

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 комунікаційної платформи**  
**як сервісу на базі ALE Rainbow”**

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

Керівник проекту  
кандидат фізико-математичних наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Петренюк В.І.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 р.  
Рецензент \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

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

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

Сліпенку Станіславу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Програмне забезпечення системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow

2. Керівник роботи Петренюк Володимир Ілліч, кандидат фізико-математичних 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 комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow*

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

\_\_\_\_\_

Петренюк В.І.  
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання  
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

\_\_\_\_\_

Сліпенко С.А.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Сліпенко С.А. Програмне забезпечення системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow. 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 комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

Метою розробки є програмне забезпечення системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

Результат роботи – програмна реалізація системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

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, комунікаційна платформа як сервіс, ALE Rainbow

## ABSTRACT

**Slipenko S.A. Software for the communication platform as a service system based on ALE Rainbow. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.**

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for the communication platform as a service system based on ALE Rainbow.

The purpose of the development is software for the communication platform as a service system based on ALE Rainbow.

The result of the work is the software implementation of the communication platform as a service system based on ALE Rainbow.

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

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

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

The program was developed in the Python environment.

**Keywords:** computer engineering, communication platform as a service, ALE Rainbow

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ .....                                                                                                               | 2  |
| ВСТУП.....                                                                                                                                                                  | 4  |
| 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ .....                                                                                                                                 | 6  |
| 1.1 Призначення системи.....                                                                                                                                                | 6  |
| 1.2 Область застосування.....                                                                                                                                               | 7  |
| 2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ .....                                                                                                                                | 8  |
| 2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти..... | 8  |
| 2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....                                                                                            | 16 |
| 2.3 Розгорнута постановка завдання .....                                                                                                                                    | 21 |
| 3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ .....                                                                                                                               | 23 |
| 3.1 Опис функціонування системи .....                                                                                                                                       | 23 |
| 3.2 Розробка структурної схеми.....                                                                                                                                         | 25 |
| 3.3 Розробка функціональної схеми .....                                                                                                                                     | 39 |
| 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.....                                                                                                                       | 57 |
| 5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ .....                                                                                                                      | 62 |
| 6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....                                                                                                                                                     | 69 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                                                                                                                            | 71 |

|             |                |                 |              |             |                                                                                              |              |              |                |
|-------------|----------------|-----------------|--------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|----------------|
|             |                |                 |              |             | <b>ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ</b>                                                             |              |              |                |
| <b>Вим.</b> | <b>Арк.</b>    | <b>№ докум.</b> | <b>Підп.</b> | <b>Дата</b> | Програмне забезпечення системи<br>комунікаційної платформи як сервісу<br>на базі ALE Rainbow | <b>Лім.</b>  | <b>Аркуш</b> | <b>Аркушів</b> |
| Розроб.     | Сліпенко С.А.  |                 |              |             |                                                                                              | Б            | 1            | 78             |
| Перев.      | Петренко В.І.  |                 |              |             |                                                                                              |              |              |                |
| Н.контр.    | Коваленко А.С. |                 |              |             |                                                                                              | ЦНТУ КІ-22-2 |              |                |
| Затв.       | Смірнов О.А.   |                 |              |             |                                                                                              |              |              |                |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

|       |   |                                                               |
|-------|---|---------------------------------------------------------------|
| УАТМ  | — | автоматизована телефонна 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                                         |
| ТфОП  | — | телефонний оператор                                           |
| 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 ІТУ-Т, 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. Подібно TCP, використовує для доставки даних протокол IP. На відміну від TCP/IP, передбачає обмін дейтаграммами без підтвердження |
| VoIP   | – Voice over Internet Protocol. Технологія, що дозволяє використовувати IP-мережу для передачі мовної інформації                                                                                      |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Уявіть собі світ, де ваша інфраструктура – це інтелектуальна мережа, здатна централізувати та автоматизувати ваші комунікації, передбачати події та передавати їх потрібним людям у потрібний час. Втілюйте свої амбіції в реальність та використовуйте Rainbow, платформу, доступну кожному, розроблену для створення централізованих, інтелектуальних та контекстних комунікацій у режимі реального часу. Ви можете спростити керування своїми комунікаційними інструментами, інтегрувавши автоматизацію за допомогою вибору інтеграційних рішень, адаптованих до ваших потреб та ресурсів.

Залежно від ваших потреб та ресурсів, ви можете використовувати різні методи інтеграції ресурсів Rainbow у свій бізнес. Ви можете включити конектори, які дозволять вам легко вбудовувати комунікації у ваші бізнес-додатки, інструменти CRM або ITSM. За допомогою цих конекторів ви можете інтегрувати телефонію та обмін повідомленнями в режимі реального часу у ваші улюблені додатки, забезпечуючи контекстні комунікації та функції автоматизації.

Щоб ще більше автоматизувати та централізувати засоби комунікації, наша платформа Rainbow for Developers надає вам необхідні API та SDK. Ваші розробники можуть використовувати ці ресурси для інтеграції функцій Rainbow у програмне забезпечення та платформи на ваш вибір. Інтегруючи Rainbow з вашою інфраструктурою та цифровими інструментами, ви можете передбачати надзвичайні ситуації та реагувати гнучко завдяки прогностичній технології. Rainbow допомагає вам розумно передбачати потреби кожного з ваших сценаріїв та реагувати в режимі реального часу на кризові ситуації. Rainbow запускає автоматичні дії на основі попередньо визначених політик, включає відповідні ресурси в потік комунікації для вжиття відповідних заходів. Вона також виявляє

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 4    |

майбутні можливості та виклики, дозволяючи вам приймати кращі рішення та залишатися попереду у світі, що постійно змінюється.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є програмне забезпечення системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

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

- Огляд існуючих систем комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.
- Дослідження системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.
- Програмна реалізація системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

**Практична цінність отриманих результатів** полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 5    |

# 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

## 1.1 Призначення системи

Платформа Rainbow розгорнута у власних центрах обробки даних Lucent. У Європі вже налічується 350 тис. користувачів Rainbow. Для тих, хто не готовий довірити свої контакти зовнішній хмарі, компанія пропонує віртуалізовану комунікаційну платформу OpenTouch Enterprise Cloud (OTEC), що компанія може розгорнути у своїй інфраструктурі. OTEC підтримує різні сценарії розгортання – у приватній або гібридній хмарі, – і може інтегруватися з наявними комунікаційними системами. Модель ліцензування припускає помісячну оплату за реально використовуваним сервіс.

Торік компанія випустила власну лінійку крапок бездротового доступу під брендом OmniAccess Stellar. На відміну від преміальних рішень Aruba, які ALU пропонує в рамках стратегічного партнерства, вони орієнтовані на більше широкий сегмент ринку. Продуктова лінійка Stellar передбачає два режими керування – Express для інсталяцій на 64 крапки доступу й Enterprise для інсталяцій до 4000 ТД. І в тому і іншому випадку керування здійснюється без застосування контролерів. Для адміністрування може використовуватися як локальна, так і хмарна система керування.

Компанія пропонує крапки доступу стандарту 802.11ac для установки як усередині, так і зовні приміщень. Серед підтримуваних функцій зовнішній портал авторизації (captive portal), відстеження поведінки користувачів, агрегування каналів, режим бездротового мосту й ін. Підтримка технологій стільникової мережі дозволяє обійтися без прокладки мережного кабелю (втім, якщо поблизу немає джерела живлення, кабелі прокладати однаково прийдесться). Набір сервісів визначення місця розташування OmniAccess Stellar дозволяє відстежити положення людини, визначити найкращий маршрут, відправити повідомлення з

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 6    |

урахуванням місця знаходження й одержати різну аналітику про переміщення користувачів Wi-Fi.

Як заявив Клаудіо Соланд, віце-президент Alcatel-Lucent Enterprise по роботі з партнерами, представляючи нову стратегію компанії, ALE розглядає український ринок у якості одного із ключових. У рамках уніфікації партнерської програми компанія має намір укласти прямі контракти з дистриб'юторами й найбільшими системними інтеграторами. У найближчі рік-два штати українського офісу планується збільшити

Поки основу продажів ALE в Україні становлять її традиційні продукти – голосові рішення й устаткування передачі даних. Разом з тим, як відзначають у компанії, клієнти проявляються певний інтерес і до переносу комунікаційної інфраструктури в хмару – уже ведеться два пілотних проекти. Однак у компанії утрудняються оцінити перспективи розвитку даного напрямку в Україні. Якщо попит буде високим, то Rainbow може бути розгорнута в українському ЦОД.

## 1.2 Область застосування

Rainbow дозволяє реалізувати гібридні комунікації, наприклад, підключити наявні УАТМ до хмарних сервісів, причому це можуть бути телефонні станції й інших вендорів. На базі Rainbow також надається різна аналітика.

CPaaS позиціонується як платформа для керування комунікаційними потоками й інтеграції сторонніх застосунків. Вона пропонує відкриті API, за допомогою яких можна зокрема підключити УАТМ інших виробників. Це дозволяє, наприклад, вирішити таку застарілу проблему як відсутність видимості контактів: якщо контакти перебувають на одній УАТМ, а користувач підключений до іншої, то йому буде непросто з ними зв'язатися. При підключенні УАТМ до хмари він може їх переглянути.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 7    |

Віртуальна АТМ – це SaaS рішення для побудови корпоративної системи телефонії. При цьому сервер АТМ установлений на стороні провайдеру, а компанія-клієнт має можливість одержати всі голосові сервіси через інтернет/інтранет мережа (а також, через традиційні й мобільні телефонні канали)

Клієнтові надається веб-інтерфейс, у якому можна налаштовувати алгоритми керування дзвінками, підключати до системи ІР-телефони й софтверні й переглядати статистику по дзвінках.

Як правило, для прийому дзвінків зі звичайної телефонної мережі, такі сервіси припускають перенапрямок ваших телефонних номерів на SIP-номери. Ви можете попросити зробити це свого провайдеру, якому ви платите за телефон.

Існують також сервіси віртуальних АТМ, які разом із системою керування дзвінками надають і вхідний номер. Такі сервіси називають Віртуальними офісами.

Для здійснення дзвінків на звичайні й мобільні телефони через віртуальну АТМ, її можна підключити до одному з операторів ІР-телефонії.

Віртуальна АТМ поєднує в собі переваги VoIP для бізнесу й моделі SaaS і дозволяє максимально швидко й дешево побудувати корпоративну систему зв'язку.

Далі у даній роботі ви знайдете деякі цікаві новини про віртуальні АТМ, які допоможуть вам зрівняти їхніх провайдерів і вибрати кращого.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

## 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

Віртуальна АТМ – це хмарна автоматична телефонна станція, надавана як послуга для компанії. Вона ж хмарна АТМ або хмарна телефонія. Особливість віртуальної АТМ у тому, що все устаткування й програмне забезпечення перебуває в того, хто надає послугу, а компанія працює з нею через інтернет.

Проведемо огляд віртуальних АТМ для ІР телефонії в Україні, де зрівняємо їхню вартість і вкажемо особливості, які ми одержали безпосередньо від представників компаній.

#### **Binotel**

Binotel – це готове рішення, що дозволяє телефонізувати будь-який вид бізнесу на основі віртуальної АТМ Binotel™.

Особливості й переваги від представника Binotel:

- №1 в Україні й № 15 у світі по коллтрекінгу за даними американського рейтингу Datanyse.

- Кращий B2B продукт для E-commerce, за результатами E-commerce Awards 2025.

- Лідер ринку з кількості підключених клієнтів: 10000 клієнтів з різних сфер бізнесу.

Те, що нас відрізняє від конкурентів:

- Самі вигідні тарифи на номери 0800 і власні номери 044.

- Зручний і зрозумілий інтерфейс.

- Інтеграція телефонії з CRM-системою. На сьогодні Binotel безкоштовно інтегрується з 50+ CRM-системами.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 9    |

Основні переваги Binotel для клієнтів:

- Збільшення кількості прийнятих дзвінкий за рахунок використання багатоканальних номерів. Можна приймати й робити кілька дзвінків на один телефонний номер.
- Автоматичний перенапрямок дзвінків на запасний номер телефону в неробочий час.
- Облік пропущених викликів. Всі такі дзвінки попадають у вкладку “пропущені” і менеджери можуть оперативно їх обробляти, щоб не втрачати клієнтів.
- Історія всіх дзвінків. Клієнтові доступні докладна статистика й аналітика по всіх зроблених і прийнятих дзвінках.
- Постійний аудіозапис дзвінків. Отримані аудіозаписи можна використовувати для контролю роботи персоналу, для навчання нових співробітників, для рішення спірних ситуацій із клієнтом.
- Активна форма замовлення дзвінка із сайту “Передзвонити Вам за 30 секунд?” і “Купити в один клік”.
- Голосові вітання. Інформують клієнта в неробочий час і допомагають удержати на лінії, коли всі менеджери зайняті.
- Сервіс Колтрекінг – дозволяє відслідковувати ефективність реклами й більш ефективно розподіляти бюджет.
- Готове рішення по наскрізній аналітиці для клієнтів з CRM-системами Bitrix24 і AmoCRM.
- Сервіс Binotel Wire – застосунок для мобільного телефону Android, що записує розмови, збирає статистику й відправляє їх в Особистий кабінет Binotel My Business.

Ціна від: 225 грн./міс. – тариф binotel Lite.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 10   |

## Phonet

Phonet – це IP-телефонія для бізнесу для користувачів із усього світу де є доступ до мережі інтернет. Phonet займається організацією корпоративної телефонії для компаній різних галузей і напрямків бізнесу.

Особливості й переваги від представника Phonet:

Переваги програмних продуктів Phonet:

- Висока якість зв'язку завдяки спеціальному архітектурному рішення.
- Доступ клієнтові в налаштування адміністратора для можливості самостійно робити налаштування й переналаштування в зручний час (сценарії вхідних і вихідних дзвінків, включаючи час їхньої роботи, підключення/видалення номерів, додавання/видалення користувачів і т.д.).
- Права доступу користувачів можуть зручно налаштуватися й мінятися самостійно адміністратором клієнта в особистому кабінеті (перегляд і прослуховування дзвінків, завантаження й видалення аудіозаписей, перегляд аналітики).
- Запис внутрішніх телефонних розмов між співробітниками.
- Переадресація на мобільний телефон можлива паралельно з дозвоном на IP-телефон (або софтфон) співробітника.
- Власний інтерфейс аналітики Call-Tracking в особистому кабінеті додатково до передачі всієї інформації в Google Analytics.
- Передача кожної нової utm-мітки (історія переходів клієнта) у картку контакту в amoCRM і Бітрікс24.
- Міні-CRM Teler зручна у використанні (пошук, фільтри, поля, що налаштовуються індивідуально, картки, колонки в таблиці контактів).
- Підключаємо Sip-trunk по IP-адресі (завдяки архітектурному рішення), можливість підключення номерів Вегателеком.
- Віджет зворотного дзвінка з можливістю індивідуально настроїти текст і дизайн під сайт клієнта, якісна адаптивна версія для відвідувачів з мобільних пристроїв.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 11   |

– Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс особистого кабінету (важлива інформація виділяється шрифтом, кольором, розміром).

Переваги компанії Phonet:

– Краща тарифікація за надавані можливості (тарифні пакети, Колл-трекінг, FMC).

– Коробкова версія IP АТМ, що встановлюється на сервер клієнта (Локальне рішення).

– Щоденна техпідтримка працює: пн-пт із 8:00 до 19:00, сб-вс 9: 00-18:00.

Ціна від: 196 грн./міс. – тариф Команда.

### **Zadarma**

Інтернет-телефонія (IP-телефонія) від Zadarma – це мережа телефонного зв'язку на основі Інтернет. У цій мережі Ваші дзвінки не залежать від міських або мобільних телефонних мереж, Ви можете дзвонити з будь-якого пристрою підключеного до мережі Інтернет, у якому би місті й країні Ви не перебували.

Особливості й переваги від представника Zadarma:

– Головна конкурентна перевага нашої АТМ – вона повністю безкоштовна, ми не беремо ніяких додаткових платежів за кількість абонентів або за функції АТМ, тобто клієнт платить тільки за вихідні дзвінки й тільки за оренду віртуального номера. У нашій вітрині номерів – номера в 90 країнах світу, у тому числі номера безкоштовного виклику 8-800. І, звичайно, самі вигідні тарифи на міжнародні напрямки, зокрема в країни Європи, США, Канаду.

– Відповідно мінімальна вартість АТМ дорівнює нулю, середня вартість віртуального номера в Україні – 5 доларів на місяць, середня вартість віртуального номера в Європі – 2 долари на місяць, всі вхідні на номери, якщо приймаєте дзвінки через Інтернет, повністю безкоштовні.

Ціна: безкоштовно. Плата за дзвінки й оренду номера.

### **Ringostat**

Ringostat – сервіс аналітики дзвінків, що дозволить зрозуміти, яка реклама приносить дзвінки, а яка працює неефективно. Також з його допомогою можна оптимізувати роботу відділу продажів. У функціонала Ringostat входить повноцінна віртуальна АТМ.

|      |      |          |        |      |                                  |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ</b> | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                  | 12   |

## Можливості ATM Ringostat:

- Гнучкі схеми переадресації. Налаштовуйте порядок прийому й обробки дзвінків, а також на які телефони вони будуть надходити.
- Багаторівневе голосове меню. Воно перенаправляє дзвінки між відділами, програвє вітання й аудіозаписи, заміняє стандартні гудки на музику. Ви можете використовувати як власні аудіозаписи так і доступні за замовчуванням.
- Аудіосповіщення менеджера. Після підняття трубки менеджер чує повідомлення, з якого каналу трафіку прийшов клієнт, і чи звернення це через форму зворотного дзвінка.
- Черги дзвінків. Якщо всі менеджери зайняті, клієнт попадає в чергу дзвінків. Вона розподіляє звертання клієнтів залежно від завантаження менеджерів і сценарію, що ви можете задати самостійно. Таким чином, дзвінки будуть оброблятися більш оперативно, і ви не будете пропускати обігу.
- Необмежена кількість внутрішніх користувачів. В АТС Ringostat можна створити необмежена кількість SIP-акаунтів у рамках одного проекту.
- Голосова пошта. Якщо всі менеджери зайняті або у вас вихідний, ви можете переадресувати клієнта на голосову пошту. Ringostat відразу відправить повідомлення про те, що клієнт залишив повідомлення.
- Webhook-номер переадресації. Webhook-номер – це інструмент, що дозволяє ATM Ringostat переводити дзвінок на напрямок, отриманий від клієнта.
- Підключення власних номерів. Якщо в клієнта є свої власні sip-номера, він може підключити їх. Клієнтові не потрібно орендувати номери або міняти власні.
- Чорний список. Якщо на якийсь номер надходить багато нецільових дзвінків, номер можна додати в чорний список. І менеджерам більше не прийде витрачати час на обробку звернень, не ведучих до продажів.
- Повідомлення про пропущені дзвінки. Ви можете одержувати оповіщення про кожне пропущене звернення по sms і на email.

Ціна від: 779 грн./міс. – тариф Basic.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 13   |

## Lifecell

lifecell – торговельна марка, під якою український оператор мобільного зв'язку ТОВ «Лайфселл» надає з 15 січня 2016 послуги стільникового зв'язку в стандартах GSM-900, GSM-1800, UMTS-2100 і LTE Advanced Pro.

Особливості й переваги від представника Lifecell:

– Віртуальна АТМ від lifecell дає можливість підприємству будь-якого розміру створити свою ідеальну систему телефонії: керування вхідними дзвінками, розподілу навантаження співробітників, підвищення якості обробки звернень клієнтів і інших корисних можливостей віртуальної АТМ.

Переваги Віртуальної АТМ від lifecell:

– Рішення для малого, середнього й великого бізнесу. Інтеграція системи незалежно від масштабів бізнесу, як для невеликої компанії, так і для компаній з масштабною, складною офісною структурою.

– Можливість протестувати за 1 грн. Користування «Віртуальної АТМ» від lifecell протягом одного місяця у власному офісі за 1 грн. із ПДВ і ПФ.

– Гнучка інтеграція системи. Легко розгорнути офісну телефонію без будівництва фізичної локальної мережі, придбання телефонних апаратів і устаткування для офісної телефонної станції. Досить установити клієнтські програми на термінали співробітників.

– Мобільність. Збереження телефонних номерів при зміні розташування офісу або відділень. Гнучка зміна номерного плану усередині офісу й між відділеннями.

– Мобільні й міські номери. Об'єднання вашого мобільного й фіксованого зв'язку в єдину корпоративну мережу з 0,01 грн/хв із внутрішньої короткої нумерації.

– WEB-інтерфейс. Гнучке налаштування й керування офісною телефонією за допомогою WEB-інтерфейсу.

Ціна від: 149 грн./міс. – тариф Віртуальна АТМ 5.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 14   |

## Київстар

Київстар – українська телекомунікаційна компанія, що надає послуги зв'язку й передачі даних на основі широкого спектра мобільних і фіксованих технологій, у тому числі 3G і 4G.

Особливості й переваги від представника Київстар:

За допомогою послуги «Віртуальна мобільна АТМ» для корпоративних клієнтів, наші клієнти зможуть скористатися функціоналом офісних АТМ як на фіксованих, так і на мобільних телефонах, що дозволить Вам: оптимізувати витрати на послуги зв'язку; скористатися широким спектром унікальних послуг (керованих у он-лайн режимі за допомогою ВЕБ порталу), оптимізуючих і процеси, що спрощують бізнес, у компанії. Так само послуга поєднує мобільні й фіксовані номери корпорації. «Інновації стають доступніше. З послугою «Віртуальна мобільна АТМ» бізнес-клієнти «Київстар» можуть просто вирішувати складні питання. Об'єднати дзвінки з мобільних і фіксованих номерів або навіть із номерів, які розташовані в різних регіонах України, розподілити вхідні дзвінки так, щоб не втратити жодного клієнта, створити інтерактивне голосове меню, обмежити незаплановані витрати – сьогодні бізнес-клієнти «Київстар» можуть одержати ці можливості в цілому або вибрати необхідне.

Ціна від: 6 грн./міс. – тариф Скорочений номер.

## Atelecom

Атлантис Телеком – єдина компанія в Україні, що використовує найсучаснішу телекомунікаційну платформу, що успішно працює в 70 країнах в 400 операторів і обслуговує 50 млн. клієнтів, які здійснюють 500 млн телефонних дзвінків.

Особливості й переваги від представника Атлантис Телекому:

– При телефонізації офісів абоненти можуть скористатися всім спектром сучасних телекомунікаційних послуг включаючи аудіо- і відео- зв'язок, передачу в період сесії даних (презентація, робочий стіл і т.п.). Послуги – є економічною альтернативою стаціонарним АТМ бізнес-класу і в багатьох випадках можуть

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 15   |

забезпечити абонентам помітні переваги, включаючи конфіденційність передачі даних.

– Налаштування послуг спеціально адаптуються до специфічних вимог шкірного телефонного користувача й володіють достатньою гнучкістю для того, щоб згодом їх можна було легко та за мінімальний годину змінювати за потребою клієнта (додавання абонента в групу, заміна номера, зміна прав і т.п.).

– Нові послуги негайно стають доступні всім абонентам. Таким чином, не потрібно купувати нове або додаткове обладнання. Для управління всіма офісами й послугами існує адміністративна Веб-панель з повним набором можливостей з конфігурації системи й отримання статистичних даних.

– У кожного абонента обов'язково є Веб-доступ до особистого кабінету з можливістю особистих налаштувань і отримання статистичної інформації.

Ціна від: 100 грн./міс. – тариф Super light.

Можна припустити, що представлений ТОП компанії IP телефонії ще довгий час будуть займати першість на українському ринку. У кожної компанії свій функціонал, сервіс і ціна. Вибирайте з тих, з якими вам комфортно працювати і які дійсно позитивно впливають на ваш бізнес.

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

Python – це об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня загального призначення з відкритим кодом. Це визначення може бути важким для новачків, тому розглянемо кожну характеристику окремо, щоб зрозуміти, що вона означає:

– Відкритий вихідний код: це безкоштовно та доступно для подальших покращень, таких як додавання корисних функцій або виправлення помилок.

– Об'єктно-орієнтована: заснована не на функціях, але в об'єктах з певними атрибутами й методами.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 16   |

- Високий рівень: зручний для людини, а не для комп'ютера.
- Загальне призначення: можна використовувати для створення будь-яких програм.

Ця мова використовується в будь-якому програмному забезпеченні, про яке ви тільки можете подумати. Ви можете використовувати його для створення веб-сайтів, штучного інтелекту, серверів, програмного забезпечення для бізнесу та багато іншого. Також застосовується в науці про дані, аналізі даних, машинному навчанні, інженерії даних, веб-розробці, розробці програмного забезпечення та інших галузях.

### **Переваги та недоліки Python**

Переваги:

- Її легко читати, вчити та писати. Це мова програмування високого рівня з англійським синтаксисом. Це полегшує читання та розуміння коду. Її дійсно легко зрозуміти і вивчити, тому багато людей рекомендують Python новачкам. Вам потрібно менше рядків коду для виконання того ж завдання в порівнянні з іншими основними мовами, такими як C/C++ та Java.
- Підвищує продуктивність. Це дуже продуктивна мова. Завдяки її простоті розробники можуть зосередитися на розв'язанні проблеми. Їм не потрібно витрачати багато часу на розуміння синтаксису або поведінку мови програмування. Ви пишете менше коду та виконуєте більше завдань.
- Інтерпретована мова. Python мова, що інтерпретується, а це означає, що вона безпосередньо виконує код по рядку. Якщо сталася помилка, вона зупиняє подальше виконання та повідомляє про її виникнення. Вона показує лише одну помилку, навіть якщо у програмі їх кілька. Це спрощує налагодження.
- Динамічно типізована. Python не визначає тип змінної, доки ми не запустимо код. Вона автоматично надає тип даних, коли відбувається процес виконання. Фахівець може не турбуватися про оголошення змінних та типи даних.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 17   |

– Безкоштовна та з відкритим вихідним кодом. Ця мова постачається під схваленою OSI ліцензією з відкритим вихідним кодом. Це робить його безкоштовним для використання та розповсюдження. Ви можете завантажити вихідний код, змінити його та навіть розповсюджувати свою версію. Це корисно для організацій, які хочуть використати свою версію для розробки.

– Підтримка великих бібліотек. Стандартна бібліотека Python є величезною, ви можете знайти майже всі функції, необхідні для вашого завдання. Таким чином ви не залежите від зовнішніх бібліотек.

– Портативність. У багатьох мовах, таких як C/C++, потрібно змінити свій код, щоб запустити програму на різних платформах. З Python все інакше. Ви тільки пишете один раз і запускаєте її будь-де.

Недоліки:

– Низька швидкість. Вище ми обговорювали, що це інтерпретована мова з динамічною типізацією. Порядкове виконання коду часто призводить до повільного виконання. Динамічна природа Python також є причиною її низької швидкості, оскільки їй доводиться виконувати додаткову роботу при виконанні коду. Тому вона не підходить для цілей, де швидкість важливий аспект проєкту.

– Неефективна для пам'яті. Ця мова програмування використовує великий обсяг пам'яті, це може бути недоліком при створенні програм, коли віддають перевагу оптимізації пам'яті.

– Слабка у мобільних обчисленнях. Python зазвичай використовується у серверному програмуванні. Ми не бачимо – її на стороні клієнта або в мобільних програмах з таких причин: вона не заощаджує пам'ять і має повільну обчислювальну потужність у порівнянні з іншими мовами.

– Доступ до бази даних. Програмувати на цій мові легко, але коли ми взаємодіємо з базою даних, її не вистачає. Рівень доступу до бази даних у Python примітивний та недостатньо розвинений у порівнянні з іншими популярними технологіями.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 18   |

– Помилки виконання. Це мова з динамічною типізацією, тому тип даних змінної може змінюватись у будь-який час. Змінна, що містить ціле число, у майбутньому може містити рядок, що може призвести до помилок виконання.

#### Застосування Python:

– Для аналізу даних. Дані стали цінним активом у будь-якій сучасній галузі, і більшість компаній зацікавлені у збиранні, обробці та аналізі релевантних даних, щоб витягти з них цінну інформацію для бізнесу. І тут Python виходить за межі будь-якої конкуренції. Python особливо цінна тим, що крім великої стандартної бібліотеки надає величезний набір додаткових модулів, розроблених спеціально для аналітичних цілей. Найвідоміші бібліотеки Python для аналізу даних – це pandas і NumPy . Ці інструменти дозволяють робити з вашими даними майже все, наприклад, очищати і аналізувати їх, вивчати статистику або візуалізувати приховані тенденції у ваших даних.

– Для візуалізації даних. Візуалізація даних – це окрема частина аналізу даних, яка допомагає нам подавати інформацію, необроблену чи очищену, у більш змістовній формі. Тут Python знову входить у гру, пропонуючи широкий спектр інструментів візуалізації даних. Найпопулярніші з них – matplotlib і заснований на ній seaborn. Використовуючи їх, ми можемо створювати буквально всі види візуалізації: від найпростіших до складніших.

– Для машинного навчання. Машинне навчання (ML) є основою більшості завдань науки даних. Він є областю штучного інтелекту, пов'язаною з використанням алгоритмів, що дозволяють машинам вивчати закономірності та тенденції на основі історичних даних, щоб робити прогнози на основі невідомих даних. – Використовуючи методи ML, ми можемо створювати моделі, які можуть точно передбачити швидкість відтоку клієнтів компанії, оцінити ризик виникнення у людини певного захворювання, визначити оптимальне розташування автомобілів таксі й т.д. За допомогою Python ми можемо побудувати модель ML, використовуючи лише три рядки коду.

– Для розробки програмного забезпечення. Крім свого багатостороннього застосування в галузях науки про дані, Python використовується на кожному етапі розробки програмного забезпечення, включаючи контроль складання, автоматичну безперервну компіляцію, прототипування, відстеження помилок, тестування та обслуговування програмного забезпечення. За допомогою цієї мови можемо створювати аудіо- або відеопрограми на основі методів штучного інтелекту, машинного навчання, API (інтерфейсів прикладного програмування), GUI (графічних інтерфейсів) або будь-якого іншого типу програмного забезпечення.

– Для веброзробки. У той час як для створення візуальної частини вебсайту ми переважно будемо використовувати такі мови, як HTML, CSS та JavaScript, для його невидимої частини ми часто вибираємо Python. Серед масштабних вебсайтів та програм, створених за допомогою цієї мови, варто згадати Google, Facebook, Instagram, YouTube, Dropbox та Reddit.

– Для автоматизації задач/скриптингу. Це відмінний інструмент для написання програм для автоматизації різних завдань, що повторюються. Цей процес називається скриптингом. Зокрема, можна робити скрипти для роботи з файлами та папками. Наприклад, можна створювати, перейменовувати, перетворювати, розділяти, об'єднувати або видаляти файли, перевіряти їх на наявність помилок. Ви також можете використовувати автоматизацію Python для пошуку та завантаження інформації з Інтернету, заповнення та надсилання онлайн-форм та надсилання регулярних повідомлень або електронних листів.

Яким фахівцям потрібно володіти Python:

- Фахівець з даних.
- Аналітик даних.
- Інженер даних.
- Інженер з машинного навчання.
- Журналіст даних.
- Архітектор даних.

- Повний стек веб-розробника.
- Backend-розробник.
- DevOps-інженер.
- Інженер-програміст.

Можемо зробити висновок, що Python ще довго буде популярною мовою, хоч і має низку недоліків. Цю мову використовують для створення вебсайтів, штучного інтелекту, серверів, програмного забезпечення для бізнесу, аналізу даних, машинного навчання, інженерії даних та для багатьох інших областей. Це перспективна і затребувана навичка, яка необхідна у всіх галузях.

### 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 комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

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;

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 21   |

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.

К6ПЗ-2026

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 22   |

## 3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

### 3.1 Опис функціонування системи

CPaaS (Комунікаційна платформа як послуга) – це хмарне обчислювальне рішення, яке поєднує комунікаційні послуги (такі як обмін миттєвими повідомленнями, голосовий та відеозв'язок) з можливостями розробки програмного забезпечення через API (такі як REST API – інтерфейси прикладного програмування в стилі передачі репрезентативних станів) та SDK (комплекти розробки програмного забезпечення). Об'єднуючи ці елементи, CPaaS дозволяє розробникам легко створювати та налаштовувати власні комунікаційні програми, забезпечуючи унікальний досвід для своїх користувачів.

Rainbow CPaaS, скорочення від «Комунікаційна платформа як послуга» (Communication Platform as a Service), – це хмарна платформа, що пропонує API та SDK, що дозволяють легко інтегрувати функції Rainbow у ваші бізнес-додатки, CRM-системи, веб-сайти або мобільні додатки та робочі процеси. Rainbow надає розробникам бібліотеку SDK (комплектів розробки програмного забезпечення), розширені веб-API, конектори та готові сервіси на архітектурі з відкритим кодом. Ці інструменти спрощують процес розробки, надаючи попередньо розроблені модулі для обміну повідомленнями, голосового зв'язку, відео та інших форм зв'язку. Розробники можуть швидко інтегрувати ці функції у свої додатки за допомогою REST, React Native, C#, Web, Node.js, Android та iOS SDK та API, не починаючи з нуля.

CPaaS (Комунікаційна платформа як послуга) – це платформа, яка надає API та SDK, що дозволяє розробникам інтегрувати функції зв'язку в режимі реального часу, такі як обмін повідомленнями, голосовий зв'язок та відео, у свої існуючі програми та робочі процеси. CCaaS (Контакт-центр як послуга) – це рішення, орієнтоване на контакт-центр, яке пропонує інструменти для керування

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 23   |

взаємодією з клієнтами, включаючи дзвінки, електронні листи та підтримку з хмари.

CPaaS пропонує безліч можливостей, включаючи обмін повідомленнями в режимі реального часу, голосові та відеодзвінки, push-сповіщення, WebRTC, керування користувачами, створення груп та багато іншого. Ці функції дозволяють розробникам інтегрувати захопливі, персоналізовані комунікації у свої програми.

Використання CPaaS пропонує кілька переваг:

- Прискорення розробки.
- Легке налаштування комунікаційних функцій.
- Зниження витрат на розробку та обслуговування.
- Покращення взаємодії з користувачем завдяки контекстному спілкуванню в режимі реального часу.

SDK (комплект розробки програмного забезпечення) – це набір попередньо розроблених інструментів та ресурсів, які допомагають розробникам інтегрувати функції зв'язку у свої програми. API (інтерфейс прикладного програмування) – це набір правил та протоколів, які дозволяють різним програмам взаємодіяти одна з одною. У контексті CPaaS API надають методи та точки підключення для доступу до функцій зв'язку.

Rainbow є каталізатором екосистеми розробників, завдяки відкритому доступу до наших багатофункціональних API та SDK. Rainbow дозволяє розробникам створювати інноваційні програми з можливостями комунікації в режимі реального часу.

З Rainbow конфіденційність даних гарантована та відповідає європейським нормам. Ми не продаємо та не будемо продавати чи іншим чином продавати дані користувачів. Усі дані шифруються під час передачі та зберігання і зберігаються в географічному регіоні користувача. За межами США Rainbow не підпадає під дію закону CLOUD або американського закону PATRIOT, які гарантують кожному з наших користувачів повний захист їхніх даних та

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 24   |

конфіденційність їхніх обмінів суверенним чином. Rainbow дотримується правил захисту даних GDPR. Крім того, Alcatel-Lucent Enterprise сертифікована за стандартом ISO 27001, який регулює вимоги до інформаційної безпеки, кібербезпеки та захисту конфіденційності.

### 3.2 Розробка структурної схеми

CPaaS (Комунікаційна платформа як послуга) – це хмарна модель доставки, яка дозволяє компаніям інтегрувати функції зв'язку в режимі реального часу, такі як SMS, голосові дзвінки, відеочат, чат-боти та IVR, у свої існуючі додатки за допомогою API та попередньо створених компонентів.

Замість того, щоб будувати та підтримувати телекомунікаційну інфраструктуру, компанії можуть покладатися на постачальників CPaaS, які керують усім бекендом – від підключення операторів до безпеки та відповідності вимогам.

Уявіть собі CPaaS як набір модульних будівельних блоків для комунікації. Бізнес може вибрати необхідні йому можливості та вбудувати їх безпосередньо у взаємодію з клієнтами.

Наприклад:

- Банківський додаток може використовувати API CPaaS для надсилання миттєвих одноразових паролів для безпечного входу та транзакцій.
- Медичний працівник може автоматизувати нагадування про зустрічі за допомогою SMS або голосових дзвінків.
- Бренд електронної комерції може використовувати чат-ботів для обробки відстеження замовлень або запитів клієнтів у додатку.

Такий підхід допомагає компаніям залишатися на зв'язку з клієнтами через канали, які вони обирають, одночасно скорочуючи час і вартість розгортання. Простіше кажучи, CPaaS надає організаціям гнучкість для створення масштабованих, персоналізованих та ефективних комунікаційних можливостей

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 25   |

без управління будь-якою телекомунікаційною інфраструктурою. Платформа CPaaS функціонує як хмарний рівень, що з'єднує бізнес-додатки з глобальними комунікаційними мережами. Вона надає необхідні API, інструменти та інфраструктуру, щоб організації могли здійснювати обмін повідомленнями, дзвінки та інші взаємодії в режимі реального часу без необхідності самостійно налаштовувати телекомунікаційні системи.

Кожне рішення CPaaS побудовано навколо кількох важливих компонентів:

- API зв'язку: вони є основою CPaaS. Вони забезпечують такі можливості, як надсилання SMS, здійснення голосових дзвінків, ініціювання відеозустрічей або керування взаємодією в чаті.

- SDK та ресурси для розробників: ці інструменти допомагають розробникам швидко інтегрувати комунікаційні функції у веб- та мобільні додатки.

- Автоматизація робочих процесів: Багато постачальників CPaaS пропонують інструменти з низьким рівнем коду для створення чат-ботів, шляхів клієнтів та сповіщень без складного кодування.

- Аналітика та звітність: Інформаційні панелі в режимі реального часу забезпечують видимість доставки повідомлень, рівня відповідей та якості дзвінків.

- Безпека та відповідність вимогам: постачальники CPaaS займаються захистом даних, згодою користувачів та регіональними правилами телекомунікацій, щоб забезпечити безпеку та відповідність кожного зв'язку вимогам.

Як API роблять CPaaS потужним? API є сполучною ланкою між бізнес-додатками та телекомунікаційними мережами. Вони обробляють складні процеси маршрутизації повідомлень, керування дзвінками та забезпечення доставки за допомогою кількох рядків коду. Це дозволяє компаніям створювати гнучкий, омніканальний досвід. Наприклад, роздрібний продавець може надсилати

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 26   |

підтвердження замовлень через WhatsApp, оновлення щодо доставки через SMS та подальші опитування електронною поштою, керуючи цими процесами в рамках одного інтегрованого робочого процесу.

В Індії телекомунікаційні оператори, такі як Airtel, використовують можливості CPaaS для забезпечення автоматичних сповіщень, голосової взаємодії та доставки одноразових паролів для своїх корпоративних клієнтів.

У Сполучених Штатах такі компанії, як Uber, використовують CPaaS для безпечного з'єднання пасажирів і водіїв за допомогою тимчасових номерів телефонів, забезпечуючи конфіденційність і зберігаючи безперебійний зв'язок.

Ці приклади показують, як CPaaS забезпечує контекстуальну комунікацію в режимі реального часу, що підвищує як операційну ефективність, так і задоволеність клієнтів.

Хоча CPaaS та UCaaS звучать схоже, вони служать різним цілям у бізнес-комунікації. Обидва вони хмарні, але зосереджені на різних аудиторіях та варіантах використання.

CPaaS (Комунікаційна платформа як послуга) надає комунікаційні API, які розробники можуть інтегрувати у власні програми. Це допомагає компаніям додавати функції обміну повідомленнями, дзвінків або відео в платформи або робочі процеси, орієнтовані на клієнтів.

UCaaS (Уніфіковані комунікації як послуга) пропонує повний пакет комунікацій, який співробітники використовують внутрішньо. Зазвичай він включає такі інструменти, як голосові дзвінки, командний чат і відеозустрічі в одному інтерфейсі.

Цінність комунікаційної платформи як послуги (CPaaS) виходить за рамки додавання функцій обміну повідомленнями або дзвінків. Вона допомагає компаніям модернізувати взаємодію з клієнтами, підвищити операційну ефективність та зменшити витрати на інфраструктуру. Завдяки впровадженню CPaaS організації отримують гнучкість масштабування комунікації по кількох каналах, зосереджуючись на своїх основних бізнес-цілях.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 27   |

Нижче наведено деякі ключові переваги CPaaS з практичними прикладами того, як вони вирішують реальні проблеми.

### **Швидше розгортання та інновації**

CPaaS усуває необхідність створювати системи зв'язку з нуля. Завдяки готовим до використання API та SDK команди можуть додавати можливості голосового зв'язку, SMS, відео або чат-ботів до своїх додатків за лічені хвилини.

Це пришвидшує цифрову трансформацію та допомагає компаніям швидко запускати нові комунікаційні функції, не покладаючись на значні інвестиції в телекомунікаційні послуги.

### **Покращена взаємодія з клієнтами**

Клієнти очікують швидкої, зручної та персоналізованої взаємодії. CPaaS дозволяє компаніям зв'язуватися з користувачами через їхні улюблені канали, такі як WhatsApp, SMS або голосовий зв'язок, створюючи безперебійний досвід у всіх точках дотику.

Наприклад, авіакомпанія може автоматично повідомляти пасажирів про оновлення рейсів через SMS або WhatsApp, дозволяючи їм перенести рейси через чат.

### **Економічна ефективність та масштабованість**

Традиційні системи зв'язку вимагають значних витрат на обладнання, ліцензування та обслуговування. З CPaaS все працює в хмарі.

Бізнес може масштабуватися залежно від попиту та платити лише за те, що він використовує. Це полегшує впоратися із сезонними піками, маркетинговими кампаніями або зростом обслуговування клієнтів без збільшення витрат на інфраструктуру.

### **Покращена безпека та відповідність вимогам**

Авторитетні постачальники CPaaS гарантують, що всі комунікації відповідають глобальним та регіональним нормам, таким як GDPR та TRAI. Вони також пропонують безпечну обробку даних, шифрування та журнали аудиту для захисту конфіденційної інформації.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 28   |

Це допомагає організаціям підтримувати довіру та виконувати вимоги відповідності, не вирішуючи ці складнощі внутрішньо.

### **Інтеграція з існуючими бізнес-системами**

Платформи CPaaS легко інтегруються з CRM, ERP та системами підтримки клієнтів. Це дозволяє компаніям автоматизувати сповіщення, оптимізувати робочі процеси та забезпечувати більш контекстно-залежну комунікацію.

Наприклад, логістична компанія може ініціювати автоматичні сповіщення про доставку зі своєї ERP-системи через CPaaS API, інформуючи клієнтів у режимі реального часу.

### **Глобальний охоплення з локальною надійністю**

Постачальники CPaaS співпрацюють із світовими операторами, щоб забезпечити високу швидкість доставки повідомлень та надійне голосове з'єднання по всьому світу. Це дозволяє компаніям розширювати охоплення зв'язку на кількох ринках, зберігаючи при цьому місцеві стандарти відповідності та якості.

Платформа CPaaS пропонує широкий спектр функцій, які допомагають компаніям керувати комунікацією через різні канали. Ці функції можна використовувати незалежно або комбінувати для створення безперебійних, автоматизованих шляхів взаємодії з клієнтами.

Нижче наведено деякі з найпоширеніших можливостей, що зустрічаються в сучасному CPaaS-рішенні.

### **Повідомлення та сповіщення**

Найпоширенішою функцією CPaaS є обмін повідомленнями. Компанії можуть надсилати сповіщення про транзакції, рекламні пропозиції або двосторонні повідомлення в чаті за допомогою SMS, WhatsApp, RCS або інших каналів.

Це часто використовується для одноразових паролів, нагадувань про зустрічі та оновлень замовлень.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 29   |

## Голосові послуги та IVR

CPaaS дозволяє здійснювати програмовані голосові виклики та системи інтерактивного голосового реагування (IVR), які можуть автоматично обробляти взаємодію з клієнтами.

Наприклад, клієнт може зателефонувати на лінію підтримки, вибрати опцію через голосове меню та миттєво з'єднатися з потрібним агентом або отримати інформацію.

## Відеозв'язок

Завдяки відео API компанії можуть додавати безпечні відеодзвінки в режимі реального часу до своїх платформ.

Це цінно для телемедицини, віртуальних банківських консультацій або віддаленої підтримки клієнтів, де візуальна взаємодія будує довіру та покращує залученість.

## Чат-боти та автоматизація розмов

Багато платформ CPaaS пропонують фреймворки чат-ботів або інтеграції штучного інтелекту, які дозволяють компаніям автоматизувати взаємодію з клієнтами через месенджери та веб-сайти.

Чат-боти можуть обробляти поширені запитання, збирати потенційних клієнтів та транзакційні запити, що дозволяє командам підтримки зосередитися на складніших випадках.

## Автентифікація та верифікація

CPaaS широко використовується для автентифікації користувачів за допомогою одноразових паролів (OTP) та двофакторної автентифікації (2FA).

Ці API допомагають компаніям захистити вхід клієнтів та транзакції без необхідності керувати інфраструктурою доставки повідомлень.

## Управління кампаніями та аналітика

Деякі платформи CPaaS також надають інструменти для створення та керування масовими кампаніями, відстеження показників доставки, вимірювання залученості та отримання аналітичних даних.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 30   |

Ці дані допомагають організаціям удосконалити свою комунікаційну стратегію та покращити ефективність у всіх каналах.

Разом ці функції роблять CPaaS універсальним та масштабованим рішенням, яке підтримує як клієнтоорієнтовані, так і операційні комунікаційні потреби.

CPaaS використовується в різних галузях для оптимізації комунікації, покращення залучення клієнтів та автоматизації ключових взаємодій.

Оскільки це працює на основі API та масштабовано, компанії можуть адаптувати рішення CPaaS до своїх конкретних потреб, від підтримки клієнтів до безпечної верифікації.

Нижче наведено деякі з найпоширеніших галузевих випадків використання CPaaS.

### **Банківська справа та фінанси**

Банки та фінансові установи покладаються на CPaaS для безпечного зв'язку з клієнтами в режимі реального часу.

Випадки використання включають:

- Надсилання одноразових паролів та сповіщень про транзакції через SMS або WhatsApp.
- Автоматизація оновлень заявок на кредити та кредитні картки.
- Увімкнення двостороннього обміну повідомленнями для підтримки або надсилання документів.
- Голосові нагадування про оплату рахунків або графіки розстрочки платежів.

Інтегруючи ці комунікації в існуючі додатки та CRM, фінансові установи можуть надавати швидше та надійніше обслуговування, зберігаючи при цьому безпеку та відповідність вимогам.

### **Охорона здоров'я**

CPaaS допомагає медичним працівникам покращити комунікацію з пацієнтами та управління призначеннями.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 31   |

Випадки використання включають:

- Підтвердження зустрічей, нагадування та подальші дії через SMS або голосове повідомлення.
- Телеконсультації забезпечені через відео API.
- Автоматизовані сповіщення про рецепти та результати аналізів.
- Чат-боти для перевірки симптомів або базових медичних порад.

Ці інструменти допомагають організаціям охорони здоров'я підвищити залученість пацієнтів, одночасно зменшуючи пропущені зустрічі та адміністративне навантаження.

### **Страховання**

Страхові компанії використовують CPaaS для підвищення швидкості та ефективності комунікації зі страховальниками.

Випадки використання включають:

- Оновлення статусу заявок через SMS або WhatsApp.
- Автоматичні нагадування про поновлення полісу.
- Голосова підтримка для подання претензій або запитів.
- Чат-боти, які допомагають користувачам з оплатою преміум-класу або оформленням документації.

Це дозволяє страховим компаніям пропонувати проактивний зв'язок цілодобово, дотримуючись політики щодо даних клієнтів.

### **Електронна комерція**

Для електронної комерції та роздрібної торгівлі CPaaS відіграє вирішальну роль у взаємодії з клієнтами.

Випадки використання включають:

- Підтвердження замовлень, відстеження доставки та оновлення щодо повернення.
- Сповіщення в режимі реального часу про пропозиції або відновлення кошика.
- Голосове або WhatsApp-обслуговування клієнтів.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 32   |

– Чат-боти, які допомагають із запитами щодо продуктів або рекомендаціями.

Завдяки багатоканальній комунікації онлайн-магазини можуть покращити коефіцієнти конверсії та побудувати міцніші стосунки після покупки.

### **Обслуговування клієнтів**

CPaaS підтримує автоматизоване та людське обслуговування клієнтів через кілька каналів.

Випадки використання включають:

- Системи IVR, які спрямовують дзвінки до потрібного відділу.
- Чат-боти для поширених запитань та створення заявок.
- Інтеграція підтримки омніканальності з живими агентами.
- Збір відгуків після взаємодії.

Це допомагає компаніям скоротити час реагування, підвищити продуктивність агентів та пропонувати стабільне обслуговування на кожній точці контакту з клієнтом.

### **Автентифікація**

Верифікація користувачів є одним із найпоширеніших застосувань CPaaS.

Випадки використання включають:

- Надсилання одноразових паролів через SMS, WhatsApp або голосовий зв'язок.
- Впровадження двофакторної автентифікації (2FA) для безпеки входу.
- Перевірка транзакцій у банківських або електронних комерційних платформах.

Ці робочі процеси автентифікації підвищують безпеку та зменшують шахрайство, не ускладнюючи взаємодію з користувачем.

### **Як вибрати правильну технологію CPaaS**

Вибір правильного постачальника CPaaS залежить від цілей вашої організації, каналів зв'язку та потреб інтеграції.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 33   |

Гарна платформа повинна не лише пропонувати API для обміну повідомленнями або дзвінків, але й забезпечувати гнучкість, надійність та відповідність вимогам, необхідні для масштабування комунікації в різних регіонах.

Під час оцінки платформ CPaaS враховуйте такі фактори:

- Покриття каналів: Підтримка ключових каналів, таких як WhatsApp, RCS, SMS, голосовий зв'язок та відео.
- Легкість інтеграції: наявність API, SDK та інструментів з низьким кодом для швидшого розгортання.
- Безпека та відповідність: відповідність таким нормативним актам, як GDPR, HIPAA або TRAI.
- Масштабованість: здатність обробляти великі обсяги з постійною якістю обслуговування.
- Аналітика та автоматизація: інструменти, які допомагають відстежувати, аналізувати та оптимізувати комунікаційні шляхи.

Станом на 2026 рік, комунікаційна платформа як послуга (CPaaS) стала вирішальним елементом стабільності та зростання бізнесу. На порозі інновацій експерти DecisionTelecom зібрали тенденції, поради та комерційні секрети CPaaS, щоб допомогти вам залишатися попереду конкурентів.

У даному розділі досліджується концепція CPaaS, її значення у 2026 році, ключові тенденції CPaaS, які трансформують ринок, а також вплив штучного інтелекту, автоматизації та обміну повідомленнями по всіх каналах на те, як бізнес спілкується з клієнтами. Слідкуйте за оновленнями, і почнемо!

Більшість сучасних CPaaS включають такі частини:

- SMS API для одноразових паролів, сповіщень та сповіщень.
- Голосовий зв'язок та VoIP для IVR та дзвінків.
- Інтеграція з месенджерами, такими як WhatsApp Business API, Viber та RCS messaging.
- Автентифікація та одноразові паролі (OTP) для безпечної перевірки користувачів тощо..

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 34   |

## Зростання та тенденції впровадження ринку CPaaS до 2026 року

Простіше кажучи, ринок CPaaS переживає швидке глобальне розширення. Потреба в цифровій трансформації та інструментах зв'язку в режимі реального часу стимулює його розвиток. Дехто прогнозує його зростання з приблизно 16 мільярдів доларів у 2024 році до понад 209 мільярдів доларів до 2034 року, зі середньорічним темпом зростання близько 28%. Найпоширеніші прогнози зростання ринку CPaaS описують такі причини:

- Рішення для корпоративного зв'язку створюють великий попит.
- Все більше малих та середніх підприємств (МСП) використовують CPaaS через реселерів та платформи з власною торговою маркою.
- White-label CPaaS дозволяє швидко розгортати нішеві рішення для регіональних ринків.

Як результат, найбільш затребуваними галузями CPaaS є такі:

- Електронна комерція: для нагадувань про покинуті кошики, оновлення замовлень, розпродажі тощо.
- Фінтех та банківська справа: для одноразових паролів, сповіщень про шахрайство та повідомлень про відповідність вимогам.
- Охорона здоров'я: для нагадувань про зустрічі та сповіщень для пацієнтів.
- Логістика та доставка: для відстеження та підтвердження доставок у режимі реального часу тощо.

Це означає, що потреба в складній, всебічній комунікації стає відмінною стратегією для компаній, які прагнуть розвитку.

### Оmnіканальний обмін повідомленнями – це новий стандарт

Дехто може вважати, що багатоканальний зв'язок – це нормально. Давайте розберемося, чому omnіканальний зв'язок пропонує зовсім інший результат. Отже, порівнюючи багатоканальний та omnіканальний, яка різниця?

Багатоканальність означає, що бізнес використовує більше одного способу спілкування з клієнтами, як-от SMS, WhatsApp, електронна пошта, голосовий

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 35   |

зв'язок тощо. Однак кожен канал є окремим і працює самостійно зі своїми власними даними.

Оmnіканальність, з іншого боку, об'єднує всі канали в одну цілісну систему, де всі взаємодії з клієнтами здійснюються одночасно. Це означає, що бізнес завжди знає, хто є клієнтом, що сталося раніше і що має статися далі. Наприклад, клієнт не ставитиме одні й ті ж запитання знову і знову через перервані розмови та суперечливі повідомлення.

### **Чому бізнесу потрібно використовувати SMS, WhatsApp, Viber, RCS та Voice разом**

Сьогодні клієнти відрізняються залежно від регіону, пристрою, уподобань програми та типу підключення, тому важливо поєднувати канали на вашій платформі для бізнес-повідомлень, щоб забезпечити їхню ефективну та надійну роботу. Ось чому впровадження omnіканальної підтримки є критично важливим:

- Вищі тарифи на доставку.
- Кращий досвід для клієнтів.
- Оптимізація витрат..

Як результат, використання всіх каналів одночасно забезпечує доставку, кращий досвід клієнтів та розумну маршрутизацію для зниження витрат. Однак це не єдиний прогрес на 2026 рік.

### **Наступний крок у комунікації: III в CPaaS**

Штучний інтелект у CPaaS відкриває нові функції, що зрештою покращує роботу бізнесу. Однак його впровадження вимагає високих початкових витрат. Тому компанії схильні переходити до варіантів з низьким кодом або без коду:

- Швидший вихід на ринок: вам потрібно менше часу на налаштування, що дозволяє вам швидше залучати клієнтів і починати пропонувати послуги.
- Рішення для обміну повідомленнями, специфічні для певної галузі: Більш унікальні та складні для копіювання рішення завдяки спеціалізованим нішевим послугам для охорони здоров'я, фінансів тощо.
- Вища маржа від регулярного доходу: Реселери можуть перейти від одноразових комісій за інтеграцію до передбачуваного, високомаржинального регулярного доходу.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 36   |

## Безпека, конфіденційність та глобальна відповідність вимогам щодо обміну повідомленнями у 2026 році

У 2026 році компанії повинні дотримуватися нових правил та галузевих стандартів, щоб забезпечити безпеку користувачів, брендів та мереж. Основна увага приділяється кільком аспектам: GDPR та конфіденційність даних, регулювання телекомунікацій, а також перевірка бренду та відправника.

Відповідність стандартам CPaaS – це щось більше, ніж просто встановлення прапорців. Це система захисту як для бізнесу, так і для клієнтів. Компанії, які візьмуть на себе таку ініціативу, також побудують міцніші стосунки зі своїми клієнтами.

### Конвергенція PaaS + CPaaS + UCaaS

Все більше компаній шукають універсальну платформу для обміну бізнес-повідомленнями, яка об'єднує повідомлення, голосовий зв'язок, контакт-центри та інструменти для співпраці. Коли вони тісно пов'язані з контакт-центрами, агенти одразу отримують контекстну інформацію. Уніфіковані платформи також роблять інструменти обміну повідомленнями та голосового зв'язку більш масштабованими та сумісними з бізнесом.

В результаті вони мають такі переваги:

- Економія коштів досягається за рахунок об'єднання кількох постачальників та зниження витрат на інфраструктуру.
- Омніканальна взаємодія, де клієнти можуть легко перемикатися між чатом, голосовим зв'язком та каналами співпраці без жодних проблем.
- Бізнес розвивається на міжнародному рівні.

У 2026 році компанії, які врахують цю тенденцію, зможуть пропонувати більш гнучку, безпечну та клієнтоорієнтовану комунікацію.

Контрольний список, який допоможе зробити компанію стійкою, відповідною вимогам та масштабованою:

1. Отримайте платформу, яка не залежить від постачальників, щоб забезпечити гнучкість каналів зв'язку.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 37   |

2. Отримайте глобальне охоплення та прямі зв'язки з оператором, щоб гарантувати 100% дотримання місцевих правил телекомунікацій.

3. Увімкніть каскадний обмін повідомленнями та резервну логіку, щоб жодне важливе повідомлення не було втрачено.

4. Впроваджуйте штучний інтелект у CPaaS для покращення маршрутизації, адаптації взаємодії та виявлення шахрайства в режимі реального часу.

Це робить CPaaS не просто інструментом обміну повідомленнями, а й стратегічним способом покращення клієнтського досвіду.

### **Характеристики комунікаційної платформи для критично важливих бізнес-рішень**

#### **Надійність**

Коефіцієнт невдач при встановленні з'єднань, обривах або недоставлених повідомленнях зазвичай має бути нижче 0,1%, а іноді й на відомому рівні «5 дев'яток» – 0,001%, особливо у випадках використання, критично важливих для безпеки.

#### **Якість**

Якість голосового або відеозв'язку має бути високою та передбачуваною, навіть за умов неоптимальних умов мережі. У разі виникнення проблем (наприклад, через погане покриття мобільного зв'язку в приміщенні) може знадобитися активний моніторинг, щоб проблеми можна було вирішувати проактивно.

#### **Довговічність і стабільність**

Розробнику систем потрібна впевненість у тому, що комунікаційні функції працюватимуть протягом усього терміну служби системи або їх можна буде легко модернізувати чи замінити. Враховуючи, що деякі продукти Інтернету речей, як очікується, експлуатуватимуться протягом 5, 10 або навіть 20 років, їм знадобляться гарантії того, що функції – а також механізми підтримки та ціноутворення на послуги – будуть передбачуваними та стабільними.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 38   |

## Масштабованість

Різні критичні випадки використання можуть потребувати масштабування до багатьох тисяч – або навіть мільйонів – доступів СРaaS одночасно. Наприклад, розглянемо вплив експоненціального зростання потреб у догляді під час пандемії або потоп тривог ліфтів під час землетрусу.

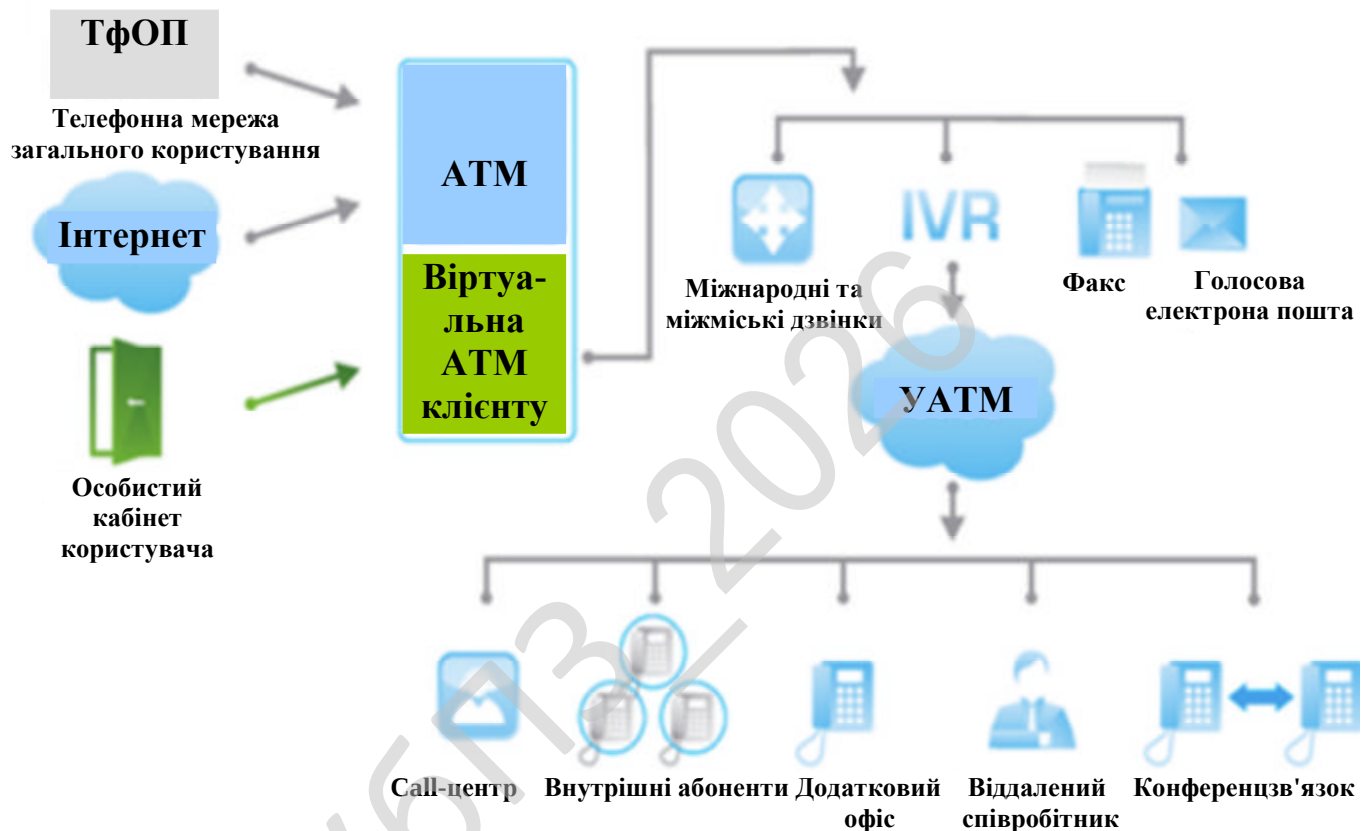


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

### 3.3 Розробка функціональної схеми

Віртуальні АТМ на базі ALE Rainbow – це повноцінна цифрова телефонна станція в оренду вашої компанії.

Функціонал АТМ на базі ALE Rainbow-рішень для офісу включає:

- IP-телефонію.
- Прийом і відправлення факсів.

- Організацію call-центра через Інтернет.
- Конференцв'язок.
- Голосову пошту.
- Індивідуальну переадресацію.
- Переадресацію за розкладом.
- Автовизначник номера.
- Можливість записувати й прослуховувати розмови.
- Історію дзвінків і інші сервіси.
- Утримання дзвінка.
- Фільтри: чорні й білі списки.
- Формування статистики.
- Автосекретар.
- Додаткові номери.

Вартість організації віртуальної АТМ на базі ALE Rainbow залежить від обраного тарифного плану й кількості сервісів, що підключаються додатково.



Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

АТМ на базі ALE Rainbow у хмарі – це повноцінна офісна міні-АТМ на базі ALE Rainbow, що розширює можливості сучасного бізнесу:

– Віртуальна АТМ на базі ALE Rainbow-телефонія не вимагає додаткового устаткування.

– IP-міні-АТМ на базі ALE Rainbow для офісу працює без проводів і не прив'язана до місцевості.

– Хмарна IP-АТМ на базі ALE Rainbow продовжує працювати, якщо інтернет-з'єднання погіршилося або пропало.

– Для обслуговування віртуальної хмарної АТМ на базі ALE Rainbow не потрібно залучати в штат фахівців.

– У цифрових міні-АТМ на базі ALE Rainbow для офісу більше функцій, чим у звичайних офісних телефонних станцій.

– Купити віртуальну міні-АТМ на базі ALE Rainbow (готові рішення) для офісу й підключити її – справа 15 хвилин.

– Доступні ціни на міні-АТМ на базі ALE Rainbow для офісу – вагома перевага віртуальної телефонії.

### **Телефонні номери**

Основою хмарних АТМ на базі ALE Rainbow-Компаній через Інтернет є багатоканальний номер.

Підключити віртуальну АТМ на базі ALE Rainbow також можна на діючий міський номер.

### **Інтеграція IP-телефонії через API**

Хмарна АТМ на базі ALE Rainbow + IP-телефонія дозволяє збільшити кількість ліній без покупки телефонних номерів і установки додаткового устаткування. Вам досить увійти в особистий кабінет і додати потрібна кількість SIP-аккаунтів.

Програмний інтерфейс API, розроблений нашими фахівцями, дозволяє інтегрувати IP-телефонію в будь-які бізнес-додатка й вийти за рамки стандартних завдань:

|      |      |          |        |      |                                  |           |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|-----------|
|      |      |          |        |      | <b>ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ</b> | Арк.      |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                  | <b>41</b> |

- відслідковувати номери абонентів;
- автоматично відкривати картки клієнтів;
- мати доступ до історії контактів;
- перенаправляти дзвінки на персональних менеджерів.

Ціна послуги віртуальної міні-АТМ на базі ALE Rainbow не міняється після масштабованості.

### 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.

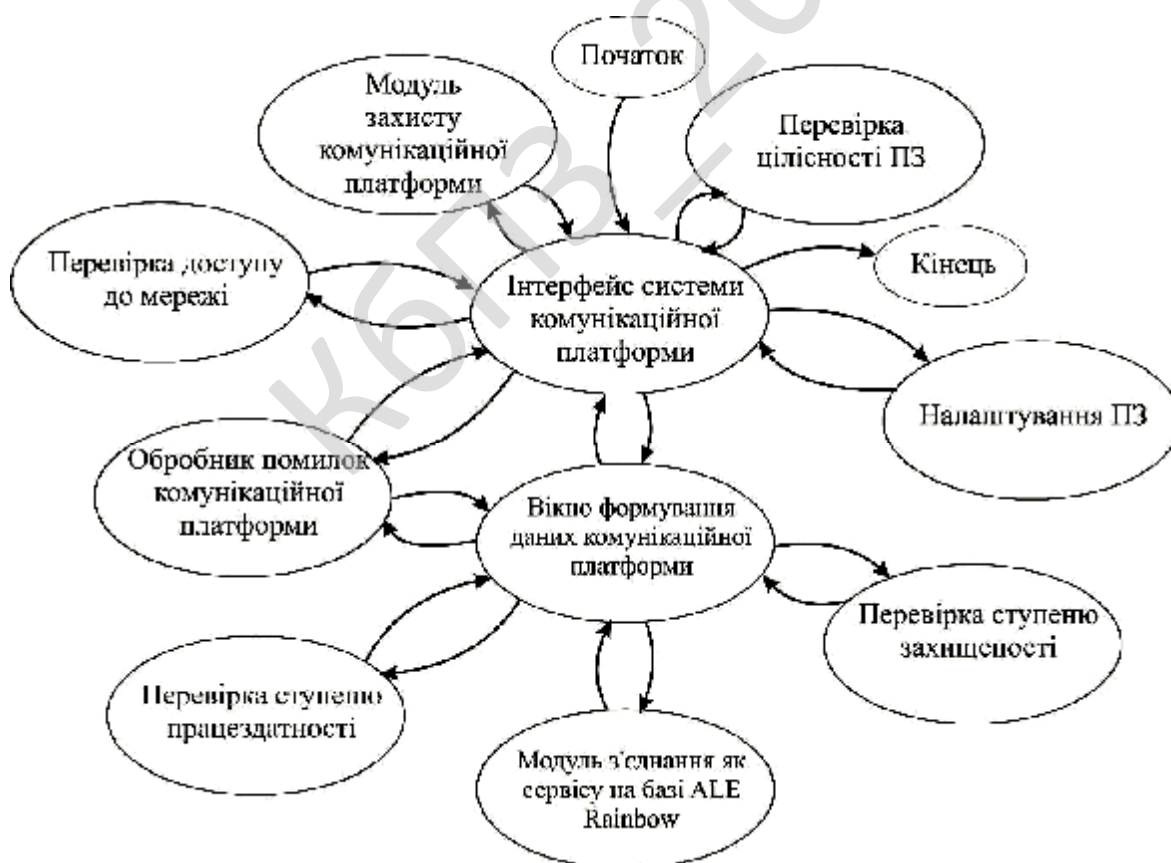


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

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).

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.

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

- Зовнішні по відношенню до системи сутності.
- Потоки даних між елементами трьох попередніх типів.
- Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.
- Сховища даних (репозиторії).

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.

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.

Було використано підходи з використанням UML, це уніфікована мова моделювання, використовується у парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування. Є невід'ємною частиною уніфікованого процесу розробки

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 44   |

програмного забезпечення. UML є мовою широкого профілю, це відкритий стандарт, що використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи, називаної UML-моделлю. UML був створений для визначення, візуалізації, проектування й документування в основному програмних систем. UML не є мовою програмування, але в засобах виконання UML-моделей як інтерпретованого коду можлива кодогенерація.

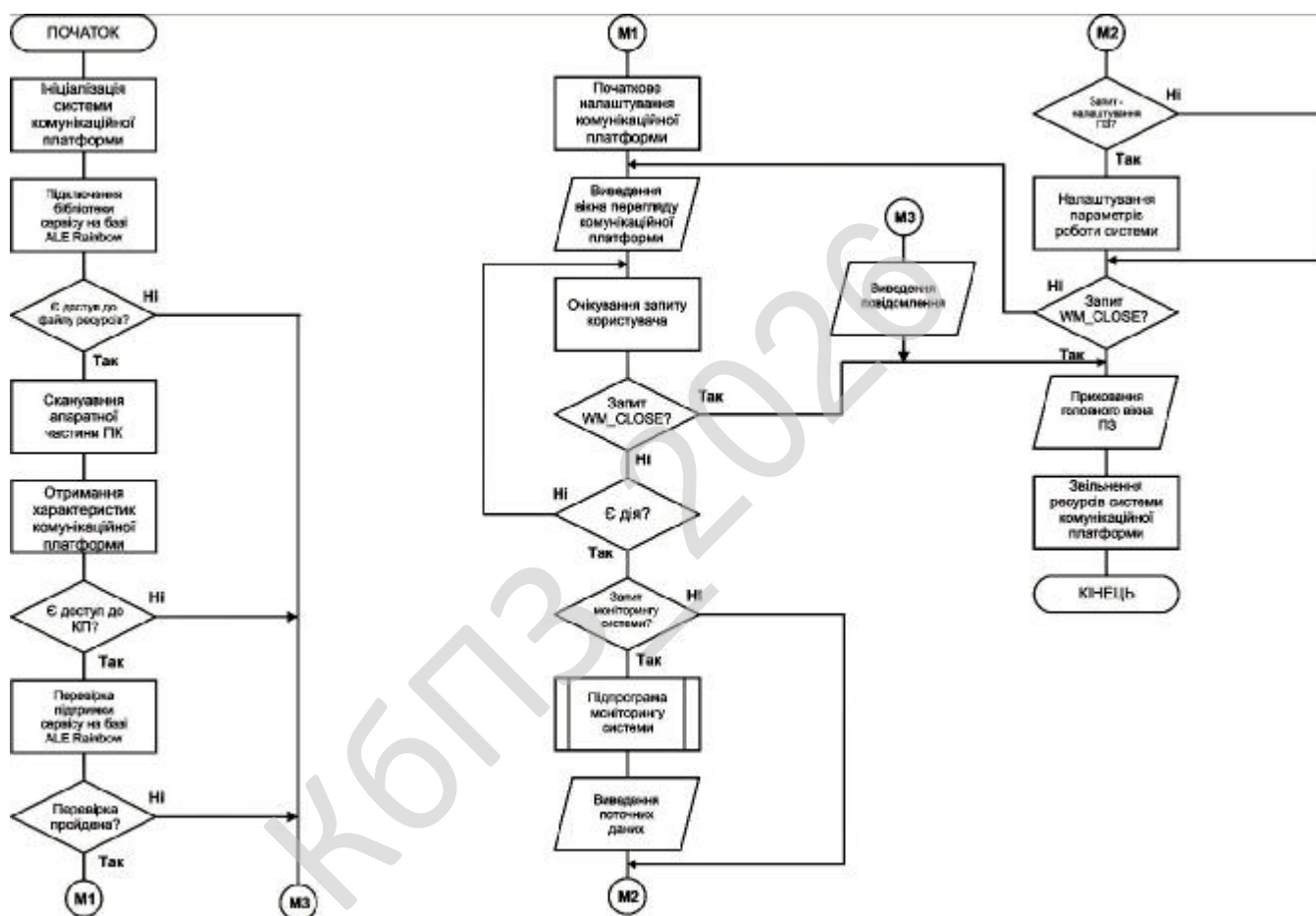


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

Подійно-орієнтована архітектура ( Event-driven architecture, надалі EDA) – шаблон архітектури програмного забезпечення, який призначений для створення подій, їх виявлення, споживання і реагування на них.

Подія може бути визначена як значна зміна стану. Наприклад, коли споживач купує автомобіль, стан автомобіля змінюється з "на продаж" до

"продано". Архітектура системи дилера автомобілів може трактувати цю зміну стану як подію, поява якої може стати відомою іншим програмам даної архітектури.

З формальної точки зору, те, що виробляється, публікується, поширюється, виявляється і споживається (як правило, асинхронно) є повідомленням, яке називають сповіщенням про подію (або нотифікацією), а не самою подією, яка є зміною стану, що викликає появу повідомлення.

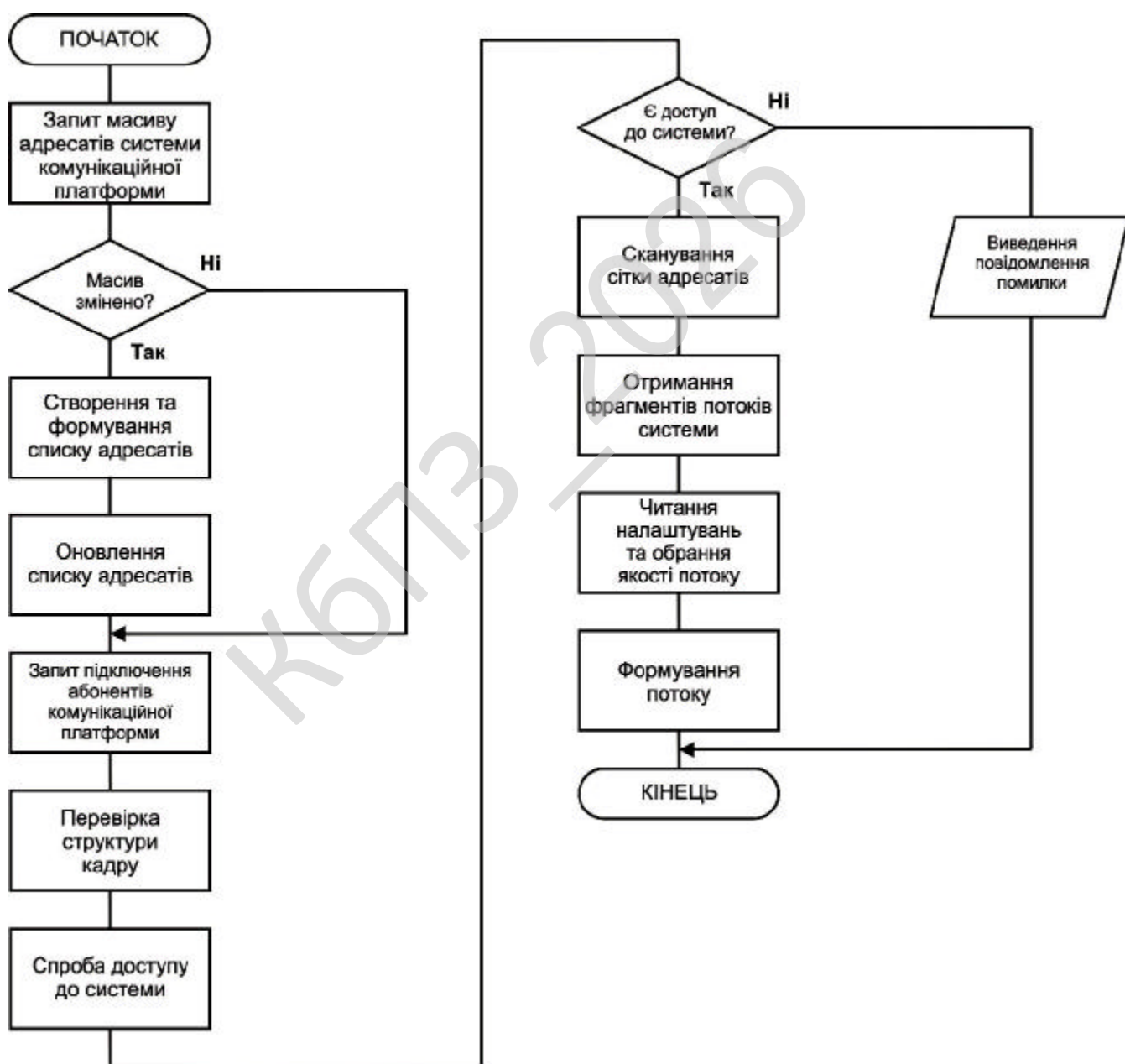


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

Події не подорожують, вони просто відбуваються. Проте термін подія часто використовується метонімічно для позначення самого нотифікаційного повідомлення, що може призвести до певної плутанини.

Цей архітектурний шаблон може застосовуватися при проектуванні і реалізації ПЗ і систем, які передають події між слабкозв'язаними компонентами програмного забезпечення і сервісами (службами).

Подійно-орієнтована система як правило складається з емітерів подій (або агентів) і споживачів подій (або стоків).

Стоки несуть відповідальність за здійснення реагування на появу події. Реакція не завжди може бути повністю забезпечена самим стоком. Наприклад, стік, може бути відповідальним лише за фільтрацію, трансформацію і відправку події до іншого компонента або він може забезпечити повністю самостійну реакцію на таку подію. Перша категорія стоків може бути заснована на традиційних компонентах, таких як проміжне програмне забезпечення, орієнтоване на обробку повідомлень (message oriented middleware, MOM), в той час, як друга категорія стоків (самостійна реакція в режимі он-лайн) може вимагати більш придатної платформи (фреймворку) для виконання транзакцій.

Розробка ПЗ і систем в подійно-орієнтованій архітектурі дозволяє їм бути сконструйованими способом, який більш відповідає вимогам до їх створення, оскільки такі системи в більшій мірі пристосовуються до непередбачуваних і асинхронних середовищ.

Подійно-орієнтована архітектура (EDA) може доповнювати сервісно-орієнтовану архітектуру (SOA), оскільки сервіси (служби) можуть бути активовані тригерами, які ініціюються при настанні подій.

Ця парадигма особливо корисна, коли стік не забезпечує власного виконання будь-яких дій.

Подійно-орієнтована SOA (SOA-2) розвиває архітектури SOA і EDA для забезпечення більш глибокого і надійного рівня сервісів за рахунок використання раніше невідомих причинно-наслідкових зв'язків, щоб сформувати новий шаблон

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 47   |

подій. Цей новий шаблон бізнес-аналітики дає поштовх до небаченого раніше зростання рівня автоматизації підприємства за рахунок привнесення додаткової цінної інформації в описану раніше модель діяльності.

Обчислювальна техніка та сенсорні пристрої (сенсори, датчики, контролери) можуть виявляти зміни стану об'єктів або умов і створювати події, які потім можуть бути оброблені сервісом (службою) або системою.

Подія може складатися з двох частин: заголовка події та тіла події. Заголовок події може включати в себе інформацію таку як, наприклад, назва події, часова мітка події і тип події. Тіло події – це частина, яка описує факт, що стався в дійсності. Тіло події не слід плутати з шаблоном або логікою, яка може бути застосована як реакція на саму подію.

Архітектура, керована подіями, складається з чотирьох логічних рівнів (шарів). Вона починається з виявлення факту, його технічного подання у формі події і закінчується непустою множиною реакцій на цю подію.

Генератор подій.

Першим логічним шаром є генератор подій, який виявляє факт і представляє цей факт подією. Оскільки фактом може бути практично все, що може бути сприйнято, то ним може бути і генератор подій. Наприклад, генератором може бути клієнт електронної пошти, система електронної комерції або певний тип датчика.

Перетворення різних даних, отриманих від датчиків, в єдину стандартизовану форму даних, які можуть бути оцінені, є основною проблемою при розробці та реалізації цього шару. Однак, враховуючи, що подія є строго декларативною, можна легко застосовувати будь-які операції трансформації, тим самим усуваючи необхідність забезпечення високого рівня стандартизації.

Канал подій.

Канал подій – це механізм, через який інформація від генератора подій передається до обробника подій (event engine) або стоку.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 48   |

Це може бути з'єднання TCP/IP або вхідний файл будь-якого типу (простий текст, формат XML, e-mail тощо). В один і той же час може бути відкрито кілька каналів подій. Як правило, оскільки обробник подій повинен працювати в режимі, наближеному до реального часу, канали подій зчитуються асинхронно. Події зберігаються в черзі, очікуючи наступної обробки механізмом обробки подій.

Механізм обробки подій.

Механізм обробки подій (event processing engine) є місцем, де подія ідентифікується і вибирається відповідна реакція на нього, яка потім виконується. Це також може призвести до породження ряду тверджень. Якщо подія, яка надійшла до механізму обробки подій, є наприклад такою «Запаси продукту ID досягли нижнього допустимого рівня», це може ініціювати, наприклад, такі реакції як «Замовити продукт ID» і «Сповістити персонал».

Наступна подійно-орієнтована дія (післядія).

Щодо того, як можуть проявлятися наслідки події, слід відмітити, що вони можуть проявитись багатьма різними способами і у різноманітних формах (наприклад, повідомлення електронної пошти, надіслане комусь, або ПЗ, що виводить деяке попередження на екран). Залежно від рівня автоматизації, який забезпечується стоком (механізмом обробки подій), ці дії можуть виявитись зайвими.

Є три основні стилі обробки подій: простий, потоковий і складний. Часто ці три стилі використовуються спільно у розвинутій подійно-орієнтованій архітектурі.

Проста обробка подій.

Проста обробка подій стосується подій, які безпосередньо належать до специфічних вимірних змін умов. У випадку простої обробки подій, мають справу з появою відомих подій, що ініціюють післядію (післядії). Проста обробка подій зазвичай використовується для управління потоком робіт в реальному часі, скорочуючи тим самим час затримки і вартість робіт.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 49   |

Наприклад, прості події можуть створюватись (породжуватись) датчиком, що виявляє зміну тиску в шині або температуру навколишнього середовища.

#### Обробка потоку подій.

При обробці потоку подій (event stream processing, далі ESP) відбуваються як звичайні, так і відомі події. Звичайні події (заявки, передачі RFID) перевіряються на те, чи є вони відомими, і передаються інформаційним передплатникам. Обробка потоку подій зазвичай використовується для управління потоком інформації в реальному часі і на рівні підприємства, що дозволяє своєчасно приймати рішення.

#### Обробка складних подій.

Обробка складних подій (Complex event processing (CEP)) дозволяє за шаблонами простих і звичайних подій проводити аналіз того, чи наступила складна подія. Обробка складних подій полягає в оцінюванні взаємного впливу подій і в наступному виконанні дій. При цьому, типи подій (відомих або звичайних) можуть перетинатись, а події можуть виникати протягом тривалого періоду часу.

Кореляція подій може бути причинною, тимчасовою або просторовою. CEP вимагає використання складних інтерпретаторів подій, визначення і підбору шаблонів подій, а також відповідних кореляційних методів. Обробка складних подій зазвичай використовується для виявлення і реагування на аномальну поведінку, загрози і можливості у бізнесі.

MySQL – вільна система керування реляційними базами даних. Розробка та підтримка сайту MySQL здійснює корпорація Oracle, яка отримала права на торговельну марку разом з поглиненої Sun Microsystems, яка раніше придбала шведську компанію MySQL AB.

Продукт поширюється як під GNU General Public License, так і під власною комерційною ліцензією. Крім цього, розробники створюють функціональність за замовленням ліцензійних користувачів. Саме завдяки такому замовленню майже в найраніших версіях з'явився механізм реплікації.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 50   |

MySQL є рішенням для малих і середніх додатків. Входить до складу серверів WAMP, AppServ, LAMP і в портативні збірки серверів Денвер, ХАМРР, VertrigoServ. Зазвичай MySQL використовується як сервер, до якого звертаються локальні або видалені клієнти, проте в дистрибутив входить бібліотека внутрішнього сервера, що дозволяє включати MySQL в автономні програми.

Гнучкість СКБД MySQL забезпечується підтримкою великої кількості типів таблиць: користувачі можуть вибрати як таблиці типу MyISAM, що підтримують повнотекстовий пошук, так і таблиці InnoDB, що підтримують транзакції на рівні окремих записів. Більш того, СКБД MySQL поставляється із спеціальним типом таблиць EXAMPLE, що демонструє принципи створення нових типів таблиць. Завдяки відкритій архітектурі і GPL-ліцензуванню, в СКБД MySQL постійно з'являються нові типи таблиць.

Спільнотою розробників MySQL створені різні відгалуження коду, такі як Drizzle (англ.), OurDelta, Percona Server і MariaDB. Всі ці відгалуження вже існували на момент поглинання компанії Sun корпорацією Oracle.

MySQL має подвійне ліцензування. MySQL може розповсюджуватися відповідно до умов ліцензії GPL. Але за умовами GPL, якщо якась програма використовує бібліотеки MySQL, то вона теж повинна розповсюджуватися за ліцензією GPL. Проте це може розходитися з планами розробників, які не бажають відкривати сирцеві тексти своїх програм. Для таких випадків передбачена комерційна ліцензія компанії Oracle, яка також забезпечує якісну сервісну підтримку.

В разі використання та розповсюдження програмного забезпечення з іншими вільними ліцензіями, такими як BSD, Apache, MIT та інші, MySQL дозволяє використання бібліотек MySQL за ліцензією GPL.

MySQL виникла як спроба застосувати mSQL до власних розробок компанії: таблиць, для яких використовувалися ISAM – підпрограми низького рівня для індексного доступу до даних. У результаті був вироблений новий SQL-інтерфейс, але API-інтерфейс залишився в спадок від mSQL. Звідки походить

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 51   |

назва «MySQL» – достеменно не відомо. Розробники дають два варіанти: або тому, що практично всі напрацювання компанії починалися з префікса Му, або на честь дівчинки на ім'я Му, дочки Майкла Монті Віденіуса, одного з розробників системи.

Логотип MySQL у вигляді дельфіна носить ім'я «Sakila». Він був обраний з великого списку запропонованих користувачами «імен дельфіна». Ім'я «Sakila» було відправлено Open Source-розробником Ambrose Twebaze.

В січні-лютому 2008 Sun Microsystems придбала розробника системи керування базами даних MySQL за \$1 млрд. Після поглинання у 2009 році Sun Microsystems компанією Oracle Corporation MySQL стала власністю Oracle.

За час розвитку під орудою Oracle дедалі більше відокремлює MySQL від спільноти і робить процес розробки все менш прозорим. Наприклад, повернута практика поставки власницьких розширених функцій в Enterprise-версії MySQL, спостерігається приховування інформації про вразливості, зі складу виключений тестовий набір, закритий доступ до більшої частини системи відстеження помилок та припинено публікація згрупованого логу змін, що дозволяє судити про прив'язку патчів до конкретних змін.

### **Можливості**

MySQL – компактний багатопотоковий сервер баз даних. Характеризується високою швидкістю, стійкістю і простотою використання.

MySQL вважається гарним рішенням для малих і середніх застосувань. Сирцеві коди сервера компілюються на багатьох платформах. Найповніше можливості сервера виявляються в UNIX-системах, де є підтримка багатопоточності, що підвищує продуктивність системи в цілому.

Можливості сервера MySQL:

1. Простота у встановленні та використанні.
2. Підтримується необмежена кількість користувачів, що одночасно працюють із БД.
3. Кількість рядків у таблицях може досягати 50 млн.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 52   |

4. Висока швидкість виконання команд.

5. Наявність простої і ефективної системи безпеки.

Незважаючи на те що я працював над ПЗ один в реалізації програми я використовував підходи пришвидшення розробки на основі методологій Agile.

**Гнучка́ розробка програмного забезпечення** (Agile software development, agile-методи) – клас методологій розробки програмного забезпечення, що базується на ітеративній розробці, в якій вимоги та розв'язки еволюціонують через співпрацю між самоорганізовуваними багатофункціональними командами.

Гнучка розробка – найкращий засіб для підвищення продуктивності розробників програмного забезпечення.

Більшість гнучких методологій націлені на мінімізацію ризиків, шляхом зведення розробки до серії коротких циклів, що мають назву ітерацій, які зазвичай тривають один-два тижні. Кожна ітерація сама по собі виглядає як програмний проект в мініатюрі, і включає всі завдання, необхідні для видачі мінімального приросту за функціональністю: планування, аналіз вимог, проектування, кодування, тестування і документування. Хоча окрема ітерація, як правило, недостатня для випуску нової версії продукту, мається на увазі те, що гнучкий програмний проект готовий до випуску наприкінці кожної ітерації. Після закінчення кожної ітерації, команда виконує переоцінку пріоритетів розробки.

Agile акцентує увагу на безпосередньому спілкуванні «віч-на-віч». Більшість agile команд розташовані в одному офісі, його іноді називають bullpen. Як мінімум вона включає і «замовників» (замовники, які визначають продукт, також це можуть бути менеджери продукту, бізнес аналітики або клієнти). Офіс може також включати тестувальників, дизайнерів інтерфейсу, технічних авторів і менеджерів.

Основною метрикою agile методів є робочий продукт. Віддаючи перевагу безпосередньому спілкуванню, agile-методи зменшують обсяг письмової документації в порівнянні з іншими методами. Це привело до критики цих методів як недисциплінованих.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 53   |

Agile – родина процесів розробки, а не єдиний підхід в розробці програмного забезпечення, і визначається Agile Manifesto. Agile не включає практик, а визначає цінності та принципи, якими керуються успішні команди.

Agile Manifesto розроблений і прийнятий 17 розробниками 11-13 лютого 2001 року на лижному курорті The Lodge at Snowbird в горах Юти. Маніфест підписали представники наступних методологій Extreme programming, Scrum, DSDM, Adaptive software development, Crystal Clear, Feature driven development, Pragmatic Programming. Agile Manifesto містить 4 основні ідеї та 12 принципів. Примітно, що Agile Manifesto не містить практичних порад.

Основні ідеї:

- Особистості та їхні взаємодії важливіші, ніж процеси та інструменти.
- Робоче програмне забезпечення важливіше, ніж повна документація.
- Співпраця із замовником важливіша, ніж контрактні зобов'язання.
- Реакція на зміни важливіша, ніж дотримання плану.

Принципи, які роз'яснює Agile Manifesto:

- задоволення клієнта за рахунок ранньої та безперебійної поставки коштовного програмного забезпечення;
- вітання змін вимог навіть наприкінці розробки (це може підвищити конкурентоспроможність отриманого продукту);
- часта поставка робочого програмного забезпечення (кожен місяць або тиждень або ще частіше);
- тісне, щоденне спілкування замовника з розробниками впродовж всього проекту;
- проектом займаються мотивовані особистості, які забезпечені потрібними умовами роботи, підтримкою і довірою;
- рекомендований метод передачі інформації – особиста розмова (віч-на-віч);
- робоче програмне забезпечення – найкращий вимірювач прогресу;

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 54   |

- спонсори, розробники та користувачі повинні мати можливість підтримувати постійний темп на невизначений термін;
- постійну увагу поліпшенню технічної майстерності та зручному дизайну;
- простота – мистецтво не робити зайвої роботи;
- найкращі технічні вимоги, дизайн та архітектура виходять у самоорганізованої команди;
- постійна адаптація до мінливих обставин.

Маніфест та Принципи гнучкої розробки містять високорівневі ідеї щодо того, як потрібно вибудовувати процес розробки програмного забезпечення, щоб успішно завершувати проекти й створювати команди, в яких приємно та цікаво працювати.

Документи визначають, що потрібно для цього зробити, але не говорять, як це зробити. По-іншому й не могло бути, оскільки Маніфест та Принципи народилися внаслідок консенсусу представників різних (хоча й споріднених) напрямів, які могли знайти спільну основу лише на рівні базових цінностей та принципів.

Критика. Багато керівників проектів, що працюють у традиційних методологіях на кшталт «водоспаду», критикують agile-методи.

Один з повторюваних пунктів критики: при agile-підході часто нехтують створенням «дорожньої карти» розвитку продукту, так само як і управлінням вимогами, в процесі якого і формується така «карта». Гнучкий підхід до управління вимогами не має на увазі далекосяжних планів (по суті, управління вимогами просто не існує в даній методології), а має на увазі можливість замовника раптом і несподівано наприкінці кожної ітерації виставляти нові вимоги, що часто суперечать архітектурі вже створеного і поставленого продукту. Таке іноді призводить до катастрофічних «авралів» з масовим рефакторингом і переробками практично на кожній черговій ітерації.

Крім того вважається, що робота в agile мотивує розробників вирішувати всі прибулі завдання найпростішим і найшвидшим можливим способом, при

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 55   |

цьому часто не звертаючи уваги на коректність коду з точки зору вимог базової платформи (підхід «працює, та й добре», при цьому не враховується, що може перестати працювати при найменшій зміні або ж породити важкі до відтворення дефекти після реального розгортання у клієнта). Це призводить до зниження якості продукту і накопиченню дефектів.

Методології. Існують методології, які дотримуються цінностей і принципів заявлених в Agile Manifesto, деякі з них:

1. Agile Modeling – набір понять, принципів і прийомів (практик), що дозволяють швидко і просто виконувати моделювання і документування в проектах розробки програмного забезпечення. Не включає в себе детальну інструкцію з проектування, не містить описів, як будувати діаграми на UML.

Основна мета – ефективне моделювання і документування; але не охоплює програмування та тестування, не включає питання управління проектом, розгортання і супроводу системи. Однак включає в себе перевірку моделі кодом.

2. Agile Unified Process (AUP) спрощена версія IBM Rational Unified Process (RUP), розроблена Скоттом Амблером, яка описує просте і зрозуміле наближення (модель) для створення програмного забезпечення для бізнес-додатків.

3 Agile Data Method – група ітеративних методів розробки програмного забезпечення, в яких вимоги та рішення досягаються в рамках співпраці різних крос-функціональних команд.

4. DSDM заснований на концепції швидкої розробки додатків (Rapid Application Development, RAD). Являє собою ітеративний і інкрементний підхід, який надає особливого значення тривалій участі в процесі користувача/споживача.

5. Essential Unified Process (EssUP).

6. Екстремальне програмування (Extreme programming, XP).

7. Feature driven development (FDD) – функціонально-орієнтована розробка.

Використовуване в FDD поняття функції або властивості (feature) Системи досить

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 56   |

близько до поняття прецеденту використання, використовуваному в RUP, істотна відмінність – це додаткове обмеження: «кожна функція повинна допускати реалізацію не більше, ніж за два тижні». Тобто якщо сценарій використання досить малий, його можна вважати функцією. Якщо ж великий, то його треба розбити на декілька відносно незалежних функцій.

8. Getting Real – ітераційний підхід без функціональних специфікацій, що використовується для веб-додатків. У даному методі спершу розробляється інтерфейс програми, а потім її функціональна частина.

9. OpenUP – це ітераційно-інкрементний метод розробки програмного забезпечення. Позиціюється, як легкий і гнучкий варіант RUP. OpenUP ділить життєвий цикл проекту на чотири фази: початкова фаза, фази уточнення, конструювання та передачі. Життєвий цикл проекту забезпечує надання зацікавленим особам та членам колективу точок ознайомлення і прийняття рішень впродовж усього проекту. Це дозволяє ефективно контролювати ситуацію і вчасно приймати рішення про задовільність результатів. План проекту визначає життєвий цикл, а кінцевим результатом є остаточний додаток.

10. Scrum встановлює правила керування процесом розробки та дозволяє використовувати вже існуючі практики кодування, коректуючи вимоги або вносячи тактичні зміни. Використання цієї методології дає можливість виявляти і усувати відхилення від бажаного результату на більш ранніх етапах розробки програмного продукту.

11. Бережлива розробка програмного забезпечення (lean software development). Використовує підходи з концепції бережливого виробництва.

## 4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм PRESENT – окремий випадок SP-мережі й складається з 31 раунду. Довжина блоку становить 64 біта, а ключі підтримуються в 2

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 57   |

варіантах, 80- і 128-бітні. Такого рівня захисту повинно цілком вистачати для низькозахищених додатків, звичайно використовуваних для розгортання на основі тегів, а крім того, що важливіше, PRESENT багато в чому збігається своїми конструктивними особливостями з потоковими шифрами проекту estream, заточеними на ефективну реалізацію в залозі, що дозволяє нам адекватно порівнювати їх.

Кожний з 31 раундів складається з операції XOR, щоб увести ключ  $K_i$  для  $1 \leq i \leq 32$ , де  $K_{32}$  використовується для «відбілювання» ключа, лінійної побітової перестановки й нелінійного шару заміщення (або, попросту говорячи, збільшення стійкості шифрування. Нелінійний шар використовує роздільні 4-бітні S-блоки, які застосовуються паралельно 16 раз на кожному раунді. Шифр, описаний псевдо-кодом представлено на рисунку 4.3.

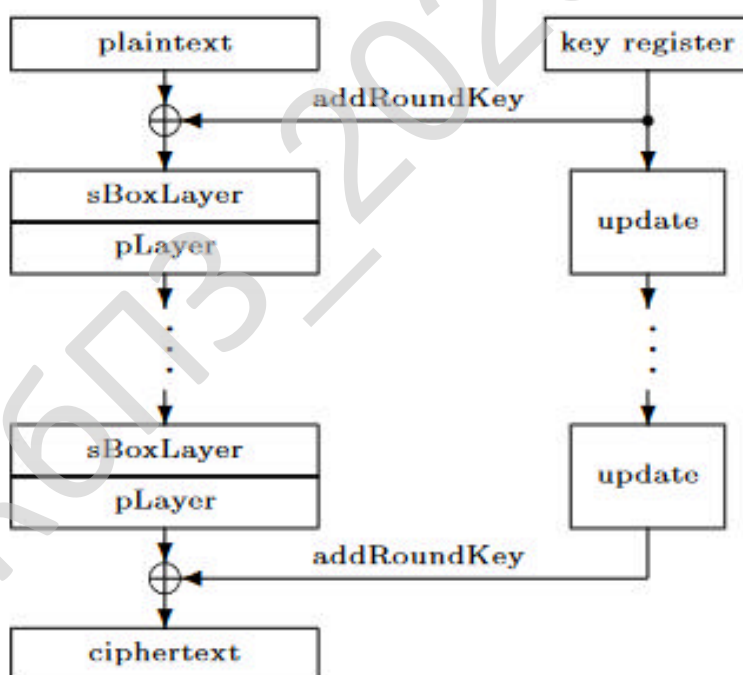


Рисунок 4.3 – Шифр PRESENT

Тепер кожна стадія визначається по черзі. Обґрунтування конструкції наведені нижче, а біти всюди нумеруються з нуля, починаючи із правого в блоці або слові.

### Додавання раундового ключа (addRoundKey)

Заданий раундовий ключ  $K_i = k_{63}^i \dots k_0^i$ , де  $1 \leq i \leq 32$ , а так само поточний стан  $b_{63} \dots b_0$ . Додавання раундового ключа до поточного стану відбувається за модулем 2 ( $b_j = b_j \oplus k_j^i$ , де  $0 \leq j \leq 63$ ).

### Шар S-блоків (sBoxlayer)

Використовувані в PRESENT S-блоки відображають 4-бітні блоки в 4-бітні блоки. Дія цього блоку в шістнадцятковій системі числення наведене в наступній таблиці.

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x$    | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
| $S[x]$ | C | 5 | 6 | B | 9 | 0 | A | D | 3 | E | F | 8 | 4 | 7 | 1 | 2 |

Рисунок 4.4 – Дія блоку в шістнадцятковій системі числення

Для шару S-блоків поточний стан  $b_{63} \dots b_0$  представляє із себе 16 4-бітних слів  $w_{15} \dots w_0$ , де  $w_i = b_{4*i+3} \parallel b_{4*i+2} \parallel b_{4*i+1} \parallel b_{4*i}$  для  $0 \leq i \leq 15$ . Вихід рамки  $S[w_i]$  видає оновлені значення станів очевидним образом.

### Шар перестановки (player)

Побітова перестановка, використовувана в PRESENT задається наступною таблицею (біт  $i$  стану зміщається на позицію  $P(i)$ ).

|        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $i$    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| $P(i)$ | 0  | 16 | 32 | 48 | 1  | 17 | 33 | 49 | 2  | 18 | 34 | 50 | 3  | 19 | 35 | 51 |
| $i$    | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| $P(i)$ | 4  | 20 | 36 | 52 | 5  | 21 | 37 | 53 | 6  | 22 | 38 | 54 | 7  | 23 | 39 | 55 |
| $i$    | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| $P(i)$ | 8  | 24 | 40 | 56 | 9  | 25 | 41 | 57 | 10 | 26 | 42 | 58 | 11 | 27 | 43 | 59 |
| $i$    | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 |
| $P(i)$ | 12 | 28 | 44 | 60 | 13 | 29 | 45 | 61 | 14 | 30 | 46 | 62 | 15 | 31 | 47 | 63 |

Рисунок 4.5 – Побітова перестановка, використовувана в PRESENT

## Перетворення ключа (The key schedule)

PRESENT може використовувати 80- і 128-бітні ключі, однак зосередимося на 80-бітній версії. Надаваний користувачем ключ зберігається в регістрі ключів  $K$ , представлений у вигляді  $k_{79}k_{78}\dots k_0$ . На  $i$ -ом раунді 64-бітний раундовий ключ  $K_i = k_{63}k_{62}\dots k_0$ , що полягає з 64 лівих бітов поточного вмісту регістру  $K$ . Таким чином, на  $i$ -ом раунді маємо:

$$K_i = k_{63}k_{62}\dots k_0 = k_{79}k_{78}\dots k_{16}.$$

Після розпакування раундового ключа  $K_i$  регістр ключа  $K = k_{79}k_{78}\dots k_0$  оновлюється в такий спосіб:

1.  $[k_{79}k_{78}\dots k_1k_0] = [k_{18}k_{17}\dots k_{20}k_{19}]$
2.  $[k_{79}k_{78}k_{77}k_{76}] = S[k_{79}k_{78}k_{77}k_{76}]$
3.  $[k_{19}k_{18}k_{17}k_{16}k_{15}] = [k_{19}k_{18}k_{17}k_{16}k_{15}] \oplus \text{round\_counter}$

Отже, регістр ключа зрушується на 61 позицію вліво, 4 крайніх лівих біта, що пройшли через  $S$ -блок і  $\text{round\_counter}$  значення і складається за модулем 2 з бітами  $k_{19}k_{18}k_{17}k_{16}k_{15}$  з  $K$  з найменшим значущим бітом з  $\text{round\_counter}$  праворуч.

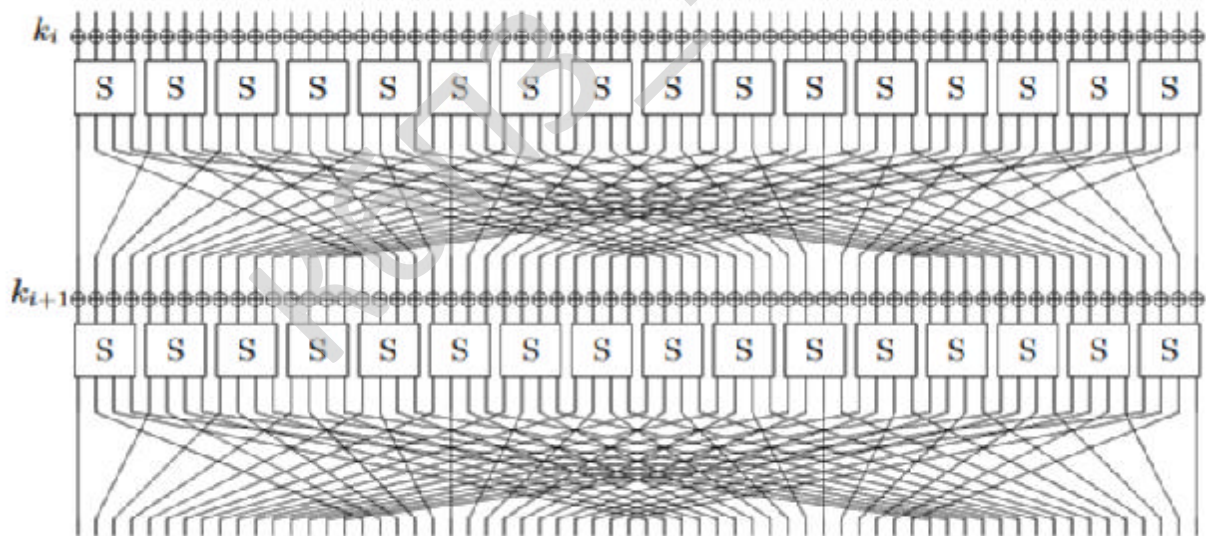


Рисунок 4.6 – Перетворення ключа (The key schedule)

Перетворення ключа для 128-бітного алгоритму можна знайти в додатку до оригінальної статті.

## Конструктивні особливості PRESENT

Крім безпеки й ефективної реалізації, основне досягнення PRESENT – його простота. по цьому не дивно, що схожі проекти були прийняті в інших обставинах, і навіть були використані як навчальний посібник для студентів. У даній секції ми обґрунтуємо рішення, прийняті нами при проектуванні PRESENT. Однак, у першу чергу, опишемо очікувані прикладні вимоги.

### Цілі й середовище застосування

При проектуванні блокового шифру, застосовного в жорстко обмежених оточеннях, важливо зрозуміти, що ми не створюємо блоковий шифр, який, неодмінно, буде застосовний у багатьох ситуаціях – для цього існує AES. Навпаки, ми націлені на досить специфічне застосування, для якого AES не підходить. Вищесказане визначає нам наступні характеристики:

- Шифр буде реалізований «у залізі»
- Додатки будуть вимагатися лише для регулювання рівня безпеки. Отже, 80-бітний ключ буде здоровим розв'язком. Відзначимо, що такої ж позиції дотримуються розроблювачі потокових шифрів проекту eSTREAM.
- Додатки не припускають шифровки великої кількості даних. Таким чином, реалізація може бути оптимізована для продуктивності або простору без внесення занадто великих змін.
- У деяких застосуваннях можлива ситуація, що ключ буде зафіксований при виробництві. У такому випадку, не треба буде змінювати ключ пристрою (що може вилитися в атаки з маніпуляцією ключем).
- Фізичний обсяг пристрою буде першим пріоритетом, після безпеки, що спричинить обмеження на пікові й середні споживання енергії, і, отже, зрушить швидкодія в область низькопріоритетних параметрів.
- У пристроях, що вимагають найбільш ефективного використання фізичного простору, блоковий шифр найчастіше зможе лише шифрувати дані (encryption-only mode). Таким чином, він зможе бути використаний у запит-відповідь (challenge-response) протоколах авторизації, і, при дотриманні

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 61   |

контролю стану, може бути використаний для шифровки й дешифрування переговорів із пристроєм, використовуючи режим лічильника.

Виходячи з таких міркувань, розв'язали створити PRESENT як 64-бітний блоковий шифр із 80-бітним ключем. Шифровка й дешифрування, у цьому випадку, мають приблизно схожі фізичні вимоги. Маючи можливість підтримувати як шифрацію, так і дешифрацію, PRESENT буде компактніше, чим підтримуючий лише шифрацію AES. А у випадку encryption-only виконання, наш шифр виявиться й зовсім понад-легко. Суб-ключі що шифрують будуть обчислюватися на ходу.

У літературі є безліч прикладів атак компромісу між часом, датою й пам'яттю, або атак з використанням парадокса днів народження при шифровці великих обсягів даних. Однак, дані атаки залежать тільки від параметрів шифру й не використовують внутрішню структуру. Наша мета полягає в тому, щоб ці атаки були кращим, що можуть застосувати проти нас. Атаки стороннього каналу й атаки з безпосереднім зломом чипа загрожують PRESENT тією самою мірою, як і іншим криптографічним примітивам. Однак для ймовірних застосувань, помірні вимоги безпеки роблять вигоду, одержувану зловмисником на практиці, досить обмеженої. В оцінці ризиків, подібні погрози не сприймаються як істотний фактор.

### **Перестановочний шар**

При виборі шару змішування ключа, наша увага до апаратної ефективності вимагає наявності лінійного шару, який може бути реалізований з мінімальною кількістю керуючих елементів (наприклад, транзисторів. це приводить до побітової перестановки. Приділяючи увагу простоті, ми вибрали регулярну бітову перестановку, що допомагає провести прозорий аналіз безпеки.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 62   |

## 5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблена система комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

- Розділу виведення результату роботи системи.
- Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші.
- Верхнього меню: Сеанс зв'язку; Налаштування.
- Розділу обрання групи обробки даних.

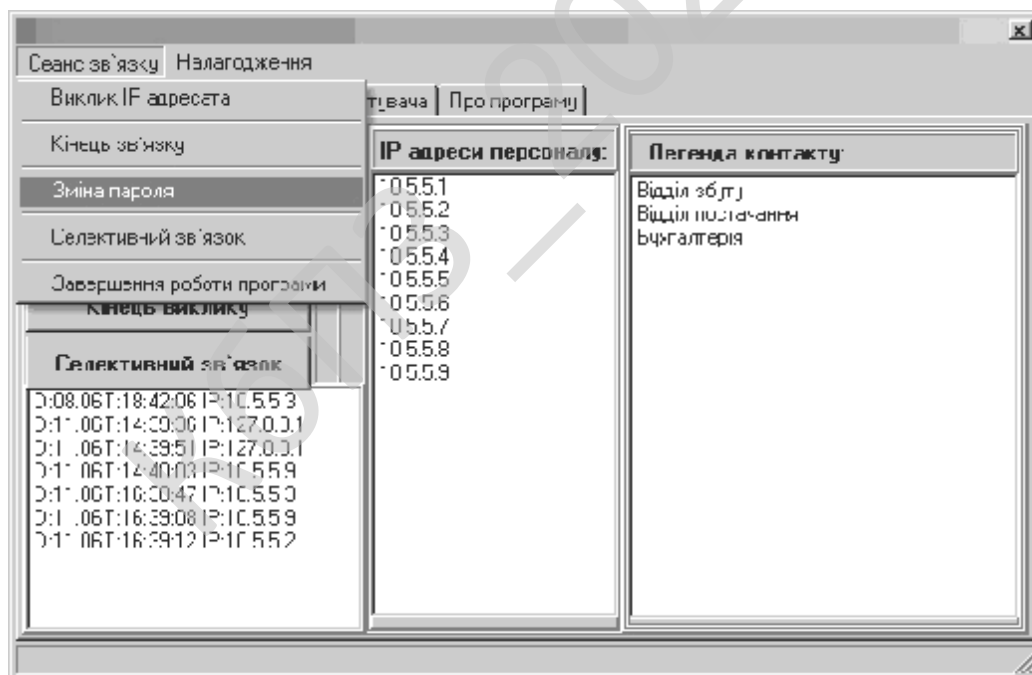


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

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.

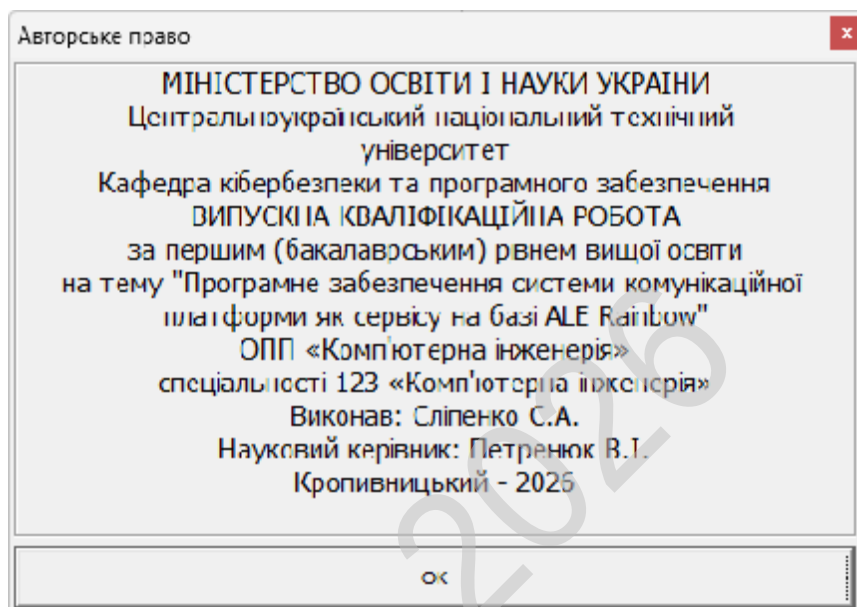


Рисунок 5.2 – Авторське право

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 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 в ІТ рішення за принципом найбільшої корисності для більшості учасників. Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 65   |

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.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 66   |

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 – commercial software. Програмне забезпечення, створене комерційною організацією з метою отримання прибутку від його використання іншими, наприклад, шляхом продажу копій.

Найважливішою особливістю комерційних програмних продуктів є підтримка великих компаній, прямо зацікавлених у поширенні програм. Багато організацій надають виключно платну підтримку своїх продуктів, такий підхід, як правило, використовують організації, надають відкриті вихідні коди. Для продуктів, що розповсюджуються на комерційній основі діють зазвичай безкоштовні служби підтримки, покликані збільшити рівень довіри у клієнтів і потенційних покупців.

Далеко не завжди, але як правило терміни критично важливих змін в комерційних продуктах значно менше, ніж у некомерційних проєктів. Це пов'язано з тим, що над комерційним продуктом працюють цілі групи розробників і ця робота є їх основним заняттям. Розробникам-початківцям як правило доводиться шукати додаткові способи заробітку, і це збільшує час, що витрачається на доповнення і зміни програм. Так як основним рушійним фактором створення комерційного ПЗ є одержання прибутку, то комерційні програмні продукти першими заповнюють вільні ніші та пропонують варіанти вирішення завдань відразу по мірі виявлення вакууму в будь-якому секторі ринку.

Окремий вид комерційних програм, коли їх розробка оплачується безпосередньо замовником. Такі програми найчастіше позбавлені всіх переваг комерційних продуктів, оскільки мають обмежений бюджет, але більш адаптовані до вимог замовника, ніж аналоги.

## 6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

- Досліджена система комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow.

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 комунікаційної платформи як сервісу на базі ALE Rainbow. 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 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 PRESENT.

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.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 70   |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Will Grant. 101 UX Principles. Packt Publishing. 2022. 432 p.
2. Nathan Metzler. Kotlin Programming for Beginners. Independently published. 2021. 158 p.
3. Henry Lloyd. Interactive Computer Graphics. States Academic Press. 2022. 247 p.
4. Ranjan Parekh. Fundamentals of Image, Audio, and Video Processing Using MATLAB®With Applications to Pattern Recognition. CRC Press. 2021. 406 p.
5. Alasdair McAndrew. A Computational Introduction to Digital Image Processing. Chapman & Hall. 2021. 560 p.
6. Михайло Пічугін, Іван Канкін, Володимир Воротніков Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / Центр навчальної літератури 346 с. 2019р.
7. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
8. Інженерна комп'ютерна графіка: підручник / В.В. Проців [та ін.] / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 247 с.
9. 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.
10. Kopf, Johannes and Lischinski, Dani. Depixelizing Pixel Art (англ.) // ACM Trans. Graph. – 2011. – Vol. 30, no. 4. – P. 99:1--99:8.
11. Giachetti, Andrea and Asuni, Nicola. Real-Time Artifact-Free Image Upscaling (англ.) // Trans. Img. Proc.. – 2011. – Vol. 20, no. 10. – P. 2760—2768.
12. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 71   |

13. 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

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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,

21. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
22. 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>
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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.
36. 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.
37. 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.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. 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.

45. 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.

46. 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.

47. 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.

48. 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.

49. 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.

50. 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.

51. 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).

52. 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

53. 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.

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

55. 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.

|      |      |          |        |      |                           |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ВКРБ-123.26.0056.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           | 77   |

56. 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.

57. 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

58. 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.

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

60. 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.

61. 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.

62. 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.

63. 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