

”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 мережевого інформаційного
простору об’єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та
повідомлень”**

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-22-1
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Ніколаєв О.О.
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
доктор технічних наук, професор
_____ Коваленко О.В.
« ____ » _____ 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

Ніколаєву Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Програмне забезпечення системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень

2. Керівник роботи Коваленко Олександр Володимирович, докт. техн. наук, професор

(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 мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень

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

Коваленко О.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Ніколаєв О.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ніколаєв О.О. Програмне забезпечення системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень. 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 мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

Метою розробки є програмне забезпечення системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

Результат роботи – програмна реалізація системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

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, мережевий інформаційний простір

ABSTRACT

Nikolaiev O.O. Software for the network information space system combining video, audio, Web-streaming and messages. 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 network information space system combining video, audio, Web-streaming and messages.

The purpose of the development is the software for the network information space system combining video, audio, Web-streaming and messages.

The result of the work is the software implementation of the network information space system combining video, audio, Web-streaming and messages.

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

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

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

The program is developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, network information space

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	9
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	9
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	21
2.3 Розгорнута постановка завдання	25
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	27
3.1 Опис функціонування системи	27
3.2 Розробка структурної схеми.....	30
3.3 Розробка функціональної схеми	36
3.4 Розробка діаграми процесів.....	38
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	41
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	41
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	59
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	61
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>Програмне забезпечення системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
<i>Розроб.</i>	Ніколасв О.О.					Б	1	75
<i>Перев.</i>	Коваленко О.В.							
<i>Н.контр.</i>	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-І		
<i>Затв.</i>	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ВКЗ – відео-конференц-зв'язок

КС – комп'ютерна система;

ООП – об'єктно-орієнтоване програмування;

ОС – операційна система;

ПЕОМ – персональна електронно обчислювальна машина;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

СМБ – середній та малий бізнес

DS – DirectShow мультимедійне розширення Microsoft;

TrF1 – TranformFilter -Трансформ-фільтр;

RnF1 – RendererFilter – Рендер-фільтр;

SourceFilter – SourceFilter – Фільтр джерела;

IC – Intelligent Connect – інтелектуальне з'єднання;

DSP – бібліотека компонентів для розробки мультимедійних програм;

VWINDOW – вертикальна синхронізація;

HWINDOW – горизонтальна синхронізація;

PLL – Цикл Блокування Стадії;

UC – уніфіковане співробітництво

USB – Universal Serial Bus – універсальна послідовна шина;

URL – universal resource locator – локатор ресурсів інтернет;

HTML – мова розмітки гіпертекстових документів;

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Актуальність теми. Що робити, якщо найдорожча технологія для вашої кімнати для переговорів насправді є найбільшою перешкодою для продуктивності? До 2026 року успіх забудованого середовища вимірюватиметься не маркою обладнання на стіні, а тим, наскільки непомітно технологія служить людині, яка її використовує. Ви, ймовірно, відчували розчарування від офісного приміщення вартістю 30000 долларів, яке відмовляється здійснити простий дзвінок або змушує віддалених колег почуватися громадянами другого сорту. Це поширена больова точка. Реактивні закупівлі обладнання залишили багато українських організацій у пастці циклу прив'язки до постачальника та поганого впровадження користувачами. Перехід на проактивну стратегію відеоконференцій зараз є єдиним способом забезпечити актуальність вашого робочого місця.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

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

- Огляд існуючих систем мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.
- Дослідження системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.
- Програмна реалізація системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Концепція huddle rooms, що з'явилася у зв'язку зі змінами умов праці, заслуговує на окрему увагу. У її основі – простота й зручність використання, при цьому мається на увазі, у всякому разі в західному світі, що подібні кімнати будуть створюватися не тільки усередині компаній, але й у громадських місцях – у торгово-розважальних центрах, аеропортах, вокзалах і т.д.

Це пов'язане з тим, що усе більше людей стануть працювати поза офісами у віддаленому режимі. У розвинених країнах готується масштабний проект по створенню великої кількості суспільних переговорних, де буде потрібно встановлювати велика кількість специфічного устаткування. Воно мабуть, з одного боку, досить надійним і що дозволяє реалізувати основні функції, а з інший, фінансово доступним для масового впровадження.

Існує рішення, що при необхідності дозволяє перетворити будь-яке приміщення, наприклад приймальню в нашій офісі, у переговорну. Інтерес до цих рішень росте й на українському ринку. На жаль, він занадто консервативний (втім, це ставиться не тільки до нього), і буде потрібно ще час, щоб таке устаткування стали купувати.

Пари років тому дійсно створювалося відчуття, що ринок рішень телеприсутності вмирає. Однак і в Європі, і в Україні він став знову рости.

Існує рішення іммерсивного телеприсутності RPX, що, як тоді було прийнято говорити, дозволяло організовувати сеанси ВКЗ із ефектом повного занурення.

Щодо цього Immersive Studio Flex відрізняється від RPX. Часи міняються, з'являється новий функціонал і нові можливості – наприклад, підтримка 4K, 3D Voice і т.д. Ефекти повної присутності, як було раніше, уже ні, хоча й по об'єктивних причинах: більше затребуваної виявилася якісна передача контенту.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Device Management Services є розвитком рішення, що дозволяє здійснювати адміністрування й керування великими телефонними мережами (а надалі не тільки телефонними мережами). Це серйозна проблема для великих операторів зв'язку, і раніше або пізніше попит на подібний інструмент сформується й в Україні.

Адміністрування всіма кінцевими точками (телефонами й відеотелефонами) у великій мережі – досить складне завдання. У нас є великі інсталяції, підтримкою яких займаються велика кількість людей. У цьому зв'язку питання про спрощення адміністрування територіально розподілених мереж постійно піднімався нашими замовниками. І тепер таке рішення з'явилося.

Споконвічно система дозволяла управляти тільки телефонами, але ми плануємо розширити її, щоб забезпечити керування й відеотерміналами, причому устаткування може бути не тільки наше.

1.2 Область застосування

В Україні 70-80% сервісів телефонного зв'язку як і раніше базуються на внутрішніх системах (on premise), а хмарних провайдерів послуг телефонії не так багато. Як людина, що прийшов на ринок ВКЗ із цього миру, я довго намагався відповісти на запитання, чому хмарна телефонія не одержала в нас такого ж поширення, як у ряді інших країн, але до однозначного виводу не прийшов, можливо, його й не існує.

Швидше за все, це результат дії відразу декількох факторів: і вплив нашої своєрідної економічної ситуації, оскільки на ринку переважають великі компанії, які воліють мати свою інфраструктуру, і відносна нечисленність активних гравців у сегменті малого й середнього бізнесу (в усьому іншому світі саме вони є користувачами таких рішень).

Що стосується відео, перспектив відходу ВКЗ у хмари в найближче три-п'ять років я не бачу.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

У силу різних причин контент зараз скрізь виходить на перше місце – це стосується як систем телеприсутності, про що ми вже говорили, так і кімнатних систем. Тому все, що пов'язане з передачею контенту, перебуває у фокусі інтересів компанії: користувачі хочуть одержати високу якість відтворення й багато додаткових функцій для роботи з контентом, і всі виробники намагаються задовольнити ці потреби шляхом випуску нових рішень.

Число замовників, які допускають розгортання віртуалізованих рішень у своїх або сторонніх центрах обробки даних, безумовно, росте, у тому числі в нашій країні. Багато компаній ніколи на це не підуть. Насамперед, як ми вже не раз говорили, мова йде про великі компанії: вони завжди будуть створювати свою інфраструктуру, причому саме «залізу», щоб максимально забезпечити надійність своїх систем.

Ми не намагаємося дати оцінку, позитивний це процес для нашої компанії або негативний, оскільки він неминучий. Замовники завжди вибирають те, що простіше, що дозволить їм заощадити ресурси й обійдеться дешевше. Так було й буде завжди. Із цього погляду софтверизація є домінуючою тенденцією в ІТ – не тільки у ВКЗ. Якщо в 90-е роки співвідношення між «залізом» і софтом найчастіше становило 80/20, то зараз це вже не так, причому у всіх областях: у серверній інфраструктурі, телефонії, передачі даних і т.д.

Може бути, це вже не настільки актуально, але економія завжди буде залишатися одним зі стимулів до впровадження рішень ВКЗ. Кандидати на вакантні посади в різних компаніях все більше значення надають зручності використання й вільному вибору умов праці.

Якщо раніше всі цікавилися винятково зарплатою, а інше було по великому рахунку неважливо, то зараз людям потрібні гнучкий графік, можливість роботи з будинку й т.д. Я думаю, що зручність відповідних сервісів буде багато в чому визначати розвиток нашої індустрії.

Запит на підтримку засобів для спільної роботи росте. На Заході вони розглядаються в якості одного з деяких драйверів, що залишилися, підвищення

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

продуктивності праці. Тому компанії будуть впроваджувати нові інструменти для підвищення ефективності взаємодії й співробітництва, та й держави стануть стимулювати впровадження подібних систем.

Якщо повернутися до наших українських реалій, попит на відео-конференц-зв'язок стабільно росте. Ми впливаємо у фарватері тих трендів, які формуються на західних ринках, хоча, можливо, і з деякими обмеженнями.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

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

Polycom RealPresence Desktop for Windows and Mac OS X

Софтовий клієнт для відеозв'язку з якістю відео до 1080p і передачею контенту.

- Безкоштовний 30-ти денний пробний період дозволяє перевірити всі можливості програми Polycom RealPresence Desktop.
- Простота використання – установите програму й миттєво зв'яжитесь з колегами по відеозв'язку простим натисканням кнопки.
- Універсальність – є версії для Windows і Mac OS X.
- Висока якість – передача відео з дозволом до 720p, а прийом до 1080p.
- Гнучкість – підтримка протоколів H.323 і SIP, можна зв'язуватися з будь-якими системами відео-конференц-зв'язку різних вендорів.
- Мобільність – залишайтеся завжди на зв'язку, перебуваючи в офісі або в шляху.
- Зручність – українськомовний інтерфейс, керування віддаленою камерою, передача контенту (демонстрація робочого стола).

Polycom RealPresence Desktop – це програмне забезпечення для відеоконференцій, орієнтоване на корпоративних користувачів. Коли ви перебуваєте далеко від конференц-залу, ви можете скористатися додатком для відеозв'язку на своєму ноутбучі або ноутбучі. RealPresence Desktop сполучить простоту використання, найвища якість, сумісність на основі передових галузевих стандартів, високу масштабованість і централізоване керування. RealPresence Desktop надає зручний і привабливий інтерфейс, можливість

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

подзвонити всього лише одним кличем миші; із цим додатком вам простіше приєднатися до відеовиклику, у порівнянні зі звичайною телеконференцією, що використовує голосовий зв'язок. RealPresence Desktop забезпечує найвищу якість відео, аудіо й контенту, незалежно від того, чи перебуваєте ви в офісі або в шляху. Запатентоване ПЗ Polycom не тільки забезпечує захист потоку відеоданих, але також шифрує його й автоматично коректує потік залежно від завантаженості мережі.

Ваша організація негайно починає окупати інвестиції за рахунок найширшої заснованої на стандартах сумісності з технологіями SVC/AVC. Гнучкі відео-рішення забезпечують оптимальні зручні умови для відео-співробітництва без додаткових зусиль із боку користувача. ІТ-адміністратори у вашій компанії максимізують використання відео-ресурсів за рахунок гнучкої сумісності терміналів багатобічного зв'язку.

Polycom RealPresence Desktop надає вашому ІТ-директорові інструмент для організації відео-співробітництва на основі широкого набору галузевих стандартів. Застосунок сумісний із заснованими на стандартах відеотерміналами як на базі застосунків, так і базі апаратних систем відео-співробітництва, що дозволяє негайно почати окупати інвестиції. Застосунок легко розвертається і ним легко управляти: його можна попередньо настроїти й установити безпосередньо з Polycom RealPresence Resource Manager. Централізована установка дозволяє уникнути складного налаштування на стороні користувача й прогнозувати пропускну здатність мережі, а також забезпечує наявність надійних записів про виклики для обліку й майбутнього планування.

RealPresence Desktop підтримує широкий спектр моделей розгортання. Ваша організація може почати з використання всього однієї ліцензії, і, установивши RealPresence Resource Manager, при необхідності нарощувати їхню кількість аж до 10 000, у такий спосіб ефективно управляючи витратами.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Що робити якщо при з'єднанні чорний екран, не проходить відео / звук, або дзвінок?

Як правило це пов'язане з неправильним налаштуванням портів FireWall. Для безперешкодного проходження відео й аудіо-трафіку необхідно настроїти порти вашого роутера або іншого мережного пристрою в такий спосіб. Також на неправильну роботу програми можуть впливати антивірусне ПЗ.

Характеристики

Використовувані стандартні протоколи

– SIP, H.323, LDAP/H.350, HTTPS/XML, AES, H.239, BFCP, H.224/281, H.224, H.245, H.241, H.460, H.235.

Відео

- H.264, H.264 SVC, H.264 High Profile, H.261/H.263+.
- Кодування відео до 1080p/30 кадрів/с.
- Декодування відео до 720p/30 кадрів/с.
- Стандартна USB-камера або убудована камера.
- Віддалене керування камерою (FECC).
- Приватний режим (відключення відео).
- Відказостійкість завдяки функції LPR для відеоданих.
- Режим роботи із двома моніторами.
- Регулювання підсвічування.
- Динамічний вибір відеовходу/виходу.

Аудіо

- G.711U, G.711A, G.719, G.722.1, G.722.1C, G.722, G.728, G.729 Polycom Siren LPR, Polycom Siren 14.
- Повнодуплексний режим.
 - Автоматичне регулювання посилення (AGC).
 - Автоматичне ехоподавлення (AEC).
 - Підтримка стандартної провідної гарнітури.
 - Вибір активного пристрою.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- Відказостійкість завдяки технології Siren LPR.
- DTMF.
- Мікрофони.
- Зниження шуму клавіатури.
- Динамічний вибір відеовходу/виходу.
- Технологія Polycom Acoustic Fence – маскує небажані фонові шуми під час розмови.

– Технологія Polycom NoiseBlock – вирізує всі сторонні шуми (такі як постукування й плескання в долоні, шелест паперу, хрускіт і т.п.).

– Технологія Polycom MusicMode – дозволяє без перекручувань відтворювати живу музику й голос, сприймані мікрофонами. Що поліпшує дистанційне навчання й загальне враження від прослуховування.

- Шумозаглушення.

Контент

- H.239 (H.323), BFCP (SIP).
- Кодування до 720p/5 кадрів/с.
- Декодування до 720p/5 кадрів/с.
- Вікно загального доступу до застосунків.
- Перегляд загального контенту.

Мережа

- Провідні пристрої.
- 10/100 auto NIC (RJ45).
- Бездротові пристрої.
- WiFi: 802.11 a/b/g/n, 3/4G.

Забезпечення безпеки

- Обхід міжмережевого екрана H.460.
- Кодування медіасигналу (алгоритм AES-128).
- Шифрування SIP-TLS/SRTP SIP.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Пристрої й аксесуари

- USB-камери, убудована веб-камера.
- Гарнітура з розніманням 3,5 мм.
- USB-гарнітура.

Мовна підтримка

Українська, англійська, французька, міжнародний іспанська, японська, китайська (у традиційному й спрощеному написанні), корейська, португальська, казахська, чеська, німецька.

Ліцензування

- Ліцензія на RealPresence Desktop здобувається у вигляді індивідуальної ліцензії або за допомогою реєстрації в Polycom RealPresence Resource Manager.
- Реєстрація в застосунках для керування включає наступні додаткові функції.
 - Microsoft Active Directory.
 - Спрощений набір внутрішніх номерів.
 - Централізоване налаштування.
 - Відновлення програмного забезпечення.

Polycom RealPresence Mobile – застосунок для відеоконференцій зі смартфонів під iOS або Android

- Доступність – скачайте Polycom RealPresence Mobile і користуйтеся ним абсолютно безкоштовно Polycom RealPresence Mobile.
- Простота використання – миттєво зв'яжіться з колегами простим натисканням кнопки, українськомовний інтерфейс.
- Чудова якість – можливість завжди бачити вираження осіб співрозмовників, чути всі нюанси розмови й доносити весь зміст послання до аудиторії.
- Мобільність – залишайтеся на зв'язку, перебуваючи в офісі або в дорозі.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

– Упевненість – будьте впевнені в надійності підключення вашого мобільного застосунку до мережі відеозв'язку, навіть із місць із нестійким широкополосним зв'язком.

– Гнучкість – управляйте системою конференц-залу прямо з вашого особистого iPad, використовуючи саме передове рішення в галузі – SmartPairing.

– Масштабування – розширте вашу відеомережу за допомогою централізованого розгортання, керування й моніторингу.

Розширте охоптя вашої відеомережі, включивши в неї користувачів мобільних пристроїв, і взаємодійте віч-на-віч зі своїми колегами й клієнтами, незалежно від місцезнаходження.

Застосунок Polycom RealPresence® Mobile – це клієнтський застосунок для мобільних пристроїв, що підтримує можливість організації нарад «на ходу». Захопливість і реалістичність роботи забезпечується повноцінної заснованої на стандартах відеозв'язком замість простого голосового зв'язку. Тепер у вас є доступ до інструментів для відео-співробітництва на вашому смартфоні або планшеті на базі Android, у будь-якій точці світу. Зустрічайтеся з колегами або замовниками віч-на-віч, працюючи разом над створенням контенту прямо на вашому мобільному пристрої. Завдяки інноваційній системі Polycom SmartPairing, ви можете повністю контролювати роботу кімнатної системи конференц-зв'язку прямо з вашого особистого планшета.

Представте наступну ситуацію: ви направляєтеся в конференц-зал, щоб взяти участь у відеоконференції. По шляху ви приймаєте на своєму планшеті терміновий відеовиклик від вашого керуючого виробництвом з Німеччини. Він повідомляє вас, що на виробничій лінії є проблема, що вимагає вашого негайного втручання. Під час розмови вам потрібно переглянути останні технічні вимоги, а також надати іншим членам команди доступ до цих документів. Ваше відео-співробітництво ще триває, коли ви підходите до конференц-залу. Простим жестом, провівши пальцем по поверхні сенсорного екрана, ви переводите мобільний відеовиклик на систему відеозв'язку конференц-залу. Ви

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

використовує інноваційну технологію Polycom SmartPairing™, щоб перевести мобільний відеовиклик на систему відеозв'язку конференц-залу, і використовує свій планшет для бездротового керування цією системою.

Корпоративним користувачам потрібні інструменти для організації надійного, високоякісного й безпечного відео-співробітництва, у процесі якого забезпечується практично такий же рівень зручності, до якого вони звикли, користуючись відеозв'язком у конференц-залі. Запатентовані технології компанії Polycom, такі як Constant Clarity™, а також строге дотримання галузевих стандартів гарантує, що мобільний відеозв'язок буде працювати в будь-якій доступній бездротовій мережі. На відміну від конкуруючих застосунків, у яких можуть спостерігатися проблеми з підключенням у мережах з обмеженою смугою пропускання, застосунок RealPresence Mobile гарантує якість викликів без додаткових дій з боку користувача.

Засноване на галузевих стандартах, програмне забезпечення RealPresence Mobile дозволяє легко підключатися більш ніж до двох мільйонів систем відео-конференц-зв'язку, розгорнутих у світі. При спільному використанні з рішеннями на платформі Polycom RealPresence®, ви можете з легкістю організовувати багатобічні виклики, у повному обсязі беручи участь в обговоренні й навіть бачити матеріали, демонструємі на нараді. Завантажте безкоштовний застосунок на свій смартфон або планшет на базі Android і з легкістю підключайтеся до мережі пристроїв з підтримкою відеозв'язку, де б ви не перебували.

Характеристики

Користувальницький інтерфейс

- Polycom SmartPairing (iPad).
- Мультисенсорний інтерфейс для керування на основі жестів.
- Екранна віртуальна клавіатура.
- Перемикання здвоєної камери.
- DTMF.
- Відключення відео й аудіо.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- Власне зображення користувача.
- Керування гучністю.
- Список останніх викликів.
- Список контактів.
- Вибір контенту для відправлення (iPad).

Аудіо

- Кодування.
- G.711u/A, G.722.1C.
- Декодування.
- G.711u/A, G.722.1C.
- Автоматичне регулювання посилення(AGC).
- Автоматичне ехоподавлення (AEC).
- Pluse™ Siren™ LPR.
- Повнодуплексний режим.
- DTMF.

Відео

- H.264, H.264 SVC.
- Кодування.
- До 480 x 352 (15 кадрів/с).
- Декодування.
- До 480 x 352 (30 кадрів/с).
- Вибір камери.
- Приватний режим.
- Відказостійкість.

Контент

- H.263+, H.264.
- Кодування до 720p (4 кадри/с) (.pdf на iPad).
- Декодування до 720p/5 кадрів/с.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Мережні протоколи

- WiFi: 802.11 a/b/g/n.
- 3G/4G.

Периферійні пристрої

- Гарнітура з розніманням 3,5 мм.
- Стереогарнітура Bluetooth®.

Професійні функції

- Доступні з застосунків Plycm® Cnverged Management Applicatin™ (CMA®) 4000/5000 і Plycm RealPresence® Resurce Manager.
- Miersft® Active Directry® за допомогою ПЗ Plycm CMA 4000/5000 або Plycm RealPresence Resurce Manager.
- Однократна авторизація за допомогою перевірки облікових даних користувачів Active Directry.
- Спрощений виклик абонентів за допомогою внутрішніх номерів.
- Потоки мультимедійних даних H.235v3.
- Підтримка стандарту H.323.
- Одержання контенту H.239.
- Одержання контенту BFSP.
- FECC, Керування тиловою камерою (iPad).
- Централізоване налаштування.
- Підтримувані мови: французька, німецька, китайська (у традиційному й спрощеному написанні), японська, корейська, українська, англійська і іспанська.

Інші стандартні протоколи

- Сигнали.
- H.323, SIP.
- Обхід міжмережевого екрана H.460.

Професійні функції доступні тільки тоді, коли пристрої підключені до застосунків Plycm® Cnverged Management Applicatin™ (CMA®) 4000/5000 або Plycm RealPresence® Resurce Manager

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Інтерфейс користувача

- Мультисенсорний інтерфейс для керування на основі жестів.
- Екранна віртуальна клавіатура.
- Перемикання здвоєної камери.
- DTMF.
- Статистичний звіт про виклики.
- Відключення відео й аудіо.
- Власне зображення користувача.
- Керування гучністю.
- Список останніх викликів.
- Список контактів.
- Polycom SmartPairing™ (планшет).
- Функція відправлення контенту (планшети не на базі Tegra-2).

Аудіо

- Кодування.
- G.711u/A, G.722.1C.
- Декодування.
- G.711u/A, G.722.1C.
- Автоматичне регулювання посилення (AGC).
- Автоматичне ехоподавлення (AEC).
- Polycom Siren™ LPR.
- Повнодуплексний режим.
- DTMF.

Відео на пристроях

- H.264.
- Двосторонні виклики.
- Кодування.
- До HD/720p/30 кадрів/с (для задньої камери).

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- До VGA/15 кадрів/с (для передньої камери).
- Декодування.
- До HD/720p/30 кадрів/с.
- Вибір камери.
- Приватний режим.
- Відказостійкість.

Відео (всі інші підтримувані пристрої)

- H.264, H.264 SVC.
- Двосторонні виклики.
- Кодування .
- До 180p/15 кадрів/с.
- Декодування.
- До 480 x 352 (30 кадрів/с).
- Вибір камери.
- Приватний режим.
- Відказостійкість.

Контент на пристроях

- H.264.
- Прийом до 720p/7.5 кадрів/с.

Контент

(всі інші підтримувані пристрої)

- H.263+.
- H.264.
- Прийом до 720p/7,5 кадрів/с.
- Відправлення до 720p/3 кадрів/с (.pdf, тільки планшет).

Мережні протоколи

- WiFi: 802.11 a/b/g/n.
- 3G/4G.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Відказостійкість

- Технологія Polycom Siren™ Lost Packet Recovery.

Периферійні пристрої

- Гарнітура з розніманням 3,5 мм.
- Стереогарнітура Bluetooth®.

Мовна підтримка

- Англійська.

Інші стандартні протоколи

- Сигнали.
- H.323.
- SIP.
- Обхід міжмережевого екрана H.460.

Професійні функції

- Доступні з застосунків Polycom Converged Management Application™ (CMA®) 4000/5000 і Polycom RealPresence® Resource Manager.
- Microsoft® Active Directory®.
- Single Sign-on за допомогою перевірки повноважень користувачів Active Directory.
- Спрощений виклик абонентів за допомогою внутрішніх номерів.
- Потoki мультимедійних даних H.235v3.
- Одержання контенту H.239.
- Одержання контенту BFCP.
- AES-кодування медіа-сигналу.
- SRTP/TLS кодування.
- Централізоване налаштування.

Професійні функції доступні тільки тоді, коли підтримувані пристрої підключені до застосунків Polycom Converged Management Application™ (CMA®) 4000/5000 і Polycom RealPresence® Resource Manager.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

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

- Відкритий вихідний код: це безкоштовно та доступно для подальших покращень, таких як додавання корисних функцій або виправлення помилок.
- Об'єктно-орієнтована: заснована не на функціях, але в об'єктах з певними атрибутами й методами.
- Високий рівень: зручний для людини, а не для комп'ютера.
- Загальне призначення: можна використовувати для створення будь-яких програм.

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

Переваги та недоліки Python

Переваги:

– Її легко читати, вчити та писати. Це мова програмування високого рівня з англійським синтаксисом. Це полегшує читання та розуміння коду. Її дійсно легко зрозуміти і вивчити, тому багато людей рекомендують Python новачкам. Вам потрібно менше рядків коду для виконання того ж завдання в порівнянні з іншими основними мовами, такими як C/C++ та Java.

– Підвищує продуктивність. Це дуже продуктивна мова. Завдяки її простоті розробники можуть зосередитися на розв'язанні проблеми. Їм не

потрібно витрачати багато часу на розуміння синтаксису або поведінку мови програмування. Ви пишете менше коду та виконуєте більше завдань.

– Інтерпретована мова. Python мова, що інтерпретується, а це означає, що вона безпосередньо виконує код по рядку. Якщо сталася помилка, вона зупиняє подальше виконання та повідомляє про її виникнення. Вона показує лише одну помилку, навіть якщо у програмі їх кілька. Це спрощує налагодження.

– Динамічно типізована. Python не визначає тип змінної, доки ми не запустимо код. Вона автоматично надає тип даних, коли відбувається процес виконання. Фахівець може не турбуватися про оголошення змінних та типи даних.

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

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

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

Недоліки:

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

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

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

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

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

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

Застосування Python:

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

– Для візуалізації даних. Візуалізація даних – це окрема частина аналізу даних, яка допомагає нам подавати інформацію, необроблену чи очищену, у більш змістовній формі. Тут Python знову входить у гру, пропонуючи широкий спектр інструментів візуалізації даних. Найпопулярніші з них – matplotlib і

заснований на ній seaborn. Використовуючи їх, ми можемо створювати буквально всі види візуалізації: від найпростіших до складніших.

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

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

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

– Для автоматизації задач/скриптингу. Це відмінний інструмент для написання програм для автоматизації різних завдань, що повторюються. Цей процес називається скриптингом. Зокрема, можна робити скрипти для роботи з файлами та папками. Наприклад, можна створювати, перейменовувати,

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

перетворювати, розділяти, об'єднувати або видаляти файли, перевіряти їх на наявність помилок. Ви також можете використовувати автоматизацію Python для пошуку та завантаження інформації з Інтернету, заповнення та надсилання онлайн-форм та надсилання регулярних повідомлень або електронних листів.

Яким фахівцям потрібно володіти Python:

- Фахівець з даних.
- Аналітик даних.
- Інженер даних.
- Інженер з машинного навчання.
- Журналіст даних.
- Архітектор даних.
- Повний стек веб-розробника.
- Backend-розробник.
- DevOps-інженер.
- Інженер-програміст.

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

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускню кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

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

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

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

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

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

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

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

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

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

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

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Оскільки гібридна робота продовжує розвиватися, вибір правильної системи відеоконференцій у 2026 році – це не просто «підписка на дзвінок», а радше створення безперебійного, професійного досвіду, де б ви не були.

Незалежно від того, чи плануєте ви облаштувати свій домашній офіс, оновити кімнату для переговорів чи підтримувати команду, що зростає, правильне налаштування може помітно вплинути як на якість комунікації, так і на загальну продуктивність.

Ось на що звернути увагу, вибираючи сучасне рішення для відеоконференцій, а також пояснення деяких способів, як новіші системи plug-and-play роблять це простішим, ніж будь-коли.

1. Простота підключення за принципом «підключи та працюй»

У 2026 році складність відійшла в минуле. Найкращі системи відеоконференцій повинні працювати одразу після розпакування, без тривалого встановлення чи ІТ-підтримки.

Шукайте:

- USB-підключення.
- Немає потреби в додатковому програмному забезпеченні.
- Швидке налаштування на кількох пристроях.

Саме це робить колекцію рішень для конференцій справді видатною. Розроблена як лінійка високопродуктивних інструментів для конференцій типу «plug-and-play», вона зосереджена на простоті, доступності та якості, ідеально підходить як для дому, так і для офісу.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2. Високоякісне відео

Чітка візуалізація тепер не підлягає обговоренню. Зернисте або затримуюче відео може підірвати професіоналізм і ускладнити стеження за зустрічами. Зверніть увагу на:

- Роздільна здатність 1080p HD або вище.
- Ширококутний об'єктив для кращого кадрування.
- Гнучке позиціонування камери.

Наприклад, система відеоконференцій HD включає знімну ширококутну камеру 1080p з полем огляду 89°, що дозволяє регулювати положення залежно від вашого простору, що ідеально підходить для перемикання між роботою за столом та дзвінками в невеликих групах.

3. Чудовий звук

Якість звуку, можливо, навіть важливіша за відео, а поганий звук призводить до повторень, розчарування та втрати часу. Ніхто не хоче кожні дві хвилини повторювати: «Вибачте, чи можете ви повторити?», тому зверніть увагу на:

- Кілька мікрофонів (в ідеалі всеспрямованих).
- Придушення луни.
- Технологія зменшення шуму.

Система відеоконференцій HD оснащена чотирма вбудованими різноспрямованими мікрофонами, що забезпечує чітке звучання голосів з різних кутів.

4. Охоплення 360°

У деяких випадках стандартної фронтальної камери може бути недостатньо. Система відеоконференції зв'язку на 360° забезпечує:

- Усіх присутніх у кімнаті видно.
- Розмови здаються більш природними.
- Віддалені учасники залишаються залученими.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Система відеоконференцій 360 – чудовий приклад такої системи наступного покоління. Завдяки повноцінній камері на 360° та відстеженню спікерів на базі штучного інтелекту, вона автоматично фокусується на тому, хто говорить, створюючи набагато динамічніший та інклюзивніший досвід зустрічі.

Він також пропонує чотири різні режими відображення:

- Панорама (повний вид з кімнати).
- Розділений екран (два види на 180°).
- Режим фокусування (ідеально підходить для самотніх дзвінків).
- Сітковий вигляд (відображення з кількох кутів).

5. Сумісність між пристроями та платформами

Ваша система відеоконференцій повинна безперебійно працювати з інструментами, які ви вже використовуєте. Переконайтеся, що вона підтримує:

- Популярні платформи для конференцій (Zoom, Teams, Google Meet тощо).
- Як Windows, так і MacOS.
- Підключення до мобільних пристроїв та планшетів (для гнучкості в дорозі).

Лінійка розроблена з урахуванням цього, пропонуючи сумісність з комп'ютерами, телефонами та планшетами, тому перемикатися між пристроями легко та без зайвих проблем.

6. Портативність та гнучкість

Оскільки гібридний варіант зараз є нормою, портативність є величезним плюсом. Вам може знадобитися переміщатися між:

- Домашній офіс.
- Робоче місце.
- Кімнати для переговорів.
- Коворкінги.

Компактні, легкі системи з мінімальними вимогами до налаштування ідеально підходять.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

7. Інтелектуальні функції

Штучний інтелект відіграватиме більшу роль у сфері технологій конференцій у 2026 році. Такі функції, як відстеження голосу та інтелектуальне кадрування, допомагають зустрічам відчуватися більш природними та менш статичними. Зверніть увагу на:

- Автоматичне відстеження динаміків.
- Інтелектуальне масштабування або кадрування.
- Налаштування звуку в режимі реального часу.

Система відеоконференцій включає в себе розширене відстеження голосу, автоматично фокусуючись на активному співрозмовнику, що особливо корисно під час спільних або швидких обговорень.

8. Співвідношення ціни та якості

Зрештою, вартість все ще має значення. Найкращий баланс систем:

- Продуктивність.
- Довговічність.
- Зручність використання.

Замість того, щоб інвестувати у складні та дорогі налаштування, багато користувачів звертаються до універсальних рішень для конференцій, оскільки вони забезпечують професійні результати за ціною корпоративного рівня.

3.2 Розробка структурної схеми

Сучасна стратегія відеоконференцій – це вже не просто контрольний список обладнання. Це цілеспрямоване узгодження людей, фізичного простору та цифрової інфраструктури для забезпечення безперебійного спілкування між розподіленою робочою силою. Хоча історія відеоконференцій визначалася зернистими дзвінками "точка-точка", ландшафт 2026 року вимагає цілісної екосистеми, яка усуває всі бар'єри для співпраці. Багато організацій досі страждають від «достатньо хороших» аудіовізуальних налаштувань. Цей

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

компроміс є основною причиною сучасних тертя на робочому місці. Коли технічні збої або погана якість звуку переривають потік ідей, бізнес втрачає більше, ніж просто час; він втрачає культурну єдність. Ми спостерігаємо фундаментальні зміни в комерційній нерухомості. Лідери відходять від реактивних ІТ-виправлень до проактивного технологічного проектування. Цей перехід гарантує, що цифрові інструменти будуть вбудовані в план приміщення з першого дня, а не будуть додані як додаткова думка.

Цей стратегічний зсув запроваджує концепцію «Подорожі на робочому місці». У цій моделі технології підтримують кожну точку взаємодії протягом дня працівника. Вона починається з безперешкодного бронювання кімнат і поширюється на інтуїтивно зрозумілий процес приєднання одним дотиком, який відчувається однаково незалежно від розміру кімнати чи її розташування.

Рівність зустрічей: основа UX-дизайну 2026 року

Рівність на зустрічах є еталоном успішної гібридної співпраці. Це практика забезпечення такої ж присутності, видимості та впливу віддалених учасників, як і тих, хто фізично знаходиться в залі засідань. У забудованому середовищі 2026 року просторове аудіо та інтелектуальне кадрування камер перейшли від розкішних доповнень до стратегічних вимог. Ці інструменти усувають когнітивне навантаження, пов'язане зі спробами визначити, хто говорить у переповненій кімнаті.

Досягнення такого рівня паритету вимагає глибокої відданості UX-дизайну. Коли пріоритетом є користувацький досвід, впровадження технологій зростає, а «цифровий розрив» між домом та офісом зникає. Зосереджуючись на високоякісній взаємодії, компанії можуть реалізувати весь потенціал свого людського капіталу та своєї фізичної нерухомості.



Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Основи майбутньої аудіовізуальної інфраструктури

Стійка стратегія відеоконференцій базується на обладнанні, яке залишається гнучким на різних платформах. До 2026 року модель «Принеси свою власну зустріч» (BYOM) стане стандартом на робочому місці. Користувачі очікують, що зможуть зайти в будь-який простір і розпочати дзвінок зі свого власного пристрою без перешкод. Замкненість вашої організації в екосистемі одного постачальника створює ізольовані структури, які перешкоджають співпраці та дратують відвідувачів, які використовують різні платформи.

Мережева інфраструктура має бути готова до стандартної роздільної здатності 4K. Висока паралельність відеотрафіку може паралізувати роботу застарілих систем. Вкрай важливо оцінити ваші ІТ-мережі та послуги, щоб переконатися, що вони можуть обробляти 40% збільшення трафіку високої чіткості порівняно з рівнями 2023 року. Управління пропускнуою здатністю та надійне розгортання Wi-Fi 6E або 7 мають вирішальне значення для запобігання джиттеру під час дзвінків керівництва.

Дизайн середовища диктує продуктивність. Навіть найсучасніша камера зі штучним інтелектом матиме труднощі в приміщенні з надмірною кількістю скла

або поганим освітленням. Високоякісне акустичне оброблення та вертикальне освітлення 500 люкс є невід'ємними для професійної присутності. Технології не можуть виправити фізику; кімната має бути спроектована як для камери, так і для людей у ній.

Масштабованість забезпечує довговічність. Модульні системи дозволяють оновлювати обладнання без необхідності капітального ремонту основної кабельної мережі кожні три роки. Такий підхід відображає гнучкість, необхідну для відеоконференцій, орієнтованих на освіту, де обладнання має адаптуватися до різних педагогічних стилів та коливань кількості користувачів.

Інтеграція технологій розумного будівництва

Дані мають визначати вашу стратегію відеоконференцій. Датчики заповненості та дані про бронювання кімнат показують, як насправді використовуються простори. Наші дані показують, що 70% великих конференц-залів часто зайняті лише трьома людьми. Поеднавши технологію «розумних будівель» з вашим аудіовізуальним обладнанням, ви можете автоматизувати керування середовищем. Це забезпечує миттєве регулювання освітлення та систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря залежно від заповненості в режимі реального часу, створюючи безперебійний користувацький досвід та зменшуючи витрати енергії.

Стандартизація проти кастомізації

Для глобальних офісних портфоліо найефективнішим шляхом є підхід «комплекту деталей». Стандартизація обладнання для 90% ваших кімнат спрощує підтримку та зменшує потребу в численних запасних частинах. Однак, приміщення з високим рівнем впливу, такі як «Ратуша» або «Брифінги керівників», потребують індивідуального підходу. Ці зони потребують спеціалізованого проектування технологій для переговорних кімнат, що дозволяє створювати складні багатокамерні налаштування та забезпечувати високоякісний звук. Якщо ви хочете вдосконалити своє робоче місце, наші консультанти можуть допомогти вам провести аудит вашої поточної нерухомості.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Впровадження: Закупівлі та управління життєвим циклом

Дизайн, орієнтований на постачальників, – це пастка. Виробники надають пріоритет власним екосистемам, що часто призводить до «обгороджених садів», які ускладнюють майбутні інтеграції. Незалежна стратегія відеоконференцій захищає ваші довгострокові інтереси, зосереджуючись на сумісності. Вона запобігає накопиченню технічного боргу, який виникає, коли обладнання купується ізольовано, без урахування ширшого потенціалу.

Структурування тендеру на технологічні послуги вимагає переходу від закупівлі обладнання до закупівлі результатів. Надійний тендер визначає вимоги до продуктивності та стандарти інтеграції, а не просто перелік деталей. Щоб забезпечити втілення цього бачення на будівельному майданчику, технічне управління проектом є надзвичайно важливим. Ці фахівці виступають охоронцями проектного задуму, керують постачальниками та забезпечують відповідність кінцевого результату стратегічному брифу, незважаючи на тиск будівельної програми.

Операції другого дня визначають довгострокову рентабельність інвестицій. Стратегія технічного обслуговування, віддаленого моніторингу та впровадження користувачами повинна бути профінансована та спланована з самого початку. Якщо технологія занадто складна для трихвилинного налаштування, вона не буде використана. Успіх залежить від безперешкодного переходу від проектної команди до операційної команди.

Уникнення технічного боргу під час переїзду на інше робоче місце

Вирішальним є вибір часу. Технологічну стратегію необхідно завершити до завершення архітектурного проектування. Очікування етапу будівництва призводить до дорогої модернізації та погіршення акустики. Під час будь-якого переїзду ретельно перевірте існуюче обладнання. Дані за 2024 рік свідчать про те, що до 25% застарілого обладнання в офісах України несумісне з чинними протоколами безпеки. Виводьте з експлуатації те, що застаріло; мігруйте лише те, що додає цінності новому середовищу.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Вимірювання успіху: більше, ніж час безвідмовної роботи

Такі технічні ключові показники ефективності, як 99,9% безвідмовної роботи, тепер є базовими очікуваннями. Справжній успіх вимірюється бізнес-результатами. Відстежуйте використання приміщень, настрої користувачів та скорочення поїздок з високим рівнем викидів вуглецю. До 2026 року датчики розумних будівель надаватимуть дані, необхідні для вдосконалення вашої стратегії відеоконференцій, кожні шість місяців, забезпечуючи розвиток фізичної нерухомості так само швидко, як і звичок робочої сили.

Забезпечення майбутнього вашого робочого місця

Забудоване середовище 2026 року вимагає більше, ніж просто обладнання; воно вимагає глибокої узгодженості між людино-орієнтованим дизайном та технічною ретельністю. Успіх залежить від переходу від реактивних закупівель до інфраструктури, керованої життєвим циклом, яка підтримує безперебійну співпрацю. Стійка стратегія відеоконференцій – це не розкіш, а фундаментальний стовп сучасної комерційної нерухомості. Надаючи пріоритет нейтралітету до постачальників та високорівневого стратегічному плануванню, організації можуть досягти довгострокової рентабельності інвестицій, уникаючи поширених пасток прив'язаності до певного виробника.

Найпоширеніша помилка – це вибір обладнання до визначення шляху користувача або оцінки готовності мережі. Дослідження 2023 року показують, що 42% розгортання технологій не досягають цільових показників рентабельності інвестицій, оскільки вони не відповідають фактичній поведінці в конференц-залах. Організації часто купують дорогі універсальні панелі, які не відповідають акустиці їхнього конкретного приміщення. Успішна стратегія відеоконференцій повинна починатися з аудиту робочого місця, щоб переконатися, що технологія підтримує людей.

Для високоякісного відео потрібна виділена віртуальна локальна мережа (VLAN) для пріоритезації трафіку в реальному часі та запобігання втраті пакетів під час пікового навантаження. У 2024 році в опитуванні ІТ-менеджерів 65%

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

повідомили, що тремтіння та обриви викликів безпосередньо пов'язані з конкуренцією за пропускну здатність зі стандартними офісними даними. Впровадження протоколів якості обслуговування (QoS) гарантує, що відеопотік 4K не заїкатиметься, коли хтось надсилає великий файл. Ця технічна точність життєво важлива для підтримки професійних стандартів.

Бюджетування залежить від складності приміщення; вартість професійних приміщень для переговорів зазвичай починається від 5000 доларів за кімнату, тоді як вартість великих залів засідань може перевищувати 25 000 доларів. Ці цифри, засновані на галузевих показниках 2023 року, включають високоякісний звук та інтелектуальні камери. Фірми зазвичай повинні виділяти 15% свого загального бюджету на оснащення на аудіовізуальну та ІТ-інфраструктуру, щоб забезпечити майбутнє свого приміщення. Інвестування в комплексну стратегію відеоконференцій на ранній стадії запобігає дорогим циклам розбирання та заміни, що є типовими для закупівель, орієнтованих на бюджет.

3.3 Розробка функціональної схеми

На рисунку 3.2 зображена функціональна схема системи інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень. Нижче розглянемо її більш докладно. Вона складається з нижченаведених функціональних блоків.

Модерація:

- Керування учасниками – Передача прав модератора, надання слова, відключення мікрофона, відключення від конференції.
- Керування конференціями – Зручні інструменти для створення й керування конференціями, запрошення учасників.
- Запис – Трансляція, запис і перегляд відеоконференцій.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Комунікації:

– Відеоконференції – Багатоточечні Full HD конференції, – 140 одночасних інтерактивних відео учасників.

– Відеодзвінки – Миттєві двосторонні голосові й відеодзвінки (P2P) усередині корпоративної мережі.

– Індикація доступності (presence) – Відображення онлайн-статусу (у мережі, немає на місці й т.д.).

– Підтримка SIP – Сумісність із апаратними ВКЗ і MCU.

– Підтримка WebRTC – Вхід у конференцію через будь-який браузер на основі Chrome без установки плагіна.

– Обмін ІМ-повідомленнями – Миттєве відправлення й одержання повідомлень.

Спільна робота:

– Показ робочого стола – Трансляція робочого стола.

– Трансляція застосунків – Показ будь-яких документів і мультимедійних файлів.

– Електронна дошка – Редагування текстових і графічних даних.

– Обмін файлами – Обмін файлами між учасниками конференції.

– Протокол – Мультифункціональний режим ведення протоколів нарад.

Безпека й гнучкість:

– Конфіденційність – Відеоконференції на серверах під вашим контролем, підтримка шифрування.

– Адаптуєма якість – Кожний учасник одержує максимально можливе для нього – якість відео зображення, що залежить від потужності ПК і – якості зв'язку й не залежить від інших учасників.

– Масштабованість – Плавне нарощування серверної потужності разом з ростом ваших потреб.

– Інтеграція – Надається API для інтеграції зі сторонніми застосунками.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

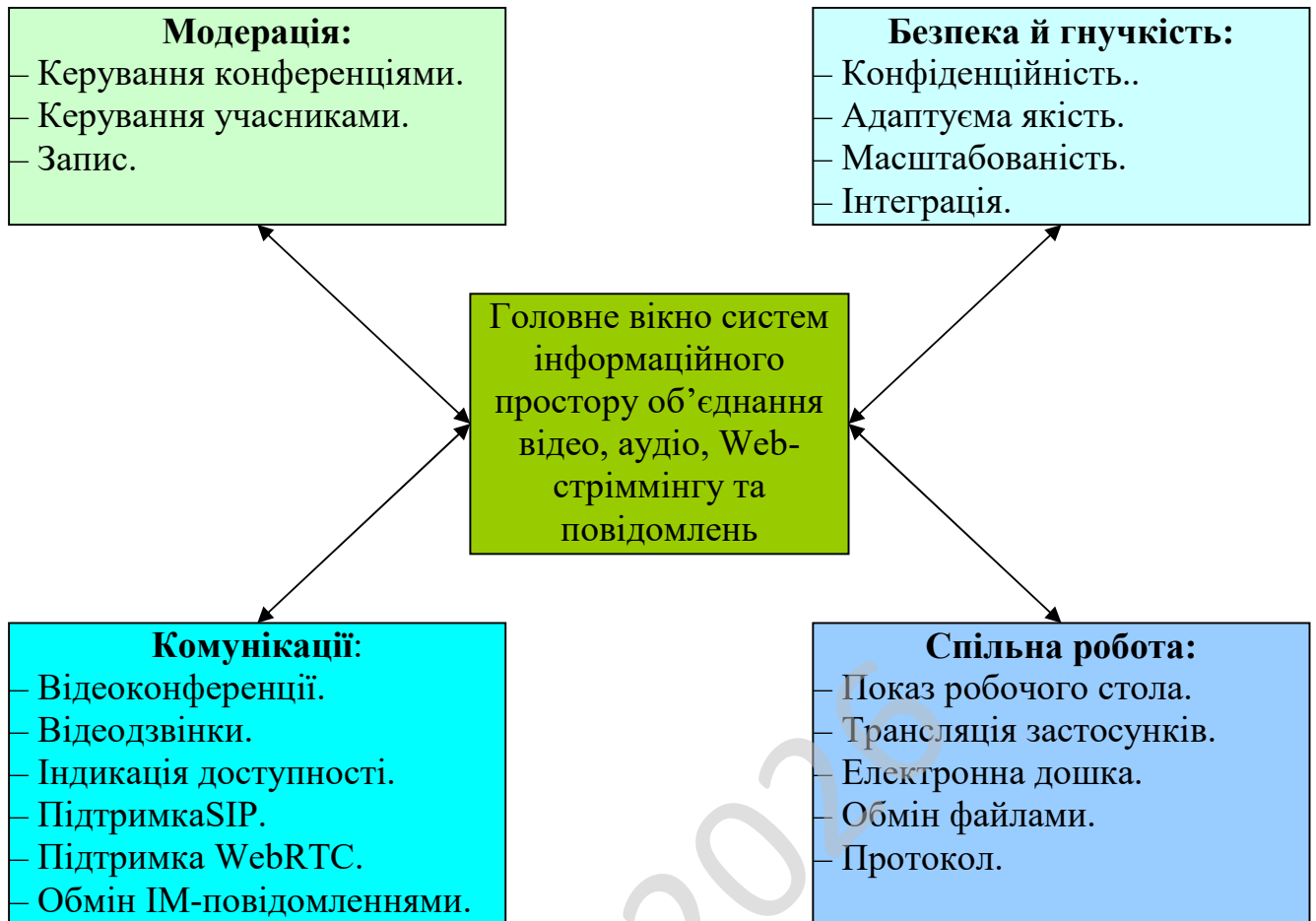


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

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

3.4 Розробка діаграми процесів

Розглянемо розроблену діаграму процесів яка зображена на рисунку 3.3. Основна будова діаграми процесів полягає у графічному представленні складу сукупностей даних, що характеризуються як співвідношення різних частин кожної з сукупностей. Склад статистичної сукупності графічно може бути представлений як за допомогою абсолютних, так і відносних показників.

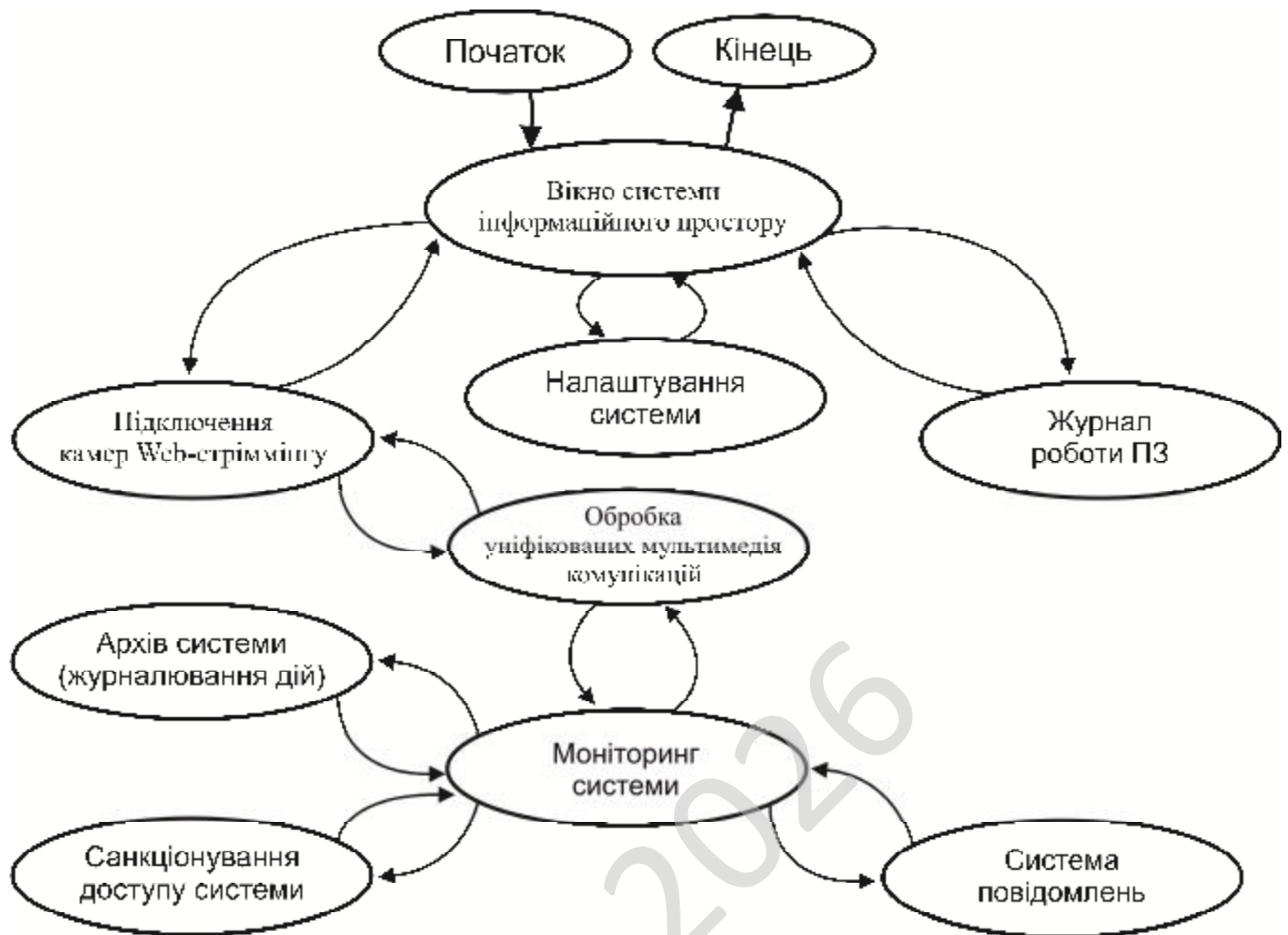


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Графічне зображення складу сукупності по абсолютними і відносними показниками сприяє проведенню більш глибокого аналізу і дозволяє проводити аналіз системи.

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

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

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

При детальному її розгляді можна побачити як саме проходить взаємодія у розробленій системі. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

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

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

КБПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

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

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

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

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

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.

Система керування базами даних (СКБД, Database Management System, DBMS) – набір взаємопов'язаних даних (база даних) і програм для доступу до цих даних. Надає можливості створення, збереження, оновлення та пошуку інформації в базах даних з контролем доступу до даних.

Першим поколінням СКБД прийнято вважати ієрархічні й мережеві системи. Ці системи отримали широке поширення в 1970-х роках, а першою комерційною системою цього типу була система IMS компанії IBM. У 1980-х роках ці системи були витіснені системами другого покоління – повсюдно

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

використовуваними і донині реляційними СКБД. У цих системах використовувалися непроцедурні мови управління даними (SQL) і передбачався значний ступінь незалежності даних. Реляційні системи внесли значні удосконалення в управління даними: графічний користувацький інтерфейс (GUI), клієнт-серверні застосунки, розподілені бази даних, паралельний пошук даних та інтелектуальний аналіз даних.

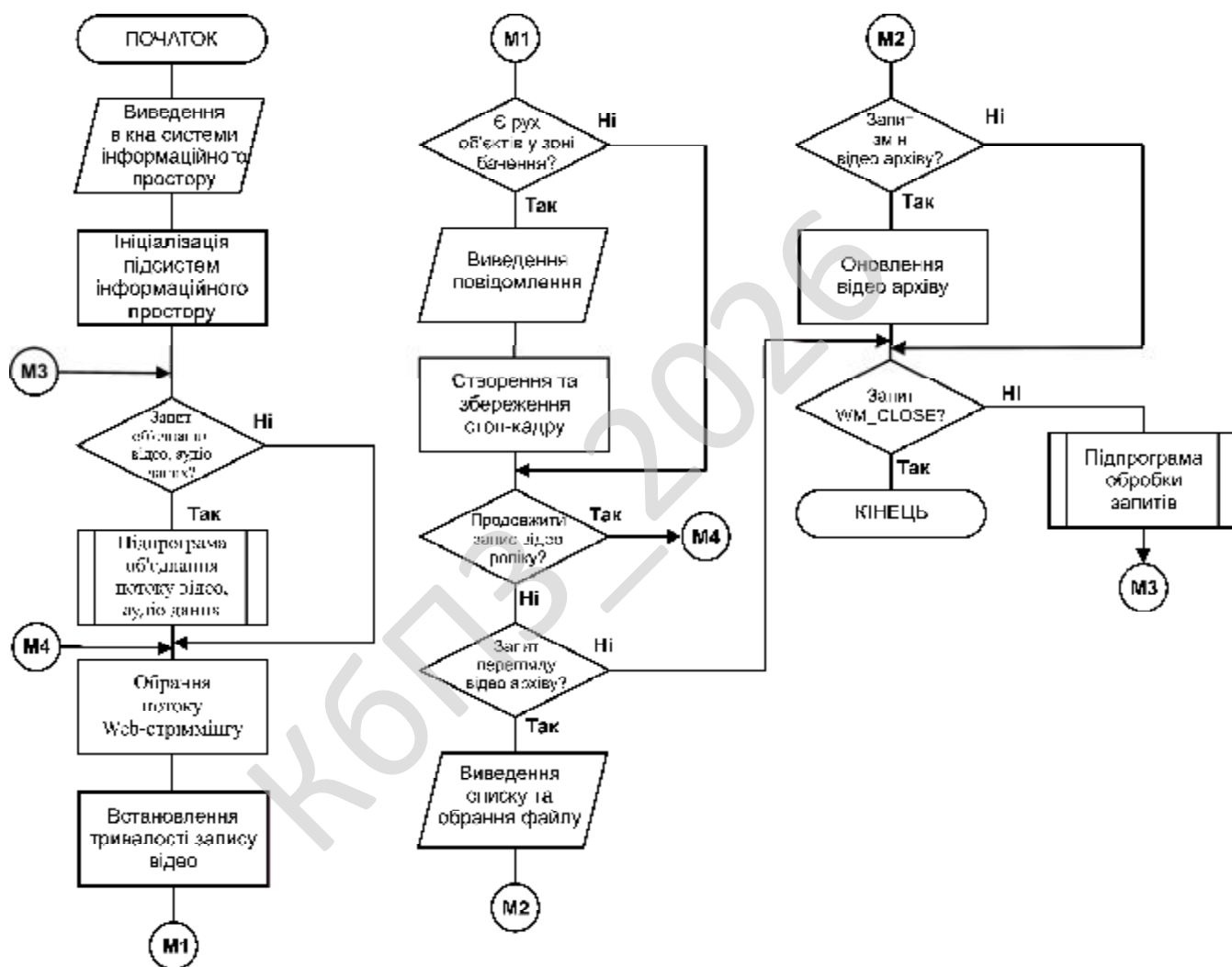


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

Але вже до кінця 1980-х років існуюча тоді реляційна модель перестала задовольняти розробників в силу низки обмежень. Відповіддю на зростаючу

складність програм баз даних стали два нових напрямки розвитку СКБД: об'єктно-орієнтовані СКБД і об'єктно-реляційні СКБД.

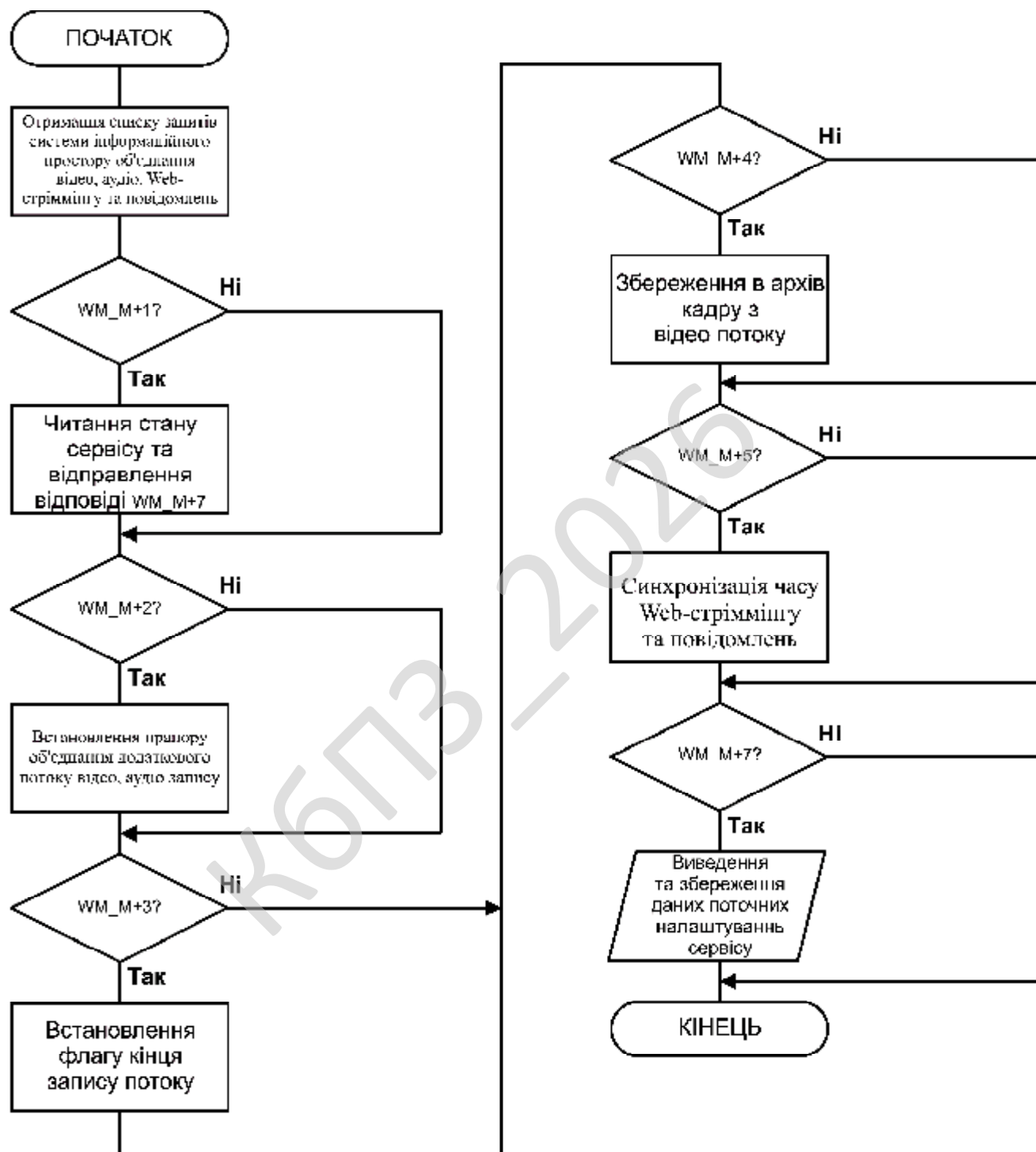


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

У 1991 був утворений консорціум ODMG, основною метою якого стало вироблення промислового стандарту об'єктно-орієнтованих баз даних. Між 1993 та 2001 роками ODMG опублікувала п'ять ревізій своїх специфікацій. Остання версія стандарту має індекс 3.0, після чого група розпустилася. До кінця 1990-х існувало близько десяти компаній, що виробляли комерційні продукти, що позиціонуються на ринку як ООСКБД. Найбільш відомими системами даного класу стали Objectivity, Versant виробництва однойменних компаній, а також СКБД Jasmine, випущена компанією CA. Незважаючи на переваги, що дозволяють ефективніше вирішувати певний ряд завдань, об'єктно-орієнтовані системи так і не змогли завоювати значущу частку ринку СКБД, залишившись «нішевим» продуктом.

Постачальниками традиційних реляційних СКБД також була проведена значна робота з об'єднання об'єктно-орієнтованих і реляційних систем. Розробники постаралися розширити мову SQL, щоб включити в неї концепції об'єктно-орієнтованого підходу, зберігаючи переваги реляційної моделі (об'єктні розширення мови SQL були зафіксовані в стандарті SQL:1999).

Основний принцип – це еволюційний розвиток можливостей СКБД без поломки попередніх підходів та зі збереженням наступності з системами попереднього покоління.

Поняття СКБД третього покоління, якими, власне кажучи, і є об'єктно-реляційні СКБД, з'явилося після опублікування групою відомих фахівців в області баз даних «Маніфесту систем баз даних третього покоління». Основні принципи СКБД третього покоління, позначені в маніфесті:

Крім традиційних послуг з управління даними, СКБД третього покоління повинні забезпечити підтримку розвиненіших структур об'єктів і правил. Розвинутіша структура об'єктів характеризує засоби, необхідні для зберігання і маніпулювання нетрадиційними елементами даних (тексти, просторові дані, мультимедіа).

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

СКБД третього покоління повинні включити в себе СКБД другого покоління. Системи другого покоління внесли вирішальний вклад у двох областях – непроцедурний доступ за допомогою мови запитів SQL і незалежність даних. Ці досягнення обов'язково повинні враховуватися в системах третього покоління.

СКБД третього покоління повинні бути відкриті для інших підсистем. Це включає оснащення різноманітними інструментами підтримки прийняття рішень, доступом з багатьох мов програмування, інтерфейсами до існуючих популярних систем і бізнес-застосунків, можливістю запуску програм з бази даних на іншій машині і розподілені СКБД. Весь набір інструментів і СКБД має ефективно функціонувати на різноманітних апаратних платформах з різними операційними системами.

Крім того, СКБД, що розраховує на широку сферу застосування, повинна бути оснащена мовою четвертого покоління (4GL).

У середині 1990 років було лише кілька дослідних прототипів СКБД, які поєднали найкращі риси реляційних і об'єктно-орієнтованих СКБД. Першим комерційним продуктом, якому були властиві об'єктно-реляційні риси, став Universal Server компанії Informix (згодом була поглинена IBM). В даний час більшість цих ідей вже втілено в реальних комерційних рішеннях, в тому числі і в продуктах основних постачальників СКБД (Oracle Database і IBM DB2).

Розвиток індустрії систем керування базами даних базується на значних фундаментальних наукових дослідженнях. Найчастіше, між самими дослідженнями та їхньою конкретною реалізацією в прикладних рішеннях минають роки, а іноді й десятиліття. Роботу в області управління даними проводять як університетські дослідницькі групи (MIT, Berkeley), так і центри розробок основних постачальників СКБД (Oracle, IBM, Microsoft). Інвестування в управління даними – це довгострокове, і разом з тим, вигідне вкладення коштів. В даний час дослідники мають у своєму розпорядженні засоби, що дозволяють ефективно реалізувати найскладніші запити, що маніпулюють терабайтами й

петабайтами різних даних. Основними тенденціями, які дали привід для проведення різних масштабних досліджень в області баз даних стали:

Експонентний ріст даних. Обсяг даних, у тому числі синтетичних, що генеруються автоматизованими системами, значно зріс. Збільшилося і число прикладних областей, в яких вимагається обробка великих обсягів даних. До таких областей тепер відносяться не тільки традиційні корпоративні програми, пошук у веб, але також і наукові дослідження, обробка природних мов, аналіз соціальних мереж тощо.

Значне ускладнення структур використовуваних даних. Прості види даних у вигляді чисел і символьних рядків стали доповнятися численною мультимедійною інформацією, просторовими, процедурними даними та великою кількістю інших складних форматів.

Широке поширення дешевих високопродуктивних апаратних засобів. Щорічно ми спостерігаємо зростання обчислювальних можливостей мікропроцесорів, збільшення ємності і зниження вартості доступних і зручних в експлуатації пристроїв дискової оперативної пам'яті.

Активний розвиток засобів комунікації та «всесвітньої павутини» World Wide Web. WWW стає єдиним інформаційним середовищем, що пронизує весь світ і об'єднує величезне число користувачів та електронних пристроїв.

Поява нових важливих областей застосування СКБД. У першу чергу, це пов'язано з інтелектуальним аналізом даних, сховищами даних, а останнім часом – з паралельними обчисленнями і хмарними технологіями.

Основні характеристики СКБД

1. Контроль за надлишковістю даних.
2. Несуперечливість даних.
3. Підтримка цілісності бази даних (коректність та несуперечливість).
4. Цілісність описується за допомогою обмежень.
5. Незалежність прикладних програм від даних.
6. Спільне використання даних.

7. Підвищений рівень безпеки.

Можливості СКБД

1. Дозволяється створювати БД (здійснюється за допомогою мови визначення даних DDL (Data Definition Language)).

2. Дозволяється додавання, оновлення, видалення та читання інформації з БД (за допомогою мови маніпулювання даними DML, яку часто називають мовою запитів)

3. Можна надавати контрольований доступ до БД за допомогою: Системи забезпечення захисту, яка запобігає несанкціонованому доступу до БД; Системи керування паралельною роботою прикладних програм, яка контролює процеси спільного доступу до БД; Система відновлення – дозволяє відновлювати БД до попереднього несуперечливого стану, що був порушений в результаті збою апаратного або програмного забезпечення.

Основні компоненти середовища СКБД

1. Апаратне забезпечення.

2. Програмне забезпечення.

3. Дані.

4. Процедури – інструкції та правила, які повинні враховуватись при проектуванні та використанні БД.

5. Користувачі: адміністратори даних (керування даними, проектування БД, розробка алгоритмів, процедур) та БД (фізичне проектування, відповідальність за безпеку та цілісність даних); розробники БД; прикладні програмісти; кінцеві користувачі.

Архітектура СКБД

Існує трирівнева система організації СКБД ANSI-SPARC, при якій існує незалежний рівень для ізоляції програми від особливостей представлення даних на нижчому рівні.

Рівні:

1. Зовнішній – представлення БД з точки зору користувача.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

2. Концептуальний – узагальнене представлення БД, описує які дані зберігаються в БД і зв'язки між ними. Підтримує зовнішні представлення, підтримується внутрішнім рівнем.

3. Внутрішній – фізичне представлення БД в комп'ютері.

Логічна незалежність – повна захищеність зовнішніх моделей від змін, що вносяться в концептуальну модель.

Фізична незалежність – захищеність концептуальної моделі від змін, які вносяться у внутрішню модель.

PostgreSQL (вимовляється «Пост-грес-К'ю-ель», або «постгрес») об'єктно-реляційна система керування базами даних (СКБД).

Є альтернативою як комерційним СКБД (Oracle Database, Microsoft SQL Server, IBM DB2 та інші), так і СКБД з відкритим кодом (MySQL, Firebird, SQLite).

Порівняно з іншими проектами з відкритим кодом, такими як Apache, FreeBSD або MySQL, PostgreSQL не контролюється якоюсь однією компанією, її розробка можлива завдяки співпраці багатьох людей та компаній, які хочуть використовувати цю СКБД та впроваджувати у неї найновіші досягнення.

Сервер PostgreSQL написаний на мові С. Зазвичай розповсюджується у вигляді набору текстових файлів із сирцевим кодом. Для інсталяції необхідно відкомпілювати файли на своєму комп'ютері і скопіювати в деякий каталог. Весь процес детально описаний в документації.

PostgreSQL – широко розповсюджена система керування базами даних з відкритим сирцевим кодом. Прототип був розроблений в Каліфорнійському університеті Берклі в 1987 році під назвою POSTGRES, після чого активно розвивався і доповнювався. В червні 1990 року з'явилась друга версія із переробленою системою правил маніпулювання та роботи з таблицями, у 1991 році – третя версія, із доданою підтримкою одночасної роботи кількох менеджерів збереження, покращеним механізмом запитів і доповненою системою внутрішніх правил. В цей час POSTGRES використовувався для реалізації великих систем,

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

таких як: система аналізу фінансових даних, пакет моніторингу функціональності потоків, база даних відстеження астероїдів, система медичної інформації, кілька географічних систем. POSTGRES також використовувався як навчальний інструмент в кількох університетах. 1992 року POSTGRES став головною СКБД наукового комп'ютерного проєкту Sequoia 2000. 1993 року кількість користувачів подвоїлась. Стало зрозуміло, що для підтримки й подальшого розвитку необхідні великі витрати часу на дослідження баз даних, тому офіційно проєкт Берклі було зупинено на версії 4.2. 1994 року Andrew Yu і Jolly Chen додали інтерпретатор мови SQL, вдосконалили сирцевий код і виклали в Інтернеті свою реалізацію під назвою Postgres95. 1996 року програмний продукт було перейменовано на PostgreSQL із початковою версією 6.0. Подальшою підтримкою й розробкою займається група спеціалістів у галузі баз даних, які добровільно приєдналися до цього проєкту.

Основні можливості, функції

Функції дозволяють виконувати деякий код безпосередньо сервером бази даних. Ці функції можуть бути написані на SQL, який має деякі примітивні програмні оператори, такі як галуження та цикли. Але гнучкішою буде функція написана на одній із мов програмування, з якими PostgreSQL може працювати. До таких мов належать:

Вбудована мова, яка зветься PL/pgSQL, подібна до процедурної мови PL/SQL компанії Oracle.

Мови розробки сценаріїв: PL/Perl, PL/Python, PL/Tcl, PL/Ruby, PL/sh.

Класичні мови програмування C, C++, Java (за допомогою PL/Java).

Функції можуть виконуватись із привілеями користувача, який її викликав, або із привілеями користувача, який її написав.

Основні можливості, індекси

У PostgreSQL є підтримка індексів наступних типів: B-дерево, хеш, R-дерево, GiST, GIN. При необхідності можна створити нові типи індексів.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Основні можливості, багатоверсійність (MVCC)

PostgreSQL підтримує одночасну модифікацію БД декількома користувачами за допомогою механізму Multiversion Concurrency Control (MVCC). Завдяки цьому виконуються вимоги ACID, і практично відпадає потреба в блокуванні зчитування.

Основні можливості, типи даних

PostgreSQL підтримує великий набір вбудованих типів даних:

1. Числові типи.
2. Цілі.
3. Грошовий тип.
4. Символьні типи довільної довжини.
5. Двійкові типи (включаючи BLOB).
6. Типи «дата/час».
7. Булевий тип.
8. Перерахування.
9. Геометричні примітиви.
10. Мережеві типи.
11. UUID-ідентификатор.
12. XML-дані.
13. JSON-дані.
14. Масиви.
15. OID-типи.

Крім того, користувач може самостійно створювати нові необхідні йому типи та програмувати для них механізми індексування за допомогою GiST.

Основні можливості, об'єкти користувача

PostgreSQL може бути розширено користувачем для власних потреб практично в будь-якому аспекті. Є можливість додавати власні:

1. Перетворення типів.
2. Типи даних.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

3. Домени (для користувача типи з самого початку з накладеними обмеженнями).

3. Функції (включаючи агрегатні).

4. Індокси.

5. Оператори (включаючи перевизначення вже існуючих).

Основні можливості, успадкування

Таблиці можуть успадковувати характеристики та набори полів від інших таблиць (батьківських). При цьому дані, які додаються до породженої таблиці, автоматично будуть брати участь (якщо це не вказано окремо) в запитах до батьківської таблиці. Цей функціонал в поточний час не є повністю завершеним. Однак він достатній для практичного використання.

Основні можливості, тригери

Тригери визначаються як функції, що ініціюються DML-операціями. Наприклад, операція INSERT може запускати тригер, що перевіряє доданий запис на відповідність певним умовам. Тригери можна писати різними мовами програмування. Вони пов'язані з визначеною таблицею. Множинні тригери виконуються в алфавітному порядку.

Інші можливості

1. Дотримання принципів ACID.

2. Відповідність стандартам ANSI SQL-92 і SQL-99.

3. Підтримка запитів з OUTER JOIN, UNION, UNION ALL, EXCEPT і під запитів.

4. Послідовності.

5. Контроль цілісності.

6. Реплікація.

7. Загальні табличні вирази й рекурсивні запити.

8. Аналітичні функції.

9. Підтримка Unicode (UTF-8).

10. Підтримка регулярних виразів у стилі Perl.

11. Вбудована підтримка SSL і Kerberos.
12. Протокол поділюваних блокувань.
13. Завантажувані розширення, підтримують SHA1, MD5, XML і іншу функціональність (API відкритий).
14. Засоби для генерації сумісного з іншими системами SQL-коду та імпорту з інших систем.

Надійність

Згідно з результатами автоматизованого дослідження різного ПЗ на предмет помилок, у вихідному коді PostgreSQL було знайдено 20 проблемних місць на 775 000 рядків вихідного коду (в середньому, одна помилка на 39 000 рядків коду). Для порівняння:

1. MySQL – 97 проблем, одна помилка на 4 000 рядків коду.
2. FreeBSD – 306 проблем, одна помилка на 4 000 рядків коду.
3. Linux (тільки ядро) – 950 проблем, одна помилка на 10 000 рядків коду.

Redmine – вільне серверне ПЗ для управління проектами та відстежування помилок. До системи входить календар-планувальник та діаграми Ганта для візуального представлення ходу робіт за проектом та строків виконання. Redmine написано на мові Ruby і є ПЗ розробленим з використанням відомого веб-фреймворку Ruby on Rails, що означає легкість в розгортанні системи та її адаптації під конкретні вимоги. Для кожного проекту можна вести свої вікі та форуми.

Функціональні можливості:

- Ведення декількох проектів.
- Гнучка система доступу з використанням ролей.
- Система відстеження помилок.
- Діаграми Ганта та календар.
- Ведення новин проекту, документів та управління файлами.
- Сповіщення про зміни за допомогою RSS-потоків та електронної пошти.
- Власна Wiki для кожного проекту.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- Форуми для кожного проекту.
- Облік часових витрат.
- Налаштування власних (custom) полів для задач, затрат часу, проектів та користувачів.
- Легка інтеграція із системами керування версіями (SVN, CVS, Git, Mercurial, Bazaar и Darcs).
- Створення записів про помилки на основі отриманих листів
- Підтримка LDAP автентифікації.
- Можливість самореєстрації нових користувачів.
- Багатомовний інтерфейс (у тому числі українська мова).
- Підтримка СКБД: MySQL, PostgreSQL, SQLite.

Діаграма Ганта (*Gantt chart*, також стрічкова діаграма, графік Ганта) – це популярний тип діаграм, який використовується для ілюстрації плану, графіка робіт за будь-яким проектом. Є одним з методів планування та управління проектами.

Діаграма Ганта являє собою відрізки (графічні плашки), розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. На деяких діаграмах Ганта також показується залежність між завданнями.

Діаграма може використовуватися для представлення поточного стану виконання робіт: частина прямокутника, що відповідає завданню, заштриховується, відзначаючи відсоток виконання завдання; показується вертикальна лінія, що відповідає моменту «сьогодні».

Часто діаграма Ганта використовується спільно з таблицею зі списком робіт, рядки якої відповідають окремо взятій задачі, зображеній на діаграмі, а стовпці містять додаткову інформацію про задачу.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Система відстеження помилок Багтрекер – прикладна програма для допомоги розробникам програмного забезпечення (програмістам, тестувальникам тощо) враховувати і контролювати помилки, знайдені у програмах, питання щодо функціональності, рішення та оновлення, побажання користувачів, а також стежити за процесом їх виконання.

Кожному, хто розробляв програмні продукти, добре знайоме співвідношення «20/80» – останні 20 % роботи тривають 80 % часу.

Як це не парадоксально, але нічого дивного в цій пропорції немає, адже саме на завершальній стадії починається тестування проекту, коли виявляються помилки, і що більший проект, то більше буде знайдено помилок.

Водночас досить часто виявляється, що більшість цих помилок були відомі та могли бути виправлені з меншими витратами на попередніх стадіях роботи, але не були вчасно описані, а потім загубилися серед інших важливих завдань.

Отже, система відстеження помилок у найпростішому варіанті – це процес, що включає в себе виявлення помилки, її опис, виправлення і перевірку цього виправлення, тобто процес «стеження» за багом протягом всього як його життєвого циклу, так і життєвого циклу розробки в цілому.

Сукупність інформації про дефект. Головний компонент такої системи – база даних, що містить відомості про виявлені дефекти. Ці відомості можуть включати в себе:

- номер (ідентифікатор) дефекту;
- хто повідомив про дефект;
- дата і час виявлення дефекту;
- версія продукту, в якій виявлено дефект;
- серйозність (критичність) дефекту та пріоритет рішення;
- опис кроків для відтворення дефекту (неправильної поведінки програми);
- відповідальний за усунення дефекту;
- обговорення можливих рішень та їх наслідків;
- поточний стан виправлення дефекту;

– версії продукту, в якій дефект виправлений.

Крім того, розвинені системи надають можливість прикріплювати файли, які допомагають описати проблему, наприклад, дампи пам'яті або скріншоти.

Використання. Основна перевага систем відстеження помилок полягає в забезпеченні чітких централізованих оглядів, запитів на розробку (включаючи помилки і виправлення) та їх стан. У корпоративному середовищі, системи відстеження помилок можуть бути використані для генерації звітів по продуктивності програмістів виправлення помилок. Однак, це може іноді приводити до неточних результатів, тому що різні помилки можуть мати різні ступені пріоритету та серйозності, що пов'язано з складністю їх фіксації.

Життєвий цикл дефекту. Як правило, система відстеження помилок використовує той чи інший варіант «життєвого циклу» помилки, стадія якого визначається поточним станом помилки.

Типовий життєвий цикл дефекту:

1. Новий – дефект зареєстрований тестувальником;
2. Призначений – призначений відповідальний за виправлення дефекту;
3. Дозволений – дефект переходить назад у сферу відповідальності тестувальника. Як правило, супроводжується резолюцією, наприклад:

– Виправлено (виправлення включені у версію таку-то);
– Дубль (повторює дефект, що вже знаходиться в роботі);
– Не виправлено (працює відповідно до специфікації, має занадто низький пріоритет, виправлення відкладено до наступної версії тощо);

– «В мене все працює» (запит додаткової інформації про умови, в яких дефект проявляється).

4. Далі тестувальник проводить перевірку виправлення, залежно від чого дефект або знову переходить у стан «Призначений» (якщо він описаний як виправлений, але не виправлений), або у стан «Закрито».

5. Відкрито повторно – дефект знайдено знову в іншій версії.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Система може надавати адміністраторові можливість налаштування користувачі, які можуть переглядати і редагувати помилки залежно від їх стану, переводити їх в інший стан або видаляти.

У корпоративному середовищі, система відстеження помилок може використовуватися для отримання звітів, що показують продуктивність програмістів при виправленні помилок. Однак, часто такий підхід не дає достатньо точних результатів через те, що різні помилки мають різну ступінь серйозності та складності. При цьому серйозність проблеми прямо не стосується складності її усунення.

При розробці ПЗ було використано V-Model (або VEE модель) є моделлю розробки інформаційних систем (ИС), спрямованої на спрощення розуміння складнощів, пов'язаних з розробкою систем. Вона використовується для визначення єдиної процедури розробки програмного забезпечення, апаратного забезпечення та людино-машинного інтерфейсу.

Концепція V-подібної моделі була розроблена Німеччиною та США в кінці 1980-х років незалежно один від одного:

– Німецька V-модель була розроблена аерокосмічної компанією IABG в Оттобрунні поряд з Мюнхеном у співпраці з Федеральним департаментом з закупівлі озброєнь в Кобленці, для Міністерства оборони Німеччини. Модель була прийнята німецькою федеральною адміністрацією для цивільних потреб влітку 1992.

– Американська V-Model (VEE) була розроблена національною радою з системної інженерії (міжнародна – з 1995 року) для супутникових систем, включаючи обладнання, програмне забезпечення та взаємодію з користувачами.

Сучасною версією V-Model є V-Model XT, яка була затверджена в лютому 2005 року. V-модель використовується для управління процесом розробки програмного забезпечення для німецької федеральної адміністрації.

Зараз вона є стандартом для німецьких урядових і оборонних проектів, а також для виробників ПЗ в Німеччині. V-Model являє собою скоріше набір

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

стандартів у галузі проектів, що стосуються розробки нових продуктів. Ця модель багато в чому схожа з Prince2 і описує методи як для проектного управління, так і для системного розвитку.

Основні принципи

Основний принцип V-подібної моделі полягає в тому, що деталізація проекту зростає при русі зліва направо, одночасно з плином часу, і ні те, ні інше не може повернути назад. Ітерації в проекті виробляються по горизонталі, між лівою і правою сторонами літери.

Стосовно до розробки інформаційних систем V-Model – варіація каскадної моделі, в якій завдання розробки йдуть зверху вниз по лівій стороні букви V, а завдання тестування – вгору по правій стороні букви V. Усередині V проводяться горизонтальні лінії, що показують, як результати кожної з фаз розробки впливають на розвиток системи тестування на кожній із фаз тестування.

Модель базується на тому, що приймально-здавальні випробування ґрунтуються, насамперед, на вимогах, системне тестування – на вимогах та архітектури, комплексне тестування – на вимогах, архітектурі та інтерфейсах, а компонентне тестування – на вимогах, архітектурі, інтерфейсах та алгоритмах

Цілі

V-модель забезпечує підтримку у плануванні та реалізації проекту. В ході проекту ставляться такі завдання:

1. Мінімізація ризиків: V-подібна модель робить проект більш прозорим і підвищує якість контролю проекту шляхом стандартизації проміжних цілей і опису відповідних їм результатів та відповідальних осіб. Це дозволяє виявляти відхилення в проекті і ризики на ранніх стадіях і покращує якість управління проектом.

2. Підвищення та гарантії якості: V-Model – стандартизована модель розробки, що дозволяє домогтися від проекту результатів бажаної якості. Проміжні результати можуть бути перевірені на ранніх стадіях. Універсальне документування полегшує читаність, зрозумілість та контрольованість.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

3. Зменшення загальної вартості проекту: Ресурси на розробку, виробництво, управління і підтримку можуть бути заздалегідь прораховані та проконтрольовані. Отримувані результати також універсальні і легко прогножуються. Це зменшує витрати на подальші стадії та проекти.

4. Підвищення якості комунікації між учасниками проекту: Універсальний опис усіх елементів та умов полегшує взаєморозуміння всіх учасників проекту. Таким чином, зменшуються неточності у розумінні між користувачем, покупцем, постачальником і розробником.

Переваги:

– Користувачі V-Model беруть участь у розробці та підтримці V-моделі. Комітет з контролю за змінами підтримує проект і збирається раз на рік для обробки всіх отриманих запитів на внесення змін до V-Model.

– На старті будь-якого проекту V-подібна модель може бути адаптована під цей проект, так як ця модель не залежить від типів організацій та проектів.

– V-model дозволяє розбити діяльність на окремі кроки, кожен з яких буде включати в себе необхідні для нього дії, інструкції до них, рекомендації та докладне пояснення діяльності.

Обмеження. Наступні моменти не враховуються в V-моделі, але можуть бути розглянуті окремо, або можливо адаптувати модель під них:

– Не регулюється розміщення контрактів на обслуговування.

– Організація і виконання управління, обслуговування, ремонту та утилізації системи не враховуються в V-моделі. Однак, планування і підготовка до цих операцій моделлю розглядаються.

– V-подібна модель більше стосується розробки програмного забезпечення в проекті, ніж всієї організації процесу.

Переваги:

– У моделі особливе значення надається плануванню, спрямованому на верифікацію та атестацію розроблювального продукту на ранніх стадіях його розробки. Фаза модульного тестування підтверджує правильність деталізованого

проектування. Фази інтеграції та тестування реалізують архітектурне проектування або проектування на вищому рівні. Фаза тестування системи підтверджує правильність виконання етапу вимог до продукту і його специфікації.

- У моделі передбачені атестація та верифікація всіх зовнішніх і внутрішніх отриманих даних, а не тільки самого програмного продукту.

- У V-подібної моделі визначення вимог виконується перед розробкою проекту системи, а проектування ПЗ – перед розробкою компонентів.

- Модель визначає продукти, які повинні бути отримані в результаті процесу розробки, причому кожні отримані дані повинні піддаватися тестуванню.

- Завдяки моделі менеджери проекту можуть відслідковувати хід процесу розробки, так як в даному випадку цілком можливо скористатися тимчасовою шкалою, а завершення кожної фази є контрольною точкою.

Недоліки:

- Модель не передбачає роботу з паралельними подіями.

- У моделі не передбачено внесення вимоги динамічних змін на різних етапах життєвого циклу.

- Тестування вимог в життєвому циклі відбувається занадто пізно, внаслідок чого неможливо внести змін, не вплинувши при цьому на графік виконання проекту.

- У модель не входять дії, спрямовані на аналіз ризиків.

- Деякий результат можна отримати тільки при досягненні низу букви V.

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Розроблене програмне забезпечення захистимо за допомогою алгоритму захисту інформації RSA. Спочатку необхідно обчислити пару ключів (секретний ключ і відкритий ключ). Для цього відправник електронних документів обчислює два більших простих числа P і Q , потім знаходить їхній добуток $N = P * Q$ і

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

значення функції $\varphi(N) = (P-1)(Q-1)$. Далі відправник обчислює число E з умов $E < \varphi(N)$, НЗД $(E, \varphi(N)) = 1$ і число D з умов $D < N$, $E \cdot D \equiv 1 \pmod{\varphi(N)}$.

Пари чисел (E, N) є відкритим ключем. Цю пару чисел автор передає партнерам по переписці для перевірки його цифрових підписів. Число D зберігається автором як секретний ключ для підписування.

Допустимо, що відправник хоче підписати повідомлення M перед його відправленням. Спочатку повідомлення M (блок інформації, файл, таблиця) стискають за допомогою геш-функції $h(-)$ у ціле число m : $m = h(M)$.

Потім обчислюють цифровий підпис S під електронним документом M , використовуючи геш-значення m і секретний ключ D : $S = m \pmod{N}$.

Пари (M, S) передається партнерові-одержувачеві як електронний документ M , підписаний цифровим підписом S , причому підпис S сформований власником секретного ключа D .

Після прийому пари (M, S) одержувач обчислює геш-значення повідомлення M двома різними способами. Насамперед, він відновлює геш-значення m' , застосовуючи криптографічне перетворення підпису S з використанням відкритого ключа E : $m' = S^E \pmod{N}$.

Крім того, він знаходить результат гешування прийнятого повідомлення M з допомогою такої ж геш-функції $h(-)$: $m = h(M)$.

Якщо дотримується рівність обчислених значень, тобто $S^E \pmod{N} = h(M)$, то одержувач визнає пару (M, S) справжньою. Доведено, що тільки власник секретного ключа D може сформувати цифровий підпис S по документі M , а визначити секретне число D по відкритому числу E не легше, ніж розкласти модуль N на множники. Крім того, можна строго математично довести, що результат перевірки цифрового підпису S буде позитивним тільки в тому випадку, якщо при обчисленні S був використаний секретний ключ D , що відповідає відкритому ключу E . Тому відкритий ключ E іноді називають "ідентифікатором" того, хто підписав.

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблене у бакалаврської дипломної роботі система інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи: Функціональних кнопок ПЗ; Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші; Верхнього меню; Розділу обрання групи; Розділу виведення результату роботи системи.



Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

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

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

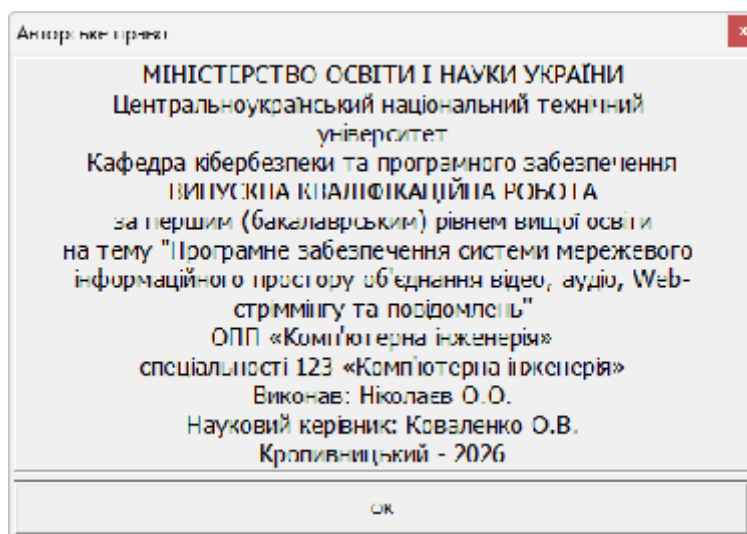


Рисунок 5.2 – Авторське право

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

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

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

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

При впровадженні програмного забезпечення потрібно урахувати наступні дії:

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

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

Проводилась оцінка:

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

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

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

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

У цьому випадку формуються тестові варіанти, в яких:

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

Недоліки тестування "білої скриньки":

- Кількість незалежних маршрутів може бути дуже велика.
- Повне тестування маршрутів не гарантує відповідності програми вихідним вимогам до неї.
- У програмі можуть бути пропущені деякі маршрути.
- Не можна виявити помилки, поява яких залежить від даних.

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

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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

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

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

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

Обрано умови розповсюдження – proprietary software. Програмне забезпечення, на яке зберігаються як немайнові, так і майнові авторські права. Отримавши або придбавши таке програмне забезпечення, користувач отримує обмежені права користування ним: може бути заборонено або закрито доступ до коду (вивчення), внесення змін, тиражування, розповсюдження та перепродаж. Програмне забезпечення вважається власницьким, якщо наявне хоча б одне з перелічених обмежень.

Найчастіше основним методом захисту майнових прав на власницьке ПЗ, поза ліцензійною угодою, власник обирає закриття сирцевого коду, захищаючи свій продукт від модифікації і вбудовуючи системи обмеження користування через авторизацію. Таке програмне забезпечення називається закритим. Проте, код власницького продукту може бути і відкритим, але власник може обмежити права користувача умовами користувацької ліцензії.

Власницьке програмне забезпечення та комерційне програмне забезпечення не є синонімами – власницьким може бути і безплатне (тобто, некомерційне) програмне забезпечення.

На противагу власницькому ПЗ існує вільне програмне забезпечення, автори і власники якого дозволяють вивчати, модифікувати і поширювати свій продукт. Саме визначення власницького програмного забезпечення виникло в

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

результаті діяльності громадського руху вільного програмного забезпечення (представленого Фондом вільного програмного забезпечення та іншими організаціями) і осмислення умов свободи користування програмами. Визначенням власницького програмного забезпечення є не невідповідність хоча б одній з базових умов вільного програмного забезпечення. Сама назва власницьке ПЗ підкреслює визначальне значення власника у способі використання і можливостях розвитку цього програмного забезпечення.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.
- Досліджена система мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень.

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-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

системи мережевого інформаційного простору об'єднання відео, аудіо, Web-стрімінгу та повідомлень. 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 RSA.

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-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alasdair McAndrew. A Computational Introduction to Digital Image Processing. Chapman & Hall. 2021. 560 p.
2. Михайло Пічугін, Іван Канкін, Володимир Воротніков Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник / Центр навчальної літератури 346 с. 2019р.
3. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
4. 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.
5. 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.
6. Kopf, Johannes and Lischinski, Dani. Depixelizing Pixel Art (англ.) // ACM Trans. Graph. – 2011. – Vol. 30, no. 4. – P. 99:1--99:8.
7. Giachetti, Andrea and Asuni, Nicola. Real-Time Artifact-Free Image Upscaling (англ.) // Trans. Img. Proc.. – 2011. – Vol. 20, no. 10. – P. 2760—2768.
8. Смірнов О., Заріцький В., Буравченко К., Коноплицька-Слободенюк О., Константинова Л., Якименко Н., Смірнов С. «Оптимізація розпізнавання облич за допомогою CUDA прискореної бібліотеки dlib». *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 2026, Том 4, № 32, С. 573-582.
9. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.
10. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Wireless Communication». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 403–447

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

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

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

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

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

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

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

18. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

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

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

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

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

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

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

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

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

26. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
27. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
28. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
29. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
30. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
31. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
32. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

47. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних

систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.

48. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).

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

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

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

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0020.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75