

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 керування інфраструктурою
ЦОД на основі технології Unified Computing System”

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

Керівник проекту
кандидат технічних наук, доцент
_____ Буравченко К.О.
«___» _____ 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

Буркуну Станіславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Програмне забезпечення системи керування
інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified
Computing System

2. Керівник роботи Буравченко Костянтин Олегович, 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 керування інфраструктурою ЦОД на основі
технології Unified Computing System

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

Буравченко К.О.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Буркун С.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Буркун С.В. Програмне забезпечення системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System. 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 керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

Метою розробки є програмне забезпечення системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

Результат роботи – програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

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, Unified Computing System

ABSTRACT

Burkun S.V. Software for the data center infrastructure management system based on Unified Computing System 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, which is intended for the data center infrastructure management system based on Unified Computing System technology.

The purpose of the development is the software for the data center infrastructure management system based on Unified Computing System technology.

The result of the work is the software implementation of the data center infrastructure management system based on Unified Computing System technology.

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

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

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

The program is developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, Unified Computing System

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	6
1.1 Призначення системи.....	6
1.2 Область застосування.....	7
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	9
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	9
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	36
2.3 Розгорнута постановка завдання	41
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	43
3.1 Опис функціонування системи	43
3.2 Розробка структурної схеми.....	51
3.3 Розробка функціональної схеми	56
3.4 Розробка діаграми процесів.....	61
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	64
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	64
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	95
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	97
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	105

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System	Лім.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Буркун С.В.					Б	1	112
Перев.	Буравченко К.О.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-2		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ІТ	—	інформаційні технології
КВ	—	коефіцієнт варіації
КЗ	—	канал зв'язку
ОС	—	операційна система
ПЗ	—	програмне забезпечення
ПС	—	програмна середа
СеМО	—	експонентна мережа масового обслуговування
СМО	—	система масового обслуговування
СПД	—	система передачі даних
ЦОД	—	центр обробки даних
FCoE	—	Fibre Channel over Ethernet
UCS	—	Cisco Unified Computing System
VM	—	віртуальна машина

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Актуальність теми. Глобальний ринок управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) оцінювався в 3,67 млрд доларів США у 2025 році та, за прогнозами, зросте з 4,22 млрд доларів США у 2026 році до приблизно 14,65 млрд доларів США до 2035 року, зростаючи зі середньорічним темпом зростання (CAGR) 14,85% з 2026 по 2035 рік. Ринок управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) зумовлений швидким розширенням хмарних обчислень.

Ключові висновки ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM):

- Глобальний ринок управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) у 2025 році оцінювався в 3,67 мільярда доларів США.
- Прогнозується, що до 2035 року він досягне 14,65 мільярда доларів США.
- Очікується, що ринок управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 14,85% з 2026 по 2035 рік.
- Північна Америка домінувала на ринку з часткою ринку 42% у 2025 році.
- За компонентами сегмент рішень домінував на ринку з часткою ринку 79% у 2025 році.
- За компонентами очікується, що сегмент послуг зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 18,16% протягом прогнозованого періоду з 2026 по 2035 рік.
- За даними центрів обробки даних, сегмент корпоративних центрів обробки даних займав найбільшу частку – 41% у 2025 році.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

– Очікується, що сегмент хмарних та периферійних центрів обробки даних зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 17,16% протягом прогнозованого періоду.

– За розгортанням, сегмент локальних рішень домінував на ринку з часткою ринку 65% у 2025 році.

– За заявками, сегмент управління активами займав найбільшу частку – 42% у 2025 році.

– За застосуванням, сегмент бізнес-аналітики та бізнес-аналітики зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 18,16% протягом прогнозованого періоду.

– За підприємствами, сегмент великих підприємств займав домінуючу частку в 76% у 2025 році.

– За галузевим вертикалем, сегмент ІТ та ІТеS займав найбільшу частку ринку – 40% у 2025 році.

– За галужевими вертикалями очікується, що сегмент охорони здоров'я та наук про життя зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 17,6% протягом прогнозованого періоду з 2026 по 2035 рік.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

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

– Огляд існуючих систем керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

– Дослідження системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

– Програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Центри обробки даних повинні підтримувати можливість динамічного масштабування й гнучкої зміни, щоб швидко пристосовуватися до мінливих потреб бізнесу, забезпечуючи при цьому економічно ефективну роботу.

Переваги Cisco UCS для бізнесу обумовлені спрощеною, конвергентною архітектурою системи і її автоматизованим централізованим керуванням. Cisco UCS містить менше число компонентів, які потрібно налаштовувати, контролювати й обслуговувати. Це підвищує швидкість роботи й знижує вартість масштабування. У результаті робота IT-відділу стає більше оперативної, гнучкої й економічної.

Cisco UCS допомагає фахівцям IT-відділу в рішенні наступних завдань:

- зниження складності структури центрів обробки даних;
- підвищення ефективності експлуатації;
- збільшення прозорості роботи, контролю й продуктивності;
- консолідація, уніфікація й вбудовування функцій керування;
- швидке й ефективне виділення ресурсів.

В остаточному підсумку про роботу IT-відділу судять по його здатності приносити реальну вигоду й надавати рішення, які відповідають актуальним потребам бізнесу. Система Cisco Unified Computing System (UCS) дозволить підвищити ефективність роботи вашого відділу шляхом рішення реальних проблем, з якими зіштовхуються IT-менеджери й керівники на системному рівні. Знижена сукупна вартість володіння й підвищена ефективність UCS можуть перетворити організацію роботи на підприємстві.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1.2 Область застосування

Система Cisco Unified Computing System – ядро корпоративних застосунків

Система Cisco Unified Computing System (UCS) поєднує високопродуктивні сервери, високошвидкісну мережу, доступ до сховищ даних і віртуалізацію в інтегровану інтелектуальну інфраструктуру. Система Cisco UCS, що автоматично налаштовується, з допомогою уніфікованої системи керування на основі моделі, спрощує розгортання корпоративних застосунків і сервісів у традиційні й віртуалізованих середовищах. Cisco UCS значно підвищує гнучкість роботи й скорочує сукупну вартість володіння.

Система Cisco UCS пропонує наступні переваги:

– **Єдина, конвергентна система:** переборюючи обмеження, які характерні для традиційних блейд-шасі й стійок, система Cisco UCS поєднує сервери, мережу й ресурси доступу до сховища для створення фізично розподіленої системи із централізованим керуванням.

– **Інтелектуальна інфраструктура:** за рахунок абстрагування від індивідуальних особливостей, конфігурації й можливостей підключення серверів і ресурсів вводу/виводу ці атрибути можна запрограмувати автоматично.

– **Уніфіковане керування на основі моделі:** можливість зв'язку конфігурації моделі із системними ресурсами дозволяє ІТ-відділам послідовно погоджувати політики, індивідуальні особливості сервера й робітники навантаження.

– **Уніфікована структура комутації:** шляхом інтеграції IP-системи, системи зберігання даних і міжпроцесних мереж зв'язку в єдину інфраструктуру вводу-виводу система Cisco UCS спрощує монтаж кабельної проводки й висхідну комутацію, забезпечуючи уніфіковане ввід-вивід без яких-небудь додаткових витрат.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

– **Технологія розширення структури комутації Cisco:** розширення мережної структури комутації до блейд-серверів і віртуальних машин із проходженням усього трафіку через єдиний центр дозволяє забезпечити погоджене, централізоване керування й неймовірно високий рівень прозорості й контролю над віртуальними середовищами.

Завдяки моделі поетапного розгортання й комплексної екосистемі партнерів Cisco UCS стає кращою інфраструктурою для розгортання корпоративних застосунків.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

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

Тенденції ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних вказують на зсув у бік інтелектуального моніторингу інфраструктури на основі аналітики. Однією з основних тенденцій є інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання в платформи DCIM для забезпечення прогнозування технічного обслуговування та потужностей. Ці можливості допомагають операторам передбачати збої обладнання та оптимізувати використання ресурсів.

Ще однією ключовою тенденцією є конвергенція DCIM із системами управління IT-послугами та управління будівлями. Організації прагнуть єдиних панелей інструментів, які б поєднували фізичну інфраструктуру та IT-роботи. Звіт про дослідження ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних підкреслює зростаючий попит на хмарні та SaaS-рішення DCIM, що підтримують гібридні та багатосайтові середовища. Моніторинг енергоефективності та сталого розвитку є ще однією помітною тенденцією. Платформи DCIM все частіше відстежують ефективність використання енергії, показники вуглецевого сліду та ефективність охолодження. Центри обробки даних на периферії та модульні споруди також стимулюють попит на легкі інструменти DCIM. Ці тенденції разом підсилюють аналіз галузі управління інфраструктурою центрів обробки даних та довгострокову траєкторію впровадження.

Швидке зростання центрів обробки даних та цифрової інфраструктури

Прискорене розгортання гіпермасштабних та корпоративних центрів обробки даних продовжує посилювати попит на передові платформи DCIM.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Організації будують об'єкти для підтримки хмарних додатків, робочих навантажень штучного інтелекту, аналітики великих даних та ініціатив цифрової трансформації. Зростаюча залежність від постійно доступних цифрових послуг робить доступність інфраструктури критично важливою. Вища щільність стійок та енергетичне навантаження вимагають точного моніторингу електричних та охолоджувальних систем. Інструменти DCIM дозволяють операторам візуалізувати залежності інфраструктури та зменшувати операційні сліпі зони. Планування потужностей стає складнішим, оскільки об'єкти масштабуються вертикально та горизонтально. Підприємства прагнуть оптимізувати капітальні витрати за допомогою рішень щодо інфраструктури на основі даних. Автоматизація, що підтримується DCIM, зменшує людські помилки та операційні затримки. Вимоги до дотримання нормативних вимог та аудиту ще більше посилюють впровадження. У міру розширення цифрових екосистем платформи DCIM стають невід'ємною частиною управління інфраструктурою та забезпечення її продуктивності.

Висока складність впровадження та проблеми інтеграції

Розгортання DCIM часто вимагає інтеграції між різнорідним обладнанням, застарілими системами та платформами управління об'єктами. Багато центрів обробки даних працюють з фрагментованою документацією інфраструктури, що ускладнює впровадження. Калібрування датчиків та нормалізація даних додають ще більшої складності. Організації можуть зіткнутися з труднощами узгодження робочих процесів DCIM з існуючими операційними процесами. Для налаштування інформаційних панелей, аналітики та порогів сповіщень потрібні кваліфіковані інженери. Проекти інтеграції на замовлення можуть продовжити терміни розгортання. Меншим операторам може бракувати внутрішньої експертизи для управління складними розгортаннями. Опір операційним змінам також може уповільнити впровадження. Поточне обслуговування системи вимагає виділених ресурсів. Проблеми з точністю даних можуть підірвати довіру до аналітики, якщо їх не управляти належним чином. Ці проблеми сприяють

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

уповільненню впровадження у економічно чутливих середовищах, незважаючи на очевидні довгострокові переваги.

Розширення хмарних, колокейшн-центрів та периферійних центрів обробки даних

Швидке розширення хмарних, колокейшн- та периферійних об'єктів створює значні можливості для зростання постачальників DCIM. Оператори все частіше керують кількома сайтами в різних регіонах, що збільшує потребу в централізованій видимості. Периферійні центри обробки даних потребують легких, масштабованих рішень DCIM, адаптованих для віддалених середовищ. Постачальники колокейшн-рішень використовують DCIM для забезпечення прозорості та гарантії рівня обслуговування клієнтів. Хмарні платформи DCIM забезпечують швидше розгортання та гнучке масштабування. Архітектури на основі API підтримують інтеграцію з інструментами оркестрації та автоматизації. Постачальники можуть диференціюватися завдяки модульним та підписним пропозиціям. Попит на багатокористувацьку видимість ще більше розширює адресний ринок. У міру децентралізації інфраструктури єдине управління стає критично важливим. Цей зсув позиціонує DCIM як стратегічний фактор, що сприяє розвитку сучасних архітектур центрів обробки даних.

Управління середовищами з високою щільністю населення та енергоємністю

Середовища високої щільності обчислень значно підвищують складність управління тепловим режимом та живленням. Робочі навантаження, пов'язані зі штучним інтелектом та високопродуктивними системами, генерують концентровані теплові навантаження, які навантажують традиційні системи охолодження. Оператори повинні контролювати потік повітря, градієнти температури та використання енергії в режимі реального часу. Нездатність керувати цими змінними може призвести до деградації обладнання або його збоїв. Споживання енергії також підвищує експлуатаційні витрати та проблеми сталого розвитку. Балансування продуктивності з ефективністю вимагає

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

розширеної аналітики та автоматизації. Платформи DCIM повинні обробляти великі обсяги даних датчиків без затримки. Для запобігання каскадним збоям необхідні прогнозні дані. Оновлення інфраструктури часто вимагає ретельної координації, щоб уникнути перебоїв. Одночасне управління цими факторами залишається постійною операційною проблемою для операторів центрів обробки даних.

Сегментація ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних

За компонентом

Рішення: Рішення DCIM продовжують розвиватися як основні платформи для комплексної видимості та контролю інфраструктури. Підприємства все більше покладаються на розгортання на основі рішень для консолідації моніторингу ланцюгів живлення, блоків охолодження, стійок та розташування поверхів. Розширені функції візуалізації дозволяють операторам моделювати зміни потужності та сценарії розширення. Панелі інструментів у режимі реального часу покращують ситуаційну обізнаність та пришвидшують реагування на інциденти. Інтеграція з інструментами автоматизації підтримує проактивне вирішення проблем. Аналітика на основі штучного інтелекту, вбудована в рішення DCIM, розширює можливості прогнозного обслуговування. Рішення також підтримують звітність про відповідність вимогам та готовність до аудиту. Функції управління кількома сайтами є критично важливими для розподілених середовищ центрів обробки даних. Налаштовувані робочі процеси узгоджують управління інфраструктурою з бізнес-цілями. API забезпечують безперешкодну інтеграцію зі сторонніми системами. Домінування рішень відображає їхню стратегічну роль у щоденній роботі центрів обробки даних. Постійне вдосконалення функцій підтримує 64% частку ринку.

Послуги: Послуги DCIM відіграють життєво важливу роль у забезпеченні успішного впровадження та реалізації довгострокової цінності. Організації часто залучають постачальників послуг для оцінки потреб, проектування архітектури та

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

конфігурації систем. Консалтингові послуги допомагають узгодити платформи DCIM з операційними та екологічними цілями. Послуги інтеграції спрямовані на забезпечення сумісності з існуючими ІТ, системами управління об'єктами та будівлями. Навчальні послуги покращують внутрішнє впровадження та зменшують кількість операційних помилок. Керовані послуги підтримують постійний моніторинг та оптимізацію. Послуги життєвого циклу допомагають з оновленнями, міграціями та розширенням платформи. Постачальники послуг також допомагають інтерпретувати аналітичні дані для прийняття рішень. Послуги налаштування відповідають галузевим вимогам. Постійна підтримка забезпечує надійність платформи. Частка 36% підкреслює важливість експертно-орієнтованого впровадження в складних середовищах центрів обробки даних.

За типом розгортання

Локальне розгортання: Локальні розгортання DCIM залишаються критично важливими для організацій, які керують приватними та регульованими центрами обробки даних. Ці середовища вимагають детального контролю над інфраструктурними активами та потоками даних. Платформи DCIM підтримують детальне відстеження активів у стійках, кімнатах та приміщеннях. Моніторинг у режимі реального часу знижує ризик збоїв та проблем з температурою. Локальні розгортання забезпечують тіснішу інтеграцію з внутрішніми системами безпеки та відповідності. Організації використовують DCIM для управління застарілою інфраструктурою та проектами модернізації. Інструменти планування потужностей допомагають оптимізувати використання простору в обмежених приміщеннях. Прогнозна аналітика покращує планування технічного обслуговування. Підприємства цінують доступ до операційних даних з низькою затримкою. Налаштовувана звітність підтримує внутрішнє управління. Частка 58% відображає постійну залежність від приватних центрів обробки даних для критично важливих робочих навантажень.

Хмара: Хмарні програми DCIM набирають обертів, оскільки інфраструктура стає більш розподіленою та динамічною. Ці платформи

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

забезпечують централізовану видимість на географічно розподілених об'єктах. Хмарний DCIM підтримує гібридні моделі, що поєднують локальні та віддалені об'єкти. Еластична масштабованість враховує коливальні вимоги до моніторингу. Веб-доступ покращує співпрацю між операційними командами. Розгортання хмари зменшує накладні витрати на інфраструктуру та пришвидшує впровадження. Постійні оновлення забезпечують доступ до найновіших функцій. Розширена аналітика використовує хмарні обчислювальні ресурси для глибшого розуміння. Дистанційний моніторинг підтримує периферійні та модульні центри обробки даних. Моделі на основі підписки покращують передбачуваність витрат. Інтеграція з інструментами управління хмарою покращує операційну узгодженість. Частка 42% відображає зростаюче впровадження разом із ініціативами цифрової трансформації.

За розміром організації

Великі підприємства: Великі підприємства складають приблизно 68% ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що зумовлено складними, масштабними ІТ-середовищами та середовищами об'єктів. Ці організації керують кількома центрами обробки даних у різних регіонах, що вимагає централізованого контролю живлення, охолодження, використання простору та продуктивності активів. Платформи DCIM допомагають великим підприємствам оптимізувати ефективність інфраструктури, скоротити час простою та підтримувати довгострокове планування потужностей. Аналіз ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних показує значне впровадження серед світових корпорацій у секторах технологій, фінансів, охорони здоров'я та телекомунікацій. Інтеграція з платформами управління ІТ-послугами, автоматизації та аналітики покращує координацію операцій. Великі підприємства також надають пріоритет звітності про сталий розвиток та дотриманню нормативних вимог, що ще більше збільшує впровадження DCIM. Розширені функції, такі як прогнозне обслуговування та цифрові двійники, особливо цінні в середовищах з високою щільністю. Частка ринку в 68%

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

відображає вищі IT-бюджети, зрілі стратегії інфраструктури та потребу в масштабованому інфраструктурному інтелекті.

Малі та середні підприємства (МСП): Малі та середні підприємства становлять приблизно 32% ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що підтримується зростанням цифрового впровадження та дедалі більшою залежністю від приватних і гібридних центрів обробки даних. МСП впроваджують рішення DCIM, щоб отримати уявлення про обмежені ресурси інфраструктури та запобігти дороговартісному простою. Хмарні та модульні платформи DCIM є особливо привабливими завдяки меншій складності розгортання та економічній ефективності. Огляд ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних підкреслює зростання впровадження МСП у міру розширення периферійних обчислень та віддалених операцій. Інструменти DCIM допомагають МСП керувати споживанням енергії, відстежувати активи та покращувати операційний контроль без необхідності використання великих команд об'єктів. Керовані послуги та спрощені панелі інструментів зменшують потребу у внутрішній експертизі. Оскільки МСП масштабують свою діяльність та стикаються з вищими очікуваннями щодо часу безвідмовної роботи, DCIM стає критично важливим фактором. Частка у 32% відображає прискорене впровадження серед організацій, які усвідомлюють витрати, але орієнтовані на зростання.

За галуззю

Уряд: Урядові організації займають приблизно 21% ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що зумовлено необхідністю експлуатації безпечних, стійких та відповідних вимогам центрів обробки даних. Державні установи керують критично важливою інфраструктурою, що підтримує оборонні, державні послуги, транспорт та платформи цифрового управління. Рішення DCIM дозволяють урядовим центрам обробки даних контролювати системи живлення та охолодження, забезпечувати високу доступність та відповідати суворим нормативним вимогам. Аналіз ринку управління

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

інфраструктурою центрів обробки даних демонструє активне впровадження в національних та регіональних урядових установах, що проходять цифрову модернізацію. Цілі енергоефективності та сталого розвитку також впливають на рішення щодо закупівель. Уряди цінують платформи DCIM за готовність до аудиту, управління життєвим циклом активів та зниження ризиків. Інтеграція з системами управління будівлями підтримує операційну прозорість. Частка ринку у 21% відображає стабільні інвестиції державного сектору в стійкість цифрової інфраструктури.

Банківська справа, фінансові послуги та страхування (BFSI): Сектор BFSI становить приблизно 24% ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що зумовлено суворими вимогами до безвідмовної роботи, безпеки та відповідності. Фінансові установи керують високопродуктивними центрами обробки даних, що підтримують обробку транзакцій, цифровий банкінг та системи управління ризиками. Платформи DCIM забезпечують видимість стану інфраструктури в режимі реального часу, допомагаючи запобігати перебоям та збоям у наданні послуг. Звіт про галузь управління інфраструктурою центрів обробки даних підкреслює значне впровадження BFSI завдяки нормативним вимогам та вимогам аудиту. Планування потужностей та управління резервуванням є критично важливими пріоритетами в цьому секторі. DCIM також підтримує готовність до аварійного відновлення та операційну стійкість. Інтеграція з системами моніторингу та безпеки покращує контроль над чутливими середовищами. Частка 24% відображає залежність BFSI від надійного управління інфраструктурою для забезпечення безперервності бізнесу та довіри клієнтів.

Регіональний огляд ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних

Північна Америка займає приблизно 38% ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що відображає лідерство регіону в розгортанні гіпермасштабних та корпоративних центрів обробки даних.

Оператори все частіше покладаються на платформи DCIM для управління стійками високої щільності та складними архітектурами розподілу живлення. Активне впровадження зумовлене постачальниками хмарних послуг, операторами колокейшн-центрів та великими підприємствами. Автоматизація та прогнозна аналітика є ключовими пріоритетами для покращення часу безвідмовної роботи та операційної ефективності. Вимоги до звітності про сталий розвиток ще більше посилюють впровадження DCIM. Широко впроваджуються розширені функції оптимізації охолодження та моніторингу енергоспоживання. Інтеграція з платформами управління ІТ-послугами покращує операційну видимість. Зростання периферійних центрів обробки даних також сприяє регіональному попиту. Наявність зрілої цифрової інфраструктури підтримує масштабне впровадження. Постійна модернізація застарілих об'єктів підтримує довгострокову активність ринку.

Європа займає приблизно 25% світового ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що підтримується сильним регуляторним наглядом та ініціативами щодо сталого розвитку. Оператори надають пріоритет рішенням DCIM для дотримання вимог щодо енергоефективності та звітності. Регіон робить акцент на зменшенні вуглецевого сліду та оптимізації споживання енергії. Колокейшн та корпоративні центри обробки даних все частіше використовують DCIM для управління обмеженим простором. Інтеграція із системами управління будівлями є загальною вимогою. Високі витрати на електроенергію зумовлюють попит на моніторинг та оптимізацію в режимі реального часу. Міркування щодо цифрового суверенітету впливають на локальне розгортання. Модернізація державного сектору також сприяє впровадженню. Розширена аналітика підтримує довгострокове планування потужностей. Частка 25% відображає впровадження, зосереджене на регулюванні та ефективності.

Німеччина становить приблизно 8% світового ринку цифрових центрів обробки даних (DCIM), що зумовлено її потужною промисловою базою та

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

акцентом на надійності цифрової інфраструктури. Підприємства впроваджують платформи DCIM для управління критично важливими центрами обробки даних, що підтримують виробництво та корпоративні ІТ. Енергоефективність та відповідність вимогам є ключовими факторами прийняття рішень. Середовища високої щільності обчислень вимагають точного управління температурою та живленням. Зосередженість Німеччини на Промисловості 4.0 підтримує інвестиції у прозорість інфраструктури. Колокейшн-центри також сприяють впровадженню. Інтеграція з системами автоматизації є поширеним явищем. Оператори цінують детальне відстеження життєвого циклу активів. Стандарти захисту даних впливають на архітектуру розгортання. Частка 8% відображає структуровану та орієнтовану на відповідність екосистему центрів обробки даних Німеччини.

Сполучене Королівство займає приблизно 7% світового ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що підтримується високим попитом з боку постачальників фінансових послуг та колокейшн-провайдерів. Рішення DCIM широко використовуються для забезпечення операційної стійкості та дотримання нормативних вимог. Висока концентрація центрів обробки даних зумовлює потребу в оптимізації простору та енергоспоживання. Оператори зосереджуються на моніторингу в режимі реального часу, щоб зменшити ризики простоїв. Ініціативи щодо сталого розвитку впливають на стратегії управління інфраструктурою. Хмарні та гібридні середовища підвищують складність, посилюючи впровадження DCIM. Видимість активів та планування потужностей є критично важливими пріоритетами. Постачальники керованих послуг відіграють активну роль. Ринок Великої Британії виграє від передових практик управління ІТ. Частка 7% відображає стабільний попит з боку підприємств та колокейшн-провайдерів.

Азіатсько-Тихоокеанський регіон займає приблизно 24% ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що зумовлено швидкою цифровізацією та розширенням хмарної інфраструктури. Підприємства та

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

постачальники послуг значно інвестують у будівництво нових центрів обробки даних. Платформи DCIM підтримують ефективне масштабування та використання ресурсів. Регіон відчуває зростаючий попит з боку секторів електронної комерції, телекомунікацій та фінансових послуг. Оптимізація живлення та охолодження є критично важливою через високі темпи зростання. Уряди сприяють інвестиціям у цифрову інфраструктуру. Гібридне та багатосайтове управління підвищує актуальність DCIM. Оператори надають пріоритет автоматизації для управління операційною складністю. Регіональне різноманіття створює різноманітні моделі розгортання. Частка 24% відображає швидке розширення інфраструктури.

На Японію припадає приблизно 6% світового ринку DCIM, що підтримується передовими корпоративними ІТ-середовищами та стандартами надійності. Оператори впроваджують DCIM для забезпечення точного моніторингу та запобігання збоям. Високий акцент на безвідмовній роботі та готовності до стихійних лих стимулює їхнє впровадження. Щільне міське середовище підвищує важливість оптимізації простору. Платформи DCIM підтримують стратегії прогностного обслуговування. Інтеграція з системами управління підприємством є поширеною. Ініціативи щодо енергоефективності впливають на рішення щодо закупівель. Підприємства цінують детальну звітність та аналітику. Ринок робить акцент на якості та операційній точності. 6% частка відображає стабільне, технологічно зумовлене впровадження.

Китай становить приблизно 10% світового ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних, що зумовлено масштабним будівництвом центрів обробки даних та розширенням хмарних технологій. Оператори впроваджують платформи DCIM для управління швидкозростаючими портфелями інфраструктури. Високопродуктивні об'єкти потребують розширеного контролю живлення та охолодження. Підтримувані урядом цифрові ініціативи сприяють зростанню ринку. Підприємства надають пріоритет централізованому моніторингу на розподілених об'єктах. Автоматизація

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

допомагає керувати масштабом операцій. Інтеграція з вітчизняними технологічними платформами є поширеним явищем. Цілі сталого розвитку впливають на планування інфраструктури. Високий попит з боку інтернет- та телекомунікаційних компаній підтримує впровадження. 10% частка відображає імпульс ринку, зумовлений масштабом.

Регіон «Решта світу» займає приблизно 13% ринку DCIM, що підтримується проектами «розумних міст» та інвестиціями в цифрову інфраструктуру. Уряди інвестують у сучасні центри обробки даних для підтримки національних цифрових програм. Платформи DCIM допомагають керувати об'єктами в суворих кліматичних умовах. Оптимізація енергоспоживання є ключовим пріоритетом через вимоги до охолодження. Об'єкти колокації стимулюють регіональне впровадження. Оператори зосереджуються на надійності та безвідмовній роботі критично важливих послуг. Інтеграція з системами будівель підтримує операційну ефективність. Зростання впровадження хмарних технологій підвищує складність. Регіональні ініціативи щодо суверенітету даних впливають на розгортання. Частка 13% відображає розвиток ринку, зумовлений інфраструктурою.

Список найкращих компаній з управління інфраструктурою центрів обробки даних:

- FNT GmbH.
- Nlyte Software, Inc.
- Cormant, Inc.
- Eaton Corporation PLC.
- Sunbird Software, Inc.
- RFCODE.
- Device42, Inc.
- CommScope Inc.
- IBM Corporation.
- Panduit.

- Modius, Inc.
- Schneider Electric SE.
- Vertiv Group Corp.
- Siemens AG.

Дві провідні компанії за часткою ринку:

- Schneider Electric SE: 15% частка ринку.
- Vertiv Group Corp.: 13% частка ринку.

Продукти DCIM

Шість продуктів DCIM, описаних тут – у алфавітному порядку – відповідають ринковим рушійним силам і мають на меті забезпечити реальні переваги, включаючи підвищену надійність і зниження експлуатаційних витрат. Розширення штучного інтелекту та відповідне зростання мегацентрів обробки даних вимагали від цих постачальників значного розширення багатьох своїх можливостей порівняно з тим, що було лише кілька років тому.

Cormant-CS

Cormant-CS, провідний продукт DCIM від BGIS, підтримує керування обладнанням у власних, колокейшн-центрах та периферійних центрах обробки даних, з додатковою підтримкою хмарного підключення та управління інфраструктурою кампусу. Він також включає підтримку постачальників колокейшн-центрів та послуги для глобального розгортання.

Найновіша версія, Cormant-CS 13.0, містить значні покращення, зокрема можливості доповненої реальності (AR) для покращеної візуалізації та аналізу активів. Це оновлення також оптимізує механізм сценаріїв та інтеграцію API, забезпечуючи безперебійні та ефективні робочі процеси.

Інтеграція даних

Cormant-CS продовжує розглядати дані управління інфраструктурою як спільний ресурс, підтримуючи повний спектр багатопрокольних мережевих запитів та виявлення з автоматичним об'єднанням, оновленнями та зв'язуванням. Кілька двосторонніх API-служб підтримують складні інтеграції, всі вони

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

надаються з інтерфейсом користувача для служби вилучення, завантаження та перетворення, яка підтримує глибоку інтеграцію.

Деякі опції включають базу даних керування конфігурацією, управління IT-послугами, систему постачання постачальників, закупівлі, управління фінансовими активами, платформи керування плоскими файлами, прямим SQL, віртуальними пристроями та хмарою. Крім того, сучасний RESTful API підтримує двосторонню інтеграцію великих обсягів для інтеграції, створеної клієнтом.

Управління даними про енергію та навколишнє середовище

Cormant-CS контролює пристрої та надає дані про живлення, стан навколишнього середовища та ємність у режимі реального часу. Він містить альбоми для зберігання документів і зображень, пов'язаних з певними місцями або пристроями, що покращує документування та ведення обліку.

Для зручності користувача інтегровано функції пошуку, що дозволяють фільтрувати дані в режимі реального часу, такі як плани поверхів, стелажі, сповіщення та завдання. Початкові сторінки містять графічні картки стану для швидкого, визначеного користувачем перегляду стійок, пристроїв та об'єктів. Розширені інструменти аналізу даних виявляють зміни навколишнього середовища та їх причини, що дозволяє здійснювати проактивне управління. Мобільні пристрої можуть отримувати доступ до даних онлайн або офлайн завдяки вбудованому скануванню штрих-кодів.

Ведення обліку з альбомами

Функція «Альбоми» платформи дозволяє користувачам зберігати та пов'язувати документи й зображення з певними місцями або пристроями, покращуючи документування та ведення обліку. Функції пошуку дозволяють фільтрувати дані в режимі реального часу, такі як плани поверхів, стелажі, сповіщення та завдання, а графічні картки стану здоров'я забезпечують швидкий, визначений користувачем перегляд стійок, пристроїв та об'єктів.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Можливості штучного інтелекту

Можливості штучного інтелекту були розширені, включаючи покращене використання приміщень та зменшення ємності мережі, що застрягла. Функції на основі штучного інтелекту спрощують створення запитів на зміни, надають інтелектуальні пропозиції щодо місцезнаходження та підключення, а також забезпечують безпеку та конфіденційність, уникаючи зовнішніх контактів за межами підприємства.

Мобільна та доступна в режимі реального часу

Cormant-CS підтримує мобільність онлайн та офлайн, забезпечуючи користувачам доступ до записів у польових умовах та фіксацію переміщень і змін у міру їх виникнення. Миттєва документація гарантує точність записів та їхню надійність, поки технік вносить зміни. Повна підтримка штрих-кодованих активів та кабелів гарантує максимально швидке та точне введення даних.

Безпека

Cormant-CS пропонує високодеталізований захист на основі ролей, інтегруючись з Active Directory та Lightweight Directory Access Protocol, а також забезпечує наскрізне шифрування додатків. Його перевірені заходи безпеки зробили його надійним рішенням для військових та фінансових установ, включаючи відповідність Посібникам з технічного впровадження безпеки Міністерства оборони США.

Економічно ефективні моделі

Cormant пропонує індивідуальні послуги з планування, управління проектами, консалтингу, інтеграції та навчання для глобального розгортання з різними моделями ліцензування та ціновими рівнями. Компанія також надає інструменти міграції для підтримки користувачів Trellis, оскільки Vertiv припинила підтримку своєї платформи DCIM, а також процеси для підтримки міграції з інших активів та програмного забезпечення DCIM.

У центрах обробки даних використовується кілька типів обладнання.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

EkkoSense

Компанія EkkoSense стала провідним постачальником DCIM завдяки EkkoSoft Critical, своєму програмному забезпеченню для оптимізації продуктивності центрів обробки даних. EkkoSense був оригінальним продуктом для інтеграції технологій штучного інтелекту та машинного навчання з традиційними службами моніторингу та сповіщень. Метою було забезпечити корисну інтерпретацію безлічі даних, отриманих із систем живлення та охолодження центрів обробки даних, для покращення роботи.

Управління сталим розвитком

Програмне забезпечення EkkoSoft Critical для центрів обробки даних забезпечує комплексні можливості моніторингу, оцінки та управління потужностями, а також операційну видимість, що може допомогти зменшити теплові та енергетичні ризики. Витрати на енергію для охолодження центрів обробки даних та скорочення викидів вуглецю допомагають відповідати корпоративним екологічним, соціальним та управлінським (ESG) вимогам. EkkoSoft Critical також має вбудовану звітність ESG, яка автоматизує створення звітів ESG та сталого розвитку, що вимагаються ЄС з січня 2024 року.

Випуск EkkoSense Critical v9.3 ще більше розширює можливості візуалізації операцій у реальному часі складних гібридних систем, що поєднують повітряне та рідинне охолодження в одному середовищі. 3D-об'єкти рідинного охолодження тепер включають стійки з рідинним охолодженням, блоки охолодження повітря (CDU), іммерсійне охолодження, чилери з водяним охолодженням, адіабатичне охолодження та оновлені моделі для пасивних та активних теплообмінників задніх дверей.

Агрегація даних про потужність та PUE

Функція агрегації даних про потужність, що є частиною сторінки EkkoSoft Critical Estate Page, відображає середні або максимальні дані про потужність за вибраний період часу, що значно спрощує об'єднання даних про потужність та PUE з кількох кімнат. Наприклад, для маєтків з 50 об'єктами це, як кажуть,

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

скорочує півдня виконання завдання до п'яти хвилин.

Посилена безпека

Покращено безпеку для користувачів без єдиного входу (SSO). EkkoSense дозволяє налаштовувати багатофакторну автентифікацію (MFA) за допомогою програми-автентифікатора, яка дозволяє входити за допомогою QR-коду. MFA можна вмикати або вимикати з електронної пошти, при цьому адміністратори бачать стан MFA своїх користувачів.

Управління дизайном моделей

Новий шар кабельних лотків дозволяє додавати ресурси кабельних лотків до графіки. Вони залишаються прихованими в режимах перегляду та місткості для спрощення 3D-виглядів, але за замовчуванням видимі в режимі редактора програмного забезпечення. Також є кнопка перемикання режиму перегляду, яка показує або приховує шар кабельних лотків.

Охолодження та управління енергією

Поряд з ІТ-обладнанням, системи охолодження є найбільшими споживачами енергії в центрі обробки даних і є основним напрямком цього цільового програмного забезпечення. На основі вимірювань на кількох установках EkkoSense стверджує, що досягла фактичного скорочення енергії охолодження в середньому на 30% та вивільнила до 60% потужності охолодження, що залишилася без енергії.

Бездротові датчики EkkoSense можна закріпити на шафах та розмістити в холодильних агрегатах. Крім того, програмне забезпечення може отримувати доступ до існуючих датчиків та, за необхідності, доповнювати їх бездротовими датчиками EkkoSense. Усі точки даних вибірково перевіряються кожні п'ять хвилин, а механізм штучного інтелекту та машинного навчання аналізує вплив змін. Результатом є динамічна картина зон впливу охолодження – іншими словами, які холодильні агрегати забезпечують більшу частину охолодження кожної шафи та наскільки добре вони це роблять.

На основі цих даних, а також інтегрованих даних про управління

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

активами, даних про загальну потужність стійок та інших вимірювань приміщення, програмне забезпечення надає 3D-ілюстрації того, як працює система охолодження приміщення. Воно також показує споживання енергії кожною шафою відносно доступної потужності та конкретні інструкції для найкращого налаштування систем охолодження. EkkoSoft Critical також може інтегруватися з іншими провідними платформами DCIM, поєднуючи дані моніторингу та оцінки з даними про ІТ-активи для забезпечення широкої функціональності DCIM.

Програмне забезпечення FNT

FNT переорієнтувалася від документування до забезпечення доходів, визначаючи себе як цифрового двійника інфраструктурних операцій, прагнучи перетворити зростання інфраструктури на швидкість отримання доходів. Маючи понад 25 років спеціалізації на певних предметних областях, уніфікована інфраструктура FNT розроблена для підтримки веб-інструментів та віртуальних, хмарних та гібридних цифрових платформ DCIM. Мета полягає в тому, щоб надати організаціям можливість впевнено планувати, експлуатувати та розвивати складні середовища.

FNT зосереджується на семи основних напрямках:

- Управління активами та їхнім життєвим циклом.
- Планування та звітність про потужності.
- Управління підключенням.
- Управління та оптимізація мережі.
- Структуроване управління кабелями.
- Візуалізація.
- Робочий процес.

Управління підключенням

FNT вирізняється ступенем управління підключенням. Основою пропозиції FNT є FNT Command, який документує інфраструктури центрів обробки даних. FNT Command, функціонуючи як його авторитетний, оперативно

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

дієвий цифровий двійник, охоплює мережеві та об'єктні дисципліни. Завдяки інтеграції Paessler PRTG, моделі цифрових двійників об'єднані з телеметрією в реальному часі, забезпечуючи моніторинг та сповіщення в режимі реального часу для покращення аналізу першопричин та скорочення середнього часу на усунення несправностей.

Моделювання охоплює дисципліни IT-мереж та об'єктів, включаючи фізичні активи від початку до кінця, а також логічні та фізичні з'єднання. Моделювання FNT тепер досліджує інвентаризацію активів, монетизацію потужностей, залежності та стани життєвого циклу, симулюючи живлення, охолодження, простір та підключення разом для пришвидшення часу отримання доходу. Представлення охоплюють середовища OSP, центри обробки даних, мережі, кампуси та гібридні середовища.

Видимість даних і моделі

Для 6G та ущільнення FNT забезпечує повну видимість від ядра до периферії завдяки моделюванню перед розгортанням. Точне моделювання дозволяє аналізувати вплив, особливо там, де відбувається втрата резервування. FNT Command розпізнає, коли відбуваються зміни, і надсилає повідомлення про зміни підписникам подій, забезпечуючи обмін даними в режимі реального часу та надаючи найточнішу та найактуальнішу інформацію для аналізу та прийняття рішень.

ProcessCenter тепер функціонує як механізм виконання нотацій моделювання бізнес-процесів від запиту до введення в експлуатацію, розширюючи свої можливості за межі документування та включаючи оркестрацію робочих процесів підприємства. Це забезпечує стандартизоване забезпечення, управління змінами, аудит та відповідність вимогам. Це особливо корисно, коли для інтеграції процесів забезпечення та змін потрібен високий ступінь стандартизації, прозорості, планування та оркестрації.

Розширені можливості візуалізації включають високопродуктивні 2D та 3D-зображення, теплові та географічні карти, що забезпечують глобальну та

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

регіональну просторову уявлення. Графіка оптимізована для забезпечення реалістичного вигляду та відчуття приміщень та обладнання, що наближає представлення центру обробки даних до того, як виглядає та поводить його реальний аналог, що є важливим активом під час віддаленого керування об'єктами. Зображення гармонізовано із поширеними форматами доповненої та віртуальної реальності для мобільних платформ, такими як поведінка та керування моделлю USDZ, що дозволяє користувачам легко використовувати ці інструменти. У сфері оптоволоконного зв'язку та телекомунікацій FNT стискає цикли від проектування до отримання коштів, об'єднуючи планування, будівництво, фактичне виконання та експлуатацію.

Інтеграція

IntegrationCenter від FNT – це низькокодова, керована подіями архітектура API, яка забезпечує синхронізацію в режимі реального часу з системами нижче за течією та дозволяє оркестрацію між DCIM, GIS та операціями. IntegrationCenter надає інструменти з низьким кодом/без коду для адаптації інтеграцій без спеціальної розробки. Розширені можливості інтеграції роблять переміщення даних між FNT Command та іншими програмами швидким, простим та точним. Графічний інтерфейс користувача та функція перетягування дозволяють користувачам створювати та налаштовувати інтерфейси між системами. Програмне забезпечення FNT є стандартним, але його IntegrationCenter дозволяє легко налаштовувати його відповідно до конкретних потреб окремих сценаріїв інтеграції.

Економічно ефективні моделі

FNT пропонує гнучкі комерційні моделі, включаючи ліцензування на основі користувачів та ціноутворення на основі стійок, що узгоджує вартість із зростанням інфраструктури. Клієнти можуть обрати модель або гібридний підхід. Така гнучкість дозволяє узгоджувати витрати з масштабом організації та використанням, одночасно підтримуючи широке впровадження. Варіанти розгортання включають локальні, приватні хмарні та хмарні архітектури, з

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

доступними як підпискою, так і безстроковим ліцензуванням.

Впровадження найкращих практик може допомогти організаціям підтримувати ефективні стратегії управління центрами обробки даних.

Програмне забезпечення Nlyte

Nlyte Software, компанія Carrier Global Corp., пропонує передову ініціативу інтегрованого управління центрами обробки даних. Пропозиція DCIM інтегрує систему автоматизації будівель WebCTRL від Automated Logic з Asset Optimizer від Nlyte, що дозволяє керувати активами та контролювати їх, а також контролювати системи безпеки, живлення, охолодження та освітлення в одному пакеті.

Частиною підходу Nlyte є участь у командах з розробки стратегій для клієнтів, щоб краще адаптувати свої продукти до конкретних галузей та потреб клієнтів. Nlyte Software адаптується до широкого спектру операцій та розмірів об'єктів. До них належать традиційний моніторинг корпоративного DCIM, колокейшн-центри, де прогнозування потужностей є складним, хмарні сервіси, де управління активами вимагає метрик для визначення місця виконання робочих навантажень, сайти периферійних обчислень, що охоплюють вежі стільникового зв'язку та центри обробки даних у стійці.

Прогнозування поведінки за допомогою штучного інтелекту

З випуском Nlyte Software v16 компанія представила нові інструменти для вирішення проблем складності та відповідності вимогам. Центральним елементом цього оновлення є Nlyte Operational AI – прогностичний механізм, розроблений для вирішення проблем зростаючої складності гібридних інфраструктур, а також для підвищення надійності та планування потужностей. Використовуючи штучний інтелект для прогнозування поведінки, програмне забезпечення застосовує метод «передбачення та уникнення», щоб запобігти незапланованим збоєм та оптимізувати розподіл робочого навантаження додатків. Функції включають:

– **Планування сценаріїв «що, якщо».** Штучний інтелект дозволяє

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

операторам моделювати зміни інфраструктури, такі як додавання серверів високої щільності, що дозволяє їм оцінити вплив на живлення та охолодження перед будь-яким фізичним розгортанням.

– **Можливості інтелектуального розміщення.** Ця функція автоматично розподіляє місце для розміщення до 100 серверів і шасі в межах одного проєкту, оптимізуючи використання живлення та охолодження без необхідності ручного введення даних.

– **Прогнозне обслуговування.** Зіставляючи дані по всьому об'єкту, штучний інтелект може виявляти аномалії, які можуть свідчити про потенційні збої. Це дозволяє командам вирішувати проблеми проактивно, а не чекати їх виникнення.

– **Інтелектуальне розміщення активів.** Система автоматично визначає оптимальні місця для нових активів, аналізуючи суміжний U-подібний простір, доступність охолодження та енергоресурси.

Управління безпекою

Безпека та обслуговування прошивки є критично важливими в сучасних центрах обробки даних. Nlyte Device Management пропонує платформу, незалежну від постачальника, яка дозволяє здійснювати масовий моніторинг, а також керувати та оновлювати різноманітні пристрої у великих масштабах. Вона автоматизує часто виснажливий процес виправлення вразливостей на тисячах пристроїв одночасно, зменшуючи поверхню для атак на центр обробки даних.

Звітність про дотримання вимог сталого розвитку

Щоб допомогти організаціям орієнтуватися в складному регуляторному ландшафті, Nlyte представила спеціалізоване рішення для звітності про відповідність вимогам сталого розвитку центрів обробки даних, розроблене для того, щоб допомогти організаціям дотримуватися суворих регуляторних вимог, таких як Директива ЄС щодо енергоефективності. Воно надає панель керування сталим розвитком у режимі реального часу та автоматизовані системи звітності для автоматичного відстеження вуглецевого сліду, споживання енергії та води,

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

забезпечуючи дотримання цілей ESG. Поєднуючи цю можливість звітності з щільним тепловим моніторингом та оптимізацією охолодження, Nlyte допомагає центрам обробки даних оптимізувати ланцюг охолодження для підвищення ефективності та доступності, забезпечуючи максимальну ефективність, дотримуючись при цьому суворих екологічних стандартів.

Оскільки системи охолодження є механічними, вони потребують найбільшого обслуговування та стикаються з найбільшою кількістю критичних подій. Nlyte зосереджується на взаємозв'язку між системами охолодження та додатками для виявлення аномалій та прогнозування поведінки критичної інфраструктури та ІТ-систем.

Schneider Electric EcoStruxure IT

Програмне забезпечення DCIM від Schneider Electric, EcoStruxure IT, забезпечує безперервність бізнесу, забезпечуючи безпечний моніторинг, управління, аналітику, планування та моделювання. Програмне забезпечення є нейтральним до постачальників, що максимізує гнучкість для клієнтів та рентабельність інвестицій. Двома пропозиціями Schneider Electric EcoStruxure IT є EcoStruxure IT Expert та EcoStruxure IT Advisor.

EcoStruxure IT Expert – це хмарна платформа DCIM, яка забезпечує моніторинг пристроїв Schneider Electric та сторонніх виробників у режимі реального часу, а також надає користувацькі звіти, графіки та миттєві сповіщення про несправності. Можливість моніторингу «де б ви не були», інтелектуальна система тривоги, допомога в балансуванні навантаження на основі штучного інтелекту та практична аналітика забезпечують стійкість та ефективність операцій.

EcoStruxure IT Advisor – це локальне та хмарне програмне забезпечення для управління активами та планування потужностей. IT Advisor використовує моделювання цифрових двійників та автоматизацію для оптимізації простору, живлення, охолодження та мережі в локальних, гібридних та колокаційних середовищах.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Три основні вдосконалення EcoStruxure IT включають інтеграцію штучного інтелекту та прогнозне управління цифровими інтегрованими системами (DCIM), масштабування для гіпермасштабних центрів обробки даних, а також сталий розвиток, кібербезпеку та подолання дефіциту кваліфікованих кадрів.

Інтеграція штучного інтелекту: прогнозний DCIM

Schneider Electric вбудовує аналітику на основі штучного інтелекту в EcoStruxure IT Expert та IT Advisor, виводячи продукти за рамки традиційного моніторингу, щоб забезпечити прогнозне обслуговування, інтелектуальну кореляцію тривог та планування потужностей за допомогою штучного інтелекту, включаючи:

- **Прогнозне моделювання часу роботи від батареї.** Проактивні сповіщення зменшують експлуатаційні витрати та час простою.
- **Рекомендації щодо балансування навантаження на основі штучного інтелекту.** Оптимізує енергоефективність.
- **Автоматизоване виявлення аномалій.** Виявляє ризики до того, як вони вплинуть на операції.

Масштабування для гіпермасштабованих центрів обробки даних

Зростання гіпермасштабних та колокейшн-об'єктів переосмислює масштаб та складність управління інфраструктурою. Щоб йти в ногу з попитом, EcoStruxure IT використовує:

- **Масштабованість на основі хмарних технологій.** Забезпечує глобальну видимість на тисячах пристроїв та у розподілених середовищах.
- **Підтримка гібридної архітектури.** Забезпечує безперебійне керування від гіпермасштабованих сайтів до розгортань на периферії.
- **Автоматизація робочих процесів.** Інтегрується з платформами ITSM, такими як ServiceNow, для оптимізації операцій та пришвидшення реагування на інциденти.

Ця гнучкість покликана забезпечити, щоб оператори могли керувати

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

розлогими екосистемами, не жертвуючи контролем чи ефективністю.

Сталий розвиток, кібербезпека та дефіцит кваліфікованих кадрів

Рішення DCIM від Schneider Electric призначені для допомоги операторам у вирішенні таких питань:

- **Сталий розвиток.** Аналітика виявляє неефективність використання енергії та підтримує звітність ESG. Це допомагає організаціям досягти цілей скорочення викидів вуглецю.
- **Кібербезпека.** Постійний моніторинг прошивки, сертифікатів та вразливостей зміцнює відповідність вимогам та стійкість до загроз, що постійно змінюються.
- **Прогалини у навичках.** Хмарні інструменти та аналітика на основі штучного інтелекту спрощують управлінські завдання, зменшуючи залежність від спеціалізованого персоналу.

У поєднанні з власною технологією NetBotz від Schneider для фізичної та екологічної безпеки, EcoStruxure IT захищає час безвідмовної роботи, оптимізуючи продуктивність та сприяючи сталому розвитку всієї екосистеми центру обробки даних. NetBotz захищає IT-інфраструктуру від екологічних загроз, таких як відхилення температури та вологості, або виявлення витоків диму та води. Фізична безпека забезпечує інтегровані датчики, опції відеоспостереження та контроль доступу до стійок за допомогою бейджів.

Дизайн та сталий розвиток

На етапі проектування, поєднання EcoStructure IT з Design CFD, окремим хмарним інструментом обчислювальної гідродинаміки для центрів обробки даних, забезпечує достатнє охолодження та підвищену енергоефективність. Роки збору даних також дозволяють проводити симуляції охолодження, які забезпечують 3D-карти теплових потоків з точністю 90% без використання датчиків або CFD-моделювання.

Компоненти DCIM підтримують IT-функції та інфраструктуру організації.

Програмне забезпечення Sunbird

Sunbird продовжує вдосконалювати своє програмне забезпечення DCIM другого покоління, щоб задовольнити потреби штучного інтелекту та гіпермасштабованих систем. Sunbird надає послуги з управління активами, потужностями, змінами, енергією, середовищем, живленням та підключенням для великої встановленої бази клієнтів. Їхні клієнти зазвичай працюють зі складними, розподіленими середовищами з кількома постачальниками, де ефективність та час безвідмовної роботи є критично важливими.

Програмне забезпечення DCIM від Sunbird є високомасштабованим, з 3D-візуалізацією для підтримки віддаленого керування в центрах обробки даних, лабораторіях, IDF та на периферійних сайтах. Воно також не залежить від постачальника та має широку сумісність зі сторонніми вимірювальними приладами, датчиками та програмним забезпеченням. Програмне забезпечення DCIM призначене для спрощення складності сучасних операцій центрів обробки даних, включаючи підтримку штучного інтелекту та інфраструктури високої щільності.

Цифровий двійник у реальному часі

Sunbird надає 3D-цифрового двійника, який відстежує та моделює всі інфраструктурні активи разом з їхніми фізичними з'єднаннями та взаємозв'язками. Це допомагає операторам, які працюють віддалено, зрозуміти взаємозалежності, використання та потужність загального середовища живлення та охолодження інфраструктури.

Одношарове скло

Безкоштовні, двонаправлені, готові до використання коннектори об'єднують ключову інформацію з систем різних постачальників, включаючи ServiceNow, Jira, VMware, Dell OpenManage Enterprise, HPE OneView, BMC та Cisco ACI, в єдине сховище даних. Така автоматизація зменшує ручну роботу, підвищує точність даних, оновлює інформацію про активи та заявки між системами, а також забезпечує кращу міжфункціональну співпрацю щодо

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

використання обчислювальних ресурсів та графічних процесорів.

Копіоти DCIM

Запатентований алгоритм автоматичного бюджетування потужності Sunbird автоматично оновлює фактичні значення напруги, струму та потужності. Машинне навчання на основі вимірювань у реальному часі даних інтелектуального стійкового БРЖ дозволяє встановлювати високоточні бюджети потужності для кожного екземпляра пристрою на основі визначених клієнтом правил.

Sunbird стверджує, що клієнти повідомляють про відновлення до 40% потужності, що залишилася без живлення. Система виявлення перемикавання навантаження виявляє та сповіщає клієнтів, коли навантаження перемикається з одного джерела живлення на інше, що вказує на потенційну втрату резервування. Механізм збору даних про живлення та стан навколишнього середовища від різних постачальників дозволяє користувачам поєднувати інформацію про активи з вимірюваннями живлення та стану навколишнього середовища.

Візуалізація

Можливості візуалізації Sunbird перетворюють дані на практичну інформацію. Карта світу відображає стан справ та ключову статистику для всіх об'єктів зі зручною навігацією. Візуалізації карт поверху високої роздільної здатності дозволяють дистанційно керувати операціями за допомогою точних 3D-зображень, які часто роблять перебування на місці кращим, ніж просто перебування.

Усі візуалізації надають додаткову деталізацію. Користувачі можуть переглядати зображення на рівні вулиці або окремо виділити ряд шаф, щоб побачити зображення активів спереду та ззаду, а також доповнене накладання фактичних енергетичних навантажень, температур і рівнів вологості.

Sunbird також автоматично створює однолінійні схеми для мереж передачі даних та для кожного кола живлення змінного та постійного струму в одному інтерактивному дисплеї. Схеми підтримують редагування перетягуванням та доступні для друку. Детальна інформація включає живлення комунальних

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

підприємств, паливні баки, трансформатори, генератори, розподільчі пристрої, щити, автоматичні вимикачі, щити електрощитів, блоки безперебійного живлення, підлогові розподільчі блоки, електростанції та відсіки постійного струму.

Аналітика з нульовою конфігурацією

Sunbird надає панелі інструментів, які працюють "відразу після встановлення" без ручного налаштування. Вони містять понад 300 діаграм та звітів, які автоматично заповнюються в міру збору та оновлення даних. Також є безкоштовні доповнення, включаючи ще 150 діаграм, які відображають показники ефективності для управління потужністю ключових ресурсів, таких як простір, живлення, охолодження та порти передачі даних.

Приклади діаграм включають аналіз "що, якщо" для простору та потужності, рівня запасів запасних частин, залишку місця в шафах, розподілу живлення та резервування, а також останньої температури в кожній шафі, включаючи тенденції дельта-Т та потужності портів живлення. Це дає командам уявлення про найпоширеніші ключові показники ефективності центрів обробки даних. Звіти інформаційних панелей можна автоматично створювати та планувати.

Служби підтримки

Послуги підтримки Sunbird включають безкоштовне щотижневе навчання та сучасний портал підтримки. Sunbird також сприяє розвитку культури співпраці з групами користувачів клієнтів та семінарами, які забезпечують форуми для обміну передовим досвідом та впливу на розробку дорожньої карти продукту.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – це об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня загального призначення з відкритим кодом. Це визначення може бути важким для

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

новачків, тому розглянемо кожну характеристику окремо, щоб зрозуміти, що вона означає:

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

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

Переваги та недоліки Python

Переваги:

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

– Підвищує продуктивність. Це дуже продуктивна мова. Завдяки її простоті розробники можуть зосередитися на розв'язанні проблеми. Їм не потрібно витрачати багато часу на розуміння синтаксису або поведінку мови програмування. Ви пишете менше коду та виконуєте більше завдань.

– Інтерпретована мова. Python мова, що інтерпретується, а це означає, що вона безпосередньо виконує код по рядку. Якщо сталася помилка, вона

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

зупиняє подальше виконання та повідомляє про її виникнення. Вона показує лише одну помилку, навіть якщо у програмі їх кілька. Це спрощує налагодження.

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

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

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

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

Недоліки:

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

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

– Слабка у мобільних обчисленнях. Python зазвичай використовується у серверному програмуванні. Ми не бачимо – її на стороні клієнта або в мобільних

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

програмах з таких причин: вона не заощаджує пам'ять і має повільну обчислювальну потужність у порівнянні з іншими мовами.

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

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

Застосування Python:

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

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

– Для машинного навчання. Машинне навчання (ML) є основою більшості завдань науки даних. Він є областю штучного інтелекту, пов'язаною з використанням алгоритмів, що дозволяють машинам вивчати закономірності та тенденції на основі історичних даних, щоб робити прогнози на основі невідомих

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

даних. – Використовуючи методи ML, ми можемо створювати моделі, які можуть точно передбачити швидкість відтоку клієнтів компанії, оцінити ризик виникнення у людини певного захворювання, визначити оптимальне розташування автомобілів таксі й т.д. За допомогою Python ми можемо побудувати модель ML, використовуючи лише три рядки коду.

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

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

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

Яким фахівцям потрібно володіти Python:

– Фахівець з даних.

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

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

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускню кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

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

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

У світі технологій, що швидко розвивається, центри обробки даних є основою сучасного бізнесу, сприяючи наданню різноманітних цифрових послуг та застосувань. Важливість підтримки безвідмовної роботи та оптимізації використання ресурсів у великих центрах обробки даних важко переоцінити. Переваги від економії на масштабі значною мірою зумовили тенденцію до консолідації та створення дедалі більших центрів обробки даних. Технологічні досягнення, такі як веб-додатки, віртуалізація систем, потужніші сервери, що надаються в менших розмірах, та велика кількість недорогої пропускнуої здатності, сприяли цій тенденції та посилювали її.

Штучний інтелект (ШІ) змінить реактивне управління DCIM на проактивне. Машинне навчання – це аналіз на основі датчиків, який прогнозує збої в розподільних блоках живлення (PDU) та блоках охолодження й запобігає простоям. Розумні моделі максимізують розподіл потужності повітряного потоку та охолодження, мінімізуючи продуктивність системи (PUE) та втрати енергії. Генеративна аналітика покращує планування потужностей та використання стійок. Автоматизація спрощує зміни розподілу робочого навантаження та моніторинг, тоді як видимість, мотивована ШІ, підвищує безпеку та стійкість операцій.

Дані та статистика ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM):

- Нові оголошення для сектору зробили постачальники послуг колокації, включаючи Urbacon Data Centre Solutions та інші, а також оператори гіпермасштабування, такі як Microsoft Azure та Google Cloud.
- У червні 2023 року інфраструктура центрів обробки даних в Огайо

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

отримає мільярди доларів інвестицій від Amazon Web Services (AWS). Amazon та губернатор штату Майк ДеВайн представили останні інвестиційні плани, згідно з якими AWS до кінця 2029/2030 років інвестує 7,8 мільярда доларів у розширення своїх центрів обробки даних у Центральному Огайо.

Фактори зростання ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM):

- Зростаюча залежність від цифрових операцій та хмарних сервісів стимулює попит на ефективне адміністрування центрів обробки даних.

- Зростаюча щільність серверів та різноманітна інфраструктура вимагають інтелектуальних рішень для управління, таких як DCIM, для забезпечення видимості та контролю.

- Через зростання цін на енергію та занепокоєння щодо сталого розвитку, центри обробки даних переходять на DCIM для оптимального використання енергії та охолодження.

- Аналіз даних у режимі реального часу та виявлення аномалій стали можливими завдяки DCIM, що також знижує експлуатаційні витрати та уникає простоїв.

- Датчики Інтернету речей та алгоритми штучного інтелекту інтегровані в передові системи DCIM для проактивного розподілу ресурсів, автоматизації та самооптимізації.

- Контроль доступу та журнали аудиту, дві покращені функції безпеки, що надаються рішеннями DCIM, усувають зростаючі ризики для захисту даних.

- Для безперебійного адміністрування та оптимізації необхідні розподілені рішення DCIM для децентралізованої обробки даних на периферії.

Перспективи ринку:

- Огляд зростання галузі: Трафік даних гібридних хмар зі штучним інтелектом підвищує потребу в інтелектуальному моніторингу.

- Тенденції сталого розвитку: енергозбереження, оптимізація PUE, стратегія звітності про викиди вуглецю.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

– Основні інвестори: Schneider Electric, Vertiv, Eaton, Siemens, ABB, Huawei, CommScope, Panduit, IBM, Johnson Controls, Sunbird Software.

Поява інтелектуальної автоматизації та штучного інтелекту

Інтелектуальна автоматизація та штучний інтелект – це не просто інструменти, вони революціонізують ландшафт центрів обробки даних. Вони безпрецедентно збільшують використання ресурсів, споживання енергії та загальну ефективність. Виявляючи та усуваючи неефективність за допомогою моніторингу та аналізу в режимі реального часу, вони забезпечують повне використання потенціалу ресурсів.

Завдяки можливостям штучного інтелекту та автоматизації, центри обробки даних перетворюються на адаптивні потужні центри. Вони можуть швидко реагувати на змінні потреби та робочі навантаження, розподіляючи такі ресурси, як обчислювальна потужність та сховище, саме там, де це необхідно. Такий динамічний розподіл ресурсів є ключовою перевагою використання інтелектуальної автоматизації в центрах обробки даних, що забезпечує неперевершений контроль та гнучкість.

Відсутність стандартизації та фрагментований ландшафт постачальників

Хоча відсутність загальновизнаних галузевих стандартів спричиняє проблеми сумісності між різними реалізаціями DCIM, важливо пам'ятати, що ці проблеми можна вирішити. Використання власних технологій та форматів даних кількома постачальниками ускладнює для користувачів легке поєднання різних систем та створення єдиної системи управління. Однак, за допомогою правильного підходу та інструментів, ці перешкоди можна подолати.

Фрагментований ландшафт постачальників посилює проблему, оскільки багато різних організацій пропонують рішення DCIM, які відрізняються за характеристиками, функціями та сумісністю. Це розмаїття може призвести до проблем із міжплатформною комунікацією, вищих витрат на впровадження та труднощів масштабування або оновлення інфраструктури. Однак, допомогу

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

користувачам у виборі та розгортанні рішення DCIM, яке відповідає їхнім вимогам, не можна переоцінити. Їхній внесок має вирішальне значення для уникнення неефективності та досягнення оптимальної продуктивності в управлінні центром обробки даних.

Зростаючий попит на інтеграцію периферійних обчислень

Ефективне управління ресурсами на периферійних локаціях необхідне для периферійних обчислень. Центри обробки даних на периферії можуть працювати максимально ефективно з рішеннями DCIM, які можуть допомогти оптимізувати вимоги до живлення, охолодження та простору. Багато компаній використовують гібридну стратегію, яка поєднує хмарні сервіси та периферійні обчислення. Організації можуть використовувати переваги як периферійних, так і хмарних налаштувань, коли рішення DCIM плавно пов'язані з хмарними платформами, сприяючи створенню цілісної та інтегрованої ІТ-екосистеми.

Аналітика сегментів

Сегмент рішень домінував на ринку з часткою 79% у 2025 році. Як правило, він надає широкі можливості для контролю, оптимізації та моніторингу інфраструктури центрів обробки даних. Ці системи розвиваються, пропонуючи дедалі розширенішу функціональність у міру розвитку технологій, задовольняючи зростаючі потреби операторів центрів обробки даних. Через зростаючий акцент на кібербезпеці та дотриманні нормативних вимог, системи DCIM з потужними функціями безпеки та відповідністю галузевим стандартам мають більше шансів домінувати на ринку.

Очікується, що сегмент послуг зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 18,16% протягом прогнозованого періоду. Організаціям потрібні спеціалізовані послуги, які допоможуть їм зрозуміти та керувати зростаючою складністю центрів обробки даних з різними компонентами інфраструктури та зростаючими обсягами даних. Масштабованість забезпечується послугами DCIM, що дозволяє компаніям модифікувати свою інфраструктуру центрів обробки даних у відповідь на зміну потреб.

Постачальники послуг допомагають масштабуватися вгору та вниз, щоб інфраструктура відповідала змінним потребам компанії.

Аналітика центру обробки даних

Сегмент корпоративних центрів обробки даних домінував на ринку з часткою 41% у 2025 році. Підприємства обробляють величезні обсяги життєво важливих і конфіденційних даних. DCIM вирішує підвищені проблеми підприємств щодо доступності та цілісності даних, забезпечуючи надійність, безпеку та ефективність роботи центрів обробки даних. Численні ІТ-системи та системи управління об'єктами інтегровані з DCIM. Єдина платформа для моніторингу та управління багатьма функціями центрів обробки даних підвищує ефективність бізнес-операцій з гетерогенними ІТ-екосистемами.

Очікується, що сегмент хмарних та периферійних центрів обробки даних зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 17,16% на ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) протягом прогнозованого періоду. На ринку хмарних та периферійних центрів обробки даних робиться акцент на операційній ефективності. Рішення DCIM забезпечують моніторинг у режимі реального часу, автоматизацію та інтелектуальне прийняття рішень, що підвищує операційну ефективність, одночасно знижуючи витрати та час простою.

Центри обробки даних перебувають під тиском щодо відповідальної роботи, оскільки екологічні проблеми набувають популярності. Енергоефективні технології та процедури часто впроваджуються на ринку хмарних та периферійних центрів обробки даних, а рішення DCIM є важливими для підтримки екологічно відповідального функціонування цих установ.

Аналітика розгортання

Локальний сегмент домінував на ринку з часткою 65% у 2025 році. Організації мають більше контролю над своїми даними та інфраструктурою, використовуючи локальні рішення. Це особливо важливо для компаній, які мають справу з конфіденційними даними та мають суворі регуляторні стандарти. Це

відповідає на питання суверенітету даних, оскільки бізнес має повне право власності та юрисдикцію над своїми даними. Це особливо важливо для компаній, де закони про суверенітет даних суворо дотримуються.

Очікується, що хмарний сегмент зростатиме найшвидшими темпами протягом прогнозованого періоду 2025-2034 років. Масштабованість, яку пропонують хмарні системи DCIM, дозволяє компаніям швидко розширювати або скорочувати свою інфраструктуру у відповідь на зміну вимог. Ця гнучкість вигідна для підприємств, які розширюють свою діяльність або мають змінні потреби клієнтів. Функції аналітики та моніторингу в режимі реального часу хмарних рішень надають користувачам негайне уявлення про функціональність та стан інфраструктури центру обробки даних. Такий негайний доступ до інформації робить можливим проактивне вирішення проблем та швидше прийняття рішень.

Аналітика додатків

Сегмент управління активами домінував на ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) з часткою ринку 42% у 2025 році. Завдяки управлінню активами адміністратори центрів обробки даних можуть ефективно розподіляти ресурси, такі як сервери, сховища та мережеве обладнання, на основі фактичного використання та попиту. Така оптимізація підвищує операційну ефективність та знижує витрати. Покращене планування потужностей стало можливим завдяки можливості відстежувати та керувати активами. Щоб гарантувати оптимальну продуктивність та масштабованість, оператори центрів обробки даних можуть планувати зростання або консолідацію, прогнозувати майбутні потреби в ресурсах та приймати обґрунтовані рішення.

Інфраструктура, інструменти, програми та різні інші ресурси, що об'єднуються для надання даних та аналітики, називаються бізнес-аналітикою (BI) та бізнес-аналітикою. Ці потужні інструменти мають потенціал допомогти підприємствам виявити приховані можливості для отримання доходу, вселяючи надію та оптимізм щодо майбутнього. Компанії можуть дивитися в перспективне

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

майбутнє, приймаючи обґрунтовані рішення та оцінюючи ефективність.

У центрах обробки даних технології бізнес-аналітики (BI) спрощують відстеження та оцінку ключових показників ефективності (KPI) і надають підприємствам можливість взяти ситуацію під контроль. Виявляючи вузькі місця, передбачаючи можливі проблеми та підвищуючи ефективність, компанії можуть бути впевнені у своїх здібностях до прийняття рішень. Це відчуття контролю та розширення можливостей є важливим для власників та менеджерів бізнесу.

Аналітика підприємства

Сегмент великих підприємств домінував на ринку з часткою 76% у 2025 році. Великі компанії зазвичай мають кілька центрів обробки даних та величезну IT-інфраструктуру, що працює у набагато більших масштабах. Для ефективного управління та оптимізації своїх складних середовищ потрібні складні рішення DCIM. Через складну роботу великих підприємств можуть виникнути потреби, які вимагають індивідуальних рішень DCIM. Постачальники великого корпоративного сегмента часто пропонують індивідуальні рішення для задоволення конкретних цілей та вирішення завдань.

Очікується, що сегмент малих та середніх підприємств (МСП) зростатиме найшвидшими темпами протягом прогнозованого періоду 2025-2034 років. Щоб гарантувати надійність та безпеку своїх цифрових активів, МСП змушені інвестувати у життєво важливі інструменти DCIM через зростаючу тенденцію хмарних обчислень та прийняття рішень на основі даних. Швидке розширення сегмента ринку DCIM зумовлене потребою в масштабованих рішеннях, які можуть адаптуватися до мінливих потреб малих та середніх підприємств.

Аналітика галузевих вертикалей

Сегмент IT та ITeS домінував на ринку, займаючи 40% ринку у 2025 році. Сектори IT та IT прокладають шлях для впровадження та розвитку цифрової трансформації. Бізнес дедалі більше залежить від цифрових технологій, що збільшило попит на надійну інфраструктуру центрів обробки даних та надало постачальникам IT та ITeS значну частку ринку. Численні глобальні IT та ITeS-

підприємства функціонують по всьому світу, а центри обробки даних розподілені по різних географічних районах. Ці географічно розсіяні центри обробки даних можуть керуватися та контролюватися централізовано завдяки технологіям DCIM, які пропонують єдиний підхід до управління інфраструктурою.

Очікується, що сегмент охорони здоров'я та наук про життя зростатиме зі середньорічним темпом зростання (CAGR) на рівні 17,6% протягом прогнозованого періоду. Галузі охорони здоров'я та наук про життя виробляють величезні обсяги даних через адміністративні процедури, клінічні випробування, записи пацієнтів та геномні дослідження. Системи DCIM дозволяють ефективно зберігати, керувати та аналізувати великі обсяги даних, підвищуючи операційну ефективність та прийняття рішень. Використання телемедицини, електронних медичних записів (EHR) та інших цифрових технологій є частиною цифрової революції в галузі охорони здоров'я. Для цієї діяльності необхідна потужна та масштабована інфраструктура центрів обробки даних, а це означає, що рішення DCIM є важливими для ефективного управління, розподілу та моніторингу ресурсів.

Регіональні аналітичні дані

Обсяг ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) у США у 2025 році становив 1,08 млрд доларів США, а до 2035 року, за прогнозами, становитиме близько 4,40 млрд доларів США, зростаючи зі середньорічним темпом зростання 15,08% з 2026 по 2035 рік.

Північна Америка домінувала на ринку з часткою ринку 42% у 2025 році. Багато передових технологічних корпорацій та стартапів, що базуються в Північній Америці, роблять свій внесок у рішення DCIM. Наприклад, Кремнієва долина є центром інновацій та технологій, який підтримує створення найсучасніших систем управління центрами обробки даних. Щоб покращити свої пропозиції DCIM, численні технологічні компанії уклали стратегічні альянси та здійснили придбання. В результаті вони зміцнили свої позиції в галузі та пропонують комплексні рішення, що задовольняють мінливі потреби власників

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

центрів обробки даних.

США є лідером у впровадженні DCIM щодо кластерів штучного інтелекту високої щільності. Оператори використовують прогнозу аналітику для зменшення ризику простоїв. Рідинне охолодження встановлюється на платформах з щільністю стійок понад 50-100 кВт. Цифрові двійники моделюють оновлення на об'єкті та піки робочого навантаження. Управління живленням з урахуванням викидів вуглецю здійснюється шляхом інтеграції з мікромережами.

Очікується, що Азіатсько-Тихоокеанський регіон спостерігатиме найшвидші темпи зростання ринку управління інфраструктурою центрів обробки даних (DCIM) протягом прогнозованого періоду. Розширенню центрів обробки даних сприяє зростаюче використання компаніями регіону послуг хмарних обчислень. Постачальникам хмарних послуг часто потрібні передові рішення DCIM для оптимізації та управління своєю інфраструктурою. Кілька урядів в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні активно заохочують цифровізацію та впровадження нових технологій. Це передбачає інвестиції в інфраструктуру центрів обробки даних для підтримки зростаючої цифрової економіки.

Сінгапур суворо сприяє впровадженню DCIM (системи управління охолодженням та кондиціонуванням) з урахуванням принципів сталого розвитку. Алгоритми штучного інтелекту допомагають операторам контролювати охолодження та покращувати показник енергетичної ефективності (PUE). Платформи DCIM, що базуються на SaaS, забезпечують гібридну багатокористувацьку оренду. Точне відстеження покращує звітність про викиди вуглецю та регулювання. Ринок схильний до централізованої видимості між взаємопов'язаними об'єктами.

3.2 Розробка структурної схеми

Cisco Unified Computing System – це програмне забезпечення, яке інтегрує обчислювальні, мережеві та сховищні ресурси в єдину платформу, призначену

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

для оптимізації роботи центру обробки даних. Програмне забезпечення забезпечує централізоване керування фізичними та віртуальними середовищами, автоматизує виділення ресурсів та сприяє мобільності робочого навантаження. Воно підтримує масштабоване розгортання програм шляхом об'єднання політик управління на серверах, у мережах та сховищах. Cisco Unified Computing System задовольняє бізнес-потреби, пов'язані з ефективністю, гнучкістю та часом безвідмовної роботи інфраструктури центру обробки даних, забезпечуючи швидке масштабування, зменшення адміністративних витрат та спрощення складних конфігурацій. Програмне забезпечення також підтримує сумісність з платформами віртуалізації та різними робочими навантаженнями, підтримуючи стратегії корпоративної IT-інфраструктури.

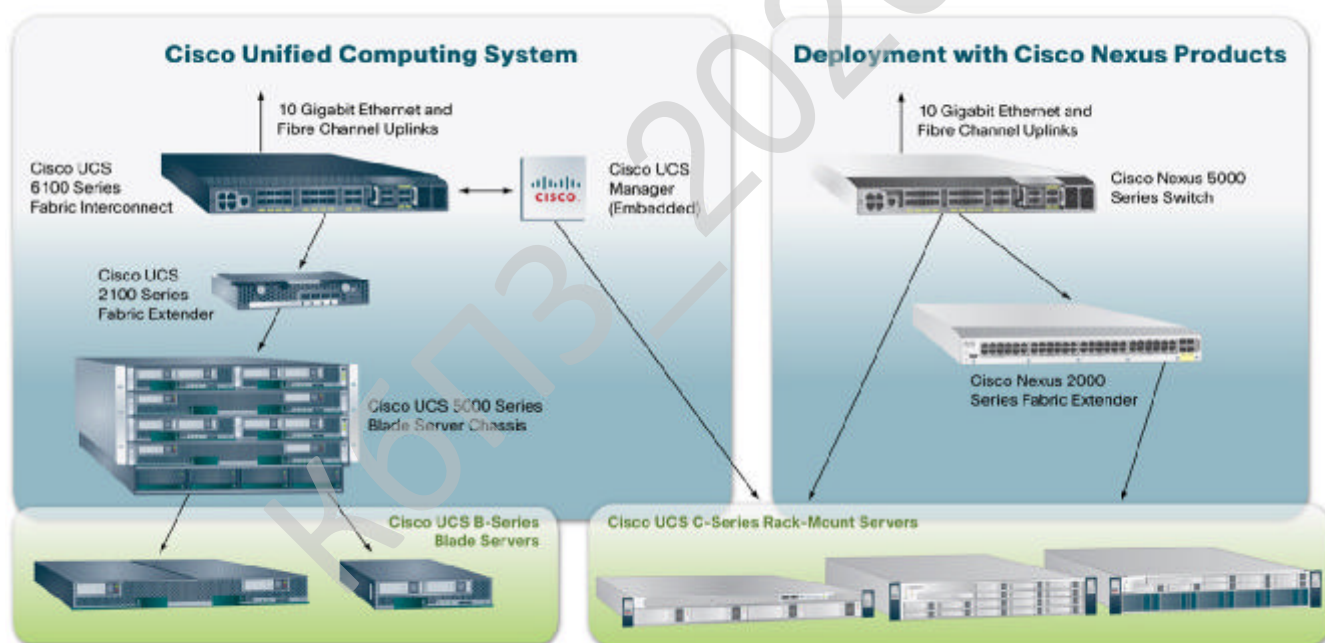


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Cisco Unified Computing System поліпшує доступність, безпеку й продуктивність завдяки інтегрованому дизайну системи.

Компоненти системи UCS:

– Центральні комутатори UCS 6200 Series Fabric.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- Шасі блейд-серверів UCS 5100 Series.
- Мережеві модулі UCS 2200 Series Fabric Extender.
- Блейд-сервери UCS B-Series.
- Стійкові-сервери UCS C-Series.
- Мережні адаптери UCS.
- Модуль керування UCS Manager.

Хоча DCIM широко застосовується, багато користувачів досі не знають про всі його можливості або значні переваги, які він може запропонувати в управлінні складними центрами обробки даних. Навіть давні користувачі інструментів DCIM можуть швидко застаріти, оскільки ці продукти додають та вдосконалюють можливості, пов'язані зі штучним інтелектом та дуже великими комплексами.

Загалом, DCIM – це програмний пакет для управління інфраструктурою центру обробки даних та ресурсами, які вона використовує. Найпростіше кажучи, інструменти DCIM збирають дані з IT-систем та об'єктів, консолідують їх у відповідну інформацію та повідомляють про неї в режимі реального часу. Це дозволяє інтелектуально керувати, оптимізувати та планувати майбутнє використання ресурсів центру обробки даних, включаючи потужність, живлення, охолодження, простір, мережу та активи.

Постачальники можуть включати всі або деякі з наступних категорій, що підпадають під це визначення:

- Оптимізація штучного інтелекту та машинного навчання (ML).
- Управління та оптимізація мережі.
- Централізований та дистанційний моніторинг.
- Енергетичний та екологічний моніторинг.
- Управління активами та робочими процесами.
- Звітність та управління подіями.
- Структуроване управління кабелями.
- Візуалізація центру обробки даних.

– Планування потужностей та сценарії «що, якщо».

Перш ніж використовувати інструменти DCIM, потенційним покупцям рекомендується виконати наступне:

1. Визначте, які аспекти вашої діяльності можуть найбільше виграти від покращення інформації. Обмежтеся однією або двома сферами; більше трьох, ймовірно, буде перевантаженням. Спроба зробити забагато одночасно є основною причиною невдоволення продуктом та невдач.

2. Зосередьтеся на пропозиціях, які рекламують ці функції та можливості. Отримайте пробні версії або демонстрації двох-трьох інструментів, які, здається, найкраще відповідають вашим потребам. Подивіться, наскільки легко їх можна впровадити та наскільки вони інтуїтивно зрозумілі у використанні. Наприклад, якщо аудит та відстеження активів є важливими, подумайте, як вони виконуються та наскільки реалістичним є кожен підхід для вас. Якщо метою є оптимізація живлення та охолодження, подивіться, як продукти цього досягають, і вивчіть, як були отримані заяви про підвищення ефективності використання.

3. Поспілкуйтеся з існуючими клієнтами, щоб отримати відгуки з перших вуст про їхній досвід. Це допоможе вам зрозуміти, які кадрові ресурси необхідні для успішного впровадження.

4. Розгляньте модульно розширюваний продукт, якщо ви передбачаєте ширші майбутні потреби. Однак переконайтеся, що він може інтегрувати корисні ресурси, які у вас вже є. Додавайте можливості лише тоді, коли ви навчилися максимізувати цінність того, що у вас є, що може означати додавання до вашого початкового пакету або придбання іншого сумісного продукту, який краще відповідає цим конкретним додатковим цілям.

5. Переконайтеся, що ви можете виділити кадрові ресурси для впровадження та підтримки вибраного продукту. Виділіть бюджет на налаштування, яке зазвичай необхідне, або на розміщений моніторинг, який може знадобитися, якщо у вас недостатньо персоналу. Продукти DCIM – це, по суті, системи керування базами даних. Їх можна налаштувати для автоматичного

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

виконання багатьох завдань, але для їх оновлення може знадобитися ручне введення даних та програмування.

6. Перегляньте програми навчання постачальників. Запитайте себе: чи проводяться програми навчання одноразово чи постійно? Які додаткові витрати, якщо вам потрібне додаткове навчання?

7. Спробуйте демонстраційну програму. Перш ніж купувати, перевірте, наскільки інтуїтивно зрозуміла програма. Гарний підхід – уявити, що у вас новий співробітник на нічній зміні, який не пройшов навчання роботі з продуктом. Виберіть когось, хто ніколи не бачив програми, але має досить хороші навички навігації по екрану. Оскільки моніторинг живлення та охолодження є важливим для майже кожного продукту DCIM, попросіть постачальника змоделювати серйозну поломку. Чи може ця людина без сторонньої допомоги чи навчання швидко визначити загальний характер проблеми та знати, кому телефонувати або що вимкнути?

8. Повністю оцініть, що потрібно для забезпечення прийнятної рентабельності інвестицій у ваш проєкт DCIM. Базуйте очікувану економію на відгуках існуючих користувачів або принаймні зменшуйте заяви постачальників на 10–15% під час розрахунку рентабельності інвестицій. Цілі рентабельності інвестицій відрізняються залежно від організації, і вам, можливо, навіть доведеться переконати керівництво в операційних перевагах, які неможливо виміряти в грошовому еквіваленті.

9. Оцініть безпеку. Це залишається критично важливим для всіх продуктів DCIM, але просте обмеження одностороннім зв'язком може бути занадто спрощеним. Інформація про споживання енергії та температуру в центрі обробки даних, ймовірно, марна для зловмисника, але отримання IP-адрес, інформації DNS, мережних шляхів маршрутизатора або віддалено керованого доступу до PDU може бути дуже корисним для хакера. Вимоги безпеки різняться залежно від бізнесу. Уважно розгляньте це питання, особливо у випадку з хмарними сервісами.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3.3 Розробка функціональної схеми

Функціональна схема розробленої системи зображена на рисунку 3.2. Представимо опис розробленого програмного комплексу для дослідження СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System із неоднорідним потоком повідомлень на основі аналітичного й імітаційного моделювання.

Завдання проектування мережі складається у визначенні пропускних здатностей КЗ із урахуванням неоднорідності трафіку, різноманіття топологій, алгоритмів маршрутизації, варіантів розміщення прикладних програм і наборів даних по вузлах мережі, способів взаємодії користувачів мережі.

Аналітична модель СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System будується у вигляді розімкнутої СеМО для будь-якої топології мережі, що задається аналітично або графічно. На основі аналітичної моделі вирішується завдання визначення пропускних здатностей КЗ у розподілених СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System при обмеженнях на час доставки пакетів або на вартість мережі.

Програма дозволяє розрахувати характеристики СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System, такі як:

- пропускні здатності каналу зв'язку (КЗ);
- час затримки пакетів при передачі по кожному каналу й у мережі в цілому;
- завантаження кожного КЗ;
- інтенсивності потоків пакетів у каналах зв'язку;
- імовірності передачі пакетів від користувачів у мережу, між каналами й з мережі до користувачів.

Програма дозволяє варіювати отримані характеристики, такі як:

- пропускні здатності;
- час передачі по КЗ;

- завантаження КЗ;
- час доставки пакетів у СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System;
- вартість СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System для одержання необхідних результатів.

Крім того, вона дозволяє вибрати значення пропускних здатностей з дискретного ряду значень, знайдених із традиційної оптимізації безперервних значень пропускних здатностей.

Імітаційна модель СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System генерується автоматично на основі розрахунку характеристик аналітичної моделі у вигляді розімкнутої експонентної СеМО. Отримані характеристики аналітичної моделі використовуються як параметри імітаційної моделі СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System, що представляє собою розімкнуту СеМО, вузли якої відповідають каналам зв'язку, а заявки – пакетам у СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System. Число джерел заявок в імітаційній моделі дорівнює числу вузлів у СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System, при цьому інтенсивності надходження заявок у моделі визначаються як зовнішні інтенсивності пакетів від користувачів до вузлів СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System відповідно. Аналітична модель, реалізована в програмі, дозволяє розрахувати наступні параметри для імітаційної моделі.

1. Імовірність передачі пакетів від користувача j до каналу k .
2. Імовірність передачі пакетів від каналу k до каналу h .
3. Імовірність передачі пакетів від каналу k до користувача j .
4. Середній інтервал часу між вступниками пакетами від користувача j у СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System.
5. Середній час передач пакетів у каналах зв'язку k .

Крім **розрахованих параметрів** для імітаційної моделі СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System додатково необхідно **задати наступні параметри**:

а) закони розподілів інтервалів часу між вступниками пакетами від користувачів у СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System із коефіцієнтами варіації цих розподілів;

б) закони розподілів часу передачі пакетів у КЗ із коефіцієнтами варіації цих розподілів.

Відзначимо, що імітаційна модель СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System призначена для детального аналізу характеристик функціонування мережі, спроектованої в процесі аналітичного моделювання. При цьому, у випадку відмінності реального характеру процесів надходження пакетів у мережу або передачі пакетів по каналах зв'язку від експонентного, в імітаційній моделі передбачена можливість варіювання законів розподілу часу передачі (довжин обслуговування) пакетів у кожному із КЗ, а також законів розподілу інтервалів часу між вступними в мережу пакетами. Як такі закони в роботі використовувалися наступні розподіли: експонентний, детермінований; гіпоекспоненційний різного порядку й, відповідно, з різними коефіцієнтами варіації; рівномірний; експонентний з ненульовими зсувами; гіперекспонентний; Гамма-розподіл.

Аналогічно **розроблений засіб дослідження часових характеристик каналу зв'язку** шляхом генерування імітаційної моделі каналу зв'язку у вигляді СМО типу G/G/1 з можливістю зміни завантаження каналу й варіювання законів розподілу інтервалів часу між пакетами й часу передачі пакетів по каналі. Даний засіб дозволяє одержати значення часових характеристик каналу зв'язку й оцінити погрішність аналітичних методів розрахунку характеристик каналу зв'язку.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Сформульовано методику дослідження розподіленої СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System із неоднорідним трафіком, що містить наступні етапи.

1. Підготовка вихідних даних для програмного комплексу:

- кількість вузлів мережі і їхнє взаємне розташування;
- навантаження СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System, створювана користувачами при роботі із прикладними програмами, наборами даних і в процесі обміну повідомлень;
- обмеження на середній час доставки пакетів або на вартість СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System;
- максимальна довжина пакета;
- вибір типу каналів і завдання вартісних коефіцієнтів КЗ.

2. Розрахунок оптимальних пропускних здатностей типових топологій СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System при заданих наступних параметрах:

- типова топологія: зірка, кільце, дерево, повнозв'язна;
- модель взаємодії користувачів мережі: RDA (Remote Data Access), DBS (DataBase Server) і AS (Application Server);
- розподіл прикладних програм і наборів даних по вузлах СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System;
- метод маршрутизації.

Після завдання цих параметрів розраховуються оптимальні значення пропускних здатностей КЗ, час передачі пакетів і завантаження каналів.

3. Розрахунок пропускних здатностей КЗ при розподілених топологіях.

4. Вибір найкращої топології СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System, для якої обрана залежно від постановки завдання як критерій ефективності характеристика СПД (середній час доставки пакетів або вартість СПД) приймає найменше значення.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

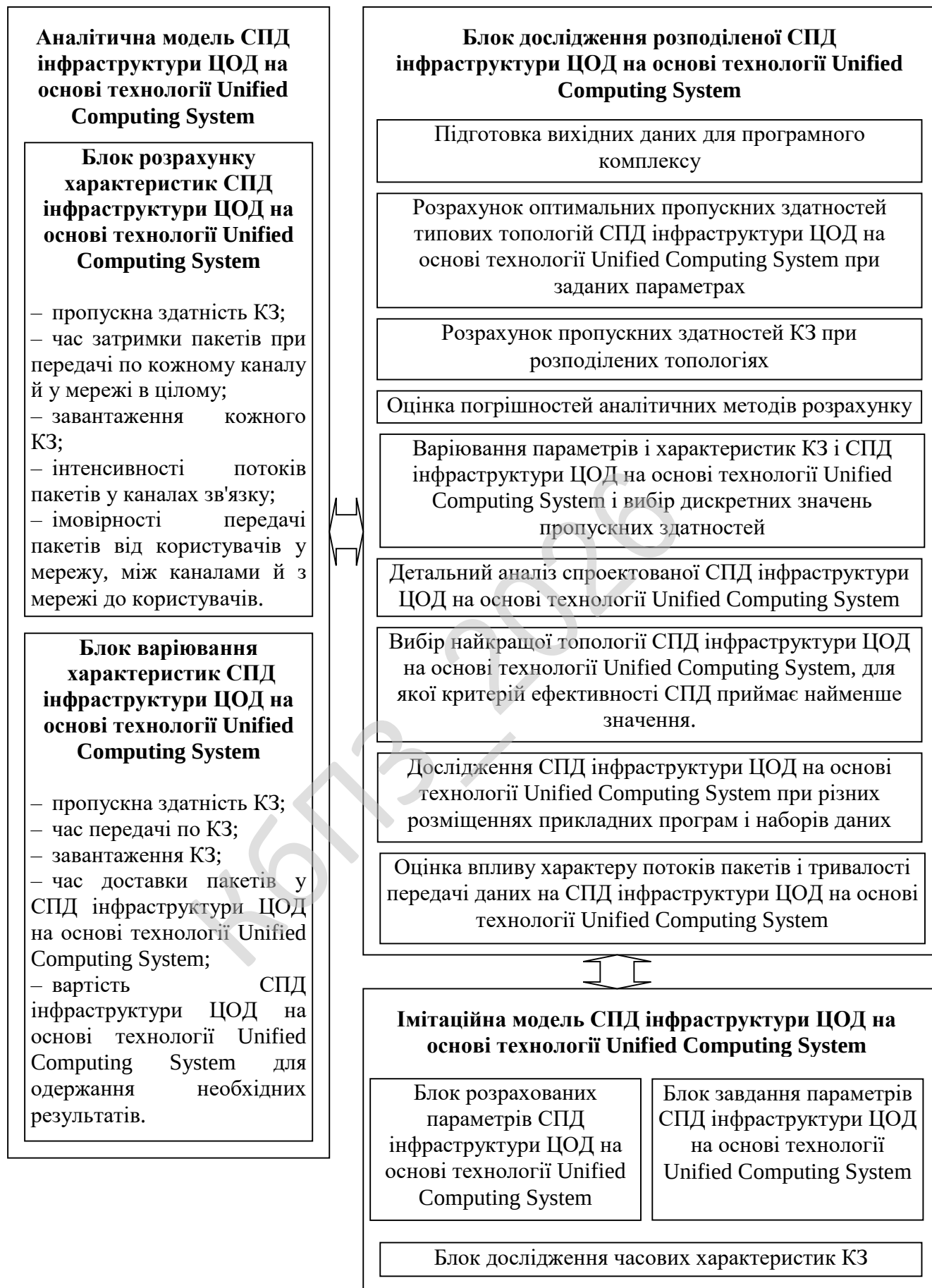


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

5. Варіювання параметрів і характеристик КЗ і СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System і вибір дискретних значень пропускних здатностей.

6. Оцінка погрішностей аналітичних методів розрахунку характеристик КЗ.

7. Оцінка впливу характеру потоків пакетів і тривалості передачі даних на характеристики СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System:

– вплив третього моменту розподілу вхідного потоку пакетів на характеристики КЗ;

– вплив довжини пакетів на характеристики каналів зв'язку й СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System;

– вплив законів розподілів трафіку в мережах і часі передачі пакетів у КЗ на характеристики функціонування СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System.

8. Дослідження СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System при різних розміщеннях прикладних програм і наборів даних.

9. Детальний аналіз спроектованої СПД інфраструктури ЦОД на основі технології Unified Computing System, що припускає варіювання параметрів СПД, у тому числі: довжини запитів і відповідей прикладних програм і наборів даних, імовірність передачі по основному шляху, способи маршрутизації й т.д.

3.4 Розробка діаграми процесів

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

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

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



Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

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.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

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. 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.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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.

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.

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 наступні підходи UML: діаграма діяльності (діаграми поведінки типу); діаграма прецедентів (діаграми поведінки типу).

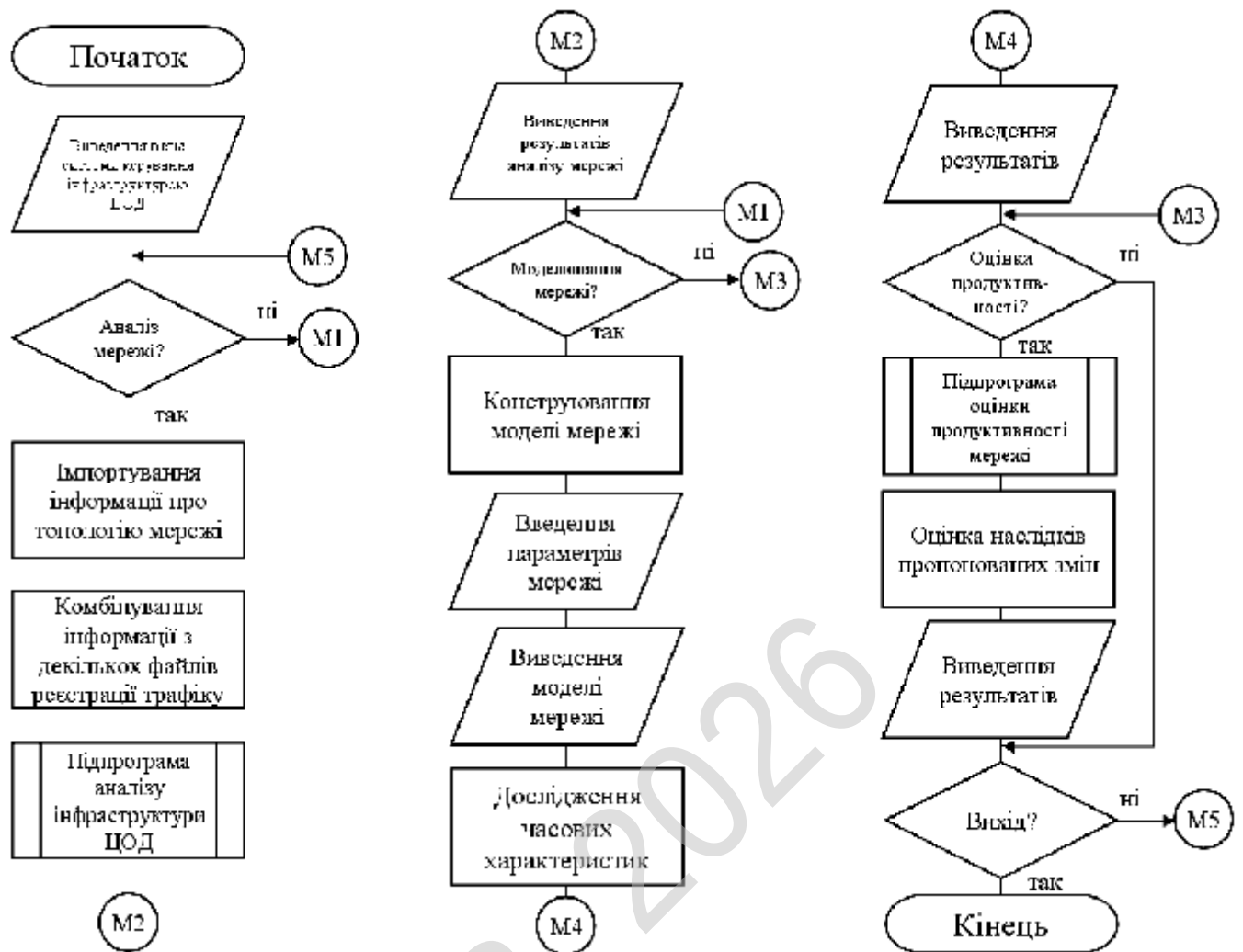


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

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.

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

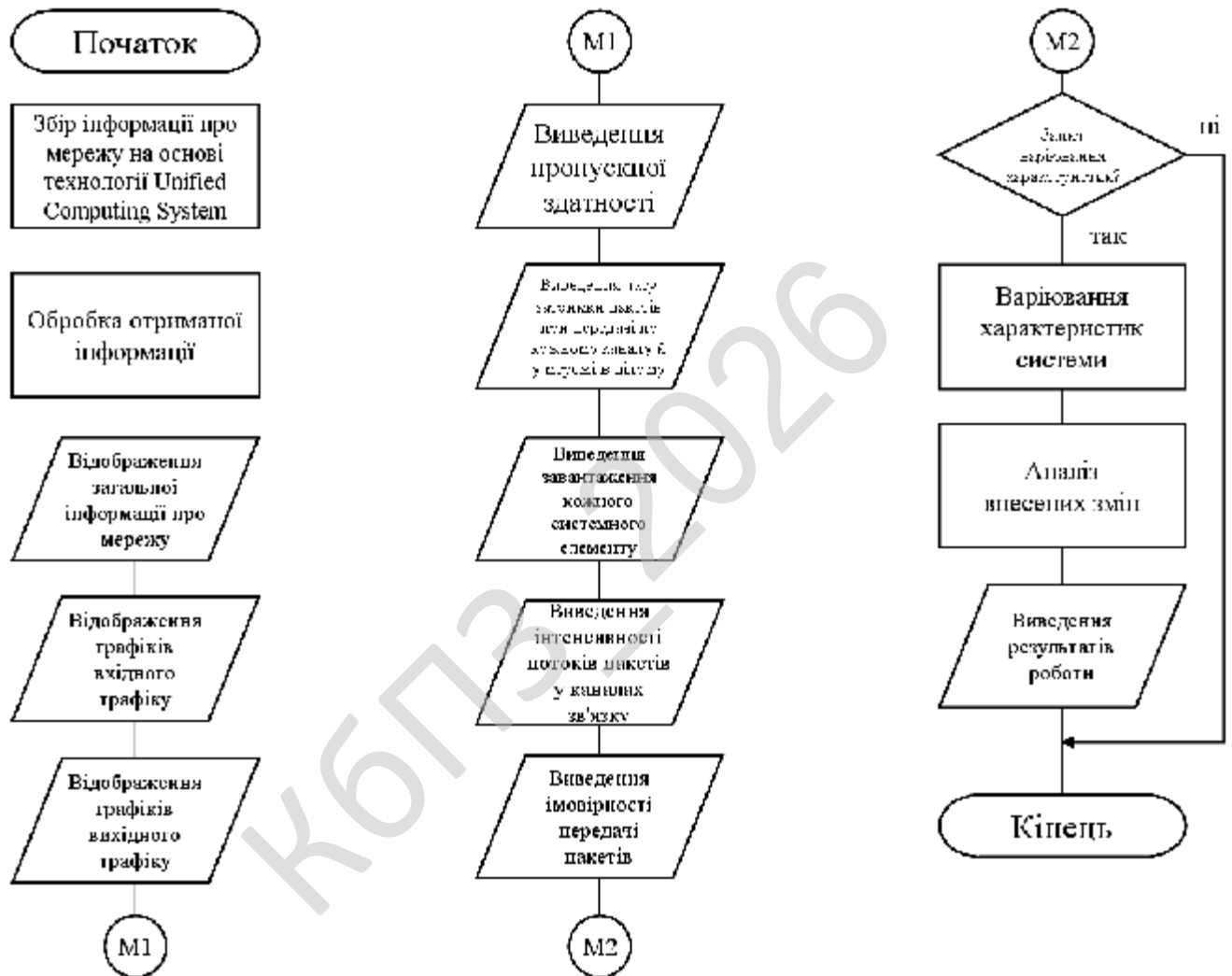


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

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: проєктована 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.

Розширювана мова розмітки (Extensible Markup Language, скорочено XML) – запропонований консорціумом World Wide Web Consortium (W3C) стандарт побудови мов розмітки ієрархічно структурованих даних для обміну між різними застосунками, зокрема, через Інтернет. Є спрощеною підмножиною мови розмітки SGML.

XML-документ складається із текстових знаків, і придатний до читання людиною. Стандарт XML (Recommendation, перше видання від 10 лютого 1998, останнє, четверте видання 29 вересня 2006) визначає набір базових лексичних та синтаксичних правил для побудови мови описання інформації шляхом застосування простих тегів.

Цей формат достатньо гнучкий для того, аби бути придатним для застосування в різних галузях. Іншими словами, запропонований стандарт визначає метамову, на основі якої шляхом запровадження обмежень на структуру та зміст документів визначаються специфічні, предметно-орієнтовані мови розмітки даних. Ці обмеження описуються мовами схем (Schema), такими як XML Schema (XSD), DTD або RELAX NG. Прикладами мов, заснованих на XML, є: XSLT, XAML, XUL, RSS, MathML, GraphML, XHTML, SVG, а також XML Schema.

Основні поняття. Коректність.

Коректний документ (well-formed document) відповідає всім синтаксичним правилам XML. Документ, що не є коректним, не може називатись XML-документом. Сумісний синтаксичний аналізатор (Conforming parser) не повинен обробляти такі документи. Зокрема, коректний XML-документ має:

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

1. Лише один елемент у корені.

2. Непорожні елементи розмічено початковим та кінцевим тегами (наприклад, <пункт> Пункт 1</пункт>). Порожні елементи можуть позначатися «закритим» тегом, наприклад <IAmEmpty />. Така пара еквівалентна <IAmEmpty></IAmEmpty>.

3. Один елемент не може мати декілька атрибутів з однаковою назвою. Значення атрибутів перебувають або в одинарних ('), або у подвійних (") лапках.

4. Теги можуть бути вкладені, але не можуть перекриватись. Кожен некореневий елемент мусить повністю перебувати в іншому елементі.

5. Документ має складатися тільки з правильно закодованих дозволених символів Юнікоду. Єдиними кодуваннями, які обов'язково має розуміти XML-процесор, є UTF-16 та UTF-8. Фактичне та задеклароване кодування (character encoding) документа мають збігатись. Кодування може бути задекларовано ззовні, як у заголовку «Content-Type» при передачі по протоколу HTTP, або в самому документі використанням явної розмітки на самому початку документа. У разі відсутності інформації про кодування, документ має бути в кодуванні UTF-8 (або його підмножині ASCII).

Валідність

Документ називається валідним (valid), якщо він є коректним, містить посилання на граматичні правила та повністю відповідає обмеженням, вказаним у цих правилах (DTD або XML Schema або іншому подібному документі).

Синтаксичний аналізатор

Синтаксичним аналізатором (часто парсер, від parser) називається програма або компонент, що читає XML-документ, проводить синтаксичний аналіз та відтворює його структуру. Якщо синтаксичний аналізатор перевіряє документ на валідність, то такий аналізатор називають валідатором (validating).

Назви елементів чутливі до регістру літер. Наприклад, наступна пара елементів правильна: <Step> ... </Step> у той час як ця – ні: <Step> ... </step>.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Правильний вибір назв для XML-елементів підкреслюватиме значення даних у створеній мові розмітки. Це сприятиме полегшенню роботи людей з такими документами, зберігаючи можливості для комп'ютерної обробки даних.

Вибір змістовних назв передає семантику елементів та атрибутів для людини, без посилання на зовнішню документацію. Однак це може призвести до надмірності розмітки, що ускладнює редагування й збільшує розмір файлів.

Правильний вибір назв для XML-елементів підкреслюватиме значення даних у створеній мові розмітки. Це сприятиме полегшенню роботи людей з такими документами, зберігаючи можливості для комп'ютерної обробки даних. Вибір змістовних назв передає семантику елементів та атрибутів для людини, без посилання на зовнішню документацію. Однак це може призвести до надмірності розмітки, що ускладнює редагування й збільшує розмір файлів. XML-документи мають як фізичну, так і логічну структуру.

Приклад XML-документа:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<mediawiki xmlns="http://www.mediawiki.org/xml/export-0.3/" xml:lang="uk">
  <page>
    <title>КБР</title>
    <id>1529</id>
    <revision>
      <id>4382</id>
      <timestamp>2006-09-18T22:11:53Z</timestamp>
      <minor />
      <comment>Interwiki</comment>
      <text xml:space="preserve">{{Wikipedia}}
    </text>
    </revision>
  </page>
</mediawiki>
```

Фізична структура

Сутності (Entity). Головною сутністю є зміст документа. Інші можливі сутності вказуються за допомогою. Посилання на сутності (&назва; в самому документі, та, наприклад %назва; у визначені його типу) можуть слугувати в ролі

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

позначень спеціальних символів, посилань на спеціальні символи або окремих документів чи фрагментів тексту.

XML-декларація, в ній вказується версія XML, кодування та інша допоміжна інформація.

Декларація типу документа може застосовуватись для того, аби додавати нові типи сутностей та визначати логічну структуру документа.

Логічна структура

XML-документ має ієрархічну логічну структуру, і може представлятись у вигляді дерева. Вузлами цього дерева можуть бути: елементи, фізична структура яких складається із коректної пари відкриваючого та закриваючого тегів (<Назва-тега>) та (</Назва-тега>), або тега порожнього елемента (<Назва-тега />).

Атрибути, що мають вигляд пар ключ-значення (назва атрибута="значення атрибута") і знаходяться або у відкриваючому, або у порожньому тезі (подібно до метаданих).

Вказівки щодо обробки документа (Processing Instruction) (<?Обробник параметр ?>).

Коментарі (<!-- Текст коментаря -->).

Текст, або у вигляді простого тексту, або фрагментів CDATA (<![CDATA[довільний текст]]>).

XML-документ повинен мати лише один кореневий елемент. Решта елементів є піделементами цього кореневого елемента. Деякі веб-браузери здатні безпосередньо відображати XML-документи. Це може досягатись шляхом застосування таблиці стилів (Stylesheet). Вказані у таблиці стилів операції можуть призводити до перетворення XML-документа в інший, відмінний від XML формат.

Коректність XML-документів

Залишивши назви, дозволену ієрархію, та значення елементів і атрибутів відкритою та можливою бути визначеною в спеціалізованих схемах або визначеннях типу документа (DTD).

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

XML утворює синтаксичну основу для створення спеціалізованих, заснованих на XML мовах розмітки даних.

Загальний синтаксис таких документів стабільний і наперед визначений – документи мають відповідати базовим вимогам XML, гарантуючи те, що довільне програмне забезпечення з підтримкою XML буде здатне щонайменше зчитати і відтворити відносну структуру інформації, що міститься в них.

Схема лише доповнює синтаксичні правила множиною обмежень. Зазвичай схеми обмежують назви елементів та атрибутів, дозволені типи значень і допустиму ієрархію елементів, наприклад, дозволяючи лише елементу з назвою «народження» містити під-елемент з назвою «місяць» та з назвою «день», і кожен із них мусить містити лише літери. Обмеження, вказані в схемі, можуть також включати присвоєння певних типів даних для впливу на те, як обробляється інформація; наприклад, дані елемента «місяць» можна визначити як такі, що містять лише місяць, як це визначено відповідно до використаної мови схем.

Коректний XML-документ, що відповідає обмеженням схеми або DTD, називається валідним.

DTD (Document Type Definition). Найдавнішим форматом схем для XML є успадкований від SGML формат визначення типу документа (Document Type Definition, DTD). У той час, як через включення до стандарту XML 1.0 DTD став поширеним форматом схем, він має такі обмеження:

1. Відсутність нових можливостей XML, із найважливішою з посеред них простори назв.
2. Брак виразності. Деякі формальні аспекти XML-документів неможливо відобразити в DTD.
3. Використовується спеціалізований, заснований не на XML синтаксис для опису схем.

DTD все ще використовується в багатьох програмах, оскільки він вважається найпростішим форматом для аналізу та збереження.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

XML Schema. На заміну DTD було розроблено нову мову схем – XML Schema (буквально – XML-схема), скорочено позначається як XSD (від XML Schema Definition). XSD набагато потужніші за DTD в описанні заснованих на XML мов. Вони використовують багатий набір типів даних, підтримують детальніші обмеження на структуру документів, та повинні оброблятися складнішими системами. XSD побудовано на основі XML, що робить можливим використання звичайних інструментів XML для їхньої обробки, хоча реалізації XSD вимагають набагато більше аніж просто можливість читати XML.

Серед недоліків XSD називають такі:

1. Специфікація дуже велика, що робить її складною для розуміння та реалізації.
2. Оснований на XML синтаксис додає надмірності мові, що ускладнює читання та запис XSD.
3. Валідація відносно схеми може бути дорогим додатком до синтаксичного аналізу XML-документів.
4. Можливості моделювання дуже обмежені, без можливості впливу значень атрибутів на вміст елементів.
5. Модель отримання типів даних є дуже обмеженою, зокрема в тому, що отримання шляхом розширення є рідко коли корисним.
6. Механізми ключа/посилання на ключ/унікальності не враховують тип даних.
7. Концепція PSVI (Post Schema Validation Infoset) не має стандартного представлення або прикладного програмного інтерфейса, що працює проти незалежності від реалізації, якщо не виконується повторна валідація.

RELAX NG є іншою поширеною мовою схем для XML. Вперше RELAX NG було визначено стандартом OASIS, а тепер – міжнародним стандартом ISO (як частина DSDL). Ця мова схем має два формати: оснований на XML, та компактний, не-XML. Компактний синтаксис призначений для покращення можливості читання та написання схем, однак, оскільки існує точно визначений

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

спосіб перетворення компактного формату в оснований на XML, і навпаки, не втрачаються переваги від використання стандартних XML-інструментів. RELAX NG має простіші системи для визначення та валідації у порівнянні з XML Schema, що робить її привабливішою для використання та реалізації. Також існує можливість використання модулів роботи з типом даних; наприклад, автор схеми RELAX NG може вказати, що значення XML-документа мають відповідати визначенням типам даних у форматі XML Schema Datatypes.

ISO DSDL та інші мови схем

Стандарт ISO DSDL (Document Schema Description Languages, мови описання схем документів) об'єднує широке коло малих мов схем, кожна із яких призначена для розв'язання окремих проблем.

До DSDL належить RELAX NG із повним та компактным синтаксисом, мова припущень Schematron, та мови для визначення типів даних, обмежень на літери, перейменування та розкривання мнемонік, та основане на просторах назв перенаправлення фрагментів документів у різні валідатори.

Мови DSDL все ще не мають підтримки як у XML Schema, і є, певною мірою, реакцією видавців на брак можливостей XML Schema для видавничої справи.

Деякі мови схем не тільки описують структуру певного формату XML-документів, а ще і мають обмежені можливості впливу на обробку документів цього формату. Як DTD, так і XSD мають цю можливість; наприклад, вони можуть визначати значення для атрибутів «за замовченням». Натомість, як RELAX NG так і Schematron таких можливостей не мають.

Обробка XML-документів

До XML-обробки відносяться форматування, синтаксичний аналіз, редагування, перевірка коректності і перетворення в інші формати.

До традиційних технологій обробки XML-документів належать такі три технології:

1. Написання програм на мові програмування із використанням API SAX.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

2. Написання програм на мові програмування із використанням API DOM.

3.Застосування механізму перетворення та фільтра.

До новіших технологій, що почали здобувати поширення останнім часом належать: Активний аналіз. Зв'язування даних.

Простий API для XML (SAX)

Простий програмний інтерфейс для XML (Simple API for XML, SAX) є основаним на подіях інтерфейсом лексичного аналізу. Відповідно до цієї моделі, документ аналізується послідовно, а вміст документа передається на обробники подій аналізатора користувача. SAX є порівняно швидким та легким для реалізації проте складним з точки зору задачі отримання інформації із різних частин XML-документів, оскільки розробник аналізатора мусить дбати про відстеження поточної частини документа. Запропонований SAX підхід краще підходить до ситуацій, коли певний тип інформації завжди обробляється однаково, попри те, в якій частині документа вона знаходиться.

Об'єктна модель документа (DOM)

Об'єктна модель документа (Document Object Model, DOM) є програмним інтерфейсом, який дозволяє здійснювати обхід цілого документа так, наче він є деревом, вузлами якого є об'єкти, що відтворюють зміст документа. Документ DOM може створюватись синтаксичним аналізатором або користувачами (з деякими обмеженнями).

Типи даних вузлів DOM-дерев є абстрактними; реалізації мають власні, специфічні для мов програмування типи даних. Реалізації DOM мають тенденцію до інтенсивного використання пам'яті, оскільки зазвичай перед початком роботи документ має бути повністю завантажений, оброблений та перетворений на дерево об'єктів.

Перетворення документів

Extensible Stylesheet Language фільтр в родині XSL може перетворювати XML-документи на інші XML-документи, для перегляду на екрані або друку.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

XSL-FO є декларативною, заснованою на XML мовою для макетування сторінок. XSL-FO процесор може перетворювати XSL-FO документ в інший, не заснований на XML формат, такий як PDF.

XSLT є декларативною, основою на XML мовою описання перетворення документів. XSLT-процесор може використовувати XSLT-стиль в ролі інструкції для перетворення дерева даних, представленого одним XML-документом на інше дерево, що може потім бути серіалізоване в XML, HTML, простий текст, або інший, підтримуваний процесором, формат.

XQuery є розробленою консорціумом W3C мовою для написання запитів, створення та перетворення XML-даних.

XPath є подібною до DOM моделлю дерева та мовою описання шляхів для вибору даних в XML-документах. XSL-FO, XSLT та XQuery використовують XPath. XPath також містить бібліотеку додаткових функцій.

Активний аналіз

З точки зору активного аналізу (Pull parsing) XML-документ розглядається як послідовність елементів, які зчитуються послідовно, використовуючи шаблон проектування ітератор.

Такий підхід дозволяє створення рекурсивних аналізаторів, у яких структура коду відображає структуру аналізованих XML-документів, проміжні результати аналізу можуть бути використані і розміщені у вигляді локальних змінних в підпрограмах, що виконують аналіз, передані як параметри до підпрограм нижчого рівня або повернені до підпрограм вищого рівня.

До прикладів активних аналізаторів належать StAX у мові програмування Java, SimpleXML у PHP та System.Xml.XmlReader у .NET.

Активний аналізатор створює ітератор, що послідовно обходить різні елементи, атрибути та дані в XML-документі. Код, що використовує цей «ітератор», може перевіряти поточний елемент (аби дізнатись, наприклад, чи є цей елемент стартовим, кінцевим або текстовим), та дізнаватись про його атрибути (локальна назва, простір назв, значення XML-атрибутів, зміст тексту

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

тощо) і може пересунути ітератор на наступний елемент. Таким чином, код аналізатора може зчитувати інформацію із документа під час обходу.

Підхід рекурсивного спуску сприяє зберіганню даних у вигляді типізованих локальних змінних в коді аналізатора, в той час як SAX, наприклад, зазвичай вимагає, аби аналізатор явно зберігав проміжні дані в стеку елементів, що є вищими елементами від того, який зараз аналізується. Код активного аналізатора може бути більш прямолінійним та зрозумілим і простішим для підтримки, аніж код SAX аналізатора.

Зв'язування даних

Іншим підходом до обробки XML-документів є зв'язування даних (Data binding). Відповідно до цього підходу, XML-дані доступні у вигляді спеціальних, строго типізованих структур даних.

NetBIOS (Network Basic Input/Output System) – протокол для роботи в локальних мережах на персональних ЕОМ типу IBM/PC, розроблений у вигляді інтерфейсу, який не залежить від фірми-виробника. Був розроблений фірмою Sytek Corporation за замовленням IBM в 1983 році. Він включає в себе інтерфейс сеансового рівня (англ. NetBIOS interface), в якості транспортних протоколів використовує TCP і UDP.

Особливістю NetBIOS є можливість його роботи поверх різних протоколів, найпоширенішими/відомими з яких є NetBEUI, IPX і стек протоколів TCP/IP; причому якщо старі версії Windows орієнтувалися на більш легкі в реалізації і менш ресурсомісткі NetBEUI і IPX, то сучасні Windows орієнтуються на TCP/IP.

При використанні NetBEUI і IPX NetBIOS сам забезпечує надійність доставки даних (функціональність SPX не використовувати), а при використанні TCP/IP надійність доставки забезпечує TCP, за що удостоївся окремого імені «NBT».

Інтерфейс NetBIOS являє собою типовий інтерфейс взаємодії програм (API) для забезпечення мережових операцій введення–виведення і управління транспортним протоколом.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Програми, що використовують NetBIOS API інтерфейс, можуть працювати тільки при наявності протоколу, що допускає використання такого інтерфейсу.

NetBIOS також визначає протокол, що функціонує на сеансовому/транспортному рівнях моделі OSI. Цей протокол використовується протоколами нижчих рівнів, такими як NBFP (NetBEUI) і NetBT для виконання мережеских запитів вводу–виводу і операцій, описаних в стандартному інтерфейсному наборі команд NetBIOS.

Тобто, NetBIOS сам не підтримує виконання файлових операцій. Ця функція покладається на протоколи нижчих рівнів, а сам NetBIOS забезпечує тільки зв'язок з цими протоколами і NetBIOS API–інтерфейс.

Пакет NETBIOS створений для використання групою EOM. Підтримує як режим сесій (робота через з'єднання), так і режим дейтаграм (без встановлення з'єднання). 16–символьні імена об'єктів в NETBIOS розподіляються динамічно.

NETBIOS має власну DNS, яка може взаємодіяти з інтернетівський. Ім'я об'єкта при роботі з NETBIOS не може починатися з символу *.

Додатки можуть знайти через NETBIOS потрібні їм ресурси, встановити зв'язок і послати або отримати інформацію. NETBIOS використовує для служби імен порт 137, для служби дейтаграм – порт 138, а для сесій – порт 139. Будь–яка сесія починається з NETBIOS–запиту, завдання IP–адреси і визначення TCP–порту віддаленого об'єкта, далі йде обмін NETBIOS–повідомленнями, після чого сесія закривається.

Сесія здійснює обмін інформацією між двома NETBIOS – додатками. Довжина повідомлення лежить в межах від 0 до 131 071 байт. Припустимо одночасне встановлення декількох сесій між двома об'єктами.

При організації IP–транспорту через NETBIOS IP–дейтаграма вкладається в NETBIOS–пакет. Інформаційний обмін відбувається в цьому випадку без встановлення зв'язку між об'єктами. Імена NETBIOS повинні містити в собі IP–адреси. Так, частина NETBIOS–адреси може мати вигляд IP.XX.XX. XX. XX, де IP вказує на тип операції (IP через Netbios), а XX. XX. XX.XX – IP– адреса.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Система NETBIOS має власну систему команд (call, listen, hang up, send, receive, session status, reset, cancel, adapter status, unlink, remote program load) і примітивів для роботи з дейтаграммами (send datagram, send broadcast datagram, receive datagram, receive broadcast datagram).

Всі кінцеві вузли NETBIOS діляться на три типи:

- широкомовні («b») вузли;
- вузли точка–точка («p»);
- вузли змішаного типу («m»).

IP–адреса може асоціюватися з одним із зазначених типів. В–вузли встановлюють зв'язок зі своїм партнером за допомогою широкомовних запитів. Р– і М–вузли для цієї мети використовують netbios сервер імен (NBNS) і сервер розподілу дейтаграм (NBDD).

NetBIOS забезпечує:

- реєстрацію і перевірку мережевих імен;
- встановлення і розрив з'єднань;
- зв'язок з підтвердженням доставки інформації;
- зв'язок без підтвердження доставки інформації;
- підтримку управління і моніторингу драйвера і мережевої карти.

Розглянемо визначення API. Це прикладний програмний інтерфейс (Application Programming Interface, API) – набір визначень підпрограм, протоколів взаємодії та засобів для створення програмного забезпечення.

Спрощено – це набір чітко визначених методів для взаємодії різних компонентів. API надає розробнику засоби для швидкої розробки програмного забезпечення. API може бути для веб-базованих систем, операційних систем, баз даних, апаратного забезпечення, програмних бібліотек.

Одним з найпоширеніших призначень API є надання набору широко використовуваних функцій, наприклад для малювання вікна чи іконок на екрані. API є абстрактним поняттям – програмне забезпечення, що пропонує деякий API, часто називають реалізацією (implementation) даного API. У багатьох випадках

API є частиною набору розробки програмного забезпечення, водночас, набір розробки може включати як API, так і інші інструменти/апаратне забезпечення, отже ці два терміни не є взаємозамінювані.

Високорівневі API часто програють у гнучкості. Виконання деяких функцій нижчого рівня стає набагато складнішим, або навіть неможливим.

В об'єктно-орієнтованих мовах, прикладний програмний інтерфейс зазвичай включає в себе опис набору визначень класу, з набором форм поведінки, пов'язаних з цими класами. Це абстрактне поняття пов'язане з реальними функціями, які надані або надаватимуться, класами, які реалізуються в методах класу.

Прикладний програмний інтерфейс в даному випадку можна розглядати як сукупність всіх методів, які публічно доступні в класах (зазвичай званий інтерфейс класу). Це означає, що прикладний програмний інтерфейс вказує методи, за допомогою яких взаємодіє з об'єктами, отриманими з визначень класів і обробляє їх.

У більш загальному плані можна визначити Прикладний Програмний Інтерфейс як сукупність усіх видів об'єктів, які можна вивести з визначення класу, і пов'язаних з ними можливих варіантів поведінки.

Наприклад: клас, що представляє Stack, може просто виставити публічно два методи Push() (для додавання нового елемента в стек) і Pop() (для вилучення останнього пункту, ідеально розташований на вершині стека).

У цьому випадку Прикладний Програмний Інтерфейс може бути інтерпретованим як два методи pop() і push(), або, більш широко, використовується варіант, коли можна використовувати елемент типу Stack, який реалізує поведінку стека, надаючи йому можливість для додавання / видалення елементів з вершини. Друга інтерпретація видається більш доречною в дусі об'єктно-орієнтованого підходу.

Якість документації, пов'язаної з Прикладним Програмним Інтерфейсом, є часто ключовим фактором, що визначає його успішність з точки зору простоти використання.

ППІ, як правило, пов'язаний із бібліотеками програмного забезпечення: ППІ описує і вказує очікувану поведінку в той час, як бібліотека є фактичною реалізацією даного набору правил. Один ППІ може мати декілька реалізацій (або жодної, будучи абстрактним) у вигляді різних бібліотек, які мають такий же інтерфейс.

Прикладний програмний інтерфейс також може бути пов'язаним з платформами програмування: платформа може бути заснована на кількох бібліотеках реалізує декілька інтерфейсів ППІ, але на відміну від звичайного використання ППІ, доступ до поведінки вбудований в платформу опосередкований шляхом розширення його змісту новими класами і вставлений в саму платформу. Крім того, загальний потік управління програми може бути під контролем абонента.

Прикладний програмний інтерфейс може бути також реалізацією протоколу.

Коли ППІ реалізує протокол, він може бути заснованим на проксі-методах віддалених викликів, що засновані на протоколі зв'язку. Роль ППІ може заключатися саме в тому, щоб приховати деталі транспортного протоколу. Наприклад: RMI є ППІ, який реалізує протокол або JRMP IIOP як RMI-IIOP.

Протоколи, як правило, розподіляються між різними технологіями і зазвичай дозволяють різним технологіям обмінюватися інформацією, діючи як абстракція між двома світами. ППІ, як правило, є специфічним для конкретної технології: звідси, інтерфейси даної мови не можуть бути використані на інших мовах, якщо виклики функції не будуть перетворені з конкретної адаптації бібліотеки.

Деякі мови, серед яких такі, що працюють на віртуальних машинах (наприклад: мови, сумісні з NET CLI середовища CLR і JVM сумісних мов у віртуальній машині Java) можуть ділитися програмними інтерфейсами.

У цьому випадку віртуальна машина дозволяє мові взаємодії завдяки спільному знаменнику віртуальної машини, що абстрагується від конкретної мови, використовувати проміжний байт-код і його мову.

При використанні прикладного програмного інтерфейсу в контексті веб-розробки, як правило, ППП визначається набором повідомлень запиту HTTP, також визначається структура повідомлень-відповідей, зазвичай у розширенні мови розмітки XML або в форматі об'єктного запису JavaScript (JSON). У той час як прикладний програмний інтерфейс у Web історично був практично синонімом для веб-служби, останнім часом тенденція змінилась (так званий Web 2.0) на відхід від Simple Object Access Protocol (SOAP) на основі веб-сервісів і сервіс-орієнтованої архітектури (SOA) на більш прямі передачі репрезентативного стану (REST) стилів веб-ресурсів та ресурсів-орієнтованої архітектури (ROA).

Частина цієї тенденції пов'язана з рухом Семантичного веб-ресурсу до Опису Платформ (RDF), Концепції розвитку веб-технологій інженерних онтологій. Прикладні програмні інтерфейси у Web, що дозволяють комбінувати декількома прикладними програмними інтерфейсами в нові додатки називають гібридними.

Було використано метод розробки динамічних систем (Dynamic Systems Development Method, DSDM) – це головним чином методика розробки програмного забезпечення, що базується на концепції швидкої розробки додатків (Rapid Application Development, RAD). У 2007 році **DSDM** став основним підходом до управління проектом і розробки додатків. DSDM – це ітеративний і інкрементний підхід, який надає особливого значення тривалого участі в процесі користувача/споживача.

Мета методу – здати готовий проект вчасно і вкластися в бюджет, але в той же час регулюючи зміни вимог до проекту під час його розробки. DSDM входить

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

в сімейство гнучкої методології розробки програмного забезпечення, а також розробок, що не входять у сферу інформаційних технологій.

Остання версія DSDM називається DSDM Atern. Назва Atern – це скорочення від Arctic Tern (пер. Полярна крачка). Полярна крачка – птиця, яка може подорожувати на великі відстані. Вона символізує безліч аспектів методу, наприклад визначення пріоритету або кооперування, які є природним способом ведення робочого процесу.

Попередня версія DSDM (випущена в травні 2003 року), яка все ще діє і широко використовується, – це DSDM 4.2, є дещо розширеною версією DSDM 4. Розширена версія містить настанови щодо того, як використовувати DSDM спільно з Екстремальним програмуванням (Extreme Programming).

Як розширення концепції швидкої розробки додатків, DSDM фокусується на проектах інформаційних систем, що характеризуються стислими термінами і бюджетами. У DSDM присутні вказівки на типові помилки проектів інформаційних систем, таких як перевищення бюджету, запізнення з термінами здачі (виконання), недостатнє залучення користувачів і топ-менеджерів в роботу над проектом. DSDM складається з:

- трьох стадій: передпроектна стадія життєвого циклу проекту і постпроектна стадія;
- стадія життя проекту складається з 5 етапів: дослідження реалізованості, дослідження економічної доцільності, створення функціональної моделі, проектування і розробка, етап реалізації.

При деяких умовах існує можливість включення в DSDM частин інших методик, таких як Rational Unified Process (RUP), Екстремальне програмування, PRINCE2. Інший гнучкий метод, схожий на DSDM по процесу і концепції – Scrum.

Метод DSDM був розроблений у Великобританії в 1990-х Консорціумом DSDM. Консорціум DSDM – це асоціація розробників та експертів в області програмного забезпечення, створена з метою «спільної розробки і просування

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

незалежного фреймворку RAD» комбінуванням кращого практичного досвіду учасників асоціації. Консорціум DSDM – це некомерційна організація незалежних розробників, які володіють та управляють фреймворком DSDM.

Перша версія фреймворку була завершена в січні 1995 року і опублікована в лютому 1995 року. У липні 2006 року була представлена відкрита версія DSDM 4.2, яка стала доступна приватним особам для перегляду і використання. Тим не менш, всі, хто поширює DSDM, повинні бути членами цього некомерційного консорціуму.

На початку 1990-х в індустрії інформаційних технологій став поширюватись новий термін – швидка розробка додатків (Rapid Application Development, RAD). Інтерфейси прикладних програм еволюціонували від старих зелених екранів до графічних інтерфейсів користувача, які використовуються і зараз. На ринок почали виходити нові інструменти для створення додатків, наприклад PowerBuilder. Вони дозволили розробникам простіше ділитися планованими розробками з покупцями – з'явилося прототипування і почалося руйнування класичних, послідовних (каскадних) методів розробки.

Тим не менш, новий рух RAD було дуже неструктурованим: не існувало узгодженого опису цього методу і у багатьох організацій були створені власні опису і підходи до нього. Безліч великих корпорацій були зацікавлені в перспективах, що надаються методом, але вони також були стурбовані тим, щоб не знизився рівень якості їх продукції в кінцевому результаті.

Консорціум DSDM був утворений в 1994 році, коли група людей зустрілася на заході, організованому Butler Group в Лондоні. Всі, хто прийшов на цей захід, працювали у великих організаціях, таких як British Airways, American Express, Oracle and Logica (такі компанії як Data Sciences і Allied Domecq з тих пір були поглинені іншими організаціями).

На цьому зібранні було вирішено, що Дженніфер Степлтон, тоді представляла компанію Logica, розробить архітектуру комплексного, орієнтованого на користувача методу з хорошим контролем якості для ітеративної

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

і інкрементній розробки. Підсумкова архітектура була спроектована так, щоб бути повністю сумісна зі стандартом ISO 9000 і PRINCE2. Коли архітектура була готова (через місяць після зборів), Консорціум сформував групи для її поширення у всіх областях розробки програмного забезпечення, які включали в себе: методи та засоби управління проектом, контроль якості та тестування, методи і засоби розробки. Контрольна група, очолювана творцем архітектури і складається з глав цих груп, повинна була забезпечити розуміння методу так, як він спочатку замислювався.

Незважаючи на те, що багато членів Консорціуму були прямими конкурентами, вони вільно ділилися тим, як вони вирішують проблеми, що виникають. Практика показала, що найкращий результат може бути досягнутий тільки працюючи як одне ціле. Консорціум збільшився за перший рік від декількох організацій до шістдесяти; опис методу ставало все більш і більш повним. Версія 1 була сформована в грудні 1994 року і опублікована в лютому 1995 року. Результатом став універсальний метод, що охоплює людей, процеси та інструменти. Він сформувався на основі досвіду організацій, різних за родом своєї діяльності і розмірами.

Метод DSDM – принципи. Існує 9 принципів, що складаються з 4 основних та 5 початкових точок.

1. Залучення користувача – це основа ведення ефективного проекту, де розробники ділять з користувачами робочий простір і тому прийняті рішення будуть більш точними.

2. Команда повинна бути уповноважена приймати важливі для проекту рішення без узгодження з начальством.

3. Часта поставка версій результату, з урахуванням такого правила, що «поставити щось хороше раніше – це завжди краще, ніж поставити все ідеально зроблена в кінці». Аналіз поставок версій з попередньої ітерації враховується на наступній.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

4. Головний критерій – як можна більш швидка поставка програмного забезпечення, яке відповідає поточним потребам ринку. Але в той же час постачання продукту, який задовольняє потребам ринку, не менш важлива, ніж вирішення критичних проблем у функціоналі продукту.

5. Розробка – ітеративна та інкрементна. Вона ґрунтується на зворотного зв'язку з користувачем, щоб досягти оптимальної з економічної точки зору рішення.

6. Будь-які зміни під час розробки – оборотні.

7. Вимоги встановлюються на високому рівні перш, ніж почнеться проект.

8. Тестування інтегровано в життєвий цикл розробки.

9. Взаємодія і співпраця між усіма учасниками необхідно для його ефективності.

Передумови для використання DSDM.

Щоб успішно використовувати DSDM, необхідно щоб був виконаний ряд передумов. По-перше, необхідно організувати взаємодію між проектною командою, майбутніми користувачами і вищим керівництвом. По-друге, повинна бути можливість поділу проекту на менші частини, що дозволить використовувати ітеративний підхід.

Два приклади проектів, для яких DSDM не дуже підходить:

1. Проекти, критичні безпеки розширене тестування та затвердження в таких проектах конфліктують з метою методу DSDM укластися в терміни і бюджет.

2. Проекти, чия мета зробити компоненти багаторазового використання – вимоги в таких проектах занадто високі і не вкладаються в принцип 80 %/20%.

Життєвий цикл проекту. Фреймворк DSDM складається з трьох послідовних стадій, які називаються передпроектна стадія, стадія життєвого циклу проекту і постпроектна стадія. Стадія життєвого циклу проекту – сама продумана і детально розроблена з усіх інших. Вона складається з п'яти етапів,

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

які формують ітеративний, інкрементний підхід до розробки інформаційних систем.

Ці три фази і відповідні етапи будуть більш детально описані в наступних розділах. Для кожної стадії або етапи будуть розглянуті найважливіші функції і будуть представлені результати.

Стадія 1 – Передпроектна.

На цій стадії визначаються ймовірні проекти, відбувається виділення коштів та визначення проектної команди. Рішення задач на цій стадії допоможе уникнути проблем на більш пізніх стадіях проекту.

Стадія 2 – Життєвий цикл проекту.

На рисунку зображена дана стадія. На ньому показано 5 етапів, які потрібно пройти проекту, щоб стати інформаційною системою. Перші два етапи, дослідження реалізованості та дослідження економічної доцільності, йдуть послідовно і доповнюють один одного. Після завершення цих етапів, відбувається ітеративна та інкрементна розробка системи в етапах: створення функціональної моделі, проектування і розробка, етап реалізації. Ітеративна та інкрементна природа DSDM буде описана далі.

Стадія 3 – Постпроектна.

На цій стадії забезпечується ефективна робота системи. Це досягається за рахунок підтримки проекту, його покращення та виправлення помилок згідно з принципами DSDM. Підтримка проекту здійснюється продовженням розробки, заснованої на ітеративної і інкрементній природі DSDM. Замість того, щоб закінчити проект за один цикл, зазвичай повертаються до попередніх стадій або етапів, щоб поліпшити продукт.

Нижче на діаграмі представлений весь життєвий цикл проекту. Ця діаграма описує ітеративну розробку DSDM. Опис кожного етапу буде представлено нижче.

Чотири етапи стадії життєвого циклу проекту.

Дослідження:

1. Дослідження реалізованості. На даному етапі визначається – потрапляє проект під рамки DSDM. Розглядаючи тип проекту, організаційні і кадрові питання, виноситься рішення – використовувати метод DSDM чи ні. Таким чином буде отримано звіт про застосовність, допустимий прототип і приблизний глобальний план проекту, який включає в себе план розробки і протокол можливих ризиків.

2. Дослідження економічної доцільності. На даному етапі аналізуються основні економічні і технологічні характеристики. Відбувається нарада експертів, на якій обговорюються найбільш важливі сторони системи і приймається рішення про пріоритети у розробці. На цьому етапі розробляються список основних вимог, опис сфери комерційної діяльності, опис архітектури системи і приблизний план створення прототипів.

Створення функціональної моделі:

1. Визначення функціонального прототипу. Визначення функціоналу, який буде закладено в прототипі на даному етапі. На цьому підетапі розробляється функціональна модель згідно до результатів, отриманих на стадії дослідження економічної доцільності.

2. Узгодження планів. Відбувається узгодження як і в які терміни має бути розроблена функціональність прототипу.

3. Створення функціонального прототипу. Розробка функціонального прототипу, згідно з планами та функціональної моделі.

4. Аналіз функціонального прототипу. Перевірка справності розробленого прототипу. Це може бути досягнуто тестуванням прототипу кінцевим користувачем і/або переглядом документації. Результат – документ, що містить огляд функціонального прототипу.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Проектування і розробка:

1. Визначення конструктивного прототипу. Визначення функціональних і нефункціональних вимог системи. На основі цих вимог повинна бути створена стратегія реалізації. Якщо існує запис про тестування з попередньої ітерації, тоді він теж буде використаний для створення стратегії реалізації.

2. Узгодження планів. Відбувається узгодження як і в які терміни повинні бути реалізовані поставлені вимоги.

3. Створення конструктивного прототипу. Створення системи (конструктивного прототипу), яку можна віддати користувачам для тестування.

4. Аналіз конструктивного прототипу. Перевірити справність спроектованої системи. На цьому підетапі застосовується тестування та перегляд результатів. Створення користувацької документації та протоколу випробування.

Реалізація:

1. Затвердження системи користувачем. Кінцеві користувачі стверджують протестовану систему для подальшої реалізації і створення довідника користувача.

2. Навчання користувачів. Навчання майбутнього користувача роботі з системою. Результат підетапу – контингент підготовлених користувачів.

3. Реалізація. Реалізація протестованої системи серед користувачів.

4. Аналіз ринку системи. Аналіз впливу випущеної системи на ринок. Головне питання – чи досягнута мета, поставлена при проектуванні системи. Грунтуючись на цьому проект переходить на наступну стадію (постпроектную) або повертається на попередню для доопрацювання. Аналіз буде представлений в документі аналізу проекту.

Чотири етапи життєвого циклу проекту.

Етап 1А: Дослідження реалізованості.

Протягом цього етапу, перевіряється реалізація проекту в рамках DSDM. Передумови для використання DSDM перевіряються відповіддю на питання: «чи

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Може даний проект задовольнити необхідним економічним вимогам?», «Проект підходить для використання методу DSDM?» і «Які ризики в цьому проекті найважливіші?». Найбільш важливий метод на цьому етапі – використання робочих груп.

Підсумок даного етапу – звіт про застосовність і допустимий прототип, в яких розглянута реалізація проекту, а також приблизний глобальний план проекту та протокол можливих ризиків, що описує найбільш важливі ризики проекту.

Етап 1Б: Дослідження економічної доцільності.

Дослідження економічної доцільності розширює і доповнює етап дослідження реалізованості. Після того, як проект був визнаний реалізованим у рамках DSDM, на цій стадії перевіряються бізнес-процеси, відбувається залучення груп користувачів і аналіз їх вимог і побажань. І знову ж самим затребуваним методом на даному етапі є використання робочих груп. В рамках робочих груп учасники проекту збираються, щоб обговорити плановану систему. Інформація отримана після даних заходів збирається у список вимог. Важлива властивість цього списку – розподіл пріоритетів серед вимог. Ці вимоги розподілені згідно з методом MoSCoW. На основі отриманої черговості створюється план розробки, який буде орієнтиром для всього проекту.

Для створення цього плану застосовується дуже важлива для проекту методика – тайм-боксинг. Ця методика є обов'язковою для досягнення цілей DSDM – вкладеться у терміни і в бюджет, і при цьому зберегти необхідну якість продукту. Архітектура системи – ще одне підмога в управлінні розробкою інформаційної системи. Підсумком даного етапу є опис сфери комерційної діяльності, в якому міститься контекст проекту всередині компанії, опис архітектури системи, що надає первинну глобальну архітектуру інформаційної системи, що знаходиться в розробці, і план розробки, якому визначені найбільш важливі кроки в процесі розробки. В основі цих двох документів лежить список вимог. Протокол можливих ризиків доповнюється даними, отриманими на цьому етапі.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Етап 2: Створення функціональної моделі.

Вимоги, які були визначені на попередньому етапі, перетворюються на функціональну модель. Вона складається з діючого прототипу і моделей. Прототипування – ключова методика проекту на даному етапі, що дозволяє організувати залучення користувачів до проекту. Розроблений прототип аналізується різними групами користувачів. Щоб досягти необхідної якості, на кожній ітерації застосовується тестування. Найважливіша частина тестування представлена на даному етапі. Створення функціональної моделі можна розділити на наступні підетапи:

- Визначення функціонального прототипу: визначення функціоналу, який буде закладено в прототипі на даному етапі.
- Узгодження планів: відбувається узгодження як і в які терміни повинен бути розроблена функціональність прототипу.
- Створення функціонального прототипу: розробити прототип. Вивчити та доробити прототип на даній ітерації згідно функціонального прототипу, отриманого на попередніх ітераціях.
- Аналіз функціонального прототипу: перевірити справність спроектованої системи. На цьому підетапі застосовується тестування та перегляд результатів.

Підсумком даного етапу є функціональна модель і функціональний прототип, які разом представляють функціональність, отриману на цій ітерації, готову для тестування користувачами. Далі оновлюється список вимог. З нього видаляються вже реалізовані пункти і відбувається повторна зміна черговості решти пунктів. Протокол можливих ризиків також оновлюється, після аналізу функціонального прототипу.

Етап 3: Проектування та розробка.

Головне завдання цієї ітерації – об'єднати функціональні компоненти з попереднього етапу в єдину систему, що задовольняє вимогам користувачів. Тут також розглядаються нефункціональні вимоги. І знову на даному етапі

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

відбувається тестування. Проектування та розробку можна розділити на наступні підетапи:

- Визначення конструктивного прототипу: визначення функціональних та нефункціональних вимог, які повинні бути в системі.

- Узгодження планів: відбувається узгодження як і в які терміни повинні бути реалізовані поставлені вимоги.

- Створення конструктивного прототипу: створення системи, яку можна віддати користувачам для повсякденного використання. Вивчити та доробити прототип на даній ітерації.

- Аналіз конструктивного прототипу: перевірити справність спроектованої системи. На цьому підетапі застосовується тестування та перегляд результатів. Для створення користувацької документації використовуються протокол випробування та відгуки користувачів.

Підсумок етапу – створення конструктивного прототипу для тестування користувачами. Протестована система переходить на наступний етап. На даному етапі зовнішній вигляд і функціональність системи загалом готові. Ще один підсумок – створення користувацької документації.

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

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

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

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

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

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

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

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

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

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

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Захист розробленого програмного забезпечення буде відбуватися за допомогою алгоритму DES.

DES є класичною мережею Фейштеля із двома гілками. Дані шифруються 64-бітними блоками, використовуючи 56-бітний ключ. Алгоритм перетворить за кілька раундів 64-бітний вхід в 64-бітний вихід. Довжина ключа дорівнює 56 бітам. Процес шифрування складається із чотирьох етапів. На першому з них виконується початкова перестановка (IP) 64-бітного вихідного тексту (забілювання), під час якої біти переставляються у відповідності зі стандартною таблицею. Наступний етап складається з 16 раундів однієї й тої ж функції, що використовує операції зрушення й підстановки. На третьому етапі ліва й права половини виходу останньої (16-й) ітерації міняються місцями. Нарешті, на четвертому етапі виконується перестановка IP^{-1} результату, отриманого на третьому етапі. Перестановка IP^{-1} інверсна початковій перестановці.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95



Рисунок 4.3 – Загальна схема DES

Праворуч на рисунку показаний спосіб, яким використовується 56-бітний ключ. Спочатку ключ подається на вхід функції перестановки. Потім для кожного з 16 раундів підключ K_i є комбінацією лівого циклічного зрушення й перестановки. Функція перестановки та сама для кожного раунду, але підключи K_i для кожного раунду виходять різні внаслідок повторюваного зрушення біт ключа.

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблене у бакалаврської дипломної роботі система керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи: Функціональних кнопок ПЗ; Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші; Верхнього меню; Розділу обрання групи; Розділу виведення результату роботи системи.

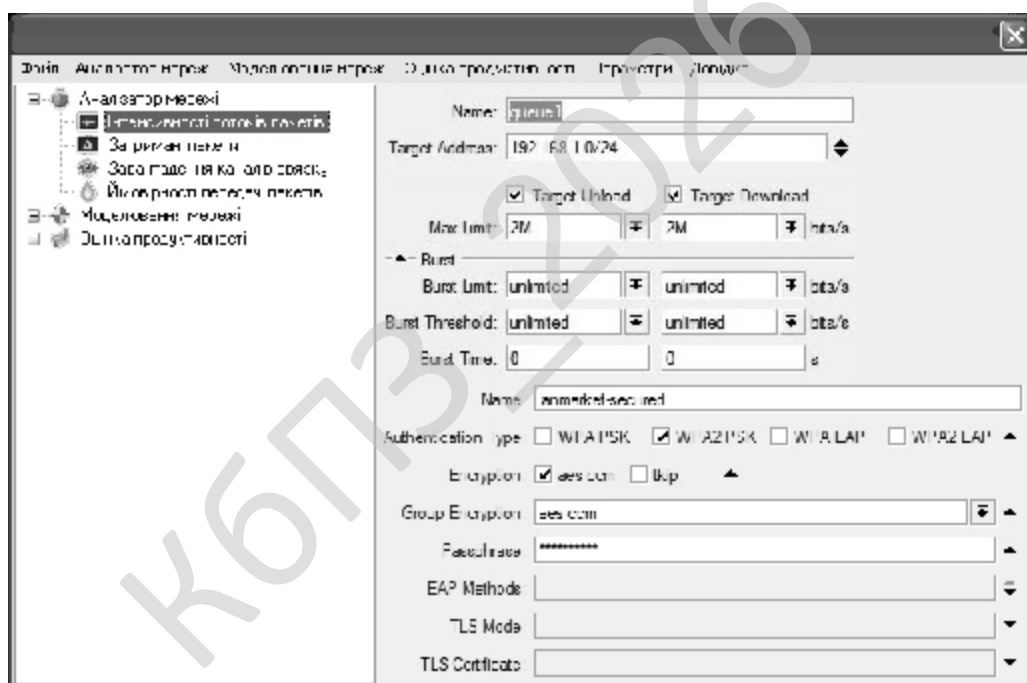


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий. Якщо програма не видала ніяких

помилки, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

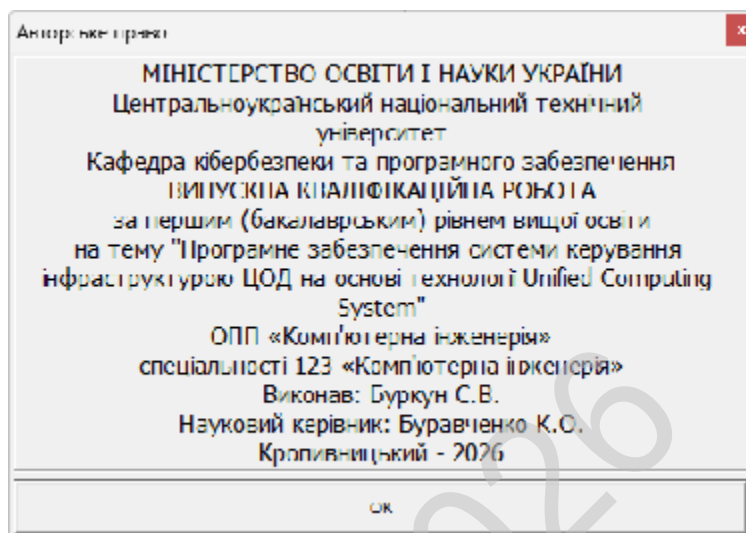


Рисунок 5.2 – Авторське право

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 частиною життєвого циклу програмного забезпечення.

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

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

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

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-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

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 – proprietary software. Програмне забезпечення, на яке зберігаються як немайнові, так і майнові авторські права.

Отримавши або придбавши таке програмне забезпечення, користувач отримує обмежені права користування ним: може бути заборонено або закрито доступ до коду (вивчення), внесення змін, тиражування, розповсюдження та перепродаж. Програмне забезпечення вважається власницьким, якщо наявне хоча б одне з перелічених обмежень.

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

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

На противагу власницькому ПЗ існує вільне програмне забезпечення, автори і власники якого дозволяють вивчати, модифікувати і поширювати свій продукт. Саме визначення власницького програмного забезпечення виникло в результаті діяльності громадського руху вільного програмного забезпечення (представленого Фондом вільного програмного забезпечення та іншими організаціями) і осмислення умов свободи користування програмами. Визначенням власницького програмного забезпечення є не невідповідність хоча б одній з базових умов вільного програмного забезпечення. Сама назва власницьке ПЗ підкреслює визначальне значення власника у способі використання і можливостях розвитку цього програмного забезпечення.

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.
- Досліджена система керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System.

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

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

Програма реалізована на мові високого рівня Python. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

системи керування інфраструктурою ЦОД на основі технології Unified Computing System. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм DES.

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-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		104

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Е. Таненбаум, Д. Уезеролл «Комп'ютерні мережі». – [5-е вид.]. – 2016. – 960 с.
2. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1». Cisco Press. 2020. – 848 p.
3. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2 Premium Edition eBook and Practice Test». Cisco Press. 2020. – 624 p.
4. Scott Jernigan «CompTIA Network+ Certification All-in-One Exam Guide, Eighth Edition». 2022. – 976 p.
5. Doug Lowe «Networking For Dummies 12th Edition». 2020. – 480 p.
6. Ramon Nastase «Computer Networking: The Beginner's guide for Mastering Computer Networking, the Internet and the OSI Model». 2018. – 186 p.
7. Russ White & Ethan Banks «Computer Networking Problems and Solutions: An Innovative Approach to Building Resilient, Modern Networks». 2017. – 832 p.
8. 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.
9. 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.
10. 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.

11. 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.

12. 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.

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

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

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

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

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

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

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

25. Smirnov O., Kuznetsov A., 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.
26. 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.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. 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.
31. 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.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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.

37. 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.

38. 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.

39. 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.

40. 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

41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. 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.

45. 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.

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

					ВКРБ-123.26.0035.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

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

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

48. 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

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

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

51. 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.

52. 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.

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

54. 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.

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

56. 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.

57. 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.

58. 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.

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