

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“___” _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему
“Програмне забезпечення системи зберігання даних з
використанням технології Fibre Channel 6”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-22-2
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Медведєва А.О.
«___» _____ 2026 р.

Керівник проекту
кандидат технічних наук, доцент
_____ Марченко К.М.
«___» _____ 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

Медведєвій Анастасії Олегівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6*

2. Керівник роботи *Марченко Костянтин Миколайович, канд. техн. наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 136-02 від 27.02.2026 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту *23.05.2026 р.*

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: *Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.

2. Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема системи *1 аркуш*

Функціональна схема системи *1 аркуш*

Діаграма процесів *1 аркуш*

Блок-схема алгоритму роботи додатку *2 аркуша*

7. Дата видачі завдання « 27 » лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2026 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2026 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2026 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2026 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2026 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2026 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2026 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2026 р.	

Дата видачі завдання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис керівника

Марченко К.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Медведєва А.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Медведєва А.О. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6. 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 зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

Метою розробки є програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

Результат роботи – програмна реалізація системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

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, захисту доступу, WEB ресурси

ABSTRACT

Medvedieva A.O. Software for a data storage system using Fibre Channel 6 technology. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed that is intended for a data storage system using Fibre Channel 6 technology.

The purpose of the development is software for a data storage system using Fibre Channel 6 technology.

The result of the work is a software implementation of a data storage system using Fibre Channel 6 technology.

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

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

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

The program was developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, access protection, WEB resources

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.....	14
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	16
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	16
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	25
2.3 Розгорнута постановка завдання	26
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	27
3.1 Опис функціонування системи	27
3.2 Розробка структурної схеми.....	34
3.3 Розробка функціональної схеми	41
3.4 Розробка діаграми процесів.....	59
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	61
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	61
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	79
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	82
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	90

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6	Лім.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Медведєва А.О.					Б	1	97
Перев.	Марченко К.М.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-2		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ЕОМ	—	електрона обчислювальна машина
КВ	—	коефіцієнт варіації
КЗ	—	канал зв'язку
НСД	—	несанкціонований доступ
ПС	—	програмна середа
СВВ	—	система виявлення вторгнень
СеМО	—	експонентна мережа масового обслуговування
СМО	—	система масового обслуговування
СПД	—	система передачі даних
DDoS	—	розподілена відмова від обслуговування
SAN	—	центр обробки даних
SDN	—	програмно-визначаєма мережа
VCS	—	Virtual Cluster Switching

ВСТУП

Актуальність теми. Ринок контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel очікує значного розширення, прогнозується, що до 2025 року він досягне приблизно 24,35 мільярда доларів США, демонструючи сукупний річний темп зростання (CAGR) 8,91% з 2025 по 2033 рік. Це зростання зумовлене зростаючим попитом на високопродуктивні сховища з низькою затримкою в центрах обробки даних, хмарних обчисленнях та мережах зберігання даних (SAN). Корпоративні додатки, що потребують швидкого доступу до даних, у поєднанні з розвитком серверних та сховищних технологій є ключовими прискорювачами. Поширення цифрових даних та подальша потреба в ефективній інфраструктурі управління даними ще більше сприяють зростанню ринку. Ринок зміщується в бік високошвидкісних інтерфейсів, причому контролери Fibre Channel 32/16 Гбіт/с та 64/32 Гбіт/с набирають обертів завдяки своїй чудовій пропускній здатності, що є вирішальним для високопродуктивних обчислень та масштабної аналітики даних.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

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

- Огляд існуючих систем зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.
- Дослідження системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.
- Програмна реалізація системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

За аналогією з мережевою моделлю OSI, Fibre Channel складається з п'яти рівнів. Кожний рівень забезпечує певний набір функцій.

FC-0 – рівень фізичних інтерфейсів і носіїв. Описує фізичне середовище: кабелі, конектори, НВА, трансівери, електричні й оптичні параметри.

FC-1 – рівень передачі й кодування. Тут описуються як дані будуть кодуватися перед передачею й декодуватися після. На цьому рівні визначаються три основні функції:

- Кодування / декодування.
- Ordered sets.
- Ініціалізація з'єднання (link initialization).

FC-2 – рівень кадрювання й сигналів. Визначає структуру й організацію переданої інформації, а також контроль і керування її передачею. Функції, здійснювані на цьому рівні:

- Кадрювання (визначення структури кадру / фрейму).
- Керування послідовностями (Sequence management).
- Керування обміном (Exchange management).
- Клас обслуговування (Class of Service).
- Керування потоком (Flow control).

FC-3 – рівень базових служб. Рівень закладений, для нових функцій, які можуть бути впроваджені в Fibre Channel у майбутньому. На цьому рівні забезпечується шифрування й стиск даних перед відправленням, а також такі речі як розщеплення потоку даних (striping) по декількох шляхах.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

FC-4 – рівень відображення протоколів. Описує протоколи, які можуть використовувати FC як транспорт і, властиво, порядок використання (маппінг цих протоколів на нижні рівні FC 0-3). Стосовно до SAN цього можуть бути:

- Fibre Channel Protocol for SCSI-3 (SCSI-FCP) – проброс SCSI.
- Fibre Channel Link Encapsulation (FC-LE) – проброс TCP/IP.

А тепер докладніше про ці й інші незрозумілі словосполучення. У даному розділі розглянемо тільки нижні три рівні, як найбільш значимі при створенні й керуванні інфраструктурою FC SAN.

FC-0

Я, мабуть не буду приводити складних таблиць різновидів кабелів, передавачів і їхніх характеристик. По-перше, тому що незручно отут вставляти таблиці, по-друге, тому що ці таблиці є скрізь, де хоч щось написано про FC, по-третє (і ключове), – на мій погляд, головне зрозуміти суть, а довідкові дані знайти не проблема.

А суть у тому, що є два типи волокна: багатомодове й одномодове.

Багатомодове (Multimode Fiber, MMF) – відносно широке в перетині (50-62,5 мікрон), призначене для короткохвильових лазерних променів. «Багатомодове» виходить, що світло по каналі може проходити різними шляхами – багато раз відбиваючись від стінок волокна. Це робить кабель менш чутливим до перегину, але знижує силу і якість сигналу, що обмежує даний тип тільки невеликими дистанціями – до 500 м.

Одномодове (Singlemode Fiber, SMF) – волокно малого діаметра (8-10 мікрон), сигнал по якому передається довгохвильовим лазером, світло якого не видний людському оку. Отут світло може переміщатися єдиним шляхом – по прямій, відповідно сигнал передається швидше й точніше, але встаткування для забезпечення такого роду сигналів коштує значно дорожче, так що використовується, в основному, для зв'язку на великих відстанях (до 50 км). До перегинів і взагалі будь-яким скривленням одномодове волокно куди дошкульніше.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Варто мати через, що для з'єднання двох пристроїв використовується два кабелі. Один використовується для передачі, іншої для прийому. Тому важливо підключити їх коректно (Tx однієї сторони до Rx іншої).

Окремо хочу згадати про такий термін як **темна оптика (dark fiber)**. Цей термін не виходить, що вона якимось спеціальним образом тонована. Це просто виділені оптичні лінії зв'язку, як правило, для зв'язку на більших відстанях (між містами або далеко віддаленими будинками), які беруться в оренду, і для використання яких не потрібно додаткове встаткування посилення сигналу (його забезпечує власник). Однак, тому що це просто оптичний кабель, відданий у ваше повновладне розпорядження, доти поки ви не пустите по ньому свій світловий сигнал, він залишається «темним».

Плавний перехід від FC-0 до FC-1 і назад забезпечує **ASIC** – елемент таких пристроїв як HBA, дискових масивів і комутаторів.

Прикладом ASIC може бути мікросхема, розроблена винятково для керування мобільним телефоном, мікросхеми апаратного кодування/декодування аудіо- і відео-сигналів (сигнальні процесори).

В устаткуванні Fibre Channel ASIC складається з наступних функціональних елементів:

- Encoder / Decoder – забезпечує кодування кожних 8 біт переданих даних в 10-бітне подання. І декодування назад прийнятих даних.
- SERDES (Serializer / Deserializer) – перетворить паралельний потік 10-бітних порцій даних у послідовний потік 10-бітних порцій даних.
- Transceiver – перетворить електричні імпульси у світлові сигнали.

ASIC

Transceivers, трансівери або SFP – у випадку FC-комутаторів це окремі модулі, необхідні для підключення кабелю до порту. Розрізняються на короткохвильові (Short Wave, SW, SX) і довгохвильові (Long Wave, LW, LX). LW-Трансівери сумісні із багатомодовим і одномодовим волокном. SW-Трансівери – тільки із багатомодовим. І до тих і до інших кабель підключається розніманням

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

LC. Є ще SFP xWDM (Wavelength Division Multiplexing), призначені для передачі даних з декількох джерел на далекі відстані єдиним світловим пучком. Для підключення кабелю до них використовується рознімання SC.

FC-1

Перше, що відбувається на цьому рівні – кодування / декодування інформації. Це досить мудрований процес, у ході якого кожні 8 біт вступник інформації перетворюються в 10-бітне подання. Робиться це з метою підвищення контролю цілісності даних, відділення даних від службових сигналів і можливості відновлення тактового сигналу з потоку даних (збереження балансу нулів і одиниць).

Це веде до помітного зниження корисної пропускної здатності, тому що як можна підрахувати, 20% потоку даних є надлишковою службовою інформацією. Але ж крім усього іншого, чималу частину цього потоку може займати службовий трафік.

Однак гарна новина в тому, що кодування 8/10 використовується в устаткуванні 1G, 2G, 4G і 8G. У частині реалізацій 10G і починаючи з 16G кодування здійснюється за принципом 64/66, що істотно збільшує корисне навантаження (до 97% проти 80% у випадку 8/10).

Ordered sets

В українській вікіпедії цей термін переведений як "упорядковані набори". У той час як на мій погляд, слово order отут варто розуміти не в значенні «порядок», а в значенні «наказ, команда».

Для початку варто згадати ще один термін, використовуваний у контексті FC – **transmission word** – мінімальна порція даних для передачі, рівна 4 байтам. Якщо передана інформація менше по обсязі, то transmission word доповнюється спеціальними байтами, що заповнюють (fill bytes), які вирізьблюються на приймачі.

Отож, **ordered sets** – це спеціальні службові transmission words. Діляться на три категорії:

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- Роздільники фреймів (Start-of-Frame, SOF і End-of-Frame, EOF).
- Два базових сигнали – IDLE (порт готовий приймати або передавати дані) і R_RDY (receiver ready – порт звільнив буфер для прийому чергової порції даних).

Базові послідовності (primitive sequences):

- NOS (Not Operational) – порт виявив розрив / відсутність з'єднання.
- OLS (Offline State) – порт ініціює встановлення з'єднання, або порт одержав NOS, або порт переходить у стан off-line.
- LR (Link Reset) – ініціалізація скидання з'єднання. Відправляється у випадку одержання OLS або якихось помилок прийому-передачі (як правило, на рівні Flow Control). Порт, Що Відправив, очищає свої буфери і їхні лічильники.
- LRR (Link Reset Response) – відповідь на LR. Порт, Що Відправив, очищає свої буфери і їхні лічильники.

Ініціалізація з'єднання (Link initialization)

При встановленні фізичного з'єднання між портами А і В, між ними відбувається наступний «обмін речовин»:

FC-2

Фрейми (Кадри, Frames)

Всі дані, передані в середовищі Fiber Channel розбиваються на фрейми (кадри). Структура фрейму наступна:

- SoF – 4 байти (1 tw) – ідентифікатор початку фрейму.
- Header – 24 байта (6 tw) – заголовок. Містить таку інформацію як адреса джерела й приймача, тип фрейму (FT-0 – керуючий або FT-1 – дані), номер послідовності й порядковий номер фрейму в ній і інша службово-контрольна інформація.
- Data – 0-2112 байт (0-528 tw) – безпосередньо дані (наприклад, SCSI-команди).
- CRC – 4 байти (1 tw) – контрольна сума.
- EoF – 4 байти (1 tw) – ідентифікатор кінця фрейму.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Проміжки між фреймами заповнюються спеціальними «словами, щозаповнюють,» – fill word. Як правило, це IDLE, хоча починаючи з FC 8G було стандартизоване використання ARB(FF) замість IDLE, з метою зниження електричних перешкод у мідному встаткуванні (але по-умовчанню комутаторами використовується IDLE).

Послідовності (Sequences)

Найчастіше джерело прагне передати приймачу набагато більше інформації, ніж 2112 байт (максимальний обсяг даних одного фрейму). У цьому випадку інформація розбивається на кілька фреймів, а набір цих фреймів називається послідовністю (sequence). Щоб у логічну послідовність фреймів не вклинилося щось зайве при паралельній передачі, заголовок кожного фрейму має поля SEQ_ID (ідентифікатор послідовності) і SEQ_CNT (номер фрейму в послідовності).

Обмін (Exchange)

Одна або кілька послідовностей, відповідальних за якусь одиночну операцію, називається обміном. Джерело й приймач можуть мати кілька паралельних обмінів, але кожний обмін в одиницю часу може містити тільки одну послідовність. Приклад обміну: ініціатор запитує дані (послідовність 1), таргет повертає дані ініціаторові (послідовність 2) і потім повідомляє статус (послідовність 3). У цей набір послідовностей не може вклинитися якийсь сторонній набір фреймів.

Для контролю цього процесу заголовок кожного фрейму включає поля OX_ID (Originator Exchange ID – заповнюється ініціатором обміну) і RX_ID (Responder Exchange ID – заповнюється одержувачем у відповідних фреймах, шляхом копіювання значення OX_ID).

Класи обслуговування (Classes of Services)

Різні додатки висувають різні вимоги до рівня сервісу, гарантії доставки, тривалості з'єднання й пропускну здатності. Деяким додаткам потрібно гарантована пропускна здатність протягом їхньої роботи (бекап). Інші мають змінну активність і не вимагають постійної гарантованої пропускну здатності

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

каналу, але їм потрібно підтвердження в одержанні кожного відправленого пакета. Для задоволення таких потреб і забезпечення гнучкості, FC визначає наступних 6 класів обслуговування.

Class 1

Для цього класу встановлюється виділене з'єднання, що резервує максимальну смугу пропускання між двома пристроями. Вимагає підтвердження про одержання. Вимагає щоб фрейми попадали на приймач у тому ж порядку, що вийшли із джерела. Через те, що не дає іншим пристроям використовувати середовище передачі, використовується вкрай рідко.

Class 2

Без постійного з'єднання, але з підтвердженням доставки. Не вимагає відповідності порядку відправлених і доставлених фреймів, так що вони можуть проходити через фабрику різними шляхами. Менш вимогливий до ресурсів, ніж клас 1, але підтвердження доставки приводить до підвищеної утилізації пропускну здатності.

Class 3

Без постійного з'єднання й без підтвердження доставки. Самий оптимальний з погляду використання ресурсів фабрики, але припускає, що протоколи верхніх рівнів зможуть зібрати фрейми в потрібному порядку й перезапросити передачу зниклих фреймів. Найбільше часто використовуваний.

Class 4

Вимагає постійного з'єднання, підтвердження й порядок фреймів як і клас 1. Головна відмінність – він резервує не всю смугу пропускання, а тільки її частина. Це гарантує певне QoS. Підходить для мультимедіа й Enterprise-застосунків, що вимагають гарантованої якості з'єднання.

Class 5

Ще до кінця не описаний і не включений у стандарт. Попередньо, клас, що не вимагає з'єднання, але потребує негайної доставки даних у міру їхньої появи, без буферизації на пристроях.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Class 6

Варіант класу 1, але мультикастовий. Тобто від одного порту до декількох джерел.

Class F

Клас F визначений у стандарті FC-SW для використання в міжкомутаторних з'єднаннях (Interswitch Link, ISL). Це сервіс без постійного з'єднання з повідомленнями про збій доставки, що використовується для контролю, керування й конфігурування фабрики. Принцип схожий на клас 2, але той використовується для взаємодії між N-портами (порти нод), а клас F – для спілкування E-портів (міжкомутаторних).

Flow Control

З метою запобігання ситуації, коли відправник перевантажить одержувача надлишковою кількістю фреймів так, що вони почнуть відкидатися одержувачем, FC використовує механізми керування потоком переданих даних (Flow Control). Їх два – Buffer-to-Buffer flow control і End-to-End flow control. Їхнє використання регламентується класом обслуговування. Наприклад, клас 1 використовує тільки механізм End-to-End, клас 3 – Buffer-to-Buffer, а клас 2 – обоє ці механізми.

Buffer-to-Buffer flow control

Принцип технології – відправлення будь-якого фрейму повинна бути забезпечена наявністю кредиту на відправлення.

Всі вступники на вхід порту фрейми містяться в спеціальну чергу – буфери. Кількість цих буферів визначається фізичними характеристиками порту. Один буфер (місце в черзі) відповідає одному кредиту. Кожний порт має два лічильники кредитів:

TX BB_Credit – лічильник кредитів передачі. Після відправлення кожного фрейму, зменшується на 1. Якщо значення лічильника стало рівним нулю – передача неможлива. Як тільки від порту-приймача отримане R_RDY, лічильник збільшується на 1.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

RX BB_Credit – лічильник кредитів прийому. Як тільки фрейм прийнятий і поміщений у буфер, зменшується на 1. Коли фрейм обробляється або пересилається далі, лічильник збільшується на 1, а відправникові відправляється R_RDY. Якщо значення лічильника падає до 0, то в принципі, прийом нових фреймів повинен бути припинений. На практиці, через помилки синхронізації кредитів може виникнути ситуація, що джерело надіслало ще трохи фреймів уже після того як RX BB_credit став дорівнює нулю. Дана ситуація називається buffer overflow. У більшості реалізацій порт обробляє такі ситуації «добрим-добрий-по^доброму» – за рахунок резервних буферів. Хоча деяке встаткування в таких випадках може ініціювати Link Reset.

Звідси виходить сильний вплив відстані між портами на продуктивність. Ніж вище відстань і більше пропускна здатність, тим більше фреймів буде відправлено (читай кредитів передачі витрачений) ще перше ніж одержувач одержить хоча б перший. Ситуацію полегшує особливість архітектури FC-комутаторів. Справа в тому, що кількість буферів не закріплено жорстко за кожним портом (крім восьми обов'язкових), а є загальним для всіх. І у випадку визначення «далеких лінків» (автоматично або вручну) кількість виділюваних комутатором буферів для цього порту збільшується. Інший плюс загальної пам'яті – не потрібно ганяти буфери від одного порту до іншому усередині комутатора.

End-to-End flow control

Реалізується лічильником EE_Credit, що визначає максимум фреймів, які джерело може відправити приймачу без одержання підтвердження (Acknowledge, ACK). На відміну від BB_Credit поширюється тільки на фрейми з даними, а обмін/облік відбувається між кінцевими нодами.

1.2 Область застосування

Broadcom пропонує комутатори Fibre Channel трьох поколінь: 8 Гбіт/с (четверте покоління), 16 Гбіт/с (п'яте) і 32 Гбіт/с (шосте). Технологія 8 Гбіт/с застаріла, її життєвий цикл підходить до кінця – по даним Dell'Oro на дане встаткування доводиться зараз близько 1% продажів. У лінійці 8-гігабітних пристроїв залишилося всього два комутатори, і найближчим часом компанія має намір припинити їхнє виробництво (офіційно про це поки не оголошено). При цьому Brocade пропонує повну лінійку пристроїв п'ятого покоління, цього року компанія значно розширила пропозицію встаткування шостого покоління.

Як показують тести, застосування комутаторів FC на 32 Гбіт/с дозволяє збільшити продуктивність систем зберігання даних (СЗД) у чотири рази. Такі результати свідчать про те, що вузьким місцем є саме мережа, і при установці сучасних СЗД необхідна модернізація мережі. Це підтверджується як ростом продажів устаткування Brocade, так і тим, що в корпоративному сегменті в Україні вже понад 60% продажів становлять комутатори шостого покоління.

Серед новинок цього року – високоплотний комутатор G630 до 128 портів на 32 Гбіт/с і лезо на 64 порту 32 Гбіт/с для комутаторів X6 директорського класу. З випуском флагманського комутатора G630 завершено формування лінійки шостого покоління -по своїх функціональних можливостях він близький до комутаторів директорського класу. Останні призначений для надвеликих мереж зберігання. З появою леза FC 32-64 ємність одного комутатора Brocade X6 Director може бути доведена до 512 портів.

За прогнозами аналітиком до 2031 року 77% всіх продаваних масивів будуть базуватися на флеш-накопичувачах. Поширення флеш-масивів породжує потреба у високошвидкісних з'єднаннях. Наступні покоління Fibre Channel зможуть забезпечити номінальну пропускну здатність до 128 Гбіт/с, однак використовуваний протокол FCP – фактично SCSI поверх Fibre Channel – успадкував всі недоліки SCSI при роботі із флеш-пам'яттю. Перспективний

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

протокол NVMe over Fibre Channel (FC-NVMe) оптимізований для роботи з енергонезалежною пам'яттю й більш ефективно задіє FC як транспорт. Як вважають в Brocade FC-NVMe краще підходить для підключення систем зберігання й породжує менше проблем при впровадженні, ніж альтернативні види доступу NVMe over Fabrics на базі Ethernet і TCP.

На ринку вже стали з'являтися перші СЗД із підтримкою FC-NVMe. Так, NetApp оголосила про підтримку FC-NVMe у своїх флеш-масивах ONTAP (на вже встановлених масивах необхідно оновити програмне забезпечення). Про намір випустити системи зберігання з підтримкою даного протоколу заявили такі компанії як Dell EMC і IBM. Комутатори Brocade п'ятого й шостого покоління вже підтримують FC-NVMe. Компанія працює над його подальшою оптимізацією – скороченням затримки й підвищенням продуктивності вводу-виводу.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

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

Провідні гравці на ринку контролерів вводу/виводу сховищ Fibre Channel:

- Broadcom Inc.
- Marvell.
- Promise Technology Inc. (PromiseRAID).
- QSAN Technology, Inc.
- Data Device Corporation.
- Dell Technologies Inc.
- Hewlett Packard Enterprise Development LP.
- Agilent Technologies, Inc. (part of Keysight Technologies).
- Intel Corporation.
- ATTO Technology, Inc..

Значні розробки в секторі контролерів вводу/виводу сховищ Fibre Channel:

– Липень 2023 року: Broadcom Inc. оголосила про значне підвищення продуктивності своїх 64-гігабітних адаптерів Fibre Channel, що забезпечує меншу затримку для вимогливих робочих навантажень штучного інтелекту та високопродуктивних обчислень.

– Квітень 2023: Marvell представила нові ініціатори NVMe-oF, призначені для оптимізації швидкості передачі даних для флеш-масивів зберігання даних через інфраструктуру Fibre Channel.

– Січень 2023 року: ATTO Technology представила нові адаптери хост-шини (HBA) з підтримкою найновішого стандарту PCIe Gen 5, пропонуючи до вдвічі більшу пропускну здатність, ніж попередні покоління, для підключення

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Fibre Channel.

– Жовтень 2022 року: QSAN Technology продемонструвала досягнення у своїх рішеннях для зберігання даних на базі Fibre Channel, інтегруючи розширені функції захисту даних безпосередньо в контролери вводу/виводу.

– Травень 2022 року: Dell Technologies наголосила на незмінній важливості Fibre Channel у своєму портфоліо корпоративних сховищ даних, оголосивши про розширену підтримку 64Gb FC у своїх останніх пропозиціях PowerStore.

– Лютий 2022 року: Hewlett Packard Enterprise (HPE) зосередилася на покращенні безпеки своїх контролерів Fibre Channel, інтегрувавши апаратне шифрування для конфіденційних даних.

– Вересень 2021 року: Promise Technology оголосила про стратегічне партнерство для інтеграції своїх RAID-контролерів з провідними рішеннями Fibre Channel Fabric, прагнучи безперебійної продуктивності зберігання даних.

– Червень 2021 року: Data Device Corporation (DDC) представила досягнення в галузі посиленних контролерів вводу/виводу Fibre Channel, розроблених для вимогливих оборонних та аерокосмічних застосувань.

Ринок мереж SAN на основі оптоволоконного каналу демонструє незмінну актуальність у корпоративних середовищах, надаючи пріоритет високій продуктивності та низькій затримці, незважаючи на нові технології, такі як NVMe, над Fabrics. Прогнозується, що розмір ринку до 2027 року становитиме 18,9 мільярда доларів, що свідчить про стійку траєкторію зростання. Цей стійкий попит зумовлений зростаючою потребою в надійному зберіганні даних та високошвидкісній передачі даних у критично важливих секторах, включаючи BFSI, телекомунікації, уряд та оборону, де критично важливі програми вимагають безпечних та надійних рішень для зберігання даних. Встановлена присутність ключових гравців галузі ще більше зміцнює стабільність ринку. Очікується, що з 2025 по 2033 рік зростання складе 13,4%, що свідчить про суттєве розширення. Хоча хмарне зберігання та альтернативні технології

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

створюють конкурентний тиск, мережі SAN на основі оптоволоконного каналу зберігають стійкість завдяки своїй перевірній надійності, особливо для програм, що вимагають мінімальної затримки. Сегментація ринку підкреслює сильну перевагу рішень на основі міді в сучасній інфраструктурі, при цьому оптичне волокно (як одномодове, так і багатомодове) зростає через зростання вимог до пропускної здатності та вимог до збільшеної відстані. Північна Америка та Європа наразі лідирують на ринку, що пояснюється вищою концентрацією корпоративних центрів обробки даних та розвинутою ІТ-інфраструктурою. Однак Азіатсько-Тихоокеанський регіон готовий до прискореного зростання завдяки збільшенню інвестицій в цифровізацію та інфраструктуру.

Зростання ринку в першу чергу стримується появою альтернативних технологій зберігання даних, що пропонують потенційне зниження витрат та покращену масштабованість, таких як NVMe-oF. Тим не менш, притаманна надійність та передбачувана продуктивність мереж SAN на основі оптоволоконного каналу забезпечують їхню подальшу перевагу для критично важливих застосувань, де цілісність даних та продуктивність мають першочергове значення. Очікується, що ця перевага, у поєднанні з постійним технологічним прогресом, зосередженим на ефективності та зниженні витрат, підтримуватиме зростання ринку. Крім того, інтеграція мереж SAN на основі оптоволоконного каналу з новими технологіями, такими як штучний інтелект та машинне навчання, відкриє нові шляхи зростання, особливо для застосувань, що вимагають обробки та аналізу даних у режимі реального часу. Отже, прогнозується стабільна та помірна траєкторія зростання ринку мереж SAN на основі оптоволоконного каналу.

Концентрація та характеристики мережі зберігання даних (SAN) Fiber Channel

Ринок Fiber Channel SAN, оцінений у понад X мільярдів доларів у 2024 році, переживає помірну концентрацію, де кілька основних гравців захопили значну частку ринку. International Business Machines (IBM), Hewlett Packard

Enterprise (HPE), Dell Technologies, NetApp, Hitachi Vantara, Oracle, Cisco Systems та Nexsan є ключовими учасниками. Однак, ринок включає численних менших постачальників, що спеціалізуються на нішевих сегментах або географічних регіонах.

Зони концентрації:

- Високоякісне корпоративне сховище даних: більшість розгортань Fiber Channel SAN зосереджені у великих підприємствах у різних секторах, яким потрібна висока продуктивність та надійність.

- Центри обробки даних: Великі центри обробки даних утворюють значну точку концентрації завдяки здатності Fiber Channel обробляти значні потреби в передачі даних.

- Конкретні галузі: BFSI (банківська справа, фінансові послуги та страхування), телекомунікації та урядовий/оборонний сектори демонструють вищі за середні показники впровадження через їхні суворі вимоги до безпеки даних та продуктивності.

Характеристики інновацій:

- Збільшення швидкості та пропускної здатності: Постійне вдосконалення волоконно-оптичних технологій та комутаційної інфраструктури стимулює впровадження вищих швидкостей (наприклад, 32 Гбіт/с, 128 Гбіт/с).

- Розширені функції безпеки: Інновації, зосереджені на механізмах шифрування даних та контролю доступу, спрямовані на вирішення зростаючих проблем безпеки.

- Інтеграція з хмарними середовищами: Тривають зусилля для безперешкодної інтеграції Fiber Channel SAN з хмарними рішеннями для зберігання даних, пропонуючи гібридні моделі зберігання даних.

- Удосконалення програмно-визначених сховищ (SDS): рішення SDS пропонують більшу гнучкість та масштабованість порівняно з традиційними апаратно-орієнтованими мережами зберігання даних (SAN).

Вплив нормативних актів: Нормативні акти щодо конфіденційності даних

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

(наприклад, GDPR, CCPA) суттєво впливають на ринок, стимулюючи попит на покращені функції безпеки та відповідності в рішеннях Fiber Channel SAN.

Замінники продуктів: iSCSI SAN, NVMe over Fabrics (NVMe/F) та хмарні сховища є основними замінниками, хоча Fiber Channel продовжує зберігати сильну присутність у високопродуктивних додатках.

Концентрація кінцевих користувачів: Великі підприємства (з річним доходом понад 1 мільярд доларів США) складають основний сегмент кінцевих користувачів.

Рівень злиттів та поглинань: Ринок SAN Fibre Channel зазнав помірного рівня злиттів та поглинань, в основному зосереджених на консолідації дрібних постачальників та розширенні портфелів продуктів.

Тенденції Fiber Channel SAN (мережі зберігання даних)

Ринок мереж SAN на базі оптоволоконного каналу переживає перехідний період. Хоча вона залишається домінуючою технологією для критично важливих застосувань, що вимагають високої продуктивності та низької затримки, кілька тенденцій формують його майбутнє. Прогнозується, що до 2033 року обсяг ринку досягне приблизно Y мільярдів доларів США, демонструючи сукупний річний темп зростання (CAGR) на рівні Z%. Історичний період (2019-2024) показав повільніше зростання порівняно з прогнозованим періодом (2025-2033), головним чином під впливом зростаючого впровадження альтернативних технологій, таких як NVMe/F та хмарне сховище. Однак, постійна потреба у високопродуктивному сховищі з низькою затримкою в окремих галузях підтримуватиме попит на мережі SAN на базі оптоволоконного каналу. Очікувана ринкова вартість у 2026 році становить W мільярдів доларів США.

Ключові ринкові дані вказують на зсув у бік:

– Гібридні моделі хмарного сховища: організації все частіше впроваджують гібридні хмарні стратегії, інтегруючи свої локальні мережі SAN Fibre Channel з платформами хмарного сховища для підвищення масштабованості та гнучкості. Ця тенденція вимагає від постачальників пропонувати можливості

безперешкодної інтеграції та інструменти управління.

– Програмно-визначені сховища (SDS): Впровадження SDS зростає, забезпечуючи більшу гнучкість та економічну ефективність порівняно з традиційними апаратно-орієнтованими SAN. Це дозволяє краще використовувати ресурси та спростити управління.

– Зосередження на вищих швидкостях та пропускній здатності: галузь продовжує розробляти швидші швидкості Fiber Channel, такі як 128 Гбіт/с, щоб задовольнити зростаючий попит на високошвидкісні програми, такі як аналітика великих даних та високопродуктивні обчислення (HPC). Це зумовлює потребу в модернізації інфраструктури та закупівлі нового обладнання.

– Підвищений акцент на безпеці: Зі зростанням кіберзагроз, розширені функції безпеки, такі як шифрування даних та надійні механізми контролю доступу, стають критично важливими для організацій, що розгортають мережі SAN на основі оптоволоконного каналу. Це підвищує попит на передові рішення безпеки, інтегровані в інфраструктуру SAN.

– Оптимізація витрат: Оскільки організації прагнуть контролювати витрати на IT, ефективні рішення для зберігання даних стають вирішальними. Хоча мережі SAN Fibre Channel пропонують високу продуктивність, постачальники зосереджуються на оптимізації витрат за рахунок покращеного управління ресурсами та спрощених інструментів управління інфраструктурою.

Очікується, що постійний попит у певних секторах, таких як BFSI та телекомунікації, у поєднанні з розвитком технологій та моделями розгортання, що розвиваються, сприятиме загальному зростанню ринку протягом прогнозованого періоду.

Ключовий регіон або країна та сегмент для домінування на ринку

Очікується, що північноамериканський ринок домінуватиме на ринку мереж SAN на основі оптоволоконного каналу протягом прогнозованого періоду, що зумовлено високим рівнем впровадження технологій, значними інвестиціями в IT-інфраструктуру та присутністю основних технологічних гравців. У сфері

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

додатків сегмент BFSI демонструє значний потенціал зростання, демонструючи найбільшу частку ринку завдяки вимогам сектора до зберігання та обробки даних для транзакцій, дотримання нормативних вимог та управління ризиками. Висока продуктивність та надійність, що пропонуються мережами SAN на основі оптоволоконного каналу, роблять їх кращим вибором порівняно з альтернативними рішеннями для критично важливих додатків у рамках BFSI:

- Північна Америка: Сильна присутність великих технологічних компаній, високі витрати на ІТ та раннє впровадження нових технологій.

- Сегмент BFSI: Суворі вимоги до безпеки даних, високі обсяги транзакцій та дотримання нормативних вимог стимулюють попит у фінансовому секторі. Потреба цього сегмента у високій продуктивності, низькій затримці та цілісності даних робить мережі SAN Fiber Channel критично важливим компонентом інфраструктури.

- Європа: Зростаюче впровадження хмарних сервісів та програмно-визначених сховищ (SDS) впливає на ринок у Європі. Такі правила, як GDPR, стимулюють попит на розширені функції безпеки в рішеннях для зберігання даних.

- Азіатсько-Тихоокеанський регіон: Очікується, що швидке економічне зростання та посилення ініціатив цифрової трансформації в таких країнах, як Китай, Індія та Японія, стимулюватимуть розширення ринку, особливо в сегментах телекомунікацій та електронної комерції.

Домінування північноамериканського ринку та сегмента BFSI зумовлене кількома факторами. Розвинена ІТ-інфраструктура Північної Америки та раннє впровадження передових технологій роблять її сприятливим ґрунтом для розгортання SAN на основі Fibre Channel. Критична залежність сектора BFSI від високопродуктивних, надійних та безпечних рішень для зберігання даних ідеально узгоджується з сильними сторонами технології Fibre Channel, забезпечуючи подальше зростання.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Огляди продуктів Fiber Channel SAN (мережа зберігання даних)

Ринок мереж SAN з оптоволоконним каналом пропонує різноманітні продукти, включаючи масиви зберігання даних, комутатори, адаптери хост-шини (HBA) та пов'язане з ними програмне забезпечення. Масиви зберігання даних варіюються від систем початкового рівня до високоякісних рішень корпоративного класу, здатних обробляти петабайти даних. Комутатори забезпечують мережеву інфраструктуру, що з'єднує масиви зберігання даних та сервери, тоді як HBA сприяють зв'язку між серверами та пристроями зберігання даних. Програмні компоненти керують ресурсами зберігання даних, забезпечуючи ефективне використання та захист даних. Постачальники постійно впроваджують інновації, покращуючи продуктивність, збільшуючи ємність та розширені функції управління. Зростаюча важливість безпеки даних стимулює розробку продуктів з розширеними функціями безпеки, такими як шифрування та контроль доступу.

Охоплення розділу та результати

Цей розділ пропонує комплексний аналіз ринку Fiber Channel SAN, що охоплює:

– Сегментація застосувань: BFSI, телекомунікації та IT, роздрібна торгівля та електронна комерція, уряд та оборона, охорона здоров'я, виробництво, енергетика та комунальні послуги, будівництво та машинобудування та інші. Кожен сегмент аналізується на основі його конкретних потреб у зберіганні даних, факторів зростання та ринкових тенденцій.

– Сегментація за типами: мідь, одномодове оптичне волокно, багатомодове оптичне волокно. Ця сегментація дає уявлення про різні типи волокон, що використовуються в мережах Fiber Channel, їхні характеристики продуктивності та економічні наслідки. Перехід до швидших одномодових оптичних волокон є ключовим фактором інновацій.

Розділ містить детальний аналіз розміру ринку, прогнозування, аналіз конкурентного середовища, технологічні тенденції та регіональний розподіл.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Рушійні сили: Що рухає мережу зберігання даних (SAN) на базі Fiber Channel:

– Попит на високопродуктивне сховище даних: Критично важливі програми, що потребують низької затримки та високої пропускної здатності, продовжують підживлювати попит.

– Зростання обсягу даних та цифрова трансформація: експоненціальне збільшення обсягу даних вимагає ефективних та надійних рішень для зберігання даних.

– Зростання в окремих секторах: BFSI, телекомунікації та державний сектор є ключовими рушійними силами через їхні високі потреби в сховищах.

– Досягнення в технології Fiber Channel: Вищі швидкості та розширені функції приваблюють нові розгортання та оновлення.

Проблеми та обмеження в мережі зберігання даних (SAN) на базі Fiber Channel:

– Конкуренція з боку альтернативних технологій: iSCSI SAN, NVMe over Fabrics та хмарні сховища становлять сильну конкуренцію.

– Високі початкові інвестиційні витрати: налаштування мережі зберігання даних Fiber Channel може бути дорогим, що потенційно обмежує її впровадження невеликими організаціями.

– Складність управління: управління мережею зберігання даних Fibre Channel вимагає спеціалізованих знань.

– Споживання енергії: мережі SAN на основі оптоволоконного каналу можуть бути енергоємними, що викликає занепокоєння щодо експлуатаційних витрат.

Нові тенденції в мережі зберігання даних Fiber Channel SAN (мережі зберігання даних):

– Підвищена інтеграція з хмарними середовищами: гібридні хмарні моделі стають дедалі поширенішими.

– Впровадження програмно-визначених сховищ (SDS): рішення SDS

забезпечують більшу гнучкість та ефективність.

- Зосередження на вищих швидкостях та пропускній здатності: очікується впровадження швидкостей 128 Гбіт/с і вище.

- Розширені функції безпеки: Зростаючий акцент на захисті даних та дотриманні вимог.

Каталізатори зростання в галузі мереж зберігання даних (SAN) на основі оптоволоконного каналу

Ринок Fiber Channel SAN готовий до зростання завдяки зростаючому попиту на високопродуктивні сховища, технологічному прогресу та зростаючому впровадженню гібридних хмарних моделей. Галузі з високими потребами в сховищах, у поєднанні з потребою в низькій затримці та високому рівні безпеки, продовжуватимуть стимулювати інвестиції в рішення Fiber Channel SAN. Крім того, постійні інновації в можливостях швидкості та пропускної здатності гарантують, що технологія залишається актуальною для вимогливих застосувань.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – це потужна мова програмування, яка проста у вивченні. Він має ефективні структури даних високого рівня та простий, але ефективний підхід до об'єктно-орієнтованого програмування. Елегантний синтаксис і динамічна типізація Python разом з його інтерпретованим характером роблять його ідеальною мовою для створення сценаріїв і швидкої розробки додатків у багатьох сферах на більшості платформ.

Інтерпретатор Python і обширна стандартна бібліотека доступні у вихідному або двійковому вигляді для всіх основних платформ на веб-сайті Python <https://www.python.org/> і можуть вільно поширюватися. Цей же сайт також містить дистрибутиви та вказівники на багато безкоштовних сторонніх модулів Python, програм і інструментів, а також додаткову документацію.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

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 зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

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

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

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

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

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

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

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

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

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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Ключові тенденції, що впливають на ринок контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel, включають мініатюризацію та інтеграцію компонентів, що призводить до більш компактних та енергоефективних рішень. Удосконалення протоколів, такі як підтримка NVMe over Fabrics (NVMe-oF) через Fibre Channel, підвищують продуктивність та масштабованість. Зростаючий акцент на безпеці та надійності даних стимулює впровадження передових контролерів вводу/виводу з надійними функціями захисту даних. Хоча початкові витрати на впровадження та складність оновлення інфраструктури створюють потенційні обмеження, очікується, що постійний попит на покращену продуктивність сховищ та зростання обсягів даних у різних галузях сприятимуть подальшому розширенню ринку та інноваціям. Провідні гравці, такі як Broadcom Inc., Marvell та Dell, очолюють ці досягнення та придбання частки ринку.

Концентрація та характеристики контролерів вводу/виводу сховищ Fibre Channel

Ринок контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel (FC) демонструє значну концентрацію в кількох ключових технологічних центрах, переважно в Північній Америці та Європі, зі зростаючою присутністю в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні через швидке розширення центрів обробки даних. Інновації значною мірою зосереджені на підвищенні продуктивності, зменшенні затримки та покращенні безпеки передачі великих обсягів даних. Ми оцінюємо, що щорічно постачається понад 10 мільйонів одиниць, а інвестиції в дослідження та розробки в таких галузях, як NVMe-oF поверх FC та розширені функції шифрування, сягають сотень мільйонів доларів у провідних постачальників. Вплив нормативних актів, таких як закони про конфіденційність

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

даних, стимулює попит на більш безпечні та сумісні рішення для зберігання даних, впливаючи на дизайн та функції контролерів. Замінники продуктів, включаючи рішення для зберігання даних на базі Ethernet (наприклад, iSCSI, RoCE), набирають обертів, особливо в середовищах, чутливих до вартості, але FC зберігає свою стійкість у критично важливих для продуктивності додатках. Концентрація кінцевих користувачів переважно зосереджена в корпоративних центрах обробки даних, фінансових установах та високопродуктивних обчислювальних середовищах, де критично важливі додатки вимагають надійності та швидкості, які забезпечує FC. Рівень активності у сфері злиттів та поглинань був помірним, при цьому більші гравці придбали спеціалізовані технологічні фірми для посилення своїх портфелів, що свідчить про зрілий ринок, де консолідація зосереджена на стратегічній технологічній інтеграції, а не на широкому придбанні ринку.

Контролери вводу/виводу для сховищ Fibre Channel. Огляд продукту

Контролери вводу/виводу для сховищ даних Fibre Channel – це складні апаратні компоненти, що забезпечують високошвидкісний обмін даними між серверами та масивами зберігання даних. Ці контролери є невід'ємною частиною мереж зберігання даних (SAN), перетворюючи запити вводу/виводу сервера на протоколи FC і навпаки. Ключові дані про продукти свідчать про постійний рух до можливостей вищої пропускної здатності, причому значна частина останніх випусків продуктів зосереджена на 64 Гбіт/32 Гбіт/с FC для задоволення потреб прискорення робочих навантажень, таких як штучний інтелект, машинне навчання та масивна аналітика даних. Розширені функції, такі як інтегрований захист даних, апаратне шифрування та покращені механізми розвантаження для протоколів, таких як NVMe, стають стандартними, спрямованими на зменшення навантаження на процесор сервера та подальше підвищення продуктивності вводу/виводу.

Охоплення розділу та результати

Цей розділ містить вичерпне охоплення ринку контролерів вводу/виводу

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

для зберігання даних Fibre Channel, сегментованого за застосуванням, типом та охоплюючи розвиток галузі.

Сегментація додатків:

– Мережа зберігання даних (SAN): Цей сегмент зосереджений на контролерах, розроблених для традиційних інфраструктур SAN, з акцентом на високій доступності, надійності та масштабованості для доступу до сховища в масштабах усього підприємства. Ці контролери мають вирішальне значення для централізованого управління сховищем та забезпечення стабільної продуктивності для безлічі програм.

– Центр обробки даних: Контролери для середовищ центрів обробки даних характеризуються здатністю обробляти величезні вимоги до вводу/виводу, підтримувати віртуалізацію та безперешкодно інтегруватися з платформами хмарної оркестрації. Вони розроблені для розгортання з високою щільністю та ефективного енергоспоживання.

– Хмарні обчислення: Цей сегмент заглиблюється в контролери, оптимізовані для постачальників хмарних послуг, пропонуючи такі функції, як багатокористувацька оренда, розширений захист та еластична масштабованість для підтримки динамічних хмарних робочих навантажень та забезпечення сховища як послуги.

Сегментація типу:

– Для 32/16 Гбіт/с Fibre Channel: ця категорія охоплює контролери, що підтримують широко прийняті стандарти 32 Гбіт/с та 16 Гбіт/с FC, що представляють зрілий та широко розгорнутий сегмент ринку, який часто зустрічається в існуючій корпоративній інфраструктурі.

– Для 16/8 Гбіт/с Fibre Channel: цей сегмент відповідає потребам організацій зі застарілою інфраструктурою або тих, хто шукає економічно ефективні рішення, які все ще пропонують надійну продуктивність FC, задовольняючи ширший діапазон бюджетів та вимог застосувань.

– Для 64/32 Гбіт/с Fibre Channel: це передова технологія FC, розроблена

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

для найвимогливіших застосувань, що потребують надвисокої пропускної здатності та мінімальної затримки, що підходить для серверів останнього покоління та високопродуктивних масивів зберігання даних.

Контролери вводу/виводу Fibre Channel Storage: регіональний огляд

Північна Америка наразі домінує на ринку контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel, що зумовлено зрілим корпоративним ІТ-ландшафтом та значними інвестиціями в інфраструктуру центрів обробки даних з боку основних постачальників хмарних послуг та фінансових установ. Європа слідує за нею, демонструючи активне впровадження в корпоративному та дослідницькому секторах, а також зростаючу відповідність нормативним вимогам, що стимулює попит на безпечні та надійні рішення для зберігання даних. Азіатсько-Тихоокеанський регіон переживає найшвидше зростання, що підживлюється масштабними ініціативами цифрової трансформації, екосистемою центрів обробки даних, що розвивається, та значними державними інвестиціями в технологічний прогрес. Ринки, що розвиваються, у Латинській Америці, на Близькому Сході та в Африці демонструють початкове зростання, головним чином завдяки розширенню хмарних сервісів та модернізації корпоративної ІТ-інфраструктури.

Тенденції контролерів вводу/виводу сховищ Fibre Channel

Ринок контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel зараз переживає кілька значних тенденцій, усі з яких спрямовані на підвищення продуктивності, ефективності та інтеграції в сучасні ІТ-інфраструктури. Основною тенденцією є повсюдне впровадження протоколів з високою пропускною здатністю, причому 64-гігабітні контролери Fibre Channel швидко набирають обертів. Цей зсув безпосередньо залежить від зростання потреб у додатках з інтенсивною обробкою даних, таких як штучний інтелект, машинне навчання та аналітика великих даних, які вимагають наднизької затримки та високої пропускної здатності, що пропонують FC наступного покоління. Постачальники вкладають значні кошти в цю сферу, з оціночною річною

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

ринковою вартістю понад 10 мільярдів доларів, щоб задовольнити потребу в швидшому доступі до даних та їх обробці. Ще однією важливою тенденцією є зростаюча інтеграція NVMe (Non-Volatile Memory Express) через Fibre Channel (NVMe-oF). Цей протокол обходить традиційні набори команд SCSI, дозволяючи флеш-сховищам працювати на повну потужність, значно зменшуючи затримку та збільшуючи кількість операцій вводу/виводу за секунду (IOPS). Впровадження NVMe-oF має вирішальне значення для високопродуктивних обчислень, фінансових торгових платформ та робочих навантажень штучного інтелекту, де кожна мілісекунда затримки має значення. Галузевий аналіз показує, що понад 50% нових високопродуктивних розгортань SAN зараз включають можливості NVMe-oF. Безпека залишається першочерговим завданням, що призводить до вдосконалених функцій апаратного шифрування в контролерах. Оскільки правила конфіденційності даних стають суворішими в усьому світі, організації шукають контролери, які пропонують надійний, комплексний захист даних, знижуючи ризик порушень та забезпечуючи відповідність вимогам. Це стимулювало інновації в безпечному завантаженні, апаратному кореневому довірчому середовищі та функціях передачі зашифрованих даних, при цьому витрати на дослідження та розробки в цій галузі, за прогнозами, зростатимуть понад 20% щорічно. Крім того, тенденція до програмно-визначеного сховища та інтелектуальної автоматизації впливає на розробку контролерів. Контролери розвиваються, щоб пропонувати більш просунуті механізми розвантаження для таких завдань, як перевірка цілісності даних, обчислення RAID і навіть деякі функції віртуалізації, звільняючи ресурси процесора сервера та підвищуючи загальну ефективність системи. Це інтелектуальне розвантаження розглядається як ключовий фактор диференціації в конкурентних пропозиціях продуктів. Нарешті, конвергенція мереж та сховищ продовжується, а досягнення в Fibre Channel забезпечують тіснішу інтеграцію з мережами на основі Ethernet та ширшою IP-інфраструктурою, сприяючи гібридним середовищам та спрощуючи управління. Ця конвергенція зумовлена прагненням до уніфікованих структур

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

центрів обробки даних та зменшення їхньої складності.

Рушійні сили: що рухає контролери вводу/виводу сховищ Fibre Channel

Ринок контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel в першу чергу зумовлений невпинним попитом на вищу продуктивність та меншу затримку в додатках з інтенсивною обробкою даних:

- Зростання обсягу даних: Експоненціальне зростання обсягів генерації даних у всіх галузях вимагає швидшого та ефективнішого доступу до сховища.
- Зростання штучного інтелекту, машинного навчання та аналітики великих даних: ці робочі навантаження є дуже вимогливими до сховища, вимагаючи контролерів, які можуть обробляти масивні операції вводу/виводу та скорочувати час доступу.
- Впровадження флеш-накопичувачів (SSD): контролери Fibre Channel є важливими для розкриття повного потенціалу високошвидкісних SSD, забезпечуючи продуктивність, яка значно перевершує традиційні жорсткі диски.
- Модернізація корпоративних ІТ: Організації постійно модернізують свою інфраструктуру для підвищення ефективності, масштабованості та надійності, при цьому FC залишається наріжним каменем для критично важливих середовищ.

Проблеми та обмеження контролерів вводу/виводу сховищ Fibre Channel

Незважаючи на свої сильні сторони, ринок контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel стикається з кількома викликами та обмеженнями, які можуть вплинути на його траєкторію зростання:

- Конкуренція з боку сховищ на базі Ethernet: iSCSI та NVMe-oF замість RoCE пропонують конкурентоспроможну продуктивність за потенційно нижчих витрат для деяких застосувань, що створює загрозу для частки ринку FC.
- Складність та вартість: Мережі SAN на основі оптоволоконного каналу можуть сприйматися як складніші та дорожчі у впровадженні та управлінні

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

порівняно з простішими рішеннями на основі Ethernet, особливо для невеликих організацій.

– Дефіцит талантів: Брак кваліфікованих фахівців з досвідом проектування, впровадження та управління мережами Fibre Channel може перешкоджати їх впровадженню та розширенню.

– Перехід до хмарно-орієнтованих архітектур: Хоча FC є невід'ємною частиною багатьох приватних та гібридних хмарних розгортань, публічні хмарні середовища часто абстрагують базову інфраструктуру FC, зміщуючи фокус на інші методи доступу до сховища.

Новітні тенденції в контролерах вводу/виводу сховищ Fibre Channel

Новітні тенденції формують майбутнє контролерів вводу/виводу сховищ Fibre Channel, зосереджуючись на покращеному інтелекті, інтеграції та продуктивності.

– Оптимізація ШІ/ML: Контролери розробляються зі спеціальним апаратним прискоренням для робочих навантажень ШІ/ML, включаючи спеціалізовану обробку для попередньої обробки даних та виведення моделей.

– Покращена безпека та відповідність: розширені функції шифрування, безпечного завантаження та апаратного root-of-trust стають дедалі важливішими для задоволення суворих вимог безпеки даних та нормативних вимог.

– Удосконалення NVMe-oF порівняно з FC: ключовою сферою розвитку є подальше вдосконалення протоколів NVMe-oF порівняно з Fibre Channel, що обіцяє ще меншу затримку та вищі показники IOPS.

– Інтеграція з програмно-визначеними сховищами (SDS): Контролери все частіше мають можливості для безперешкодної інтеграції та вдосконалення рішень SDS, пропонуючи єдине керування та гнучкість.

Каталізатори зростання в галузі контролерів вводу/виводу сховищ Fibre Channel

Зростання індустрії контролерів вводу/виводу для зберігання даних Fibre Channel значною мірою каталізується зростаючим попитом на високопродуктивні

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

та надійні рішення для зберігання даних у різних секторах. Безперервний розвиток технологій обробки даних, таких як штучний інтелект, машинне навчання та аналітика великих даних, неминуче зумовлює потребу в швидшому доступі до даних та меншій затримці – сферах, де Fibre Channel переважає. Крім того, поточні ініціативи цифрової трансформації в підприємствах по всьому світу вимагають надійної інфраструктури зберігання даних, яка може підтримувати критично важливі бізнес-операції, що робить Fibre Channel кращим вибором для критично важливих програм. Широке впровадження флеш-сховищ та подальша вимога використовувати їх повний потенціал продуктивності також виступають потужним каталізатором зростання, оскільки контролери Fibre Channel відіграють вирішальну роль у забезпеченні цього.

3.2 Розробка структурної схеми

Розгалужені волоконно-оптичні мережі з їхньою високою пропускнуою здатністю дозволяють реалізувати більше, ніж просто сучасні телекомунікації, потокове передавання HD-даних та ігри. Вони є вирішальним фактором цифрової трансформації промисловості, світу праці, освіти, муніципалітетів та суспільства. Крім того, вони є більш економічно ефективними, ніж старі мідні мережі, оскільки, наприклад, споживають менше енергії. Зростання кількості застосунків, що працюють на основі даних, збільшує потребу в пропускну здатності та попит на повсюдний та доступний доступ до оптоволоконної мережі.

Нерівномірний розвиток Fiber to the Home (FTTH) у світі

Розширення волоконно-оптичних мереж для покриття FTTH далеко не завершене в більшості країн. Уряди та регіональні органи влади по всьому світу продовжують свої зусилля щодо субсидування та фінансування розширення широкосмугових послуг у сільських та недостатньо обслуговуваних регіонах. Волоконно-оптичні мережі все ще потребують завершення навіть у багатьох великих містах та міських регіонах. Тенденція FTTH розвивається нерівномірно:

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

– У Європі ми спостерігаємо затримку, скорочення або навіть зупинку впровадження оптоволоконних мереж у деяких регіонах. Тим не менш, Європейська рада FTTH очікує продовження стабільної інвестиційної поведінки та прогнозує зростання кількості користувачів.

– З іншого боку, деякі постачальники послуг у Південній та Східній Європі, Латинській Америці, на Близькому Сході та в Африці прискорюють масштабний розвиток FTTH.

– Звіти з Азії вказують на те, що розвиток FTTH увійде в новий цикл зростання у 2026 році, зумовлений індустріалізацією, урбанізацією та зростанням середнього класу. Попит на волоконно-оптичні компоненти, особливо компоненти для зовнішнього використання, зростає.

– Наприклад, Гонконг, Сінгапур, Південна Корея, Об'єднані Арабські Емірати, Ісландія та Барбадос можуть похвалитися майже загальнонаціональним покриттям FTTH.

У багатьох районах розширення інвестиції все ще компенсуються недостатніми ставками передплати. У значній частині Європи існує нерівність між обсягом пропонованих об'єктів нерухомості (здані будинки) та активацією підключень будинків (передплата). Постачальники спочатку зосереджуються на монетизації побудованої ними інфраструктури, використанні ринкового потенціалу та генеруванні передплат, а отже, і грошових потоків.

Деякі постачальники оптимізують свої бізнес-моделі, щоб стати привабливішими, покрити витрати та досягти цільових показників прибутковості. Комерційні постачальники часто не бачать вигідного бізнес-кейсу для розширення FTTH за межі міських районів.

Рушійні сили додаткового попиту на волоконно-оптичні мережі

У процесі довгострокового розгортання FTTH з'являються нові гравці, які також вимагають широкого покриття оптоволоконним зв'язком. Чотири приклади: 5G, edge, штучний інтелект, мобільність.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Вони залежать від наявності оптичних волокон та великої кількості точок підключення. Вони вимагають, щоб волоконно-оптичні мережі наступного покоління були доступні всюди або були побудовані якомога швидше. Їхні вимоги високі. Враховуються всі типові параметри: близькість, доступність, пропускна здатність, затримка, надійність, резервування, конвергенція, щільність та масштабованість волоконно-оптичних інфраструктур.

5G потребує оптоволоконних мереж скрізь

5G, зі швидкістю передачі даних у діапазоні кількох гігабіт/с, вимагає прямого доступу до високодоступної оптичної мережі практично скрізь. Це єдиний спосіб забезпечити затримку менше 10 мілісекунд між мільйонами термінальних пристроїв, радіосот і центрів обробки даних. Багато нових застосувань, таких як AR/VR та Robotaxis, вимагають передачі даних у режимі реального часу.

Користуються попитом комплексні рішення для волоконно-оптичної інфраструктури для малих сот, оптоволокна до антени (FTTA), а також для рівнів front-haul та back-haul. Там, де має бути досягнуто повне покриття 5G, волоконно-оптичні мережі повинні бути ущільнені. Це змінює традиційні архітектури мереж. Існуюча структура магістралі може не забезпечувати необхідної продуктивності та резервів.

Рішення повинні бути адаптовані до будь-якого середовища, оскільки антени 5G встановлюються в найнезвичайніших місцях, таких як вуличні ліхтарі або рекламні щити. Оптоволоконні компоненти повинні надійно працювати протягом тривалого часу в цих середовищах і бути розроблені з урахуванням відповідного підвищення міцності. Завдяки своєму портфолію рішень CONEXIO та HES, R&M пропонує різноманітні спеціалізовані кабельні рішення із зовнішніми роз'ємами для цієї операційної області.

Дистанційні обчислення через оптоволоконні мережі

Центри обробки даних на периферії наближають високу обчислювальну потужність до хмарних користувачів, компаній, інтелектуальних заводів та

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

клієнтів у державному секторі. Ці віддалені обчислювальні ресурси потребують прямого доступу до високошвидкісних оптоволоконних мереж у своїх приміщеннях. Це означає, що великі обсяги даних можна отримувати та обробляти досить швидко.

Оптоволоконні мережі є необхідною умовою для застосувань штучного інтелекту

Штучний інтелект та моделі великих мов програмування перевершують усе. Завдяки використанню штучного інтелекту в компаніях, у сфері охорони здоров'я, в адміністраціях для мобільних послуг або серед споживачів, обсяг даних, що переміщуються світом, знову різко зростає.

Штучний інтелект вимагає з'єднань з високою пропускнуою здатністю та надзвичайно низькою затримкою. Потрібні прямі та короткі точки доступу, безвідмовні лінії та вдосконалені оптичні технології. Наскрізна оптоволоконна інфраструктура, яка охоплює всі сфери, від центрів обробки даних штучного інтелекту до клієнтів та користувачів, може запропонувати необхідну продуктивність. Для досягнення цієї мети волоконно-оптичні мережі необхідно розширювати та ущільнювати в багатьох місцях.

Трансформація транспортних маршрутів

Мобільність майбутнього вимагає оптоволоконних мереж уздовж транспортних шляхів. Навіть у найрозвиненіших країнах існує величезна потреба в розширенні мережі. Одним винятком, мабуть, є Шеньчжень, цифрове місто Китаю, де автомобілі вже можуть їздити автономно.

Оптоволоконна інфраструктура на залізницях та автомагістралях, а також на залізничних станціях, у тунелях, портах та логістичних центрах інтегрує багато речей у мережу мобільності, включаючи транспортні засоби, поїзди, системи керування, термінали, датчики, системи сигналізації, смартфони тощо.

Як можна економічно ефективно розгорнути волоконно-оптичні мережі?

Через очевидну потребу, державні та приватні волоконно-оптичні мережі продовжуватимуть розширюватися та ущільнюватися у великих масштабах.

Однак інвестиційні зусилля залишаються значними, тому питання економічної ефективності та окупності інвестицій є більш актуальним, ніж будь-коли.

Три підходи до підвищення економічної ефективності, які слід розглянути у 2026 році:

- Конвергенція.
- Дострокове розірвання.
- Повітряне розгортання.

Конвергенція полягає в розгляді існуючої та майбутньої інфраструктури в цілому – з технічної, операційної та економічної точки зору. Оптиковолоконні інфраструктури можна розвивати в мережі. Мережі стаціонарного зв'язку, 5G, FTTH, оператори Інтернету та мереж передачі даних, розумні міста, великі компанії, центри обробки даних, транспорт та залізниці – всі вони потребують однакових рішень для оптиковолоконних мереж. Йдеться про повне мислення та з усіх боків, максимальне використання потужностей оптиковолоконних мереж та усунення складності.

Адаптивні та універсальні системні рішення є корисними. Модульні платформи, такі як SYNO, ZOONA, LUNAR та Polaris від R&M, підтримують конвергенцію та безшовну інтеграцію. Це повністю відповідає баченню R&M щодо «безмежного спілкування».

Конвергенція також означає, що постачальники більше не дивляться на свої ринки ізольовано, а радше співпрацюють та шукають синергії. Європейська рада FTTH рекомендує стратегічні зміни: відхід від традиційних, вертикально інтегрованих ізольованих підходів до відкритого доступу та уніфікованих оптичних мереж доступу. Конвергенція призводить до економічної ефективності, а загальна рентабельність інвестицій покращується.

Переваги рішень з попередньою датою припинення дії договору

Попереднє завершення (або попереднє завершення) – це підхід до розширення волоконно-оптичної мережі, який є значно ефективнішим, ніж традиційний польовий монтаж. Розуміння відмінностей, переваг та впливу на

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

бюджет і графіки має вирішальне значення для вибору найкращої стратегії розширення. За даними галузевих аналітиків, попит на попереднє завершення (або попереднє завершення) зростає.

Хоча попередньо обмежувані кабелі дорожчі у придбанні, загальна вартість володіння нижча завдяки економії витрат на робочу силу та скороченню часу монтажу. Дослідження показують, що рішення з попередньо обмежуваними кабелями можуть вдвічі скоротити загальні витрати на монтаж та пришвидшити розгортання на 70%, особливо в міських районах. Попереднє обмежування кабелів усуває необхідність зрощування в польових умовах. В результаті, час монтажу, витрати на персонал та обладнання можуть бути значно скорочені. Це привабливий варіант для регіонів з високою заробітною платою та районів з нестачею спеціалізованого персоналу.

Зварювання волокон методом плавлення є вигідним для чутливих застосувань, а також для спеціалізованих установок та налаштувань на місці. Однак зварювання менш ефективне через високе робоче навантаження, необхідну точність та залежність від дорогих пристроїв. Кожен крок несе в собі потенціал для помилок та подовжує тривалість проекту. Якщо важливі швидкість та терміни, а також можливі стандартизовані та паралельні розгортання, перевага надається попередньому завершенню.

Постачальник централізовано обробляє та тестує продукцію в захищеному середовищі кваліфікованим персоналом. Вони забезпечують якість і доставляють продукцію безпечно упакованою на склад або будівельний майданчик. В результаті, такі ризики, як забруднення або неправильне поводження, можна значною мірою виключити. Залишається лише підключити модулі та кабелі. Мережа швидко готова до роботи.

Попереднє завершення підключення йде ще далі. R&M вдосконалює цей підхід за допомогою PreCon. З'єднувальні муфти, модулі зі з'єднувальними або розгалужувальними з'єднаннями, а також кабелі повністю налаштовані та постачаються готовими до встановлення відповідно до точного плану проекту.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Рішення PreCon підходить для тимчасового розгортання FTTH та інфраструктури, яка спочатку має бути встановлена незалежно від абонентів. Воно особливо підходить для швидкої, стандартизованої повітряної кабельної мережі.

Швидке розширення мережі завдяки розгортанню в повітрі

Повітряне розгортання – це підхід до розгортання волоконно-оптичних мереж, який є значно ефективнішим, ніж підземне кабельне прокладання. У прямому порівнянні, він приблизно в два з половиною рази економічно ефективніший та швидший. Такий висновок зроблено у звіті Асоціації волоконно-оптичного широкосмугового зв'язку (FBA) у США.

З самонесучими кабелями ADSS можна досягти від 4 до 5 кілометрів на день за оптимальних умов. У випадку підземного прокладання кабелів можливо прокласти 500 метрів на день. Невеликі будівельні бригади швидко, гнучко та в стислі терміни встановлюють щогли на дорогах та стежках, а також кріплять кабелі та з'єднання з мінімальними зусиллями. Економічна ефективність компенсує недоліки, такі як збільшення зусиль на перевірку та обслуговування або ризик поломки через шторми.

Розгортання повітряних ліній зв'язку особливо добре підходить для з'єднання приміських регіонів та сільської місцевості. У сільській місцевості є багато потенційних клієнтів, які хочуть скористатися всіма перевагами оптоволоконного широкосмугового покриття. Також є багато комерційних об'єктів із середніми промисловими компаніями, які хочуть розширити використання штучного інтелекту та хмарних сервісів і чекають на оптоволоконні з'єднання.

Вимоги до матеріалів високі. Вироби для розгортання в повітрі повинні витримувати вологу, лід та ультрафіолетове випромінювання протягом десятиліть. Залежно від архітектури мережі, прольоту та кліматичної зони, волоконно-оптичні кабелі повинні мати відповідну несучу здатність, міцність на розрив та геометрію. Корпуси, що повторно герметично закриваються, повинні

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

залишатися постійно стійкими до ударів, а також пило- та водонепроникними. Технологія кріплення та з'єднувачі повинні витримувати розтяг, скручування та коливання температури.

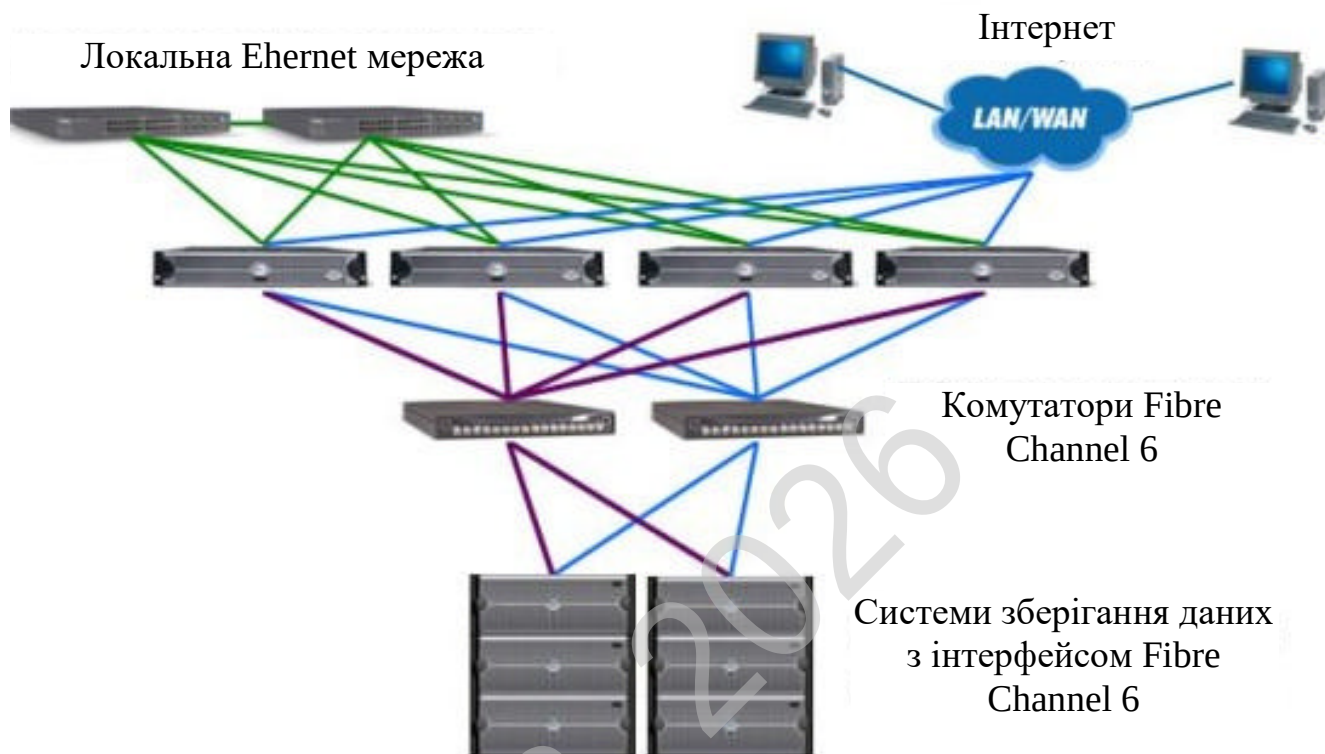


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

3.3 Розробка функціональної схеми

Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, – це операційна система для керування файловими й блоковими системами зберігання даних, що містить функції для створення мережевих сховищ (NAS), а також мереж зберігання даних (SAN) на основі iSCSI, InfiniBand і Fibre Channel.

Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, забезпечує найвищу продуктивність, безпеку й масштабованість, а її вартість значно нижче, ніж в альтернативних рішень

зберігання даних. До числа розширених функцій програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, відноситься реплікація даних і томів, створення моментальних знімків томів, автоматичне перемикавання на інші iSCSI-томи, підтримка технології однократного запису WORM і протоколу NDMP. Крім того, програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує самі різні апаратні RAID-платформи від провідних представників галузі. Нарешті, програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, винятково багатофункціональна: вона не тільки дозволяє користувачам сполучати мережеві сховища з мережами iSCSI SAN, але й містить убудовані засоби антивірусного захисту, а також підтримує підключення самих різних мережевих плат, включаючи Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet, Fibre Channel і InfiniBand. Для зручності доступу програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, можна завантажити на будь-який апаратний пристрій.

Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує роботу з NAS і iSCSI, а також цілий ряд додаткових функцій:

- установка на будь-який носій: убудований жорсткий диск, RAID-масив, диски USB DOM, SATA DOM і IDE DOM і будь-які інші завантажувальні носії;
- поліпшений графічний інтерфейс користувача;
- агент резервного копіювання Symantec Backup Exec (RALUS) з підтримкою версій 11, 12 і 12.5;
- базові налаштування через API-інтерфейс;
- підвищена швидкість виконання довільних операцій читання й записи iSCSI;
- підтримка функцій кластеризації Windows Server 2008 (постійне резервування SCSI-3);
- підтримка апаратних RAID;

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- перехід при відмові iSCSI;
- реплікація томів і даних;
- знімки томів;
- ініціатор iSCSI / кінцевий пристрій iSCSI;
- функції резервного копіювання;
- підтримка протоколу NDMP 3.0;
- підтримка технології однократного запису WORM;
- тіньове копіювання ОС для відновлення системи;
- підтримка декількох мережевих карт (NIC);
- об'єднання / створення груп мереж;
- механізм завдань і запуск за розкладом;
- підтримка мережевих ИБП;
- підтримка Fibre Channel;
- підтримка багатопроцесорних систем;
- підтримка IP-SEC.

Вимоги до апаратного забезпечення мінімальні:

- ПК, сумісний з архітектурою x86.
- 2 GB RAM (рекомендується 4 GB RAM).
- ЦП (рекомендується частота, що, – 1 ГГц або вище).
- Жорсткий диск (SATA, SAS, SCSI, ATA) / RAID / Fibre Channel / iSCSI.
- Мережева карта (для використання функції об'єднання рекомендується

кілька мережевих карт 1 Гб/с).

Функціонально програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6 складається з наступних блоків:

- Інтерфейс адміністрування.
- Мережеві функції.
- Керування системами зберігання даних.
- Моніторинг.
- Підтримка апаратного забезпечення.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- Функції для роботи з мережевими сховищами (NAS).
- Функції для роботи з iSCSI.
- Функції резервного копіювання.
- Інші функції.

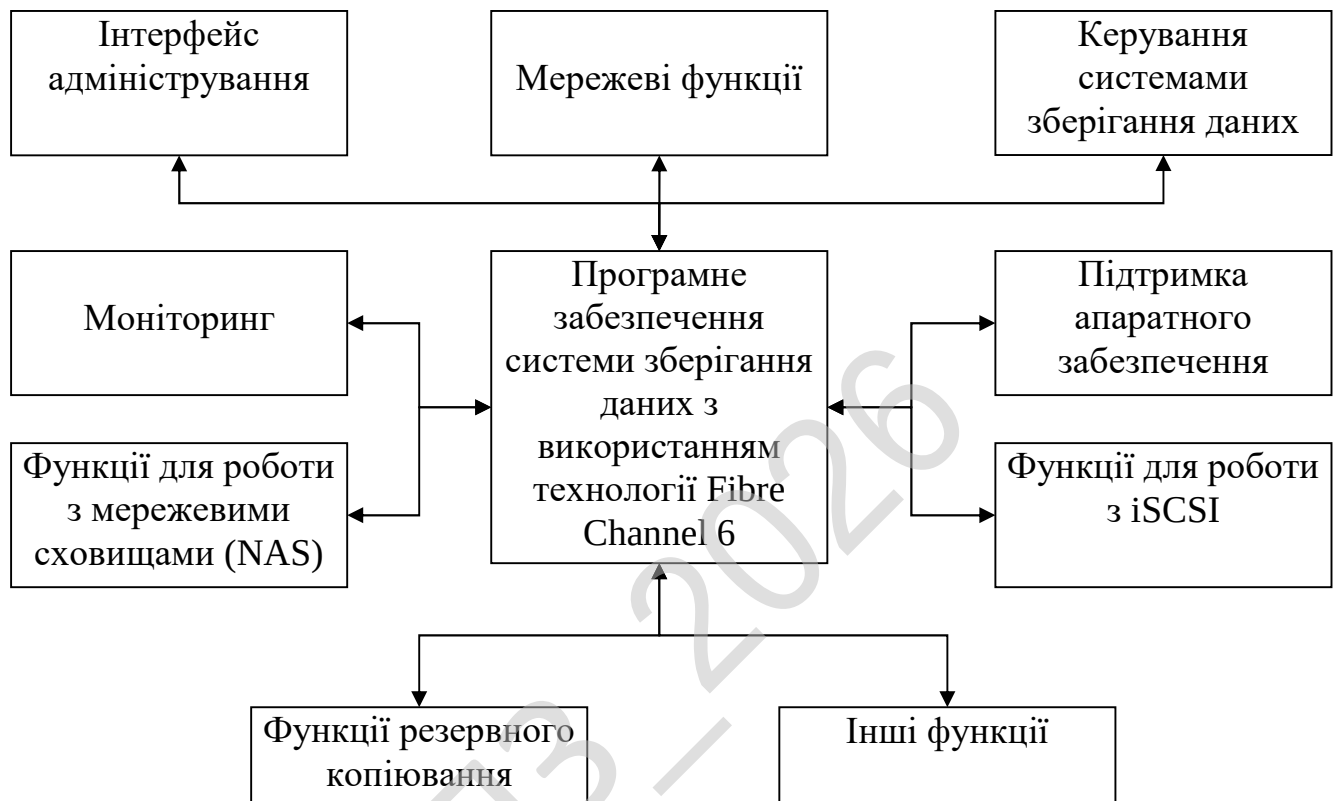


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Розглянемо основні характеристики й особливості програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

Інтерфейс адміністрування

– Потужний, інтуїтивно зрозумілий веб-інтерфейс. Веб-інтерфейс програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, спрощує віддалене адміністрування пристроїв зберігання даних і підтримує керування системою з будь-якого комп'ютера в мережі.

– Безпечний доступ адміністратора. Для налаштування програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, і роботи з рішенням використовується веб-інтерфейс, доступ до якого захищений паролем і здійснюється по безпечному протоколі SSL.

– Інструменти консолі. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримується керування за допомогою інструментів консолі. З метою безпеки деякі найважливіші функції адміністрування (наприклад, видалення й відновлення томів або перевірка й виправлення файлової системи) доступні тільки при роботі в консолі. За допомогою інструментів консолі адміністратор відслідковує стан мережі й рівень використання пам'яті, установлює драйвери й устаткування й виконує безліч інших завдань.

– Віддалений доступ до консолі. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує віддалений доступ до інструментів консолі, що дозволяє управляти сервером з будь-якого комп'ютера в мережі.

– Засоби налаштування. Засоби налаштування дозволяють змінювати параметри дисків, мережі й файлової системи, щоб підвищити продуктивність сервера програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

– Багаторівневе керування. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримується трирівнева система прав доступу: повний доступ, обслуговування й адміністрування.

– Відновлення системи (локально або через Інтернет). Нова функція відновлення системи дає можливість перезавантажитися зі старої системи відразу в нову версію, що скорочує тривалість простою.

Мережеві функції

– Диспетчер статичних маршрутів. У новій версії рішення адміністратор може визначати пріоритет правил маршрутизації, змінивши їхній порядок у списку. Ця функція буває необхідна в тих випадках, коли в одній підмережі використовується кілька мережевих інтерфейсів.

– Підтримка стандартного мережевого шлюзу. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, може використовуватися в структурованих корпоративних мережах і підтримує доступ до даних через Інтернет і інтранет.

– DHCP-клієнт. Доступний підтримка протоколу DHCP, що забезпечує адміністрування й автоматизацію призначення IP-адрес.

– Підтримка декількох мережевих карт (NIC). Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує роботу з декількома мережевими картами для підключення до різних підмереж або для підвищення пропускної здатності. Крім того, адміністратор може вибирати, які сервіси будуть включені на тій або іншому мережевому інтерфейсі.

– Відказостійкість адаптерів. Функція відказостійкості адаптерів (AFT) підвищує надійність системи. У випадку збою в основному мережевому адаптері підключення автоматично переводиться на вторинний.

– Адаптивне балансування навантаження. Якщо вимоги застосунків міняються, функція адаптивного балансування навантаження (ALB) автоматично перенаправляє дані по іншому маршруті, що підвищує пропускну здатність мережі.

– Інтерфейс 10 Gb Ethernet з механізмом розвантаження TCP/IP. Програмне забезпечення підтримує інтерфейси 10 Gb, які мають підвищену пропускну здатність, збільшують загальну продуктивність системи й скорочують затримку при передачі повідомлень між підключеннями. Крім того, програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Channel 6, працює з деякими мережевими картами 10Gb з механізмом розвантаження TCP/IP.

- Підтримка інтерфейсу InfiniBand. В програмному забезпеченні підтримуються плати InfiniBand, які мають підвищену пропускну здатність, збільшують загальну продуктивність системи й скорочують затримку при передачі повідомлень між підключеннями.

- Налаштування проксі-сервера. Програмне забезпечення дозволяє набудовувати проксі-сервери для підключення до Інтернету.

- Робота із протоколом IPsec. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує роботу з безпечного протоколу IPsec, що запобігає можливість перехоплення або модифікації конфіденційних даних при передачі по мережі.

- Налаштування шлюзу за замовчуванням. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, може працювати з декількома мережевими інтерфейсами й дозволяє вибрати шлюз за замовчуванням.

- Статична маршрутизація. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, доступно потужний засіб налаштування статичних маршрутів, що дозволяє встановлювати налаштування маршруту за замовчуванням.

Керування системами зберігання даних:

- Автоматичний перехід при відмові томів NAS із протоколом NFS (опціонально). Для підвищення відказостійкості системи програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує синхронну реплікацію томів NAS для загальних ресурсів NFS. Якщо ця функція встановлена, то одночасно із записом даних на основний сервер система автоматично створює їхню дзеркальну копію на вторинному сервері. У випадку збою основного сервера програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, автоматично переводить всі завдання

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

на інший і перепризначає йому всі блокування NFS. Для використання цієї функції необхідно придбати пакет додаткових компонентів.

– Можливість динамічного перемикання між ініціатором і цільовим об'єктом FC у платах QLogic 2/4/8 Гбіт/с без перезапуску системи. Режими портів можна перемикати в динамічному режимі. Тепер режим плати FC QLogic можна перемикати скільки завгодно раз (з ініціатора в цільовий об'єкт і назад) без перезапуску сервера. Це безцінна можливість для тих, хто впроваджує у своєму середовищі програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, і планує випробувати різні режими ініціатора / цільового об'єкта. Крім того, режим можна міняти не тільки для самого адаптера, але й для окремих портів (якщо використовується багатопортова мережева плата).

– Підтримка автоматичного переприсвоєння сеансів (ASR) для протоколів Fibre Channel і iSCSI. Автоматичне переприсвоєння сеансів дозволяє перейменовувати, видаляти групи й привласнювати WWN-ідентифікатори без переривання (блокування) інших сеансів. Така функціональність забезпечує безперебійну роботу сервісів iSCSI і Fibre Channel під час зміни їхніх конфігурацій.

– Додаткові параметри для роботи із загальними ресурсами Samba. Операційна система підтримує параметри «Спадкування власника», «Спадкування контролю доступу», «Спадкування прав», «Зіставлення спадкування контролю доступу», «Блокування».

– Перехід при відмові iSCSI. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, забезпечує відказостійкість систем шляхом реплікації томів iSCSI. Копіювання даних на основний сервер здійснюється в режимі реального часу, при цьому кожна зміна негайно відбивається на допоміжному сервері. У випадку збою основного сервера програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, автоматично перемикається на роботу з допоміжним сервером.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

– Перехресна реплікація даних. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує синхронізацію файлів і каталогів з одного NAS-серверу на інший. При аварійному відновленні або синхронізації резервних копій з диска на диск використовується блокове перенесення даних, що дозволяє зменшити навантаження на мережу. Синхронізація даних може виконуватися в обох напрямках: при переносі файлів система може одночасно бути як джерелом, так і об'єктом призначення, забезпечуючи перехресне копіювання декількох серверів.

– Постійне резервування SCSI-3. Підтримка команд постійного резервування. Ця можливість забезпечує підтримку Windows 2008 і кластерів на базі Windows.

– Апаратний і програмний ініціатор iSCSI. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, не тільки підтримує роботу з апаратними ініціаторами iSCSI, але й містить власний програмний ініціатор, що спрощує збільшення ємності сховища на NAS-сервері. Для додавання нових пристроїв і логічних томів досить підключити систему зберігання даних iSCSI до NAS-сервера.

– Підтримка апаратних і програмних RAID-масивів. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує контролери SAS, SCSI, SATA і IDE всіх ведучих виробників апаратних RAID-контролерів. Убудована підтримка програмних RAID-масивів рівня 0, 1, 5, 6 забезпечує додаткову гнучкість і економічність при створенні рішень зберігання даних. Дзеркалювання двох апаратних RAID-масивів дозволяє знизити ймовірність збою. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, забезпечує максимальну гнучкість із погляду резервування, продуктивності, економічності й обсягу системи зберігання даних.

– Критичний режим програмних RAID-масивів. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, має засоби,

які дозволяють створювати RAID-масиви навіть при відсутності або поломці одного з жорстких дисків.

– Відправлення по електронній пошті повідомлень про неполадки RAID. Якщо в RAID виникають неполадки, програмне забезпечення DSS висилає системному адміністраторові повідомлення по електронній пошті.

– Підтримка технології S.M.A.R.T. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, доступна підтримка технології автоматичного моніторингу, аналізу й відправлення звітів S.M.A.R.T. Вона дозволяє виявляти можливі збої жорстких дисків і відправляти звіти про їхнє стояння.

– Відправлення повідомлень S.M.A.R.T. По електронній пошті. Якщо з жорсткими дисками виникають проблеми, програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, висилає системному адміністраторові повідомлення по електронній пошті.

– Підтримка декількох HBA-адаптерів Fibre Channel. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримуються HBA-адаптери Fibre Channel компаній Emulex, Qlogic і LSI, які дозволяють підвищити пропускну здатність і продуктивність мережі, а також знизити рівень затримки. Fibre Channel – це стандартний тип підключення високошвидкісних пристроїв зберігання до комп'ютерів у мережах зберігання даних (SAN).

– Підтримка апаратних RAID-контролерів. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує більшість апаратних RAID-контролерів ATA / SATA / SCSI.

– Моментальні знімки. Моментальний знімок – це образ логічного тому на певний момент часу. Образ моментального знімка може використовуватися як для цілісного, так і для тимчасового резервного копіювання; при цьому для користувачів зберігається повний і безперебійний доступ до логічного того. Якщо

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

файл буде випадково віддалений або змінений, його можна відновити з раніше створеного знімка.

– Розклад створення моментальних знімків. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримується функція автоматичного створення моментальних знімків за розкладом, у заздалегідь заданий час (наприклад, щогодини).

– Робота з декількома логічними томами і їхніми групами. Функція об'єднання логічних томів у групи дозволяє адміністраторам сховищ створювати пули логічних СЗД, у які входить кілька фізичних дисків. Завдяки тому, що програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує роботу з більшою кількістю груп логічних томів, адміністраторам стає простіше дотримувати вимог користувачів і застосунків – і при цьому максимально ефективно задіяти доступний фізичний простір на дисках.

– Інтерактивне розширення логічних томів. При необхідності адміністратор може збільшувати ємність логічних томів без перезапуску застосунків, повторно тому, а також виконувати резервне копіювання й відновлення даних на тім.

– Підтримка інтерактивного розширення ємності. Функція розширення апаратних RAID-контролерів дозволяє збільшувати розмір існуючих пристроїв без переміщення даних.

Моніторинг

– Моніторинг апаратного забезпечення. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує моніторинг стану встаткування, зокрема відслідковує дані про температуру, напругу живлення й швидкості обертання вентилятора, які передаються датчиками з материнської плати.

– Підтримка протоколу SNMP v2 і v3. Протокол SNMP використовується в програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

технології Fibre Channel 6, для відстеження таких параметрів, як швидкість передачі даних і коефіцієнт завантаження процесора й оперативної пам'яті.

– Повідомлення по електронній пошті. Якщо в пристрої зберігання даних виникає технічний збій, адміністраторові по електронній пошті висилається повідомлення про це.

– Ведення журналів. Файл журналу – це ефективний інструмент, що допомагає при аналізі й усуненні технічних проблем.

– Перевірка системи. Спеціальна функція дозволяє перевіряти продуктивність системи.

Підтримка апаратного забезпечення:

– Підтримка 8 і більше HBA-адаптерів Qlogic у режимі кінцевого пристрою. Нова версія рішення дозволяє підключати більше 8 HBA-адаптерів Qlogic у режимі кінцевого пристрою. Це дозволяє підключати більше дисків, збільшуючи кількість ресурсів, які доступні на одному комп'ютері.

– Підтримка технології SSD-кешування Adaptec MaxIQ. SSD-кеш Adaptec MaxIQ являє собою програмно-апаратне рішення, що дозволяє серверу зберігати часто використовувані дані на швидкому твердотільному накопичувачі. Це потужне рішення кешування здатне прискорювати роботу системи зберігання даних в 8 у порівнянні з рішеннями на базі звичайних жорстких дисків. Воно може використовуватися з будь-яким контролером зберігання даних Adaptec серії 5Z, 5 або 2. Тепер програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, забезпечує підтримку цієї технології. Потрібно лише придбати SSD-кеш Adaptec MaxIQ і підключити вхідний у цей комплект твердотільний накопичувач до свого контролера зберігання даних. Рішення DSS буде працювати з ним автоматично.

– Розширник в убудованому диспетчері RAID-масивів LSI. Диспетчер RAID-масивів LSI, доступний у програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує функцію розширника. Завдяки цьому в інтерфейсі програмного забезпечення системи

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, доступна функція збільшення кількості ресурсів і керування ними.

– Підтримка до 32 процесорів. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, може підтримувати роботу з 32 процесорами – це підвищує пропускну здатність при обробці більших обсягів даних.

– Підтримка переривань MSI. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує переривання MSI – ця функція дозволяє оптимізувати роботу з останніми моделями PCI-карт.

– Підтримка джерел безперебійного живлення. Джерела безперебійного живлення запобігають наслідку раптового відключення електрики й дозволяють завершити роботу комп'ютера без втрати даних. Ці пристрої підключаються до сервера через COM-порт або USB-порт.

– Підтримка мережевих ІБЖ. По протоколі SNMP програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, може обмінюватися даними з іншими серверами (наприклад, з іншою системою DSS). Це забезпечує безпечне відключення у випадку збою живлення: сервер з ІБЖ через мережу відправляє іншим серверам у мережі (у підлеглому режимі) сигнал про збій живлення й відключає їх.

Функції для роботи з мережевими сховищами (NAS)

– Підтримка Windows Active Directory / основного контролера домена. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує роботу з Windows Active Directory (AD), основним контролером домена й протоколом LDAP, а також синхронізацію імен користувачів і груп між доменом AD і службою NIS. Завдяки цьому йому доступні відомості про користувачів, групи, системи й інші ресурси, які зберігаються в AD. Підтримка списків контролю доступу дозволяє автоматично одержувати з домена інформацію про повноваження користувачів.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

– Підтримка служби NIS. Завдяки взаємодії зі службою каталогів NIS програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, дозволяє без праці витягати всю інформацію, що розташовується на будь-якому іншому сервері зберігання даних. Ця служба відповідає за поширення даних про конфігурацію систем (наприклад, про імена користувачів і хостів) між всіма комп'ютерами в мережі.

– Журналюєма файлова система. Функція журналювання робить файлову систему більше надійною й забезпечує швидке й ефективне відновлення після непередбаченого завершення роботи.

– Контроль квот для користувачів і груп. Для контролю роботи користувачів з високими вимогами до ємності сховища адміністратор може привласнювати їм виділені загальні ресурси або обмежувати доступне їм дисковий простір за допомогою квот. Такі квоти можуть виділятися як окремим користувачам, так і групам, у які вони входять.

– Антивірусний захист (сканування загальних ресурсів на сервері) У рішенні програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, доступна убудована система антивірусного захисту, що виконує сканування загальних ресурсів у заздалегідь зазначений час. Система дозволяє оновлювати базу визначень вірусів, що може розташовуватися на мережевому пристрої зберігання.

– Антивірус (онлайн-сканування). Програмне забезпечення також підтримує онлайн-сканування файлів, які передаються по протоколах SMB і FTP.

– Підтримка запам'ятовувальних пристроїв USB як динамічні диски. Якщо підключені USB-модулі, вони можуть використовуватися як динамічні диски – наприклад, для створення локальних резервних копій.

– Агенти резервного копіювання Veritas, EMC Dantz, CA BrightStor. Агенти резервного копіювання Veritas, Dantz і CA BrightStor ARCserve допомагають адміністраторам більш ефективно захищати інформацію – вони поліпшують передачу даних, підвищують безпеку мережі й забезпечують

перегляд каталогів у режимі реального часу, використання завдань моніторингу й підтримку крос-платформного резервного копіювання.

– Підтримка мережевих клієнтів і протоколу NFS. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримуються протоколи передачі файлів CIFS/SMB, NFS, FTP, FTPS, SFTP і Apple Talk – це означає, що той самий сервер може працювати із клієнтами Windows, Linux, Unix і Macintosh.

– Протокол LDAP. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, може працювати із зовнішніми системами по протоколі LDAP. Завдяки цьому адміністратор може створити кілька систем і працювати з ними з одного комп'ютера (із системи з базою даних LDAP або з будь-якого іншого сервера LDAP).

– Можливість роботи суперкористувача. Облікового запису суперкористувача надається необмежений доступ до всіх файлів і томів. Ця можливість буває необхідна в тих випадках, коли частина каталогів або файлів стає недоступна.

Функції для роботи з iSCSI

– Робота декількох користувачів CHAP з одним кінцевим пристроєм. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, користувачам CHAP можна привласнювати певні кінцеві пристрої iSCSI. Протокол CHAP – це спеціальна схема автентифікації за іменем користувача й паролем, що дозволяє перевіряти особистість користувача й контролювати його права доступу до кінцевих пристроїв.

– Підтримка багатошляхового вводу-виводу (MPIO). Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, дозволяє встановлювати кілька підключень до одного кінцевого пристрою – ця можливість підвищує продуктивність і надійність системи.

– Захист кінцевих пристроїв паролем. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, можна

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

встановлювати пароль на підключення до кінцевих пристроїв iSCSI, щоб захистити їх від несанкціонованого доступу.

– Логічні пристрої тільки для читання. Ця функція дозволяє перемикати логічні пристрої в режим «Тільки читання» (ця функція може використовуватися тільки з кінцевими пристроями iSCSI).

Функції резервного копіювання

– Механізм завдань і запуск за розкладом. Уніфікований механізм завдань із функцією запуску за розкладом спрощує реплікацію даних і томів, створення резервних копій і моментальних знімків. При цьому система дозволяє створювати кілька розкладів для запуску кожного завдання.

– Віртуальні стрічкові накопичувачі. Система дозволяє настроїти емуляцію стрічкового накопичувача на основі загального ресурсу або динамічного тому (наприклад, знімного жорсткого диска). Резервне копіювання на віртуальні стрічкові накопичувачі виконується точно так само, як і на фізичні.

– Технологія WORM. Технологія однократного запису WORM застосовується при архівуванні даних.

– Підтримка стрічкових бібліотек. Бібліотеки стрічкових накопичувачів дають можливість автоматизувати резервне копіювання даних.

– Убудована база даних. У системі зберігається інформація про всі файли резервних копій, включаючи журнал резервного копіювання.

– Керування строком зберігання стрічок. Рішення дозволяє встановлювати розкладу, по якому замість старих резервних копій на стрічкові накопичувачі будуть записуватися нові.

– Швидка первісна синхронізація томів. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримується швидка первісна синхронізація для реплікації томів.

– Точне налаштування DRBD. Функція точного налаштування розподілених реплікуємих блокових пристроїв (DRBD) дозволяє прискорити процес реплікації на тім же встаткуванні.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Інші функції

– Підтримка файлів підкачування. Файл підкачування – це спеціальна область жорсткого диска, що разом з ОЗП використовується для зберігання вмісту пам'яті. Якщо програмному забезпеченню DSS потрібна додаткова пам'ять (наприклад, для підготовки файлової системи після роботи в критичному режимі RAID), воно зберігає дані у файл підкачування.

– Підтримка контролера домену Windows 2008. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує роботу з ОС Windows 2008 як контролер домену. Якщо в середовищі використовуються служби Active Directory, доступні в Windows 2008, то програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, зможе підключатися до них і використовувати їхні можливості.

– Підтримка РК-панелей. У програмному забезпеченні системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримуються різні конфігурації РК-дисплеїв: один, два або кілька моніторів, а також пірамідальна конфігурація.

– Окремі ліцензії на кожний пристрій зберігання. Схема ліцензування має на увазі, що на кожний екземпляр здобувається окрема ліцензія. Поза залежністю від того, скільки користувачів працює із пристроєм зберігання – п'ять, п'ятсот, п'ятнадцять тисяч або навіть більше – вартість ліцензії буде незмінною.

– Локальні резервні копії динамічних пристроїв зберігання. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, дозволяє визначити жорсткий диск або USB-модуль як динамічний пристрій. У цьому випадку робота з ним буде вестися точно так само, як зі звичайним стрічковим накопичувачем – на нього можна зберегти резервну копію NAS-сервера, а потім витягти його без відключення системи.

– Перехресна синхронізація даних. Програмне забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, підтримує синхронізацію файлів і каталогів з одного NAS-сервера на іншій. При аварійному

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

відновленні або синхронізації резервних копій з диска на диск використовується блокове перенесення даних, що дозволяє зменшити навантаження на мережу. Синхронізація даних може виконуватися в обох напрямках: при переносі файлів система може одночасно бути як джерелом, так і об'єктом призначення, забезпечуючи перехресне копіювання декількох серверів.

– Відключення граничного розміру сховища при ліцензуванні 48 ТБ дискової ємності. Якщо ліцензована ємність сховища досягає 48 ТБ, то всі обмеження на максимальний розмір знімаються. Ви можете встановити будь-яку версію програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, а потім придбати додаткові ліцензійні ключі. Як тільки ємність досягне 48 ТБ, вам буде доступний максимальний обсяг сховища, що підтримується цим рішенням.

– Майстер налаштування. При першому запуску програмного забезпечення системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6, система відкриває спеціальний майстер, що допоможе вам настроїти мову, мережа й системний час.

– API-інтерфейс. При роботі із сервером можна обійтися навіть без веб-браузера, оскільки всі операції виконуються через безпечне підключення по протоколі SSH. В API-інтерфейсі підтримуються наступні функції: – робота з користувачами й загальними ресурсами; – робота з кінцевими пристроями iSCSI; – стан устаткування; – відновлення ПЗ; – перезавантаження й відключення комп'ютера.

– Віддалена підтримка. Наша служба підтримки може звертатися до системи DSS у віддаленому режимі. Ця можливість дозволяє значно прискорити усунення проблем. З метою безпеки ця функція вручну ініціалізується адміністратором.

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.

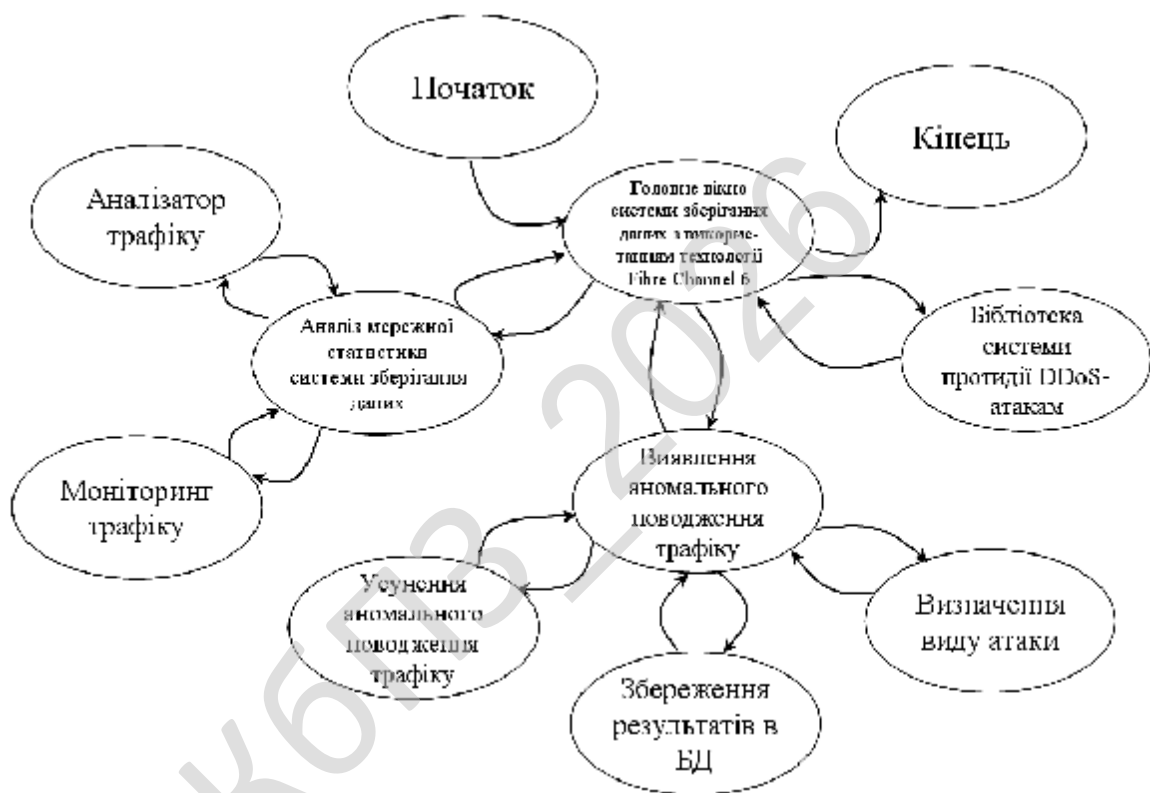


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

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.

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

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

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

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

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

У інформаційних технологіях функціональна схема складається з функціональних блоків, які являють собою конструктивно відособлені частини (елементи або пристрої) автоматичних систем, які виконують певні функції. Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів.

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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

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

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

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

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

Відповідні результати обчислень можуть записуватися поруч з лініями, що відображають ці шляхи. Зумовлений процес (підпрограма) це символ відображає виконання процесу, що складається з однієї або кількох операцій, що визначені в іншому місці програми (у підпрограмі, модулі). Всередині символу записується назва процесу і передані в нього дані. Дані це перетворення у форму, придатну для обробки (введення) або відображення результатів обробки (виведення). Цей символ не визначає носія даних (для вказівки типу носія даних використовуються специфічні символи). З'єднувач це символ відображає вихід в частину схеми і вхід з іншої частини цієї схеми.

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

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

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

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

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

Було використано підходи з використанням UML, це уніфікована мова моделювання, використовується у парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування.

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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

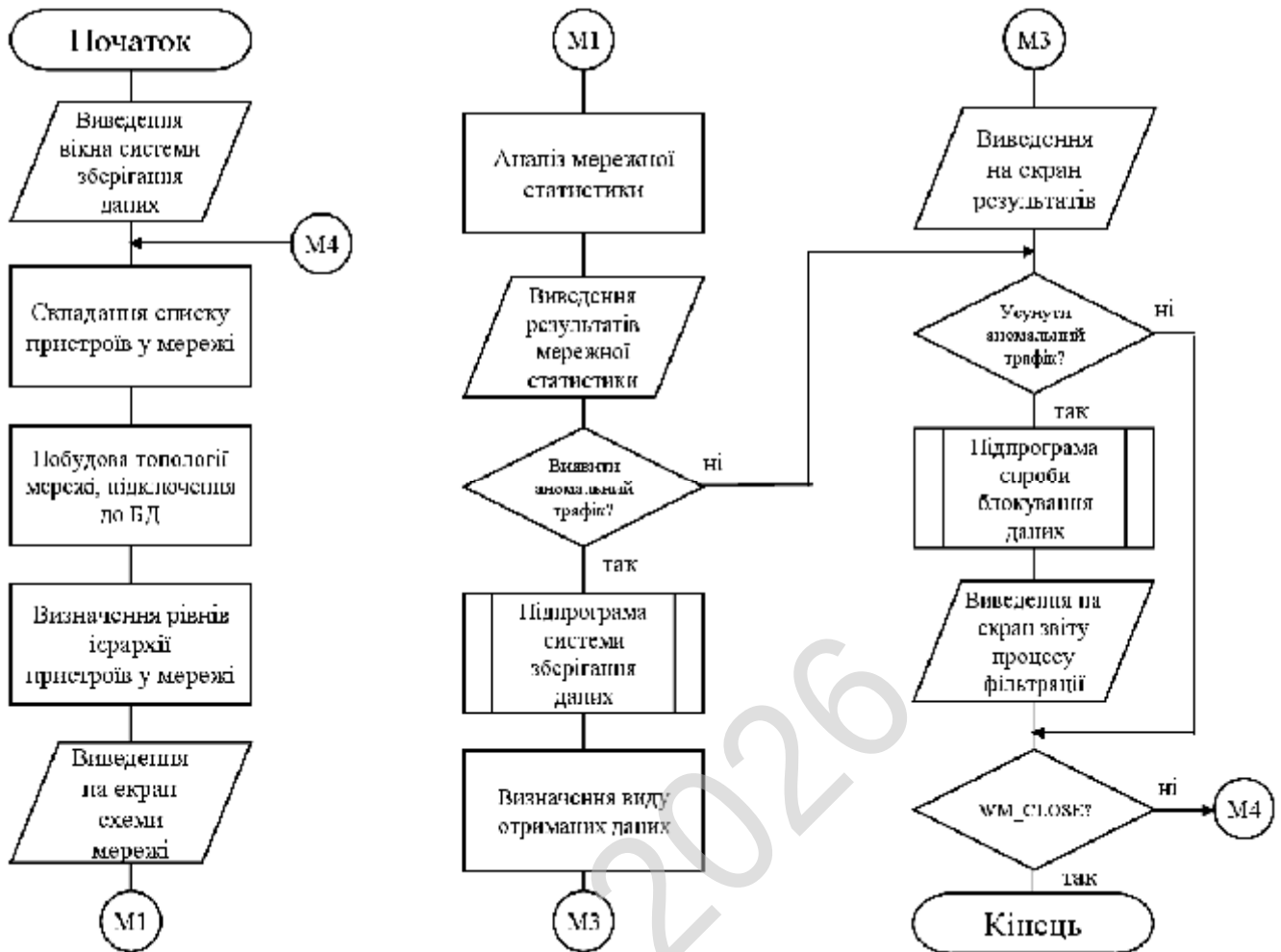


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

Було використано наступні підходи UML: діаграма діяльності (діаграми поведінки типу); діаграма прецедентів (діаграми поведінки типу); Діаграма класів; Діаграма компонент; Діаграма об'єктів; Діаграма розгортання.

Діаграма діяльності. Це візуальне представлення графу діяльностей. Граф діяльностей є різновидом графу станів скінченного автомату, вершинами якого є певні дії, а переходи відбуваються по завершенню дій. Дія є фундаментальною одиницею визначення поведінки в специфікації. Дія отримує множину вхідних сигналів, та перетворює їх на множину вихідних сигналів.

Одна із цих множин, або обидві водночас, можуть бути порожніми. Виконання дії відповідає виконанню окремої дії. Подібно до цього, виконання діяльності є виконанням окремої діяльності, буквально, включно із виконанням

тих дій, що містяться в діяльності. Кожна дія в діяльності може виконуватись один, два, або більше разів під час одного виконання діяльності. Щонайменше, дії мають отримувати дані, перетворювати їх та тестувати, деякі дії можуть вимагати певної послідовності.

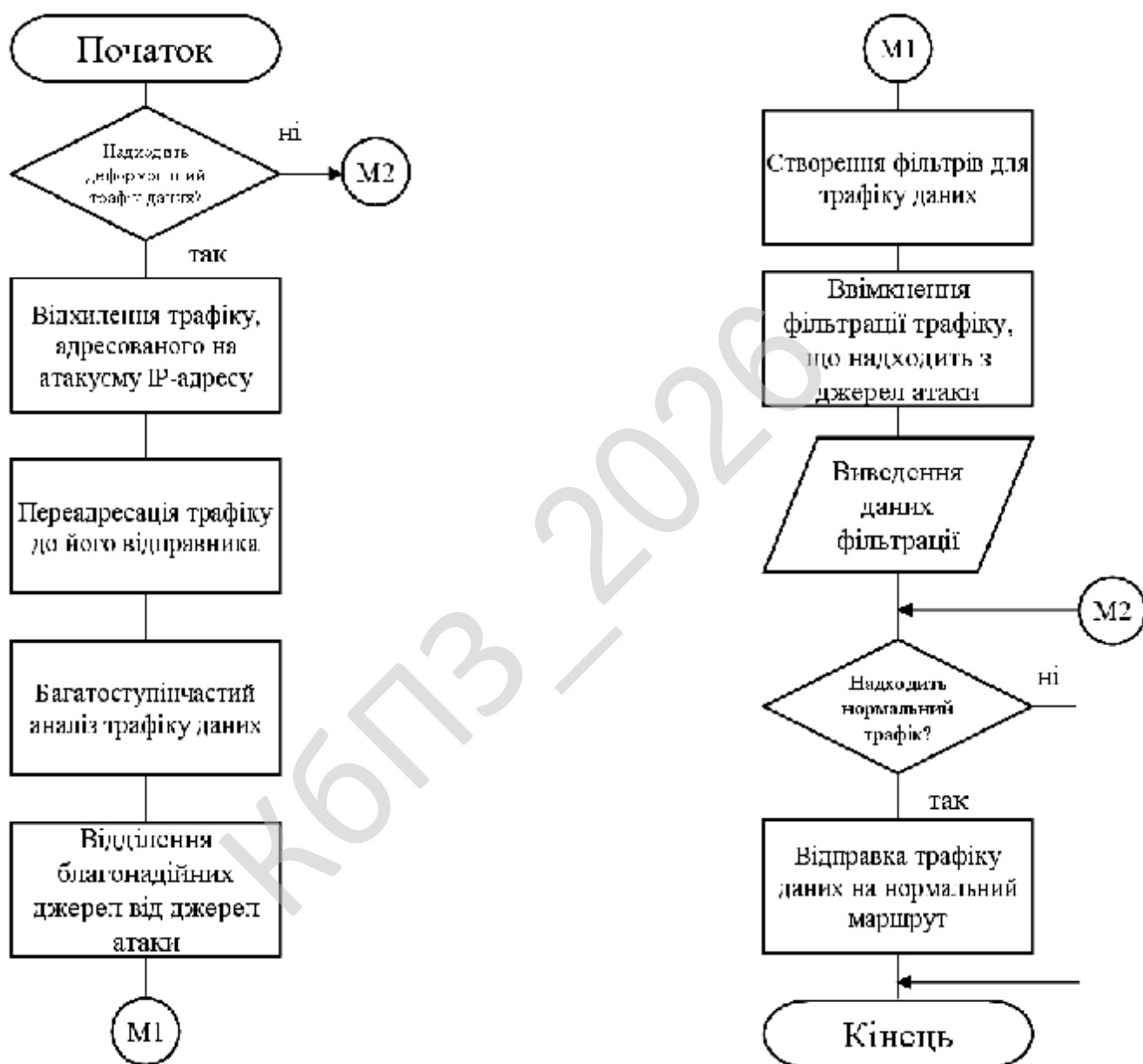


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

Специфікація діяльності (на вищих рівнях сумісності) може дозволяти виконання декількох (логічних) потоків, та існування механізмів синхронізації для гарантування виконання дій у правильному порядку.

Діаграма прецедентів це діаграма, на якій зображено відношення між акторами та прецедентами в системі. Також, перекладається як діаграма варіантів використання.

Діаграма прецедентів є графом, що складається з множини акторів, прецедентів (варіантів використання) обмежених границею системи (прямокутник), асоціацій між акторами та прецедентами, відношень серед прецедентів, та відношень узагальнення між акторами. Діаграми прецедентів відображають елементи моделі варіантів використання.

Суть даної діаграми полягає в наступному: проектована система представляється у вигляді безлічі сутностей чи акторів, що взаємодіють із системою за допомогою так званих варіантів використання. Варіант використання (use case) використовують для описання послуг, які система надає актору. Іншими словами, кожен варіант використання визначає деякий набір дій, який виконує система при діалозі з актором.

При цьому нічого не говориться про те, яким чином буде реалізована взаємодія акторів із системою.

У мові UML є кілька стандартних видів відношень між акторами і варіантами використання:

- асоціації (association relationship);
- включення (include relationship);
- розширення (extend relationship);
- узагальнення (generalization relationship).

При цьому загальні властивості варіантів використання можуть бути представлені трьома різними способами, а саме – за допомогою відношень включення, розширення і узагальнення.

Відношення асоціації – одне з фундаментальних понять у мові UML і в тій чи іншій мірі використовується при побудові всіх графічних моделей систем у формі канонічних діаграм.

Включення (include) у мові UML – це різновид відношення залежності між базовим варіантом використання і його спеціальним випадком. При цьому відношенням залежності (dependency) є таке відношення між двома елементами моделі, при якому зміна одного елемента (незалежного) приводить до зміни іншого елемента (залежного).

Відношення розширення (extend) визначає взаємозв'язок базового варіанта використання з іншим варіантом використання, функціональна поведінка якого задіюється базовим не завжди, а тільки при виконанні додаткових умов.

Діаграма класів це статичне представлення структури моделі. Відображає статичні (декларативні) елементи, такі як: класи, типи даних, їх зміст та відношення.

Діаграма класів, також, може містити позначення для пакетів та може містити позначення для вкладених пакетів. Також, діаграма класів може містити позначення деяких елементів поведінки, однак їх динаміка розкривається в інших типах діаграм.

Діаграма класів (class diagram) служить для представлення статичної структури моделі системи в термінології класів об'єктно-орієнтованого програмування. На цій діаграмі показують класи, інтерфейси, об'єкти й кооперації, а також їхні відносини.

В UML існують наступні типи зв'язків які використовуються у діаграмі класів: Асоціації; Агрегація; Композиція.

Асоціації це якщо між двома класами визначена асоціація, то можна переміщатися від об'єктів одного класу до об'єктів іншого. Цілком припустимі випадки, коли обидва кінці асоціації відносяться до одного і того ж класу. Це означає, що з об'єктом деякого класу дозволено зв'язати інші об'єкти з того ж класу. Асоціація, що зв'язує два класи, називається бінарної. Можна, хоча це рідко

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

буває необхідним, створювати асоціації, що зв'язують відразу кілька класів. Графічно асоціація зображується у вигляді лінії, що з'єднує клас сам з собою або з іншими класами.

Асоціації може бути присвоєно ім'я, яке описує природу відносини. Зазвичай ім'я асоціації не вказується, якщо тільки ви не хочете явно задати для неї рольові імена або у вашій моделі настільки багато асоціацій, що виникає необхідність посилалися на них і відрізняти один від одного. Ім'я буде особливо корисним, якщо між одними і тими ж класами існує кілька різних асоціацій.

Клас, що бере участь в асоціації, грає в ній деяку роль. По суті, це "обличчя", яким клас, що знаходиться на одній стороні асоціації, звернений до класу з іншого її боку. Можна явно позначити роль, яку клас грає в асоціації.

Часто при моделюванні буває важливо вказати, скільки об'єктів може бути пов'язано допомогою одного примірника асоціації. Це число називається кратністю (Multiplicity) ролі асоціації та записується або як вираз, значенням якого є діапазон значень, або в явному вигляді.

Вказуючи кратність на одному кінці асоціації, ви тим самим говорите, що на цьому кінці саме стільки об'єктів повинно відповідати кожному об'єкту на протилежному кінці. Кратність можна задати рівною одиниці (1), можна вказати діапазон: "нуль або одиниця" (0..1), "багато" (0 .. *), "одиниця або більше" (1 .. *). Дозволяється також вказувати певне число (наприклад, 3). За допомогою списку можна задати і більш складні кратності, наприклад 0. . 1, 3..4, 6 .. *, що означає "будь-яке число об'єктів, крім 2 і 5".

Агрегація це проста асоціація між двома класами відображає структурний відношення між рівноправними сутностями, коли обидва класу знаходяться на одному концептуальному рівні і ні один не є більш важливим, ніж інший. Але іноді доводиться моделювати відношення типу «частина/ціле», в якому один з класів має більш високий ранг (ціле) і складається з декількох менших за рангом (частин).

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Ставлення такого типу називають агрегацією; воно зараховане до відносин типу «має» (з урахуванням того, що об'єкт-ціле має кілька об'єктів-частин). Агрегація є окремим випадком асоціації і зображується у вигляді простої асоціації з незафарбованим ромбом з боку «цілого». Графічно агрегація представляється порожнім ромбом на блоці класу, і лінією, яка від цього ромба до міститься класу.

Композиція це більш суворий варіант агрегації. Відома також як агрегація за значенням.

Композиція має жорстку залежність часу існування екземплярів класу контейнера та примірників містяться класів. Якщо контейнер буде знищений, то весь його вміст буде також знищено. Графічно представляється як і агрегація, але з зафарбовани ромбиком.

Діаграма компонент в UML це діаграма, на якій відображаються компоненти, залежності та зв'язки між ними.

Діаграма компонент відображає залежності між компонентами програмного забезпечення, включаючи компоненти вихідних кодів, бінарні компоненти, та компоненти, що можуть виконуватись.

Модуль програмного забезпечення може бути представлено в якості компоненти. Деякі компоненти існують під час компіляції, деякі – під час компонування, а деякі під час роботи програми.

Діаграма компонент відображає лише структурні характеристики, для відображення окремих екземплярів компонент слід використовувати діаграму розгортання.

Компоненти об'єднуються разом використовуючи структурні зв'язки (assembly connector) щоб об'єднати інтерфейси двох компонент. Це ілюструє зв'язок типу «клієнт-сервер».

Структурна взаємодія – «зв'язок двох компонент, який передбачає, що один з них надає послуги, потрібні іншому компоненту».

При використанні діаграми компонент щоб показати внутрішню структуру компонента, клієнтські та серверні інтерфейси можуть утворювати пряме з'єднання з внутрішніми. Таке з'єднання називається з'єднанням делегації.

Діаграма об'єктів в UML це діаграма, що відображає об'єкти та їх зв'язки в певний момент часу. Діаграма об'єктів може розглядатись як окремий випадок діаграми класів, на якій можуть бути представлені як класи, так і екземпляри (об'єкти) класів. Схожою за змістом є діаграма взаємодії (collaboration diagram).

Діаграми об'єктів не мають власної нотації. Оскільки діаграми класів можуть відображати об'єкти, то діаграма класів, на якій відображено лише об'єкти, та не відображено класи, може вважатись діаграмою об'єктів.

Діаграма об'єктів відображає об'єкти та зв'язки в певний момент роботи програми. Об'єкти можуть містити інформацію про власні значення а не про описання. Для відображення загальних шаблонів об'єктів та зв'язків, що можуть багаторазово створюватись під час роботи програми, слід використовувати діаграму взаємодії, яка може відображати характеристики об'єктів та зв'язків. Екземпляр діаграми взаємодії створює діаграму об'єктів.

Діаграма об'єктів не відображає еволюцію системи під час роботи. Натомість, слід використовувати діаграми взаємодії з повідомленнями, або діаграми послідовності.

Діаграма розгортання (deployment diagram) це діаграма в UML, на якій відображаються обчислювальні вузли під час роботи програми, компоненти, та об'єкти, що виконуються на цих вузлах. Компоненти відповідають представленню робочих екземплярів одиниць коду. Компоненти, що не мають представлення під час роботи програми на таких діаграмах не відображаються; натомість, їх можна відобразити на діаграмах компонент. Діаграма розгортання відображає робочі екземпляри компонент, а діаграма компонент, натомість, відображає зв'язки між типами компонент.

Redmine – вільне серверне ПЗ для управління проектами та відстежування помилок. До системи входить календар-планувальник та діаграми Ганта для

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

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.
- 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.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

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.

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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

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, дамپ пам'яті або скріншот.

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.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

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.

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.

Управління вимогами це процес запису, аналізу, трасування, пріоритезації і узгодження вимог та контролю змін і доведення до їх зацікавлених сторін. Це безперервний процес протягом всього життя проекту. Вимога – якість, якій мають відповідати результати проекту (продукту або послуги).

Мета управління вимогами полягає в тому, щоб переконатися, що організація відповідає потребам і очікуванням своїх клієнтів, внутрішніх або зовнішніх зацікавлених сторін. Управління вимогами починається з аналізу і

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

виявлення цілей і обмежень організації. Управління вимогами додатково включає в себе підтримку планування вимог, інтеграції вимог і організації роботи з ними (атрибути для вимог).

Управління вимогами передбачає спілкування між членами проектної групи і зацікавленими сторонами, і адаптацію до змін у вимогах протягом всього проекту. Щоб запобігти перетину поля одного класу вимог з іншим, постійні зв'язки між членами команди розробників є критичними. Наприклад, при розробці програмного забезпечення для внутрішнього використання у бізнесу можуть бути настільки сильні потреби, що він може проігнорувати вимоги користувачів, або вважати, що створені сценарії використання покривають також і користувацькі вимоги.

Відслідковування вимоги фактично означає документування всього життєвого циклу вимоги. Часто необхідно дізнатися першоджерело кожної вимоги. Для цього всі зміни вимог повинні бути задокументовані, щоб досягти стану повного відстеження. Відстежувати треба бути навіть використання реалізованих вимог.

Вимоги мають різні джерела, такі як ділова людина, що замовляє продукт, менеджер зі збуту і фактичний користувач. У всіх цих людей є різні вимоги до продукту. Використовуючи відслідковування вимог, реалізована в системі функція може бути простежена назад до людини або групі, яка замовляла її під час збору вимог. Ця особливість може, наприклад, використовуватися в процесі розробки для пріоритезації вимог, визначаючи, наскільки цінною є дана вимога для певного користувача.

Відслідковування може також використовуватися після розгортання продукту. Наприклад, коли вивчення використання системи показує, що якась функція не використовується, можна визначити навіщо вона була потрібна спочатку.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Завдання управління вимогами

На кожному етапі процесу розробки існують ключові методи і задачі пов'язані з управлінням вимогами. Для ілюстрації, розглянемо наприклад стандартний процес розробки з п'ятьма фазами: дослідженням, аналізом здійсненності, дизайном, розробкою та тестуванням і випуском.

Дослідження. Під час фази дослідження збираються перші три класи вимог від користувачів, бізнесу і команди розробників. У кожній області задають однакові питання: які цілі, які обмеження, які використовуються процеси та інструменти і так далі. Тільки коли ці вимоги добре зрозумілі, можна приступати до розробки функціональних вимог.

Тут необхідне застереження: незалежно від того, як сильно група намагається це зробити, вимоги не можуть бути повністю визначені на початку проекту. Деякі вимоги змінюються, або тому що вони просто не були знайдені спочатку, або тому що внутрішні чи зовнішні сили торкаються проекту в середині циклу. Таким чином, учасники групи повинні спочатку погодитися, що головна умова успіху – гнучкість у мисленні та діях.

Результатом стадії дослідження є документ – специфікація вимог, схвалений усіма членами проекту. Пізніше, в процесі розробки, цей документ буде важливий для запобігання розповзанню меж проекту або непотрібних змін. Оскільки система розвивається, кожна нова функція відкриває світ нових можливостей, таким чином специфікація вимог прив'язує команду до оригінального бачення системи і дозволяє контрольоване обговорення змін.

У той час як багато організацій все ще використовують звичайні документи для керування вимогами, інші управляють своїми базовими вимогами, використовуючи програмні інструменти.

Ці інструменти керують вимогами використовуючи базу даних, і зазвичай мають функції автоматизації відстеження (наприклад, дозволяючи створювати зв'язки між батьківськими і дочірніми вимогами, або між тестами і вимогами), управління версіями, і управління змінами. Зазвичай такі інструментальні засоби

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

містять функцію експорту, яка дозволяє створювати звичайний документ, експортуючи дані вимог.

Аналіз здійсненості

На стадії аналізу здійсненості визначається вартість вимог. Для користувальницьких вимог поточна вартість роботи порівнюється з майбутньою вартістю встановленої системи. Задаються питання такі як: «Скільки нам зараз варті помилки введення даних?» Або, «Яка вартість втрати даних через помилки оператора пов'язаної з використанням інтерфейсом?». Фактично, потреба в новому інструменті часто розпізнається, коли подібні питання потрапляють до уваги людей, що займаються в організації фінансами.

Ділова вартість включає відповіді на такі питання як: «У якого відділу є бюджет на це?» «Який рівень повернення коштів від нового продукту на ринку?» «Який рівень скорочення внутрішніх витрат на навчання і підтримку, якщо ми зробимо нову, більш просту в використанні систему?»

Технічна вартість пов'язана з вартістю розробки програмного забезпечення та апаратною вартістю. «Чи є у нас потрібні люди, щоб створити інструмент?» «Чи потребуємо ми нове устаткування для підтримки нової системи?»

Подібні питання дуже важливі. Група повинна з'ясувати, чи буде новий автоматизований інструмент мати достатню ефективність аби перенести частину тягаря користувачів на систему і зекономити час людей.

Ці питання також вказують на основну суть управління вимогами. Людина і інструмент формують систему, і це розуміння особливо важливе, якщо інструмент – комп'ютер або новий додаток на комп'ютері. Людський розум вкрай ефективний у паралельній обробці та інтерпретації тенденцій з недостатніми даними. Комп'ютерний процесор ефективний у послідовній обробці і точному математичному обчисленні. Основна мета управління вимогами для програмного проекту полягала б у тому, щоб гарантувати, що автоматизована робота призначена «правильному» процесору.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Наприклад, «не змушуйте людину пам'ятати, де вона знаходиться в системі. Примусьте інтерфейс завжди повідомляти про місцезнаходження людини в системі». Або «не змушуйте людини вводити ті ж самі дані в два екрани. Примусьте систему зберігати дані і заповнювати їх де необхідно автоматично». Результатом стадії аналізу здійсненності є бюджет і графік проекту.

Дизайн. Припускаючи, що вартість точно визначена і переваги, які будуть отримані, є досить великими, проект може перейти до стадії проектування.

На стадії дизайну основна діяльність управління вимогами полягає в тому, щоб перевіряти чи відповідають результати дизайну документу вимог, щоб упевнитися, що робота залишається в межах проекту.

І знову, гнучкість є ключем до успіху. Ось класичний приклад змін проекту, які відмінно працювали. Проектувальники Форда на початку 1980-х очікували, що ціни на бензин піднімуться до 3,18 дол за галон до кінця десятиліття. На середині процесу дизайну автомобіля Ford Taurus, ціни встановилися приблизно на рівні 1,50 дол за галон. Колектив дизайнерів вирішив, що вони могли б створити більший, більш зручний, і більш потужний автомобіль, якщо б ціни на бензин залишилися низькими. Таким чином, вони перепроєктувати автомобіль. Коли новий автомобіль вийшов, він встановив загальнонаціональні рекорди продажів.

У більшості випадків, однак, відступ від оригінальних вимог до такої міри не працює. Таким чином документ вимог стає ключовим інструментом, який допомагає команді приймати рішення про зміни дизайну.

Розробка та тестування. На стадії розробки і тестування, основна діяльність управління вимогами – це гарантувати, що робота і ціна залишаються в межах графіка і бюджету, і що створюваний інструмент дійсно відповідає вимогам. Основним інструментом, використовуваним на цій стадії, є створення прототипу і ітераційне тестування.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм Madryga. Алгоритм Madryga складається із двох вкладених циклів. Зовнішній цикл повторюється вісім разів (для гарантії надійності число циклів можна збільшити) і полягає в застосуванні внутрішнього циклу до відкритого тексту. Внутрішній цикл перетворює відкритий текст у шифртекст і виконується однократно над кожним 8-бітовим блоком (байтом) відкритого тексту. Таким чином, весь відкритий текст послідовно вісім разів обробляється алгоритмом.

Ітерація внутрішнього циклу оперує з 3-байтовим вікном даних, називаним робочим кадром (рисунок 4.3). Це вікно зрушується на 1 байт за ітерацію. (При роботі з останніми 2 байтами дані покладаються циклічно замкнутими). Перші два байти робочого кадру циклічно зрушуються на змінне число позицій, а для останнього байта виконується операція XOR з декількома бітами ключа. У міру переміщення робочого кадру всі байти послідовно циклічно зрушуються й піддаються операції XOR із частинами ключа. Послідовні циклічні зрушення перемішують результати попередніх операцій XOR і циклічного зрушення, причому на циклічне зрушення впливають результати XOR. Завдяки цьому процес у цілому оборотний.

Оскільки кожний байт даних впливає на два байти ліворуч і на один байт праворуч від себе, після восьми проходів кожний байт шифртексту залежить від 16 байтів ліворуч і 8 байтів праворуч.

При шифруванні кожна ітерація внутрішнього циклу встановлює робочий кадр на передостанній байт відкритого тексту й циклічно переміщає його до третього з кінця байту відкритого тексту. Спочатку весь ключ піддається операції XOR з випадковою константою й потім циклічно зрушується вправо на 3 біти (ключ і дані рухаються в різних напрямках, щоб мінімізувати надлишкові операції з бітами ключа). Молодші три біти молодшого байта робочого кадру зберігаються, вони визначають циклічне зрушення інших двох байтів. Далі конкатенація двох старших байтом циклічно зрушується вліво на змінне число

біт (від 0 до 7). Потім над молодшим байтом робочого кадру виконується операція XOR з молодшим байтом ключа. Нарешті робочий кадр зміщається вправо на один байт і весь процес повторюється.

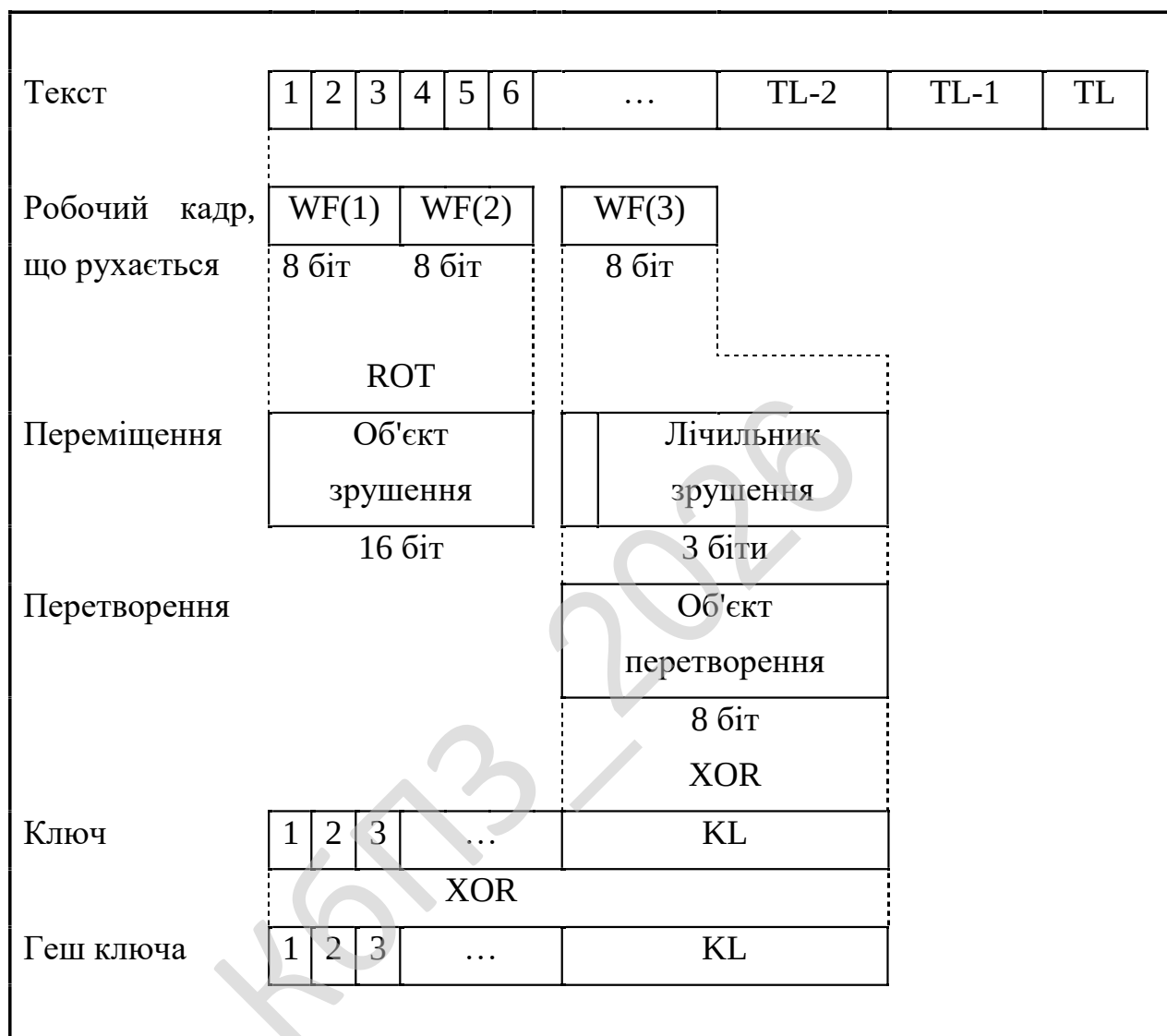


Рисунок 4.3 – Одна ітерація алгоритму Madryga

Випадкова константа призначена для перетворення ключа в псевдовипадкову послідовність. Довжина константи повинна бути рівній довжині ключа. При обміні даними абоненти повинні користуватися однієї й тією же константою. Для 64-бітового ключа Madryga рекомендує константу 0x0fle2d3c4b5a6978.

При розшифруванні процес повторюється у зворотному порядку. У кожній ітерації внутрішнього циклу робочий кадр встановлюється на байт, третій ліворуч від останнього байта шифртексту, і циклічно зрушується у зворотному напрямку до байта, розташованого на 2 байти уліво відносно останнього байта шифртексту. 2 байти шифртексту в процесі циклічно зрушуються вправо, а ключ – уліво. Після циклічних зрушень виконується операція XOR.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблене у бакалаврській дипломній роботі системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи: Функції представлені у графічному вигляді (іконки); Функціональних кнопок ПЗ; Навігаційного меню; Верхнього меню.

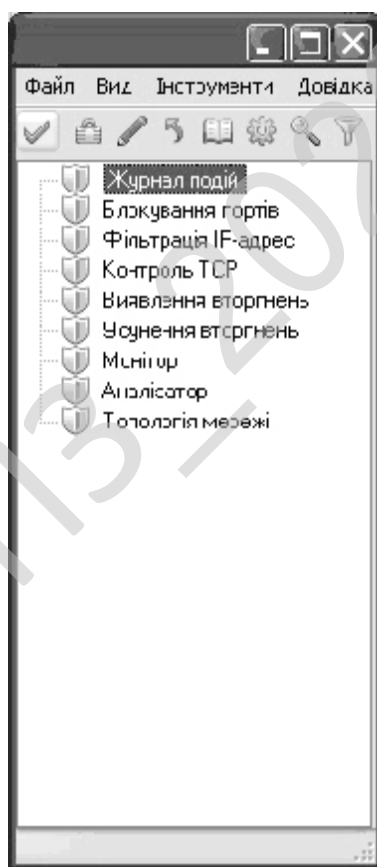


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

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.

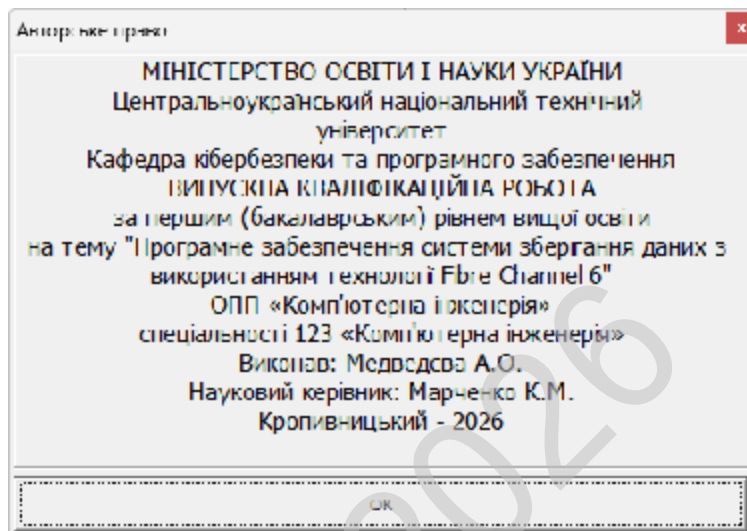


Рисунок 5.2 – Авторське право

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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

До діяльностей пов'язаних із розгортанням програмного забезпечення відносять:

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

При впровадженні програмного забезпечення потрібно урахувати наступні дії:

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

невеликий, але це надає процесу побудови рішення вагу в організації за рахунок збільшення його необхідності.

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

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

Проводилась оцінка:

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

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

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

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

Ці тести демонструють:

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

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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

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

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

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

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

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

Будь-який спосіб тестування «чорної скриньки» повинен:

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

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

Тестування «чорної скриньки» забезпечує пошук наступних категорій помилок:

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

Обрано умови розповсюдження – Freeware.

Це власницьке програмне забезпечення, котре можна Безоплатно використовувати протягом необмеженого терміну без обмежень у функціональності, і поширюване без сирцевих кодів.

Автори такого програмного забезпечення, як правило, хочуть «дати щось спільноті», але хочуть також контролювати його подальшу розробку. Іноді, коли програмісти вирішують припинити розробку, вони передають сирцевий код іншим програмістам, або ж спільноті як вільне програмне забезпечення.

Дуже часто плутають поняття «безплатне програмне забезпечення» та «вільне програмне забезпечення», хоча вони суттєво відрізняються.

Безплатне програмне забезпечення можна безоплатно встановлювати та використовувати (іноді з певними обмеженнями, як, наприклад, «безплатне для домашнього або некомерційного вжитку»), в той час як вільне програмне забезпечення можна продавати за будь-яку суму, але при тому, у користувача, котрий його отримує, повинні бути права на вивчення, модифікацію та поширення сирцевих кодів одержаної програми.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

- Досліджена система зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створенні програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Python. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для системи зберігання даних з використанням технології Fibre Channel 6. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід,

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

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 Madryga.

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-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1». Cisco Press. 2020. – 848 p.
2. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2 Premium Edition eBook and Practice Test». Cisco Press. 2020. – 624 p.
3. Scott Jernigan «CompTIA Network+ Certification All-in-One Exam Guide, Eighth Edition». 2022. – 976 p.
4. Doug Lowe «Networking For Dummies 12th Edition». 2020. – 480 p.
5. Ramon Nastase «Computer Networking: The Beginner's guide for Mastering Computer Networking, the Internet and the OSI Model». 2018. – 186 p.
6. Russ White & Ethan Banks «Computer Networking Problems and Solutions: An Innovative Approach to Building Resilient, Modern Networks». 2017. – 832 p.
7. Вінтенко Б., Смірнов О., Миронець І., Смірнова Т., Смірнов С. «Імітаційна модель шляхів вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оператора енергоблоку АЕС». *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVII Міжнародного науково-практичного семінару, присвяченого 125-річчю Національного університету «Запорізька політехніка» (Запоріжжя-Кропивницький-Київ, 4-6 червня 2025 р.)*. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.82-91.
8. Al-Azzeh, J., Ayyoub, B., Mesleh, A., Smirnova, T., Gnatyuk, S., Drieiev, O., Smirnov, O., Dorenskyi, O. «Cloud-Based Information System for Evaluating Caverns in the Process of Blasting Metal Surfaces of Details». *International Review on Modelling and Simulations* 18 (1), 2025. pp. 32-42.
9. 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.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

10. 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.
11. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 106-115.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
17. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». *Проблеми інформатизації та управління*, № 2(70). 2022. С. 28-37.

18. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 3(69). С. 93-98.

19. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки»*, № 2 (307). С. 46-52. 2022.

20. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 1(67). С. 84-89.

21. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

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

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 125-136.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.

33. 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.

34. 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.

35. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.

36. 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.

37. 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.

38. 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.

39. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95

40. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки*. №4. С. 103-110. 2020.

41. 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.

42. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.

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

45. 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.

46. 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

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

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).

47. 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

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

49. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральнуукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.

50. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.

51. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2018. – 177 с.

52. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018

53. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Алгоритми формування безлічі маршрутів передачі метаданих у антивірусні хмарні системи. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 5 (142). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 148-152.

					ВКРБ-123.26.0050.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

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

55. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). – Харків: ХУПС. - 2016. - С. 121-127.

56. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К. Метод безпечної маршрутизації метаданих у хмарні антивірусні системи. Системи озброєння та військова техніка. - Випуск 2 (46) - Х.: ХУПС - 2016. - С. 146-149.

57. Смірнов О.А., Кавун С.В., Доренський О.П., Вялкова В.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 151 с.

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