

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 автоматизованої
індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру”

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

Керівник проекту
кандидат фізико-математичних наук, доцент
_____ Петренюк В.І.
«___» _____ 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

Ясіницькому Яну Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру*

2. Керівник роботи *Петренюк Володимир Ілліч, канд. фіз.-мат. 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 автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру*

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

Петренюк В.І.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Ясіницький Я.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ясіницький Я.О. Програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру. 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 автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

Метою розробки є програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

Результат роботи – програмна реалізація системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

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, дата-центр

ABSTRACT

Yasinitskyi Ya.O. Software for the system of automated individualization of data center parameter settings. 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 system of automated individualization of data center parameter settings.

The purpose of the development is software for the system of automated individualization of data center parameter settings.

The result of the work is the software implementation of the system of automated individualization of data center parameter settings.

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

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

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

The program was developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, data center

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	5
1.1 Призначення системи.....	5
1.2 Область застосування.....	5
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	8
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	8
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	29
2.3 Розгорнута постановка завдання	30
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	31
3.1 Опис функціонування системи	31
3.2 Розробка структурної схеми.....	43
3.3 Розробка функціональної схеми	47
3.4 Розробка діаграми процесів.....	52
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	55
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	55
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	73
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	76
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру	Лім.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Ясіницький Я.О.					Б	1	86
Перев.	Петренко В.І.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-22-2		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

ІБЖ	—	Індивідуальний блок живлення
ІС	—	Інформаційна система
ІТ	—	Інформаційні технології
ККД	—	Коефіцієнт корисної дії
ОВК	—	системи опалення, вентиляції й кондиціонування
ПЗ	—	Програмне забезпечення
ТХ	—	Технічні характеристики
ЦОД	—	Центр обробки даних
CAPEX	—	Капітальні витрати
DCiE	—	Величина, зворотна PUE
DCE		
DCPE		
DCP	—	Продуктивність дата-центру
OPEX	—	Операційні витрати
Multi-Tier DC	—	Дата-центр змінного рівня
POD	—	Продуктивність дата-центру
PUE	—	Макропоказник якості
SLA	—	Гарантії по якості обслуговування

ВСТУП

Актуальність теми. Поняття «кастомізація» має безліч різних визначень. От одне з них, на мій погляд, найбільш точне: «Кастомізація – це індивідуалізація продукції під замовлення конкретних споживачів шляхом внесення конструктивних або дизайнерських змін». Важливе завдання кастомізації – створити в споживача впевненість у тому, що робота робиться саме для нього й націлена на задоволення його конкретних потреб. Ряд експертів вважають кастомізацію чи не ідеалом взаємодії постачальника й споживача. Вона залучає не тільки своєю етичною спрямованістю, але й можливістю одержувати фінансову вигоду, адже завдяки більш високій цінності кастомізованого рішення клієнт одержує конкурентну перевагу.

Найчастіше кастомізацію сприймають як досить дорогу процедуру. До того ж існує думка, що індивідуалізацію продукції можуть дозволити собі далеко не всі, оскільки її вартість виявляється занадто високою. Хтось також вважає, що сама по собі дана «послуга» покликана лише створювати видимість додання більшої цінності для замовника, у той час як її першочергова функція – одержання максимального прибутку виробником. Але чи так це насправді?

В умовах твердої конкуренції ринок насичений схожими продуктами, але в те ж саме час кожний з них має унікальні характеристики. При виборі того або іншого рішення замовник намагається знайти оптимальний, що максимально відповідає його потребам. Серед критеріїв вибору часто зустрічаються такі, як технологічність, якість, строки поставок і, безсумнівно, вартість. Крім цього, ураховуються також прихильність певній торговельній марці, її популярність, удалий досвід впровадження й інші фактори. Часто в результаті доводиться робити вибір між пошуком оптимального рішення серед, умовно, стандартизованих продуктів і створенням унікального, зробленого для рішення конкретного, приватного завдання, що й має максимальний ККД.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

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

- Огляд існуючих систем автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.
- Дослідження системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.
- Програмна реалізація системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Побудова корпоративного дата-центру на території замовника за класичною технологією включає проведення будівельних робіт у приміщеннях дата-центру, виконання робочого проекту на інженерні системи, поставку й монтаж інженерних систем.

Плюси класичного підходу:

- повна кастомізація дата-центру, тобто реалізація рішення в повній відповідності з потребами замовника;
- повний контроль над реалізацією проекту. Звичайно для гарантування належної якості виконання робіт замовник розділяє етапи проектування й реалізації, проводить тендери й наймає незалежну компанію для виконання проектних робіт, після чого залучає дану компанію для зовнішнього контролю над роботою виконавця, який будує дата-центр.

Мінуси даного підходу:

- досить високий бюджет;
- великі строки;
- ризики, пов'язані з відсутністю в замовника необхідної експертизи й відповідних компетенцій в області побудови дата-центру, починаючи зі здатності коректно поставити завдання й закінчуючи можливостями здійснити повноцінне приймання й фіксацію якості робіт.

1.2 Область застосування

Корпоративний дата-центр будується для одного замовника, на його території, найчастіше для заздалегідь певних інформаційних систем, із запасом на

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

розвиток (звичайно це 50 %). При створенні аутсорсингового дата-центру неможливо передбачити, які в ньому будуть клієнти, з яким устаткуванням і наскільки швидко їм знадобиться можливість масштабування ІТ-ресурсів. Це означає, що комерційний дата-центр повинен бути максимально універсальним – як у технологічному плані, так і відносно інженерної інфраструктури (наприклад, мати виділені спеціалізовані зони під високощільне устаткування, під устаткування з нестандартною схемою охолодження або можливість гнучкого переконфігурування приміщення для розміщення устаткування з різним тепловиділенням і різними системами охолодження).

Комерційний дата-центр повинен бути спроектований і побудований з урахуванням основних вимог, пропонованих до нього бізнесом. У першу чергу до них ставиться необхідність забезпечення високої надійності дата-центру: оскільки в комерційні дата-центри найчастіше виносяться критичні застосунки, вартість клієнтського устаткування може досягати сотень мільйонів доларів, а інформація для замовників представляє ще більшу цінність. Засобів і шляхів підвищення надійності дата-центру існує багато, наприклад технологія “будинку в будинку”.

У цьому випадку усередині окремо будинку зводяться герметичні приміщення, що захищають устаткування від усіх зовнішніх впливів: диму, вологи, пилу, електромагнітного випромінювання. Ця конструкція може витримувати відкритий вогонь протягом 60 хвилин. У такий спосіб забезпечується додатковий рівень захисту устаткування, розміщеного в даті-центрі. Технологія “будинку в будинку” застосовується в області будівництва дата-центру уже багато років і не втрачає своєї актуальності для проєктувальників комерційних дата-центрів, особливо за умови використання сучасних матеріалів.

Важлива вимога бізнесу до аутсорсинговим центрам обробки даних – забезпечення безпеки, гарантія того, що ні персонал дата-центру, ні співробітники інших компаній-клієнтів не одержать доступ до корпоративної

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

інформації замовника. Для цих цілей сучасні комерційні дата-центру оснащуються багаторівневою системою контролю доступу, і в них діє виділена служба безпеки, яка автентифікує відвідувачів і контролює їхній допуск до устаткування. Найчастіше клієнт із міркувань безпеки не може розмістити своє устаткування в загальному машинному залі. Для таких випадків слід передбачити можливості зміни конфігурації серверних залів під потреби замовників, наприклад створення виділеної кімнати для обмеження фізичного доступу до устаткування конкретного клієнта. На жаль, таку можливість надають далеко не всі комерційні дата-центру.

Інший важливий аспект функціонування комерційного дата-центру – необхідність ураховувати майбутній розвиток інформаційних систем клієнтів, у ході якого їм може знадобитися масштабування потужностей, збільшення числа орендованих стійок, перехід до використання устаткування іншого класу. Відповідно, можливості комерційного дата-центру повинні включати розміщення устаткування різного типу й рівня (hi-end-застосунки, блейд-сервери, класичні сервери) і забезпечення максимальної гнучкості й оперативності масштабування для інформаційних систем замовників. При проектуванні аутсорсингового дата-центру слід урахувати необхідність забезпечити як нарощування потужностей, так і безперервність функціонування бізнес-додатків клієнтів. При цьому масштабування повинне бути одночасно прозорим і непомітним для замовників комерційного дата-центру. Очевидно, що великі комерційні дата-центри мають більшу гнучкість щодо цього. Але на додаток до можливостей масштабування ІТ-інфраструктури замовників за рахунок величини дата-центру можна надати клієнтам і інші переваги

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

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

Тема створення й експлуатації фізичної інфраструктури центрів обробки даних (дата-центру) за останнє десятиліття зробила якісний стрибок. Вона стала досить популярною й з вузькоспеціалізованої області перемістилася у фокус інтересів великої кількості компаній, які тією чи іншою мірою використовують інформаційні технології й устаткування у своєму бізнесі або мають безпосереднє відношення до тематики дата-центру. Де-факто дата-центри стали відігравати роль консолідуючої точки взаємодії компаній різних сфер економіки, до яких можна віднести ІТ-компанії, розроблювачів ПЗ й устаткування, компанії, які працюють у сфері послуг – телекомунікаційних, будівельних, енергетичн інфраструктурні проекти, що реалізують, а також системних інтеграторів.

Дата-центр, як і будь-яка складна система, вимагає розгляду завдання проектування в комплексі з урахуванням значної кількості зв'язаних факторів для досягнення компромісів і пошуку оптимальних конфігурацій техніко-економічної властивості. При цьому слід помітити, що застосування в сукупності яких-небудь конкретних рішень в області дата-центру зовсім не гарантує одержання гідного результату. Навіть якщо вони позиціоновані як призначені для рішення даних завдань. Також не завжди можуть бути розглянуті фактори взаємного впливу, реалізації перспективних технологій, їх сполучення із класичними архітектурами систем та інші моменти.

Якщо говорити про конкретних фахівців, на яких покладають завдання приватного або комплексного проектування або керування проектами, то тут цікаво відзначити наступні моменти. Як правило, для зручності роботи

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

проектувальники у своїй практиці формують із вимог великої кількості нормативних документів набір емпіричних правил. Ці правила у свою чергу доповнюються існуючою проектною практикою й опираються на прецеденти з багатого досвіду. Для головних інженерів проекту або функціонально аналогічних фахівців, які визначають загальну технічну політику, уміння виділяти й формувати ключові принципи є принципово важливим. Перспективно запропонувати таким фахівцям загальні аналогічні підходи в області технологічного проектування дата-центру, які дозволять їм гнучко підходити уводити, увести до ладу розглянутим питанням, ухвалювати тих або рішення, опираючись на більш широкий базис.

У даній роботі розглядаються всього лише п'ятнадцять правил системної властивості, які формують багатополярний і зважений підхід до проблеми, дозволяють ухвалювати компромісні рішення при проектуванні дата-центру. Захід корисності й внесок того або іншого правила для конкретних практичних додатків читач може оцінити самостійно, так само як і доповнити ці принципи своїми.

Коротко сформулюємо дані правила:

1. Робіть технологічний розділ.
2. Дотримуйте вітчизняних стандартів.
3. Сумнівайтеся у всьому.
4. Вирішуйте від завдань.
5. Робіть збалансовані рішення.
6. Уникайте зв'язаних рішень.
7. Проектуйте як можна простіше.
8. Застосовуйте уніфікацію.
9. Створюйте дата-центр добротним.
10. Безпека людей первинна.
11. Не забувайте про дріб'язки.
12. Розглядайте гірший випадок.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

13. Думайте про інтереси всіх сторін.
14. Озвучуйте ризики клієнтові.
15. Проекуйте на перспективу.

Розглянемо кожне з даних правил більш докладно. При цьому відразу слід звернути увагу на відмінність термінів «проектна документація» і «проект». Останній термін буде застосовуватися до опису повного циклу реалізації дата-центру – від ідеї до експлуатації.

Правило № 1

Робіть технологічний розділ

Часто серед ІТ-фахівців або пов'язаних із дата-центру професіоналів виникає улюблене й риторичне питання філософського плану: чому дата-центр відрізняється від серверної кімнати? Залежно від світогляду колег по індустрії і їх визначення понять дата-центру і серверної може бути даний широкий діапазон відповідей: від ніякої різниці до ґрунтового гідного переліку нюансів.

Якщо припустити, що різниця в термінах все-таки існує, то одним з універсальних відповідей, на який слід звернути увагу, є наступний: у підході до постановки завдання, методах і принципах проектування. У дата-центрі усі технічні рішення повинні бути підлеглі конкретним цілям, об'єднані єдиним логічним змістом функціонування й прив'язані до забезпечення основного бізнес-завдання.

Приведемо аналогію. При розробці проектної документації на спеціалізовані об'єкти, будь те виробничий цех або, наприклад, ресторан, у главу кута ставиться бізнес-завдання, яке формулюється технологом у складі розділу ТХ. Дана марка, поряд з архітектурними рішеннями, є відправною для інших розділів проектної документації. Такий же підхід доцільно спроектувати на завдання створення дата-центру.

Розділ ТХ допоможе зв'язати й гармонізувати ІТ-системи дата-центру і телекомунікаційну інфраструктуру (у першу чергу як елементи дата-центру, що приносять реальний дохід) з фізичною інфраструктурою, що забезпечує.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Дозволить уникнути білих плям, розрізненого існування систем, «звалених у купу» в одному приміщенні, проектування інфраструктури заради інфраструктури.

У технологічному розділі повинні бути відбиті наступні питання:

- проведений загальний опис технологічних рішень;
- виділені основні технологічні зони;
- зазначений перелік, розміщення й логіка роботи технологічного устаткування;
- сформульовані вимоги до інженерного забезпечення технологічного устаткування й варіанти забезпечення даних вимог;
- показаний взаємозв'язок між усіма елементами системи;
- визначені основні технологічні параметри, хоча б у макропоказниках.

Основою при створенні технологічного розділу є планувальні рішення дата-центру, або Room Layout (в англomовній термінології).

Розробка технологічного розділу несе пряму практичну користь для всіх учасників проекту: замовника, проектної команди, третьої й наступних сторін, які можуть бути залучені в проект на будь-якому етапі.

- дата-центр представляється як єдиний об'єкт, конкретні технічні рішення ухвалюються в канві єдиної логіки й з урахуванням інтересів усіх учасників проекту;
- є технічний опис для підтримки прийняття економічних рішень;
- розділ сприяє збалансованості проекту в цілому;
- розділ обмежує максимальні потреби в ресурсах;
- ключові топології й схеми затверджуються для подальшої розробки;
- розділ відповідає на запитання, чому ті або інші рішення були прийняті;
- клієнт має формальну виставу про те, що він одержить.

Українська система розробки проектної документації в будівництві для технічно складних об'єктів історично має досить налагоджену й формалізовану процедуру стадійного проектування:

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- ескіз або концепція;
- стадія «Проект» або «Проектна документація» (раніше – техніко-економічне обґрунтування);
- робоча документація.

Робити або не робити всі кроки, визначення повноти кожного розділу або їх об'єднання – усе це залежить від особливостей і масштабу проекту, бажання клієнта, культури проектування виконавця. Як описувати й формувати розділ, названий тут «технологічним», особиста справа кожного фахівця. Проте при розробці документації повинен бути знайдений формат документа, який відіб'є всі вищевикладені питання.

Правило № 2

Дотримуйте вітчизняних стандартів

У спадщину від радянської системи нормативної документації нам дісталися десятки тисяч стандартів. В українських реаліях уже більш десяти років триває реформа в області технічного регулювання. Усе це накладає певний специфічний відбиток на процес проектування й використання стандартів як точки опори при прийнятті рішень.

Реформа змінила обов'язковий характер дотримання стандартів убік рекомендаційного, додала імпульс до руху убік світової практики, гармонізації й запозичення. З'явилися нові види нормативних документів. Виконання більшості стандартів при цьому в цей час носить добровільний характер, обов'язковими залишилися стандарти, які впливають на безпеку життєдіяльності. Ситуація збільшується тим, що профільних вітчизняних нормативних документів практично ні, а застосовне, практичне використання вимагає певного навички, уміння аналізувати й трактувати. Немаловажним є постійне відстеження поточної ситуації в області технічного регулювання й розуміння фактичних і юридичних наслідків застосування того або іншого документа.

Слід дати кілька рекомендацій, які дозволять уникнути проблем і в той же час одержати бажані технічні кондиції. Необхідно:

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- прописувати стандарти або необхідні вимоги в договорах і технічних завданнях;
- при порівнянні вимог використовувати найбільш тверді;
- розробляти власні стандарти;
- строго впливати обов'язковим державним стандартам (архітектура й конструктив, пожежна безпека, екологія, електропостачання).

Правило № 3

Сумнівайтеся у всіх

Як уже говорилося вище, при створенні дата-центру інженери-проектувальники зустрічаються із цілим рядом проблем інформаційно-нормативної властивості. Цьому сприяють технології, що постійно розвиваються, підходи, віяння й тенденції, актуалізація й перегляд стандартів і інших нормативних документів. Наявність різних міжнародних експертних і консультативних організацій, які формують додаткові нормативні документи у вигляді, наприклад, кращих практик або технічних документів. Виклад проблем і питань, пов'язаних із принципами побудови дата-центру конкурентним образом, аж до суперечливих поглядів і підходів усередині професійного середовища. Додають плутанини агресивні моделі продажів устаткування й рішень від вендорів, які відзначають гідності, але приховують недоліки, поверхово ставляться до питань інтеграції, роблять некоректні порівняння маркетингового плану на користь свого рішення. Усе це збільшується принциповою складністю завдання комплексного проектування, а також необхідністю враховувати специфіку українського законодавства й регулюючих документів.

Корисний висновок, який можна із усього це зробити: абсолютних рішень не існує, потрібно сумніватися у всьому.

Тезовим образом можна сформулювати деякі практичні ради, які допоможуть поліпшити якість проекту. Кожний з них має свої за й проти.

- Підтримка професійного рівня фахівців, які зможуть бути в курсі новинок і проводити самостійний аналіз.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

– Скептичне відношення до застосування нових «смажених» технологій, пошук сильних і слабких сторін, аналіз «уявної» вигоди в порівнянні із класичними рішеннями.

– Звертання до зовнішньої експертизи, яку можуть надати незалежні спеціалізовані або комерційні організації, вендори, а також приватно експерти-фрілансери.

– Використання готових комплексних рішень, які при цьому є однозначно більш дорогими й накладають певні обмеження на перспективні модернізації.

– Облік технічних, юридичних, економічних і інших наслідків впровадження того або іншого рішення.

Правило № 4

Вирішуйте від завдань

Раніше згадувалося, що одним з типових оман є створення фізичної інфраструктури заради неї самої. При побудові дата-центру вибираються й створюються системи електроживлення й кондиціювання, газового пожежогасіння і т.д. Кожна окремо й, як правило, усі разом вони є «верхи досконалості».

Подібна робота, безумовно, важлива, але як можна розглядати питання проектування дата-центру без оцінки потреб ІТ-устаткування, яке буде розміщено в ньому? Подібна ситуація часто зустрічається при проектуванні комерційних дата-центрів, коли неясні передбачувані потреби орендарів або корпоративних клієнтів, коли невірно оцінені власні потреби. У цьому випадку проявляється стійка тенденція робити все по досяжному максимуму ресурсів, які доступні для конкретного майданчика. Однак дата-центр, побудований по максимуму, може виявитися зовсім не затребуваним, а це значить, що ККД буде низьким і економіка бізнес-процесу буде страждати.

Для ілюстрації можна сформулювати дві тези.

Могутніше – не значить краще. Домірність завданням.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Найважливішим критерієм є вибір тих або інших рішень відповідно до передбачуваних завдань. Чим вірніше будуть оцінені потреби, тем успішніше буде проект. Що означає змусити шафами всю площу, розподілити всю доступну електроенергію між шафами, вивести дата-центр на рівень максимально можливого Tier? Це значить примусити до необґрунтованих витрат клієнта й поставити під загрозу реалізацію проекту. Чи вірний це підхід?

Типовий приклад: некритичний до часу простою дата-центр, завдання якого за рівнем надійності цілком відповідають Tier I або Tier II, про всякий випадок позиціонують як Tier III або Tier IV. За результатами проектування й визначення вартістей бюджет і бізнес-план починає тріскотіти по швах. Починається зменшення вимог, наприклад, по частині нібито некритичних систем. Проект перекроюється на ходу, стає незбалансованим, спрощується настільки, що вже не відповідає ніякому Tier. Такий дата-центр (або це вже ІТ-смітник) потрібний клієнтові? Може бути, ринку? У цьому випадку й проектна команда, і замовники займалися самообманом.

З іншого боку, при певних моделях бізнесу доступність і надійність ІТ-устаткування може бути підвищена іншими методами, наприклад, шляхом створення розподілених майданчиків з резервуванням, дуплікуванням даних і т.д. Тобто слід відсторонитися від фізичної інфраструктури дата-центру, глянути на проблему надійності ширше, вийти за рамки штампів, що нав'язують, по фізичній інфраструктурі й використовувати можливості телекомунікаційних і ІТ-систем.

У якості ще одного прикладу відповідності рішень перспективним завданням можна дуально проаналізувати популярну останнім часом ідею реалізації дата-центру з використанням високонавантажених стійок, потужність кожної з яких становить від 15 до 30 кВт, а то й вище. Немає сумнівів у тому, що поточний розвиток ІТ-устаткування створює перспективи для таких потреб. Однак на протигагу потрібно враховувати й такі широко відомі факти: у світі середня потужність на одну стійку становить близько 5 кВт, і часто орендарі,

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

особливо в Україні, не прагнуть сусідити в одній шафі з іншими орендарями, воліючи викуповувати цілу шафу, нехай вона і використовується тільки наполовину або на дві третини.

Вирішуйте від економіки

Будівництво дата-центру – досить витратна річ. Якщо ж говорити про інвестиції, то будь-яке вкладення у високі технології – це проекти, що володіють високими ризиками. Крім технічних або топологічних параметрів в аналіз проектних рішень вступають фактори економічного плану, які слід ухвалювати в розрізі: застосовність – функціональність – економічна доцільність.

Слід оцінювати витрати як капітальні (CAPEX), так і операційні (OPEX). Звичайно вони мають полярні залежності, і потрібно вирішувати завдання по пошукові оптимуму.

У якості ілюстрації розглянемо популярну тему впровадження нових «зелених» технологій. Питання для України не очевидне. Вартість ресурсів ще низька, а витрати ґрунтовні. Строк окупності технології може бути зіставимо з життєвим циклом дата-центру. Так чи коштує їх впроваджувати? У кожному випадку потрібно вирішувати індивідуально.

Ще одним важливим фактором є параметри, які закладаються в бізнес-план, коли вибудовується модель окупності дата-центру. Що реально продається або на чому працюються гроші у випадку кінцевого клієнта? Може трапитися, що вважати в реках і юнітах не дуже правильно, якщо в бізнес-моделі гроші працюються на бітах і флопах. І якщо ми оцінюємо дата-центр як інформаційний масив, те можливе знаходження цікавих технічних рішень у сфері фізичної інфраструктури, які можуть відрізнитися від класичних схем.

Правило № 5

Робіть збалансовані рішення

Під збалансованістю рішень розуміється наскрізна відповідність якомусь заданому рівню всіх складових дата-центрів у декількох розрізах і з метою реалізації основного бізнес-завдання. Основні параметри дата-центру повинні

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

бути збалансовані, тобто відповідати один одному. Тут важливо помітити, що збалансовані рішення – не обов'язково застосунки зв'язані, і це питання буде розглянуто далі в Правилі № 6.

Обмеження по одному із ключових параметрів зведе функціональні можливості дата-центру до цього самого обмеження. У якості основних можна виділити збалансованість у розрізах:

- по макропоказниках;
- по технічних рішеннях;
- за вартістю рішень.

Збалансованість по макропоказниках

Для аналізу дата-центру можуть бути застосовані загальнопоширені або певні самостійно коефіцієнти й показники.

Кожний з таких показників добре відомий і, як правило, фігурує в описі технічних характеристик дата-центру. Тут можна відзначити різноманітні питомі показники: площа на шафу, потужність електроенергії на шафу і т.д., а також найбільш популярний на справжній момент макропоказник – PUE (або DCiE (DCE, DCPE) – величина, зворотна PUE), який по популярності останнім часом поза конкуренцією.

Розглянемо приклад. Обмеження, що накладаються при плануванні/розрахунках PUE. Для одержання «гарних» (близьких до одиниці) значень PUE очевидно потрібно підвищити споживану устаткуванням потужність і знизити потужність, яку витрачають інші споживачі. Однак для повноти аналізу не можна оперувати тільки двома максимальними цифрами – потрібно розглядати систему в цілому, проводити комплексний аналіз при різних режимах роботи, при неповному завантаженні і т.д. Інакше можна одержати «віртуальне» прийнятне значення PUE, яке на практиці буде далеко від ідеалу. А практичного результату при цьому прийде чекати цілий рік.

Більш цікавими показниками з погляду виконання реальних бізнес-завдань є параметри по продуктивності, які останнім часом набирають вагу. DCP

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

(продуктивність дата-центру), який показує, що ж на виході видає дата-центр стосовно витрачених ресурсів.

$$\text{Datacenter Productivity} = \text{Useful Work} / \text{Total Facility Power}$$

Збалансованість по технічних рішеннях

Різні системи оцінки надійності (Tier I–IV, Tier 1–4, Critically Levels, STARS, інші клони й варіації) так чи інакше відповідають один одному й ніяким образом не гарантують певний час простою.

Тоді чому ж вони так популярні, особливо Tier, у Україні?

У рамках розгляду даного правила можна запропонувати провокаційна теза, що використання даних класифікацій саме й формує баланс по технічних рішеннях і тим самим поліпшує архітектуру дата-центру. При цьому бездумне проходження пунктам метрик найчастіше неефективно. Воно не враховує можливих локальних умов, модифікація яких можлива тільки після трактування того або іншого показника. При аналізі важливо зрозуміти підхід і логікові, чому так зроблене, що коштує за прийнятими рекомендаціями.

Який рівень технічних рішень слід вибирати? Це залежить від рівня й важливості завдань. Tier III або Tier IV, до яких прагнуть «про всякий випадок», виправданий, тільки коли мова йде про життя людей і системи життєзабезпечення, системостворчих державних і фінансових інститутах, об'єктивно критичних сервісах.

Збалансованість за вартістю рішень

Вартість рішення є не тільки економічним параметром – це й один з найважливіших параметрів оцінки якості рішення.

Для збалансованості можна припустити, що всі складові дата-центру повинні лежати в одному ціновому сегменті. дата-центру у смітнику (Trash Data Centers) – дуже гарна ідея й рішення. Але це ідея, що ілюструє нижній ціновий сегмент некритичних до часу простою сервісів.

На закінчення Правила приведемо кілька ідей, як одержати збалансовані рішення. Необхідно:

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- виробити рішення, опираючись на обраний рівень;
- застосувати й скористатися ідеологією оптимізованого по продуктивності дата-центру (POD), яка просувається деякими організаціями;
- максимально використовувати рішення від одного виробника або від спільних альянсів.

Правило № 6

Уникайте зв'язаних рішень

Попереднє Правило рекомендує робити збалансовані рішення, а поточне, на перший погляд, суперечить йому. Тонка грань відмінності між цими двома принципами й уміння правильне їх застосовувати визначає одну зі сторін мистецтва проектувальника.

Основний зміст Правила № 6 – зробити застосунок гнучким і масштабованим, закласти на етапі проектування кілька ступенів волі.

Дата-центр є складним багатофакторним комплексом. На етапі проектування можна розробити й збалансувати дата-центр, однак це не дає гарантії, що моделювання було проведено успішно або були враховані всі фактори. Також на стадії реалізації проекту можуть вноситися зміни. Усе це приводить до того, що при керуванні змінами в проекті при наявності зв'язаних рішень дата-центру починає «тріскотіти по швах». Якщо в проекті параметри були задані жорстко, а системи так само жорстко були зв'язані між собою по цих параметрах, то рух одного з них у кожній із систем може зажадати перепроєктування дата-центру у цілому.

Уникайте технічно зв'язаних рішень

При проектуванні слід задати запас по варіативних параметрах, але не на розвиток, як у нас часто прийнято обґрунтовувати, а на балансування дата-центру і адаптацію під конкретні потреби. У практичному плані величини запасу повинні лежати в межах 10-25 %.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Як приклад можна привести популярну останнім часом ідею дата-центру змінної щільності (Density Zone). Тут формуються три рівні завантаженості дата-центру по продуктивності ІТ-устаткування (наприклад, у рамках модуля):

- зона високої щільності;
- зона середньої щільності;
- зона низької щільності.

Вигоди від такого підходу полягають у мінімізації забезпечення ресурсами про запас, зменшенні експлуатаційних витрат на 30–40%. Висока щільність забезпечується тільки там, де необхідно. При цьому рішення повинні дозволяти швидко й без капітальних вкладень реконфігурувати зону на один щабель нагору або вниз.

Уникайте економічно зв'язаних рішень

Заміна невірної застосованого технічного рішення може зажадати капітальних витрат на модернізацію. Аналогічні витрати знадобляться у випадку неправильного позиціонування дата-центру в економічній моделі. Замість того, щоб приносити доходи, дата-центру стане збитковим, тяжким тягарем.

Прикладом реалізації гнучкого з економічної точки зору дата-центру є дата-центр змінного рівня (Multi-Tier DC). У рамках одного об'єкта формуються модулі дата-центру – кожен зі своєю прив'язкою до рівня Tier. Відбувається диверсифікованість дата-центру під різні ІТ-завдання й сервіси зі своїм рівнем цінової політики.

Потреба в тому або іншому рівні сервісу із пропорційними витратами визначається ринком. Вигоди від даного підходу полягають у витратах на формування тільки базового рівня сервісу, зменшуються капітальні й експлуатаційні витрати, з'являється можливість гнучких реконфігурацій, а виходить, росте економічна ефективність використання дата-центру.

Рішення повинні дозволяти швидко й без капітальних витрат реконфігурувати модулі під необхідний рівень сервісу на один щабель нагору або вниз.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Правило № 7

Проектуйте як можна простіше

Кожний активний або нестаціонарний елемент інженерних систем дата-центру є потенційною точкою відмови. Такими елементами можуть бути як великі блоки, так і локальні: контакти, рознімання, стики, перехідники, пристрої комутації і т.д. Ступінь впливу кожної такої точки відмови на працездатність дата-центру нерівномірна й повинна бути оцінена в частині потенційних наслідків.

Перебільшуючи, можна вказати, як часто при проектуванні проста схема, на догоду додатковим (найчастіше незатребуваним) сервісам або просто ідеям і бажанням, обростає додатковими елементами, рішеннями. Негативні ознаки, через які треба у свою чергу йти на чергові ускладнення. А чи є дійсна вигода від ускладнення схем, топологій, рішень і т.д.? Мудрована схема дорожче, чи навряд надійніше, суужніше в розумінні, при цьому вповільнюється час реакції в аварійній ситуації й ухвалення рішення по її ліквідації або мінімізації збитку.

У якості приватної ілюстрації (без претензії на рекламу) можна привести рішення з коминковою трубою над шафою, при якій у системі повітрообміну відсутні активні елементи, крім тих, які перебувають у прецизійних кондиціонерах.

Правило № 8

Застосовуйте уніфікацію

У продовження попереднього Правила хотілося б відзначити очевидний рішення, який допоможе зробити дата-центр простіше. Очевидно, що пройшли ті часи, коли підряд на створення дата-центру був разовим замовленням, а сам дата-центр – штучним виробом. Дозволити зараз таку розкіш можуть тільки при будівництві великих дата-центрів з реалізацією певної ідеї. Більшість дата-центрів, які створюються в цей час, мають досить стандартне компонування й устаткування. Уніфікація є наслідком масштабного промислового виробництва устаткування й великої кількості проектів.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Уніфікація дата-центру може бути реалізована на будь-якому рівні – від однакових болтів для кріплення устаткування в шафах до закінчених модульних або контейнерних рішень під ключ.

Вигода від використання уніфікованих рішень очевидна: зменшення часу розгортання й відновлення після аварії, сумісність і взаємозамінність компонентів, економія на запасному устаткуванні й матеріалах.

У черговий раз можна проілюструвати дане правило прикладом з життя. Припустимо, що на одному об'єкті існує кілька установок газового пожежогасіння. Згідно з вітчизняними нормами в області пожежної безпеки, на об'єкті повинен зберігатися запас балонів з газовою сумішшю для відновлення працездатності системи протягом доби. Якщо при проектуванні застосувати уніфікацію газових балонів, то для виконання вимоги по резерву досить буде тримати балони тільки на саму більшу установку. Тим самим досягається досить істотна економія й зменшується місце на складі, необхідне під розміщення резерву.

Правило № 9

Створюйте дата-центр добротним

Дата-центр повинен бути зроблений доботно. У це слово закладається й забезпечення надійності, і необхідна якість, і закладений запас міцності. Надійність системи в цілому є сукупністю характеристик надійності її компонент, їх зв'язку й впливу один на одного. Усі застосовувані рішення бажані для реалізації в одному рівні якості (це питання вже зачіпалося при описі збалансованості дата-центру). Слід мінімізувати кількість точок відмови. Аналізувати можливий запас міцності на працездатність навіть при відсутності винного обслуговування.

При застосуванні того або іншого устаткування або матеріалів, якщо з'являються сумніви, слід вивчити технічні характеристики, що заявляються, і показники надійності. Основними показниками є термін служби й ресурс. Також потрібно уточнити статистичні дані, розрахункові й прецедентні: імовірність

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

безвідмовної роботи, середній час наробітку до відмови або на відмову. При схожих економічних параметрах слід робити вибір на користь більш відказостійких рішень. Немаловажним фактором тут є неформальна репутація устаткування на ринку, яку, безумовно, потрібно брати до уваги.

Виходячи з даних по відказостійкості, а також логіки функціонування дата-центру, слід ухвалювати рішення про резервування, дублювання й інших практичних і відомих схемах підвищення надійності. Як відомо, скупий платить двічі. Реалізація тих або інших схем забезпечення надійності повинна опиратися на цифри очікуваних втрат у випадку простою. Тут слід дотримуватися розумний балансу й розраховувати ймовірності виникнення події з величиною збитку, який може бути нанесений цією подією.

І ще один немаловажний фактор, який меншою мірою ставиться до етапу проектування, але може бути застосований у рамках авторського нагляду. Слід стежити за добротною і якісною реалізацією проектних рішень. Навіть саме надійне устаткування може бути халтурно змонтоване, а неповний комплекс пусконаладжувальних робіт не дозволить реалізувати всі функціональні можливості.

Правило № 10

Безпека людей первинна

Однієї з очікуваних характеристик правильно побудованого дата-центру є безпека. При цьому виділяють безпеку фізичну, протипожежну, інформаційну.

Ще однієї найважливішою стороною реалізації безпеки є забезпечення нормального, безінцидентного знаходження й роботи в дата-центру персоналу й відвідувачів.

Цікаво виділити два випадки.

Забезпечення безпеки людей не вступає в конфлікт із технічними системами безпеки. У цьому випадку необхідні заходи повинні бути реалізовані в проектних рішеннях або виконуватися адміністративними механізмами при експлуатації дата-центру. Прикладом першої тези може бути, наприклад,

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

установка захисних конструкцій, що обгороджують, які б перешкоджали потенційним травмам на виробництві. Так, при проектуванні часто забувають установлювати поручні на перепадах висот фальшполу, пандусах або сходах. Для ілюстрації другої тези можна привести випадок, коли відкрита плитка фальшполу приводила до перелому ніг співробітника.

Другий інцидент виникає, коли безпека людей залежить від працездатності дата-центру або торкається логіки роботи технічних систем безпеки. У цьому випадку слід указати, що безпека людей первинна. Як правило, основна увага даного питання лежить в області пожежної й електробезпечності. Відомо, що вихід газу установки пожежогасіння повинен бути заблокований у випадку знаходження в дата-центру людей. Шляхи евакуації повинні бути вільні, навіть якщо це порушує концепцію фізичної безпеки об'єкта. У цьому випадку слід ухвалювати додаткові заходи, що компенсують.

Також додаткові або спеціальні рішення повинні бути реалізовані, якщо за умовами функціонування дата-центру зобов'язано забезпечити безперервну роботу. Наприклад, для запобігання техногенної аварії. Модель забезпечення безпеки в цьому випадку також повинна виходити з основного принципу – безпеки людей.

Правило № 11

Не забувайте про дріб'язки

Як відомо, є достатня кількість прислів'їв і приказок про важливість незначних на перший погляд речей. Наприклад, «диявол криється в дріб'язках» або «малий золотник, так доріг».

Що відбувається із системами або компонентами дата-центру, користь і потреба яких не зовсім очевидна? Виконавець починає про них забувати, а клієнт – заощаджувати!

В одному із дата-центрів проектувальники встановили прозорий фальшпол, щоб відвідувачі дата-центру бачили логічну, прекрасно організовану структуру комунікацій, розташованих у підпільному просторі. Зрозуміло їх

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

бажання підкреслити гідності свого дата-центру, особливо в тому місці, де можна розслабитися й зробити як потрапило – однаково ніхто нічого не побачить. Ознака професіоналізму – доводити справа до логічного кінця, до останньої деталі – тієї самої «дріб'язку».

Схожа категорія рішень по якості повинна бути наскрізна для всіх систем дата-центру. Відмова незначного або малопомітного компонента може привести до збою роботи дата-центру, з однієї сторони. Неуважність до дріб'язків при експлуатації може також привести до аварійної ситуації, яка може бути спровокована в тому числі й людським фактором. Незначна в технічному плані або за вартістю частина системи або комплексу дата-центру може стати досить реальною точкою відмови або суттєво знизити сервісні функції.

У якості типових прикладів безпам'ятності, особливо при реалізації українських проектів, можна вказати, наприклад, відсутність правильна зробленого маркування дата-центру або функціонального заземлення.

Правило № 12

Розглядайте гірший випадок

Дане правило не призиває читача мати рішення на всі випадки життя, включаючи також ядерну війну або навалу інопланетян. Проте прийняті рішення повинні опиратися на аналіз потенційних подій або модель ризиків, якщо вона існує. З одного боку, слід обмежувати коло зовнішніх подій, які можуть трапитися в недалекому майбутньому стосовно до доцільності підтримки бізнес-процесів і працездатності дата-центру як з погляду економіки, так і здорового глузду. З іншого боку, не слід бути безтурботними, забувати або не взяти до уваги ризику, від яких ніхто не застрахований.

Другий аргумент на користь даного правила – принцип підтримки прийняття проектних рішень. Якщо є можливість зробити добре, то навіщо робити погано? Припущення гіршої ситуації буде додатковим критерієм і дозволить зробити правильний вибір при рівності за й проти декількох проектних рішень.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Наприклад, знаходження дата-центру нижче рівня землі або в заплаві водойми навіть за умови наявності прекрасної гідроізоляції й зливової каналізації, а також сигналізації про протічках, коли в стандартних умовах майданчику не загрожує затоплення, не є правильним. Що може трапитися, – рано або пізно відбудеться. Персонал, який обслуговує дата-центр, повинен виконувати всі регламенти або приписання, бути уважним і зосередженим, але це не виходить, що не потрібно вбудовувати у свої рішення «захист від дурня» або систему оповіщення про критичну ситуацію, до якої може привести можлива недбалість персоналу.

Правило № 13

Думайте про інтереси всіх сторін

Звичайно при проектуванні й будівництві дата-центру доводиться вирішувати величезна кількість поточних завдань. У цьому вирі подій на задній план іде розгляд питання експлуатаційної придатності дата-центру і його окремих систем. Питання ж про капітальну реконструкцію або взагалі конверсії майданчика представляється чимсь із області фантастики. Облік сподівань інженерів по експлуатації дата-центру може бути зрозумілий або тими, хто побував у їхній шкірі, або придбаний з багаторічним досвідом. Розгляд даного правила може бути презентовано в різних ракурсах. Часто при розробці об'ємно-планувальних і інших рішень на догоду одержання максимальних показників забуваються вимоги по елементарних сервісних зонах обслуговування, зручності доступу до замінних елементів системи і т.д. Доходить до того, що заміна великого блоку якої-небудь системи неможлива без зупинки дата-центру або проведення спеціальних будівельних робіт. При виборі рішень потрібно враховувати, які з них є менш витратними при експлуатації, наскільки доступні запчастини й видаткові матеріали, наскільки складно знайти фахівців, які будуть обслуговувати спроектовану екзотичну систему, скільки становить параметр часу відновлення після збою або аварії. У проекті обов'язково потрібно враховувати ЗПП, формувати його состав. У проект також необхідно закласти необхідний

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

сервісний інструмент: присоски для підняття фальшполу, викрутки, ліхтарі. При цьому визначити їхнє розташування й навігацію, яка дозволить одержати швидкий доступ у випадку аварійної ситуації. Як уже говорилося раніше, при проектуванні слід закладати можливості регулювання параметрів систем, що також є важливим для експлуатації. Схеми автоматики й диспетчеризації повинні бути зрозумілі й логічні. Може бути реалізована система підтримки ухвалення рішення. Можна вмонтувати у функціонал нагадування про сервісне обслуговування. Якщо клієнтові потрібно, бажане надати допомогу в розробці процедур, регламентів, ситуаційних карт.

Правило № 14

Озвучуйте ризики клієнтові

Багато рішень дата-центру є інноваційними. При цьому, як уже говорилося, вони можуть бути не до кінця доробленими, і чи навряд клієнт захоче виступати в ролі «бета-тестера». А можуть бути самопальними, створеними кустарним способом, що теж ризиковано, тому що надійність непромислових рішень може викликати питання. Ініціація суперсучасних технологій звичайно йде з боку клієнта, який «понаслухався, поначитався» або прагне, щоб усе було «круто». У боротьбі за ексклюзивні показники енергоефективності або інші «фішки» у технічних завданнях іноді прописуються рішення й параметри, які або не мають під собою бази, або суперечать самі собі. Та й реалізація їх перебуває під великим сумнівом. Іноді в главу кута ставиться одна із систем, яка накладає велику кількість обмежень на суміжні системи, архітектуру, увесь дата-центр у цілому. Можливо, у якихось конкретних ситуаціях це непогано, але при цьому проектувальникам категорично не рекомендується займатися самовільним прийняттям рішень. Слід озвучувати всі видимі й передбачувані ризики клієнтові, докладно працювати з ним на кожному етапі проекту. Тим самим можна добитися більш рівного плину проекту, убезпечити себе від подиву клієнта на останньому етапі, коли він побачить, що це зовсім не той дата-центр, який йому представлявся. При будь-якому сумніві дуже корисно сформулювати проблему

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

перед клієнтом. По-перше, формальне формулювання питання вже, як відомо, дає половину відповіді. По-друге, якщо проектувальник не перекладає відповідальність на клієнта, те як мінімум утягує його в процес ухвалення рішення.

Правило № 15

Проектуйте на перспективу

Інформаційні технології, а слідом, мабуть, і інфраструктурні рішення міняються настільки швидко, що є ризик їх морального старіння за час циклу реалізації проекту. Єдиний спосіб якось урахувати й компенсувати цю ситуацію – дивитися ледве далі, на перспективу, і ухвалювати відповідні технічні рішення. Планування дата-центру у Україні вперед на 3-4 роки, на наш погляд, є оптимальним. З урахуванням реалізації проектів дата-центру строком до двох років у практичному змісті цілком достатньо цікавитися поточними реалізаціями в США й інших розвинених країнах миру. Хоча при цьому потрібно враховувати, що строки відставання й запозичення рішень і технологій скорочуються, що тенденцій досить багато – одні з них більш популярні в даний момент, інші будуть більш-менш популярні в майбутньому, і не все з них дають однозначно кращий результат. Приводити в рамках даної роботи поточні тенденції є зайвим, віяння й мода проникнули в усі сфери нашої діяльності. Найчастіше за гарною вивіскою криється або добре забуте старе, або утопічна, але заворожлива ідея, а може бути, і класичне рішення, ажиотажно роздуде маркетологами.

Набагато важливіше розуміти, на що опирається дана тенденція, чи затребувана вона, є чи в неї бізнес-рушій, чи можуть бути запропоновані конкуруючі ідеї. Реалізація рішень, які ще не були апробовані, є відчутним ризиком як з погляду техніки, так і економіки. Щоб одержати інформацію, куди рухається ринок дата-центру, досить взяти участь у тематичних конференціях, почитати роботи, для особливо недовірливих – дослідження шановних консалтингових компаній, наприклад Garther. У століття інформаційних технологій це не є проблемою – досить простого бажання.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Висновок

Може створитися враження про консервативний характер наведених правил. Мабуть, це не зовсім так – застосовувати інноваційні рішення можна й потрібно. Уїдливий і педантичний підхід до проблеми, прийняття зважених рішень у спокійній обстановці, розуміння глибинних процесів не є чимсь неправильним при створенні надійних систем. Саме такі риси й професійний підхід до справи властивий більшості успішних головних конструкторів або інженерів – творців складних систем.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – це потужна мова програмування, яка проста у вивченні. Він має ефективні структури даних високого рівня та простий, але ефективний підхід до об'єктно-орієнтованого програмування. Елегантний синтаксис і динамічна типізація Python разом з його інтерпретованим характером роблять його ідеальною мовою для створення сценаріїв і швидкої розробки додатків у багатьох сферах на більшості платформ. Інтерпретатор Python і обширна стандартна бібліотека доступні у вихідному або двійковому вигляді для всіх основних платформ на веб-сайті Python <https://www.python.org/> і можуть вільно поширюватися. Цей же сайт також містить дистрибутиви та вказівники на багато безкоштовних сторонніх модулів Python, програм і інструментів, а також додаткову документацію. Інтерпретатор Python легко розширюється за допомогою нових функцій і типів даних, реалізованих у C або C++ (або інших мовах, які можна викликати з C). Python також підходить як мова розширення для налаштовуваних програм.

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 автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

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

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

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

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

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

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

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

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

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

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Потрібно відзначити, що ринок аутсорсингових дата-центрів в Україні ще перебуває в стадії становлення, але клієнти вже висувують підвищені вимоги до набору послуг. Тепер їх цікавить не тільки надання властиво квадратних метрів і стійок у приміщеннях, оснащених необхідної інженерною інфраструктурою, а цілий комплекс послуг, наприклад можливість розміщення резервного офісу (disaster recovery office) на території дата-центру для забезпечення роботи команди фахівців компанії-замовника у випадку збоїв в інформаційних системах. Дуже важливою складовою пакета послуг сучасного аутсорсингового дата-центру є супровід і технічний обслуговування ІТ-інфраструктури клієнтів силами штатних кваліфікованих ІТ-фахівців дата-центру.

Дата-центр повинен мати надійні канали зв'язку з іншими елементами інформаційних систем клієнтів. Розподілена корпоративна мережа великих компаній звичайно накладено на транспортні мережі одного-двох великих провайдерів зв'язку для забезпечення вимог SLA з боку транспортного середовища передачі інформації. Розміщаючи устаткування в комерційному дата-центрі, багато клієнтів очікують, що телекомунікаційні партнери, з якими вони історично працюють, забезпечать і канали зв'язку в дата-центру відповідно до SLA. Звідси й вимоги до комерційного дата-центру: у ньому повинні бути присутнім основні провайдери зв'язку, а сам дата-центру повинен бути пов'язаний із точками обміну трафіку. При цьому будь-якому операторові, який обслуговує корпоративних клієнтів, повинна бути забезпечена можливість у розумний термін створити свою точку присутності в цьому обчислювальному центрі. Для комерційних дата-центрів, на відміну від корпоративних, принципово важливо просторове розмежування інженерних і інформаційних систем. Значна

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

частина корпоративних центрів обробки даних організована таким чином, щоб інженерні системи й обчислювальні комплекси перебували в одному приміщенні, а в суміжній кімнаті розміщалася зона кроссування СКС. У комерційному дата-центру системи кондиціонування, ІБЖ, щитове устаткування, кроссове устаткування СКС і телекомунікаційних провайдерів повинне розташовуватися окремо від апаратних комплексів клієнтів. Це важливо, оскільки присутність у машинному залі персоналу служби експлуатації дата-центру у процесі планового обслуговування й супроводу інженерних систем може бути потенційно небезпечно для безперервності функціонування ІС замовника.

В Україні поки немає дата-центру, сертифікованих по стандарту ANSI/TIA-942-2005 від Uptime Institute. Однак при виборі дата-центру клієнти зацікавлені в тому, щоб він відповідав певній категорії Tier, найчастіше, не нижче Tier 3. Відповідно, творці комерційних дата-центрів проектують їх із застосуванням таких технологічних рішень, які дозволять скоротити потенційний час простою. Нагадаємо, що категорія Tier 3 допускає простою не більш 1,5 годин у рік, а Tier 4 – усього 24 хвилини.

При будівництві корпоративних дата-центрів багато клієнтів містять сервісний договір про супровід інженерних систем безпосередньо з компанією-підрядником. У комерційному дата-центрі питанням сервісного обслуговування повинне бути приділене набагато більше уваги, тому що ступінь відповідальності виконавця на порядок вище. Тому вже на етапі проектування аутсорсингового дата-центру розробляється комплекс регламентів по організації роботи сервісної служби. Відзначимо, що категорії Tier 3 і Tier 4 припускають наявність у дата-центру служби експлуатації, що працює в цілодобовому режимі для безперервного контролю й оперативного усунення збоїв.

В умовах економічної кризи послуги комерційних дата-центрів здобувають нову споживчу цінність, оскільки дозволяють відмовитися від одноразових капітальних витрат на будівництво корпоративного дата-центру і дають можливість оперативно розмістити ІТ-інфраструктуру організації в

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

аутсорсинговому центрі обробки даних за фіксовану щомісячну плату. Сьогодні, коли багато компаній скорочують бюджети на розвиток ІТ, залишаючи тільки витрати, пов'язані з їхньою експлуатацією й супроводом, варіант розміщення інформаційних ресурсів у комерційному дата-центрі можна вважати раціональним антикризовим розв'язком. Уважний підрахунок операційних витрат (з урахуванням операційних витрат на експлуатацію й обслуговування інженерних систем, електроенергію, а також оренду офісних приміщень для серверних кімнат) показує, що перенос невеликих ІТ-інфраструктур у професійний аутсорсинговий дата-центру, що надає гарантії по якості обслуговування (SLA), є економічно вигідним для ряду клієнтів.

З урахуванням вищеперелічених особливостей проектування корпоративних і комерційних дата-центрів можна рекомендувати великим компаніям будувати корпоративний дата-центр тільки в тому випадку, якщо він буде забезпечувати ІТ-сервіси для всіх (або переважної більшості) бізнес-додатків підприємства і якщо критичність цього дата-центру для бізнесу буде надвисокою. При проектуванні таких дата-центрів слід приділяти особлива увага питанням функціональності, безпеки, надійності й масштабування. Бюджет у цьому випадку не рекомендується розглядати як вирішальний фактор при ухваленні рішення.

Вибираючи дата-центр для некритичних систем, варто прорахувати сукупність усіх витрат, включаючи сховані, такі як утримання штату кваліфікованих фахівців, здатних адекватно поставити завдання по проектуванню й побудові дата-центру, а також забезпечити контроль реалізації проекту на винному рівні. Беручи до уваги швидкість розвитку інформаційних технологій і апаратної бази в області інженерних систем, замовникові в такій ситуації доцільно скористатися послугами аутсорсингового дата-центру.

Невірно думати, що із дворазовим ростом попиту кількість серверного устаткування в дата-центрах також виросте вдвічі. По попередніх розрахунках число фізичних серверів збільшиться максимум на 25 %. Звідки такі розбіжності

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

в цифрах? Не все дата-центри готові глобально замінити старе серверне устаткування на нове. Багато використовують альтернативні способи (більш м'які – еволюційні), для яких потрібен мінімум тимчасових і матеріальних ресурсів. Інша тенденція спостерігається на Іт-ринках США і Європи. Там ріст попиту й наступне за ним збільшення кількості одиниць устаткування в дата-центрах збігаються в цифрах.

5 підходів до модернізації дата-центру

Навіть якщо модернізація дата-центру впирається тільки в один тип устаткування – сервери – знайти єдино вірний шлях не так просто: на остаточне рішення впливають багато факторів. Щоб спростити вибір, виділимо популярні методи, їх плюси й мінуси.

Апгрейд існуючого устаткування

Мабуть, самий м'який і безболісний метод модернізації дата-центру. За певних умов він дозволяє не тільки оновити серверне устаткування, але й заощадити. Якщо замість покупки нового сервера вибрати нарощування обсягів оперативної пам'яті й жорстких дисків, то продуктивність помітно збільшиться, а вкладення будуть мінімальними. Одночасно ми заощаджуємо ще один коштовний ресурс – час. Для трьох- або п'ятирічного сервера нескладно знайти необхідні запчастини. Набагато більше часу й грошей буде потрібно на пошук нових постачальників, перехід на актуальну програмну платформу, навчання співробітників і інші супутні заходи.

Модернізація через апгрейд – легкий, але тернистий шлях. Морально застаріле обладнання залишиться таким на невизначений строк, можуть виникнути проблеми сумісності з новим ПЗ або воно буде некоректно працювати на старому залізі. Крім того, бізнес упустить можливість використовувати останні наробітки в Іт-індустрії, а це зробить компанію менш конкурентоспроможною. Відсутність гарантії (і неможливість її продовжити) – ще один серйозний мінус: у випадку виходу з ладу однієї деталі компанії самій прийдеться вирішувати питання з її пошуком, поставкою й установкою. Часто

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

повноцінної заміни не буде – застарілі компоненти знімаються з виробництва тоді, коли вендор припиняє їхню офіційну підтримку.

Заміна старого устаткування на нове

Самий радикальний (революційний) спосіб модернізувати дата-центру, але й самий правильний з погляду розвитку бізнесу. Дата-центр одержує нове обладнання й ті можливості, які воно відкриває – софт останніх версій, підтримку інноваційних технологій, перехід на інший рівень продуктивності. Кожний новий сервер – це обов'язкова гарантія від виробника з можливістю розширення в майбутньому. Це значить, що на найближчі 5-7 років дата-центру буде врятований від проблем, пов'язаних з підтримкою працездатності серверного устаткування. Єдиний мінус цього способу модернізації – великі фінансові вкладення, але можливі компромісні варіанти – наприклад, лізинг It-устаткування.

Покупка нового обладнання під критичні процеси

Горизонтальна модернізація – це усереднений варіант між апгрейдом і повною модернізацією. У цій моделі найбільш важливі для бізнесу процеси переміщуються на нове обладнання – з гарантією виробника, підтримкою нових технологій і ПЗ. Вторинні процеси продовжують працювати на старому устаткуванні з наслідками, що впливають звідси: відсутністю гарантії, трудомістким пошуком вишедших з ладу компонентів, низькою продуктивністю й слабкою прогностичністю.

Найпростіший і безпечний для бізнесу шлях – виділити старе устаткування під створення й зберігання резервних копій. Тоді пріоритетні завдання будуть використовувати ресурси нових серверів, а застаріла техніка не заподіє шкоди роботі дата-центру, навіть якщо вийде з ладу.

Можна піти ще далі й задіяти гіперконвергентні технології. У цьому випадку на базі спеціального софта створює обчислювальний кластер, який використовує наявні потужності під некритичні процеси й завдання. Тут звичайний фізичний сервер перетвориться в щось більше, тому що поєднує

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

обчислювальні потужності, систему зберігання даних і навіть мережну інфраструктуру. З іншого боку, одна тільки покупка ліцензій гіперконвергентного ПЗ зажадає великих інвестицій. Змусити працювати нові технології на старому устаткуванні неможливо. Але замовляючи нове під гіперконвергентну систему, ви вертаєтеся до того, що це вигідно для розвитку бізнесу, але дорого. Проте цей варіант модернізації дата-центру вважається найбільш перспективним.

Переклад частини процесів у хмару

Поки одні компанії прораховують ризики від переходу на хмарні обчислення, інші активно використовують віртуальний простір при модернізації серверного устаткування. Зручно, що в хмару можна перенести будь-яка кількість сервісів і додатків – усе без винятку або тільки пріоритетні завдання. Вигід від такого рішення більше, чим видається на перший погляд. Немає декількох одиниць устаткування – виходить, ощадливіше витрачається площа дата-центрів (а це глобальна проблема для будь-якого, що розвивається дата-центру!), знижуються витрати на охолодження, електроенергію й адміністрування.

При перекладі частини процесів у хмару обслуговування апаратної частини системи лягає на провайдера послуги. Клієнтові необхідно тільки регулярно оплачувати обчислювальні потужності й віддалено налаштовувати систему під свої потреби, причому друге завдання теж можна делегувати провайдеру. Запити дата-центру знову вирости? Виходить, потрібно перейти на інший тариф – у якому більше обчислювальних ресурсів – і продовжити роботу.

У той же час хмарна інфраструктура має ряд мінусів. Часто підсумкова вартість оплати за послуги провайдера виявляється відчутно вище, чим очікувалося споконвічно. З'являється ризик відмови каналів зв'язку, що приводить до нарощування й ускладненню мережної інфраструктури (а це знову збільшення витрат). Якщо компанії буде потрібно тимчасово наростити потужність – наприклад, на час підготовки бухгалтерського звіту, це буде складно зробити оперативно, а міграція на нове обладнання забере час.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

В українському ІТ-сегменті дотепер підозріло ставляться до хмарних сервісів, коли мова йде про критичних для компанії процесах. Досвід західних колег показує, що ці побоювання необґрунтовані, а у виграші виявляються все: і дата-центр, і його споживачі, і провайдер. Найпростіший і доступний будь-якому бізнесу формат роботи із хмарою – розміщення там дублів: наприклад, поштового сервера або контролера домену. Якщо на основному фізичному сервері вони вийдуть із ладу, «двійник» із хмари продовжить роботу в штатному режимі.

Проектування дата-центру

Проектування дата-центру (центрів обробки даних) – це багатоетапна й досить трудомістка процедура, заснована на стандарті TIA-942

Вимоги при проектуванні дата-центру

Виходячи з положень стандарту TIA-942, можна виділити основні вимоги, які постачальники послуг повинні враховувати при плануванні нового дата-центру.

Безпека

Безпека необхідно забезпечити по двом аспектам: обмежити доступ на мережному (за допомогою вискоєфективних міжмережевих екранів і спеціального ПЗ) і на фізичному рівнях (наприклад, до апаратних елементів системи, за допомогою розгортання систем схованого відеоспостереження, організації охоронних пунктів, використання устаткування з кенсингтонськими замками і т.д.).

Відповідність вимогам пожежної й екологічної безпеки

Перш ніж вибирати приміщення для розгортання дата-центру, необхідно продумати такі фактори, як доступність для обслуговуючого персоналу (у тому числі, оперативного доступу комунальних служб і пожежних служб), а також виключення сусідства з областями високого ризику (аеропортами, хімічними фабриками, атомними електростанціями, метрополітемом, водоймищами та ін.) і заповідними зонами. Крім того, дата-центру необхідно забезпечити фільтро-вентиляційними установками, а також потужною системою охолодження з метою нормалізації температурного режиму в приміщеннях з активно працюючим устаткуванням.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Резервування доступу

Дата-центри потребують резервування живлення у випадку перебоїв у мережі електричного струму. Це завдання допоможуть розв'язати ІБЖ, які здатні забезпечити «життєдіяльність» системи протягом певного періоду часу в моменти повної відсутності подачі живлення. Крім того, деякі виробники ІБЖ реалізують у своїй продукції автоматичне збереження даних, коректне завершення роботи устаткування й відновлення його функціонування після поновлення процесу живлення від електричної мережі. У якості альтернативи або «страхування» ІБЖ можна також установити дизельні генератори, які забезпечують автономне живлення для системи на невиразно довгий часовий проміжок.

Належні показники пропускної здатності мережі

Масштабні дата-центри потребують високопродуктивних елементів мережної ієрархії, які здатні ефективно справлятися з підвищеними мережними навантаженнями.

Висока доступність

При проектуванні дата-центру необхідно продумати альтернативні варіанти підключення до мережі у випадку обриву з'єднання з основним мережним провайдером.

Захищеність кабельної системи

Під розподіл кабельної системи звичайно виділяється кілька окремих приміщень. Стандарт TIA-942 дозволяє використання наступних варіантів кабелів: мідний кабель кручена пари категорії 6 з опором 100 Ом, екранований або з фольгованим екраном, багатопарний телефонний кабель, багатомодовий волоконно-оптичний кабель OM1, OM2, OM3, одномодовий кабель OS1, коаксіальний кабель із опором 75 Ом, а також кабель поліпшеної категорії 6 (Augmented Category 6), який можливо буде прийнятий у наступних відновленнях цього стандарту.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Можливість централізованого керування

Важливим фактором є можливість централізовано управляти елементами мережної інфраструктури. Такий підхід може бути ефективно втілений за допомогою устаткування від Cisco, у якому передбачені різні інструменти як вилученого, так і локального керування (наприклад, KVM).

Класи відказостійкості

Дата-центри мають чотири класи відказостійкості, які впливають на кількість установленого резервного устаткування.

Tier I (N)

Це тип дата-центру, у якому повністю відсутні джерела резервного живлення, з'єднання з альтернативними Інтернет-Провайдерами, а також резервні кабельні розведення й елементи мережної інфраструктури (маршрутизатори, комутатори і т.д.). Такі системи допускають як завгодно тривалі простої.

Tier II (N+1)

Даний клас передбачає забезпечення резервних джерел електроенергії, укладання фальшполів, а також наявність додаткових маршрутизаторів і комутаторів, що функціонують на рівні ядра. Припустимий часовий проміжок простою в рік – близько 20 годин. Надійність такої системи становить 99,7%.

Tier III (N+1)

Цей клас передбачає практично повне дублювання устаткування. Наявність декількох каналів живлення забезпечує стабільну роботу систему при виході з ладу її деяких активних компонентів. Максимально припустимий період простою в рік – приблизно 2 години, а надійність становить 99,9%.

Tier IV (2(N+1))

Найвищий рівень надійності, що передбачає дворазове резервування всіх систем. Такий підхід до побудови дата-центру гарантує безперервну роботу системи навіть протягом тривалих ремонтних робіт або повної відсутності підключення до основної електромережі. Максимально припустимий час простою в рік – до 0,5 години, а надійність цього класу становить 99,99%.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Проектування приміщень дата-центру

Існує три топології побудови дата-центру:

- Топологія дата-центру базова.
- Топологія дата-центру скорочена.
- Топологія дата-центру розподілена.

Проектування

Далі розглянуті ключові особливості проектування основних приміщень, які необхідні для забезпечення успішного функціонування дата-центру.

Проектування машинного залу

Машинний зал – це приміщення з можливістю розширення, у якому розташовано мережне устаткування разом з кабельною системою. Рекомендації для його розміщення – це видалення від ліфтів і сходових кліток. Машинний зал повинен відповідати вимогам стандарту пожежебезпеки NFPA 75, який містить у собі нормативи про розміщення вдалині від джерел електромагнітних перешкод, відсутності в приміщенні відкритих вікон, а також наявності оптимальних умов для доставки й розташування великогабаритних пристроїв. Крім того, дане приміщення повинне мати вихід до ОВК (систем опалення, вентиляції й кондиціювання), автономним джерелом енергії для резервування живлення й бути підключеним до загальної сполучної електромережі.

Проектування кімнати введення

У кімнаті введення розміщається устаткування разом з кабельною системою, які підключаються безпосередньо до інтернет-провайдера. Ця кімната може розташовуватися як усередині, так і зовні машинного залу й також повинна бути постачена окремим виходом до ОВК і резервному ІБЖ.

Проектування головної розподільної зони

Ця зона призначена для розташування центральних маршрутизаторів і комутаторів. Оптимальним розв'язком стане розміщення головної розподільної зони в центрі будинку дата-центру. Нормативні вимоги до вентиляції,

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

енергопостачання й резервуванню аналогічні вказівкам у двох попередніх пунктах.

Проектування горизонтальної розподільної зони

У горизонтальній розподільній зоні втримуються кабелі, що ведуть до апаратного устаткування дата-центру (комутаторам, а також іншим пристроям, що функціонують на рівні локальної мережі). Такі зони повинні бути на кожному поверсі будинку, у якому розташований дата-центр, і розташовуватися так, щоб не перевищувати максимально припустиму довжину магістральних кабелів.

Проектування місця зонного розподілу

Це місце містить усі необхідні кабельні з'єднання. Головною вимогою при проектуванні місця зонного розподілу є загальна кількість з'єднань мідних або коаксіальних кабелів значення, що не перевищує, 288.

Проектування апаратних зон

Апаратні зони містять пристрої, що є кінцевими точками побудованої мережної інфраструктури (наприклад, стійки й розподільні шафи). Окремі елементи цієї зони повинні бути з'єднано один з одним за принципом « точка-точка» за допомогою кабелю довжиною до 15 м.

Проектування апаратних систем зв'язку

Це місце служить для розташування кабельного розведення до вищевказаних зон (головної розподільної й горизонтальної розподільної). Найчастіше апаратну систему зв'язку організують поза машинним залом. Критерії відповідності нормативним вимогам докладно описані в документі ANSI/TIA-569-B.

Проектування допоміжних зон дата-центру

Допоміжні зони дата-центру – це зони, у яких працівники забезпечують підтримку системного устаткування (наприклад, моніторинг споживаної потужності), а також надають різні інші послуги для всього будинку. Відповідність цих зон установлюється безпосередньо із цільового призначення

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

окремих приміщень (наприклад, кімнати для електриків повинні бути оснащені інструментами доступу до керування електропроводкою на всьому об'єкті).

Розміщення стійок і шаф

Основні вимоги до установки стійок і розподільних шаф – це надійна фіксація їх на полу, правильне розташування устаткування усередині (з урахуванням особливостей так званих «холодних» і «гарячих» проходів), а також забезпечення достатньої вентиляції приміщення, у якому вони розміщені.

Проектування кабельної системи

Цей етап можна розбити на кілька положень: установка фальшполів (знімних напольних плит, під якими прокладаються кабелі) і кабельних лотків верхнього розташування (на стінах або під стелею, у якості альтернативи фальшполам), поділ оптичних і мідних кабелів (для мінімізації ризику ушкодження при взаємному терті кабелів), ізоляція кабельної системи від суспільного доступу (за допомогою введення спеціального трубопроводу й аналогічних захищених каналів), а також дотримання максимальне припустимих довжин кабелів.

Резервування дата-центру

Для забезпечення високого рівня відказостійкості дата-центру рекомендується організувати резервні зони перехресного з'єднання й фізично розділені кабельні канали. На практиці це означає установку додаткових (резервних) маршрутизаторів (і аналогічного устаткування, що функціонує на рівні ядра), комутаторів (пристроїв для організації локальної мережі), резервного генератора електроенергії (для підстрахування ІБЖ) і забезпечення з'єднання відразу з декількома інтернет-провайдерами. Подібний рішення також передбачає створення резервних оглядових люків і зовнішніх кабельних каналів, резервних кімнат уведення, головної розподільної зони, магістрального й горизонтального розведення.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

3.2 Розробка структурної схеми

Як уже було відзначено, спостереження про формування тенденції використання індивідуалізованих продуктів було озвучено на зустрічі виробників СКС, ринку не настільки динамічного, якщо не сказати інертного. Довгий час на ньому ніяких значимих змін не відбувалося, і тільки в останні два роки спостерігається підвищена активність, переважно пов'язана з появою нових стандартів, технологій передачі даних і виводом на ринок більш продуктивних компонентів (волокно OM5, мідні лінії Категорії 8).

Уже після зустрічі, проаналізувавши деякі проекти й випадки, коли була потрібна кастомізація (не тільки в частині СКС, але й в інших підсистемах), ми дійшли висновку, що дана послуга найбільш затребувана саме на ринку дата-центрів, причому найбільшою мірою в корпоративних центрах обробки даних. Пояснення тому досить просте.

Власники комерційних дата-центрів найчастіше не мають повної вислови про те, яке саме обчислювальне устаткування захочуть установити замовники і які будуть пред'являтися вимоги по забезпеченню резервування живлення, швидкостям підключення та ін. У силу цих обставин експлуатуючі служби комерційних дата-центрів воліють застосовувати універсальні й модульні рішення.

Власники корпоративних дата-центрів і особливо так званих мегадата-центрів завжди намагаються створити максимально ефективну комплексну систему із середнім строком життя 10-15 років. У результаті вони прагнуть добитися максимальної ефективності в умовах обмеженості ресурсів, з урахуванням особливостей геометрії приміщень і інших, що лімітують факторів. Саме тому й відбувається перехід від створення індивідуальних проектних рішень на базі штатних універсальних продуктів до підготовки повністю індивідуалізованого рішення: індивідуальний підхід у проектуванні, доповнений кастомізованою продукцією.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Як говорилося раніше, великі гравці ІТ-ринку можуть дозволити собі створення абсолютне нового, інноваційного, а часом навіть революційного рішення, у той час як у більшості власників корпоративних обчислювальних центрів таких можливостей немає. Однак, оскільки відповідна потреба є, деякі виробничі компанії орієнтуються у своєму бізнесі саме на приватні проекти й розробку унікальних продуктів під завдання або проект.

Наприклад, у рамках реалізації проекту для одного з комерційних дата-центрів передбачається поставити 1400 стійок, розроблених під замовлення (Даний проект є виключенням, яке, як відомо, підтверджує загальне правило про те, що кастомізовані рішення найчастіше використовуються в корпоративних дата-центрах).

Мета проекту – створення надійного конструктиву з високим ступенем універсальності, сумісного з будь-яким установлюваним у нього устаткуванням клієнта. Саме тут перебуває одна із точок демаркації устаткування власника й орендаря дата-центру. У цей момент роботи з кастомізації тривають, і вже зараз реалізуються два проекти, для одного з яких уже поставляється техніка, а іншої перебуває на завершальній стадії остаточного узгодження прототипу.

Підходи до створення індивідуального продукту або рішення можна розділити на приватний і комплексний. У першому випадку передбачається об'єднання двох підсистем. Яскравим прикладом такого підходу є розробка унікального коннектора МХС компаніями US Cones і Intel. Основним завданням проекту було створення інноваційного з'єднувача для здійснення передачі даних на більш високих швидкостях. Відповідно до прийнятого поділу ролей компанія US Cones розробляла пасивну частину лінії передачі даних (коннектор), у той час як Intel займалася активної складової (кремнієвою фотонікою). Отриманий у результаті The Big Data Connector здатний забезпечити передачу даних на швидкостях до 1,6 Тбіт/с.

Комплексний підхід суттєво відрізняється від частки. Топологічно відносини між продуктом кастомізації й пов'язаними з ним підсистемами

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

нагадують зірку. Причому ці зв'язки найчастіше мають однобічний характер і спрямовані від підсистем до продукту, тобто задають вимоги для його створення або зміни. Як приклад можна розглядати підходи таких глобальних компаній, як Google і Facebook, які створюють для себе не просто унікальні продукти, а комплексні рішення й системи. Зокрема, компанія Марка Цукерберга в цей час веде розробку серверної шафи для своїх дата-центрів разом з Delta Electronics. У рамках даного проекту мова йде про зміну не стільки конструктиву, скільки концепції системи електропостачання дата-центру, з одного боку, і про її узгодження з активним і серверним устаткуванням, з іншої.

Комплексний підхід оптимальний у тому випадку, коли розробляється високотехнологічний продукт, взаємодіючий з більшою кількістю підсистем. Приватний же підхід застосуємо там, де необхідно забезпечити сполучення двох підсистем і створити або змінити для цього певний рішення.

По своїй суті модель життєвого циклу процесу кастомізації є каскадною з можливістю ітеративного повторення деяких етапів.

Життєвий цикл процесу розробки унікального продукту (кастомізації):

На першому етапі формується загальна вистава про продукт, його основні функції й розв'язуваних з його допомогою завданнях, складається технічне завдання, яке, по суті, є якимось сигналом про завершення одного етапу й перехід до наступного. Дуже важливо одержати максимум інформації й зафіксувати її у вихідних документах.

Слід урахувати, що далеко не всі побажання зацікавлених осіб у формуванні завдання можуть бути відображені у фінальній версії ТЗ, особливо при комплексному підході. Деякі пропозиції можуть суперечити один одному, а інші й зовсім виявитися неспроможними. Однак не варто відразу ж відмітати ідеї, які, на перший погляд, можуть видатися пошуками.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

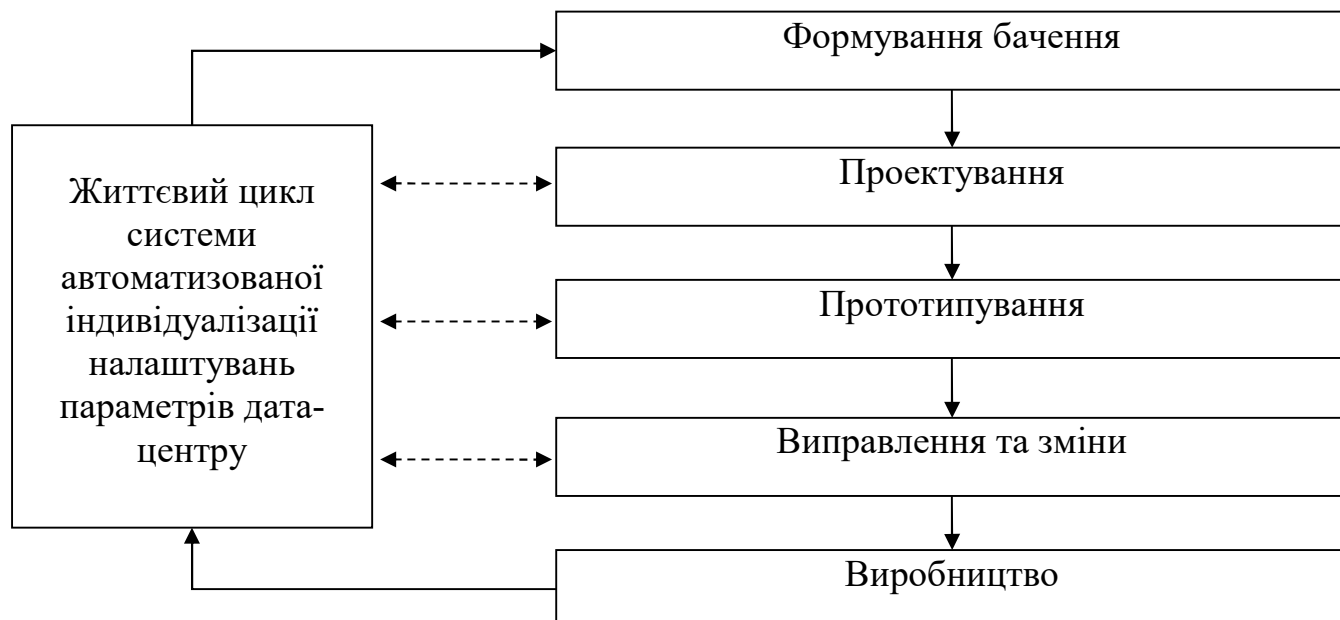


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

На другому етапі здійснюється проектування продукту. Залежно від його типу це можуть бути креслення, ескізи, технічні карти, алгоритми роботи, програмний код і інші дані й документи, необхідні для виробництва прототипу продукції, його приймання й запуску в досвідчену експлуатацію.

Стадія прототипування є ключовою в життєвому циклі кастомізованого продукту: під час даного етапу виготовляється дослідний зразок для проведення попередніх і експлуатаційних випробувань. При цьому допускається відсутність у прототипі деяких вузлів, частин і елементів, які відповідно до рішення відповідальних осіб є другорядними. Як приклад можна привести ситуацію, коли на момент випробувань несучої здатності рами шафи конструктив не зазнає фарбування. Як правило, на даному етапі калькулюється остаточна вартість виробництва одиниці продукції. Отримані дані дають можливість оцінити не тільки технічні, але й цінові характеристики продукту й ухвалити рішення щодо доцільності його подальшої розробки.

Якщо на основі сукупних даних ухвалюється рішення про продовження процесу кастомізації, розробка продукції переходить на наступний етап –

внесення змін і виправлень. Усі конструктивні й технологічні моменти, не відповідні до вимог ТЗ, повинні бути виправлені. При виявленні службою експлуатації якихось недоробок теж доводиться вносити зміни в даний продукт.

Етапи проектування, прототипування й внесення змін можуть повторюватися кілька раз, поки не буде досягнутий результат, що задовольняє всі вимоги замовника. Виходячи з досвіду реалізації подібних проектів, можна сказати, що число циклів звичайно становить один або два й практично ніколи не перевищує трьох.

Остання стадія життєвого циклу кастомізованого продукту – його виготовлення. Причому однієї з основних завдань є аж ніяк не складання плану-графіка й вибудовування логістики поставок готової продукції, а забезпечення можливості виробництва погодженого обсягу в позначений термін. Найчастіше індивідуальним продуктам, зробленим по приватних вимогах, можуть вимагатися спеціальні аксесуари або навіть технологічні вузли, які необхідно вивчити, вписати в конструкцію й забезпечити їхня наявність на момент складання кінцевого продукту.

Ринок кастомізованих рішень перестає бути привілеєм великих компаній і поступово здобуває масовий характер. Безсумнівно, амбіційні й зухвалі розробки, а також високотехнологічні рішення, як і колись, будуть превалювати в масштабних проектах, однак згодом усі вони можуть тією чи іншою мірою стати загальнодоступними. Не слід забувати, що багато стандартизованих рішень, перш ніж стати такими, пройшли через стадію кастомізованого продукту.

3.3 Розробка функціональної схеми

На рисунку 3.2 зображена функціональна схема системи. Нижче розглянемо її більш докладно. Функціональна схема складається з двох великих блоків:

– Блок визначення функцій моніторингу мережі системи автоматизованої

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

– Блок визначення об'єктів моніторингу мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

З рисунку видно, що блок визначення об'єктів моніторингу мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру локальної мережі складається з трьох блоків:

– Моніторинг ресурсів мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

– Моніторинг трафіку мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

– Моніторинг обладнання мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

Моніторинг трафіку мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру використовується для контролю вхідного та вихідного трафіку. Він включає у себе контроль підключених інтерфейсів, статистику подій по основним мережним протоколам: TCP, UDP, IP та ICMP.

TCP – один з основних мережних протоколів Інтернету, призначений для управління передачею даних в мережах і підмережах TCP/IP.

UDP – один із протоколів в стеку TCP/IP. Від протоколу TCP він відрізняється тим, що працює без встановлення з'єднання. UDP – це один з найпростіших протоколів транспортного рівня моделі OSI, котрий виконує обмін даними без підтвердження та гарантії доставки.

IP – найбільш широко розповсюджена реалізація ієрархічної схеми мережної адресації. Використовуваний в мережі Інтернет, протокол відповідає за адресацію пакетів, але не відповідає за встановлення з'єднань, не є надійним і дозволяє реалізувати тільки негарантовану доставку даних.

Блок визначення об'єктів моніторингу мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру

Моніторинг ресурсів мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру

- Файли.
- Базы даних.
- Сервіси інформаційної безпеки.
- Мультимедіа.
- Список користувачів.

Моніторинг трафіку мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру

- Підключені інтерфейси.
- IP-протокол.
- TCP-протокол.
- ICMP-протокол.
- UDP-протокол.

Моніторинг обладнання мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру

- Персональні комп'ютери.
- Сервери.
- Ноутбуки.
- IP-телефони.
- Принтери.



Блок визначення функцій моніторингу мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру

Моніторинг трафіку

- Визначення підключених інтерфейсів.
- Визначення вхідного та вихідного трафіку.

Робота з ресурсами мережі

- Визначення доступних ресурсів.
- Відкриття локального ресурсу.
- Закриття локального ресурсу.
- Приховання й показ ресурсів.

Робота з сесіями

- Одержання списку поточних сесій.
- Завершення сесій.

Монітор з'єднань

- Відстеження TCP-з'єднань.
- Відстеження UDP-з'єднань.

Робота з файлами

- Одержання списку відкритих файлів.
- Закриття відкритого файлу

Статистика подій

- TCP-протокол.
- IP-протокол.
- ICMP-протокол.
- UDP-протокол.

Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

ICMP – мережний протокол, що входить в стек протоколів TCP/IP. В основному ICMP використовується для передачі повідомлень про помилки й інші виняткові ситуації, що виникли при передачі даних. Також на ICMP покладають деякі сервісні функції, зокрема на основі цього протоколу заснована дія таких загальновідомих утиліт як ping та traceroute.

Моніторинг обладнання мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру включає в себе побудову списку наявного обладнання та здійснення його контролю. До мережного обладнання, що підлягає моніторингу мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру, відносяться: персональні комп'ютери, ноутбуки, сервери, принтери, IP-телефони.

Моніторинг ресурсів мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру дозволяє переглядати та завантажувати наявні в мережі ресурси, а також розмішувати чи приховувати для загального доступу свої ресурси. До ресурсів локальної мережі відносяться: файли, мультимедіа, бази даних, сервіси інформаційної безпеки, список користувачів.

Блок визначення функцій моніторингу мережі системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру складається з наступних блоків:

- Робота з ресурсами мережі.
- Робота з сесіями.
- Моніторинг трафіку.
- Робота з файлами.
- Монітор з'єднань.
- Статистика подій.
- Функції для роботи з мережею.

Розглянемо детальніше кожний з блоків.

Робота з сесіями включає в себе:

- Одержання списку поточних сесій.
- Завершення сесій.

Програма дозволяє переглянути список відкритих сесій, що включає в себе: назву сесії, користувача, що її розпочав, номер сесії, час роботи та час очікування.

Моніторинг трафіку включає в себе:

- Визначення підключених інтерфейсів.
- Визначення вхідного та вихідного трафіку.

Розроблена система відображає всі інтерфейси приєднані до комп'ютера, на якому запущена програма, їх MAC-адреси та вхідний і вихідний трафік на кожному з них.

Робота з файлами включає в себе:

- Одержання списку відкритих файлів.
- Закриття відкритого файлу.

Можна переглянути, які з Ваших файлів, що Ви відкрили для загального доступу, переглядають по мережі. Програма відобразить список файлів та користувачів, які їх переглядають. Також можна відкрити чи закрити файл.

Монітор з'єднань включає в себе:

- Відстеження TCP– з'єднань.
- Відстеження UDP– з'єднань.

Система фіксує всі підключення по TCP– та UDP-протоколу, та виводить їх на екран у форматі:

IP-адреса : порт_призначення.

Статистика подій включає в себе відстеження подій в наступних протоколах:

- TCP-протокол.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- UDP-протокол.
- IP-протокол.
- ICMP-протокол.

Статистика ведеться по цілому ряду параметрів. Наприклад для TCP-протоколу фіксується: Тип алгоритму повторної передачі, мінімальний тайм-аут, максимальний тайм-аут, максимальна кількість помилок з'єднання, активні з'єднання, пасивні з'єднання, невдалі спроби відкриття, скидання встановлених з'єднань, отримані сегменти, надіслані сегменти, повторно передані сегменти, помилки тощо.

Робота з ресурсами мережі включає в себе:

- Визначення доступних ресурсів.
- Закриття локального ресурсу.
- Відкриття локального ресурсу.
- Приховання й показ ресурсів.

Система відображає наявні у мережі ресурси у вигляді дерева. Пошук ресурсів можна здійснювати по заданим умовам: локальні чи глобальні ресурси; всі ресурси, тільки файли, чи тільки принтери, тощо.

Можна додавати до загальних ресурсів мережі свої власні, а також закривати їх потім.

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

3.4 Розробка діаграми процесів

Відповідно до методичних рекомендацій розроблення графічної частини кваліфікаційної бакалаврської роботи розглянемо розроблену діаграму процесів яка зображена на рисунку 3.3.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Розроблена діаграма взаємодії процесів використовується для представлення та візуалізації процесів обробки даних тобто структурного проектування бакалаврської роботи.

Основні складові елементи діаграми взаємодії процесів це потоки даних:

- Репозиторії, потік сховища даних.
- Потоки зовнішні по відношенню до системи сутності.
- Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.
- Потоки даних гібридні між елементами трьох попередніх типів.

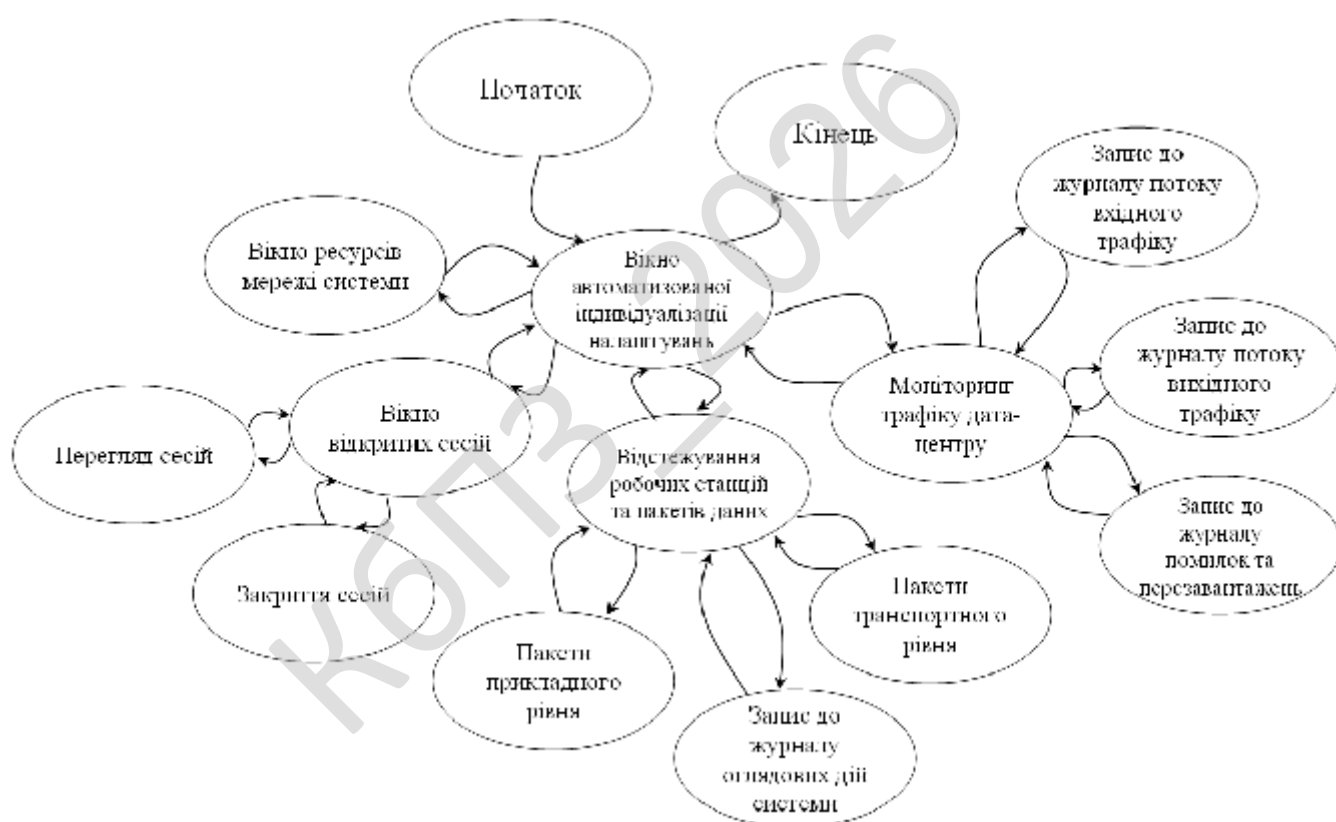


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Відповідно до документації 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.

Для схематичного представлення системи що розробляється необхідно спочатку представити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи в цілому у подальшому. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

Розроблена діаграма взаємодії процесів системи в подальшому уточнюється шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється.

Таким чином у результаті після розгляду, вищеописаної системи, схеми структурної, функціональної, діаграми взаємодії процесів перейдемо до опису та розгляду блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Розглянемо алгоритм роботи основної програми. Його блок-схема зображена на рисунку 4.1.

З рисунку видно, що після запуску програми спочатку відбувається вивід основного вікна програми. Потім здійснюється наступна послідовність дій:

- Виведення вікна системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань.
- Сканування ресурсів мережі системи.
- Побудова дерева ресурсів мережі системи.
- Виведення на екран дерева ресурсів мережі системи.
- Виведення на екран відкритих сесій.
- Виведення на екран запитів та потоків.
- Вікно відкриття ресурсу (фрейм).
- Вікно закриття ресурсу (фрейм).
- Підпрограма моніторингу параметрів дата-центру .
- Виведення оглядово вхідного трафіку.
- Виведення оглядово вихідного трафіку.
- Виведення поточної статистики роботи системи.

Підпрограма (рисунок 4.2):

- Введення даних параметру дата-центру.
- Введення імені параметру.
- Встановлення прав доступу до параметру.
- Встановлення максимальної кількості підключень.
- Додавання параметру.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

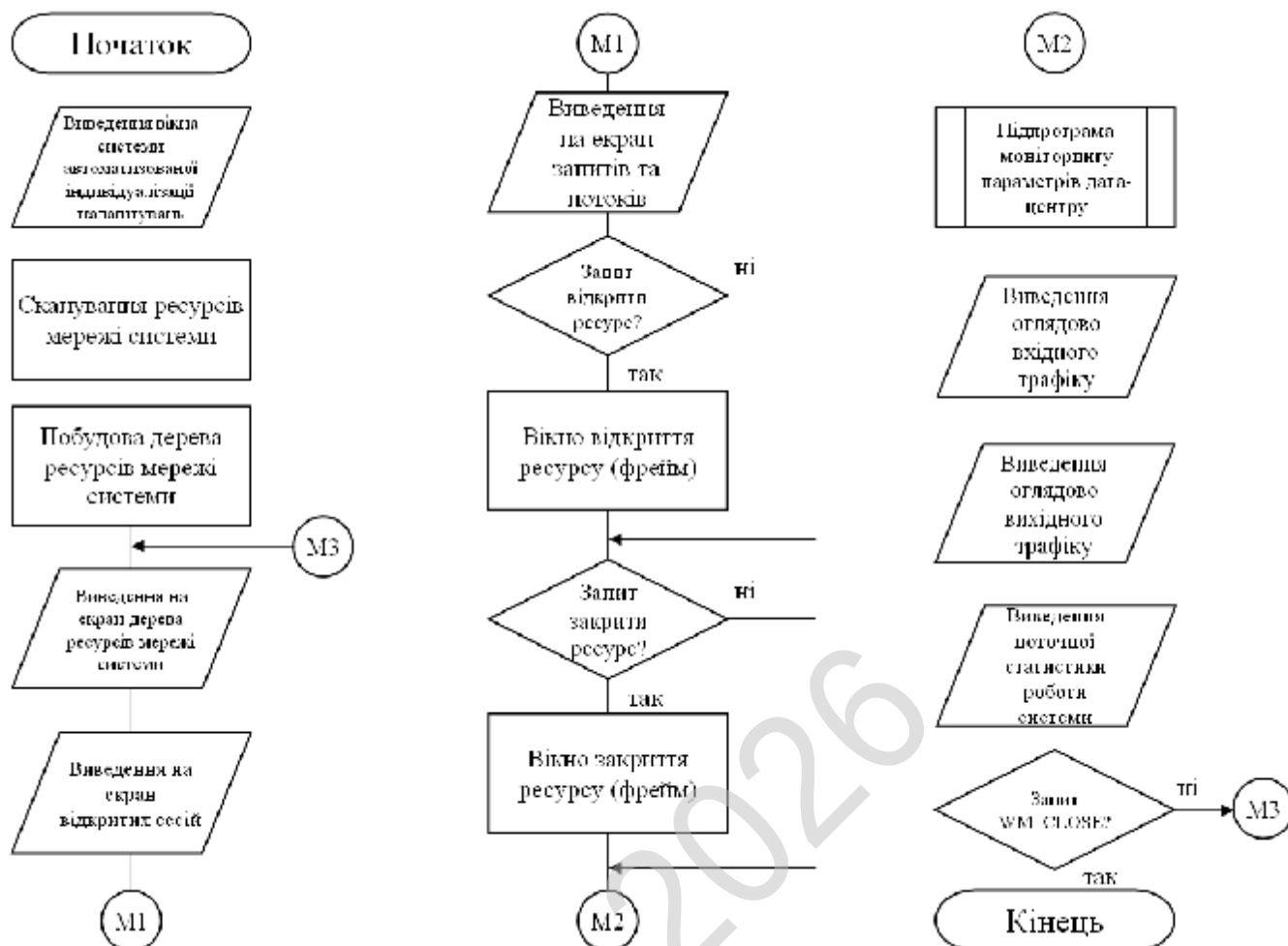


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

- Введення паролю для доступу до запису/читання.
- Введення паролю для доступу тільки до читання.
- Встановлення паролів доступу до параметру.

При складанні блок-схем програмного забезпечення і напрацювання алгоритмів я зіткнувся з масою проблем, які вимагали напрацювання процедур і функцій над основною проблематикою. Для чого були створені додаткові класи, типи даних і константи, що забезпечило вирішення проблем.

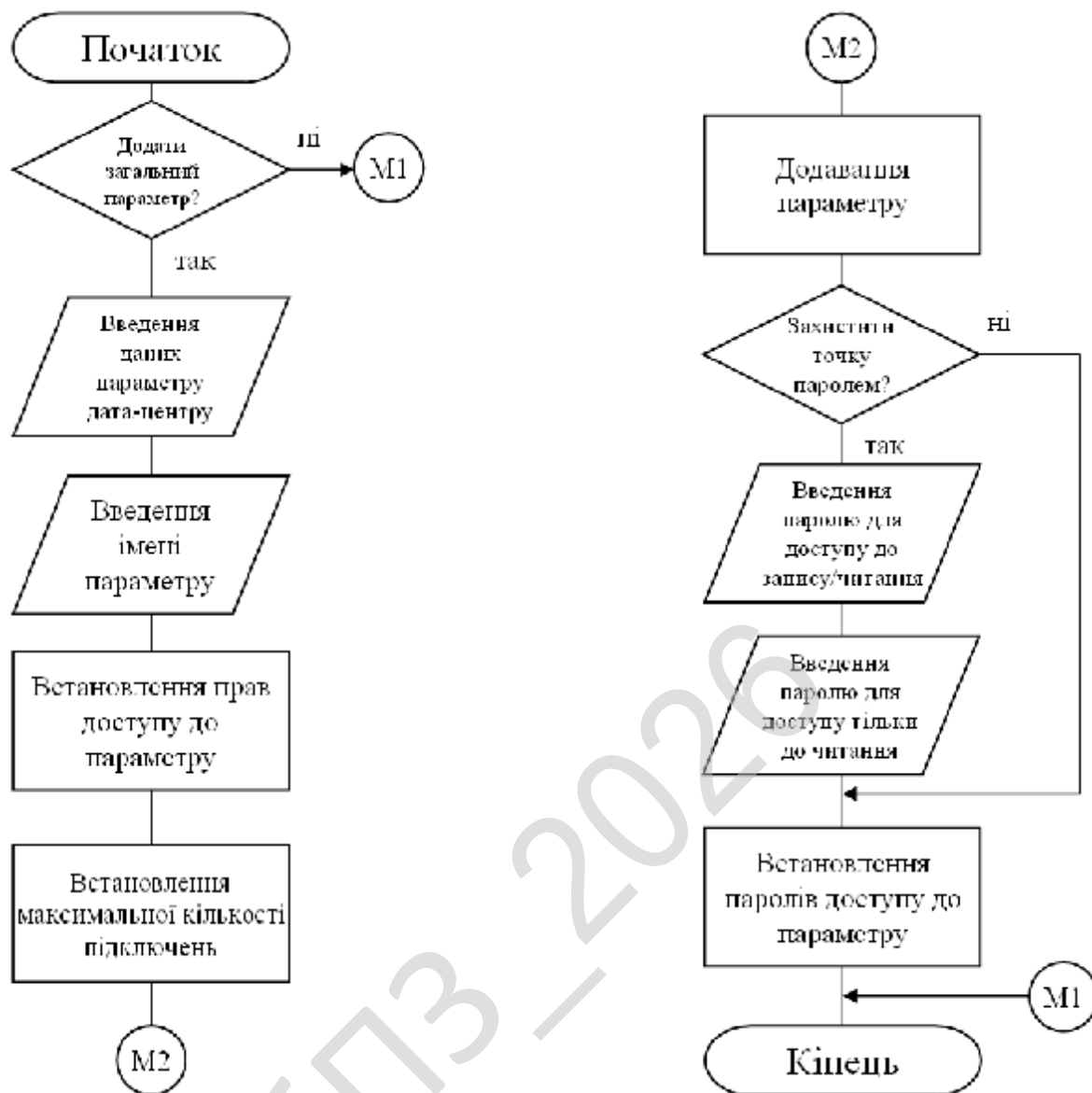


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

Програмне забезпечення системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата центру реалізується мовою Python і призначається для збору телеметрії, аналізу стану інфраструктури, формування рекомендацій та автоматизованого налаштування параметрів роботи дата центру.

Система працює з даними про сервери, мережеве обладнання, системи охолодження, живлення та безпеки. Вона аналізує температуру, завантаження процесорів, споживання енергії, стан мережі, рівень інцидентів та поточні параметри зони дата центру. На основі цих даних програма підбирає

індивідуальні значення для температурного режиму, швидкості вентиляторів, ліміту живлення процесорів, резерву UPS, пріоритету мережевого трафіку, щільності віртуальних машин, частоти резервного копіювання та рівня контролю доступу.

Архітектура системи

Система має модульну архітектуру. Модуль автентифікації контролює доступ користувачів. Модуль активів зберігає відомості про обладнання дата центру. Модуль телеметрії приймає та зберігає показники роботи обладнання. Модуль параметрів відповідає за поточні налаштування. Аналітичний модуль обчислює рекомендації. Модуль звітності формує підсумкові дані для адміністратора або інженера.

Дані зберігаються у базі SQLite. Це дає змогу використовувати систему як навчальний програмний продукт без складного серверного розгортання. Основна логіка розміщується у сервісних класах, які відповідають за окремі частини системи.

Основні функції системи

1. Реєстрація та авторизація користувачів
2. Облік зон дата центру та технічних активів
3. Збір телеметрії обладнання
4. Зберігання поточних параметрів налаштування
5. Аналіз температури, навантаження, енергоспоживання та інцидентів
6. Формування індивідуальних рекомендацій для конкретної зони
7. Застосування рекомендованих параметрів
8. Експорт звітів у JSON та CSV

Розглянемо фрагмент вихідного коду

```
import sqlite3
from datetime import datetime
from statistics import mean

class DataCenterTuningSystem:
    def __init__(self, db_name="dc_settings.db"):
```

```

#Зберігається назва файлу бази даних SQLite
        self.db_name = db_name

#Встановлюється з'єднання з локальною базою даних
        self.connection = sqlite3.connect(self.db_name)

#Результати запитів повертаються у вигляді рядків з доступом за назвами полів
        self.connection.row_factory = sqlite3.Row

#Після запуску програми створюються потрібні таблиці
        self.create_tables()

    def create_tables(self):
        cursor = self.connection.cursor()

#Таблиця telemetry зберігає поточні показники роботи зони дата центру
        cursor.execute("""
            CREATE TABLE IF NOT EXISTS telemetry (
                id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
                zone_name TEXT NOT NULL,
                temperature REAL NOT NULL,
                cpu_load REAL NOT NULL,
                network_load REAL NOT NULL,
                power_usage REAL NOT NULL,
                incident_level REAL NOT NULL,
                created_at TEXT NOT NULL
            )
        """)

#Таблиця settings зберігає індивідуальні параметри налаштування для кожної зони
        cursor.execute("""
            CREATE TABLE IF NOT EXISTS settings (
                id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
                zone_name TEXT NOT NULL UNIQUE,
                target_temperature REAL NOT NULL,
                fan_speed REAL NOT NULL,
                cpu_power_limit REAL NOT NULL,
                qos_priority REAL NOT NULL,
                backup_interval REAL NOT NULL,
                access_level REAL NOT NULL,
                updated_at TEXT NOT NULL
            )
        """)

#Зміни структури бази даних фіксуються у файлі
        self.connection.commit()

    def add_telemetry(self, zone_name, temperature, cpu_load, network_load,
        power_usage, incident_level):
        cursor = self.connection.cursor()

```

```
#До бази додається новий запис телеметрії для конкретної зони дата центру
cursor.execute("""
    INSERT INTO telemetry (
        zone_name, temperature, cpu_load, network_load,
        power_usage, incident_level, created_at
    )
    VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)
""", (
    zone_name,
    temperature,
    cpu_load,
    network_load,
    power_usage,
    incident_level,
    datetime.now().isoformat(timespec="seconds")
))

#Збереження показників телеметрії
self.connection.commit()

def create_default_settings(self, zone_name):
    cursor = self.connection.cursor()

#Для нової зони створюється набір початкових параметрів
cursor.execute("""
    INSERT OR IGNORE INTO settings (
        zone_name, target_temperature, fan_speed,
        cpu_power_limit, qos_priority, backup_interval,
        access_level, updated_at
    )
    VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)
""", (
    zone_name,
    22.0,
    55.0,
    220.0,
    6.0,
    24.0,
    6.0,
    datetime.now().isoformat(timespec="seconds")
))

#Початкові налаштування записуються до бази даних
self.connection.commit()

def get_recent_telemetry(self, zone_name):
    cursor = self.connection.cursor()
```

```

#Отримуються останні записи телеметрії для аналізу поточного стану зони
        cursor.execute("""
            SELECT *
            FROM telemetry
            WHERE zone_name = ?
            ORDER BY id DESC
            LIMIT 50
        """, (zone_name,))
        return cursor.fetchall()
    def get_settings(self, zone_name):
        cursor = self.connection.cursor()
#Отримуються поточні параметри індивідуального налаштування зони
        cursor.execute("""
            SELECT *
            FROM settings
            WHERE zone_name = ?
        """, (zone_name,))
        return cursor.fetchone()
    def generate_recommendations(self, zone_name):
#Зчитуються останні показники телеметрії
        telemetry = self.get_recent_telemetry(zone_name)
#Зчитуються поточні параметри налаштування
        settings = self.get_settings(zone_name)
#Перевіряється наявність даних для аналітичної обробки
        if not telemetry:
            raise ValueError("Недостатньо телеметрії для аналізу")
#Якщо параметри ще не створені, система формує базовий набір налаштувань
        if not settings:
            self.create_default_settings(zone_name)
            settings = self.get_settings(zone_name)
#Обчислюється середня температура у вибраній зоні
        avg_temperature = mean(row["temperature"] for row in telemetry)
#Обчислюється середнє завантаження процесорних ресурсів
        avg_cpu_load = mean(row["cpu_load"] for row in telemetry)
#Обчислюється середнє навантаження мережевої інфраструктури
        avg_network_load = mean(row["network_load"] for row in telemetry)
#Обчислюється середнє енергоспоживання обладнання
        avg_power_usage = mean(row["power_usage"] for row in telemetry)
#Обчислюється середній рівень інцидентів та ризиків
        avg_incident_level = mean(row["incident_level"] for row in
            telemetry)

```

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

```

#Поточні параметри беруться як основа для подальшої індивідуалізації
    new_temperature = settings["target_temperature"]
    new_fan_speed = settings["fan_speed"]
    new_cpu_power_limit = settings["cpu_power_limit"]
    new_qos_priority = settings["qos_priority"]
    new_backup_interval = settings["backup_interval"]
    new_access_level = settings["access_level"]

#Аналіз теплового режиму дата центру
    if avg_temperature > 26:
        new_temperature -= 1
        new_fan_speed += 10
    elif avg_temperature < 21 and avg_power_usage > 12:
        new_temperature += 1
        new_fan_speed -= 5

#Аналіз обчислювального навантаження серверного обладнання
    if avg_cpu_load > 80:
        new_cpu_power_limit += 25
    elif avg_cpu_load < 35:
        new_cpu_power_limit -= 15

#Аналіз мережевого навантаження та пріоритету трафіку
    if avg_network_load > 70:
        new_qos_priority += 1
    elif avg_network_load < 30:
        new_qos_priority -= 1

#Аналіз ризиків безпеки та потреби у частішому резервному копіюванні
    if avg_incident_level > 40:
        new_backup_interval = 12
        new_access_level += 2
    elif avg_incident_level < 10:
        new_backup_interval = 36

#Повертається набір рекомендованих параметрів у допустимих межах
    return {
        "zone_name": zone_name,
        "target_temperature": max(16, min(30, round(new_temperature, 2))),
        "fan_speed": max(20, min(100, round(new_fan_speed, 2))),
        "cpu_power_limit": max(60, min(400, round(new_cpu_power_limit, 2))),
        "qos_priority": max(1, min(10, round(new_qos_priority, 2))),
        "backup_interval": max(1, min(168, round(new_backup_interval, 2))),
        "access_level": max(1, min(10, round(new_access_level, 2)))
    }

    def apply_recommendations(self, recommendations):
        cursor = self.connection.cursor()

```

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

```

#Рекомендовані параметри записуються як актуальні налаштування зони
cursor.execute("""
    UPDATE settings
    SET target_temperature = ?,
        fan_speed = ?,
        cpu_power_limit = ?,
        qos_priority = ?,
        backup_interval = ?,
        access_level = ?,
        updated_at = ?
    WHERE zone_name = ?
""", (
    recommendations["target_temperature"],
    recommendations["fan_speed"],
    recommendations["cpu_power_limit"],
    recommendations["qos_priority"],
    recommendations["backup_interval"],
    recommendations["access_level"],
    datetime.now().isoformat(timespec="seconds"),
    recommendations["zone_name"]
))

#Зміни параметрів фіксуються у базі даних
self.connection.commit()

if __name__ == "__main__":
#Створюється екземпляр системи
    system = DataCenterTuningSystem()

#Визначається назва зони дата центру
    zone = "Main Data Center Hall"

#Для зони створюються базові параметри налаштування
    system.create_default_settings(zone)

#До системи додаються демонстраційні показники телеметрії
    system.add_telemetry(zone, 27.4, 84.0, 75.0, 15.2, 42.0)
    system.add_telemetry(zone, 26.8, 81.0, 71.0, 14.9, 38.0)
    system.add_telemetry(zone, 27.1, 86.0, 78.0, 15.5, 45.0)

#Формуються рекомендації щодо індивідуального налаштування параметрів
    result = system.generate_recommendations(zone)

#Сформовані рекомендації застосовуються до поточних параметрів
    system.apply_recommendations(result)

#Виводиться результат роботи системи
    print("Рекомендовані параметри застосовано")
    print(result)

```

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Розглянемо формат що було використано – JSON (JavaScript Object Notation, укр. запис об'єктів JavaScript, вимовляється джейсон) – це текстовий формат обміну даними між комп'ютерами.

JSON базується на тексті, може бути прочитаним людиною. Формат дозволяє описувати об'єкти та інші структури даних. Цей формат головним чином використовується для передачі структурованої інформації через мережу (завдяки процесу, що називають серіалізацією). Розробив і популяризував формат Дуглас Крокфорд.

JSON знайшов своє головне призначення у написанні веб-програм, а саме при використанні технології AJAX. JSON, що використовується в AJAX, виступає як заміна XML (використовується в AJAX) під час асинхронної передачі структурованої інформації між клієнтом та сервером. При цьому перевагою JSON перед XML є те, що він дозволяє складні структури в атрибутах, займає менше місця і прямо інтерпретується за допомогою JavaScript в об'єкти.

JSON з'явився через необхідність обміну даними з сервером у реальному часі без використання плагінів для браузерів, flash-додатків або Java-апплетів, які використовувались скрізь на початку 2000-х років. Дуглас Крокфорд був тим, хто активно просував новий на той час формат. Він з колегами хотів створити технологію, яка використовувала б можливості звичайного браузера давала б веб-розробникам можливість створювати веб-додатки із постійним двостороннім зв'язком із веб-сервером. JSON вперше був використаний в проєкті в Communities.com для Cartoon Network, він дозволяв обмінюватись повідомленнями і одночасно маніпулювати DHTML-елементами. Веб-сайт JSON.org було запущено 2002 року. У грудні 2005-го року Yahoo! почав переводити деякі зі своїх веб-сервісів на роботу з JSON. Google взялася до роботи з технологією у своєму веб-протоколі GData у грудні 2006-го року.

Використання

За рахунок своєї лаконічності в порівнянні з XML, формат JSON може бути більш придатним для серіалізації складних структур.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Якщо говорити про веб-застосунки, в такому ключі він доречний в задачах обміну даними як між браузером і сервером (AJAX), так і між самими серверами (програмні HTTP-інтерфейси).

Формат JSON так само добре підходить для зберігання складних динамічних структур в реляційних базах даних або файловому кеші.

Синтаксис

JSON будується на двох структурах:

1. Набір пар назва/значення. У різних мовах це реалізовано як об'єкт, запис, структура, словник, хеш-таблиця, список з ключем або асоціативним масивом.

2. Впорядкований список значень. У багатьох мовах це реалізовано як масив, вектор, список, або послідовність.

Це універсальні структури даних. Теоретично всі сучасні мови програмування підтримують їх у тій чи іншій формі. Оскільки JSON використовується для обміну даними між різними мовами програмування, то є сенс будувати його на цих структурах.

У JSON використовуються такі їхні форми:

1. Об'єкт – це послідовність пар назва/значення. Об'єкт починається з символу { і закінчується символом }. Кожне значення слідує за : і пари назва/значення відділяються комами.

2. Масив – це послідовність значень. Масив починається символом [і закінчується символом]. Значення відділяються комами.

3. Значення може бути рядком в подвійних лапках, або числом, або логічними true чи false, або null, або об'єктом, або масивом. Ці структури можуть бути вкладені одна в одну.

4. Рядок – це послідовність з нуля або більше символів юнікода, обмежена подвійними лапками, з використанням ескапе-послідовностей, що починаються зі зворотної косої риски \. Символи представляються простим рядком. Тип Рядок (String) дуже схожий на String в мовах C і Java. Число теж дуже схоже на C- або

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Java-число, за винятком того, що вісімкові та шістнадцяткові формати не використовуються. Пропуски можуть бути вставлені між будь-якими двома лексемами.

Використання JSON в AJAX

Наступний фрагмент коду JavaScript показує, як клієнт може використати XMLHttpRequest для запиту об'єктів в форматі JSON з серверу. (Серверна частина коду пропущена, вона просто повертає на запит URL рядок у JSON форматі).

Треба відзначити, що тут використання XMLHttpRequest не є кросс-браузерним (за деталями звертайтеся на сторінку XMLHttpRequest), і код зазнаватиме незначних модифікацій в різних версіях оглядачів Internet Explorer, Opera, Safari або Mozilla. Використання запиту XMLHttpRequest обмежено правилом одного джерела (same origin policy): URL, що відповідає на запит, має посилатися на той же сайт, що обслуговує сторінку, що ініціювала запит.

Оглядачі можуть також використовувати тег <iframe> для асинхронного запиту JSON-даних в кросс-браузерному варіанті, або використати просте перенаправлення <form action="url_to_cgi_script" target="name_of_hidden_iframe">. Такий підхід був поширений до приходу популярного нині запиту XMLHttpRequest.

Динамічний тег <script> також можна використати для підвантаження JSON-даних. Ця техніка можлива, щоб обійти надто суворе правило одного джерела, але вона не є безпечною. Запит JSONRequest пропонується, як безпечніша альтернатива.

Питання безпеки

Хоча JSON призначений для передачі даних в серіалізованому вигляді, його синтаксис відповідає синтаксису JavaScript і це створює низку проблем безпеки. Часто для обробки даних, отриманих від зовнішнього джерела у форматі JSON, до них застосовується функція eval() без якої-небудь попередньої перевірки.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

JavaScript eval()

Оскільки JSON представляється синтаксично правильним фрагментом коду JavaScript, природним способом розбору JSON-даних в JavaScript-програмі є використання вбудованої в JavaScript функції eval(), яка призначена для обчислення JavaScript-виразів. При цьому підході відпадає необхідність у використанні додаткових парсерів.

Техніка використання eval() робить систему вразливою, якщо джерело JSON-даних, що використовуються, не відноситься до надійних. Такими даними може виступати шкідливий JavaScript-код для атак за допомогою ін'єкції коду. За допомогою цієї вразливості можливо здійснювати крадіжку даних, підробку автентифікації. Проте, вразливість можна усунути за рахунок використання додаткових засобів перевірки даних на коректність. Наприклад, до виконання eval() отримані від зовнішнього джерела дані можуть перевірятися за допомогою регулярних виразів.

Вбудований JSON

Останні версії веб-браузерів мають вбудовану підтримку JSON і здатні його обробляти без виклику функції eval(), що призводить до описаної проблеми. Обробка JSON у такому разі зазвичай здійснюється швидше. Так у червні 2009 року вбудовану підтримку JSON мали такі браузери: Mozilla Firefox 3.5+; SeaMonkey 2; Thunderbird 3; Microsoft Internet Explorer 8; Opera 10.5; Браузери, засновані на WebKit (наприклад, Google Chrome, Apple Safari).

Принаймні дві популярні бібліотеки JavaScript використовують вбудований JSON у разі його доступності: jQuery; Dojo.

Підробка крос-доменного запиту

Непродумане використання JSON робить сайти вразливими до підробки міжсайтових запитів (CSRF або XSRF). Оскільки тег <script> допускає використання джерела, що не належить до того ж домену, що і використовуваний ресурс, це дозволяє виконувати код даних, представлених у форматі JSON, в контексті довільної сторінки, що робить можливою компрометацію паролів або

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

іншої конфіденційної інформації користувачів, що пройшли авторизацію на іншому сайті.

Це є проблемою тільки у разі вмісту в JSON-даних конфіденційної інформації, яка може бути компрометована третьою стороною і якщо сервер розраховує на політику одного джерела, блокуючи доступ до даних при виявленні зовнішнього запиту. Це не є проблемою, якщо сервер визначає допустимість запиту, надаючи дані тільки у разі його коректності. HTTP cookie не можна використовувати для визначення цього. Виключне використання HTTP cookie використовується підрубкою міжсайтових запитів.

Розширення, JSONP

JSONP або «JSON з підкладкою» є розширенням JSON, коли назва функції зворотного виклику вказується як вхідний аргумент. Спочатку ідея була запропонована в блозі MacPython в 2005 році, і в наш час використовується багатьма Web 2.0 застосунками, такими, як Dojo Toolkit Applications, Google Toolkit Applications і zanox Web Services.

Подальші розширення цього протоколу були запропоновані з урахуванням введення додаткових аргументів, як, наприклад, у разі JSONPP за підтримки S3DB вебсервісів.

Оскільки JSONP використовує скрипт-теги, виклики по суті відкриті світові. З цієї причини JSONP може бути недоречними для зберігання конфіденційних даних.

Включення скриптових тегів від віддалених сайтів дозволяє їм передати будь-який контент на сайті. Якщо віддалений сайт має вразливості, які дозволяють виконати ін'єкції JavaScript, то початковий сайт також може бути ними зачеплений.

Розширення, BSON

BSON – це бінарна форма представлення простих структур даних і асоціативних масивів (які називають об'єктами або документами). Назва «BSON»

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

заснована на визначенні JSON і неофіційно означає «Binary JSON» (бінарний JSON).

JSON Reference

Стандарт JSON не описує посилання на інші об'єкти або частини, але існує чернетка стандарту IETF для посилань на об'єкти на основі JSON. Посилання дозволяють здійснювати трансклюзію – вставляти одні документи в інші.

JSON Reference – це JSON-об'єкт з ключем "\$ref" (всі інші ключі ігноруються) і значенням стрічкового типу що містить URI, наприклад:

```
{ "$ref": "http://example.com/example.json#/foo/bar" }
```

Якщо URI містить ідентифікатор фрагмента (в прикладі вище "/foo/bar"), він інтерпретується як JSON Pointer.

Модуль doxox.json.ref в Dojo toolkit, забезпечує підтримку декількох форм JSON Reference.

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

Першим поколінням СКБД прийнято вважати ієрархічні й мережеві системи. Ці системи отримали широке поширення в 1970-х роках, а першою комерційною системою цього типу була система IMS компанії IBM.

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

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

не змогли завоювати значущу частку ринку СКБД, залишившись «нішевим» продуктом.

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

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

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

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

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

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

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

функціонувати на різноманітних апаратних платформах з різними операційними системами. Крім того, СКБД, що розраховує на широку сферу застосування, повинна бути оснащена мовою четвертого покоління (4GL).

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

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

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

Експонентний ріст даних. Обсяг даних, у тому числі синтетичних, що генеруються автоматизованими системами, значно зріс. Збільшилося і число прикладних областей, в яких вимагається обробка великих обсягів даних. До таких областей тепер відносяться не тільки традиційні корпоративні програми, пошук у веб, але також і наукові дослідження, обробка природних мов, аналіз соціальних мереж тощо. Значне ускладнення структур використовуваних даних. Прості види даних у вигляді чисел і символічних рядків стали доповнятися численною мультимедійною інформацією, просторовими, процедурними даними

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

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

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

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

Основні характеристики СКБД

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

Можливості СКБД

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

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

3. Можна надавати контрольований доступ до БД за допомогою: Системи забезпечення захисту, яка запобігає несанкціонованому доступу до БД; Системи керування паралельною роботою прикладних програм, яка контролює процеси спільного доступу до БД; Система відновлення – дозволяє відновлювати БД до

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

попереднього несуперечливого стану, що був порушений в результаті збою апаратного або програмного забезпечення.

Архітектура СКБД

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

Рівні:

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

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

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

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

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм RC5, який являє собою блоковий шифр із безліччю параметрів: розміром блоку, розміром ключа й числом раундів. В алгоритмі RC5 передбачені три операції: XOR, додавання й циклічні зрушення. На більшості процесорів операції циклічного зрушення виконуються за постійний час, змінні циклічні зрушення являють собою нелінійну функцію. Циклічні зрушення залежать як від ключа, так і від даних.

В RC5 використовується блок змінної довжини, але в приводиться прикладі, що буде розглянутий, 64-бітовий блок даних. Шифрування використовує $2r+2$ залежних від ключа 32-бітових слів – $S_0, S_1, S_2, \dots, S_{2r+1}$ – де r –

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

число раундів. Для шифрування спочатку потрібно розділити блок відкритого тексту на два 32-бітових слова: A і B . (При впакуванні байтів у слова в алгоритмі RC5 дотримується угода про прямий порядок (little-endian) байтів: перший байт займає молодші біти регістра A й т. ін.) Потім:

$$A = A + S_0$$

$$B = B + S_0$$

Для i від 1 до r :

$$A = ((A \oplus B) \lll B) + S_{2i}$$

$$B = ((B \oplus A) \lll A) + S_{2i+1}$$

Вихід перебуває в регістрах A і B .

Розшифрування теж нескладно. Потрібно розбити блок відкритого тексту на два слова, A й B , а потім:

Для i від r до 1 із кроком -1:

$$B = ((B - S_{2i+1}) \ggg A) \oplus A$$

$$A = ((A - S_{2i}) \ggg B) \oplus B$$

$$B = B - S_i$$

$$A = A - S_0$$

Символом « $\ggg$ » позначене циклічне зрушення вправо. Звичайно ж, всі додавання й вирахування виконуються по модулю 2^{32} .

Створення масиву ключів складніше, але теж прямолінійно. Спочатку байти ключа копіюються в масив L із 32-бітових слів, доповнюючи при необхідності заключне слово нулями. Потім масив S ініціалізується за допомогою лінійного конгруентного генератора по модулю 2^{32} :

$$S_0 = P$$

Для i від 1 до $2(r + 1) - 1$:

$$S_i = (S_{i-1} + Q) \bmod 2^{32}$$

де $P = 0xb7e15163$ і $Q = 0x9e3779b9$.

Нарешті, потрібно підставити L в S :

$$i = j = 0$$

$$A = B = 0$$

Виконати $3n$ раз (де n – максимум від $2(r + 1)$ і c):

$$A = S_i = (S_i + A + B) \lll 3$$

$$B = L_i = (L_i + A + B) \lll (A + B)$$

$$i = (i + 1) \bmod 2(r + 1)$$

$$i = (j + 1) \bmod c$$

К6ПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Програма має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який зображений на рисунку 5.1. З рисунку головного вікна можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

- Функціональних кнопок ПЗ: Відкрити ресурс; Закрити ресурс; Додати ресурс; Оновити; Статистика; Моніторинг.
- Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші: Журнал роботи; Довідка.
- Верхнього меню: Файл; Ресурси; Сесії; Трафік; Параметри (налаштування); Довідка.
- Розділу обрання групи.
- Розділу виведення результату роботи системи.

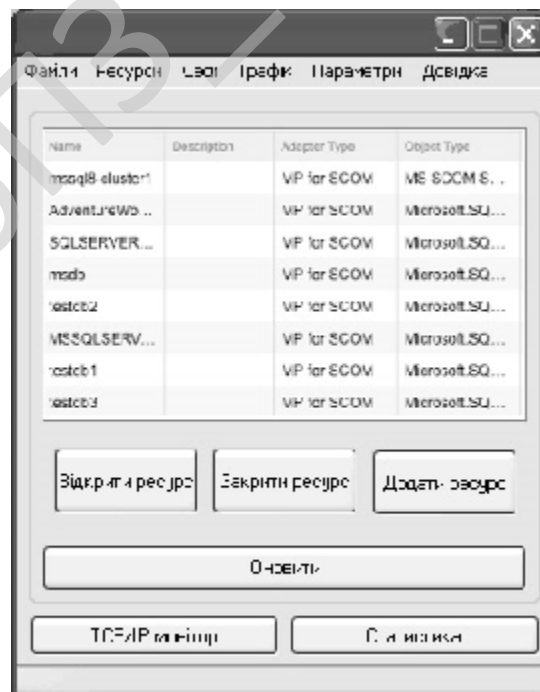


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення. Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем. Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

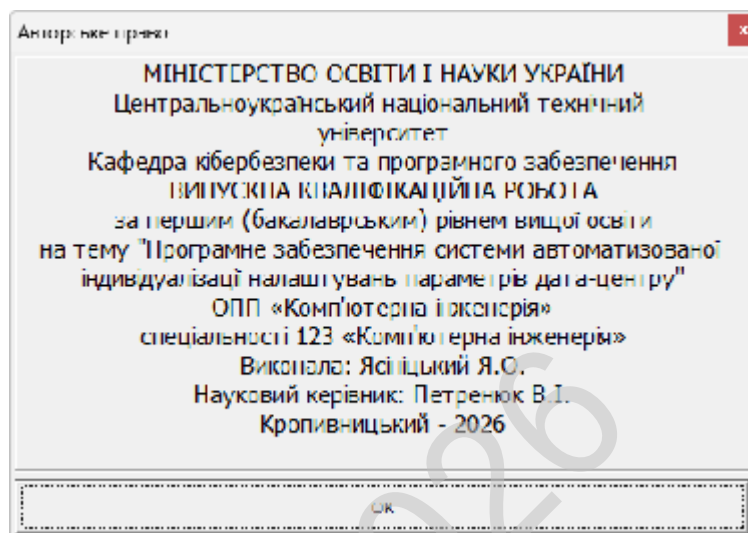


Рисунок 5.2 – Авторське право

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

Таким чином у результаті вищерозглянутого можна стверджувати що розроблено інтерфейс системи у відповідності з вибраною метою роботи. Система містить максимальний необхідний набір функцій придатних для виконання будь-яких дій для забезпечення повноцінної роботи програми. Далі розглянемо висновки та використані літературні джерела.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.
- Досліджена система автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

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

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

Програма реалізована на мові високого рівня Python. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для системи автоматизованої індивідуалізації налаштувань параметрів дата-центру.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

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 RC5.

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-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ramon Nastase «Computer Networking: The Beginner's guide for Mastering Computer Networking, the Internet and the OSI Model». 2018. – 186 p.
2. Russ White & Ethan Banks «Computer Networking Problems and Solutions: An Innovative Approach to Building Resilient, Modern Networks». 2017. – 832 p.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем ІР-телефонії». *Підводні технології*, 2024, № 13, с. 28-35.
7. 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.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

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

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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

36. 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.

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

38. 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.

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

40. 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.

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

42. 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).

43. 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

					ВКРБ-123.26.0062.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

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

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

46. 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.

47. 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.

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

49. 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.

50. 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.