

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 передачі та розподілу
сигналів з розв’язною здатністю 4K за рахунок використання
перемикачів KVM”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-22-1
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Бардаков Д.Є.
« ____ » _____ 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

Бардакову Даниїлу Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Програмне забезпечення системи передачі та розподілу
сигналів з розв'язною здатністю 4K за рахунок
використання перемикачів KVM

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 передачі та розподілу сигналів з розв'язною
здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM

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

Бардаков Д.Є.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бардаков Д.Є. Програмне забезпечення системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM. 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 передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

Метою розробки є програмне забезпечення системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

Результат роботи – програмна реалізація системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

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, передача та розподіл сигналів, 4К, KVM

ABSTRACT

Bardakov D.E. Software for the transmission and distribution of signals with a resolution of 4K using KVM switches. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for the transmission and distribution of signals with a resolution of 4K using KVM switches.

The purpose of the development is the software for the transmission and distribution of signals with a resolution of 4K using KVM switches.

The result of the work is the software implementation of the transmission and distribution of signals with a resolution of 4K using KVM switches.

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 user-friendly interface has been developed. Instructions for working with software tools are provided.

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

The program is developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, signal transmission and distribution, 4K, KVM

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.....	6
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	8
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	8
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	21
2.3 Розгорнута постановка завдання	26
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	28
3.1 Опис функціонування системи	28
3.2 Розробка структурної схеми.....	34
3.3 Розробка функціональної схеми	50
3.4 Розробка діаграми процесів.....	61
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	63
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	63
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	71
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	76
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Бардаков Д.Є.					Б	1	90
Перев.	Усік П.С.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-І		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ВКС	—	відеоконференцзв'язок
ПЗ	—	програмне забезпечення
CMP	—	Codian Management Platform
DNS	—	Domain Name System
GMS	—	Global Management System
GRE	—	Generic Routing Encapsulation
ISDN	—	Integrated Services Digital Network
MCU	—	Multipoint Control Unit
MPLS	—	Multiprotocol Label Switching
MXM	—	Media eXchange Manager
SSL	—	Secure Socket Layer
TLS	—	Transport Layer Security
TMS	—	Tandberg Management Suite
VPN	—	Virtual Private Network
USENET		User Network

ВСТУП

Актуальність теми. Незважаючи на скорочення серверного ринку, перемикачі клавіатури, відео й миші продовжують користуватися стабільним попитом завдяки розширенню їхньої області застосування за межі традиційних серверних. З появою нових форматів відео перед виробниками KVM-устаткування встало нове завдання – забезпечити ефективну передачу й розподіл сигналів з розв’язною здатністю 4K

Згідно Reports’n’Reports, в 2025 році обсяг світового ринку KVM склав 663 млн доларів і продовжує рости, щоправда, невисокими темпами – близько 2% у рік. Близьку оцінку (650 млн доларів) і приблизно той же прогноз росту дає Technavio, що серед безлічі факторів і тенденцій виділяє наступні: збільшення попиту на KVM з боку малих і середніх компаній, усе більше широке застосування KVM з підключенням по оптичному кабелю й використання інтелектуальних KVM у промислових додатках.

Одним з найцікавіших – і великих – сегментів є ринок IP KVM. По даним GlobalInfoResearch, його обсяг склав 323 млн доларів в 2025 році, тобто біля половини всього ринку перемикачів, а росте він помітно швидше – більш ніж на 10%. Як і на ринку KVM у цілому, перелік виробників обмежений двома десятками компаній: Aten, Avocent (у складі Emerson), Raritan (Legrand), APC, Black Box, Guntermann & Drunck, Tripp Lite і деякі інші. При цьому на трійку лідерів доводиться понад половину обороту – 57%.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи передачі та розподілу сигналів з розв’язною здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM.

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

- Огляд існуючих систем передачі та розподілу сигналів з розв’язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.
- Дослідження системи передачі та розподілу сигналів з розв’язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.
- Програмна реалізація системи передачі та розподілу сигналів з розв’язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі передачі та розподілу сигналів з розв’язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи передачі та розподілу сигналів з розв’язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Сучасні бізнес-комунікації усе більше переходять від особистих зустрічей до віддалених способів взаємодії, і ця тенденція стосується всіх галузей економіки. Сучасні технічні рішення дозволяють забезпечувати якісний зв'язок (звук і відеосигнал) і обмін даними між досить більшою кількістю абонентів. Прикладом таких рішень є системи відеоконференцзв'язку (ВКЗ).

Головними бізнес-перевагами ВКЗ ще на зорі її становлення були й дотепер залишаються підвищення керованості філій і дочірніх компаній, оптимізація бізнес-процесів і процедур прийняття рішень, поліпшення внутрикorporативних комунікацій і економія на відрядних витратах.

ВКЗ з'явилася на перетинанні ТБ-технологій і передачі даних в 60-х роках ХХ століття. Перший відеофон («picturephone») був представлений в 1964 році компанією AT&T. До кінця 1970-х років з'явилися перші відносно повноцінні системи ВКЗ (компанія Ericsson представила перший відеотелефон), які на досить високому для того часу рівні передавали аудіовізуальну інформацію.

В 1976 році була представлена технологія Network Voice Protocol (NVP) для пакетної передачі даних, що являє ранній приклад технології передачі голосу по інтернет-протоколу (VoIP). На цьому етапі основною технологією відеоконференцій була передача голосу й зображення по аналоговій телефонній мережі, що комутирується, загального користування (PSTN). У той час рішення ВКЗ були дорогими й громіздкими, що обмежувало їхнє комерційне використання.

В 1981 році був представлений відеопрокол (PVP), а в 1991 році – перше рішення для відеоконференцій на базі ПК від IBM. В 1990 р. був схвалений перший міжнародний стандарт в області ВКЗ – H.320 для підтримки

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

відеоконференцій по ISDN (Integrated Services Digital Network). У цей період основною технологією відеоконференцій був стиск зображення, що допомагало поліпшити якість і швидкість передачі зображення за допомогою широкополосного доступу. Коли був випущений оновлений CU-SeeMe (клієнт інтернет-відеоконференцій), що був сумісний з Windows, ВКЗ стала доступна будь-якому користувачеві ПК.

Новий виток розвитку ВКЗ одержала на початку 2000-х років. Відеоконференції розділилися на два основних напрямки продуктів – «залізо» і софт. Тоді ж компанія Samsung випустила перший стільниковий відеотелефон, а Skype і iChat представили напрямок софта. В 2005 році компанія Lifesize представила перше рішення для відеоконференцій у якості HD.

На початку становлення корпоративного ринку ВКЗ сеанси між терміналами ВКЗ здійснювалися по лініях ISDN. Надалі все більше поширення одержали відеоконференції, що використовують IP-мережі (стандарт H.323). Подальший розвиток технологій привело до лавинообразного росту як технічних рішень, так і пропонованого виробниками устаткування. А впровадження стандартів зв'язку 3G і 4G відкрило величезні можливості для розвитку мобільних рішень і хмарних продуктів ВКЗ.

1.2 Область застосування

Технології ВКЗ

Системи ВКЗ традиційно діляться на апаратні, програмні й хмарні. Апаратні рішення – «старожили» серед систем ВКЗ. До їхніх обов'язкових компонентів відносять кодек, засобу відображення й відтворення звуку, MCU-сервер (Multipoint Control Unit – пристрій для реалізації багатоточечної відеоконференції, де беруть участь кілька абонентів). До достоїнств цих рішень можна віднести використання спеціального приміщення для сеансів ВКЗ, висока якість передачі відеосигналу й звуку, у т.ч. при малій пропускну здатності

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

каналу, надійність і захищеність даних, сумісність із устаткуванням інших вендорів і т.д. Недоліки апаратних рішень складаються в їх високої затратності, а при модернізації системи ВКЗ потрібно купувати нове обладнання.

Програмні рішення припускають наявність серверного й клієнтського ПЗ, що встановлено на відповідне устаткування аж до смартфонів. Ці рішення відрізняються порівняно невисокою вартістю в порівнянні з апаратними, простотою й невисокими вимогами до каналів зв'язку, високим ступенем інтеграції з іншими продуктами, низькими вимогами до підготовки технічного персоналу й відсутністю необхідності закуповувати нове обладнання. Втім, у цьому випадку можна програти в якості «картинки» і відсутності можливості підключення до одного клієнта відразу декількох камер.

Найбільш популярними зараз є хмарні рішення (Skype і т.п.), які істотно здешевляють всю процедуру ВКЗ, тому що сервер з ПЗ перебуває в провайдеру хмарного рішення, і спрощують процедури установки й налаштування. Є в цих рішень і недоліки – не завжди висока якість відеокартинки, непереконливий рівень безпеки й висока залежність від зовнішніх каналів зв'язку й серверів.

У цілому, на зміну дорогим апаратним рішенням приходять недорогі альтернативи у вигляді хмарних сервісів або клієнтське ПЗ, встановлене на ПК або ноутбучі.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

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

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 2025-2026 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 відеоконференцій в 2017 році оцінили в ті ж \$5 млрд, а середньорічні темпи росту в 2017-2025 роках спрогнозували на рівні 8,6%. Збільшення кількості впроваджень ВКЗ у медицині й утворенні підсилило в усьому світі попит на корпоративні відеоконференції.

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 2017 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-2017» 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.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

За оцінками 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 2017 роком.

У своєму дослідженні компанія Frost & Sullivan виділяє такі тенденції розвитку світового ринку відеоконференцій:

1. Уніфіковані рішення. Користувачі очікують, що виробники будуть пропонувати комплексні рішення для відеоконференцій 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.

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

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

4. Технологія штучного інтелекту (AI). За допомогою більших даних і Internet-to-Things (IoT) технологія AI може бути використана й у ВКЗ. Наприклад, за допомогою інтернету й пристрою IoT можна автоматично оновляти й синхронізувати нові функції для поліпшення якості зв'язку.

Короткий огляд продуктів

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 відеоконференцзв'язку – компанії

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Tandberg. Відтоді компанія тільки зміцнила свої позиції – за оцінками 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.

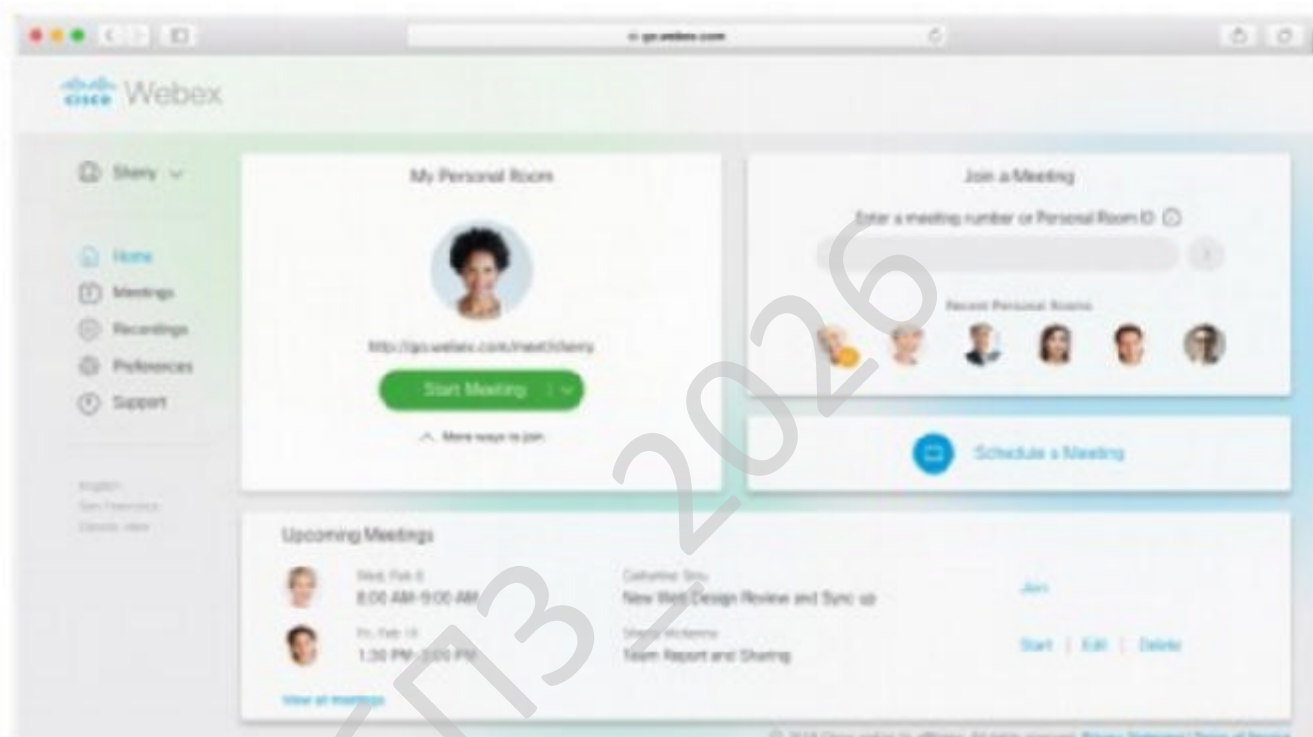


Рисунок 2.1 – Діалогове вікно сервісу Cisco Webex

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, клавіатури 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.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

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.

Microsoft (Skype for Business)

Microsoft є одним з беззастережних лідерів ринку ВКЗ, що підтверджується оцінками Gartner і IDC за станом на 2025 рік. Історія Microsoft на ринку ВКЗ почалася не в 2011 році, після придбання за \$8,5 млрд сервісу Skype. До цього часу компанія розвивала Microsoft Lync (а до нього – Microsoft Communicator), але у квітні 2025 року компанія випустила нову версію Lync, перейменувавши його в Skype for Business з інтерфейсом Skype. Втім, незабаром Microsoft може закрити й Skype for Business на користь Microsoft Teams (складова частина Office 365).

Microsoft Teams – корпоративна платформа, представлена наприкінці 2025 року й об'єднуюча в робочому просторі чат, зустрічі, замітки й вкладення, голосові й відео^дзвінки. Платформа розроблена як конкурент корпоративного рішення Slack. Працює під iOS, Android і Windows 10 Mobile, а також на комп'ютерах під керуванням Windows і macOS.

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,

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

доступність на всіх популярних десктопних і мобільних платформах (плюс можливість заходити у відеозустрічі через браузер, без установки програмного клієнта), запис розмов, «розшарювання» робітника стола й спільна робота на віртуальній дошці. Втім, немає можливості брендувати відеоконференції.

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).

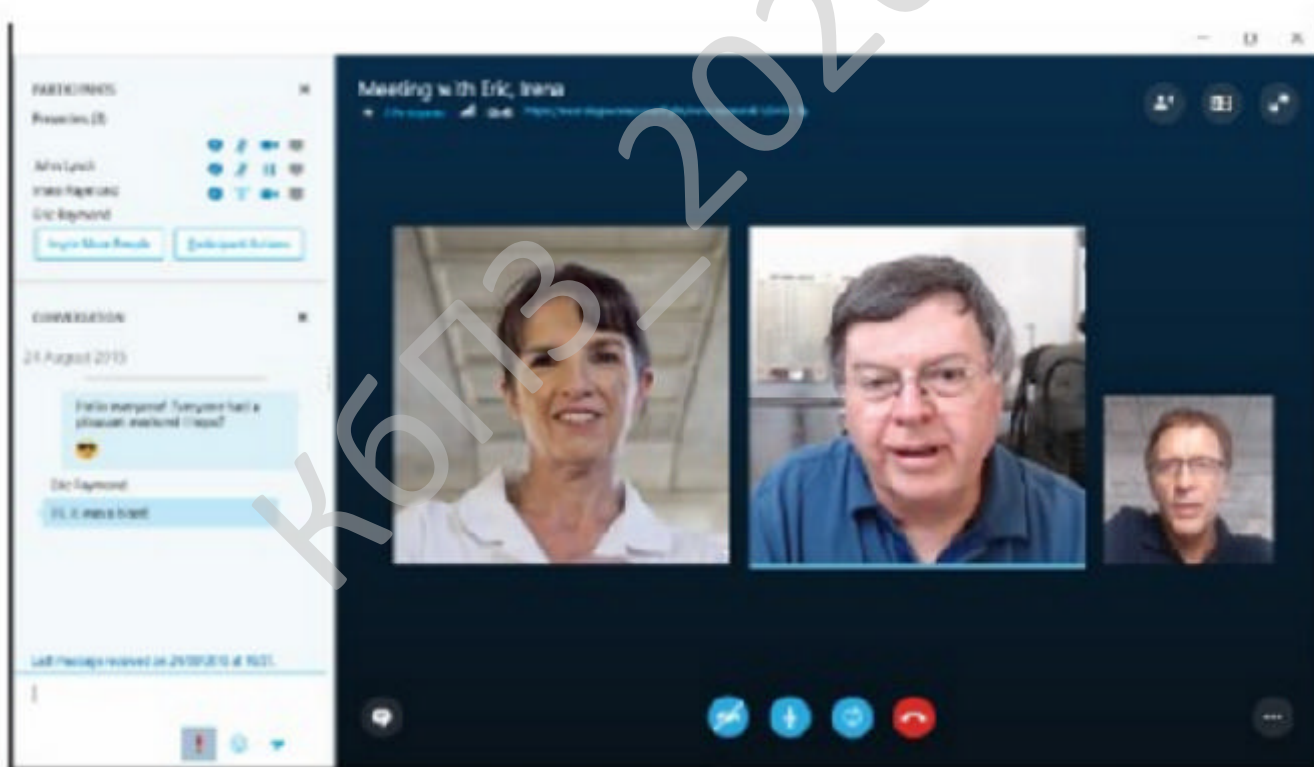


Рисунок 2.2 – Діалогове вікно сервісу Skype for Business

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Zoom (Zoom Meetings)

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

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

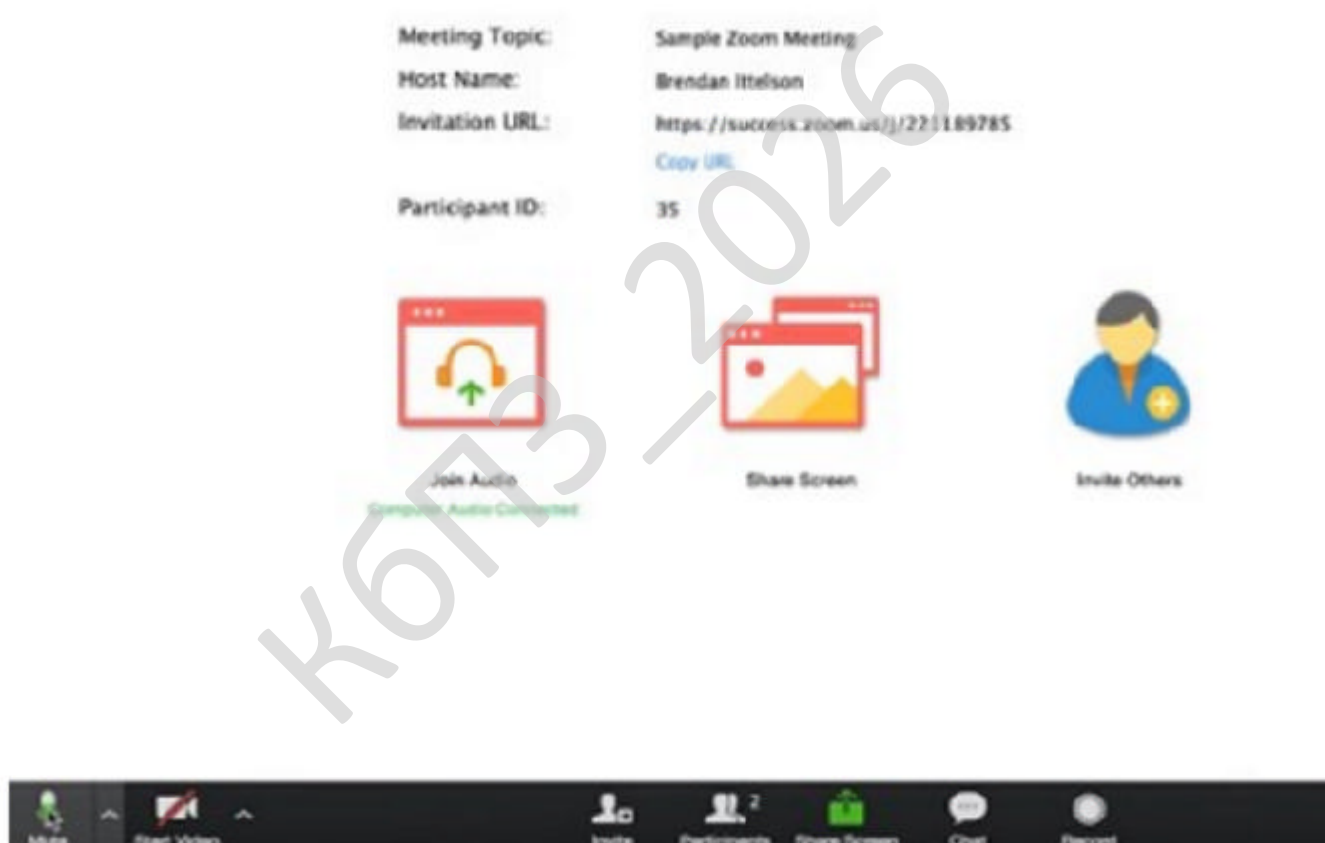


Рисунок 2.3 – Діалогове вікно сервісу Zoom Meeting

Відеоконференції 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-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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

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.

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, «розшарювання» контролю над клавіатурою й мишкою й контролю над екраном, а також можливість брендувати онлайн-збори.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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.

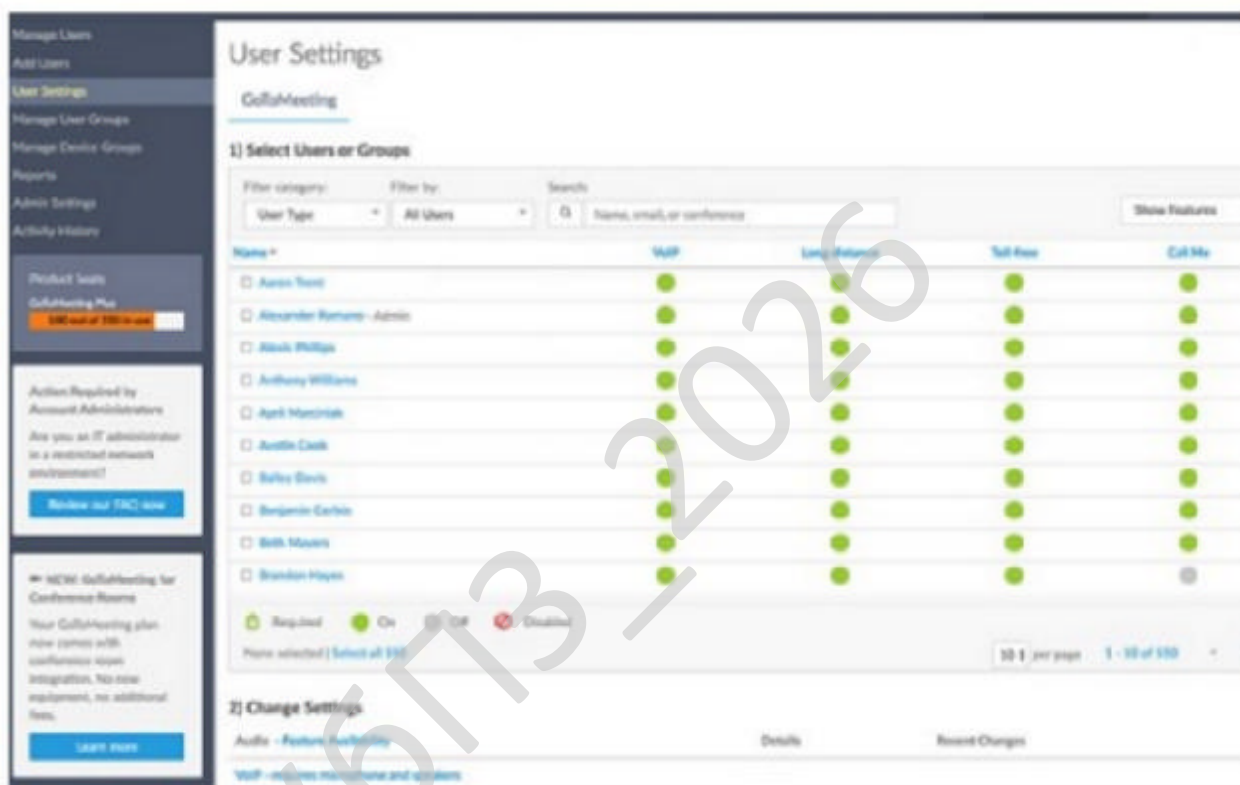


Рисунок 2.3 – Адміністративна панель сервісу GoToMeeting

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, «розшарювання» 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 номеру 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 відеоконференції й проводити спільну роботу на віртуальній дошці.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

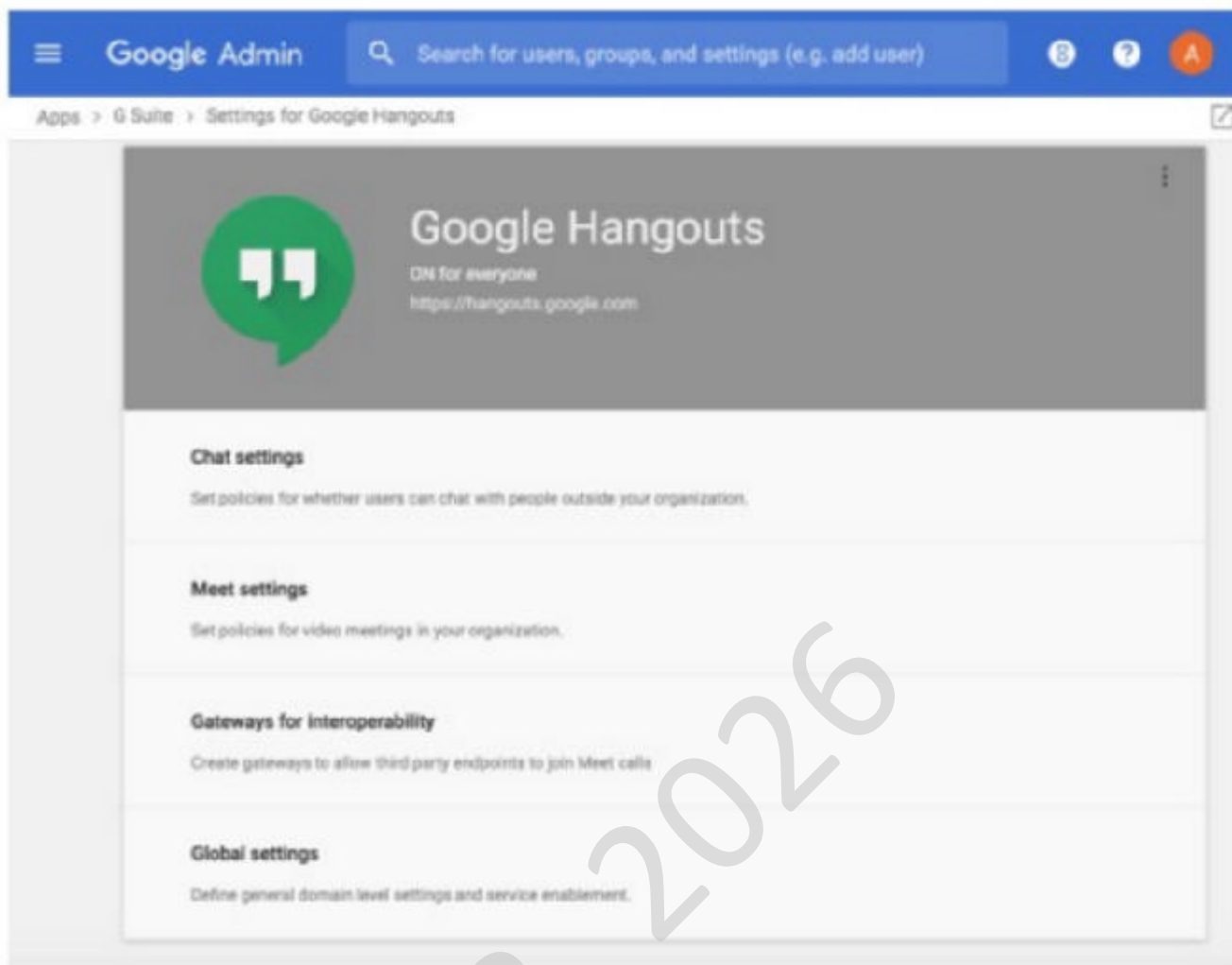


Рисунок 2.5 – Панель налаштувань сервісу Hangouts Meet

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

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 однакового функціонала, що закономірно більше в платних версіях і урізаний у безкоштовні.

Інші системи відеоконференцій

TrueConf

Найбільший розроблювач корпоративних і індивідуальних продуктів і устаткування для відеоконференцзв'язку (ВКЗ) у Східній Європі. Рішення TrueConf дозволяють за 15 минут розгорнути захищену корпоративну систему об'єднаних комунікацій з підтримкою відеоконференцзв'язку UltraHD якості в масштабах організації будь-якого розміру

VideoMost

Програмний продукт для організації багатоточечних Full HD відео конференцій через браузер, клієнтський додаток або Android/iOS у корпоративній мережі або через Інтернет. Функціонал продукту включає мобільний месенджер, засобу спільної роботи з документами, проведення голосувань, Whiteboard і можливість простий і швидкої інтеграції з електронним щоденником і журналом. Дозволяє проводити повноцінне відео-інтерактивне дистанційне навчання.

iMind

Online сервіс для організації відеоконференцій. Висока якість відео, підключення необмеженої кількості учасників, легкий в освоєнні користувальницький інтерфейс, наявність широких функціональних можливостей для організації віртуальних зустрічей.

Cisco Telepresence

Комплексна програмно-апаратна система відеоконференцій. Забезпечує висока якість відеозв'язку. За рахунок інтеграції із хмарними сервісами (Cisco WebEx) підтримує різні варіанти участі – від систем телеприсутності до смартфонів.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

GoToMeeting

Онлайн сервіс для веб-конференцій. Дозволяє проводити необмежене число зустрічей за фіксовану місячну плату: розсилати запрошення, показувати презентацію й спільно працювати над документами й додатками, записувати й відтворювати хід зустрічі. Є убудована HD відеозв'язок на 6 чоловік. Інтеграція з MS Office.

Amazon Chime

Сервіс відеозв'язку, що забезпечує високу якість і рівень безпеки. Підтримує чат, трансляцію екрана, запис відеозустрічей, інтеграцію з поштою й Active Directory, мобільні додатки. Є безкоштовна версія.

Polycom

Відеоконференц-устаткування й рішення практично для будь-яких застосунків – персональні, для кабінетів, переговорних, залів. Відрізняються високою якістю звуку.

Vidyo

Рішення для відеоконференцій, відеодзвінків і спільної роботи з документами. У якості прикінцевого устаткування в системі Vidyo виступає персональний комп'ютер з веб-камерою й гарнітурою. Вся апаратна частина системи складається лише з одного мережного пристрою.

3CX WebMeeting

Система відеоконференцій і веб конференцій для невеликих компаній, заснована на відкритих стандартах. Працює на Windows Server

LifeSize

Відеоконференц-рішення для переговорних, рішення класу telepresence, системи багатоточечних відеоконференцій

Emblaze-Vcon

Повнофункціональні рішення для відеоконференцій. Відрізняється високою якістю відео. Дозволяє транслювати потокове відео в інтернет.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Sony PCS

Системи HD відеоконференцій, що відрізняють високоякісними веб-камерами. Системи відеоконференції Sony включають прикінцеві точки, убудовані сервери відеоконференції (багатоточечні блоки керування), програмне забезпечення керування системами Sony, мережні інтерфейси ISDN і інші аксесуари.

Fuze

Сервіс для HD відео конференцій, дозволяє організувати спільний перегляд відео, картинок і документів. Підтримує можливість участі в конференції з мобільного пристрою. Повністю безпечний. Не вимагає установки клієнта. Інтегровано з MS Outlook.

Proficonf

Сервіс групового відеозв'язку до 250 учасників без втрати якості. Дозволяє передавати файли, демонструвати відео, презентації, малювати на віртуальній дошці

Communication Services

Програмна система уніфікованих комунікацій. Від обміну миттєвими повідомленнями до трансляції внутрішнього радіо й масових аудіо/відео конференцій. Вебінари, презентації, конференції, можливість інтеграції з IP-телефонією й відеотерміналами, вихід на телефонні лінії...

Timvi

Віртуальний 3D-світ для бізнес-зустрічей, онлайн тренінгів і заходів. Крім 3D-простору з аватарами дозволяє використовувати звичайні інструменти: відеоконференції, чат, демонстрацію екрана, онлайн презентації.

OpenMCU

Безкоштовний сервер для організації багатоточечних відеоконференцій з відкритим вихідним кодом на основі H.323 і SIP протоколів. Працює на Linux, Windows, FreeBSD і, у теорії, на будь-яких інших платформах, підтриманих в H323plus.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

VideoGrace

Система відеоконференцій для локальної мережі. Можна використовувати як веб-сервіс. Дозволяє демонструвати робочий стіл і пересилати будь-які документи. Є безкоштовна версія на 8 користувачів.

MCU Media Server

Безкоштовний open-source MCU сервер. Дозволяє управляти відеоконференцією в сервері Asterisk. Підтримує WebRTC

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

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

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

Швидкість виконання коду Python

Один з можливих недоліків Python – швидкість виконання коду. Python не є компільованою мовою. Код на Python спочатку компілюється у внутрішній байт-код, який потім виконується інтерпретатором Python. У більшості випадків

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

при використанні Python виходять програми повільніші в порівнянні з такими мовами, як С.

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

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

Використання Python

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

Застосування мови програмування Python:

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

Версії Python

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

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

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

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Отримати

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

Декодувати

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

Виконати

Останній крок циклу – виконати операцію.

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

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

Незважаючи на те, що мова асемблера не вимагає двійкових інструкцій, як у випадку машинної мови, проте вона вимагає високих знань про процесор. Використовуючи мову асемблера, навіть для найпростішої програми, необхідно написати велику кількість інструкцій.

Мова програмування високого рівня дозволяє створювати складні програми, не знаючи, як працює процесор, і не записуючи великої кількості інструкцій низького рівня. Крім того, більшість мов програмування високого рівня використовують слова, які легко зрозуміти.

Python – одна із популярних сучасних мов програмування високого рівня. Python – інтерпретована мова програмування. Python – це високорівнева інтерпретована мова програмування, на відміну від C++, яка є прикладом

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

компільованої мови програмування. Назва Python відноситься як до мови програмування, так і до інтерпретатора – комп'ютерної програми, яка зчитує початковий код (написаний на Python) і виконує інструкції (команди).

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

1. Компілятор.
2. Інтерпретатор.

Завантаження Python

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

Середовище програмування для Python

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

Текстові редактори та інтегровані середовища програмування для Python:

- IDLE – стандартний редактор Python. Встановлюється разом з Python для користувачів Windows, окремим пакунком для користувачів Linux.
- Notepad++ – безкоштовний текстовий редактор початкового коду, який підтримує велику кількість мов, в тому числі і Python. Лише для користувачів Windows.
- Visual Studio Code – це легкий, але потужний редактор початкового коду, який розповсюджується безкоштовно і доступний у версіях для платформ Linux, Windows і macOS.
- PyScripter – інтегроване середовище розробки для мови програмування Python. Для користувачів Windows. Поширюється безкоштовно.
- Wing IDE 101 – вільне інтегроване середовище для Python, розроблене для навчання програмістів-початківців. Для користувачів Linux, Windows і macOS. Поширюється безкоштовно.

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

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

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

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

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 передачі та розподілу сигналів з розв’язною здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM.

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

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

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.

КБПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

На розвиток ринку IP KVM впливає безліч суперечливих факторів. З одного боку, користувачі заміняють аналогові перемикачі KVM на IP KVM, оскільки останні забезпечують можливість віддаленого керування. З іншого боку, більшість сучасних серверів поставляється з убудованими сервісними процесорами, тому потреба в KVM знижується (сервісні процесори дозволяють запускати віртуальні сесії KVM).

Перехід від аналогових до цифрових інтерфейсів характерний і для інших сегментів ринку KVM, зокрема, аналітична IHS Markit відзначає тенденцію переходу на цифрові моделі в сегменті високопродуктивних перемикачів. Однак дотепер аналогові пристрої користуються помітним попитом: по даним IHS, на частку стійкових аналогових перемикачів доводиться біля чверті всього обсягу ринку. Серед інших тенденцій аналітики IHS виділяють зростаючу популярність захищених рішень у сегменті настільних KVM. Якщо раніше вони використовувалися переважно в державних установах, то тепер усе ширше застосовуються на таких вертикальних ринках, як фінанси й охорона здоров'я, де питанням забезпечення безпеки надається особливе значення.

Український ринок KVM

Для українського ринку KVM характерні ті ж тенденції, що й для світового. Попит на цю категорію пристроїв залишається стабільним, постачальники відзначають невеликий ріст продажів. В останні парі років основний обсяг закупівель доводиться на великі компанії, які при оснащенні робочих місць в офісах прагнуть гарантувати необхідний рівень безпеки, наприклад, коли одному співробітникові надається доступ до двох серверів або системних блоків. Додатковий попит забезпечують закупівлі для ЦОДів

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

інтелектуальних багатопортових KVM з убудованими дисплеями або з можливістю керування по IP.

KVM-устаткування можна розділити на три основні групи:

- KVM-подовжувачі (передають на більші відстані сигнали комп'ютерних інтерфейсів);
- KVM-перемикачі (дозволяють управляти декількома комп'ютерами з одного/декількох робочих місць);
- матричні KVM-перемикачі (дозволяють великій групі користувачів управляти безліччю комп'ютерів, при цьому кожен може працювати з будь-яким сервером).

Лідерами попиту є KVM-подовжувачі, на другому місці – KVM-перемикачі. У складних проектах, коли кількість фахівців і комп'ютерів велика, використовуються матричні KVM-перемикачі.

KVM застосовуються для рішення специфічних завдань, відповідно, KVM-устаткування – це не масовий продукт, воно затребувано в певних галузях. Інтерес до KVM залежить не від масштабів компанії, а від сфери її діяльності й сполучених з нею завдань і умов роботи співробітників. Вибір найбільш підходящих KVM-пристроїв: подовжувачів (KVM або IP KVM), перемикачів (KVM, матричних KVM, IP KVM) і інших пристроїв – залежить від специфіки діяльності, завдань і масштабів проектів, кількості робочих місць і комп'ютерів.

Замовники, як правило, знають, для рішення яких завдань їм необхідні KVM, що свідчить про зрілість ринку. Він відзначає зміну структури сукупного попиту: якщо раніше надходили запити на одне, два, у крайньому випадку три пристрої, а великі партії здобувалися рідко, то зараз збільшилася частка закупівель для реалізованих проектів, а дрібних замовлень стає менше.

Серед тенденцій ринку виділяється попит на IP KVM і багатопортові пристрої. Так, якщо раніше в тендерах запити обмежувалися переважно устаткуванням з 8 портами, то зараз потрібні пристрої з 16/32 портами й більше. Інша помітна тенденція – перехід на цифрові інтерфейси (з VGA на DVI і HDMI);

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

зокрема, відновлення парку серверів і комп'ютерів з новими інтерфейсами стимулює заміну KVM-перемикачів у великих держструктурах. Однак пристрою з інтерфейсом VGA як і раніше широко застосовуються в ЦОДах, де ріст інтересу до DVI невеликий. Попит на устаткування з підтримкою PS/2 мінімальний, в основному купуються пристрої з USB.

Нові ніші для KVM

Перемикачі KVM знаходять усе більше широке застосування за межами ЦОДів: в авіадиспетчерських, банках, у військових організаціях і медичних установах, на ТБ-студіях, – у тому числі завдяки таким новим можливостям, як підтримка відео 4K.

Використання KVM дозволяє винести гучні й комп'ютери, що виділяють багато тепла, в окреме приміщення, а на робочих столах залишити тільки клавіатуру, мишу й монітор. Тим самим поліпшується ергономіка робочого простору, забезпечується необхідний рівень комфорту, підвищується ефективність праці. Не випадково KVM найбільш затребувані в рішеннях для організації робочого місця – наприклад, коли з метою безпеки необхідно забезпечити для одного співробітника роздільне користування серверами або системними блоками.

Використання KVM дозволяє винести гучні й комп'ютери, що гріються, в окреме приміщення, а на робочих столах залишити тільки клавіатуру, мишу й монітор.

Операційному співробітникові банку найчастіше необхідний доступ до Інтернету й одночасно до внутрішньої інформації, що зберігається на сервері, не підключеному до глобальної мережі. У цьому випадку використання KVM-перемикача дозволяє співробітникові працювати із двома незалежними серверами або системними блоками зі свого робочого місця. Такі KVM відрізняються невисокою вартістю й достатньою захищеністю, найчастіше вони двопортові й без зовнішнього живлення.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Схожі вимоги до комфорту й безпеки робочого місця пред'являються й в інших галузях. Так, фахівцям диспетчерських служб і центрів керування польотами доводиться вирішувати серйозні завдання по забезпеченню безпеки польоту. Така діяльність вимагає великої зосередженості, тому робочі місця повинні бути зручними. Однак, використовувані в диспетчерських потужні великогабаритні комп'ютери занадто шумлять і виділяють багато тепла.

У підсумку порушуються строгі виробничі норми, установлені для авіаційних підприємств. Крім того, устаткування, використовуване співробітниками диспетчерських, має потребу в особливих умовах експлуатації: безперебійне живлення й певний температурний режим. А це досягається тільки при розміщенні серверів у спеціальних кімнатах.

З неменшим ризиком сполучена робота військових і поліції. Як правило, вони теж мають потребу в устаткуванні для передачі на більші відстані комп'ютерних інтерфейсів і відео у високому дозволі й режимі онлайн. Передача сигналів аудіо й відео без втрати якості – необхідна умова роботи й ТБ-студій. Співробітники служб тілі- і радіомовлення також не повинні відволікатися на шум, вироблений потужними серверами. Для рішення всіх цих завдань ідеально підходить професійне KVM-устаткування.

Перемикачі KVM усе більш широко застосовуються в аудіовізуальній галузі. KVM-рішення стали впроваджуватися в системи відеотрансляцій як пристрої керування й контролю. Зокрема, LCD KVM використовуються для локального контролю й керування джерелами системи трансляції, а подовжувачі IP KVM – для віддаленого керування із зони відображення трансляції контенту. Відомі виробники відеорішень (Kramer, TNTv і ін.) стали створювати й пропонувати на ринку пристрою трансляції відеоконтента по IP з можливістю віддаленого керування через RS232 і USB-інтерфейс.

Серед інших областей застосування можна виділити охорона здоров'я. Планується закон про реалізацію пріоритетного впровадження в країні телемедицини, у зв'язку із чим він очікує підвищення попиту на рішення KVM, які можуть бути використані для централізованого віддаленого адміністрування.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

IP KVM і підтримка відео 4K

IP KVM здобувають все більшу популярність, причому всі частіше вони застосовуються й для тих завдань, де обмеження на відстань дозволяють використовувати й традиційні рішення. Пояснюється популярність передачі даних по IP наявністю можливості задіяти існуючу інфраструктуру й, таким чином, заощадити час і гроші на прокладці кабелів. У якості ще однієї переваги він відзначає кращу перешкодозахищеність.

Затребуваність технологій IP KVM збільшується в числі іншого за рахунок поліпшення їхніх якісних характеристик. «Технологія передачі даних по IP, зокрема інтерфейсів периферійних пристроїв і відео, активно вдосконалюється, – говорить Микола Клаптиків. – Даний вид рішень усе менше навантажує використовуване мережне устаткування, при цьому якість переданих відеосигналів не погіршується. Крім того, якщо раніше спостерігалися сильні затримки в трансляції сигналів, те зараз вони скоротилися до сотих мілісекунди й тепер практично непомітні людському оку».

На відео доводиться основний обсяг трафіку, тому всі основні технологічні досягнення пов'язані зі збільшенням обсягу відповідної інформації. Якщо раніше досить було передачі сигналів з розв'язною здатністю VGA, то зараз всі частіше доводиться зіштовхуватися з необхідністю комутації відеосигналу 4K. Підтримка передачі відео 4K у KVM-рішеннях дуже важлива для ТБ-студій, компаній із широкомовної галузі й інших сфер, де доводиться працювати із графікою й відео, де не допускаються втрати їхньої якості і які-небудь затримки при передачі даних.

Відповідні рішення з'явилися в багатьох виробників. Так, рішення KVM over IP Matrix System поповнилося двома подовжувачами KVM поверх IP: KE8950 і KE8952 для підключення одного дисплея 4K HDMI (друга модель підтримує PoE). Дані пристрої забезпечують передачу відео Ultra High Definition (UHD) з розв'язною здатністю 3840 ? 2160 і частотою 30 Гц при глибині кольору 36 біт. Для передачі по мережі дані шифруються за допомогою 128-розрядного алгоритму AES.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Настільний двопортовий перемикач KVM/аудіо/USB В 004-DP2UA 2-K виробництва Tripp Lite дозволяє контролювати два комп'ютери з підтримкою DisplayPort 1.2 з розв'язною здатністю до 4K за допомогою одного комплекту з монітора DisplayPort, клавіатури й миші USB

Американський виробник Black Box представив модуль 4K60 для своєї матричної системи DKM, що широко використовується ТБ-студіями. Завдяки її модульній реалізації не треба повністю замінювати систему, щоб скористатися перевагами нової технології, – досить установити нову карту. Даний модуль дозволяє передавати відео від устаткування, оснащеного цифровим інтерфейсом DisplayPort 1.2 з розв'язною здатністю до 4096 x 2160 і частотою 60 Гц, на відстань до 140 м по вітопарному кабелю й до 10 км по оптичному.

Програмно обумовлене відео

Подальший розвиток KVM-рішень буде залежати від темпів удосконалювання технологій у цілому, насамперед засобів передачі відеосигналів як найбільш затребуваного сьогодні формату даних. Наприклад, сформований торік консорціум виробників Software-Defined Video over Ethernet (SDVoE) ставить перед собою ціль забезпечити доставку сигналів HDMI по звичайній мережі Ethernet з мінімальною затримкою. Розроблювальна технологія призначається для того ж кола завдань, що й матричні перемикачі, подовжувачі KVM, контролери відеостін і процесори зображень.

Мережна архітектура SDVoE припускає використання готових комутаторів Ethernet, так що відповідне рішення обійдеться дешевше, ніж рішення на базі HDBase, при цьому воно відрізняється більшою гнучкістю й масштабованістю. Обробка сигналу покладає на кінцеві точки, сигнальні процесори яких конвертують аудіо- і відеосигнали між HDMI і Ethernet.

Технологія SDVoE стандартизує інтерфейс між кінцевими точками й програмним забезпеченням, що створює передумови для появи нового класу застосунків. Дозволяючи відмовитися від використання матричних перемикачів, розробка яких вимагає чималих вкладень, ця технологія значно знижує бар'єр для входу на ринок. Так що незабаром можна чекати появи нових застосунків і нових гравців, а слідом за цим – зміни звичного розміщення сил на ринку.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

3.2 Розробка структурної схеми

Спеціально для реалізації системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM в рамках даної роботи була сконструйована комп'ютерна мережа, структурну схему якої ви можете побачити нижче.

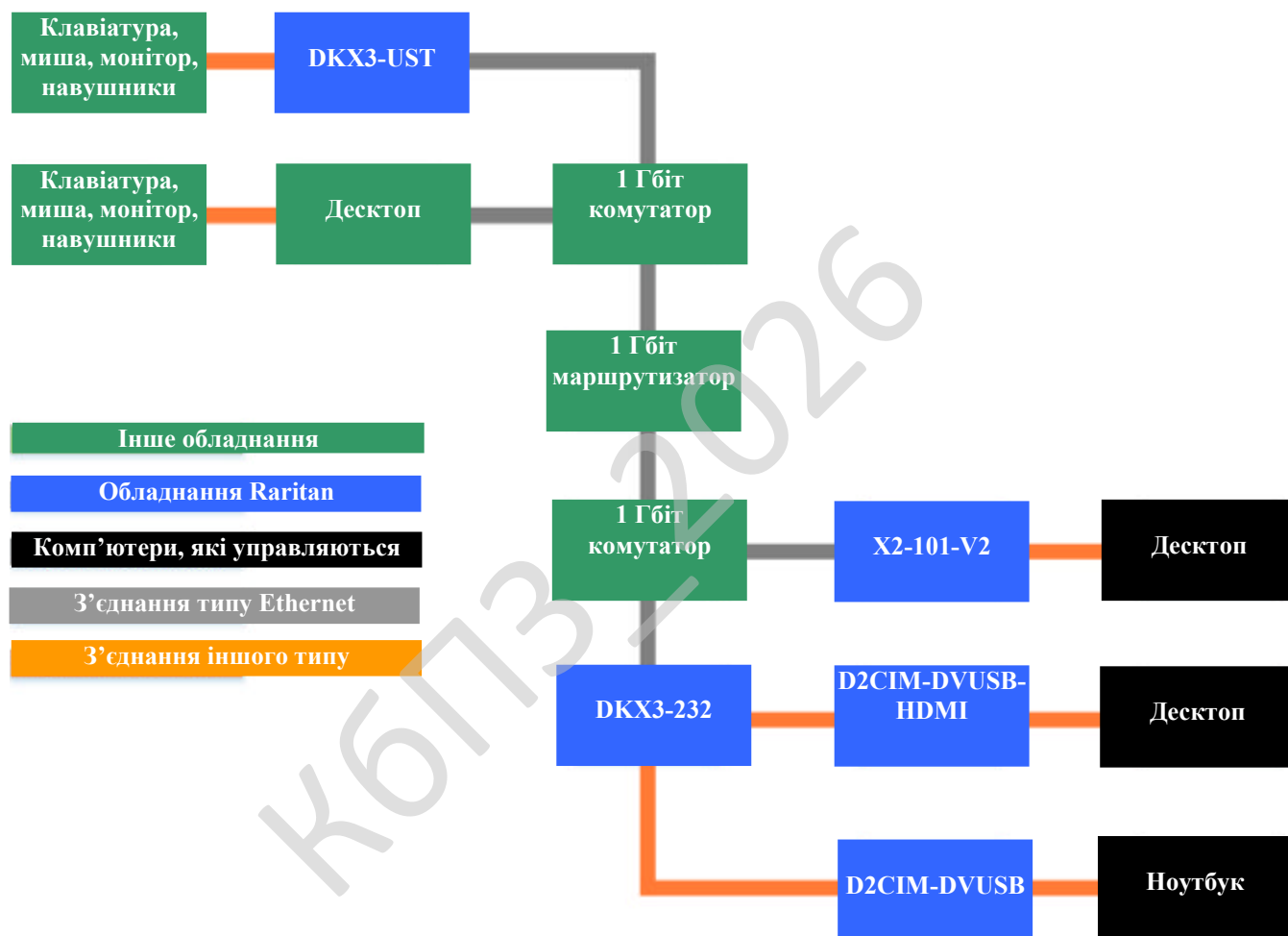


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Розглянемо складові системи.

Raritan Dominion KX 2-101-V2

Ця модель була нам дана як типовий представник попереднього покоління over-IP-перемикачів Raritan. Незважаючи на це, її характеристики виглядають цілком пристойно й сьогодні.

Таблиця 3.1 – Характеристики Raritan Dominion KX 2-101-V2

Виробник	Raritan
Модель	Dominion KX 2-101-V2
Тип	KVM-over-IP switch
Країна виробництва	Тайвань
Гарантія	2 роки з можливістю розширення
Формфактор	Zero-U
Розміри	95×71×24 мм
Діапазон робочих температур	від 0 до 40°C
Підключення до керованого ПК	D-Sub (VGA), USB, PS/2 (клавіатура), PS/2 (миша)
Підключення до керуючого ПК	RJ-45 (10/100 Мбіт/с Ethernet)
Підтримувані протоколи	IPv6/IPv4 dual stack, TCP/IP, Telnet, SSH, HTTP, HTTPS, secure LDAP, RADIUS, LDAP, DHCP і SNMP v2 & v3
Додаткові конектори	Local Admin (DB-9F), Local Video (HD-15F)
Індикатори	роботи, мережної активності
Підтримувані розв'язні здатності	640×480, 720×400 (для DOS), 800×600, 1024×768, 1152×864, 1280×1024, 1440×900, 1680×1050, 1600×1200, 1920×1080
Протестована версія firmware	3.7.0.5.2211

Один такий перемикач обслуговує один керований комп'ютер. До нього підключається кабель, що має з однієї сторони набір роз'ємів D-Sub (VGA), USB і два PS/2 – для миші й клавіатури. З іншої сторони в кабелю всього одне роз'єм для підключення до KVM, зовні 100% схожий з HDMI.

Роз'єм, який також тут знаходиться, Local User типу D-Sub дозволяє підключити до KVM локальний монітор.

Як ми надалі переконалися експериментальним шляхом, навіть якщо не підключати до керованого комп'ютера обидва роз'єм PS/2, що відповідають пристрої без проблем емулюються по USB. Живлення в перемикача зовнішнє, до універсального адаптера 110/220 У додається комплект переходників на усе найпоширеніші типи мережних розеток.

Нарешті, із протилежної сторони KVM перебуває роз'єм для підключення адаптера живлення, а також RJ-45, у який включається самий звичайний (бажано не нижче 5-й категорії) Ethernet-кабель, іншою стороною підключений у локальну мережу. Роз'єм Admin служить в основному для сервісних цілей – він дозволяє зайти на KVM терміналом, стежити за станом живлення або підключити зовнішній модем.

По ідеї, все подальше повинне бути елементарно просто: функції віддаленого керування стають доступні для будь-якого комп'ютера в локальній мережі, потрібно тільки ввести адресу KVM у рядок браузера й продемонструвати знання відповідних логіна й пароля (логін і пароль за замовчуванням admin / raritan, але вам наполегливо порекомендують переміняти їх після першого ж заходу).

Підключивши Dominion KX 2-101-V2 до нашої локальної мережі, ми спробували знайти його там... і не змогли. Нічого схожого в списку DHCP-клієнтів нашого маршрутизатора не значилося. Допомогло більше глибоке вивчення інструкції: виявляється, при установках за замовчуванням IP пристрою жорстко прописаний як 192.168.0.192, а DHCP, відповідно, відключений. Довелося підключати KVM прямо до мережної карти (прописавши і їй фіксований IP у діапазоні 192.168.0.x) і міняти установки за замовчуванням. Нічого складного, у принципі.

Виробник прокоментував дану ситуацію в такий спосіб: споконвічно ці KVM поставлялися з DHCP, включеним за замовчуванням, але згодом, по численних проханнях клієнтів, його відключили «по міркуваннях безпеки».

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Слід зазначити, що відразу після спроби зайти на потрібний нам IP на нас посипалися попередження системи безпеки.

Що не мудро: відповідний апплет KVM завантажує на керуючий комп'ютер сам, тобто фактично відбувається установка програмного забезпечення.

Інструкція містить докладні роз'яснення про те, як правильно встановити всі відповідні сертифікати, нам же було простіше проігнорувати попередження, занесучи в список виключень.

Також можна зробити протоколом за замовчуванням не HTTPS, а HTTP. Це дозволить обійти попередження, але по зрозумілих причинах даний спосіб не рекомендується виробником з міркувань безпеки.

Тепер має сенс ознайомитися з основними типами клієнтів віддаленого керування для over-IP-перемикачів Raritan. Всі вони браузерні, але друг від друга відрізняються. На даний момент існує 3 версії:

- АКС (Active KVM Client) – повнофункціональний, вимагає наявності Microsoft.NET.
- VKC (Virtual KVM Client) – повнофункціональний, вимагає наявності Java.
- НКС (HTML KVM Client) – спрощений, не вимагає нічого, крім браузера..

KX 2-101-V2 підтримує тільки АКС (з Internet Explorer) і VKC (з Mozilla Firefox). Google Chrome і Microsoft Edge можуть зайти в меню керування KVM, але при спробі одержати віддалену «картинку», виводять от таке діагностичне повідомлення.

Видний один виявлений порт (це наш KX 2-101-V2) і основні пункти меню керування:

- Port Access.
- Virtual Media.
- User Management.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- Device Settings.
- Security.
- Maintenance.
- Diagnostics.
- Help.

На закладці Port Access, як випливає з назви, перераховуються доступні порти (KVM) і їхній поточний стан.

Функція Virtual Media дозволяє підключати до віддаленого комп'ютера віртуальні «пристрої»: це можуть бути як реальні, підключені до KVM оптичні приводи або жорсткі диски, так і їх ISO-образи.

Значення закладок User Management, Device Settings, Security, Maintenance і Diagnostics не мають потреби в додаткових поясненнях. Користувачів можна розбивати на групи й прив'язувати до портів, у налаштуваннях KVM можна дозволити доступ по Telnet, SSH, HTTP/HTTPS, а також сконфігурувати агент SNMP. Секція Security дає в тому числі потужний інструмент керування політикою паролів.

В Maintenance можна скинути налаштування до заводських і оновити прошивання, в Diagnostics – виявити проблеми з мережею. Help онлайн, для нього необхідний доступ в інтернет.

Погравшись із налаштуваннями, ми нарешті-таки законнектились до єдиного доступного порту й подивилися, яке це – працювати у вікні браузера з віддаленим комп'ютером, використовуючи KVM-over-IP. Напевно, простіше й наочніше всього буде на це подивитися.

Як бачите, зверхшвидкою реакцію назвати не можна: курсор віддаленої системи помітно відстає від локального (хоча в підсумку позиціонується чітко), масштабні зміни на екрані приводять до декількох послідовних ітерацій відновлення. Можливо, провиною тому те, що КХ 2-101-V2 підтримує максимальну швидкість усього 100 Мбіт/с, у той час як обрана нами розв'язна здатність була досить високою.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Ніякої видимої різниці між швидкістю реакції або промальовування АКС (Microsoft Internet Explorer, Active) і VKC (Mozilla Firefox, Java) не продемонстрували, однак з Java-клієнтом була відзначена істотно більша кількість мороки: діагностичні повідомлення, що постійно вискакують, не завжди з першого разу натискаємі кнопки інтерфейсу, і таке інше. Загалом, з огляду на, як чітко все відпрацьовував АКС, зв'язуватися з Java далі ніякого сенсу не виникало.

Тестування

Перейдемо до тестової складової. Для того, щоб якось оцінити різницю між пристроями (особливо – двох різних поколінь), ми придумали 2 тести: візуальний і вимірювальний. По суті, насправді, тест один, просто дає 2 результати.

Суть бенчмарка складається в запуску на віддаленому комп'ютері програвання двохвилиного відео в повноекраному режимі (динамічний фрагмент фільму «Red 2», 1920x800, бітрейт 12 Мбіт/сек). При цьому на віддаленій системі одночасно записується відео результату перегляду й фіксується кількість прийнятих і переданих по мережі даних. Параметри якості (їх тією чи іншою мірою дозволяють виставляти всі види клієнтів) при цьому встановлювалися на максимум, вибір між «правильністю» квітів і розрізненням тексту робився на користь квітів (що логічно при перегляді фільму).

Останнє робиться в такий спосіб: для обнуління статистики, використовуваний мережний інтерфейс (гігабітна мережна карта) відключається, потім включається, після чого по можливості швидко встановлюється з'єднання з KVM і запускається перегляд зазначеного фрагмента. По закінченні перегляду з відповідного вікна знімається статистика.

Зрозуміло, що метод досить примітивний, і не може вичленувати із загального трафіку той, котрий ставиться безпосередньо до KVM-клієнта, до того ж «ручні» операції неможливо формалізувати за часом виконання, однак серія експериментів продемонструвала досить високу стабільність одержуваних

результатів (традиційно, ми не вважаємо значимої погрішність менш 2%), тому по факту методика була визнана придатною принаймні до разового вживання.

Для об'єктивності ми протестували обоє клієнта: АКС і VKC.

VKC (Mozilla Firefox, Java)

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 3 МБ, що входить – 94 МБ.

АКС (Microsoft Internet Explorer, Active)

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 3 МБ, що входить – 83 МБ.

У цьому випадку, як нам здається, намагатися розібратися в тім, який із клієнтів «переміг» у тесті – завдання абсолютно безглузда.

Dominion KX 2-101-V2 гарний для того, щоб віддалено «залізти» в BIOS (ми пробували – так, це насправді реально) або попрацювати в консолі. Також він обмежено придатний для того, щоб віддалено виконувати якісь досить прості завдання на комп'ютерах, на яких установлена ОС із GUI – але не більше. Фільм з його допомогою віддалено не подивишся, та й просто роботу з GUI комфортної не назвеш.

Ми б назвали цей KVM свого роду «мультитулом для системного адміністратора»: він дозволяє «підняти» упалу ОС або перенастроїти вже працюючу, поправити установки BIOS – при цьому формат і розміри дозволяють просто тягати пристрій із собою в рюкзачку «про всякий випадок».

Raritan Dominion KX 3-232

Це KVM останнього покоління, що також працює за технологією KVM-over-IP, але вже з підтримкою гігабітного Ethernet-з'єднання. По заявах розроблювачів, нові технології стиску даних дозволяють досягти небаченої раніше швидкості – аж до можливості віддаленого перегляду фільмів з розв'язною здатністю Full HD практично без втрат у якості й з аудіосупроводом.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 3.2 – Характеристики Raritan Dominion KX 3-232

Виробник	Raritan
Модель	Dominion KX 3-232
Тип	KVM-over-IP switch
Країна виробництва	Тайвань
Гарантія	2 роки з можливістю розширення
Формфактор	1U full width
Розміри	440×334×44 мм
Діапазон робочих температур	від 0 до 45°C
Підключення до керованого ПК	Computer Interface Module (CIM), усього 10 різних моделей
Підключення до керуючого ПК	2×RJ-45 (10/100/1000 Мбіт/с Ethernet)
Підтримувані протоколи	IPv6/IPv4 dual stack, TCP/IP, Telnet, SSH, HTTP, HTTPS, secure LDAP, RADIUS, LDAP, DHCP і SNMP v2 & v3
Конектори для віддалених підключень	32×RJ-45
Конектори для локальних підключень	2×314 (2 незалежних БЖ), 2×RJ-45 (LAN1/LAN2, 10/100/1000 Мбіт/с Ethernet), 5×USB 2.0 (Local User), 1×DVI-D, 1×DB9 (Modem), 1×RJ-45 (для каскадування KVM)
Індикатори	роботи, мережної активності (окремо на кожному порту)
Підтримувані розв'язні здатності	640×350, 640×480, 720×400 800×600, 1024×768, 1152×864, 1280×1024, 1440×900, 1680×1050, 1600×1200, 1920×1080, 1920×1200
Протестована версія firmware	3.4.0.5.1553

Надана нам модель підтримує підключення до неї до 32 комп'ютерів, усього ж у модельному ряді Dominion III представлено 11 моделей, які підтримують 8/16/32/64 портів.

8-портова модель одна, вона підтримує всього 1 віддаленого користувача. 16-портові моделі 3, вони підтримують 1/2/4 віддалених користувача. 32-портові моделі підтримують від 1 до 8 віддалених користувачів (залежно від моделі), а 64-портових моделей дві: на 4 і 8 віддалених користувачів.

Керовані комп'ютери підключаються до КХ 3-232 за допомогою спеціальних проміжних модулів – CIM. Використання того або іншого модуля залежить від того, якими інтерфейсами постачаний керований комп'ютер.

Модуль D2 CIM-DVUSB, він оснащується з «клієнтської» сторони одним роз'ємом D-Sub (VGA) і двома роз'ємами USB). Для з'єднання всіх CIM з KVM використовується роз'єм RJ-45. Додаткового живлення модулі не вимагають.

Також існують модулі:

- D2 CIM-VUSB (2 порти USB).
- DCIM-PS/2 (2 порти PS/2).
- DCIM-SUN (для систем Sun).
- DCIM-USBG2 (підтримка USB, у т.ч. на системах Sun).
- D2 CIM-DVUSB-DVI (2 порти USB і порт DVI-D).
- D2 CIM-DVUSB-HDMI (2 порти USB і порт HDMI).
- D2 CIM-DVUSB-DP (2 порти USB і порт DisplayPort).
- D2 CIM-PWR (для віддаленого керування живленням).
- P2 CIM-SER (для послідовних ASCII-пристроїв).

Більше нові D2CIM відрізняються від DCIM тим, що вони емулюють 2 повноцінних порти USB, у той час як старі DCIM емулювали один порт плюс USB-Хаб. Це дозволяє зняти обмеження деяких платформ на підтримку комбінації «клавіатура + миша + флешка» на рівні BIOS.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Протестували два типи CIM: D2 CIM-DVUSB і D2 CIM-DVUSB-HDMI, щоб спробувати зрозуміти, є чи яка-небудь різниця як картинка й обсязі переданої інформації залежно від використання аналогового (D2 CIM-DVUSB) або цифрового (D2 CIM-DVUSB-HDMI) відеосигналу.

У принципі, якщо є така необхідність (або, навпаки, немає резону розвертати мережу), мережними можливостями Raritan Dominion KX 3-232 за простою можна зневажити, використовуючи його в якості звичайного KVM. Для цього досить через відповідні CIM підключити до нього всіх клієнтів, а також монітор (DVI-D) і миша із клавіатурою (локальні USB-порти). Ми перевірили таку конфігурацію й переконалися в її працездатності, як і слід було сподіватися. На моніторі після включення KVM з'являється в точності такий же запит пароля, як при відкритті віддаленого сеансу в браузері, і потім все відбувається в тім же дусі.

Єдиний нюанс, що виглядає трохи дивно: при такій конфігурації в розділі меню Maintenance немає пункту відновлення убудованого програмного забезпечення (firmware). Тобто щоб оновити його, вам таки прийде зайти на KVM по мережі за допомогою браузера – локально дана функція недоступна.

Але локально ще й аудіо недоступно, з банальної причини: на пристрої просто відсутній роз'єм для підключення навушників або колонок. А ми пам'ятаємо, нам обіцяли! Тому, залишивши в спокої KX 3-232, ми перейшли до того ж десктопу, з якого конектились до KX 2-101-V2, запустили Chrome і ввели в адресний рядок браузера IP-адресу нашого KVM.

Після обов'язкового уведення логіна й пароля ми попадаємо в основне меню, що витримано все в тім же стилі, що й в KX 2-101-V2, та й по функціональності теж містить більше подібних моментів, чим розходжень.

Сама відчутна зміна: додалася вкладка «Power». На жаль, у нас не було в розпорядженні відповідного CIM, щоб протестувати цю функцію.

Зате у властивостях кожного порту можна вказати деякі параметри, наприклад – максимальний розв'язна здатність відео. Тут у нас із одним з

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

керованих комп'ютерів «на автоматі» всі знову не вийшло: Windows 10 на клієнті, підключеному через HDMI (D2 CIM-DVUSB-HDMI), завзято відмовлялася виставляти розв'язна здатність вище 1280?1024 (по факті було 1920?1080). Довелося вказати максимальний розв'язна здатність для цього клієнта «вручну».

Chrome (як і Microsoft Edge) позбавлений підтримки як Active, так і Java – але в цьому випадку це нічого не виходить, тому що KX 3-232 підтримує третій тип клієнта – НКС (HTML KVM Client). Правда, він досить простенький по налаштуваннях. Однак швидкість GUI у порівнянні з попереднім прикладом вище просто на порядок. Звичайно, певний лаг є, шрифти відображаються не зовсім коректно, та й картинка місцями «жовтит» – але це ж найпростіший варіант: HTML-клієнт і CIM з аналоговим відео й налаштуваннями за замовчуванням (ту ж жовтизну можна прибрати більшим тонким налаштуванням). І так уже досить непогано, але ж є надія, що можна ще краще.

Тестування

Однак приступимося до тестування. Перед нами набагато більше широкое, чим раніше, поле для експериментів: 2 CIM з аналоговим (D-Sub/VGA) і цифровим (HDMI) відеовходами, а також три типи клієнтів: АКС/Active, VKC/Java і НКС/HTML. Усього 6 комбінацій, і є надія, що розходження вдасться й побачити, і виміряти. Почнемо з аналогового відео.

D2 CIM-DVUSB (VGA) + НКС (Google Chrome)

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 3 МБ, що входить – 315 МБ. Нагадаємо, що максимальний вхідний трафік в KX 2-101-V2 склав 94 МБ. Різниця з Raritan Dominion KX 2-101-V2 видна неозброєним оком: якщо там дивитися на екран під час програвання фільму можна було хіба що в дослідницьких цілях – те тут уже цілком можна спробувати щось побачити. Хоча випадання кадрів є присутнім, і це теж легко помітити. Ну й, звичайно, однаково для реального перегляду відео даний режим непридатний, т. к. немає звуку.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

D2 CIM-DVUSB (VGA) + VKC (Mozilla Firefox)

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 5 МБ, що входить – 472 МБ. І відразу зрозуміло, чому в Java-клієнта все сильно краще з якістю: кількість переданих даних настільки істотно більше, ніж в НКС, що віднести всіх їх на рахунок звуку ніяк не виходить.

Варто відзначити, що незважаючи на очевидне розходження між Raritan KX 2-101-V2 і Raritan KX 3-232, Java-апплет поведився повністю ідентично: видавав не відключаються предупреждения, що, змушував жати по 2 рази на ту саму посилання, виводячи між натисканнями якусь діагностику, у загальному – «вередував». Розроблювачі Raritan розводять руками: «Ці аспекти регулюються інтерпретатором Java, ми тут нічого зробити не можемо».

D2 CIM-DVUSB (VGA) + AKC (Microsoft Internet Explorer)

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 5 МБ, що входить – 523 МБ. І знову зрозуміло, чому в Active-клієнта якість зображення й звуку ще краще: у порівнянні з VKC/Java трафік знову відчутно виріс.

Переходимо до тестування D2 CIM-DVUSB-HDMI – CIM із цифровим відеовходом.

D2 CIM-DVUSB-HDMI (HDMI) + НКС (Google Chrome)

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 4 МБ, що входить – 309 МБ. Це не сильно розходиться з результатом для VGA-сигналу (315 МБ), але відзначимо, що формально трафік ледве менше. А от картинка нам здалася якийсь більше приємної, хоча, звичайно, це суб'єктивно.

D2 CIM-DVUSB-HDMI (HDMI) + VKC (Mozilla Firefox)

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 5 МБ, що входить – 458 МБ (результат для VGA – 472 МБ). І знову трафік менше, а от картинка гірше вуж точно не стала.

D2 CIM-DVUSB-HDMI (HDMI) + AKC (Microsoft Internet Explorer)

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

За час проходження тесту вихідний трафік керуючого комп'ютера склав 4 МБ, що входить – 496 МБ (результат для VGA – 523 MB). І «по сукупності властивостей» це, мабуть, кращий результат, якого ми змогли домогтися від Raritan Dominion KX 3-232.

Як бонус ми вирішили ще раз «попрацювати на комп'ютері», але вже з комбінацією HDMI + Active.

Результат, скажемо прямо, не такий вражаючий, як з відео, але стало однозначно краще, до того ж тепер можна працювати повноцінно, тому що є не тільки зображення, але й звук.

KVM Raritan Dominion KX 3-232, як і вся серія KX3 – це логічне продовження попередньої флагманської серії KX2, постачене більше продуктивними процесорами й оновленими кодеками, що дозволяє зробити передачу зображення по мережі ще швидше й більш якісний. Наявність можливості майже без лагів і з аудіосупроводом дистанційно дивитися Full HD-фільм – реально вражає.

Що ж стосується наших тестів, то вони виявили наступні закономірності:

– Спрощений HTML-клієнт не дотягає по швидкості реакції і якості картинки до повноцінних Java- і Active-клієнтів. Це було легко припустити, але перевірити був сенс.

– По можливостях обоє повноцінних клієнта однакові, але Java-клієнт, по наших враженнях від роботи з ним, примхливіше й менш стабільний.

– Знімати з керованого комп'ютера цифрове відео (HDMI, DVI, DisplayPort), здається, вигідніше як з погляду картинки (суб'єктивно), так і з погляду трафіку (об'єктивно). Як видно, втрати й надлишки утворюються через необхідність однаково перетворювати аналоговий VGA-сигнал у цифрову форму для передачі по мережі.

Також не можна не відзначити наявність в KX 3-232 найважливіших ознак виробу Enterprise-класу: резервування по живленню й мережі. Таке рішення буде виглядати на своєму місці в якому-небудь ЦОД або досить великій серверній, а з

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

огляду на можливості по відтворенню графіки цілком імовірно пророчити появу таких KVM у тих сферах, де раніше KVM-over-IP не застосовувалися взагалі – відеоспостереження, тілі/відео й т. п.

Сам виробник, описуючи переваги KX 3-серії, виділяє наступні особливості:

- Висока продуктивність – аж до «ефекту присутності».
- Доступ на рівні BIOS.
- Virtual Media, включаючи віддалене завантаження зі змонтованого накопичувача.
- Відсутність схованих витрат, весь функціонал доступний «з коробки».
- Можливість віддаленого керування електроживленням.
- Надійність – коли це особливо важливо.
- Не залежить від ОС і мережного з'єднання.
- Справжній позамережевий доступ – підключення до портів KVM.
- Можливість аварійного доступу через модем.
- Безпека – найбільш безпечний спосіб віддаленого доступу.
- Незалежний бар'єр на шляху до цільових ПК.
- Відповідність самим строгим стандартам безпеки.
- Масштабованість – зручність у керуванні й обслуговуванні.
- На порядок більше просте конфігурування, у порівнянні з іншими способами.
- Можливість централізованого керування парком пристроїв.

Ну а наостанок ми вам розповімо про цікавий пристрій, що саме по собі KVM не є – але може служити досить корисною добавкою до KVM-over-IP Raritan 3-го покоління.

Raritan Dominion KX 3-UST

Ця мініатюрна коробочка являє собою «User Station» – мережного клієнта для KVM Raritan Dominion 3-го покоління. Вона повністю замінює собою комп'ютер, але формально їм не є, допускаючи в такий спосіб своє використання

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

в тих місцях, де відповідно до внутрішніх правил використання комп'ютерної техніки неприпустимо.

Таблиця 3.3 – Характеристики Raritan Dominion KX 3-UST

Виробник	Raritan
Модель	Dominion KX III User Station KX 3-UST
Процесор	Intel Celeron (модель не зазначена)
Пам'ять	4 ГБ (тип не зазначений)
Жорсткий диск	64 ГБ SSD
Відео	2×DisplayPort, 1×HDMI, підтримується до 2 моніторів розв'язною здатністю до 1920×1080@30 FPS
Мережа	2×10/100/1000 Мбіт/с Ethernet
USB	6×USB 2.0 (4 на передній панелі, 2 на задній), 2×USB 3.0 (на задній панелі)
Аудіо	Mic In, Speaker Out
Інші роз'єм	COM1, COM2, картовод для SD-карток (на лицьовій панелі)
Розміри	190×165×43 мм
Живлення	Зовнішній БЖ, 10—240 У, 65 Вт
Індикатори	включення, роботи ЖД
Вага без упакування й БЖ	1,4 кг
Робочий діапазон температур	від 0 до 40 °C
Сертифікати	FCC/CE/VCCI/cUL/CB
Протестована версія firmware	1.1.0.5.224

Після включення з SSD завантажується операційна система, у якій досвідчений користувач без праці довідається Linux (за інформацією поставщика,

за основу був узятий дистрибутив CentOS). Однак структура головного меню гранично лаконічна:

- Port Navigator.
- User Station Configuration.
- System Settings.
- Date/Time.
- Displays.
- Keyboard.
- Network Connections.
- Help.
- User Manual.
- Help on Hotkeys.
- About this Device.
- Leave.
- Log Out.
- Shut Down.

Таким чином, по факті роль цього комп'ютера зводиться до двох функцій: налаштування власних параметрів (в основному мережні) і підключенні до віддалених комп'ютерів. Накопичувачі, що підключаються навіть до нього, (SD-карти, USB-флешки й жорсткі диски, і т.п.) – можна змонтувати на віддалений комп'ютер, але на User Station їхній уміст побачити не можна. Та й нема чим: у меню, як ви, можливо, помітили, ні термінала, ні файлового менеджера немає.

Таким чином, з погляду безпеки цей комп'ютер дійсно «не є комп'ютером» – його функції жорстко обмежені й зведені винятково до організації KVM-сесій.

По цій же причині даремно було намагатися провести на ньому які-небудь тести: ні інструментів для моніторингу мережного трафіку, ні засобів захвата екрана в KX 3-UST не передбачено. Подивитися ролик з віддаленого комп'ютера – це будь ласка. Ми подивилися. По відчуттях – явно не гірше чим

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Active-клієнт. Можливо, навіть ще краще й більш плавно, але не виключено, що нам просто дуже хотілося себе в цьому переконати.

Raritan KX III User Station – цікаве рішення для тих, хто з якихось причин не бажає допускати до функцій віддаленого керування повноцінний комп'ютер. Це не «срібна куля», але цілком адекватно функціонуюче готове рішення для виконання одного специфічного завдання. Цінність його прямо залежить від того, є чи у вас можливість (або бажання) використовувати для цих же цілей на конкретному робочому місці звичайний ПК.

Raritan Dominion KX 2-101-V2 нічого сенсаційного не продемонстрував – це звичайний добротний KVM-over-IP, таких зараз багато. А от KX 3-232 виявився дуже потужним. Зрозуміло, навряд чи хтось всерйоз буде використовувати таке потужне (і дороге) устаткування для віддаленого перегляду художніх фільмів, але сама по собі можливість проробляти такі штуки в рамках KVM-over-IP по звичайній гігабітній мережі викликає повагу.

3.3 Розробка функціональної схеми

Багатоточечний сервер відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM (ВК) разом із системою керування відеоконференціями є гнучким модульним багатофункціональним засобом для підтримки багатоточечних ВК. Функціональна схема сервера ВК наведена на рисунку 3.2.

Крім модулів каналів зв'язку, сервер ВК містить модулі звукового процесора й відеопроцесора, синхронізатора зображення й звуку, транскодера H.261/H.263, а також набір інтерфейсних модулів, зв'язаних системною шиною. Керуючі модулі керують роботою всієї системи. На «транковом» рівні сервер ВК звичайно підтримує інтерфейси IDNX-PRI (Integrated Services Digital Network Primary Rate Interface) і T1 (E1) BBS (Robbed-Bit Signaling), на лінійному рівні – інтерфейс ISDN-BRI (Integrated Services Digital Network Basic Rate Interface),

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

протокол цифрових з'єднань DCP (Digital Communications Protocol) і аналогові лінійні канали для з'єднання через модеми. Звичайно сервер ВК заснований на стандартах H.320 і T.120 MCE-T (Сектора Т Міжнародного союзу електрозв'язку) і має широкі можливості транскодування, що забезпечує сумісність його з найрізноманітнішими засобами відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

В таблиці 3.4 для приклада наведені деякі характеристики одного із серверів ВК (MCU Lucent Technologies), що визначають його сумісність із іншим устаткуванням.

Сервер ВК підтримує відеостандарти, звукові стандарти й стандарти даних, перераховані в таблицях 3.5-3.7.

Таблиця 3.4 – Можливості транскодування

Категорія	Стандарти й параметри інтерфейсів
Транскодування сигналів зображення	G.711 і G.722
	G.711 і G.728
	G.711 і G.723 (через Gateway)
	Частота кадрів – від 7,5 до 30 кадр/с Розрішення – CIF/QCIF Стиск – H.261/H.263
Доступ до мережі	Цифрова швидкість – від 56 до 768 кбіт/с Режими – BONDing, багатошвидкісний, багатоканальний
Багатоточечні протоколи	H.320 і H.323
Конференція даних (T.120)	Допускається в комбінованих конференціях Змішання H.320/H.323 (через Gateway)



Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Таблиця 3.5 – Звукові стандарти, підтримувані сервером ВК

Звуковий стандарт MSE-T	Параметри якості	Смуга, бітна швидкість
G.711	3,5 кГц	48/56/64 кбіт/с
G.722	7 кГц	48 кбіт/с на швидкості N*56 кбіт/с
		56 кбіт/с на швидкості N*64 кбіт/с
G.728	3.5 кГц	16 кбіт/с

Таблиця 3.6 – Відеостандарти, підтримувані сервером ВК

Відеостандарт МСЕ-Т	Найменування, зміст
H.221	Стандарт структури кадрів для відеоконференцзв'язку
H.230	Стандарт кадрової синхронізації для відеоконференцзв'язку
H.231	Стандарт відеоконференцзв'язку, що визначає з'єднання між звуковізуальними терміналами
H.242	Стандарт, що визначає системи для подання з'єднань між звуковізуальними терміналами
H.243	Рекомендації ІТУ-Т: процедура встановлення зв'язку між трьома або більше аудіовізуальними терміналами, що використовують канали зі швидкістю передачі цифрової інформації до 2 Мб/с.
H.261	Стандарт відеокодека для звуковізуальних служб зі швидкістю H.320
H.263	Кодування й декодування зображення для передачі з низькою швидкістю з поліпшеними характеристиками і якістю по каналах H.261

Таблиця 3.7 – Стандарти даних, підтримувані сервером ВК

Стандарти МСЕ-Т	Найменування, зміст
T. 122	Багатоточечна служба зв'язку для звукографії й відеоконференцзв'язку
T.123	Стеки протоколів ISDNProfile-MLP для застосувань звукографії й відеоконференцзв'язку
T.124	Специфікація GCC (Genetic Conference Protocol)
T. 125	Протокол MC5
T.126	Протокол для нерухливих зображень і описів при багатоточечному зв'язку
T.127	Протокол перетворень багатоточечних бінарних файлів

Термінали відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM

У системі відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM можуть бути використані моделі групових настільних, компактних і настільних відеотерміналів різних виробників. Властивості систем різних фірм у кожній із груп досить близькі.

Ці засоби дозволяють працювати по протоколах H.320 і H.323 і поряд із груповими й компактними терміналами ВК можуть бути включені в корпоративну систему ВК.

Комунікаційні властивості устаткування системи ВК

Основою технологічного устаткування відеоконференцзв'язку служать термінали ВК різних конфігурацій і сервер ВК із системою керування відеоконференціями. Сервер ВК є головним телекомунікаційним засобом багатоточечної системи ВК і має продуктивні цифрові інтерфейси для високошвидкісної передачі голосових повідомлень, зображень і даних. Він містить інтерфейси цифрових мереж інтегрованих служб (ISDN): для базової цифрової швидкості (BRI) і первинної цифрової швидкості (PRI). Крім того, він підтримує протокол прямих цифрових з'єднань (DCP). При з'єднанні ISDN-PRI на рівні первинної групи групостворення E1 застосовується формат 30B + D, а при ISDN-BRI, – формат 2B + D, де B (64 кбіт/с) – потік для основної інформації служби, а D (16 кбіт/с) – потік керування й сигналізації для приєднаних каналів В. Протокол цифрових з'єднань DCP застосовується для зв'язку терміналів ВК із системою керування за допомогою високошвидкісних і мультимедійних з'єднань (MML). Сервер ВК може підключатися до кодеків H.320, H.323 для передачі даних через інтерфейси EIA-530, RS449 або V.35 із застосуванням RS366 для сигналізації (дозвона). У випадку надання смуги на вимогу (BONDing) можна здійснювати проведення відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM без використання каналів ISDN-PRI і широкополосних каналів типу H0.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Устаткування системи ВК

Можливі схеми з'єднання терміналів ВК Термінали відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM з'єднуються один з одним за допомогою каналів зв'язку й комунікаторів. Для багатоточечної системи відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM головним комунікатором є багатоточечний сервер ВК. Залежно від взаємного розташування терміналів і сервера ВК, режимів роботи пристроїв, а також використовуваних мереж зв'язки можливі різноманітні схеми з'єднання терміналів і серверів ВК. При значній взаємній відстані терміналів ВК зв'язок між ними й сервером, а також між ними самими (в окремих випадках) здійснюється з використанням каналів магістральних, міжрегіональних і регіональних мереж зв'язку.

У системі відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM багатоточечний відеоконференційний зв'язок може вироблятися по протоколах H.320 і H.323 MSE-T. Зв'язок терміналів ВК, що працюють по протоколі H.323, із сервером ВК може здійснюватися через вузли (Gateway). З'єднання вузла Gateway із сервером ВК виробляється по протоколах BRI і V.35/RS336.

Підключення сервера ВК до магістральних, міжрегіональних і регіональних каналів зв'язку може вироблятися через маршрутизатор, магістральний мультиплексор і цифрову АТМ. З'єднання сервера із цими пристроями може здійснюватися з використанням протоколів PRI/E1, G.703. Підключення терміналів ВК до магістральних, міжрегіональних і регіональних каналів зв'язку може відбуватися через мультиплексори земних станцій (HUB) і абонентських станцій (VSAT) супутникового зв'язку, магістральні мультиплексори (MUX) і АТМ. Залежно від відстані між терміналами й цим устаткуванням з'єднання можуть здійснюватися або безпосередньо з використанням протоколу V.35, або із застосуванням модемів або інверсних мультиплексорів.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Деякі особливості роботи підключення терміналів ВК до каналоутворюючому устаткуванню

Безпосереднє підключення терміналу ВК до каналоутворюючому устаткуванню допускається в тих випадках, коли довжина сполучних кабелів невелика. У випадках, коли термінали й каналоутворюючое устаткуванню вилучені друг від друга, для їхнього з'єднання повинні використовуватися модеми або інверсні мультиплексори.

Для входу в супутникову мережу термінали ВК повинні бути підключені до мультиплексору центральної, вузлової або абонентської земної станції (ЗС) з використанням інтерфейсної плати внутрішнього модуля ЗС. Залежно від відстані між терміналом ВК і внутрішнім модулем земної станції підключення виробляється прямо або із застосуванням мультиплексора (модему). З'єднання рекомендується здійснювати з використанням протоколу V.35. Подібні способи підключення мають на увазі застосування твердої структури з'єднань, слабо пристосованої до подальшого розвитку. Вони доречні для використання в кінцеві (не вузлових) пунктах мережі відеоконференцзв'язку.

У тих випадках, коли об'єкт відеоконференцзв'язку розглядається як вузловий об'єкт, підключення терміналу ВК до внутрішнього модуля ЗС супутникового зв'язку варто здійснювати через мультиплексор.

Термінал ВК підключається до інтерфейсному модулю мультиплексора прямо або через модем або інверсний мультиплексор, залежно від відстані між терміналом і мультиплексором.

На вузлових об'єктах з розвитою телефонною мережею доцільно підключати термінали до магістральних мереж через цифрову АТМ. При використанні цифровий АТМ у якості комунікатора потоків даних відеоконференцзв'язку варто мати на увазі, що ці дані не повинні піддаватися стиску в АТМ, передбаченому для звичайних телефонних сигналів. Інакше кажучи, на період сеансу відеоконференцзв'язку повинна бути як би виділена смуга на вимогу для передачі цифрового потоку з необхідною бітною швидкістю

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

(у загальному випадку 256 кбіт/с) для кожного з напрямків відеоконференцзв'язку.

На центральній ЗС або в центральному вузлі інформатизації з розгалуженими комунікаціями підключення термінала ВК може бути здійснене через магістральний мультиплексор, цифрову телефонну станцію або маршрутизатор.

Підключення терміналів ВК до магістральних, міжрегіональних і регіональних каналів зв'язку через мультиплексори, цифрові АТМ або маршрутизатори забезпечує ряд переваг у порівнянні із прямим підключенням до ЗС. По-перше, добре розвинені комунікаційні функції цих пристроїв дозволяють їх використовувати як вузли відеоконференцзв'язку (хоча з деякими обмеженнями). По-друге, завдяки широкому діапазону інтерфейсів, властивим цим пристроям, досягається можливість зв'язку терміналів ВК, що діють у різнорідних мережах (наприклад, супутникових і наземних, телефонних і мультимедійних і т.п.). При цьому забезпечується гнучкість структури системи відеоконференцзв'язку й подальше нарощування користувацьких послуг, в основному програмними, а не апаратними засобами.

Робочі місця учасників процесу відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM

Загальні вимоги

Під «робочим місцем» розуміється комплект основного, додаткового й супутнього технологічного устаткування, а також інших засобів, розміщених на спеціально виділених площах і необхідних учасникові відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM для виконання всіх передбачених технологією функцій і процесів. Робочі місця для різних учасників процесу відрізняються друг від друга по складі устаткування і їхньому оформленню залежно від характеру технологічних процесів, виконуваних кожним з учасників. Робоче місце

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

оснащується технологічним устаткуванням і технологічними меблями, засобами висвітлення, електропостачання й життєзабезпечення (опалення, вентиляції й кондиціювання повітря).

Загальні вимоги містять у собі також вимоги до технологічності, ергономіці, електропостачанню, висвітленню, шуму, безпеці, гігієні праці й профілактиці профзахворювань.

Робоче місце оператора сервера відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM

В состав устаткування оператора сервера ВК входить система резервування й керування відеоконференціями, професійний персональний комп'ютер з модемом і точка підключення до Інтернету.

Робочі місця користувачів системи відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM

Види робочих місць. Залежно від видів конференції, учасників і категорії термінального устаткування можуть бути виділені чотири основних види робітників місць. Індивідуальне робоче місце абонента (користувача) ВК збігається з його постійним робочим місцем в офісі. Групове робоче місце перебуває або в безпосередній близькості від постійного робочого місця одного з учасників ВК, або розміщується в окремо виділеному або пристосованому для цього приміщенні. Робоче місце оператора ВК територіально розташовується або поблизу групового робочого місця абонента ВК, або на ділянці архіву ВК, залежно від виконуваної роботи. До складу устаткування робочого місця оператора ВК входить комплект устаткування монтажу, кодування відеофонограм і виготовлення архівних копій, а також термінал керування архівом ВК. Робоче місце оператора сервера ВК розташовується на ділянці зв'язку поблизу сервера ВК і має термінал системи керування відеоконференціями.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Склад устаткування й структурні схеми. Робоче місце користувача системи відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM включає абонентський термінал ВК індивідуального або групового застосування з відеокамерою, мікрофоном, відеотерміналом, гучномовцями й електронними блоками; додаткове устаткування (документальну відеокамеру, комп'ютер, додаткові відеокамеру, мікрофон і відеомагнітофон) і супутнє устаткування (відеопроєктор, системи спецосвітлення й звукопідсилення). Залежно від призначення й цілей застосування робочого місця користувача додаткове й супутнє устаткування використовують у різній комплектації..

Вимоги до розміщення устаткування й людей

Розміщення устаткування й людей – користувачів системи ВК – повинне відповідати ряду суперечливих вимог, частина з яких нормована. По-перше, повинні бути виконані норми МСЕ-Р (сектора Р Міжнародного союзу електрозв'язку) і ЄСВ (Європейського союзу віщання), пропоновані до умов перегляду відеоматеріалу й прослуховуванню звукового матеріалу, по-друге, – технічні вимоги розміщення кожного з видів устаткування, по-третє, враховані норми СНіП у частині електро- і пожежобезпеки. Параметри приміщення й умови розміщення устаткування й людей підлягають розрахунку з урахуванням наступних норм і документів:

- співвідношення сторін приміщення – відповідно до «благозвучного» співвідношеннями Болта [1, 2];
- обсяг приміщення й час реверберації – відповідно до норм МСЕ-Р (МККР) серії BS [3, 4] і вимогами ЄСВ [5];
- мінімальна відстань гучномовців термінала ВК від задньої стіни й розташування людей щодо гучномовців – відповідно до вимог МЕК [6] і МСЕ-Р [3, 7];
- шумові характеристики приміщення – відповідно до норм МСЕ-Р і ЄСВ [2, 3, 7];

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

– розташування людей щодо екрана відеомонітора – відповідно до вимог рекомендацій МСЕ-Р серії ВТ [8 -10];

– розміщення людей щодо стін приміщення – відповідно до вимог СНіП [11-13], а також з урахуванням вимог, пропонованих до висвітлення тла при відеозйомці.

Вимоги до розмірів приміщення визначаються з урахуванням акустичних вимог до часу реверберації, частотній характеристиці й раннім відбиттям [5, 7].

Оптимальне планування робочого місця досягається на підставі інженерного розрахунку. В випадку розміщення учасників відеоконференції в залі використовують додаткове й супутнє устаткування. Основну відеокамеру, установлену звичайно на відеотерміналі, направляють убік доповідача на трибуні, а додаткову – у зал. Відеотерминал розташовують поблизу доповідача й оператора ВК, щоб вони могли стежити за зображенням. Зображення для учасників у залі проектується на екран. Для них у залі встановлюють додаткові мікрофони й передбачають систему звукопідсилення. Для забезпечення правильної передачі кольору в залах використовують систему спецосвітлення.

Особлива увага варто приділяти акустиці приміщень. Акустична обробка поверхонь стін, стелі й підлоги повинна бути такою, щоб запобігти раннім відбиттям звуку, видаваного учасниками й вихідного від гучномовців. Авторіві доводилося зіштовхуватися з випадками, коли через зневагу акустичними вимогами помилка в наведенні відеокамери на робочому місці користувача ВК перевищувала 200. При цьому камера наводилася не на промовця, а на його сусіда. Для проведення групових відеоконференцій на основі передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM важливо ретельно проробити світлотехнічні рішення. Так, колірна температура штучних джерел світла в залі повинна бути однаковою щоб уникнути порушення передачі кольору.

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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.

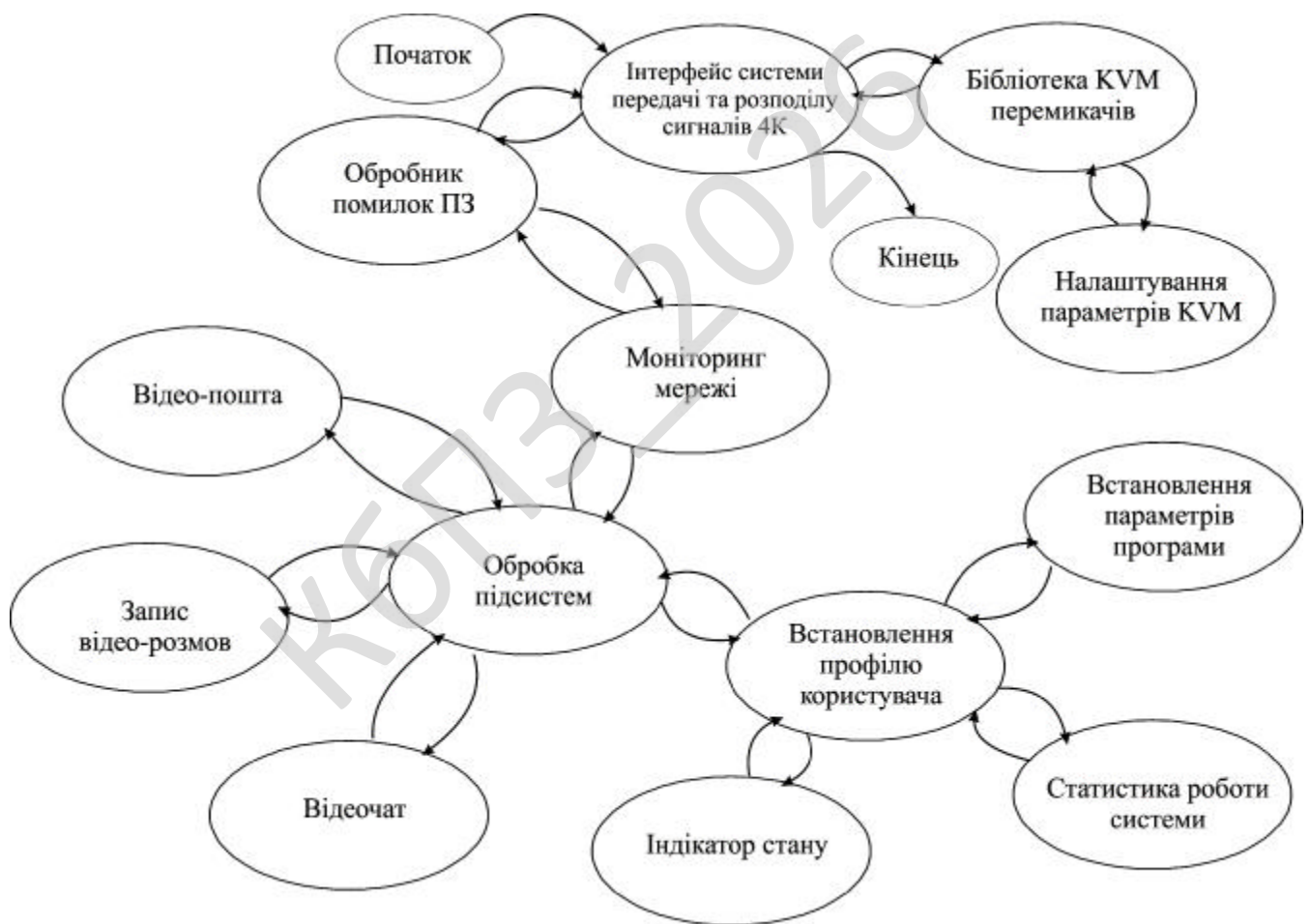


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

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.

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

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

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

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

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

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

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

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

На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми, на рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми.

З яких видно що робота основної програми складається з початкових етапів ініціалізації ПЗ, перевірки наявності ресурсів системи, блоку початку основного циклу з чеканням запиту від користувача в якому відбувається виклик підсистеми та останньої стадії – перевірка поточного стану з завершенням роботи розробленого ПЗ. При роботі підпрограми виконується основний функціонал системи з циклічними послідовностями, перевіркою поточного стану та поверненням в основну програму прапорів стану виконання.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

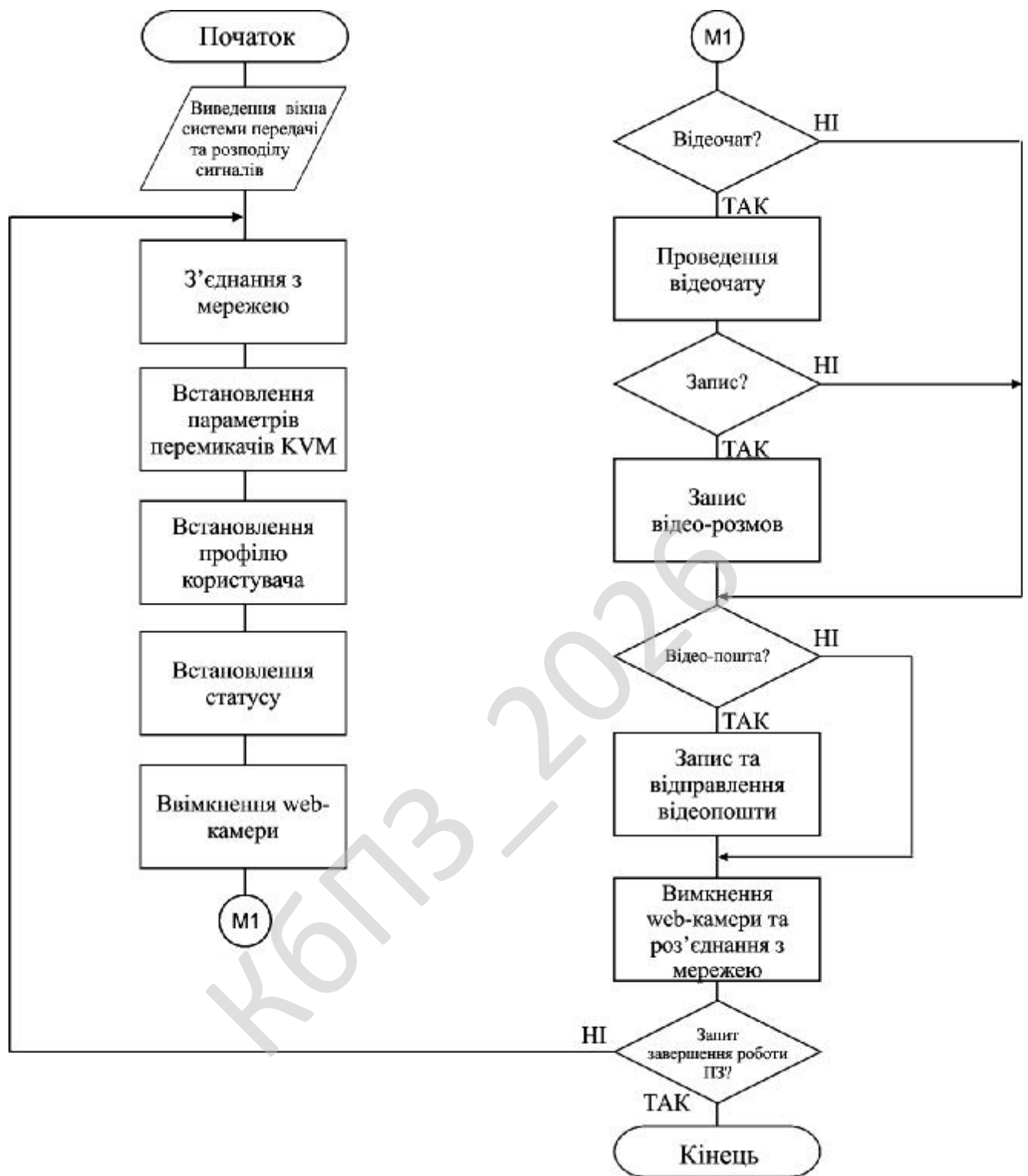


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

Архітектура клієнт-сервер є одним із архітектурних шаблонів програмного забезпечення та є домінуючою концепцією у створенні розподілених

мережних програм і передбачає взаємодію та обмін даними між ними. Вона передбачає такі основні компоненти:

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

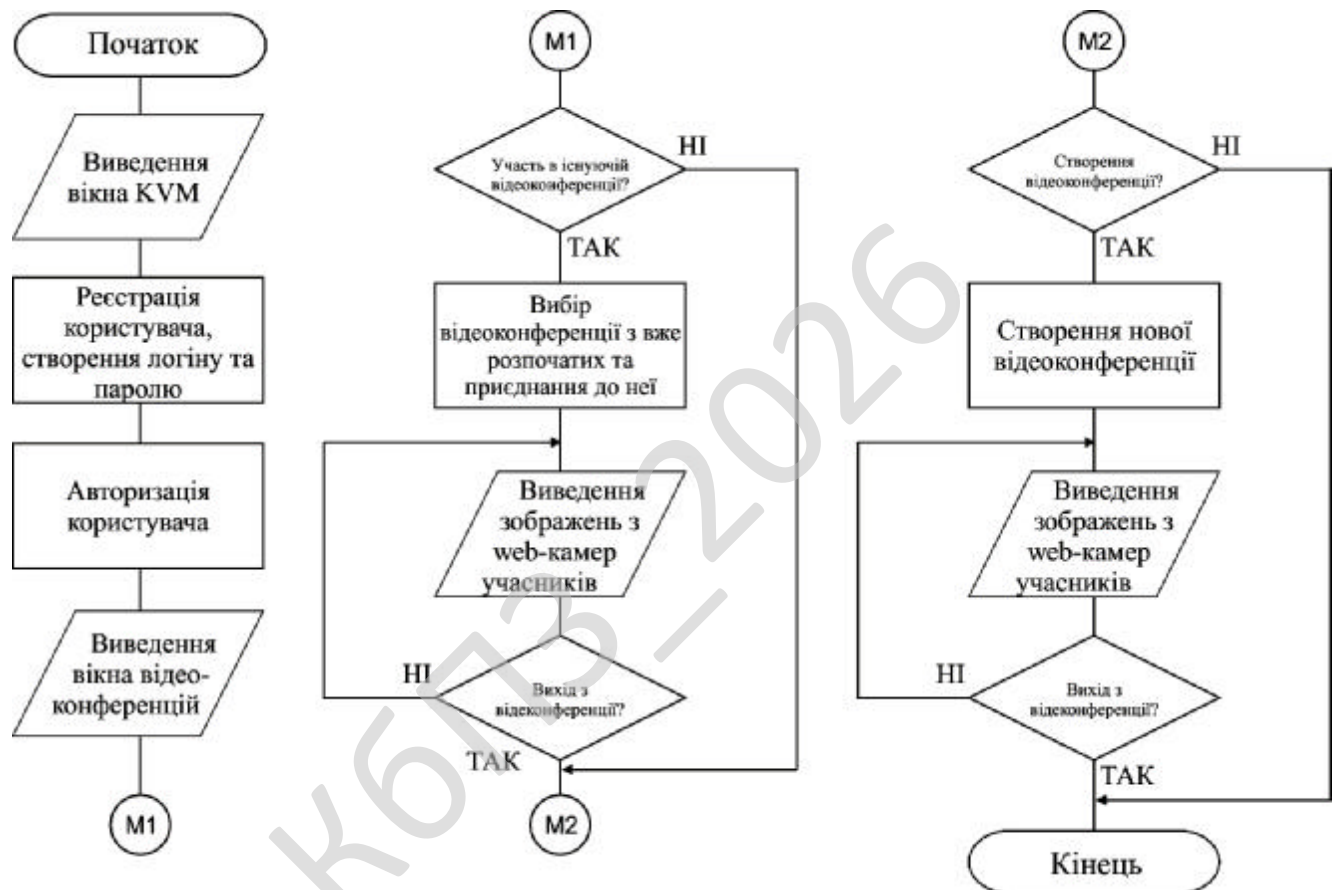


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

Сервери є незалежними один від одного. Клієнти також функціонують паралельно і незалежно один від одного. Немає жорсткої прив'язки клієнтів до серверів. Більш ніж типовою є ситуація, коли один сервер одночасно обробляє запити від різних клієнтів; з іншого боку, клієнт може звертатися то до одного

сервера, то до іншого. Клієнти мають знати про доступні сервери, але можуть не мати жодного уявлення про існування інших клієнтів.

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

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

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

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

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

- модель тонкого клієнта, в рамках якої вся логіка ПЗ та управління даними зосереджена на сервері. Клієнтська програма забезпечує тільки функції рівня представлення;

– модель товстого клієнта, в якій сервер тільки керує даними, а обробка інформації та інтерфейс користувача зосереджені на стороні клієнта. Товстими клієнтами часто також називають пристрої з обмеженою потужністю: кишенькові комп'ютери, мобільні телефони та ін.

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

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

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

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

Трирівнева клієнт-серверна архітектура, яка почала розвиватися з середини 90-х років, передбачає відділення прикладного рівня від управління даними. Відокремлюється окремий програмний рівень, на якому зосереджується

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

прикладна логіка ПЗ. Програми проміжного рівня можуть функціонувати під управлінням спеціальних серверів ПЗ, але запуск таких програм може здійснюватися і під управлінням звичайного веб-сервера. Нарешті, управління даними здійснюється сервером даних.

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

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

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

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

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

засоби можуть бути найрізноманітнішими. Так, для створення серверних програм, крім PHP, широко застосовуються Java, Perl, Python, Delphi.

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

Основні функції системи

1. Реєстрація джерел 4K сигналу.
2. Реєстрація дисплеїв та робочих місць..
3. Перевірка стану KVM каналів.
4. Перемикання сигналу між входами та виходами.
5. Контроль конфліктів підключення.
6. Журналювання дій оператора.
7. Формування поточного стану системи.

Основні модулі

1. Модуль керування KVM перемикачем
2. Модуль обліку джерел сигналу
3. Модуль обліку дисплеїв
4. Модуль перевірки доступності каналів
5. Модуль журналювання
6. Модуль інтерфейсу оператора

Архітектура системи

Архітектура має централізований принцип роботи. Оператор через програмний інтерфейс вибирає джерело сигналу та потрібний екран. Програмний модуль перевіряє стан каналу, визначає можливість перемикання, передає команду KVM перемикачу та зберігає результат операції у журналі. Такий підхід зменшує кількість ручних дій, підвищує контроль над розподілом сигналів та дає змогу швидко змінювати конфігурацію відеоінфраструктури.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Розглянемо фрагмент вихідного коду приведених вище дій.

```
import datetime

class KVMController:
    def __init__(self):
        self.sources = {
            "PC_1": "Робоча станція оператора",
            "SERVER_1": "Сервер відеобробки",
            "MEDIA_1": "Медіасервер 4K"
        }
        self.displays = {
            "DISPLAY_1": None,
            "DISPLAY_2": None,
            "DISPLAY_3": None
        }
        self.log = []
    def check_source(self, source_name):
        return source_name in self.sources
    def check_display(self, display_name):
        return display_name in self.displays
    def switch_signal(self, source_name, display_name):
        if not self.check_source(source_name):
            return "Джерело сигналу не знайдено"
        if not self.check_display(display_name):
            return "Дисплей не знайдено"
        self.displays[display_name] = source_name
        event = {
            "time": datetime.datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"),
            "source": source_name,
            "display": display_name,
            "status": "Сигнал перемикачено"
        }
        self.log.append(event)
        return f"Сигнал {source_name} передано на {display_name}"
    def get_system_state(self):
        result = []
        for display, source in self.displays.items():
            if source is None:
                result.append(f"{display} не має активного сигналу")
            else:
                result.append(f"{display} отримує сигнал від {source}")
```

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

```

        return result
    def get_log(self):
        return self.log

#Приклад роботи модуля керування KVM
controller = KVMController()
print(controller.switch_signal("SERVER_1", "DISPLAY_1"))
print(controller.switch_signal("MEDIA_1", "DISPLAY_2"))
for state in controller.get_system_state():
    print(state)
for record in controller.get_log():
    print(record)

```

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Захист розробленого програмного забезпечення буде відбуватися за допомогою Serpent – симетричний блочний алгоритм шифрування, розроблений Россом Андерсоном, Елі Біхамом та Ларсом Кнудсенем. Алгоритм був одним з фіналістів 2-го етапу конкурсу AES. Як і інші алгоритми, які брали участь у конкурсі AES, Serpent має розмір блоку 128 біт і можливі довжини ключа 128, 192 або 256 біт. Алгоритм являє собою 32-раундовий шифр на основі SP-мережі, і працює з блоком з чотирьох 32-бітових слів. Serpent був розроблений так, що всі операції можуть бути виконані паралельно, використовуючи 32-а 1-бітних «потоків».

При розробці Serpent використовувався консервативніший підхід до безпеки, ніж у інших фіналістів AES, проектувальники шифру вважали, що 16 раундів достатньо, щоб протистояти відомим видам криптоаналізу, але збільшили число раундів до 32, щоб алгоритм міг краще протистояти ще не відомим методам криптоаналізу.

Шифр Serpent не запатентований і є громадським надбанням.

Алгоритм створювався під гаслом «криптографічний алгоритм 21 століття» для участі в конкурсі AES. При створенні нового алгоритму Serpent його автори дотримувалися консервативних поглядів на проектування, що підтверджується первісним рішенням про використання таблиць підстановки з

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

відомого багато років раніше алгоритму шифрування DES, який протягом довгого часу вивчався провідними фахівцями в області криптографії та захисту інформації і чиї властивості і особливості були добре відомі науковому світу. Одночасно з цим до нового алгоритму міг бути застосований вичерпний аналіз, вже розроблений для DES.

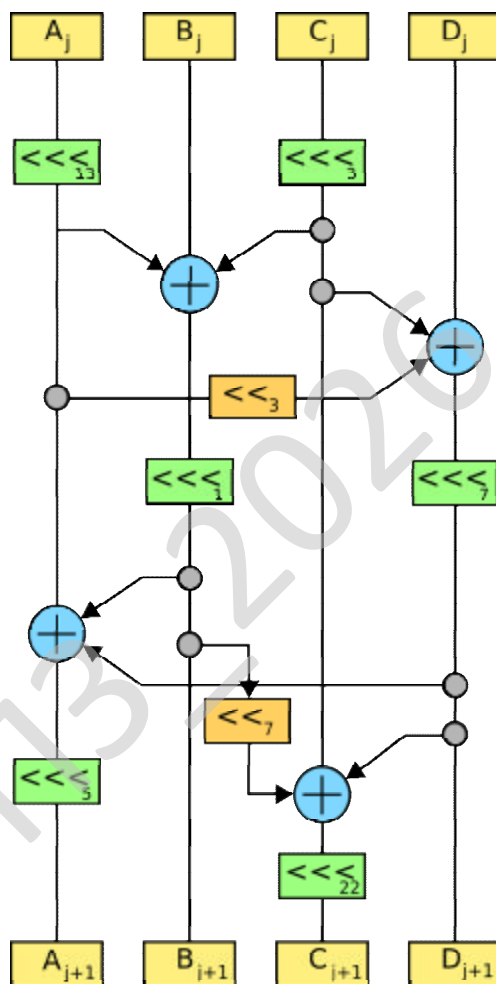


Рисунок 4.3 – Структура алгоритму Serpent

Не використовувалися нові, неперевірені і невипробувані технології при створенні шифру, який у разі прийняття був би використаний для захисту величезних масивів фінансових транзакцій та урядової інформації. Основною вимогою до учасників конкурсу AES було те, що алгоритм-претендент повинен бути швидшим, ніж 3DES, і надавати як мінімум такий же рівень безпеки: він

повинен мати блок даних довжиною 128 біт і ключ завдовжки 256 біт. 16-раундовий Serpent був би таким же надійним, як 3DES, але в два рази швидшим. Однак, автори вирішили, що для більшої надійності варто збільшити кількість раундів до 32. Це зробило шифр таким же швидким, як DES, і набагато надійнішим, ніж 3DES.

Структура алгоритму

Алгоритм Serpent є SP-мережею, у котрій весь блок даних довжиною 128 біт на кожному раунді розбивається на 4 слова довжиною 32 біти. Всі значення, що використовуються при шифруванні є бітовими потоками. Бітові індекси змінюють значення від 0 до 31 для 32-бітових слів, від 0 до 127 – для 128-бітових блоків та від 0 до 255 для 256-бітових ключів тощо. Для внутрішніх обчислень всі біти величин представлені в прямому порядку (little-endian).

Serpent шифрує відкритий текст P довжиною 128 біт в шифротекст C довжиною таких же 128 біт за 32 раунд за допомогою 33 підключів $K\{0\}, \dots, K\{32\}$, довжиною 128 біт. Довжина використовуваного ключа може приймати різні значення, але для конкретики зафіксуємо їх довжину в 128, 192 або 256 біт. Короткі ключі довжиною менше 256 біт доповнюються до повної довжини в 256 біт.

Шифрування складається з наступних основних кроків:

- Початкова перестановка.
- 32 раунд, кожен з яких складається з операції змішування з 128-бітовим ключем (побітове логічне виключаюче «або»), таблична заміна (S-box) і лінійне перетворення. В останньому раунді лінійне перетворення замінюється додатковим накладанням ключа.
- Кінцева перестановка.

Початкова і кінцева перестановки не мають будь-якої криптографічного значущості. Вони використовуються для спрощення оптимізованої реалізації алгоритму і підвищення обчислювальної ефективності.

Розширення ключа

Як і інші алгоритми, що брали участь в конкурсі AES, Serpent має можливі довжини ключа 128, 192 або 256 біт. «Неповний» ключ довжиною менше 256 біт доповнюється за наступним правилом: додається одиничний біт справа, за ним слід стільки нульових бітів, щоб довжина ключа стала дорівнює 256 бітам.

Початкова перестановка IP

Дана перестановка IP задається таблицею, де вказується позиція, на яку перейде відповідний біт (наприклад, біт 1 перейде на 32 позицію):

S-бокси (таблиці замін)

В алгоритмі Serpent таблиці замін є 4-бітовими перестановками з властивостями стійкості до диференціального криптоаналізу, до лінійного криптоаналізу і такою властивістю, що порядок вихідних біт, як функції вхідних повинен бути максимальний, тобто бути рівним 3.

Таблиця підстановки генерується з відомих і добре вивчених таблиць для алгоритму DES в ітераційному процесі, поки не будуть отримані бажані диференціальні й лінійні властивості. Таким чином, створюється 8 таблиць підстановки.

Лінійне перетворення LT

Лінійне перетворення LT задається таблицею, де біти перераховані від 0 до 127 (наприклад, вихідний 2 біт утворений 2, 9, 15, 30, 76, 84, 126 битами, складеними за модулем 2). В кожному рядку описується 4 вихідних біти, які разом складають вхідні дані на одну таблицю замін в наступному раунді. Варто зазначити, що даний набір являє собою таблицю $IP(LT(FP(x)))$, де LT і є те лінійне перетворення.

Таблиця зворотного лінійного перетворення, яке використовується при розшифровці ILT.

Кінцева перестановка FP

Дана перестановка є зворотною до початкової, тобто $FP=IP^{-1}$ і задається наступною таблицею.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Ефективна реалізація алгоритму

Бажання авторів зробити алгоритм саме таким, яким він є стає зрозумілим при розгляді його ефективної низькорівневої реалізації.

Serpent був створений таким чином, щоб всі операції в процесі шифрування і розшифрування одного блоку могли бути виконані паралельно в 32 потоках. До того ж низькорівневий опис алгоритму набагато простіший, ніж стандартний опис. Ніяких початкових і кінцевих перестановок не потрібно.

Шифрування складається з 32 раундів. Відкритий текст є першими проміжними даними $V_0 = P$. Потім виконується 32 раунди, кожен i -й раунд складається з:

- Змішування з ключем. Проводиться побітове виключаюче «або» проміжних даних V_i з ключем довжиною 128 біт.

- Застосування таблиць підстановки. Вхідні дані довжиною 128 біт поділяються на 4 слова по 32 біта. Таблиця підстановки, реалізована послідовністю логічних операцій (як якщо це було б реалізовано апаратно), застосовується до цих 4 слів. В результаті виходить 4 вихідних слова. Таким чином, центральний процесор виконує підстановку по 32 копії таблиці одночасно.

- Лінійне перетворення. 32-бітові слова перетворюються заданим порядком.

Першою причиною вибору такого лінійного перетворення є максимізація лавинного ефекту. Такі таблиці підстановки мають властивість, що зміна кожного вхідного біта призведе до зміни 2 вихідних бітів. Таким чином, кожен вхідний біт відкритого тексту вже через 3 раунди впливає на всі вихідні біти. Аналогічно кожен біт ключа впливає на результат шифрування.

Друга причина полягає в простоті перетворення. Воно може бути реалізоване на будь-якому сучасному процесорі з мінімальними витратами.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблене у бакалаврської дипломної роботі програмне забезпечення системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

- Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші.
- Розділу обрання групи – формату відео сигналу.
- Вибір відео режиму.
- Розділу виведення результату роботи системи – відокремлене вікно, потокового мультимедіа зображення.
- Функції представлені у графічному вигляді (іконки).

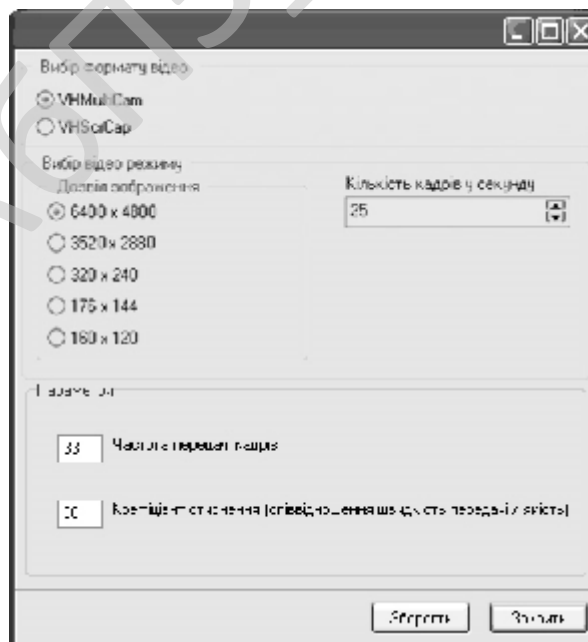


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

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.

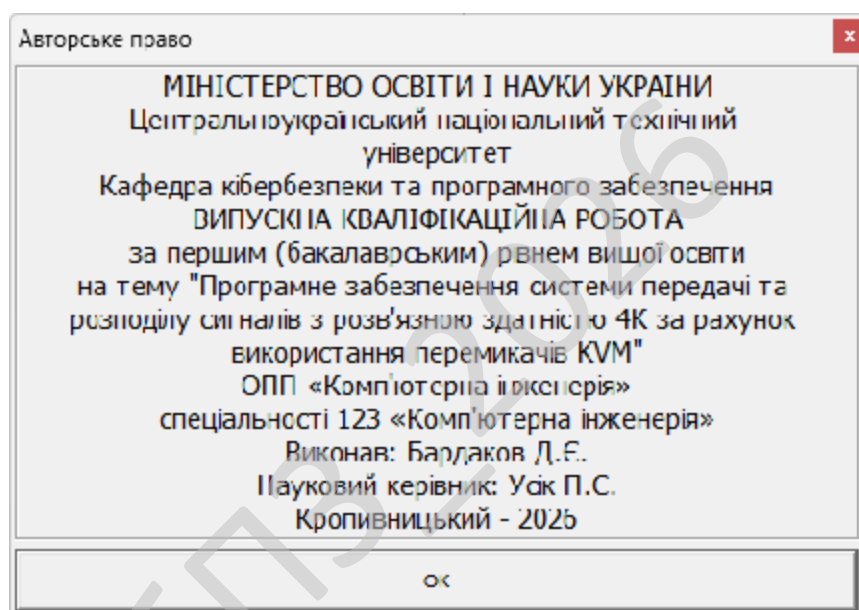


Рисунок 5.2 – Авторське право

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

До діяльностей пов'язаних із розгортанням програмного забезпечення відносять:

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

При впровадженні програмного забезпечення потрібно урахувати наступні дії:

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

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

– Виконання робіт з загальної стандартизації існуючої діяльності організації, коли виділяються кращі практики виконання процедур і включаються в ІТ рішення за принципом найбільшої корисності для більшості учасників. Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути 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).

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

– 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.

Проводилось тестування чорної скриньки.

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

Ці тести демонструють:

– Як виконуються функції програми.

– Як приймаються вихідні дані.

– Як виробляються результати.

– Як зберігається цілісність зовнішньої інформації.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

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

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

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

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

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

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

Будь-який спосіб тестування «чорної скриньки» повинен:

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

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

Тестування «чорної скриньки» забезпечує пошук наступних категорій помилок:

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

– Помилки ініціалізації та завершення.

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

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

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.
- Досліджена система передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4К за рахунок використання перемикачів KVM.

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-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

системи передачі та розподілу сигналів з розв'язною здатністю 4K за рахунок використання перемикачів KVM. 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 Serpent.

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-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. Introduction to Algorithms. The MIT Press. 2022 1677 p.
2. Will Grant. 101 UX Principles. Packt Publishing. 2022. 432 p.
3. Nathan Metzler. Kotlin Programming for Beginners. Independently published. 2021. 158 p.
4. Henry Lloyd. Interactive Computer Graphics. States Academic Press. 2022. 247 p.
5. Ranjan Parekh. Fundamentals of Image, Audio, and Video Processing Using MATLAB®With Applications to Pattern Recognition. CRC Press. 2021. 406 p.
6. Alasdair McAndrew. A Computational Introduction to Digital Image Processing. Chapman & Hall. 2021. 560 p.
7. Михайло Пічугін, Іван Канкін, Володимир Воротніков Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / Центр навчальної літератури 346 с. 2019р.
8. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
9. 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.
10. 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.
11. Kopf, Johannes and Lischinski, Dani. Depixelizing Pixel Art (англ.) // ACM Trans. Graph. – 2011. – Vol. 30, no. 4. – P. 99:1--99:8.
12. Giachetti, Andrea and Asuni, Nicola. Real-Time Artifact-Free Image Upscaling (англ.) // Trans. Img. Proc.. – 2011. – Vol. 20, no. 10. – P. 2760—2768.
13. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

14. 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
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
21. 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,
22. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh

					ВКРБ-123.26.0004.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

«Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.

23. 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>

24. 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.

25. 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.

26. 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.

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

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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.

37. 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.

38. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019,

39. 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.

40. 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.

41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. 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.

45. 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.

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

47. 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.

48. 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.

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

50. 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.

51. 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.