудови рішення вагу в організації за рахунок збільшення його необхідності.

Під час роботи над програмою було проведено тестування програмного забезпечення, тобто технічне дослідження, призначене для виявлення інформації про якість продукту відносно контексту, в якому воно має використовуватись.

Тестування включає як процес пошуку помилок або інших дефектів, так і випробування програмних складових з метою їх оцінки.

Проводилась оцінка:

- відповідності поставленим вимогам;
- правильна відповідь для усіх можливих вхідних даних;
- виконання функцій за прийнятний час;
- практичність;
- сумісність з ОС та стороннім ПЗ.

Оскільки число можливих тестів для програмних компонент практично нескінченне, тому стратегія тестування полягала в тому, щоб провести всі можливі тести з урахуванням наявного часу та ресурсів.

Як результат ПЗ тестувалось стандартним виконанням програми з метою виявлення помилок або інших дефектів.

Проводилось тестування чорної скриньки.

Основне місце програми тестів «чорної скриньки» – інтерфейс ПЗ. Відомі: функції програми. Досліджується: робота кожної функції на всій області визначення.

Ці тести демонструють:

- Як виконуються функції програми.
- Як приймаються вихідні дані.
- Як виробляються результати.
- Як зберігається цілісність зовнішньої інформації.

При тестуванні «чорної скриньки» розглядаються системні характеристики програм, ігнорується їхня внутрішня логічна структура. Вичерпне тестування, як правило, неможливе.

Наприклад, якщо в програмі 10 вхідних величин і кожна приймає по 10 значень, то кількість тестових варіантів становитиме  $10^{10}$ . Тестування «чорної скриньки» не реагує на багато особливостей програмних помилок.

Тестування «чорної скриньки» (функціональне тестування) дозволяє отримати комбінації вхідних даних, які забезпечують повну перевірку всіх функціональних вимог до програми.

Програмний виріб тут розглядається як «чорна скринька», чію поведінку можна визначити тільки дослідженням його входів та відповідних виходів. При такому підході бажано мати:

- Набір, утворений такими вхідними даними, які призводять до аномалій у поведінці програми (назвемо його ІТс).

- Набір, утворений такими вхідними даними, які демонструють дефекти програми (назвемо його ОТ).

Будь-який спосіб тестування «чорної скриньки» повинен:

- Виявити такі вхідні дані, які з високою ймовірністю належать набору ІТс.
- Сформулювати такі очікувані результати, які з високою ймовірністю є елементами набору ОТ.

Принцип «чорної скриньки» не альтернативний принципу «білої скриньки». Скоріше це доповнює підхід, який виявляє інший клас помилок.

Тестування «чорної скриньки» забезпечує пошук наступних категорій помилок:

- Некоректних чи відсутніх функцій;
- Помилки інтерфейсу;
- Помилки у зовнішніх структурах даних або в доступі до зовнішньої бази даних;
- Помилки характеристик (необхідна ємність пам'яті і т.д.);

– Помилки ініціалізації та завершення.

Обрано умови розповсюдження – Shareware.

Під умовно-безплатним програмним забезпеченням можна розуміти спосіб або метод розповсюдження комерційного ПЗ на ринку (тобто на шляху до кінцевого користувача), при якому випробувачеві пропонується обмежена за можливостями (не повнофункціональна або демонстраційна версія), терміном дії (тріал версія) або версія з вбудованим набридливим нагадуванням про необхідність оплати використання програми.

В угоді про використання (ліцензії для кінцевого користувача, EULA) також може бути обумовлена заборона на комерційне або професійне (не тестове) її використання.

Основний принцип умовно-безплатного ПЗ – «спробуй, перш ніж купити» (try before you buy). ПЗ що поширюється як умовно-безплатний, надається користувачам безоплатно. Звичайно користувач платить тільки за час завантаження файлів через Інтернет або за носій (CD диск, флешку, ключ). Протягом певного терміну, що становить зазвичай тридцять днів, він може користуватися програмою, тестувати її, освоювати її можливості.

Якщо після закінчення цього терміну користувач вирішить продовжити використання ПЗ, він зобов'язаний купити його (zareєstrуватися), заплативши авторові певну суму.

В іншому випадку користувач повинен припинити використання ПЗ та видалити його зі свого комп'ютера.

## 6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи VoIP для моделі SaaS.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем системи VoIP для моделі SaaS.
- Досліджена система системи VoIP для моделі SaaS.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи VoIP для моделі SaaS.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання системи VoIP для моделі SaaS.

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 VoIP для моделі SaaS. 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 техніки й спеціальне

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 65   |

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-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 66   |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Henry Lloyd. Interactive Computer Graphics. States Academic Press. 2022. 247 p.
2. Ranjan Parekh. Fundamentals of Image, Audio, and Video Processing Using MATLAB® With Applications to Pattern Recognition. CRC Press. 2021. 406 p.
3. Alasdair McAndrew. A Computational Introduction to Digital Image Processing. Chapman & Hall. 2021. 560 p.
4. Михайло Пічугін, Іван Канкін, Володимир Воротніков Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / Центр навчальної літератури 346 с. 2019р.
5. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
6. 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.
7. 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.
8. Kopf, Johannes and Lischinski, Dani. Depixelizing Pixel Art (англ.) // ACM Trans. Graph. – 2011. – Vol. 30, no. 4. – P. 99:1--99:8.
9. Giachetti, Andrea and Asuni, Nicola. Real-Time Artifact-Free Image Upscaling (англ.) // Trans. Img. Proc.. – 2011. – Vol. 20, no. 10. – P. 2760—2768.
10. Смірнов О., Заріцький В., Буравченко К., Коноплицька-Слободенюк О., Константинова Л., Якименко Н., Смірнов С. «Оптимізація розпізнавання облич за допомогою CUDA прискореної бібліотеки dlib». *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 2026, Том 4, № 32, С. 573-582.
11. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 67   |

Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.

12. 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

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

19. 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,
20. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sherroz 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.
21. 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>
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. 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.

33. 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.
34. 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.
35. 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.
36. 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.
37. 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.
38. 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.
39. 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.
40. 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.

41. 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.

42. 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.

43. 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.

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

45. 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.

46. 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.

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

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0044.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 72   |

48. 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.

49. 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.

50. 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).

51. 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

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

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

54. 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.

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

56. 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

57. 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.

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

59. Смірнов О.А., Дреєв О.М., Доренський 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.

60. Смірнов О.А., Доренський 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.

61. 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.

62. 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