

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 мережових відео-
комунікацій у розподіленій комп’ютерній інфраструктурі”**

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи KI-22-1
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Коляда Е.В.
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
доктор філософії (PhD)
_____ Усік П.С.
« ____ » _____ 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

Коляді Едуарду В'ячеславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи мережесих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі*

2. Керівник роботи *Усік Павло Сергійович, доктор філософії (PhD)*

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

затверджені наказом вищого навчального закладу № 133-02 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 мережесих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі*

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

Усік П.С.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Коляда Е.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Коляда Е.В. Програмне забезпечення системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі. 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 мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

Метою розробки є програмне забезпечення системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

Результат роботи – програмна реалізація системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

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, мережа, відео-комунікації

ABSTRACT

Koliada E.V. Software for a network video communications system in a distributed computer infrastructure. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for a network video communications system in a distributed computer infrastructure.

The purpose of the development is software for a network video communications system in a distributed computer infrastructure.

The result of the work is a software implementation of a network video communications system in a distributed computer infrastructure.

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 PCs with Windows 10/11.

The program is developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, network, video communications

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	5
1.1 Призначення системи.....	5
1.2 Область застосування.....	7
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	9
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	9
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	18
2.3 Розгорнута постановка завдання	20
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	22
3.1 Опис функціонування системи	22
3.2 Розробка структурної схеми.....	25
3.3 Розробка функціональної схеми	30
3.4 Розробка діаграми процесів.....	38
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	40
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	40
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	64
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	66
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Коляда Е.В.					Б	1	80
Перев.	Усік П.С.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-І		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ВКЗ	—	відео-конференц-зв'язок
ІТ	—	інформаційні технології
ПЗ	—	програмне забезпечення
РК	—	рідкокристалічний
ТЗ	—	технічне завдання
АІ	—	технологія штучного інтелекту
ІоТ	—	Internet-to-Things

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Актуальність теми. В епоху цифрової трансформації корпоративні комунікації еволюціонували далеко за межі традиційних телефонних дзвінків та електронних листів. Відеоконференції стали наріжним каменем того, як компанії спілкуються, співпрацюють та працюють, особливо між віддаленими командами, глобальними офісами та гібридними моделями роботи. В основі цих безперебійних високоякісних відеовзаємодій лежить критично важлива основа: мережеве розповсюдження відео.

Розповсюдження мережевого відео стосується доставки відеоконтенту через IP-мережу. Замість того, щоб покладатися на традиційні AV-комутатори та пряме підключення HDMI, відеодані передаються через корпоративну інфраструктуру Ethernet або Wi-Fi. Ця технологія забезпечує централізоване керування, масштабоване розгортання та керування відеопотоками в режимі реального часу на кілька кінцевих точок, таких як конференц-зали, настільні комп'ютери та мобільні пристрої.

У корпоративних системах відеоконференцій мережевий розподіл відео забезпечує безперебійну передачу відео- та аудіосигналів між учасниками конференції, кімнатами для переговорів та платформами для співпраці, такими як Microsoft Teams.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

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

– Огляд існуючих систем мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

– Дослідження системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп’ютерній інфраструктурі.

– Програмна реалізація системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп’ютерній інфраструктурі.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп’ютерній інфраструктурі.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп’ютерній інфраструктурі, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

КБПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Яких-небудь революцій на ринку за останній рік не трапилося, але явні тенденції, що намітилися, уже неможливо ігнорувати. В області відображення відео спостерігається зміна тенденції – по суті міняється джерело світла: лампові проектори активно витісняються лазерними.

Що це означає на практиці? Область застосування проекторів розділяється на дві окремі ніші: мапінг і мікромапінг:

- Мапінг – це масштабні проекції на будинки й архітектурні спорудження, де неможливо повісити ніякі інші екрани.
- Мікромапінг – проекція на звичайні предмети.

Мікромапінг – відмінний спосіб підняти настрій, а заодно й виторг! В італійському ресторані Le Petit Chef за допомогою мікромапінга оригінально розважають відвідувачів під час очікування замовлення: установлений над столом проектор проектує на скатертину анімацію, що показує, як шеф-кухар готує блюда – прямо на очах здивованої публіки.

На мій погляд, мікромапінг буде затребуваний різними компаніями для збільшення обсягів продажів. У Києві вже відкритий магазин, де з його допомогою пропонується «примірити» одяг. Можливість побачити, як буде дивитися костюм, підвищує шанси того, що покупець його придбає.

До того ж вигода від застосування лазерних проекторів стає усе більше очевидної в силу того, що вартість даного устаткування за останнім часом знизилася.

OLED-дисплеї

Раніше дисплеї можна було використовувати тільки в плоских інсталяціях. Сьогодні, завдяки технології OLED, їх можна застосовувати там, де раніше була

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

доступна лише проекція, у тому числі на округлених поверхнях, наприклад на колонах.

Компанії LG і Panasonic почали робити прозорі OLED-дисплеї, на які можна виводити контент. У цьому зв'язку мені пригадується проект, де довелося мудрувати із системами проекції на туман. Зараз за допомогою прозорих дисплеїв дуже просто реалізуються набагато більше складні задуми.

Що це означає на практиці? Найчастіше замовники, бажаючи здивувати своїх клієнтів, просять зробити щось незвичайне. Хоча прозорі дисплеї коштують поки досить дорого (згодом таке устаткування буде однаково дешевшати!), OLED-технологія дозволяє реалізувати справжні вау-інсталяції – ефект гарантований.

Світлодіодні дисплеї

Довгий час світлодіодні дисплеї використовувалися тільки у вуличних інсталяціях, але зі зменшенням кроку пікселя вони стали набагато більш якісними й ефектними.

Що це означає на практиці? У багатьох, навіть критичних, проектах як основний пристрій відображення встановлюються саме світлодіодні дисплеї. За прикладами далеко ходити не треба: раніше у всіх конференц-залах стояли проектори, а зараз їх замінили відеостіни, тому що вони дозволяють одержати більше яскраве зображення і їх простіше використовувати.

Сьогодні РК-дисплеї, а не проектори, як раніше, виявляються основною будівельною цеглинкою при створенні систем відображення. Це явна тенденція, що неможливо ігнорувати. РК-дисплеї дешевшають. Так, між дисплеями усе ще залишається шов, але він малопомітний і нікого не бентежить.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1.2 Область застосування

Зі зростанням компаній зростає і складність їхніх комунікаційних потреб. Традиційні аудіовізуальні системи, хоча й досі використовуються, намагаються масштабуватися, враховуючи вимоги високоякісної відеоконференції в режимі реального часу. Ось де виділяється мережеве розповсюдження відео:

1. Масштабованість та гнучкість

Використовуючи мережевий відеорозподіл, компанії можуть масштабуватися без необхідності перепрокладання проводки чи редизайну фізичної інфраструктури. Додавання нової конференц-зали або віддаленого учасника так само просте, як підключення до мережі. Незалежно від того, чи проводите ви індивідуальну реєстрацію, чи зустріч із сотнями глядачів, система може легко адаптуватися.

2. Централізоване управління

Завдяки централізованому програмному забезпеченню для керування, ІТ-адміністратори можуть керувати всіма відеопотоками та контролювати їх, усувати неполадки в режимі реального часу та оптимізувати використання пропускної здатності. Це особливо корисно для великих кампусів або підприємств з кількома офісами по всьому світу.

3. Покращена якість досвіду

Відеопотоки високої чіткості (HD) можуть поширюватися з низькою затримкою та мінімальним тремтінням за допомогою сучасних систем мережевого відеорозповсюдження. Результат? Чітка візуалізація, синхронізований звук та професійний досвід проведення зустрічей для всіх учасників.

4. Економічна ефективність

Використовуючи існуючу мережеву інфраструктуру, компанії зменшують потребу в дорогих аудіовізуальних кабелях, матричних комутаторах та власному обладнанні. Технічне обслуговування та модернізація з часом стають простішими та менш витратними.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

5. Інтеграція з інструментами для співпраці

Розповсюдження мережевого відео сумісне з платформами уніфікованих комунікацій та інструментами відеоконференцій, що забезпечує оптимізований робочий процес. Чи то спільний доступ до екрана, віртуальна дошка чи прямі відеопотоки, система ефективно обробляє всі вхідні дані.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи мережових відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

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

LG

Одне із класичних застосувань відеостін – оснащення конференц-залів і переговорних кімнат. Відзначимо тенденцію зменшення ширини шва між стінами: стандартним значенням є стик шириною 3,5 мм, але торік LG представила дисплеї зі стиком 1,8 мм, а на виставці Integrated Systems Europe в Амстердамі була продемонстрована панель із сумарним швом 1,2 мм, тобто товщина рамки кожного дисплея становить усього 0,6 мм.

Все йде до того, що дисплеї будуть випускатися без рамки (такі екрани вже пропонує компанія Varco). Таким чином, сучасні відеостіни, що становляться з панелей, наближаються по своїх характеристиках до проекційних кубів. Хоча шов стає практично непомітним, деякі замовники все-таки воліють замість невеликої стіни розміром 2?2 екрани встановлювати панель на 98? с дозволом UHD. Потрібно лише придумати, як внести цю панель у приміщення.

LG робить ставку на розробку унікальних рішень. Так, дві моделі з лінійки Ultra Stretch на 86” і 88” мають нетипове відношення сторін: 58:9 і 32:9 відповідно. Завдяки убудованому контролеру й чотирьом окремим входам, на екран можна виводити від одного до чотирьох різних джерел контенту. Дисплей 88? може використовуватися як повноцінне рішення для відео-конференц-зв'язку: один такий дисплей можна встановити замість двох складених дисплеїв 49?, і ніяких стиків не буде.

У результаті багаторічних досліджень LG навчилася виготовляти більші OLED-дисплеї (з діагоналлю понад 55”), які мають цілий ряд переваг у

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

порівнянні з рідкокристалічними екранами. Для OLED-дисплеїв не потрібна підсвічування, тому що в них використовуються органічні діоди – світяться самі пікселі. Оскільки усередині екрана немає електроніки (вона винесена окремо), його вдалося зробити дуже тонким – усього 3,5 мм.

Через необхідність підсвітлювати світлі ділянки на LCD-екрані чорні пікселі в дійсності не чорні, а темно-сірі. Завдяки відсутності підсвічування темні (виключені пікселі) залишаються чорними, що забезпечує високу контрастність – 1 000 000: 1. Рідкокристалічного шару теж немає, тому кути огляду більш широкі. Нарешті, OLED-дисплеї можна згинати.

Тонкий OLED-екран практично зливається зі стіною, на якій він кріпиться. Це робить його привабливим рішенням, наприклад, для оснащення переговорних кімнат, оформлюваних у сучасному стилі. Мала товщина й висока гнучкість дозволяють створювати оригінальні двосторонні хвилеподібні екрани – по суті, це чотири OLED-дисплеї 65", вставлені в скло. Крім того, в LG є модель OpenFrame, яку можна згинати на заданий радіус.

Світовий ринок систем ВКЗ

Технології ВКЗ у цей час зараз переживає більші зміни. Сегмент росте, насамперед, на «побутовому» рівні – у частині хмарних сервісів (Skype, FaceTime, Google Hangouts і т.д.), а відеозв'язок вбудовується в усі більшу кількість застосунків і сервісів.

Аналітики пророкують подальший ріст ринку. Відповідно до дослідження компанії Transparency Market Research, глобальний ринок ВКЗ в 2025 році був оцінений в \$5 млрд, Як очікується, в 2026-2030 роках буде рости із середньорічним темпом в 7,9%, і до кінця періоду обсяг ринку складе \$10,5 млрд. У компанії Research and Markets обсяг світового ринку відео-конференцій в 2025 році оцінили в ті ж \$5 млрд, а середньорічні темпи росту в 2026-2030 роках спрогнозували на рівні 8,6%. Збільшення кількості впроваджень ВКЗ у медицині й утворенні підсилило в усьому світі попит на корпоративні відео-конференції.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У вересні 2025 року аналітична компанія Gartner представила «магічний квадрант» (Magic Quadrant) систем для корпоративного відеозв'язку. До числа лідерів ринку в Gartner віднесли компанії Cisco, Zoom, Microsoft і LogMeIn (в 2025 році лідерами були Cisco, Zoom і Microsoft). До «візіонерів» були прилічені BlueJeans і Vidyo, а до «challengers» – Google і Adobe. У порівнянні з «магічним квадрантом-2025» в 2025 році його покинули ZTE, West і Polycom.

Зі своєї сторони дослідницька компанія IDC у липневому дослідженні 2025 року лідерами ринку ВКЗ назвала Cisco і Microsoft. Великими гравцями ринку названі Google, Zoom, BlueJeans, Vidyo, Avaya, Lifesize, Huawei і Polycom.

По оцінках компанії MZA, в 2025 році лідерами ринку ВКЗ, як і в попередні роки, були три найбільших постачальники рішень ВКЗ кінцевих точок – Cisco, Polycom і Huawei, на яких доводиться більше 70% доходів і майже 70% обсягу ринку. Незважаючи на те, що кількість конкурентів на ринку швидко росте, ці «великовагові поїзди» продовжують домінувати на ринку й фактично збільшили свою сукупну частку в порівнянні з 2025 роком.

У своєму дослідженні компанія Frost & Sullivan виділяє такі тенденції розвитку світового ринку відео-конференцій.

Уніфіковані рішення. Користувачі очікують, що виробники будуть пропонувати комплексні рішення для відео-конференцій і спільної роботи, які будуть включати забезпечення, моніторинг і керування всіма компонентами – цифровий підпис, рішення для конференц-залу, програмні клієнти, проектори й інші периферійні пристрої.

Більші можливості інтеграції. Рішення для відео-конференцій будуть мати все більші можливості інтеграції й взаємодії з іншими електронними пристроями, додатками й системами ВКЗ.

Хмарні рішення ВКЗ. Користувачі будуть воліти ці рішення через більше низькі витрати, високого рівня масштабованості й простоти впровадження.

Технологія штучного інтелекту (AI). За допомогою більших даних і Internet-to-Things (IoT) технологія AI може бути використана й у ВКЗ. Наприклад,

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

за допомогою інтернету й пристрою IoT можна автоматично оновляти й синхронізувати нові функції для поліпшення якості зв'язку.

Cisco (Cisco Webex)

Cisco – американська транснаціональна компанія, спеціалізується на розробці й продажі серверного, мережного й комунікаційного устаткування. Як серйозний гравець на ринку ВКЗ компанія заявила про себе шляхом придбання в 2009 році за \$3 млрд світового лідера галузі відео-конференц-зв'язку – компанії Tandberg. Відтоді компанія тільки зміцнила свої позиції – по оцінках Gartner і IDC в 2025 році Cisco віднесена до лідерів ринку ВКЗ. Продукти Cisco для ВКЗ містять у собі Cisco Webex і Cisco Webex Meeting Server.

Cisco Webex – хмарний сервіс для проведення web-конференцій, з кількістю учасників до 1000 чоловік (при онлайн-трансляціях – до 100 тис. чоловік). Продукт платний, але є безкоштовний пробний період.

Користувачі Cisco Webex одержують весь доступний перелік послуг, необхідних для корпоративної ВКЗ: багатомовний інтерфейс, якісні відео й звук, текстовий чат, наскрізне шифрування, мобільні додатки на популярних платформах, інтеграція з офісними програмами, месенджерами й ВКЗ-рішеннями сторонніх вендорів, віддалений доступ до робочого стола, клавіатурі й миші, whiteboard (віртуальна дошка для спільної роботи) і проведення опитувань учасників, запис нарад на локальний комп'ютер або в хмару, брендування web-зборів, інтеграція з CRM системами, статистика й звіти й т.д. Cisco Webex оптимально підходить для проведення платних заходів і корпоративних тренінгів, для чого в сервісі передбачена інтеграція із системами керування навчання. Також сервіс представлений у серверному рішенні Cisco Webex Meetings Server для впровадження в корпоративну IT-інфраструктуру компанії. Платформа підтримує до 96 одночасних сесій в HD-форматі. З її допомогою можна підключатися до переговорів, використовуючи систему відеозв'язку в переговорній кімнаті, настільні відеотермінали, мобільний клієнт, через сумісний з WebRTC браузер або Skype for Business.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Skype for Business відрізняється від «домашнього» Skype розширеним функціоналом і платним використанням. Skype підходить для відеозустрічей невеликих компаній, тоді як Skype for Business з його платними опціями дозволяє проводити збори до 250 учасників і одержувати безпеку корпоративного рівня.

Набір можливостей Skype for Business досить схожий на функціонала хмарних продуктів-аналогів – голосові й відеодзвінки, обмін повідомленнями, доступність на всіх популярних десктопних і мобільних платформах (плюс можливість заходити у відеозустрічі через браузер, без установки програмного клієнта), запис розмов, «розшарування» робочого стола й спільна робота на віртуальній дошці. Втім, немає можливості брендувати відео-конференції.

Приналежність продукту до Microsoft дає Skype for Business всі переваги інтеграції з офісними продуктами корпорації – запланувати відеозустріч можна в Outlook, а створити її безпосередньо з Word і PowerPoint.

Серверна частина – Skype for Business Server (представлена в 2015 році, попередня назва – Microsoft Lync Server) дозволяє одержати всього функціонала ВКЗ на базі власних серверів і розподіляти користувачів залежно від їхніх потреб у засобах комунікації (розділений домен).

Zoom (Zoom Meetings)

Zoom – американська компанія, що надає віддалені послуги конференц-зв'язку з використанням хмарних обчислень. Компанія Gartner в 2017-2025 гг визнала Zoom лідером ринку ВКЗ, а за версією IDC в 2025 році компанія була названа великим гравцем.

Zoom пропонує такі рішення для проведення відео-конференцій, онлайн-зустрічей і створення групових чатів – Video Webinar, Meetings і Conference Room. Вони засновані на використанні хмарних рішень по моделі SaaS і гібридних рішень.

Відео-конференції Zoom Meetings мають кілька тарифних планів (при наявності «полегшеної» безкоштовної версії), у сесіях можуть брати участь до 200 чоловік (до 500 чоловік за додаткову плату), працюють у системах під

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

керуванням Mac, Windows, Linux, Chromebook, IoT i Android, сумісні з Outlook, Office 365 i Gmail. У сервісі доступні всі традиційні опції – шифрування відеозустрічей, спільна робота над документами й віртуальною дошкою, опитування, «розшарування» контролю над екраном, статистика участі в зустрічах, можливість брендування зборів, а також моніторинг уважності учасників, відеозапис і аудіорозшифрування.

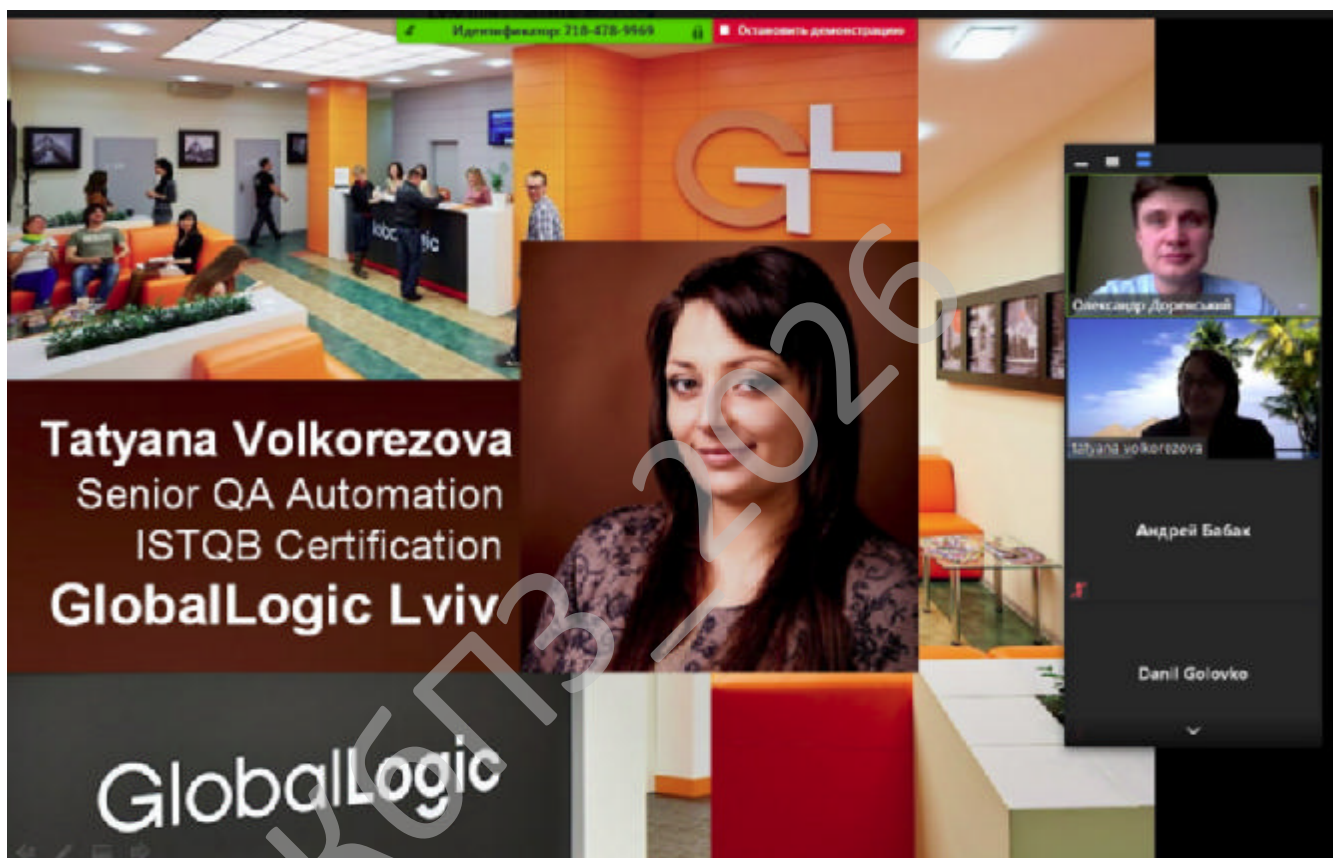


Рисунок 2.2. – Діалогове вікно сервісу Zoom Meeting

LogMeIn (GoToMeeting)

LogMeIn – постачальник SaaS-рішень і хмарних сервісів віддаленого зв'язку для спільної роботи, керування IT-інфраструктурою й взаємодії із клієнтами. За версією Gartner, компанія LogMeIn в 2025 році увійшла до числа лідерів ринку ВКЗ за впровадження інноваційних послуг, поглибленої аналітики, транскрипції мови й тексту й інтеграції з «розумними помічниками», такими як Amazon Alexa.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Серед ключових продуктів LogMeIn для онлайн-зустрічей можна відзначити GoToTraining, GoToMeeting, GoToConference і GoToWebinar і Join.me (freemium-сервіс для онлайн-зустрічей і спільної роботи).

Зупинимося на сервісі GoToMeeting, що призначений для відеоконференцій і різних онлайн-зустрічей з кількістю учасників до 250 чоловік (у найдорожчому тарифному плані). Як і його багато аналогів GoToMeeting досить простий у використанні, працює під Windows, Mac і Linux і всіма популярними мобільними платформами, сполучимо з MS Office і Google Calendar.

Також сервіс, у якому є безкоштовні й платні тарифні плани, пропонує спільне використання застосунків і роботу над документами, запис зустрічі в хмару або на локальний комп'ютер з можливістю розшифровки запису, моніторинг уважності учасників, проведення опитувань, одержання статистики по зустрічах, «розшарування» контролю над клавіатурою й мишкою й контролю над екраном, а також можливість брендувати онлайн-збори.

LogMeIn – є постачальником SaaS-рішень і хмарних сервісів віддаленого зв'язку для спільної роботи, керування IT-інфраструктурою й взаємодії із клієнтами. За версією Gartner, компанія LogMeIn в 2025 році увійшла до числа лідерів ринку ВКЗ за впровадження інноваційних послуг, поглибленої аналітики, транскрипції мови й тексту й інтеграції з «розумними помічниками», такими як Amazon Alexa.

Серед ключових продуктів LogMeIn для онлайн-зустрічей можна відзначити GoToTraining, GoToMeeting, GoToConference і GoToWebinar і Join.me (freemium-сервіс для онлайн-зустрічей і спільної роботи).

Зупинимося на сервісі GoToMeeting, що призначений для відеоконференцій і різних онлайн-зустрічей з кількістю учасників до 250 чоловік (у найдорожчому тарифному плані). Як і його багато аналогів GoToMeeting досить простий у використанні, працює під Windows, Mac і Linux і всіма популярними мобільними платформами, сполучимо з MS Office і Google Calendar.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Також сервіс, у якому є безкоштовні й платні тарифні плани, пропонує спільне використання застосунків і роботу над документами, запис зустрічі в хмару або на локальний комп'ютер з можливістю розшифровки запису, моніторинг уважності учасників, проведення опитувань, одержання статистики по зустрічах, «розшарування» контролю над клавіатурою й мишкою й контролю над екраном, а також можливість брендувати онлайн-збори.

Google (Hangouts)

У дослідженні IDC 2025 року Google названий великим гравцем ринку ВКЗ. В «магічному квадранті-2025» Google віднесений до «challengers», куди входять компанії з операційною перевагою й сильною репутацією.

Рішення Google для онлайн-зустрічей включають Hangouts Meet і Hangouts Chat. Як і багато подібних хмарних продуктів, Hangouts відрізняє простота у використанні, сумісність із будь-якою операційною системою й браузером (переписка синхронізується на всіх пристроях) і т.п. До переваг продуктів Google можна віднести їхню сумісність із іншими продуктами корпорації (Gmail, Google Диск і ін.) і автоматичну публікацію запису на YouTube.

У розширеній корпоративній версії Hangouts (платні пакети G Suite) користувачам доступний запис розмов і проведення заходів із прямою трансляцією, які можуть дивитися до 100 тис. чоловік. Також корпоративним користувачам доступна участь у відеозустрічах навіть тоді, коли немає доступу до інтернету (по спеціальному телефонному номері з допуском через PIN-код). Але потрібно розуміти, що й недоліки Hangouts досить істотні: немає можливості вести опитування, одержувати статистику по сесіях, проводити платні вебінари з інтеграцією із платіжними системами, брендувати відео-конференції й проводити спільну роботу на віртуальній дошці.

Виводи

Технології ВКЗ активно розвиваються й удосконалюються, створюючи не тільки нові можливості для бізнесу, але й нові ринки – телемедицину, проведення

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

віддалених корпоративних тренінгів і дистанційного навчання. Майбутній розвиток систем ВКЗ припускає продовження вже існуючих тенденцій: перевага попиту на хмарні сервіси й мобільні рішення, використання відео високої чіткості й нових відеокодеків, інтеграція з іншими інформаційними системами, додатками й сервісами, ріст попиту на послуги VaaS (Video as a Service). Не настільки віддалене майбутнє ВКЗ пов'язане із впровадженням технологій доповненої реальності (AR) і віртуальної реальності (VR), а також стандарту 4K, але поки на цьому шляху є безліч технічних перешкод, пов'язаних з високошвидкісною передачею даних.

Слід зазначити, що більшість представлених на ринку ВКЗ рішень у своїх категоріях мають приблизно однаковий функціонал, що закономірно більше в платних версіях і урізаний у безкоштовні.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Як мова програмування обрана Python. Python – високорівнева мова програмування загального призначення з акцентом на продуктивність розроблювача й читаність коду. Синтаксис ядра Python мінімалістичний. У той же час стандартна бібліотека включає великий обсяг корисних функцій.

Python підтримує кілька парадигм програмування, у тому числі структурне, об'єктно-орієнтоване, функціональне, імперативне й аспектно-орієнтоване. Основні архітектурні риси – динамічна типізація, автоматичне керування пам'яттю, повна інтроспекція, механізм обробки виключень, підтримка багатопоточні обчислень і зручні високорівневі структури даних. Код у Python організовується у функції й класи, які можуть поєднуватися в модулі (які у свою чергу можуть бути об'єднані в пакети).

Еталонною реалізацією Python є інтерпретатор CPython, що підтримує більшість активно використовуваних платформ. Він поширюється вільно під

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

дуже ліберальною ліцензією, що дозволяє використовувати його без обмежень у будь-яких застосунках, включаючи пропрієтарні. Є реалізації інтерпретаторів для JVM (з можливістю компіляції), MSIL (з можливістю компіляції), LLVM і інших. Проект PyPy пропонує реалізацію Python на самому Python, що зменшує витрати на зміни мови й постановку експериментів над новими можливостями.

Python – мова програмування, що активно розвивається, нові версії (з додаванням/зміною мовних властивостей) виходять приблизно раз у два з половиною року. Внаслідок цього й деяких інших причин на Python відсутні ANSI, ISO або інші офіційні стандарти, їхня роль виконує CPython.

Python портований і працює майже на всіх відомих платформах – від КПК до мейнфреймів. Існують порти під Microsoft Windows, практично всі варіанти UNIX (включаючи FreeBSD і Linux), Plan 9, Mac OS і Mac OS X, iPhone OS 2.0 і вище, Palm OS, OS/2, Amiga, AS/400 і навіть OS/390, Symbian і Android.

При цьому, на відміну від багатьох портуємих систем, для всіх основних платформ Python має підтримку характерних для даної платформи технологій (наприклад, Microsoft COM/DCOM). Більше того, існує спеціальна версія Python для віртуальної машини Java – Jython, що дозволяє інтерпретаторові виконуватися на будь-якій системі, що підтримує Java, при цьому класи Java можуть безпосередньо використовуватися з Python й навіть бути написаними на Python. Також кілька проектів забезпечують інтеграцію із платформою Microsoft .NET, основні з яких – IronPython і Python.Net.

Python підтримує динамічну типізацію, тобто тип змінної визначається тільки під час виконання. Тому замість «присвоювання значення змінної» краще говорити про «зв'язування значення з деяким ім'ям». У Python є убудовані типи: бульові, рядки, Unicode-рядки, цілі числа довільної точності, числа із плаваючою комою, комплексні числа й деякі інші. З колекцій Python підтримує кортежі (*tuples*), списки, словники (асоціативні масиви) і, починаючи з версії 2.4, безлічі. Всі значення в Python є об'єктами, у тому числі функції, методи, модулі, класи.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Додати новий тип можна або написавши клас (class), або визначивши новий тип у модулі розширення (наприклад, написаному мовою C). Система класів підтримує спадкування (одиначне й множинне) і метапрограмування. Можливе спадкування від більшості убудованих типів і типів розширень.

Всі об'єкти діляться на посилальні й атомарні. До атомарного ставляться int, long, complex і деякі інші. При присвоюванні атомарних об'єктів копіюється їхнє значення, у той час як для посилальних копіюється тільки покажчик на об'єкт, таким чином, обидві змінні після присвоювання використовують те саме значення. Посилальні об'єкти бувають змінювані й незмінні. Наприклад, рядки й кортежі є незмінними, а списки, словники й багато інших об'єктів – змінюваними. Кортеж у Python є, по суті, незмінним списком. У багатьох випадках кортежі працюють швидше списків, тому якщо ви не плануєте змінювати послідовність, то краще використовувати саме їх.

Мова має чіткий і послідовний синтаксис, продуману модульність й масштабованість, завдяки чому вихідний код написаних на Python програм легко читаємий.

Python – стабільна й розповсюджена мова. Він використовується в багатьох проектах і в різних якість: як основна мова програмування або для створення розширень і інтеграції застосунків. На Python реалізоване велика кількість проектів, також він активно використовується для створення прототипів майбутніх програм. Python використовується в багатьох великих компаніях.

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 мережових відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

(бакалаврським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

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

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

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

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

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

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

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

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

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Системи аудіомаскування

Корпоративним користувачам будуть корисні й цікаві всілякі системи аудіомаскування (sound masking) – популярні нині акваріуми для офісів.

Існуючі переговорні кімнати найчастіше не здатні гарантувати елементарну безпеку переговорів. Багато компаній пропонують рішення, що дозволяють повністю заглушити сигнал за межами переговорної кімнати. Це важливо для забезпечення конфіденційності стратегічних переговорів, коли учасники зацікавлені в тому, щоб сторонні нічого не почули.

Що це означає на практиці? Сьогодні всі стурбовані проблемами безпеки, і недавня історія з Facebook – явне тому підтвердження.

Звук по IP

Останні два роки в сфері передачі аудіосигналу пишеться абсолютно нова історія: всі звукові тракти переводяться на Dante – протокол передачі багатоканального аудіо по IP-мережах з мінімальними затримками.

Що це означає на практиці? Фактично створювати інфраструктуру вже не потрібно. Тепер на будь-якому об'єкті, навіть дуже великому, можна використовувати існуючу мережну інфраструктуру, взагалі не прокладати кабелів, а крім того, записувати й транслювати звук по декількох каналах.

Щоб організувати точку для віщання, можна використовувати адаптери, які випускають компанії Audinate і Amphenol. Роздрібна ціна адаптера Amphenol RJD1212-0050 – 18 тис. грн. З однієї сторони в нього порт RG-45, а з іншого боку – рознімання XLR для підключення мікрофона.

Якщо в приміщенні прокладена мережа, то найближчу мережну розетку легко перетворити в джерело сигналу – досить через перехідник підключити

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

мікрофон. Для зняття аудіосигналу є аналогічні пристрої, які діють у зворотну сторону.

Крім того, багато виробників підтримують Dante на вході. Устаткування (колонки, підсилювачі, мікшери) устатковується в потрібних місцях, підключається до будь-якої корпоративної розетки й дає потрібна кількість аудіовиходів.

Комутація й передача

Останнім часом пристрою для передачі відео по IP подешевіли й стали по-справжньому доступними (я говорю не про ВКЗ, а про трансляцію відео по корпоративній мережі). На ринку з'являється усе більше й більше тайваньських виробників, що випускають гарні рішення для передачі Full HD (по 4К поки є питання), за допомогою яких можна дуже швидко й дешево розгорнути корпоративну мережу.

Є нове рішення, де точка передачі з каналом 15 Мбіт/с по корпоративній мережі коштує 270 доларів. Підключивши передавач до будь-якої мережної розетки, можна транслювати відео- і аудіосигнали й де завгодно приймати їх.

Що це означає на практиці? Організувати передачу відеосигналу стало на порядок дешевше, ніж раніше. Для розгортання корпоративних мереж, призначених для трансляції відео (особливо на більших площах – наприклад, на заводах і у великих офісних центрах), колись потрібно було прокласти багато кілометрів кабелів, а це дороге задоволення. Тепер таку мережу можна побудувати швидко й за невеликі гроші – фактично прийде оплатити тільки дисплеї.

Програмне забезпечення

Завдяки програмному забезпеченню багато апаратних рішень стали набагато цікавіше. Так, можливість трансляції автоматично генеруємого контенту змінила саму ідеологію роботи Digital Signage.

Автоматично генеруємий контент. Наприклад, раніше обслуговуванням плеєрів Digital Signage, на яких демонструється реклама в торговому центрі,

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

займалися три-чотири чоловіки, які придумували й створювали контент, публікували його й перевіряли якість його відображення.

Сучасні плеєри для Digital Signage генерують контент автоматично. Він перестав бути окремим продуктом, і штатні співробітники вже не потрібні. У результаті помінялася вся ідеологія. Досить однократно запрограмувати структуру подачі інформації на екрани й сформувати зв'язки: ця область береться з папки з корпоративними фотографіями, а в цю завантажуються актуальні ціни на товари, квитки або послуги з бази даних «1С».

Наприклад на екран транслюється інформація, повністю згенерована в автоматичному режимі: перелік сеансів, на які ще продаються квитки (підтримується зв'язування з базою даних квитків); новини RSS, публікуємі на корпоративному сайті, і т.п.

Автотрекінг. Більше простий приклад – багатофункціональні камери компанії Panasonic. Для наведення камери на мовець традиційно використовувалися поворотні камери. До них додалося ПЗ, і в результаті вийшов автотрекінг. Тепер для відстеження виступаючий оператор не потрібний, а спікер може вільно ходити по аудиторії. Це актуально, наприклад, для вузів, де необхідно забезпечити запис відео в кожній аудиторії.

Що це означає на практиці? Завдяки такому підходу з'являється можливість скоротити витрати на зміст обслуговуючого персоналу.

Супровід нової методології

Швидке підключення й спільна робота. Сьогодні в багатьох компаніях формуються мобільні команди, учасники яких можуть працювати звідки завгодно. Наприклад, у нашій команді є віддалений співробітник, що живе в Києві. Для таких випадків надто важлива наявність можливостей для спільної роботи, у тому числі демонстрація презентацій з різних пристроїв, оперативне обговорення й т.д.

Зараз для цих цілей існує окрема категорія рішень – концепція «принеси власний пристрій» (Bring Your Own Device, BYOD), коли, виконуючи свої

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

службові обов'язки, співробітник користується своїм пристроєм (телефоном, планшетом, ноутбуком).

Що це означає на практиці? В офісі ми позбуваємося від звичних проводів на столі, а в конференц-залі більше не потрібно свердлити лючки й простягати проведення до кожного робочого місця – виступаючий досить вставити передавач у свій ноутбук або телефон і нажати кнопку (у випадку Barco), щоб показати контент. Дуже зручно! Причому на один екран може бути виведене відразу кілька джерел. У результаті не доводиться витратити час на рішення технічних проблем: «У мене проведення не підійшло, а в мене інтерфейс не той».

Цифрова маркерна дошка

Та ж сама концепція поширюється й на цифровий фліпчарт. Офісна магнітно-маркерна дошка давно стала звичним атрибутом переговорних кімнат і конференц-залів. Відразу трохи виробників, у тому числі Google і SMART, задумалися: а чому б її не оцифрувати? Це поки дороге задоволення, але тенденція очевидна: усе, що може бути оцифровано, буде оцифровано.

3.2 Розробка структурної схеми

Щоб зрозуміти, як мережеве розповсюдження відео підтримує відеоконференції, корисно розібрати основні компоненти:

- Кодери: перетворюють відео- та аудіосигнали з камер або комп'ютерів у цифрові потоки.
- Інфраструктура IP-мережі: передає дані через комутатори, маршрутизатори та точки доступу.
- Декодери: приймають цифровий потік і перетворюють його назад на вміст, придатний для перегляду на екранах дисплеїв.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

– Системи керування: програмні або апаратні засоби для керування маршрутизацією сигналів, розподілом пропускної здатності та доступом користувачів.

Разом ці елементи створюють надійну екосистему розповсюдження відео, здатну забезпечити роботу всього: від кімнат для переговорів до кімнат для засідань керівників.

Варіанти використання в корпоративному світі:

– Кімнати для засідань керівників: відеоконференції високої роздільної здатності з глобальними зацікавленими сторонами, оснащені кількома дисплеями та високоякісним аудіо

– Навчання та засідання міських рад: пряма трансляція відео для внутрішньої аудиторії в різних офісах або часових поясах з можливістю запису та архівування сесій.

– Гібридна співпраця: Співробітники в офісі та вдома можуть однаково брати участь у зустрічах завдяки стабільним високоякісним відеопотокам.

– Спрощення ІТ та антивірусних технологій: Централізоване управління антивірусними ресурсами у великих підприємствах з мінімальною підтримкою на місці.

Щоб максимально використати цю технологію в корпоративному середовищі, розгляньте такі рекомендації:

– Оцінка пропускної здатності мережі: Переконайтеся, що ваша мережа може обробляти вимоги до пропускної здатності високоякісного відео, не впливаючи на інші критично важливі для бізнесу програми.

– Оберіть масштабовані рішення: оберіть системи, які можуть зростати разом з потребами вашого бізнесу.

– Пріоритет безпеки: використовуйте зашифровані протоколи передачі та засоби контролю доступу для захисту конфіденційних зустрічей.

– Інтеграція з існуючими інструментами: Шукайте рішення, які доповнюють ваші поточні платформи для відеоконференцій.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

– Навчання ІТ-персоналу: Надайте своїй ІТ-команді знання для управління та оптимізації системи розповсюдження мережевого відео.

Відео-конференц-зв'язок (ВКЗ) – це телекомунікаційна технологія інтерактивного взаємодії двох і більше віддалених абонентів, яка забезпечує обмін аудіо- і відеоінформацією в режимі реального часу.

Системи відео-конференц-зв'язку призначені для організації ефективної спільної роботи. Проведення віддалених нарад і презентацій, вебінарів і конференцій, відбір кандидатів без приїзду здобувачів в офіс – тепер комунікації з віртуальними співрозмовниками можуть відбуватися з ефектом особистої присутності.

Розроблювальне рішення має кілька конфігурацій, до складу яких входять відеопанелі, камери, стандартні відеокодеки, персональні сенсорні екрани, система освітлення й інше устаткування.

На відміну від стандартних систем відео-конференц-зв'язку (ВКЗ), технологія телеприсутності дозволяє досягати вражаючої чіткості зображення й максимально реалістичної передачі звуку. Все це стає можливим завдяки спеціально обладнаним приміщенням: готове рішення може включати не тільки апаратне й програмне забезпечення, але й звуковбирні панелі із системою освітлення.

Такий комплексний підхід надає всі переваги особистого спілкування: технологія дозволяє передавати навіть ледь помітну міміку й жести, а також відтворювати співрозмовників у їхньому реальному розмірі.

Переваги рішення

Повернення інвестицій

Розроблене рішення не тільки зміцнює конкурентні переваги компанії, але й повністю окупає свою вартість. Настільна система для директора підприємства обійдеться дешевше двох міжнародних відряджень.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Оптимізація бізнес-процесів

Система ВКЗ дозволяє ефективно здійснювати централізоване керування компанією, а також:

- значно знизити транспортні витрати;
- істотно скоротити час прийняття рішень;
- оптимізувати робочі процеси;
- забезпечити єдність організації й удосконалити корпоративну культуру;
- мінімізувати кількість відряджень.

Області застосування

На всіх рівнях компанії співробітники можуть використовувати потенціал технології телеприсутності для встановлення зв'язків, реалізації нових ідей і підвищення доходів:

– **Вище керівництво:** віддалені наради ради директорів, зустрічі зі співробітниками з будь-якої філії, персональний зв'язок із ключовими особами, трансляція нарад у режимі реального часу, віртуальна участь у семінарах і виставках.

– **Відділ продажів і маркетингу:** вибудовування більше міцних відносин із замовниками, з'єднання віддалених торговельних відділів з головними офісами, інтерв'ю віч-на-віч для дослідження ринку.

– **Відділ персоналу:** відбір кандидатів без приїзду здобувачів в офіс, організація навчання через пряму взаємодію між групами учасників, зміцнення єдиної внутрикorporативної культури у всіх філіях компанії.

– **Відділи досліджень і розробки:** поширення й редагування документації в режимі реального часу, збір відкликань від постачальників і замовників у режимі реального часу, скорочення часу виходу продукції на ринок;

Сфери застосування

Державний сектор: підвищення якості обслуговування населення, поліпшення внутрішньовідомчого й міжвідомчого зв'язку, економія ресурсів, надання можливостей для навчання з мінімальними витратами, оперативне реагування у випадку надзвичайних ситуацій, високий рівень безпеки для закритих нарад і зустрічей.

Виробництво: консультації експертів для віддаленого ремонту устаткування, скорочення часу виводу нових продуктів на ринок, підвищення якості обслуговування замовників, збільшення рентабельності, зниження витрат, збільшення ефективності системи поставок, надійний зв'язок між конструкторським бюро, бухгалтерією, партнерами й постачальниками.

Фінанси: оперативне реагування на звертання клієнтів, надання клієнтам більше широкого спектра фінансових послуг, скорочення кількості необхідних корпоративних тренінгів за рахунок єдиного сеансу відеозв'язку для всіх співробітників.

Охорона здоров'я: віддалена діагностика й лікування пацієнтів, залучення й утримання кваліфікованих лікарів, організація особистих зустрічей

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

медичних працівників для консультацій і обміну досвідом, інтерактивні заняття для студентів медичних вузів, оперативна допомога пацієнтам при інсультах, підготовка необхідних умов для прийому пацієнтів у реанімації за допомогою відеозв'язку з лікарями швидкої допомоги, більше швидкий обмін даними в сфері рентгенології й патологічної анатомії між фахівцями різних відділень лікарні, участь у програмах безперервного навчання фахівців-медиків.

Утворення: надання можливості присутності на заняттях учнем із сільських або малодоступних районів, організація виступів висококваліфікованих фахівців і віртуальних екскурсій, проведення програм безперервного утворення для викладачів, участь в інтерактивних семінарах, участь у навчальних курсах за запитом або в режимі реального часу.

3.3 Розробка функціональної схеми

Розглянемо протоколи, які використовуються для організації відео-конференц-зв'язку.

Стандартні протоколи передачі даних покликані зробити відео-конференції настільки ж розповсюдженими, як телефонний і факсимільний зв'язок. Завдяки протоколам системи підтримки відео-конференцій різних виробників можуть без проблем встановлювати зв'язок між собою, як зв'язуються між собою інші телекомунікаційні пристрої.

Протокол для відео-конференції – це набір угод, що визначає обмін даними між різним програмним забезпеченням. Протоколи задають способи передачі даних і обробки помилок у мережі, а також дозволяють розробляти стандарти, не прив'язані до конкретної апаратної платформи.

В 1990 році був схвалений перший міжнародний стандарт в області технологій відео-конференцій – специфікація H.320 для підтримки відео-конференцій по ISDN.

H.320 – стандарт для відео-конференцій за допомогою ISDN. Містить у собі вимоги до обробки аудіо- і відеоінформації, описує універсальні формати

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

для забезпечення сумісності різних пристроїв уведення-виводу звуку й відеозображення, визначає протоколи для взаємодії систем конференцій і синхронізації аудіо- і відеосигналів.

Потім ITU (International Telecommunication Union) схвалив ще цілу серію рекомендацій, що ставляться до відео-конференцій. Ця серія рекомендацій, часто називана H.32х, крім H.320, містить у собі стандарти H.321-H.324, які призначені для різних типів мереж передачі даних.

У другій половині 90-х років інтенсивний розвиток одержали IP мережі й Інтернет. Вони перетворилися в економічне середовище передачі даних і стали практично повсюдними. Однак, на відміну від ISDN, IP мережі були погано пристосовані для передачі аудіо- і відео- потоків. Прагнення використовувати сформовану структуру IP мереж привело до появи в 1996 році стандарту H.323 – відеотелефонії й термінальне устаткування для локальних мереж з негарантованою якістю обслуговування (англ. Visual Telephone Systems and Terminal Equipment for Local Area Networks which Provide a Non-Guaranteed Quality of Service).

В 1998 році була схвалена друга версія цього стандарту H.323 v.2 – Мультимедійні системи зв'язку для мереж з комутацій пакетів (англ. Packet-based multimedia communication systems).

У вересні 1999 року була схвалена третя версія рекомендацій.

17 листопада 2001 року була схвалена четверта версія стандарту H.323. Зараз H.323 – один з найважливіших стандартів із цієї серії. H.323 – це рекомендації ITU-T для мультимедійних застосунків в обчислювальних мережах, що не забезпечують гарантовану якість обслуговування (QoS). Такі мережі містять у собі мережі пакетної комутації IP і IPX на базі Ethernet, Fast Ethernet і Token Ring. Стандарт H.323 визначає чотири основних компоненти, які разом з мережною структурою дозволяють проводити двосторонні (точка-точка) і багатобічні (точка – багато точок) мультимедіаконференції.

Основні стандарти відео-конференц-зв'язку (Комунікаційні протоколи)

Стандарт мультимедійних застосунків H.323 з метою проведення аудіо- і відео- конференцій по телекомунікаційних мережах ITU-T розробила серію рекомендацій H.32x. Ця серія містить у собі ряд стандартів по забезпеченню проведення відео-конференцій.

1. H.320 – по мережах ISDN.
2. H.321 – по мережах Ш-ЦСІО й ATM.
3. H.322 – по мережах з комутацією пакетів з гарантованою пропускною здатністю.
4. H.323 – по мережах з комутацією пакетів з негарантованою пропускною здатністю.
5. H.324 – по телефонних мережах загального користування.
6. H.324/С – по мережах мобільного зв'язку.
7. H.239 – підтримка двох потоків від різних джерел, зображення учасника й даних (друга камера або презентація) виводяться на два різних дисплеї або в режимі PIP на один дисплей.
8. H.460.17/.18/.19 – підтримка проходження аудіо й відео трафіку відео-конференц-зв'язку через NAT і Firewall.

Рекомендації ITU-T, що входять у стандарт H.323, визначають порядок функціонування абонентських терміналів у мережах передачі даних з поділюваним ресурсом, в основному не гарантуючі якості обслуговування.

Рекомендації H.323 передбачають:

- керування смугою пропускання;
- можливість взаємодії мереж;
- платформну незалежність;
- підтримку багатоточечних конференцій;
- підтримку багатоадресної передачі;
- стандарти для кодеків;
- підтримку групової адресації.

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

Стандарти стиску відеозображення

Основні відеостандарти:

1. Стандарт H.261 – розроблений організацією по стандартах телекомунікацій ITU. На практиці, перший кадр у стандарті H.261 завжди являє собою зображення стандарту JPEG, компресоване із втратами й з високим ступенем стиску.

2. Стандарт H.263 – це стандарт стиску відео, призначений для передачі відео по каналах з досить низькою пропускнуою здатністю (звичайно нижче 128 кбіт/с). Застосовується в програмному забезпеченні для відео-конференцій.

3. Стандарт H.264 – це новий розширений кодек, також відомий як AVC і MPEG-4, частина 10.

4. Стандарт H.264 High Profile – це самий продуктивний профайл H.264 з алгоритмом стиску відео Context Adaptive Binary Arithmetic Coding (CABAC), уперше впроваджений на устаткуванні Polycom, дозволяє влаштовувати HD відео-конференції на каналі від 512 Kbps

Для відео-конференцій на сьогоднішній день найчастіше використовується стандарт H.263 і H.264.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Стандарти стиску звуку.

Деякі стандарти компресії аудіосигналу засновані на технології оцифровки звуку, називаною імпульсно-кодовою модуляцією або ІКМ.

Основні аудіостандарти:

1. Стандарт G.711 – це стандарт для аудіо-компандування, що в основному використовується в телефонії.

2. Стандарт G.722 – широкополосний голосовий кодек стандарту ITU-T зі швидкістю 32-64 Кбіт/сек.

G.722.1 (1999 р.) – стандарт аудіостиску G.722.1 Annex C базується на стандарті Polycom Siren 14.

G.722.2 (2002 р.) – більше використовуваний варіант кодека, також відомий як Adaptive Multi Rate – WideBand (AMR-WB) «Адаптивний, зі Змінною Швидкістю – Широкополосний».

3. Стандарт G.723 – це стандарт кодування мови, прийнятий організацією ITU-T в 1988 році.

4. Стандарт G.726 – кодек є стандартом ITU-T адаптивної імпульсно-кодової модуляції – ADPCM і описує передачу голосу смугою в 16, 24, 32, і 40 Кбіт/сек.

5. Стандарт G.729 – це вузькополосний мовний кодек, що застосовується для ефективного цифрового подання вузькополосної телефонної мови (сигналу телефонної якості).

Для всіх типів кодеків справедливо правило: чим менше щільність цифрового потоку, тим більше відновлений сигнал відрізняється від оригіналу. Однак відновлений сигнал гібридних кодеків має цілком високі характеристики, відновлюється тембр мовного сигналу, його динамічні характеристики, інакше кажучи, його «впізнаваність» і «розпознаємість».

Системи відео-конференцій базуються на досягненнях технологій засобів телекомунікацій і мультимедіа. Зображення й звук за допомогою засобів обчислювальної техніки передаються по каналах зв'язку локальних і глобальних

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

обчислювальних мереж. Обмежуючими факторами для таких систем буде пропускна здатність каналу зв'язку й алгоритми компресії/декомпресії цифрового зображення й звуку.

Для оптимізації передачі відео, у даній роботі пропонується використовувати метод представлення відеоданих з виділенням серій максимальної довжини, який використовує серії із необмеженою довжиною, що кодуються "гнучкою" розрядною сіткою.

Алгоритм стиснення методом із виділенням серій максимальної довжини реалізується у три етапи:

- На першому етапі для статичних і динамічних зображень використовуються розроблені алгоритми формування серій із необмеженими довжинами, що дозволяють усунути інформаційну надмірність у послідовності параметрів візуалізації та забезпечити мінімальний час формування відеоданих;

- На другому етапі – алгоритм кодування серій. Під час кодування вихідна послідовність серій перетвориться в дві кодові групи: "сплесків" й "залишків". Для визначення умови, що дозволяє помістити серію в одну з груп, використовується розрядність подвійного слова, яка необхідна для кодування значення середньоарифметичної довжини послідовності серій. У процесі кодування також формується послідовність параметрів повернення.

- На третьому етапі визначена кількість рівнів перетворення. Воно дорівнює двом, тому що в цьому випадку кількість кодових груп не перевищить 4.

Алгоритм відновлення реалізується у два етапи:

- На першому етапі працює розроблений алгоритм декодування довжин серій та зворотного перетворення послідовностей: "сплесків", "залишків" і параметрів повернення – у вихідну послідовність довжин серій.

- На другому етапі використовується запропонований алгоритм відновлення відеоданих представлених довжинами серій.

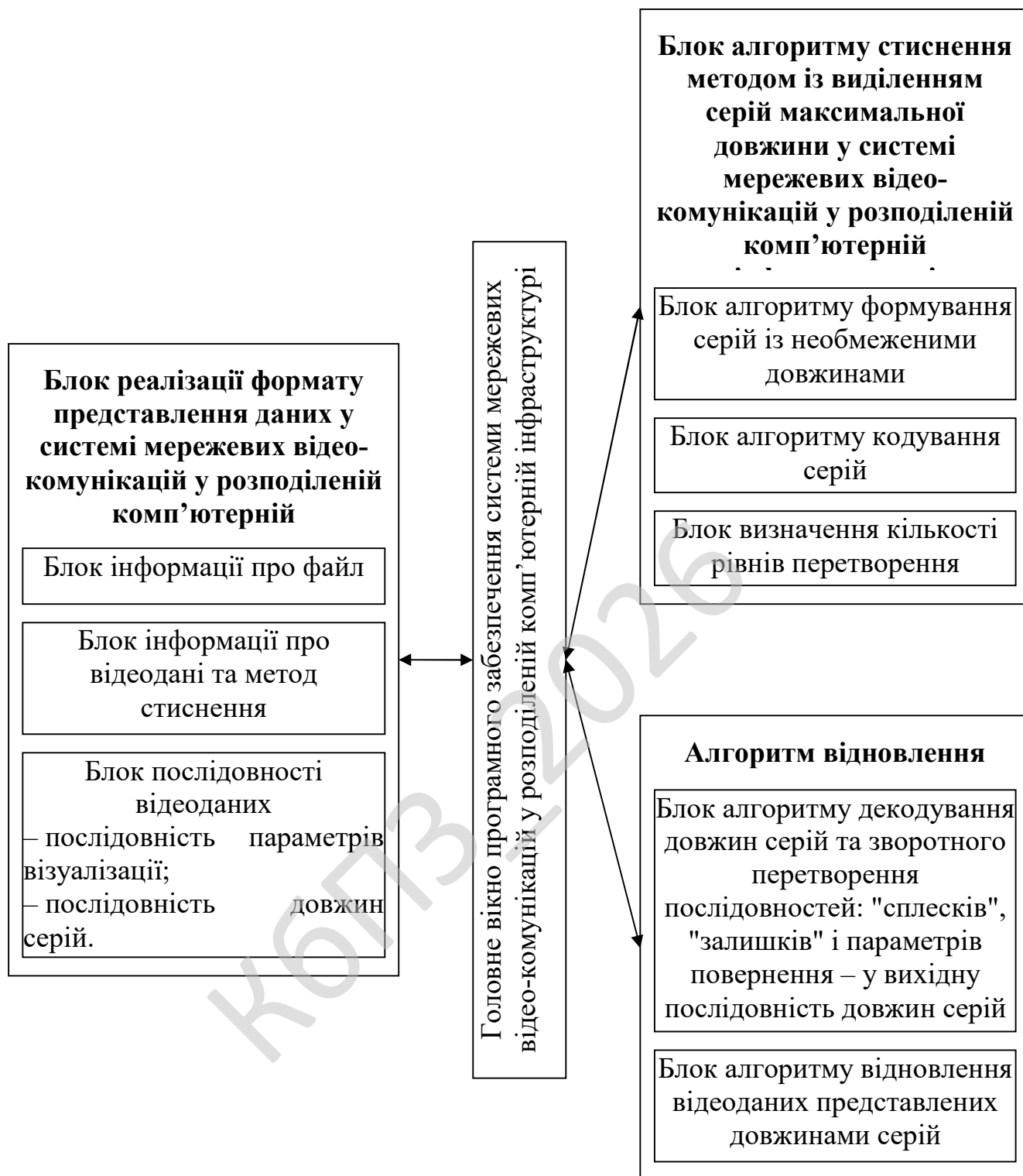


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Для збереження та передачі стиснених відеоданих розроблено формат представлення даних, який складається з трьох частин:

– інформація про файл;

- інформація про відеодані та метод стиснення;
- послідовність відеоданих, яка складається з двох груп: послідовність параметрів візуалізації і послідовність довжин серій.

Все це відображено на функціональній схемі, зображеній на рисунку 3.2.

Зробимо оцінку ефективності методів представлення відеоінформації, аналізується завадостійкість відеоданих, записаних довжинами серій, розглянемо питання технічної реалізації методу стиснення із виділенням серій максимальної довжини.

Порівняльна оцінка ефективності представлення зображень ІКМ і розробленими способами проведена за такими характеристиками як:

- середній об'єм відеоданих;
- час формування зображення;
- потік або швидкість передачі відеоданих.

Порівняльний аналіз показав, що застосування методу довжин серій, який використовує запропоновані способи адаптації, дозволяє зменшити середній об'єм відеоданих, що припадає на один елемент зображення, скоротити час формування зображень та зменшити потік відеоданих. Це дозволить без додаткових витрат на підвищення швидкодії відеопідсистеми поліпшити якість зображення та частково звільнити ресурси для виконання інших задач.

Проведемо аналіз завадостійкості відеоданих, представлених довжинами серій. Він дозволив оцінити викривлення інформації при передачі зображень по дискретному каналу зв'язку з біноміальним розподілом імовірності помилок.

Для оцінки завадостійкості запропонований імовірнісний розрахунок, що використовує ефект "розмноження помилок", який дозволив перекласти аналіз завадостійкості кодограм з різними вагами символів у площину аналізу рівноважних кодограм. Це істотно спростило оцінку завадостійкості. Запропонований підхід можна застосувати і при розрахунку завадостійкості нерівноважних кодограм із надмірністю, тобто закодованих (n, k) -кодом, який має завадостійкість.

При оцінці завадостійкості було помічено, що виникнення однієї або більше помилок будь-яких комбінацій у нерівноважній кодограмі з приблизною межею довжини $n \geq 4$ (при використанні прийнятого ступеневого інформаційного критерію оцінки значення нерівноважних символів) еквівалентно ефекту поразки усіх біт кодограми, тобто абсолютній поразці кодограми у цілому; відомі коригувальні коди малоефективні для захисту нерівноважних блоків, тому для них варто використовувати спеціальні коди з пріоритетним нерівним захистом символів.

Розглянемо питання технічної реалізації представлення зображень. Для обробки відеоданих запропонована структурна схема із незалежною пам'яттю регенерації, у якій пам'ять регенерації є незалежним накопичувачем, а перетворення кодів графічних елементів та координат здійснюється спеціальною апаратною логікою, пов'язаною з мікро-еОМ.

За суттю, пристрій стиснення відеоданих уявляє собою спец-еОМ, яка призначена для виконання алгоритмів компресії і декомпресії зображення. Така структура відрізняється підвищеною складністю, але забезпечує найбільшу швидкість перетворення і редагування даних.

3.4 Розробка діаграми процесів

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

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

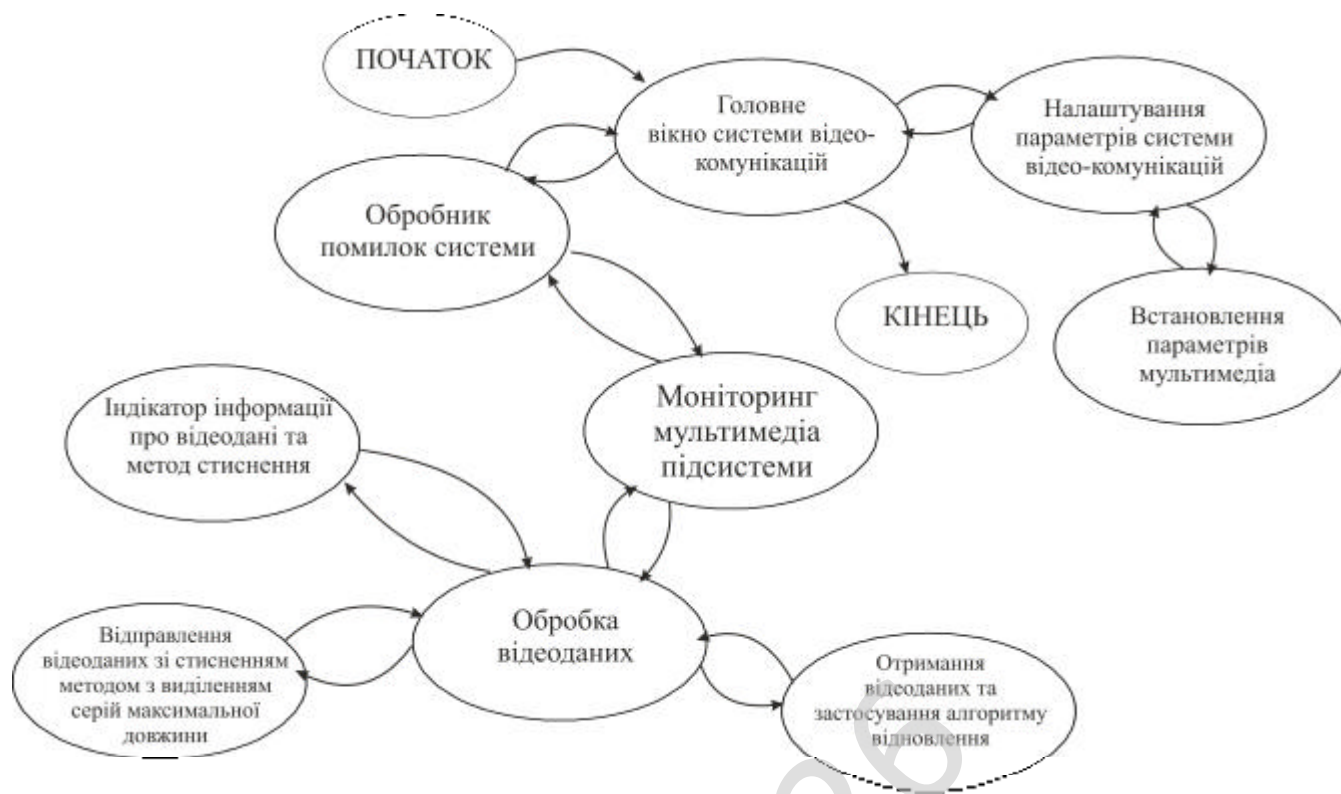


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

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.

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

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

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

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

Було створено блок-схеми роботи системи. Перед їх розглядом необхідно провести роз'яснення який саме тип блок-схем використовується. Блок-схема це представлення задачі для її аналізу або розв'язування за допомогою спеціальних символів (геометричних образів), які позначають такі елементи, як операції, потік, дані тощо.

Блок вхідних та вихідних даних прийнято позначати паралелограмом, блок обчислень (обробки) даних – прямокутником, блок прийняття рішень – ромбом, еліпсом – початок та кінець алгоритму.

У інформаційних технологіях функціональна схема складається з функціональних блоків, які являють собою конструктивно відособлені частини (елементи або пристрої) автоматичних систем, які виконують певні функції.

Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів.

Функціональні схеми можуть виконуватися в укрупненому і розгорненому вигляді. У першому випадку на схемі зображають найважливіші блоки системи і зв'язки між ними.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

У другому варіанті схема відображається більш детально, що полегшує її читання та ілюструє принцип роботи.

Основні елементи схем алгоритму це термінатор, процес, рішення, зумовлений процес (підпрограма), дані та з'єднувач. Термінатор це елемент відображає вхід із зовнішнього середовища або вихід з неї (найчастіше застосування – початок і кінець програми). Всередині фігури записується відповідна дія.

Процес це виконання однієї або кількох операцій, обробка даних будь-якого виду (зміна значення даних, форми подання, розташування). Всередині фігури записують безпосередньо самі операції. Рішення це показує рішення або функцію перемикального типу з одним входом і двома або більше альтернативними виходами, з яких тільки один може бути обраний після обчислення умов, визначених всередині цього елемента.

Вхід в елемент позначається лінією, що входить зазвичай у верхню вершину елемента. Якщо виходів два чи три то зазвичай кожен вихід позначається лінією, що виходить з решти вершин (бічних і нижній). Якщо виходів більше трьох, то їх слід показувати однією лінією, що виходить з вершини (частіше нижній) елемента, яка потім розгалужується.

Відповідні результати обчислень можуть записуватися поруч з лініями, що відображають ці шляхи. Зумовлений процес (підпрограма) це символ відображає виконання процесу, що складається з однієї або кількох операцій, що визначені в іншому місці програми (у підпрограмі, модулі).

Всередині символу записується назва процесу і передані в нього дані. Дані це перетворення у форму, придатну для обробки (введення) або відображення результатів обробки (виведення).

Цей символ не визначає носія даних (для вказівки типу носія даних використовуються специфічні символи). З'єднувач це символ відображає вихід в частину схеми і вхід з іншої частини цієї схеми.

Використовується для обриву лінії та продовження її в іншому місці (приклад: поділ блок-схеми, що не поміщається на листі). Відповідні сполучні символи повинні мати одне (при тому унікальне) позначення.

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.

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

Гнучка 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.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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.

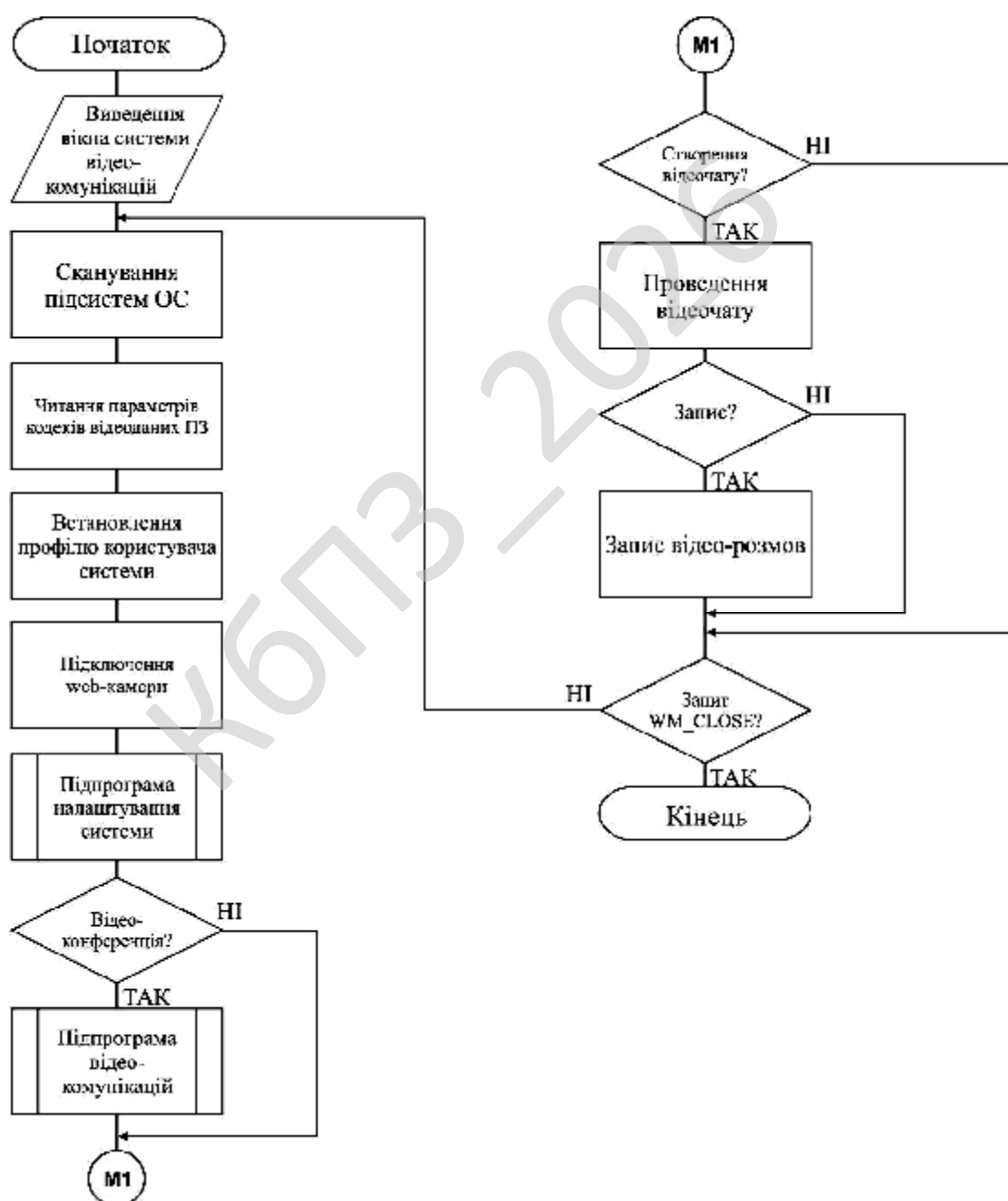


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

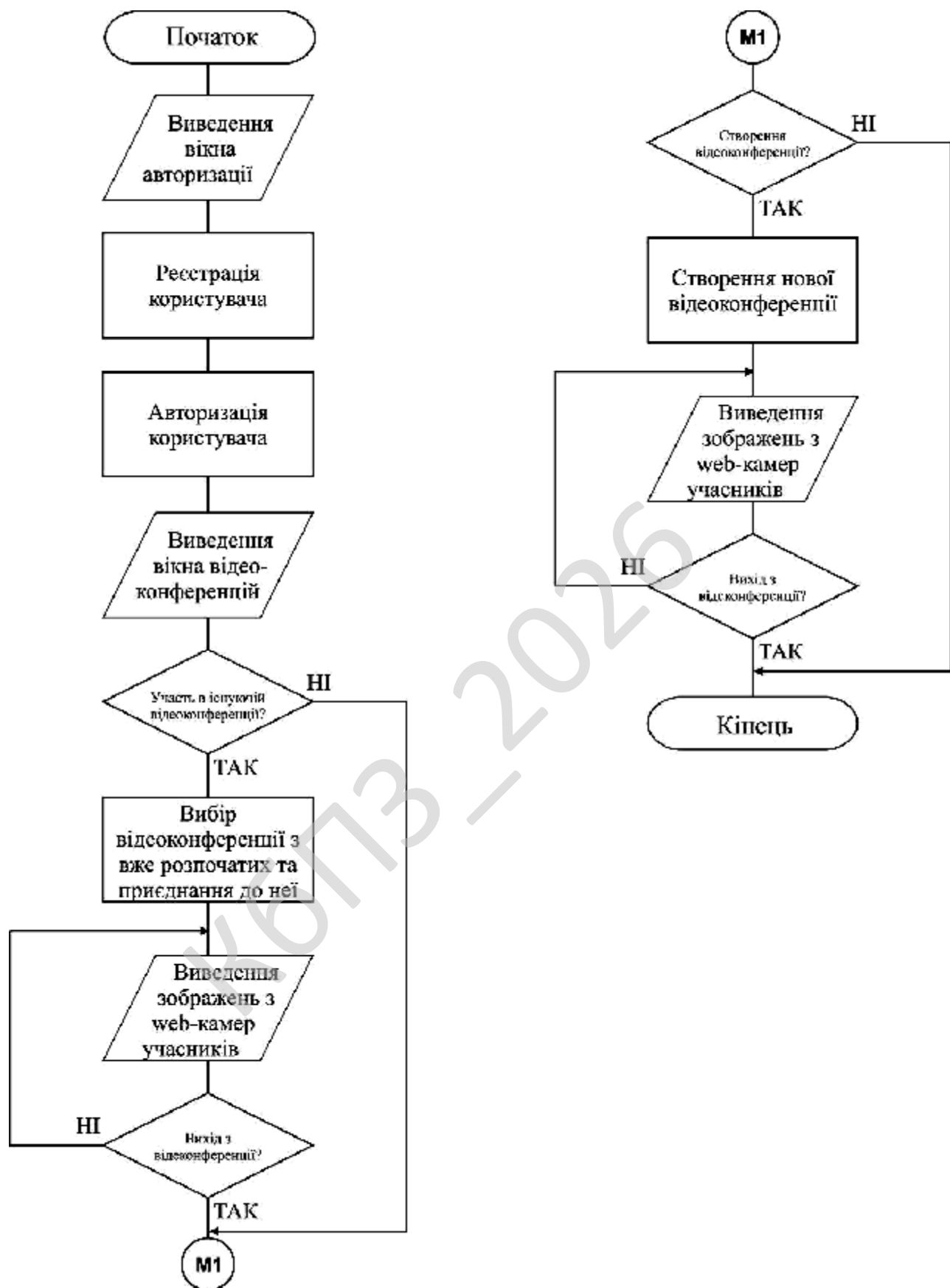


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

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.

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 вимірник прогресу;
- 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.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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 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.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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 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

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

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.

Хоча я реалізовував програму сам, було використано підходи Scrum для саморозвитку та пришвидшенню розробки, розглянемо цей метод. Scrum – підхід управління проектами для гнучкої розробки програмного забезпечення. Скрам чітко робить акцент на якісному контролі процесу розробки.

Підхід вперше описали Гіротакі Такеучі та Ікуджіро Нонака в статті The New New Product Development Game (Гарвардський Діловий Огляд, січ–лют 1986). Вони відзначили, що проекти, над якими працюють невеликі, крос-функціональні команди, зазвичай систематично продукують кращі результати, і пояснили це, як «підхід регбі». У 1991 році ДеГрейс та Шталь у книжці Злі проблеми, справедливі рішення послалися на цей підхід, як на Scrum (штовханина; сутичка навколо м'яча (у регбі)), спортивний термін, згаданий в статті Такеучі і Нонака. Кен Швабер на початку 1990-х використовував підхід який привів Scrum в його компанію.

Вперше метод Scrum було представлено на загальний огляд задокументованим, чітко сформульованим та описаним спільно Сазерлендом та Швабером на OOPSLA'96 в Остіні. Швабер та Сазерленд протягом наступних років працювали разом щоб обробити та описати весь їхній досвід та найкращі практичні зразки для індустрії в одне ціле, в ту методологію, що відома сьогодні як Scrum. Швабер об'єднав зусилля з Майком Бідлом в 2001, щоб детально описати метод в книжці Agile Software Development with SCRUM. Не зважаючи на

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

те, що для Scrum нарікли долю управління проектами з розробки ПЗ, він може також використовуватися в роботі команд обслуговувань програмного забезпечення (software maintenance teams), або як підхід управління розробкою і супроводом програм: Scrum of Scrums.

Scrum – це кістяк процесу, який включає набір методів і попередньо визначених ролей. Головні дійові особи – ScrumMaster, той хто опікується процесами, веде їх і працює як керівник проекту, Власник Продукту, людина, що представляє інтереси кінцевих користувачів та інших зацікавлених в продукті сторін, та Команду, яка включає розробників.

Протягом кожного спринту, 15-30 денного періоду (тривалість визначається командою), працівники створюють функціональний ріст програмного забезпечення.

Набір можливостей, які імплементуються кожного спринту, приходять з етапу, що має назву product backlog (документація запитів на виконання робіт), який має найвищу пріоритетність за рівнем вимог до роботи, що повинна бути виконана.

Запити на виконання робіт (backlog items), що визначені протягом наради з планування спринту (sprint planning meeting), переміщуються в етап спринту. Протягом цієї наради Власник Продукту інформує про завдання, які він хоче, аби були виконані. Тоді Команда визначає, скільки з бажаного вони можуть зробити, щоб завершити необхідні частини протягом наступного спринту. Протягом спринту команда виконує визначений фіксований список завдань (т.з. backlog items). Впродовж цього періоду ніхто не має права змінювати перелік запитів на виконання робіт, що слід розуміти, як заморожування вимог (requirements) протягом спринту.

Product backlog – це документ, який має список вимог до функціональності, які упорядковані згідно зі ступенем важливості. Product backlog представляє список того, що повинно бути реалізовано. Елементи цього списку

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

називається «історіями» (user story) або елементами backlog–у (backlog items). Product backlog відкритий для редагування усім учасникам Scrum–процесу.

Обов'язкові поля:

1. ID – унікальний ідентифікатор, порядковий номер, який використовується для ідентифікації історій у разі їх перейменування.

2. Назва (Name) – стислий опис історії. Він повинен бути однозначним, щоб і розробники і product owner могли зрозуміти, про що йдеться і відрізнити одну історію від іншої.

3. Важливість (Importance) – ступінь важливості даної історії на погляд product owner 'а. Зазвичай являє собою натуральне число, іноді для цієї цілі використовуються числа Фібоначчі. Чим більше значення, тим більше пріоритет.

4. Попередня оцінка (initial estimate) – початкова оцінка об'єму робіт, необхідного для реалізації історії порівняно з іншими історіями. Вимірюється у story point'ах. Приблизно відповідає числу «ідеальних людино–днів».

5. Як продемонструвати (how to demo) – стисле пояснення того, як завершена задача буде продемонстрована у кінці спринта. Дане поле може являти собою код автоматизованого приймального тесту.

Додаткові поля. Іноді, також, використовуються додаткові поля у product backlog, в основному для того, щоб допомогти product owner'у визначитися з його пріоритетами.

Категорія (track). Наприклад, «панель управління» чи «оптимізація». За допомогою цього поля product owner може легко вибрати усі пункти категорії «оптимізація» і задати їм низький пріоритет.

Компоненти (components) – указує, які компоненти (наприклад, база даних, сервер, клієнт) будуть зачеплені при реалізації історії.

Дане поле складається з групи checkbox'ів, які відмічаються, якщо відповідні компоненти потребують змін.

Ініціатор запиту (requestor). Product owner може захотіти зберігати інформацію про усіх замовників, зацікавлених у даній задачі. Це потрібно для того, щоб тримати їх у курсі діла про хід виконання робіт.

ID у системі обліку помилок (bug tracking ID) – якщо ви використовуєте окрему систему обліку помилок, тоді у описі історії корисно зберігати посилання на всі дефекти, які до неї відносяться.

Sprint backlog – містить функціональність, обрану Product Owner із Product Backlog. Всі функції розбиті по задачах, кожна з яких оцінюється командою. Кожен день команда оцінює об'єм роботи, який необхідно провести для завершення задачі.

Burndown chart – показує, скільки вже виконано і скільки ще залишається зробити.

Планування спринта (Sprint Planning Meeting)

Проходить на початку нової ітерації Спринта:

- Із Product Backlog обираються задачі, зобов'язання по виконанню яких за спринт приймає на себе команда;
- На основі обраних задач створюється Sprint Backlog. Кожна задача оцінюється у ідеальних людино-годинах;
- Рішення задачі не повинно займати більше 12 годин або одного дня. При необхідності задача розбивається на підзадачі;
- Обговорюється та визначається, яким чином буде реалізовано цей об'єм робіт;
- Тривалість наради обмежена зверху 4–8 годинами в залежності від тривалості ітерації, досвіду команди тощо;
- (перша частина наради) Беруть участь Product Owner + Команда: обирають задачі із Product Backlog;
- (друга частина наради) Бере участь лише команда: обговорюють технічні деталі реалізації, наповнюють Sprint Backlog.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Щоденна нарада (Daily Scrum Meeting)

Відбувається кожен день протягом спринта. Є «пульсом» ходу спринта.

Нараді властиві наступні обмеження:

- починається точно вчасно;
- всі можуть спостерігати, але говорять тільки обрані;
- триває не більш ніж 15 хвилин;
- проводиться в одному і тому ж місці протягом одного спринта.

Протягом наради кожен член команди відповідає на 3 запитання:

- Що зроблено з моменту попередньої щоденної наради?
- Що буде зроблено з моменту поточної наради до наступної?
- Які проблеми заважають досягненню цілей спринта? (Над рішенням цих проблем працює ScrumMaster. Зазвичай це рішення проходить за рамками щоденної наради і у складі осіб, що безпосередньо займаються даною перешкодою.)

Демонстрація (Sprint Review Meeting):

- Проходить у кінці ітерації (спринта).
- Команда демонструє внесок функціональності до продукту всім зацікавленим особам.
- Залучається максимальна кількість глядачів.
- Усі члени команди беруть участь у демонстрації (одна людина на демонстрацію або кожен показує, що зробив за спринт).
- Обмежена 4-ма годинами в залежності від тривалості ітерації і змін у продукті.

Ретроспектива (Sprint Retrospective):

- Члени команди висловлюють свою думку про минулий спринт.
- Відповідають на два основних запитання: Що було зроблено добре у минулому спринті? Що потрібно покращити в наступному?.
- Виконують покращення процесу розробки (вирішують питання та фіксують вдалі рішення).

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

– Обмежена 1–3ма годинами.

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

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

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

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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

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

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

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

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

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

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

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

Firebird (також Firebird SQL) – компактна, крос-платформова, вільна реляційна система керування базами даних, що реалізує більшість функцій

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

стандарту SQL 2003. Вона може запускатись на більшості UNIX-подібних систем (в тому числі Linux та FreeBSD) та Windows.

Основні можливості

Відповідність вимогам ACID: Firebird спеціально спроектовано таким чином, щоб задовільняти вимоги «атомарності, несуперечності, ізоляції та довговічності» транзакцій «Atomicity, Consistency, Isolation and Durability».

Версійна архітектура: основна особливість Firebird – версійна архітектура, що дозволяє серверу обробляти різні версії одного запису в будь-який час таким чином, що кожна транзакція бачить свою версію даних, не заважаючи сусіднім. Таким чином, транзакції, що читають, не блокують транзакції, що пишуть і навпаки. Окрім того, це дає можливість відмовитись від логу транзакцій і таким чином зменшити ймовірність пошкодження службової інформації бази даних.

Збережені процедури: за допомогою мови PSQL (процедурна SQL) можна створювати складні збережені процедури для обробки даних на боці сервера. Таким чином можна виносити на сторону сервера значну частину бізнес-логіки програмного пакету чи формувати дані для звітів.

Події: збережені процедури та тригери можуть генерувати події, на які, в свою чергу, може підписатися клієнтська програма і відповідним чином їх обробляти.

Генератори: дають можливість просто реалізовувати автоінкрементні поля; оскільки вони працюють незалежно від транзакцій, то можуть використовуватись для генерації первинних ключів чи керування тривалими запитами в інших транзакціях.

Бази даних в режимі «лише читання»: спрощують поширення даних наприклад на компакт-дисках, особливо в поєднанні з вбудованою (embedded) версією сервера.

Повний контроль над транзакціями: одна клієнтська програма може одночасно виконувати декілька транзакцій, включно з різними рівнями ізоляції. Окрім того, доступні протокол двофазного підтвердження транзакцій (що

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

забезпечує гарантовану стійкість при роботі з кількома БД), оптимістичне блокування даних (блокується не вся сторінка даних, а лише змінені записи), точки збереження транзакцій та автономні транзакції (починаючи з версії 2.5).

Резервне копіювання на лету: завдяки в тому числі і версійній архітектурі немає потреби зупиняти сервер для резервування бази даних. Процес резервного копіювання зберігає стан бази даних на момент початку резервування, не шкодячи роботі інших клієнтів. Додатково існує можливість інкрементного резервування бази даних (починаючи з версії 2.0).

Тригери: для будь-якої таблиці можна назначити декілька тригерів, що спрацюють до чи після додавання, оновлення чи вилучення даних. У тригерах використовується мова PSQL, що дозволяє задавати початкові значення даних, перевіряти їх цілісність, збуджувати події та ін. Починаючи з версії 1.5 у Firebird з'явилися універсальні тригери, що дозволяють обробляти вставку, оновлення та вилучення даних в одному місці.

Зовнішні функції: можна реалізувати за допомогою будь-якої мови програмування та у вигляді бібліотек користувацьких функцій (англ. UDF – User Defined Function) під'єднаних до сервера.

Набори символів: Firebird підтримує багато міжнародних наборів символів з багатьма варіантами сортування, зокрема типовий для українських користувачів Windows набір символів Win1251 підтримує три варіанти сортування, в тому числі win1251_ua, що дозволяє коректно сортувати отримані з бази дані з українськими символами на боці сервера. Окрім того, Firebird повністю підтримує Unicode, що дає можливість працювати з будь-якими наборами символів.

Firebird повністю підтримує стандарт SQL-92 та реалізує більшу частину стандартів SQL-99 і SQL-2003. Сюди входять вирази DML/DDI, об'єднання запитів, вирази UNION, DISTINCT, підзапити (IN, EXISTS), агрегатні функції (AVG, SUM, MIN, MAX, LIST (починаючи з версії 2.1)), вбудовані функції (ABS, CEIL, REPLACE, GEN_UUID тощо), обмеження цілісності (PRIMARY KEY, UNIQUE, FOREIGN KEY), та всі загальні типи даних SQL.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Програмне забезпечення системи мережових відео комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі забезпечує організацію відеозв'язку між користувачами, робочими станціями, серверними вузлами та віддаленими підрозділами. Система керує реєстрацією учасників, перевіряє доступність мережових вузлів, створює відеосесанси, контролює якість передавання відеопотоку та зберігає журнал подій.

Основна ідея системи полягає в тому, що користувач не налаштовує відеоз'єднання вручну. Програмний модуль автоматично визначає доступний вузол, перевіряє мережові параметри, обирає профіль якості відео та створює сеанс зв'язку. Це підвищує стабільність відеокommunікацій у розподіленій інфраструктурі.

Розглянемо реалізовані функції в вихідному коді.

```
import sqlite3
import uuid
from dataclasses import dataclass
from datetime import datetime
from pathlib import Path

DB_PATH = Path("video_communication_system.db")
@dataclass
class NetworkNode:
    node_id: str
    name: str
    ip_address: str
    location: str
    is_active: bool
@dataclass
class VideoSession:
    session_id: str
    caller: str
    receiver: str
    node_id: str
    quality_profile: str
    status: str
    created_at: str
class VideoCommunicationSystem:
    def __init__(self, db_path=DB_PATH):
```

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

```

self.db_path = db_path
self.connection = sqlite3.connect(self.db_path)
self.create_tables()

def create_tables(self):
#Створює таблиці для користувачів, мережевих вузлів, відеосеансів та журналу подій
    cursor = self.connection.cursor()
    cursor.execute("""
        CREATE TABLE IF NOT EXISTS users (
            username TEXT PRIMARY KEY,
            full_name TEXT NOT NULL,
            department TEXT NOT NULL
        )
    """)
    cursor.execute("""
        CREATE TABLE IF NOT EXISTS nodes (
            node_id TEXT PRIMARY KEY,
            name TEXT NOT NULL,
            ip_address TEXT NOT NULL,
            location TEXT NOT NULL,
            is_active INTEGER NOT NULL
        )
    """)
    cursor.execute("""
        CREATE TABLE IF NOT EXISTS sessions (
            session_id TEXT PRIMARY KEY,
            caller TEXT NOT NULL,
            receiver TEXT NOT NULL,
            node_id TEXT NOT NULL,
            quality_profile TEXT NOT NULL,
            status TEXT NOT NULL,
            created_at TEXT NOT NULL
        )
    """)
    cursor.execute("""
        CREATE TABLE IF NOT EXISTS logs (
            id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
            event_time TEXT NOT NULL,
            event_type TEXT NOT NULL,
            description TEXT NOT NULL
        )
    """)
    self.connection.commit()

```

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

```

def add_user(self, username, full_name, department):
#Додає користувача, який бере участь у відеоконференціях
    cursor = self.connection.cursor()
    cursor.execute("""
        INSERT OR REPLACE INTO users (username, full_name, department)
        VALUES (?, ?, ?)
        """, (username, full_name, department))
    self.connection.commit()
    self.write_log("USER", f"Додано або оновлено користувача {username}")
    def add_node(self, name, ip_address, location):
#Реєструє мережевий вузол розподіленої інфраструктури
        node_id = str(uuid.uuid4())
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("""
            INSERT INTO nodes (node_id, name, ip_address, location, is_active)
            VALUES (?, ?, ?, ?, ?)
            """, (node_id, name, ip_address, location, 1))
        self.connection.commit()
        self.write_log("NODE", f"Додано мережевий вузол {name}")
        return node_id
    def check_user_exists(self, username):
#Перевіряє наявність користувача у системі
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("SELECT username FROM users WHERE username = ?",
            (username,))
        return cursor.fetchone() is not None
    def get_active_node(self):
#Повертає перший доступний активний вузол для створення відеосесансу
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("""
            SELECT node_id, name, ip_address, location, is_active
            FROM nodes
            WHERE is_active = 1
            LIMIT 1
            """)
        row = cursor.fetchone()
        if row is None:
            return None
        return NetworkNode(
            node_id=row[0],
            name=row[1],
            ip_address=row[2],

```

```

        location=row[3],
        is_active=bool(row[4])
    )

    def estimate_channel_quality(self, latency_ms, packet_loss_percent,
bandwidth_mbps):

#Оцінює якість мережевого каналу за затримкою, втратами пакетів та пропускнуою
здатністю

        if latency_ms <= 40 and packet_loss_percent <= 1 and bandwidth_mbps >= 25:
            return "4K"
        if latency_ms <= 80 and packet_loss_percent <= 3 and bandwidth_mbps >= 10:
            return "Full HD"
        if latency_ms <= 150 and packet_loss_percent <= 5 and bandwidth_mbps >= 4:
            return "HD"
        return "Low"

    def create_video_session(self, caller, receiver, latency_ms,
packet_loss_percent, bandwidth_mbps):

#Створює відеосесанс між двома користувачами з автоматичним вибором якості відео
        if not self.check_user_exists(caller):
            raise ValueError("Ініціатор відеосесансу не зареєстрований")
        if not self.check_user_exists(receiver):
            raise ValueError("Отримувач відеосесансу не зареєстрований")
        node = self.get_active_node()
        if node is None:
            raise RuntimeError("Немає доступного мережевого вузла")
        quality_profile = self.estimate_channel_quality(
            latency_ms,
            packet_loss_percent,
            bandwidth_mbps
        )
        session_id = str(uuid.uuid4())
        created_at = datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("""
            INSERT INTO sessions (
                session_id,
                caller,
                receiver,
                node_id,
                quality_profile,
                status,

```

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

```

        created_at
    )
    VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)
"""
    (
        session_id,
        caller,
        receiver,
        node.node_id,
        quality_profile,
        "ACTIVE",
        created_at
    ))
    self.connection.commit()
    self.write_log(
        "SESSION",
        f"Створено відеосеанс {session_id} між {caller} та {receiver} з якістю {quality_profile}"
    )
    return VideoSession(
        session_id=session_id,
        caller=caller,
        receiver=receiver,
        node_id=node.node_id,
        quality_profile=quality_profile,
        status="ACTIVE",
        created_at=created_at
    )

    def close_video_session(self, session_id):
#Завершує активний відеосеанс
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("""
            UPDATE sessions
            SET status = ?
            WHERE session_id = ?
        """, ("CLOSED", session_id))
        self.connection.commit()
        self.write_log("SESSION", f"Завершено відеосеанс {session_id}")

    def get_active_sessions(self):
#Формує список поточних активних відеосеансів
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("""

```

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

```

        SELECT session_id, caller, receiver, node_id, quality_profile, status,
created_at

        FROM sessions
        WHERE status = 'ACTIVE'
    """
    sessions = []
    for row in cursor.fetchall():
        sessions.append(VideoSession(
            session_id=row[0],
            caller=row[1],
            receiver=row[2],
            node_id=row[3],
            quality_profile=row[4],
            status=row[5],
            created_at=row[6]
        ))
    return sessions

    def write_log(self, event_type, description):
        #Записує події системи до журналу
        cursor = self.connection.cursor()
        cursor.execute("""
            INSERT INTO logs (event_time, event_type, description)
            VALUES (?, ?, ?)
            """, (
                datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"),
                event_type,
                description
            ))
        self.connection.commit()

    def close(self):
        #Закриває підключення до бази даних
        self.connection.close()

    def main():
        #Демонструє роботу основних функцій системи
        system = VideoCommunicationSystem()
        system.add_user("operator_1", "Оператор відеозв'язку", "Диспетчерський
центр")

        system.add_user("engineer_1", "Інженер мережі", "Технічний відділ")
        system.add_node(
            name="Video Gateway 1",
            ip_address="192.168.10.20",

```

```

        location="Центральний серверний вузол"
    )
    session = system.create_video_session(
        caller="operator_1",
        receiver="engineer_1",
        latency_ms=35,
        packet_loss_percent=0.5,
        bandwidth_mbps=30
    )
    print("Створено відеосеанс")
    print(session)
    print("Активні відеосеанси")
    for active_session in system.get_active_sessions():
        print(active_session)
    system.close_video_session(session.session_id)
    system.close()
if __name__ == "__main__":
    main()

```

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Захист розробленого програмного забезпечення буде відбуватися за допомогою Sinople – симетричний блоковий криптоалгоритм, побудований на основі незбалансованої «мережі Фейстеля». Алгоритм розроблено у 2003 році.

Основні вимоги до алгоритму при його розробці:

- Можливість програмної і апаратної реалізації.
- Висока швидкість.
- Простота.
- Низькі вимоги до пам'яті.
- Високий рівень безпеки.

Алгоритм заснований на 32-розрядних операціях і має 64 раунду, серед яких два типи – С і D. D раунди спроектовані для досягнення максимальної дифузії, С раунди – для досягнення перемішування. F-функція D раунду використовує один з елементів блоку даних (D[3]) та поточного з'єднання (K[r]) для трансформації 3-х елементів блоку даних. F-функція С раунду, навпаки,

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

використовує перші три елемента блоку даних і поточний з'єднання ($K[r]$) для трансформації останнього елемента блоку даних ($D[3]$). Раунди D-типу виконуються до раундів C-типу. Додавання ключів з даними проводиться тільки через таблиці замін. Операції XOR (додавання за модулем 2) обов'язково поєднуються з операціями ADD (додавання за модулем 2^{32}).

Таблиці замін спочатку запозичені з алгоритму MARS і містять 512 32-розрядних елементів, проте були жорстко проаналізовані на предмет посилення.

Ключове розклад було спроектовано з урахуванням вимог:

- Простота
- Використовується та ж процедура, що і при шифруванні та розшифрування
- Установка ключа займає менше часу, ніж зашифрування
- Виключення еквівалентних ключів
- Виключення слабких ключів

Алгоритм, згідно із заявою авторів, стійкий до лінійного і диференціального аналізу.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблене у бакалаврської дипломної роботі система мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи: Функціональних кнопок ПЗ; Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші; Верхнього меню; Розділу обрання групи; Розділу виведення результату роботи системи.

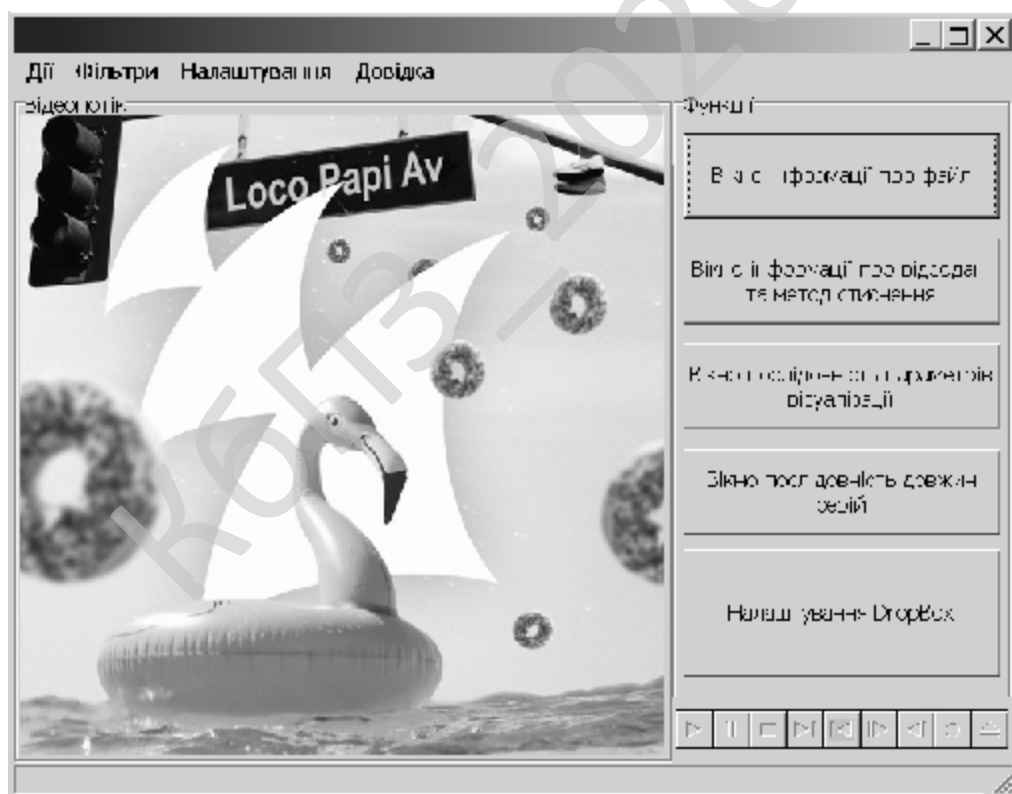


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним

середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий. Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

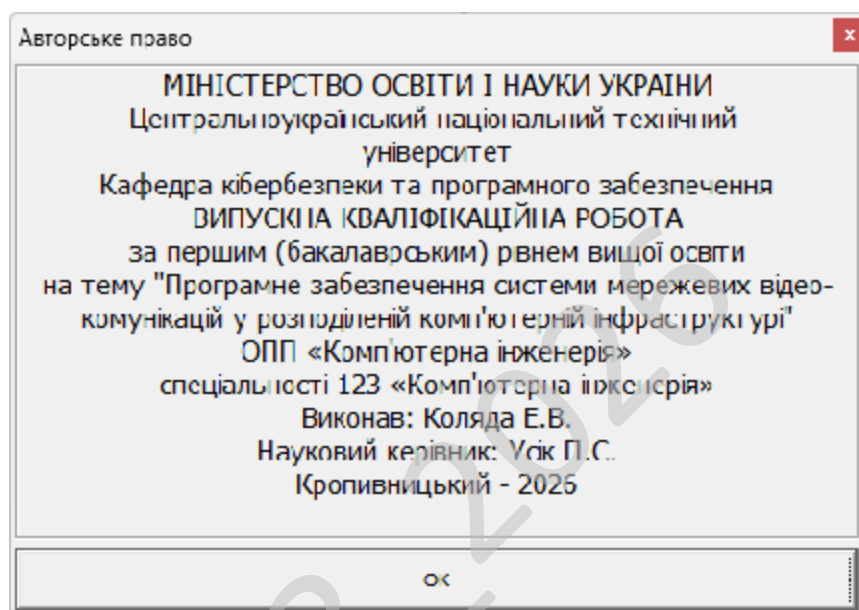


Рисунок 5.2 – Авторське право

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

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

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.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути невеликий, але це надає процесу побудови рішення вагу в організації за рахунок збільшення його необхідності.

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

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

Проводилась оцінка:

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

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

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

Проводилось тестування форматом білої скриньки засноване на аналізі керуючої структури програми. Програма вважається повністю перевіреною, якщо проведено вичерпне тестування маршрутів (шляхів) її графа управління.

У цьому випадку формуються тестові варіанти, в яких:

- Гарантується перевірка всіх незалежних маршрутів програми.
- Знаходяться гілки True, False для всіх логічних рішень.
- Виконуються всі цикли (у межах їхніх кордонів та діапазонів).
- Аналізується правильність внутрішніх структур даних.

Недоліки тестування "білої скриньки":

- Кількість незалежних маршрутів може бути дуже велика.

– Повне тестування маршрутів не гарантує відповідності програми вихідним вимогам до неї.

– У програмі можуть бути пропущені деякі маршрути.

– Не можна виявити помилки, поява яких залежить від даних.

Переваги тестування "білої скриньки" пов'язані з тим, що принцип «білої скриньки» дозволяє врахувати особливості програмних помилок:

– Кількість помилок мінімально в «центрі» і максимально на «периферії» програми.

– Попередні припущення про ймовірність потоку керування або даних у програмі часто бувають некоректними. У результаті типовим може стати маршрут, модель обчислень за яким опрацьована слабо.

– При записі алгоритму програмного забезпечення у вигляді тексту на мові програмування можливе внесення типових помилок трансляції (синтаксичних та семантичних).

– Деякі результати в програмі залежать не від вихідних даних, а від внутрішніх станів програми.

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 проектів.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

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.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.
- Досліджена система мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі.

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

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

системи мережевих відео-комунікацій у розподіленій комп'ютерній інфраструктурі. 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 Sinople.

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-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

11. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №4(24), С. 6-27.

12. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». *Підводні технології*, 2024, № 13, с. 28-35.

13. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

14. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

15. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.

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

17. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,

18. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

19. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
20. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
21. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
23. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
24. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
25. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
26. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable

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

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

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

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

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

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

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

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

34. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
35. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
36. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
37. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
38. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
39. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
40. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

КБПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0014.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80