

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору

С.О. ДОВГИЙ, О.В. КОПІЙКА

ІТ-ІНФРАСТРУКТУРА ЯК БАЗОВА СКЛАДОВА ЦИФРОВОЇ
ТРАНСФОРМАЦІЇ

Київ
ІТГП НАНУ
2023

**NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
Institute of telecommunications and global information space**

S. DOVGIY, O. KOPIKA

**IT INFRASTRUCTURE AS A BASIC COMPONENT OF
DIGITAL TRANSFORMATION**

Kyiv
ITGIS NASU
2023

УДК 004 (02)

Д58

Рекомендовано до друку Вченою Радою Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (протокол №1, 11.01.2023)

Видання здійснене за підтримки Національної академії наук України

Рецензенти:

П.П. Воробієнко, д.т.н., проф.

О.В. Барабаш, д.т.н., проф.

С.О. Довгий, О.В. Копійка

Д58 ІТ-інфраструктура як базова складова цифрової трансформації. Монографія – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2023. – 458 с.

ISBN 978-617-7854-86-8.

В монографії розглянута задача побудови ІТ-інфраструктури, як єдиної інформаційної платформи, яка інтегрує усі технології Індустрії 4.0. Єдина інформаційна платформа відповідає концепції RAMI 4.0 та використовує хмарні технології, які базуються на моделі обслуговування IaaS сервісних Центрів обробки даних.

Основний акцент зроблено на використанні сервісів ІТ-інфраструктури для цифрової трансформації. Цифрова трансформація передбачає впровадження організацією цифрових технологій для оцифрування нецифрових продуктів, послуг або операцій. Метою впровадження цифрової трансформації є збільшення цінності за рахунок інновацій, винаходів, досвіду клієнтів або ефективності.

Показано, що технологічні компоненти ІТ-інфраструктурі сприяють роботі і керують бізнес-функціями. ІТ-інфраструктуру розглядаємо як основу технологічних систем. Усі організації, які покладаються на технології для ведення свого бізнесу, можуть отримати вигоду від наявності надійної взаємопов'язаної ІТ-інфраструктури.

Представлена модель ІТ-інфраструктури телекомунікаційних операторів, яка має стати еталонною для інформаційних систем, які забезпечують цифрову трансформацію.

Представлені загальні відомості про фактори, які слід враховувати при плануванні проектів дата-центрів у відповідності до стандарту ANSI/TIA-942 «Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers».

УДК 004 (02)

ISBN 978-617-7854-86-8

© С.О. Довгий, 2023

© О.В. Копійка, 2023

ЗМІСТ	
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
ВСТУП	13
1. ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	19
1.1. Сучасний стан проблеми створення ІТ-інфраструктури для цифрової трансформації	19
1.2. Сутність впливу ІТ-інфраструктури на ефективність цифрової трансформації	44
1.3. Аналіз відомих методів побудови архітектур ІТ-інфраструктури та необхідність їх вдосконалення	72
1.4. Існуючі науково-методичні підходи до побудови ІТ- інфраструктури	78
Висновки по розділу 1	83
2. МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ	84
2.1. Структура синтезу інформаційно-комунікаційних систем	84
2.2. Концепція єдиної інформаційної платформи	88
2.2.1. Загальні положення	88
2.2.2. Математична формалізація наукової проблеми	89
2.2.3. Принципи побудови єдиної інформаційної платформи	90
2.2.4. Концептуальний підхід до синтезу структури інформаційної платформи	93
2.3. Метод оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних ІКС, що мають декомпозиційну природу	95
Висновки по розділу 2	101
3. СИНТЕЗ ІКС ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОПЕРАТОРА	103
3.1. Концепція синтезу ІКС телекомунікаційного оператора	103
3.1.1. Призначення концепції	103
3.1.2. Основні визначення	105
3.1.3. Опис УАІКС телекомунікаційного оператора	107
3.1.4. Принципи формування Архітектури систем операційних процесів (BSS/OSS)	108
3.1.5. Платформа автоматизації виробничих процесів (BSS/OSS)	110
3.1.6. Платформа автоматизації управлінських процесів (ESS)	115
3.2. Принципи побудови УАІКС телекомунікаційного оператора	118
3.3. Багатокритеріальна оптимізація за рахунок об'єднання критеріїв, для яких визначено співвідношення переваги за вагомістю	120

3.4. Концепція синтезу комунікаційної інфраструктури	127
3.5. Метод синтезу комунікаційної інфраструктури	133
Висновки по розділу 3	138
4. УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ	139
4.1. Вимоги до передачі повідомлень в інформаційно-комунікаційній системі	140
4.2. Структурні характеристики ІКС	143
4.3. Задачі аналізу та оцінка навантаження інформаційно-комунікаційних систем	156
4.4. Задачі синтезу оптимальних інформаційно-комунікаційних систем	168
4.5. Ефективність методів синтезу інформаційно-комунікаційних систем	170
Висновки по розділу 4	172
5. ІНФОРМАЦІЙНО-ЛОГІЧНІ ПРИСТРОЇ (ПРОЦЕСОРИ) УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ	175
5.1. Синтез пристроїв управління лінійними процесами	175
5.2. Синтез пристрою управління складним процесом мережевого типу	185
5.3. Синтез оптимальної інформаційної системи обробки транзакцій	191
Висновки по розділу 5	202
6. ПОБУДОВА ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ	203
6.1. Концепція побудови центрів обробки даних	203
6.2. Метод оптимізації процесу забезпечення визначеним категоріям клієнтів сервісів ЦОД	210
6.3. Архітектури ЦОД	215
6.3.1. Вибір оптимальної мережевої архітектури	216
6.3.2. Обґрунтування архітектури управління даними	229
6.3.3. Обґрунтування архітектури управління ІТ-інфраструктурою	236
6.3.4. Обґрунтування архітектури інфраструктури прикладних програм	252
6.3.5. Обґрунтування архітектури безпеки	264
Висновки по розділу 6	275
7. ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СЛУЖБ ЦОД	276
7.1. Мережеві сервіси	279
7.1.1. Служба мережевих пристроїв	279
7.1.2. Мережеві служби	285

7.2	Сервіси управління даними	291
7.2.1	Служба пристроїв зберігання даних	291
7.2.2.	Служби управління даними	298
7.2.3.	Служби архівування та відновлення	304
7.3.	Сервіси управління ІТ-інфраструктурою	311
7.3.1.	Служби автоматичного розгортання ПЗ	311
7.3.2.	Служба управління ІТ	316
7.3.3.	Служби файлів і друку	319
7.3.4.	Служба масового друку	323
7.4	Сервіси інфраструктури додатків	327
7.4.1.	Служби каталогів	327
7.4.2.	Онлайнві служби бізнес додатків	332
7.4.3.	Служби Інтеграції	335
7.5	Сервіси безпеки	339
7.5.1.	Служби захисту периметрів	339
7.5.2.	Служби управління сертифікатами	344
	Висновки по розділу 7	348
8.	ПРИКЛАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	349
8.1	Система інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної виконавчої влади – система загальнодержавного і регіонального рівнів	351
8.1.1	Концепція системи інформаційно-аналітичного забезпечення місцевих органів державної виконавчої влади	351
8.1.2.	Місцеві органи виконавчої влади та органи самоврядування як об’єкти інформатизації	360
8.1.3.	Технологічні рішення	361
8.2	Бюджетний процес – інформаційна система центрального рівня	368
8.2.1.	Концепція Інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу	368
8.2.2.	Технологічні рішення	373
8.3	ОТС “Інформ-Чорнобиль” – відомча інформаційна система	377
8.3.1.	Концепція ОТС “Інформ-Чорнобиль”	377
8.3.2.	Технологічні рішення	383
	Висновки по розділу 8	388
	ВИСНОВКИ	389
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	394
	ДОДАТОК	422
	1 ОГЛЯД ПРОЕКТІВ ДАТА-ЦЕНТРІВ	422

1.1 Загальні положення	422
1.2 Взаємозв'язки приміщень дата-центру та інших площ будівлі	424
1.3 Рівні	424
1.4 Залучення професіоналів	424
2. ІНФРАСТРУКТУРА КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ ДАТА-ЦЕНТРІВ	425
2.1 Базові елементи побудови кабельної системи дата-центру	425
3. ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИЙ ПРОСТІР ДАТА-ЦЕНТРІВ ТА ВІДПОВІДНІ ТОПОЛОГІЇ	427
3.1 Загальні положення	427
3.2 Структура дата-центру	427
3.2.1 Основні елементи	427
3.2.2 Типова топологія дата-центру	429
3.2.3 Редуковані топології дата-центрів	429
3.2.4 Дата центри з розподіленою топологією	429
4 КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ ДАТА-ЦЕНТРІВ	434
4.1 Загальні положення	434
4.2 Горизонтальна кабельна розводка	434
4.2.2. Топологія	435
4.2.3. Довжина горизонтальної кабельної розводки	436
4.2.4. Офіційно визнані кабельні носії	437
4.3. Магістраль	438
4.3.1. Загальні положення	438
4.3.2. Топологія	439
4.3.3. Надлишкові топології кабельної розводки	440
4.3.4. Офіційно визнані кабелі	440
4.3.5. Довжина магістральної кабельної розводки	441
4.4. Вибір кабельного носія	442
4.5. Централізована кабельна розводка оптичним кабелем	443
4.5.1. Введення	443
4.5.2. Керуючі вказівки	444
4.6 Якість передачі по кабельній розводці і вимоги до випробувань	445
5 РЕЗЕРВУВАННЯ ДАТА-ЦЕНТРІВ	446
5.1 Введення	446
5.2 Резервні оглядові люки і зовнішні кабельні канали	446
5.3 Резервні сервіси провайдерів доступу	448
5.4 Резервування кімнат введення	448
5.5 Резервна головна розподільна зона	449
5.6 Резервна магістральна розводка	449

5.7 Резервна горизонтальна розводка	450
6 ПРИКЛАДИ ПРОЕКТІВ ДАТА-ЦЕНТРІВ	451
6.1. Приклад проекту малого дата-центру	451
6.2. Приклад проекту корпоративного дата-центру	452
6.3. Приклад проекту Інтернет дата-центру	454

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

4G, 5G – мобільний зв'язок 4-го, 5-го покоління

aCampus – український проект по адаптації міжнародних стандартів на рівень ДСТУ

ACL (Access Control List) - списки контролю доступу

Active Directory - служби каталогів

AR – додаткова реальність

BizTalk - універсальна шина інтеграції

BPMS (Business Process Management System) - система управління бізнес-процесами

BSS - автоматизована система управління підтримки бізнес-діяльності

CAS (Content-Addressable Storage) - платформа архівного зберігання даних з адресацією по змісту

CCI (Common Communications Infrastructure) - спільна телекомунікаційна інфраструктура

CRM - автоматизована система управління роботою з клієнтами

DNS (Domain Name System) – мережева служба імен

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – протокол динамічної конфігурації вузла

DFS, FRS, EFS, WebDAV - служби файлів і друку

DWDM/CWDM – технології транспортної мережі

EAM – управління активами підприємства

EMS (Emergency Management Services) - служби управління в аварійних ситуаціях

ERP – автоматизована система управління підприємством

ESS - автоматизована система управлінської діяльності

eTOM (enhanced Telecom Operations MAP) - карта бізнес-процесів телекомунікаційної компанії, а також концепція

FAB - (Fulfillment, Assurance and Billing) - процеси виконання, забезпечення, білінгу

Frameworks - (раніше NGOSS (Next Generation Operations systems and software)) - системи наступного покоління для підтримки операційної діяльності телекомунікаційної компанії

FTP (File Transfer Protocol) — протокол передачі файлів

GIZ – німецьке товариство міжнародної співпраці

HP, SUN, EMC , CISCO, Microsoft, ORACLE, Veritas - виробники апаратного і програмного забезпечення

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) — протокол передачі гіпертексту

HTTPS (Secure Hypertext Transfer Protocol) — протокол захищеної передачі гіпертексту

Industry4Ukraine – національна платформа України щодо Індустрії 4.0

IoT – інтернет речей.

IP/MPLS – технологія побудови мережі передачі даних

IPTV – надання послуг телебачення з застосуванням мережі передачі даних

KPI – ключові показники ефективності виробництва

MCE – міжнародний союз електроз'язку

MDAC - компонент універсального доступу до даних

MES – система управління виробничим процесом

MOF (Microsoft Operations Framework) - процеси управління ІТ

MSA - еталонна архітектура

OSI – 7-ми рівнева мережева модель

OSR - (Operations Support & Readiness) - процеси «підтримки операційних процесів та забезпечення готовності»

OSS - автоматизована система управління підтримки виробничої діяльності

PKI - служба управління сертифікатами

RAMI - модель еталонної архітектури Industrie 4.0

QoS - гарантована якість послуг

SADT, IDEF, DFD - методології моделювання бізнес-процесів

SAN - мережа зберігання даних

SDP - автоматизована система управління засобами виробництва послуг зв'язку

SID - (Shared Information and Data Model) - модель даних

SIP - (Strategy, Infrastructure & Product) - процеси управління життєвими циклами продуктів, ресурсів та інфраструктури

SNMP - (Simple Network Management Protocol) — простий протокол керування мережею

SOA – сервісно-орієнтована архітектура

SRMD - (Security Risk Management Discipline) - дисципліни Управління Ризиками Безпеки

TAM - (Telecot Applications Map) - модифікована карта підсистем

TIP - (Integration Program) - модифіковане інтеграційне середовище

TFTP - (Trivial File Transfer Protocol) — найпростіший протокол передачі файлів

TM Forum - TeleManagement Forum міжнародної некомерційної організації

TNA - (Technology Neutral Architecture) - принципи інтеграції систем на базі технологічно нейтральні архітектури

VoIP – послуги передачі голосу з застосуванням мережі передачі даних
WINS - (Windows Internet Name Service) – сервіс інтернет імен
XML, BPML, BPEL, XPDЛ - мови моделювання бізнес-процесів
ZVEI - Німецька асоціація виробників електротехніки та електроніки
АППАУ – асоціація підприємств промислової автоматизації України
АСУ – автоматизована система управління
ДА – дискретні автомати
ДП – державне підприємство
ДСТУ – державні стандарти України
ЕП - елементи пам'яті
ІАССБП - інформаційно-аналітична система супроводження бюджетного процесу
ІЕБ ППР - інформаційно-експертний блок підтримки прийняття рішення
ІКС – інформаційно-комунікаційні системи
ІКТ - інформаційно-комунікаційні технології
Індустрія 4.0 – Четверта Технологічна Революція
ІТ – інформаційні технології
КЗ - канали зв'язку
КМУ – Кабінет міністрів України
КО - конструктивна одиниця
ЛТП – лінійний технологічний процес
НКРЗІ – національна комісія з питань регулювання зв'язку та інформатизації України
ОПР - особа, що приймає рішення
ОТС "Інформ-Чорнобиль" - організаційно-технічна система "Інформ-Чорнобиль"
ПАТ – публічне акціонерне товариство
ПЗ – програмне забезпечення
ПО - початок операцій
ПУ - пристрій управління
СІАЗ - Система інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління
СППР - систем підтримки прийняття рішень
СУБД – система управління базами даних
ТО - технологічна операція
ТП - технологічний процес
ТПП – торговельно-промислова палата
ТС - технологічна система

ТСАІТІ – типова системна архітектура ІТ-інфраструктури

УАІКС - універсальної архітектури ІКС

ЦОД – центр обробки даних

ШІ – штучний інтелект

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку суспільства інформаційно-комунікаційні технології стають основними факторами світового розвитку. Поява нових технологій - це крок до створення єдиного інформаційного суспільства, електронної економіки, де географічні кордони втрачають своє значення як, економічний фактор. В умовах, коли нові технології всі більше завойовують світовий ринок, невідкладним завданням стає забезпечення розвитку держави у відповідності до загальносвітового руху в напрямку глобального інформаційного суспільства. У цьому світовому розвитку не повинна бути виключенням українська економічна система, майбутнє якої значною мірою залежить від революційного розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.

Фаза розвитку суспільства, на якій домінуючими продуктами виробництва є інформація і знання, отримала назву інформаційної. Вже сьогодні людство стоїть на порозі інформаційного суспільства, оскільки значна частина діяльності людей базується на доступі до інформації. Багато професій в сучасному суспільстві вимагає навиків роботи з інформацією. Доступ до інформації сприймається як шлях до багатства та влади. Інформація забезпечує ефективне управління й вдосконалює надання послуг органами державного управління. Інформація про світ, в якому ми живемо, робить можливим навчання. Інформація про товари та послуги рухає ринками, робить нові ринки доступними для місцевих виробників. Інформація про хвороби, їх профілактику, способи їх лікування – це ключ до охорони здоров'я.

Технологічною основою інформаційного суспільства є інформаційні технології, що стали лідерами технологічного прогресу, невід'ємним елементом будь-яких сучасних технологій, породжують економічний ріст, створюють умови для вільного обміну в суспільстві великих масивів інформації і знань, приводять до істотних соціально-економічних перетворень і, у кінцевому рахунку, до становлення інформаційного суспільства. Дві технології інтегровані одна в одну і мають спільний розвиток.

Інформаційному суспільству властиві:

- єдиний інформаційний простір;
- домінування в економіці нових технологічних рішень, що базуються на масовому використанні інформаційних технологій, перспективних засобів обчислювальної техніки;

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

- ведуча роль інформаційних ресурсів у забезпеченні стійкого поступального розвитку суспільства;
- зростання ролі інфраструктури (телекомунікаційної, транспортної, інформаційної (Центри обробки даних рис. 1)), організаційної) у системі суспільного виробництва і посилення тенденцій до спільного функціонування в економіці інформаційних і грошових потоків;
- фактичне задоволення потреб суспільства в інформаційних продуктах і послугах;

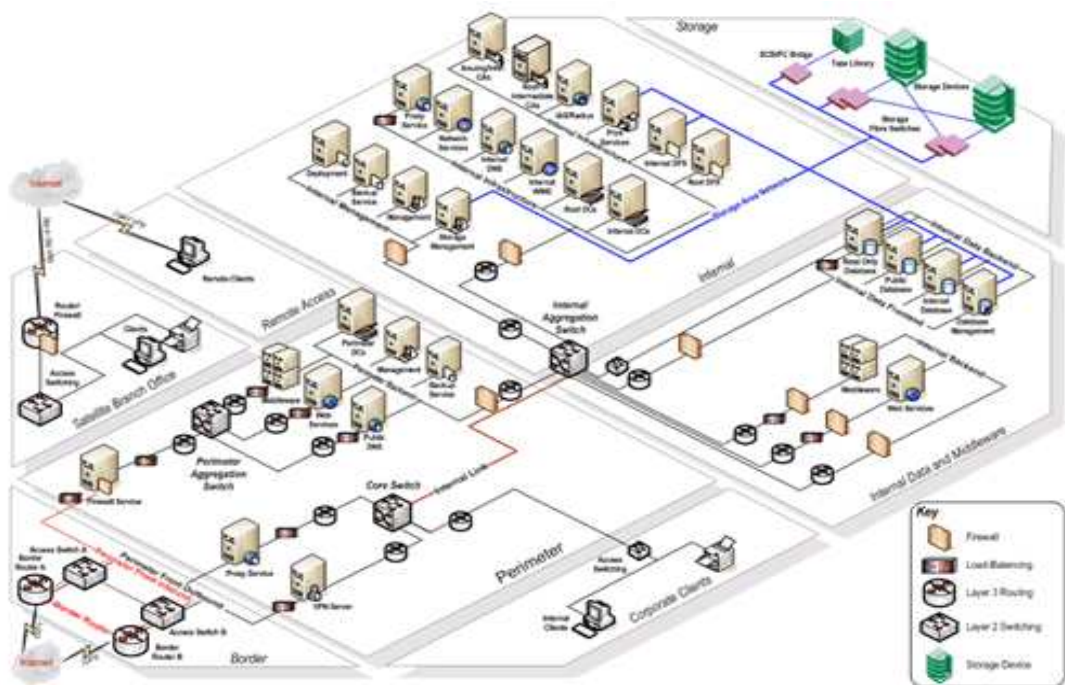


Рис. 1 Центри обробки даних

- високий рівень утворення, обумовлений розширенням можливостей систем інформаційного обміну на міжнародному, національному і регіональному рівнях, і, відповідно, підвищена роль кваліфікації, професіоналізму і здібностей до творчості як найважливіших характеристик праці;
- висока значимість проблем забезпечення інформаційної безпеки особистості, суспільства і держави, наявність ефективної системи забезпечення прав громадян і соціальних інститутів на вільне одержання, поширення і використання інформації.

Поява нових інформаційно-комунікаційних технологій та пов'язана з цим процесом конвергенція цілих галузей – комунікації, медіа та комп'ютерної, що в свою чергу супроводжується цифровізацією інформаційних потоків та комунікаційних механізмів в різних суспільних секторах, дозволяють розглядати, як перспективний напрямок, розвиток телекомунікаційної складової національної інформаційної інфраструктури на базі відкритої телекомунікаційної мережі наступного покоління.

Сучасна телекомунікаційна мережа, характерними ознаками якої являється мультисервісність та підтримка мультимедійних режимів обміну інформацією, може оптимальним шляхом забезпечити не тільки транспортування будь-якого інформаційного наповнення застосувань національної інформаційної інфраструктури, але й відігравати важливу роль у вирішенні питань формування та надання інформаційних послуг, підтримки інтегрованого доступу до них.

Поява парадигми інформаційного суспільства являється, по суті, прямим наслідком “високошвидкісного” розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій. Проте таке складне явище, як становлення інформаційного суспільства має дуже багато аспектів, які лежать як в площині розвитку інфраструктури та застосувань інформаційного суспільства, так і в площині цифровізації інформаційних потоків та телекомунікаційних механізмів в різних суспільних секторах. Процеси цифровізації та пов'язані з ними процеси розвитку інфраструктури та прикладних задач мають в державі підтримуватись створенням відповідного регуляторного середовища, формуванням людського капіталу, запровадженням відповідних механізмів фінансування, а також створенням та реалізацією відповідних стратегій розвитку. Всі ці питання взаємопов'язано мають вирішуватись в рамках розбудови національної інформаційної інфраструктури.

Національна інформаційна інфраструктура будь-якої країни складається безпосередньо з системи транспортування інформації (суто транспортна складова), обробки інформації, базових комунікаційних послуг (служби обміну повідомленнями, веб-служби тощо) та застосувань, що функціонують в мережі (інформаційна складова).

Таким чином, інформаційна інфраструктура являє собою інтегровану сукупність телекомунікаційних та інформаційних об'єктів інформаційного простору України.

Розвиток сектора інформаційно-комунікаційних технологій, розширення сфери використання сучасних інформаційних технологій у всіх

галузях економіки дасть можливість сформувати більш прогресивну структуру економіки, стане поштовхом для розвитку вітчизняних високотехнологічних підприємств, надасть принципово нові можливості щодо приросту виробництва та експорту вітчизняної продукції на базі "нової економіки", економіки, яка базується на знаннях і формує нові знання.

Досягнути вирішення цієї задачі можливо за рахунок:

- формування науково-обґрунтованих принципів розвитку "цифрової економіки" в умовах України;
- максимального використання наукового та інтелектуального потенціалу держави;
- використання в провідних галузях економіки (літакобудування, танкобудування, аерокосмонавтиці та інших) сучасних технологій автоматичного проектування;
- створення єдиного інформаційного простору держави;
- створення державних реєстрів всіх видів ресурсів України (матеріальних, людських, природних, інтелектуальних, культурних, духовних і т.і.);
- максимального використання сучасних інформаційних технологій в економіці;
- створення інформаційно-аналітичних систем загальнодержавного рівня;
- створення Системи інформаційно-аналітичного забезпечення органів державного управління (СІАЗ);
- входження України в світовий інформаційний простір;
- створення рівних умов конкуренції на ринках інформаційних продуктів та технологій, як для вітчизняних, так і для іноземних розробників;
- створення умов стимулювання розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в Україні з використанням технопарків, як інкубаторів інноваційного бізнесу в сфері інформаційних технологій;
- розвитку інститутів науково-технічної продукції;
- стимулювання господарських суб'єктів для підвищення прозорості їх діяльності;
- створення умов для підвищення рівня зовнішньоекономічної діяльності України в сфері інформаційно-комунікаційних технологій;
- створення сучасної інфраструктури (телекомунікаційної, транспортної, інформаційної (Центри обробки даних)), організаційної) у системі суспільного виробництва і посилення тенденцій до спільного функціонування в економіці інформаційних і грошових потоків.

Останній пункт є вкрай важливим, і з технічної точки зору є базисом для виконання інших задач. Створення сучасної ІТ-інфраструктури є умовним переходом від вирішених задач поставлених третьою промисловою революцією (розвиток електроніки та інформаційних технологій) до постановки задач четвертої промислової революції, яка характеризується злиттям технологій та стиранням граней між фізичними, цифровими та біологічними сферами.

В монографії ми зупинимся на проблемі побудови ІТ-інфраструктури, як єдиної інформаційної платформи, яка інтегрує усі технології Індустрії 4.0. Єдина інформаційна платформа використовує хмарні технології, які базуються на платформі IaaS сервісних Центрів обробки даних.

Такий підхід недостатньо опрацьований в сучасній науково-технічній літературі.

Основний акцент буде зроблено на використання сервісів ІТ-інфраструктури для успішного розвитку цифрового бізнесу. Цифровий бізнес, чи цифрова трансформація, як це поняття використовується закордоном, — це впровадження організацією цифрових технологій для оцифрування нецифрових продуктів, послуг або операцій. Метою його впровадження є збільшення цінності за рахунок інновацій, винаходів, досвіду клієнтів або ефективності.

З початку ХХІ сторіччя галузь телекомунікацій та інформатизації однією з перших відчула на собі прояви кризи - рецесію, падіння ринкових показників і скорочення числа робочих місць. В подібних умовах успіху змогли досягти лише компанії, здатні при жорсткій глобальній конкуренції завоювати і відстояти значну частку динамічно мінливого ринку інформаційно-телекомунікаційних послуг. Необхідними складовими успіху була чітко сформульована стратегія, а також модель управління бізнесом і ретельно сплановані процеси основних видів діяльності, а також адекватні цій моделі системи підтримки бізнесу, операційної діяльності, а саме багатокomпонентні інформаційні системи OSS/BSS (Operations support Systems/Business support systems), призначені для повної або часткової автоматизації різних аспектів діяльності телекомунікаційної компанії.

Конкуренція на ринку телекомунікаційних та інформаційних послуг посилюється з кожним днем, а самі ринки стають все більш і більш складними. З'являються нові бізнес-моделі, нові гравці, нові технології. Стає все складніше втілювати в життя перетворення в бізнесі, спрямовані на підвищення ефективності та гнучкості. Для забезпечення подальшого зростання на насичених ринках потрібно зменшувати витрати, підвищувати

лояльність користувачів і пропонувати все нові і нові послуги. Ще одним важливим аспектом є те, що національні телекомунікаційні оператори є суб`єктами розвитку сучасної інформаційної інфраструктури, тому вони в першу чергу, мають розробляти сучасні підходи до розвитку та експлуатації інформаційно-комунікаційних систем.

Досягнення національних телекомунікаційних операторів, які створюють сучасну інформаційну інфраструктуру, мають стати еталонними для інформаційних систем, які забезпечують цифрову трансформацію [132].

1. ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

1.1. Сучасний стан проблеми створення ІТ-інфраструктури для цифрової трансформації

В інформаційному суспільстві виникають особливі умови для ведення бізнесу, який називається цифровим бізнесом.

І інформаційне суспільство і цифровий бізнес успішно розвиваються за допомогою перспективних технологій. На кожному етапі розвитку суспільства і бізнесу визначаються свої перспективні технології.

Одним з варіантів визначення перспективності технологій є Нуре Сycle (рис. 1.1).

Аналітики компанії Gartner свого часу придумали графічну інтерпретацію життєвого циклу розвитку будь-якої нової технології. Графічна інтерпретація отримала назву Нуре Сycle і стала зареєстрованою торговою маркою компанії Gartner [1-10].

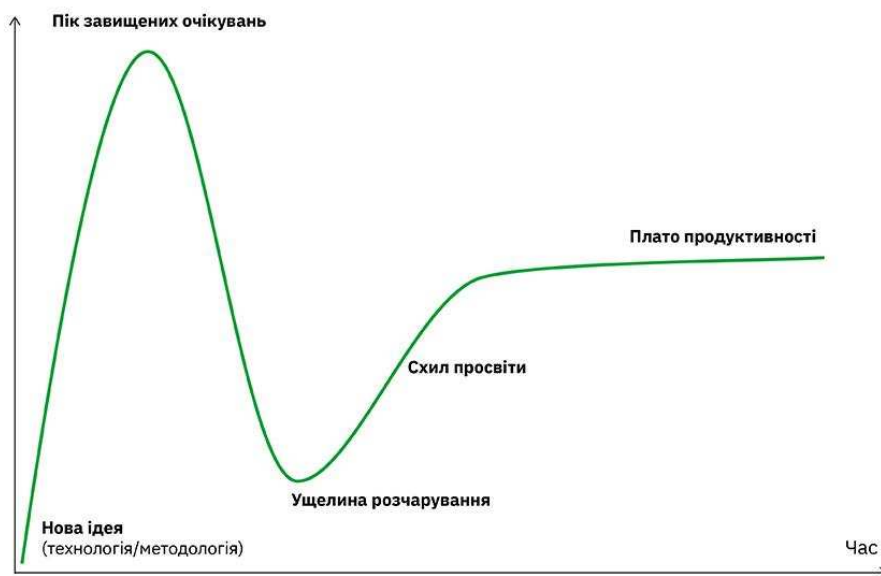


Рис. 1.1 Графічна інтерпретація життєвого циклу розвитку будь-якої нової технології (Нуре Сycle)

На думку аналітиків Gartner, будь-яка нова ідея проходить через п'ять послідовних фаз:

1. Нова ідея. Фаза, коли відбувається знайомство з новою технологією. На цьому етапі інновація з'являється у новинах науково-популярних журналів, а розробники зустрічаються із першими зацікавленими інвесторами. Потім з'являється перше покоління продукту: дороге та недосконале, але цікаве для цільової аудиторії. Приблизно тоді ж виникає галас у пресі.

2. Пік завищених очікувань. Фаза, коли очікування від нової ідеї (технології) досягають свого максимуму. Завдяки хайпу у засобах масової інформації про інновацію починають говорити: у цей момент розвиток технології досягає піку завищених очікувань. У старт апу з'являються нові партнери та шанувальники. Однак разом із розповсюдженням продукту в мережі пишуться перші негативні коментарі. На думку Gartner, в цей момент вкладатися в інновацію дуже рано - можливо, технологія є великою бульбашкою.

3. Ущелина розчарування. Очікування, сформовані в попередній фазі, не знаходять підтвердження на практиці, і радісне передчуття змінюється розчаруванням. Іноді технологічний прорив дійсно виявляється лише гучним хайпом. У такому разі інновація ризикує не пройти прірву розчарування. У цей період неминуче виникає спад інтересу та розчарування у продукті, проте забувати технологію не варто. Можливо, вона отримає новий виток розвитку та перейде на схил просвітництва.

4. Схил просвітництва. Якщо ідея все-таки не була відкинута на попередній фазі і пройшла перевірку часом, то вона починає приживатися і поступово знаходити конкретні обриси. Якщо продукт дійшов до четвертого етапу, це потенційно проривна технологія. Під час переходу інновації на схил просвіти увагу ЗМІ до продукту стає менше, а ось користувачі навпаки знову відкривають для себе продукт. Все тому, що до стадії під номером чотири розробники встигають виправити всі недоліки, що були на ранніх стадіях.

5. Плато продуктивності. Ідея (технологія) знаходить своє застосування, її використання стає масовим. Десь у середині схилу просвітництва проходить межа, за якою вкладатися в продукт стає пізно. Усі, хто цікавився інновацією, на той момент встигають зайняти місце на ринку. Після цього нарешті настає п'ятий етап – плато продуктивності. До цього моменту доходять технології, які змогли завоювати собі місце на ринку та стати справді корисними для користувачів. У медійному просторі інновації, що досягли плато, використовуються для порівняння з новими розробками.

Цікаво, що, незважаючи на абстрактність і суб'єктивність, концепцію Нуре Сусле можна накласти на будь-яку нову ідею (продукт, технологію, методологію і т.д.) для опису її життєвого циклу.

Крім уявлення, де зараз знаходиться кожна конкретна технологія, Gartner також передбачає, скільки часу потрібно інновації, щоб увійти у звичне життя суспільства: білий колір — два роки, блакитний — від двох до п'яти років, синій — від п'яти до десяти років, і жовтий — понад десять років. Окремим кольором відображаються розробки, які не дісталися «Плато продуктивності». На графіку вони відзначаються червоним кружком із хрестиком.

Консалтингова агенція опублікувала прогноз перспективних технологій у 2022 році. Як виглядає, можна побачити на графіку нижче.

Що передбачив Gartner у 2022 році (рис. 1.2).

Усі технології, що потрапили в прогноз, можна розділити на три групи. Перша стосується розвитку та персоналізації імерсивного досвіду. До цього типу належать розробки цифрових людей, кадрових маркетплейсів, метавесвітів та супераппів або модульних додатків, які користувачі можуть активувати під індивідуальні потреби.

Всі технології, за допомогою яких у майбутньому кожен користувач отримуватиме персональний досвід, вписуються в концепцію Web 3.0, і саме це поняття також можна помітити на піку очікувань.

До другої групи належать усі технології, що прискорюють автоматизацію на основі штучного інтелекту (ШІ). Це автономні системи, причинно-наслідковий ШІ, а також нейромережі, що допомагають креаторам створювати контент, а програмістам писати код.

Штучний інтелект розвивається швидше, ніж багато інновацій із першої групи. Наприклад, вже зараз розробники можуть скористатися помічником Copilot. Він здатний самостійно дописувати конструкції залежно від контексту та стилю програмування людини. Gartner зазначає, що якщо багато технологій, що створюють імерсивний досвід, вийдуть на плато продуктивності через десять і більше років, то продукти в області ШІ можуть увійти у звичний побут вже років через п'ять.

Нарешті, третя група зачіпає доставку технологій чи все, що стосується побудови цифрового бізнесу. Наприклад, спільноти розробників та платформи, які вони використовують. Ці інновації, наприклад, сіткова архітектура кібербезпеки та промислові хмарні можливості здатні забезпечити оптимізацію бізнес-процесів та допомогти у розвитку Індустрії 4.0.

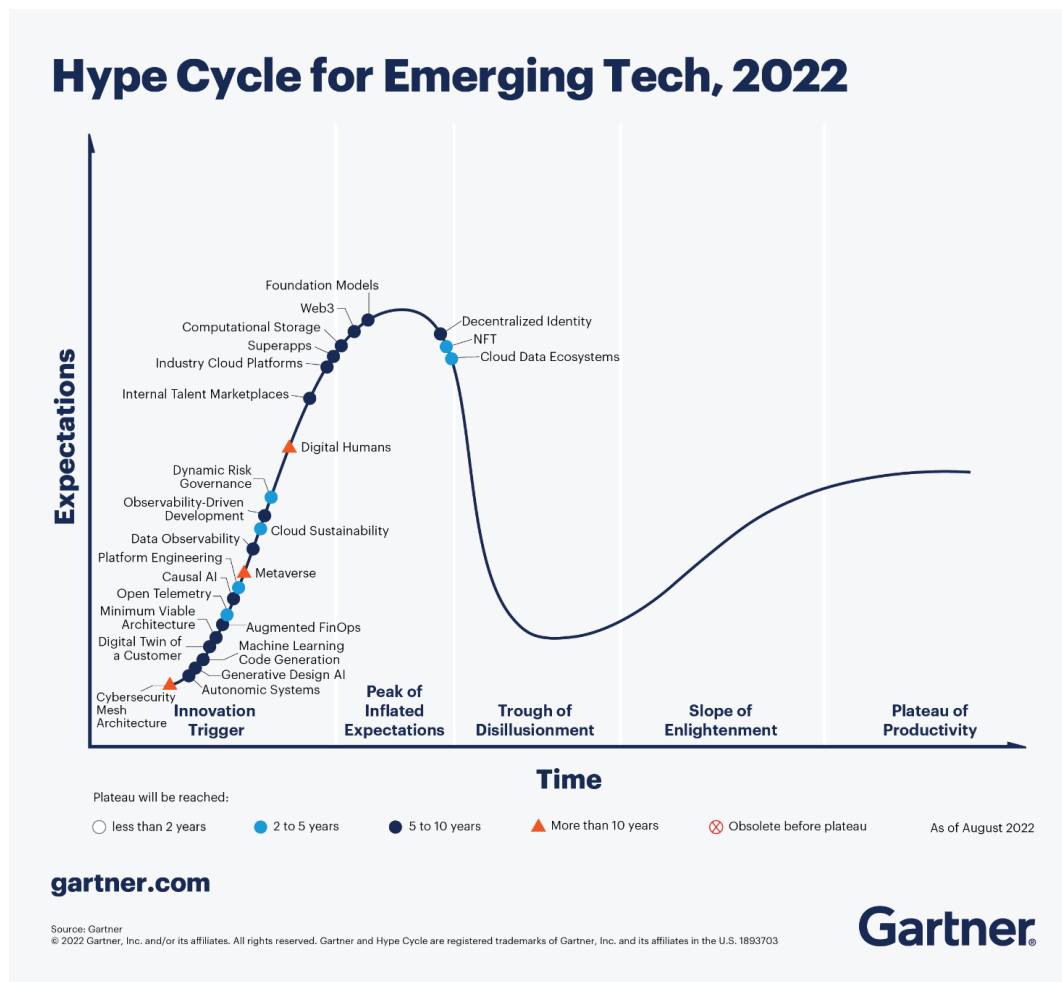


Рис. 1.2 Gartner Hype Cycle 2022

Саме технології третьої групи, особливо їх застосування для побудови цифрового бізнесу, розглядаються в цій монографії.

З початку 2011 року країна лідер технологічного розвитку – Німеччина впровадила новий термін і мету розвитку виробничих галузей – Індустрія 4.0, або як її ще іменують – Четверта Технологічна Революція. Ключовими аспектами якої являються системи автоматизації та прогнозування виробництва, адитивні технології (3Д друк), розумні сенсори, захищені телекомунікаційні систему контролю і моніторингу засобів виробництва.

За останні 4 роки зацікавленість світу в цих темах почала шалено зростати. На рисунку 1.3 представлена статистика Google Trends, щодо частоти запитів відповідних термінів.

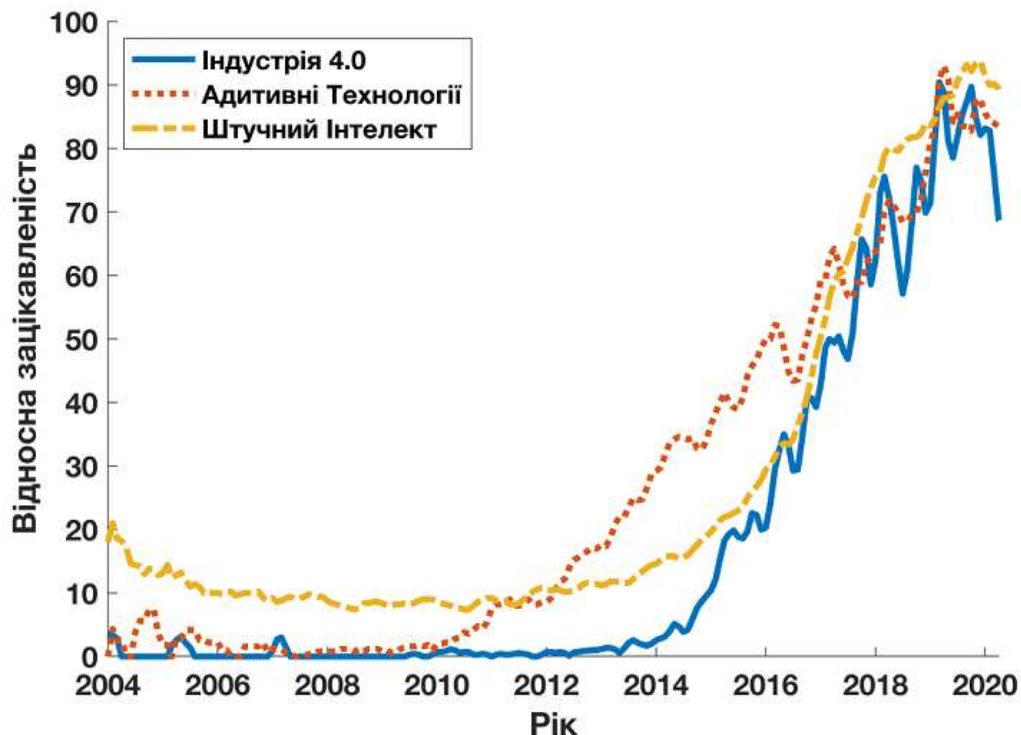


Рис 1.3 Відносна зацікавленість в вибраних термінах за період 2004-2020 роки, на основі пошукової системи Google Trends. Статистичні данні отримані з міжнародного аналізу ринку Wohlers Report 2019.

В майбутньому очікується максимальна автоматизація заводів, перехід на електронну систему управління системами, використання штучного інтелекту для управління засобами виробництва, прогнозування і оптимізація задач та методів виробництва.

Історичний екскурс

У ході першої промислової революції за допомогою води та пари було механізовано виробництво [35]. Головним драйвером другої промислової революції була електрика, яка допомогла створити масове виробництво [36].

У центрі третьої революції знаходилася електроніка та інформаційні технології, що автоматизували виробництво [37].

Четверта промислова революція ніби виходить із третьої, яку ще називають «цифровою» і яка почалася в середині минулого століття. Вона

характеризувалася злиттям технологій та стиранням граней між фізичними, цифровими та біологічними сферами [38-45].

Клаус Шваб, засновник та голова Всесвітнього економічного форуму, випустив в 2016 році статтю з назвою «4-та промислова революція – що це означає та як відповідати» [11]. В ній він доступно розповідає про переваги масової діджиталізації, а також про нові виклики. Коротко процитуємо переваги в розумінні Клауса Шваба і чому вони не є продовженням «3-ої революції»:

1. Безпрецедентне (по експоненті, а не лінійне) зростання інновацій – що стосується їх швидкості, об'єму та впливу. Це дасть значне покращення в ефективності, продуктивності та скороченні витрат.

2. Безпрецедентне зростання даних та можливостей їх використання для нових технологій вже дає краще залучення різних верств розробників – користувачів – клієнтів й сприятиме розвитку в багатьох відношеннях.

3. Штучний інтелект стає реальністю – конкретні приклади ми вже бачимо від масової роботизації й до біотехнологій [12].

Все разом це сприятиме росту світового багатства та зменшенню нерівності між розвинутими країнами та іншими [13].

Новий індустріальний переворот, несхожий на попередні, неминуче змінить те, як ми працюємо, відпочиваємо, спілкуємося і ходимо по магазинах.

Четверта промислова революція (Індустрія 4.0) передбачає новий підхід до виробництва, що базується на масовому впровадженні інформаційних технологій у промисловість, масштабній автоматизації бізнес-процесів та поширенні штучного інтелекту [14-19].

Переваги Четвертої промислової революції очевидні: підвищення продуктивності, велика безпека працівників за рахунок скорочення робочих місць у небезпечних умовах праці, підвищення конкурентоспроможності, принципово нові продукти та багато іншого.

Людство стоїть на початку нової технологічної революції, пише Клаус Шваб, яка кардинально змінить те, як ми живемо і працюємо і ставимося один до одного. Подібного масштабу та складності змін людству ще ніколи не доводилося зазнавати. Звичайно, зараз неможливо передбачити, як вона розгортатиметься, але вже зараз очевидно, що вона торкнеться всіх груп, верств і прошарків людства, всіх професій тощо.

Четверта промислова революція може призвести до безпрецедентного розширення прірви між багатими та бідними. Кількість інвестицій у проекти, які займаються штучним інтелектом, зростає, оскільки їх технології здатні

значно знизити компаніям витрати. Але побічним ефектом стане стрімке скорочення робочих місць.

Згідно з прогнозом McKinsey, до 2030 року близько 400 мільйонів людей на планеті, або 14% робочої сили, втратять роботу через те, що їхні функції виконуватимуть програми та роботи [20].

53% працівників вважають, що автоматизація значно змінить або зробить їхню роботу застарілою протягом наступних десяти років (тільки 28% вважають, що це малоімовірно).

77% працівників будуть змушені найближчим часом набути нових навичок або повністю перекваліфікуватися у зв'язку з роботизацією.

80% чоловіків у зв'язку з роботизацією набувають нових навичок порівняно з 74% жінок.

34% дорослих людей, які не мають середньої та вищої освіти, не вважають за потрібне розвивати нові цифрові навички.

69% людей віком від 18 до 34 років позитивно оцінюють потенційний вплив цифровізації ринку праці. Їхню думку поділяють 59% людей віком від 35 до 54 років і 50% — віком від 55 років.

Індустрія 4.0 спирається на дев'ять технологічних стовпів. Ці інновації є мостом між фізичним та цифровим світами та забезпечують можливість функціонування інтелектуальних та автономних систем. Організації та ланцюжки поставок вже застосовують деякі з цих передових технологій, але повністю реалізувати потенціал «Індустрії 4.0» можна лише за умови їх використання у комплексі [21-94].

Технології Індустрії 4.0 (рис. 1.4)

1. Автономні роботи. Індустрія 4.0 призвела до появи нового покоління автономних роботів. Озброєні передовим програмним забезпеченням, ШІ, датчиками та машинним зором, ці роботи здатні виконувати складні та високої точності завдання, і навіть розпізнавати і аналізувати інформацію, одержувану з численних датчиків.

2. Великі данні. Аналітика на основі великих даних та штучного інтелекту. «Індустрія 4.0» передбачає збирання великих даних із широкого спектру джерел — від виробничого обладнання та пристроїв Інтернету речей (IoT) до систем ERP та CRM. Аналітичні інструменти на базі ШІ та машинного навчання застосовуються до даних у реальному часі, а отримана інформація використовується для прийняття більш точних рішень та автоматизації у всіх галузях управління ланцюжком поставок.



Рис. 1.4 Технології Індустрії 4.0.

3. Додаткова реальність (AR). Інструменти додаткової реальності, що накладають цифровий контент на реальне довкілля, є ключовим компонентом Індустрії 4.0. Працюючи в середовищі додаткової реальності, співробітники використовують розумні окуляри або мобільні пристрої для візуалізації даних IoT реального часу, оцифрованих деталей, інструкцій з ремонту або складання, навчального контенту та іншої інформації, дивлячись при цьому на матеріальний об'єкт, наприклад, одиницю обладнання чи продукт. AR все ще знаходиться на ранньому етапі свого розвитку, але вже сьогодні серйозно впливає на процеси технічного обслуговування, надання послуг та

забезпечення якості, а також на навчання технічних фахівців та забезпечення безпеки.

4. Адитивне виробництво/3D-друк. Адитивне виробництво, або 3D-друк, ще одна ключова технологія, що лежить в основі концепції Індустрія 4.0. 3D-друк спочатку використовувався як інструмент швидкого створення прототипів, проте тепер пропонує широкий спектр сценаріїв застосування — від масової кастомізації до розподіленого виробництва. Так, застосування 3D-друку дозволяє зберігати деталі та продукти у вигляді файлів проектних даних на віртуальних складах та друкувати їх на запит у момент виникнення потреби, скорочуючи як відстані транспортування, так і витрати.

5. Хмарні технології. Хмарні обчислення – це потужний інструмент концепції «Індустрія 4.0» та цифрової трансформації. Можливості сучасних хмарних технологій далеко не обмежуються підвищенням швидкості, масштабованості, зручності зберігання та економічної ефективності. Вони є основою новітніх технологій — від ШІ та машинного навчання до Інтернету речей — і надають компаніям технічну можливість впровадження інновацій. Дані, на яких будуються технології Індустрії 4.0, зберігаються в хмарі, а кіберфізичні системи, що складають ядро цієї концепції, використовують хмару для зв'язку та координації.

6. Кібербезпека. В умовах постійно зростаючого рівня підключеності та використання великих даних в Індустрії 4.0, кібербезпека набуває першорядного значення. Впровадивши архітектуру безпеки з нульовою довірою (Zero Trust) та такі технології, як машинне навчання та блокчейн, компанії отримують можливість автоматизувати виявлення, запобігання та реагування на загрози, а також у своїх мережах звести до мінімуму ризик витоку даних та затримок у виробництві.

7. Промисловий Інтернет речей (ІоТ). Більшість фізичних об'єктів в «Індустрії 4.0» — пристрої, роботи, машини, обладнання, продукти — використовують датчики та RFID-мітки для надання в реальному часі даних про свій стан, продуктивність або місцезнаходження. Ця технологія дозволяє компаніям оптимізувати ланцюжки поставок, швидко проектувати та модифікувати продукти, запобігати простоям обладнання, залишатися в курсі переваг споживачів, відстежувати продукти та запаси тощо.

8. Горизонтальна та вертикальна інтеграція. Основа основ Індустрії 4.0 - горизонтальна і вертикальна інтеграція. Горизонтальна інтеграція забезпечує тісну взаємодію процесів на «місцевому рівні» — на виробничій ділянці між кількома виробничими об'єктами та в масштабі всього ланцюжка поставок. Завдяки вертикальній інтеграції всі рівні організації пов'язані між собою, а

дані вільно передаються з цеху до ради директорів і назад. Іншими словами, виробництво тісно інтегроване з такими бізнес-процесами, як дослідження та розробки, забезпечення якості, продажу та маркетингу, а також з іншими підрозділами. Розрізненість даних та знань відходить у минуле.

9. Моделювання та прогнозування/цифрові двійники. Цифровий двійник є віртуальною моделлю реальної машини, продукту, процесу або системи, створену на основі даних від датчиків Інтернету речей. Цей базовий компонент «Індустрії 4.0» дозволяє компаніям краще розуміти, аналізувати та покращувати продуктивність та технічне обслуговування промислових систем та продуктів. Наприклад, оператор обладнання може використовувати цифровий двійник для точного визначення несправної деталі, прогнозування потенційних проблем та збільшення тривалості безвідмовної роботи.

Великі дані, хмарні технології та кібербезпека відносяться до групи технологій пов'язаних з розвитком інфраструктури.

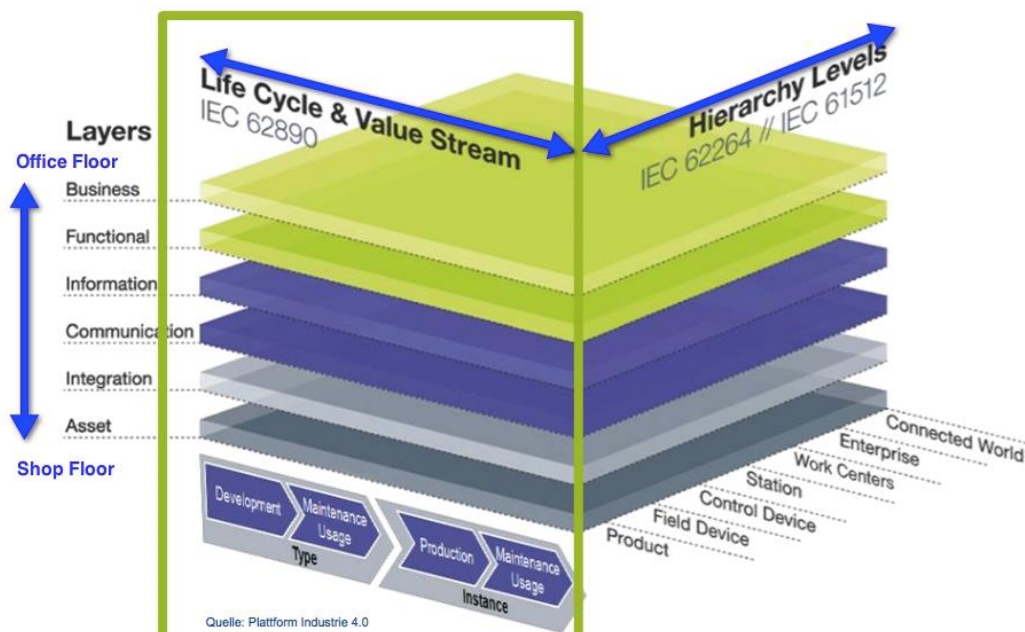


Рис. 1.5 Модель еталонної архітектури Індустрії 4.0 (RAMI 4.0).

В 2016 році концептуальні положення Індустрії 4.0 були представлені у вигляді моделі еталонної архітектури Індустрії 4.0 (RAMI 4.0) (рис. 1.5), яка була розроблена Німецькою асоціацією виробників електротехніки та електроніки (ZVEI) для підтримки ініціатив «Індустрія 4.0». RAMI 4.0 це цілісне уявлення про підприємства, які виробляють продукцію. До цих новацій започаткованих в Німеччині, приєдналися інші держави включаючи

Китай, Японію та Індію. Концепції, структура та методи Індустрії 4.0 впроваджуються в усьому світі для модернізації виробництва [95].

Еталонна архітектурна модель RAMI 4.0 і компоненти Індустрії 4.0 дають компаніям основу для розробки майбутніх продуктів і бізнес-моделей. RAMI 4.0 — це тривимірна карта, яка показує структурований підхід до розгортання Індустрії 4.0. Основна мета RAMI 4.0 — переконатися, що всі учасники, залучені до розвитку Індустрії 4.0 мають спільне бачення. Структура RAMI 4.0 призначена для визначення стандартів. Ця модель доповнюється компонентами Індустрії 4.0. Обидва підходи описані в DIN SPEC 91345 (еталонна модель архітектури Індустрії 4.0). DIN (www.din.de) представляє інтереси Німеччини в Міжнародній організації зі стандартизації (ISO). Сьогодні приблизно 85 відсотків усіх національних стандартних проєктів мають європейське або міжнародне походження.

У глосарії технічного комітету VDI/VDE-GMA 7.21 Індустрії 4.0 еталонна модель визначається як модель, яка може бути загально застосована та використана для отримання конкретних моделей для підприємств. Прикладів цьому в галузі техніки багато. Найбільш відомою є семирівнева модель ISO/OSI, яка використовується як еталонна модель для мережевих протоколів. Перевагою використання таких моделей є спільне розуміння функції кожного шару/елементу та визначених інтерфейсів між шарами.

RAMI 4.0 визначає сервіс-орієнтовану архітектуру (SOA), де компоненти програми надають послуги іншим компонентам через протокол зв'язку через ІТ-інфраструктуру. Основні принципи SOA не залежать від постачальників, продуктів і технологій. Мета полягає в тому, щоб розбити складні процеси на прості пакети, включаючи конфіденційність даних і безпеку інформаційних технологій.

ІТ-інфраструктура, яка стала підсумком третьої промислової революції стане відігравати важливу роль інтегратора перспективних технологій Індустрії 4.0.

Саме в RAMI 4.0 визначається базова роль ІТ-інфраструктури щодо інтеграції різних компонентів архітектури.

ZVEI характеризує зміну системи виробництва. Поточні характеристики виробничої системи «Індустрії Старого Світу 3.0» такі:

- апаратна структура
- функції, прив'язані до обладнання
- спілкування на основі рівнів ієрархії
- ізолюваний продукт

Характеристики виробничої системи «Новий світ: Індустрія 4.0»:

гнучкі системи та машини
функції, розподілені по всій мережі
учасники взаємодіють між рівнями ієрархії
спілкування між усіма учасниками
важлива роль продуктової частини мережі

Структура RAMI 4.0.

RAMI 4.0 складається з тривимірної системи координат, яка описує всі найважливіші аспекти Індустрії 4.0. Таким чином складні взаємозв'язки розбиваються на менші та простіші кластери.

Вісь «Рівні ієрархії».

На правій горизонтальній осі розташовані рівні ієрархії з IEC 62264, серії міжнародних стандартів для корпоративних ІТ та систем керування. Ці рівні ієрархії представляють різні функціональні можливості для підприємств (стандарт IEC 62243 базується на ANSI/ISA-95) [96]. Щоб описати середовище Індустрії 4.0, ці функціональні можливості були розширені, щоб охопити деталі з позначкою «Продукт» і підключення до Інтернету речей і послуг, з позначкою «З'єднаний світ».

Вісь «Потік цінностей життєвого циклу».

Ліва горизонтальна вісь представляє життєвий цикл об'єктів і продуктів на основі стандарту IEC 62890 «Управління життєвим циклом систем і продуктів, що використовуються в промислових процесах вимірювання, керування та автоматизації». Крім того, розрізняють «типи» та «екземпляри». «Тип» стає «екземпляром», коли проектування та створення прототипу завершені та фактичний продукт виготовляється. Модель також поєднує всі елементи та ІТ-компоненти в моделі рівня та життєвого циклу.

Вісь «шарів».

Шість шарів на вертикальній осі описують декомпозицію технології на її властивості, структуровані шар за шаром, тобто віртуальне відображення технології. Такі уявлення походять з інформаційних і комунікаційних технологій, де властивості складних систем зазвичай розбиваються на рівні.

Такий підхід дає змогу легше інтегруватись с ІТ-інфраструктурою, т.я. стек технологій ІТ-інфраструктури визначає протоколи інтеграції для перспективних технологій (рис. 1.6).

У межах цих трьох осей можна відобразити всі найважливіші аспекти Індустрії 4.0, що дозволяє класифікувати такі об'єкти, як технології, які відповідають моделі. Таким чином, за допомогою RAMI 4.0 можна описати та реалізувати надзвичайно гнучкі концепції Індустрії 4.0. Модель дозволяє крок за кроком мігрувати із сьогодення у світ Індустрії 4.0.

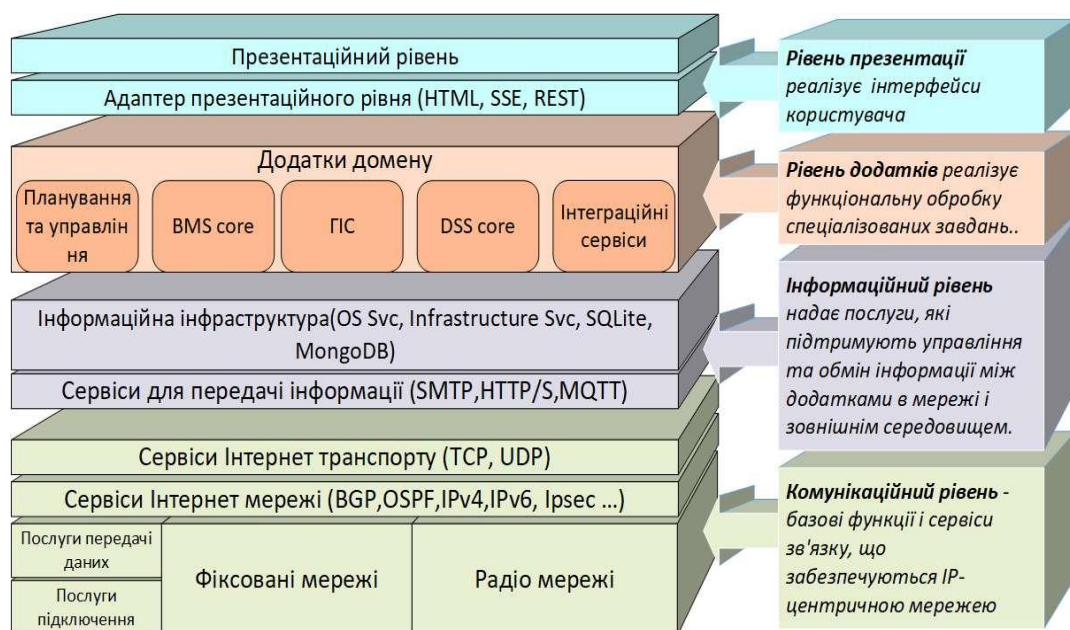


Рис. 1.6 Стек технологій для побудови АСУ

Переваги RAMI 4.0

Модель об'єднує різні точки зору користувачів і забезпечує загальний спосіб бачення технологій Індустрії 4.0. Завдяки RAMI 4.0 галузеві асоціації та комітети стандартизації можуть розглядати вимоги секторів — від автоматизації виробництва та машинобудування до інженерії процесів. Таким чином, RAMI 4.0 забезпечує загальне розуміння стандартів і випадків використання.

RAMI 4.0 можна розглядати як карту рішень Індустрії 4.0. Це орієнтир для визначення та подальшого розвитку Індустрії 4.0. Ініціативи «Індустрії 4.0» підвищують інтерес до співпраці різних організацій і подолання відокремленості національних органів стандартизації.

Які процеси Індустрії 4.0 відбуваються в Україні?

З 2016 року національний рух Індустрії 4.0 пройшов чималий шлях.

В липні 2016 року була досягнута стратегічна угода секторів ІТ та автоматизованих систем управління (АСУ) технологічними процесами (ТП) навколо положень Хартії Індустрії 4.0. Так виник національний рух Індустрії 4.0.

В 2017 році вийшов окремий сайт “Індустрія 4.0 в Україні”, пройшов перший конкурс інноваторів та перші експортні заходи в Берліні.

В 2018 році була розроблена національна стратегія Індустрії 4.0. 14 проектів згруповані по 6 напрямам дій (рис. 1.7). Асоціація підприємств промислової автоматизації України (АППАУ) взяла на себе відповідальність за їх впровадження. Відтоді моніторинг руху йде згідно планів цієї стратегії [97].



Рис. 1.7 Портфель проектів АППАУ

Портфель проектів від грудня 2018 року залишився практично незмінним (рис. 1.7). Єдина зміна – додавання в портфель нового проекту – запуску національної платформи Industry4Ukraine, яка стає майданчиком для діалогу з урядом та промисловцями. Впродовж року АППАУ фокусувалась на 5 головних проектах, позначених на рисунку 1.7 зеленими трикутничками [98].

1. Оновлений лендскейп Індустрії 4.0 – весною АППАУ провела ринкове дослідження, в червні випустила повний огляд по інноваторам, а в липні провела конференцію на цю тему (рис. 1.8). Це найуспішніший міні-проект 2019 року серед інших, який закриває відразу 3 стратегічні пріоритети розвитку:

UKRAINIAN LANDSCAPE INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES

ВЕРСІЯ 2.0



Рис. 1.8 Лендскейп інноваторів 4.0 в Україні

• Аналітика лендскейпу – основа для експортних активностей. Будь-який відбір чи аналіз потенціалу інноваторів 4.0 для експорту може базуватись відтепер на цій роботі. В огляді також є окремий розділ – визначення національних пріоритетів в області експорту.

- Огляд є інструментом, що орієнтує українських замовників по відношенню до інноваторів 4.0. Відтепер вони добре бачать картину інновацій, краще розуміють тенденції 4.0 й можуть вибирати кращих українських розробників.

- Огляд слугує також для розуміння проблем розвитку серед самих інноваторів. Зокрема, він гостро ставить питання про слабку інноваційну екосистему, перекося зі стартапами та необхідність кращого позиціонування по сегментам 4.0.

2. Просування міжнародних стандартів – другий за критерієм успішності проект АППАУ, що виконувався в 2019. Індустрія 4.0 в сенсі кіберфізичної взаємодії машин, людей та процесів – неможлива без строгої відповідності єдиним, міжнародним стандартам. В серпні, завдяки фінансовій допомозі від німецького товариства міжнародної співпраці GIZ було запущено масштабний проект під назвою «Зростання обізнаності та кращого використання міжнародних стандартів» (aCampus). Проект передбачає перевід 5 міжнародних стандартів на рівень ДСТУ та проведення просвітніх кампаній та створення успішних історій навколо них.

Мова про наступні стандарти:

- ISO 22400 – стандарт по виробничим КПЕ (KPI).
- ІЕС 61508 – регламенти функціональної безпеки.
- ІЕС 62443 – регламенти кібербезпеки на рівні промислових систем керування (АСУТП).
- ІЕС 61512 – стандарт керування порційними виробництвами.
- ІЕС 62264 – стандарт про інтегрування систем керування виробництвом та підприємством (АСУТП-MES-ERP).

На даний момент в проекті виконані наступні роботи:

- Всі 5 стандартів перекладені та виведені на рівень ДСТУ методом обкладинки.
- Випущено 5 білих книг (базових керівництв для лікнепу керівників та спеціалістів) та аналітичний звіт.
- Проведено більше 10 просвітніх заходів, вийшло десятки блогів, статей, інтерв'ю.

Важливий результат для всіх проектів Індустрії 4.0 та АППАУ – в проекті aCampus вже є серйозні напрацювання з методологічного покращення роботи експертних груп. Це дозволить всім експертним групам, всім залученим полісу-makers значно покращити свою ефективність.

3. Галузеві дорожні карти цифрової трансформації. Стратегічно – цей проект найбільш важливий, але й найбільш складний. На сьогодні 1 міні-

проект виконаний (концепція дорожньої карти для Укрзалізниці), 1 великий – запущений (АгріФуд), ще кілька малих – в процесі становлення (Utility та Maritime), також було багато цікавих обмінів в Металургії. Напрями цих галузевих розробок охоплюють визначення головних пріоритетів на рівні конкретної галузі, побудову відповідних концепцій цифрової трансформації, а також просвіту – освіту замовників в області Індустрії 4.0 в цій галузі. Найбільш вагомими здобутками в цих роботах є наступні:

- Відпрацьовано концепцію дорожньої карти – приклад Укрзалізниці може слугувати для інших галузей. Також в проекті «АгріФуд» відпрацьована більш широка концепція, що включає виявлення бізнес-потреб, проведення інноваційних конкурсів та спільну (разом з замовниками) розробку галузевих дорожніх карт. На відміну від існуючих проектів корпоративних акселераторів і які доступні тільки для великих холдингів, цей проект може покривати десятки та сотні малих та середніх підприємств.

- Зроблено висновки, що галузеві пріоритети дійсно різні. Наприклад, в харчовій та переробній ми швидко діагностували, як важливу тему, простежування харчової продукції. В металургії – дуже важливим є «цифровий стрибок» на рівні базового автоматизованого обліку та масовому встановленні цифрових пристроїв польового рівня. В Utility (автоматизація ЖКХ) мова йде про найвищий пріоритет масштабованості та доступності сучасних IoT рішень.

- Зроблено висновки, що цифрові компанії можуть бути лідерами загальногалузевих ініціатив. Зокрема, миколаївський MDEM очолив ініціативну групу, яка де-факто переглядає пріоритети всієї морської галузі.

Побудова дорожніх карт є найважливішим напрямом серед всіх проектів в портфелі, але водночас – найважчим. Його важливість пояснюється просто – саме тут відбувається повна синхронізація з промисловцями конкретної галузі, – від визначення спільних пріоритетів розвитку й до закриття конкретних розривів по діджиталізації. Мотивація лідерів груп, керівників інжинірингових фірм може швидко згасати, тоді як для найму зовнішніх консультантів чи для постійної координаційної роботи потрібні кошти. Тим не менше, рух в напрямі розвитку галузевих дорожніх карт продовжується – питання в тому, як забезпечити його сталість.

4. Платформа Industry4Ukraine – проект, який додався в портфель в червні 2019 завдяки діяльності іншого проекту лобювання Індустрії 4.0 від Агенції Європейських Інновацій. Платформа слугує як майданчик для діалогу з промисловими асоціаціями та об'єднання з одного боку, й з іншого – органами влади. До групи організаторів, крім АППАУ, ввійшли Офіс КМУ,

Укрпромзвншіекспертиза, Агенція Європейських інновацій, ТПП України, Інститут соціальних досліджень та політичних консультацій, Рада підприємців при КМУ, департамент промислової політики МЕРТ та ряд інших організацій. В червні відбулась 1-ша велика конференція, в липні до платформи приєднались більше 40 асоціацій та промислових об'єднань, а в листопаді пройшов другий Індустріальний тиждень. В цілому цей проект залишається контраверсійним серед інших проектів Індустрії 4.0. З одного боку, маємо кілька беззаперечних здобутків як:

- Поява Маніфесту Industry4Ukraine – переліку головних умов розвитку новітньої української промисловості, що за лаконічністю, фокусом на головних речах не має аналогів в Україні. Цей Маніфест – справжній чек-лист, своєрідний «барометр» для всіх policy-makers за яким дуже легко звіряти курс чергового уряду.

- Краща синхронізація з європейськими аналогічними ініціативами – йде повільна, але поступова й дуже важлива для українських підприємств інтеграція з аналогічними (той самий формат) ініціативами ЄС.

- Відбулась вже друга спроба впливати на регіональних державних стейкхолдерів (облдержадміністрації) – обговорення існуючого стану промисловості, перспектив розвитку з включенням питань цифрової агенди, пройшли восени в 5 регіонах (а всього – в 18).

5. Розвиток регіональної мережі Центрів експертизи Індустрії 4.0 (скорочено «Центрів 4.0») – також був досить важким в 2019. В 2018 році 2 центри відкрились в Одесі (на базі Одеської національної академії харчових технологій) та в Харкові (на базі Харківського аерокосмічного університету «ХАІ ім. Жуковського»). В 2019 році Центр Індустрії 4.0 відкритий в КПІ.

В цілому всі Центри 4.0 демонстрували високу активність й в позитивний баланс 2019 слід зарахувати:

- Активізацію по КПІ – головному технічному університеті країни. В грудні там пройшла вже друга конференція, яка зібрала чимало членів спільноти.

- Активне включення ХАІ та КПІ, а також ще 3-х університетів в рамках виконання проекту аCampus (НУХТ, НУБІВ, КНУБА). Всі університети підтвердили високий рівень своїх фахівців, дисциплінованість та якість у виконанні робіт проекту. До цього варто додати низку перекладів білих книг та стандарту по робототехніці, виконаний в Центрі 4.0 з Одеси. Вперше з 2012 року було отримано системний, сфокусований потік якісного контенту і генерувався він саме в ЗВО. Таким чином, теза про те, що саме ЗВО можуть бути генераторами просвітнього та корисного для ринку контенту – доказана.

• Веденню портфелю власних проєктів дотичних до Індустрії 4.0. Зокрема, в ХАІ – це проєкт інтернету речей Aliot, що фінансується в рамках Horizon 2020, а «Міронафт» (Центр 4.0 з Одеси) продовжив розгортання на своїх площах найбільшого центру прототипування України.

До недоліків слід віднести всі ініціативи 1-го напрямку (Рис. 6 зліва позначені червоними трикутничками), де мала б відбуватись синхронізація з урядовими структурами. Проблеми лідерства та відповідальності на вищих щаблях влади залишаються критичними.

Позитивні результати:

1. Прогрес по експорту. АППАУ виграла грант на створення національного стенду на Hannover Messe – світовій виставці №1 в Індустрії 4.0. Зараз тривають кінцеві перемовини з донором. В цьому проєкті найбільш важливий не так сам факт появи спільного стенду наших інноваторів 4.0 на Ганновері. А значно більше – ті процеси консолідації, аналітики, профілювання, навчання та обміну досвідом, широких комунікацій які будуть передувати Ганноверській виставці, а також тривати після неї. Власне, чому й назва цього грантового проєкту – «Ганновер – як каталізатор розвитку промислових хайтек». Цей проєкт має значно підняти рівень інноваторів, покращити їх позиціонування на міжнародній арені, а також привернути увагу до Індустрії 4.0 чисельних внутрішніх стейкхолдерів.

2. Форум Trans4mation, який був ініційований лідером руху 4.0 в категорії ІТ-розробників, компанією ІТ-Enterprise. Форум зібрав більше 600 відвідувачів, був багатим на міжнародні обміни й привернув увагу мас-медіа. Заходи подібного масштабу пройшли вперше в Україні й це, однозначно, великий крок вперед всієї спільноти 4.0. Масова просвіта ринку та залучення українських замовників, їх кращий зв'язок з потенціалом місцевих розробників залишається топ-пріоритетом руху 4.0 з 2016 року.

3. Створення Міністерства цифрової трансформації України та комітету цифрової трансформації Верховної Ради. Це безперечно здобуток Digital Agenda Ukraine, яку очолював Hi-tech Office Ukraine та окремих її членів.

Робота експертної спільноти, яка об'єднала всі цифрові напрями України йшли з 2016 року. Українська Індустрія 4.0 – це тільки 1 з 20+ напрямів, які зрештою фіналізувались в постанові КМУ від січня 2018 року. Окремі положення цієї загальної концепції деталізувались по кожному напрямку впродовж останніх років, і так само як і українська Індустрія 4.0 рухались в напрямі інтеграції в державні плани та програми. Найбільш системні та глибокі допрацювання концепції відбулись за участю ще одного важливого стейкхолдера – «Інституту майбутнього». В квітні 2019 року вони

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

випустили стратегію «Україна 2030Е» (рис.1.9). Її розділ про Індустрії 4.0 повністю взятий з нашої стратегії, що говорить про чергове єднання в поглядах експертів [98].



Рис. 1.9 Головний фреймворк цифрової агенди зі стратегії «Україна 2030Е»

В 2020 основна увага фокусується на інтеграції в державні політики – ряд проектів розвиваються в регіонах в напрямках кластерів “Інжинірингу – Автоматизації – Машинобудування” та смарт-спеціалізації.

Головний виклик в 2021 та 2022 роках залишається таким же, як і в 2016, – потрібна значно краща консолідація різних секторів та стейкхолдерів Індустрії 4.0 для того, щоб вивести цю стратегію на державний рівень в концепції побудови інформаційного суспільства [99].

ІТ-інфраструктура є опорною платформою цифрової інфраструктури цифрової економіки України (Рис. 1.9).

Інфраструктура інформаційних технологій (ІТ-інфраструктура) визначається як набір компонентів інформаційних технологій, які є основою ІТ-послуг; зазвичай фізичні компоненти (комп'ютерне та мережеве обладнання та засоби), але ще включає різноманітне програмне забезпечення та мережеві компоненти.

Згідно з глосарієм курсу ITIL Foundation, ІТ-інфраструктурою називають «все апаратне забезпечення, програмне забезпечення, мережі, засоби, які необхідні для розробки, тестування, доставки, моніторингу, контролю або

підтримки ІТ-послуг. Термін ІТ-інфраструктура включає всі інформаційні технології, але не включає людей, процеси і документацію» [100].

В ІТ-інфраструктурі зазначені вище технологічні компоненти сприяють і керують бізнес-функціями. Керівники та менеджери в галузі ІТ несуть відповідальність за забезпечення оптимальної роботи фізичних апаратних і програмних мереж і ресурсів. ІТ-інфраструктуру можна розглядати як основу технологічних систем [101-103]. Усі організації, які покладаються на технології для ведення свого бізнесу, можуть отримати вигоду від наявності надійної взаємопов'язаної ІТ-інфраструктури. З огляду на нинішню швидкість, з якою змінюються технології й конкурентний характер бізнесу, керівники ІТ повинні переконатися, що їхня ІТ-інфраструктура розроблена таким чином, щоб зміни можна було вносити швидко та без впливу на безперервність бізнесу [104]. Традиційно компанії для підтримки своєї ІТ-інфраструктури поклалися на фізичні центри обробки даних або засоби спільного розміщення. Тому хмарний хостинг став більш популярним, оскільки ним легше керувати та масштабувати. ІТ-інфраструктурою може керувати сама компанія або її можна передати іншій компанії, яка має консультаційний досвід для розробки надійної інфраструктури для організації [105]. Завдяки прогресу в онлайн-доступності кінцевим користувачам стало легше отримати доступ до технологій. У результаті ІТ-інфраструктура стала складнішою, а отже, менеджерам важче контролювати наскрізні операції. Щоб пом'якшити цю проблему, потужні ІТ-інфраструктури потребують працівників із різними навичками. Сфери управління ІТ та управління ІТ-послугами залежать від конфігурації ІТ-інфраструктури. Тому, структуру ІТІЛ було розроблено як набір найкращих практик щодо ІТ-інфраструктури. Інфраструктура ІТІЛ допомагає компаніям реагувати на технологічні потреби ринку. Технологію часто можна розглядати як інноваційний продукт, який може спричинити високі витрати на виробництво. Однак структура ІТІЛ допомагає вирішити ці проблеми та дозволяє компанії бути економічно ефективнішою, що допомагає ІТ-менеджерам підтримувати функціонування ІТ-інфраструктури [106].

Незважаючи на те, що ІТ-інфраструктура існує вже понад 60 років, за останні 15 років у технологіях відбувся неймовірний прогрес [107-151].

Компоненти ІТ-інфраструктури

Основними компонентами ІТ-інфраструктури є фізичні системи, такі як обладнання, сховище, будь-які типи маршрутизаторів/комутаторів і сама будівля, а також мережі та програмне забезпечення [152]. На додаток до цих компонентів існує потреба в безпеці ІТ-інфраструктури». Яка забезпечує

безпеку мережі та її пристроїв, щоб підтримувати цілісність загальної інфраструктури організації [153-157].

Різні типи технологічних завдань можуть вимагати індивідуального підходу до інфраструктури. Цього можна досягти за допомогою традиційної, хмарної або гіперконвергентної ІТ-інфраструктури [158].

Існує багато функціональних частин, які впливають на стан ІТ-інфраструктури. Щоб ефективно управляти ІТ-інфраструктурою, співробітники можуть набути здібностей, щоб приносити користь компанії. До них належать ключові технічні здібності, такі як навички адміністрування хмари, мережі та даних, а також навички обслуговування програмного забезпечення [159,160].

У міру того як зберігання та керування даними стає все більш цифровим, ІТ-інфраструктура рухається до хмари. Інфраструктура як послуга (IaaS) забезпечує можливість розміщення на сервері та є платформою для хмарних обчислень [161].

Хмарні обчислення [162] — це доступність, без прямого активного керування з боку користувача, ресурсів комп'ютерної системи на вимогу, особливо ресурсів зберігання даних (хмарне сховище) і обчислювальної потужності [163]. Великі хмари часто мають функції, розподілені в кількох місцях, кожне з яких є центром обробки даних. Хмарні обчислення покладаються на спільне використання ресурсів для досягнення узгодженості та зазвичай використовують модель «оплата по мірі використання», яка може допомогти зменшити капітальні витрати, але також може призвести до неочікуваних операційних витрат для користувачів [164].

Експерти стверджують, що хмарні обчислення дозволяють компаніям уникнути або мінімізувати початкові витрати на ІТ-інфраструктуру. Вони також стверджують, що хмарні обчислення дозволяють підприємствам запускати свої додатки швидше, з кращою керованістю та меншими витратами на обслуговуванням, і що це дозволяє ІТ-персоналу швидше налаштовувати ресурси [165-167].

За даними IDC, глобальні витрати на послуги хмарних обчислень досягли 706 мільярдів доларів США, а до 2025 року очікується, що вони досягнуть 1,3 трільйона доларів [168,169]. За оцінками Gartner, до 2023 року витрати кінцевих користувачів глобальних публічних хмарних сервісів досягнуть 600 мільярдів доларів [170]. Згідно зі звітом McKinsey & Company, важелі хмарної оптимізації витрат прогнозують понад 1 трільйон доларів США в середньому показнику EBITDA для компаній зі списку Fortune 500 у 2030 році [171]. За даними Gartner, у 2022 році витрати на корпоративні ІТ від

переходу до хмари становлять понад 1,3 трильйона доларів, а у 2025 році вони зростуть майже до 1,8 трильйона доларів [172].

Мета хмарних обчислень полягає в тому, щоб дозволити користувачам скористатися всіма цими технологіями, не потребуючи глибоких знань або досвіду роботи з кожною з них. Хмара спрямована на скорочення витрат і допомагає користувачам зосередитися на їхньому основному бізнесі замість того, щоб займатися розвитком власної ІТ-інфраструктури [173]. Основною технологією хмарних обчислень є віртуалізація. Програмне забезпечення віртуалізації розділяє фізичний обчислювальний пристрій на один або кілька «віртуальних» пристроїв, кожний з яких можна легко використовувати та керувати для виконання обчислювальних завдань. Завдяки віртуалізації на рівні операційної системи, яка по суті створює масштабовану систему з кількох незалежних обчислювальних пристроїв, незадіяні обчислювальні ресурси можна розподіляти та використовувати ефективніше. Віртуалізація забезпечує гнучкість, необхідну для прискорення ІТ-операцій, і знижує витрати за рахунок збільшення використання інфраструктури. Автономне обчислення автоматизує процес, за допомогою якого користувач може надавати ресурси на вимогу. Зводючи до мінімуму участь користувачів, автоматизація прискорює процес, зменшує витрати на робочу силу та зменшує ймовірність людських помилок [173].

Хмарні обчислення намагаються вирішити QoS (гарантовану якість обслуговування) і проблеми надійності інших моделей грид-обчислень [173].

Хмарні обчислення мають такі характеристики, як:

Клієнт-серверна модель [174].

Комп'ютерне бюро — сервісне бюро, що надає комп'ютерні послуги, зокрема з 1960-х до 1980-х років.

Грид-обчислення — форма розподілених і паралельних обчислень, за допомогою яких «супер- і віртуальний комп'ютер» складається з кластера об'єднаних у мережу слабко пов'язаних комп'ютерів, які діють узгоджено для виконання дуже великих завдань.

Туманні обчислення — розподілена обчислювальна парадигма, яка надає послуги даних, обчислень, зберігання та додатків ближче до клієнта або пристроїв, які знаходяться поблизу користувача, наприклад мережевих маршрутизаторів. Крім того, туманні обчислення обробляють дані на мережевому рівні, на інтелектуальних пристроях і на стороні клієнта кінцевого користувача (наприклад, на мобільних пристроях), замість того, щоб надсилати дані у віддалене місце для обробки.

Комунальне обчислення — «упаковка обчислювальних ресурсів, таких як обчислення та зберігання, як вимірювана послуга, подібна до традиційних комунальних послуг, таких як електроенергія» [175,176].

Хмарна пісочниця — ізольоване комп'ютерне середовище, у якому програма, код або файл можуть працювати, не впливаючи на програму, у якій вони працюють.

Хмарні обчислення мають такі ключові характеристики:

- Провайдери хмарних технологій заявляють про зниження витрат. Модель використання публічної хмари перетворює капітальні витрати (наприклад, придбання серверів) на операційні витрати [177]. Це нібито знижує бар'єри для входу, оскільки інфраструктура зазвичай надається третьою стороною, і її не потрібно купувати для одноразових або рідкісних інтенсивних обчислювальних завдань. Ціноутворення на основі комунальних обчислень є варіантом виставлення рахунків. Крім того, для реалізації проектів, які використовують хмарні обчислення, потрібно менше внутрішніх навичок ІТ [178]. Сучасний репозиторій проекту e-FISCAL [179] містить кілька статей, у яких більш детально розглядаються аспекти витрат. Робимо висновок, що економія коштів залежить від типу діяльності, що підтримується, і типу наявної внутрішньої інфраструктури .

- Незалежність від пристрою та місця розташування [180] дозволяє користувачам отримувати доступ до систем за допомогою веб-браузера незалежно від їхнього місцезнаходження чи того, який пристрій вони використовують (наприклад, ПК, мобільний телефон). Оскільки інфраструктура знаходиться за межами місця знаходження (як правило, надається третьою стороною) і доступ до неї здійснюється через Інтернет, користувачі можуть підключитися до неї з будь-якого місця [177].

- Обслуговувати хмарне середовище легше, оскільки дані розміщуються на зовнішньому сервері, який обслуговує постачальник, без необхідності інвестувати в обладнання центру обробки даних. ІТ-обслуговуванням хмарних обчислень керує та оновлює команда ІТ-технічного обслуговування постачальника хмарних технологій, що зменшує витрати на хмарні обчислення порівняно з локальними центрами обробки даних.

- Мультиоренда дає змогу розподіляти ресурси та витрати між великою групою користувачів, що дозволяє:

- централізувати інфраструктуру в місцях з меншими витратами (наприклад, нерухомість, електроенергія тощо)

- збільшувати пропускну здатність пікового навантаження (користувачам не потрібно розробляти та платити за ресурси та обладнання, щоб відповідати найвищим можливим рівням навантаження)
- підвищити ефективність для систем, які часто використовуються лише на 10–20% [181,182].
- Ефективність контролюється ІТ-експертами постачальника послуг, а узгоджені та слабко пов'язані архітектури будуються з використанням веб-служб як системного інтерфейсу [178,183].
- Продуктивність можна підвищити, коли кілька користувачів можуть працювати з тими самими даними одночасно, а не чекати, поки вони будуть збережені та надіслані електронною поштою. Можна заощадити час, оскільки не потрібно повторно вводити інформацію, коли поля збігаються, а також користувачам не потрібно встановлювати оновлення прикладного програмного забезпечення на свій комп'ютер.
- Доступність покращується завдяки використанню кількох резервних сайтів, що робить добре розроблені хмарні обчислення придатними для безперервності бізнесу та аварійного відновлення [184].
- Масштабованість і еластичність завдяки динамічному («на вимогу») наданню ресурсів на детальній основі самообслуговування майже в режимі реального часу [185,186]. Перевага хмарної масштабованості, що сприяє економії часу, також означає швидший час виходу на ринок, більшу гнучкість бізнесу та адаптивність, оскільки додавання нових ресурсів не займає стільки часу, скільки раніше [187]. Нові підходи до управління еластичністю включають використання методів машинного навчання, щоб запропонувати ефективні моделі еластичності [188].
- Безпека може покращитися завдяки централізації даних, збільшенню ресурсів, орієнтованих на безпеку, тощо, але може залишатися занепокоєння щодо втрати контролю над певними конфіденційними даними [189]. Однак складність безпеки значно збільшується, коли дані розподіляються на більшій території або на більшій кількості пристроїв. Встановлення приватної хмари частково мотивується бажанням користувачів зберегти контроль над інфраструктурою та уникнути втрати контролю над інформаційною безпекою.

1.2. Сутність впливу ІТ-інфраструктури на ефективність цифрової трансформації

Можна виділити три етапи еволюціонування мети управління ІТ-послугами й результатів ІТ- діяльності:

- управління ІТ-інфраструктурою;
- управління ІТ-сервісами;
- управління інформаційними бізнес-сервісами.

Більш докладно ці етапи описано в таблиці 1. Кожний з них можна, з певним ступенем точності, пов'язати зі зміною розуміння ролі ІТ у компанії - переходу від технологічного підрозділу до повноцінного партнерства (Рис.1.10).

Таблиця 1.1 Три етапи еволюції управління ІТ.

Етап	Задачі	Пріоритети	Характерні риси
Етап 1	Управління ІТ-інфраструктурою	Стабільність і контроль ІТ-інфраструктури	<ul style="list-style-type: none">• ІТ-департамент є постачальником ІТ-систем;• мета управління ІТ - мінімізація переривань у роботі ІТ-систем.
Етап 2	Управління ІТ-сервісами	Якість й ефективність ІТ-процесів	<ul style="list-style-type: none">• ІТ-департамент є постачальником технологічних сервісів;• мета управління ІТ - підтримка погоджених параметрів надання ІТ-сервісів.
Етап 3	Управління інформаційними бізнес-сервісами	Максимальна ефективність ІТ	<ul style="list-style-type: none">• ІТ-департамент є постачальником інформаційних бізнес-сервісів;• мета управління ІТ - максимально точна відповідність потребам бізнесу.

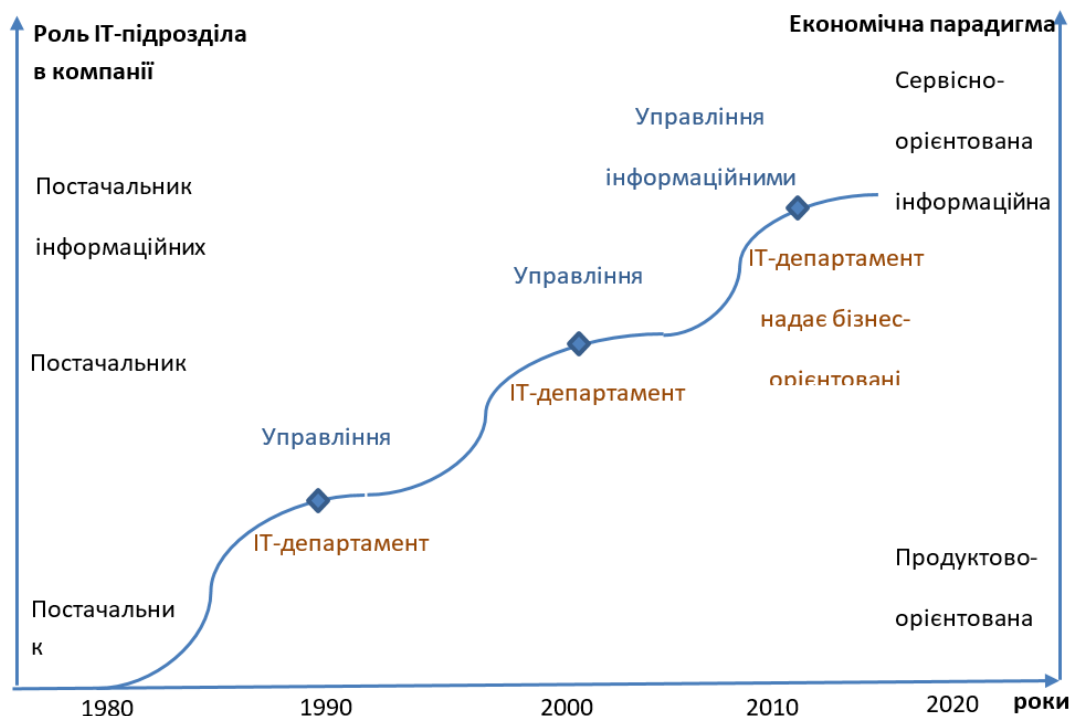


Рис.1.10 Етапи в еволюції мети управління ІТ-послугами й результатів ІТ-діяльності.

Вочевидь, що завдяки підвищенню ролі й значення ІТ у компанії, повинна відбуватися еволюція розуміння мети управління ІТ-послугами й результатів ІТ-діяльності.

Не менш вагомим є те, що еволюцію в розумінні мети керування ІТ-послугами й результатів ІТ-діяльності можна асоціювати зі зрушенням у суспільній свідомості пов'язаною з цифровою трансформацією: перехід від продуктово-орієнтованої виробничої економіки до сервісно-орієнтованої інформаційної економіки (звичайно, з визначеною долею умовності, тому що зміна економічної парадигми відбувалася досить повільно й поступово) [102,103,142].

Крім загальноринкових факторів, еволюція розуміння того, що ж є результатом ІТ- діяльності, була викликана необхідністю дати основу для відповідей на складні практичні питання, що існують в області ІТ.

ІТ-керівники постійно стикаються з багатьма проблемами, для вирішення яких не було системного інструменту. Серед них:

- обґрунтування постійного зростання витрат на ІТ;

- обґрунтування цінності, яку компанія отримує від інвестицій в ІТ, проблема невідповідності результатів очікуванням керівництва компанії;
- управління вимогами до ІТ, проблеми узгодження очікувань бізнес підрозділів і можливостей ІТ-департаменту;
- хронічна нестача ІТ-ресурсів, ІТ-компетенцій і проблеми залучення зовнішніх ІТ-провайдерів для вирішення складних завдань.

Безумовно, споживачеві потрібна не ІТ-система як така, а результат її діяльності. І одержання цього результату може вимагати й, як правило, вимагає більшої кількості активів, ніж наявність тільки лише ІТ-системи. Не можна задовольнити комплексні потреби бізнесу, якщо зробити центральним предметом діалогу тільки ІТ-системи. Рух уперед починається зі спільного розуміння спільної мети й завдань.

Підсумовуючи вищезазначене, необхідно зауважити, що інформація є критично важливим ресурсом для всіх підприємств. На всіх етапах свого життєвого циклу інформація критичним чином залежить від спеціалізованих технологій. Інформація та інформаційні технології, які динамічно розбудовуються, є життєвоважливими для сучасних підприємств: як суспільних, державних так і комерційних.

Тому сьогодні, більше, ніж будь-коли, підприємства і їх керівники зобов'язані:

- Підтримувати високу якість інформації для прийняття управлінських рішень.
- Створювати цінність для бізнесу, реалізуючи інвестиції, пов'язані з ІТ, тобто досягати стратегічної мети й одержувати прибуток шляхом ефективного й інноваційного використання ІТ.
- Удосконалювати операційну модель, надійно та раціонально застосовуючи технології.
- Забезпечувати прийнятний рівень ІТ-ризиків.
- Оптимізувати витрати на ІТ-послуги й технології.
- Підвищувати ступінь дотримання законів, норм, договірних зобов'язань і політик, пов'язаних із застосуванням ІТ.

Таким чином, сучасним характеристиками впровадження ІТ є:

- управління інформаційними бізнес-сервісами;
- підвищення цінності ІТ;
- ІТ-департамент стає постачальником інформаційних бізнес-сервісів;
- мета управління ІТ - максимально точна відповідність потребам бізнесу.

Виходячи з цього, для підвищення ефективності впровадження ІТ на підприємстві використовують методологію СОВІТ 5, яка покликана допомогти в розв'язанні завдання керівництва й управління ІТ на підприємстві.



Рис. 1.11 Принципи методології

Застосування цієї методології допомагає підприємствам досягти оптимальної ефективності від впровадження ІТ, підтримуючи баланс між одержанням вигоди й оптимізацією ризиків і ресурсів. Впровадження методології надасть можливість керувати й управляти ІТ у масштабах усього підприємства, як у сфері функціональної відповідальності ІТ, так і бізнесу, а також дозволяє враховувати потреби в ІТ внутрішніх і зовнішніх зацікавлених сторін. Методологія універсальна й буде корисна підприємствам будь-якого масштабу й сфери діяльності: комерційним, суспільним і державним.

Методика ґрунтується на п'ятьох принципах керівництва й управління ІТ на підприємстві, що зображені на рисунку 1.11:

Принцип 1: Відповідність вимогам зацікавлених сторін.

Підприємства існують для того, щоб створювати цінність для зацікавлених сторін, шляхом підтримки балансу між одержанням вигоди й оптимізацією ризиків і ресурсів. Методика описує всі необхідні процеси й інші фактори впливу, які підтримують створення бізнес-цінності за допомогою ІТ. Оскільки завдання, що стоять перед кожним підприємством, можуть бути різними, можна модифікувати модель так, щоб ці рекомендації підходили до конкретного контексту даної організації. Зробити це можна за допомогою каскадування високорівневих завдань підприємства до рівня

керуваних і конкретних ІТ-завдань і пов'язаних з ними процесів і практик (рисунок 1.12).

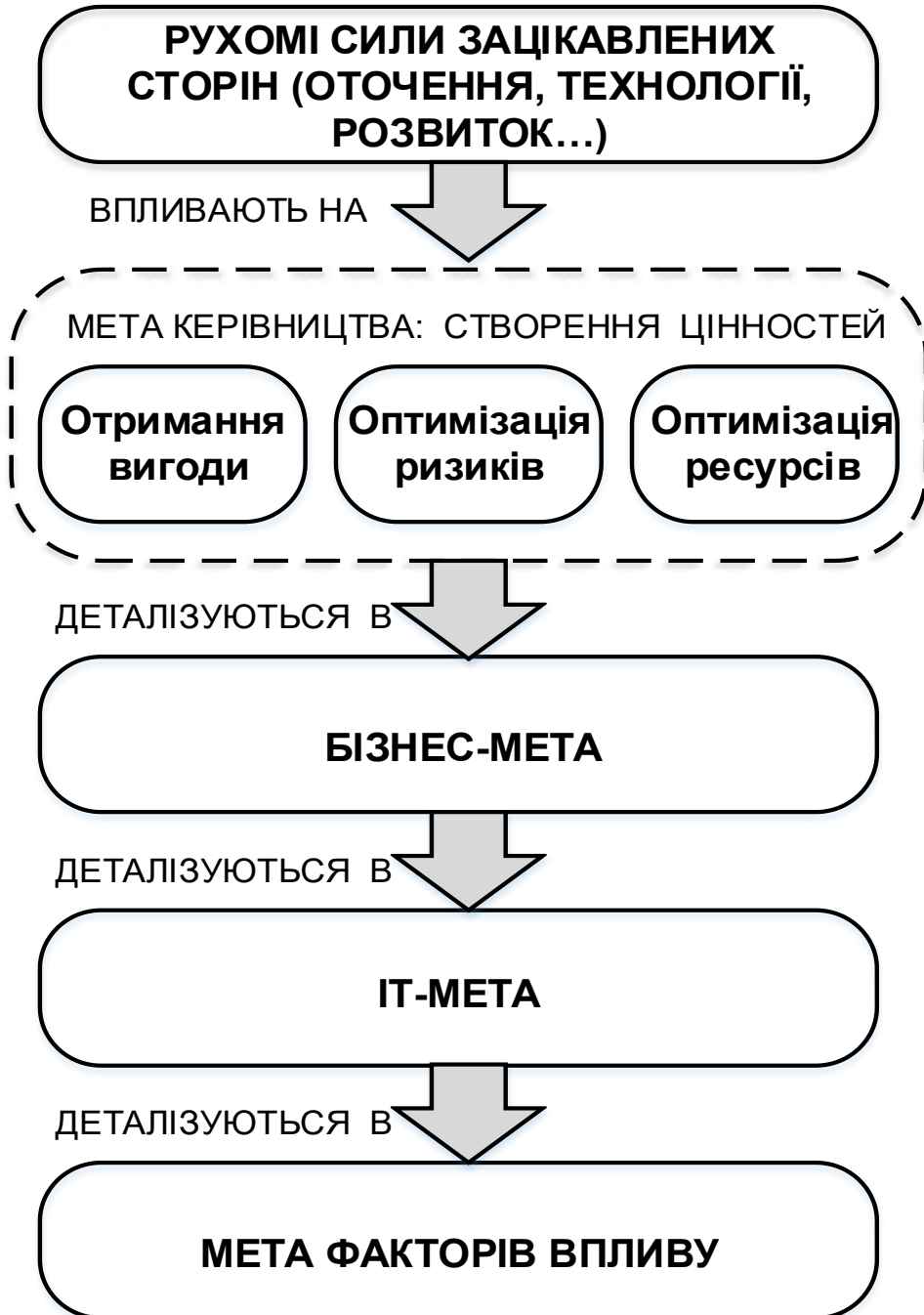


Рис. 1.12 Каскадування високорівневих завдань підприємства

Принцип 2: Комплексний погляд на підприємство.

Методика вбудовує керівництво ІТ у керівництво підприємства у цілому, тобто:

- розглядає всі функції й процеси підприємства. Методика спрямована не тільки на реалізацію «ІТ- функції», а й розглядає інформацію та пов'язані з нею активи підприємства, якими слід управляти, як і будь-якими іншими активами.

- ґрунтується на тому, що фактори впливу керівництва й управління, пов'язані з ІТ, працюють на всьому підприємстві й ланцюжку створення цінності, і містять у собі всі внутрішні й зовнішні аспекти й ролі, які мають стосунок до керівництва й управління ІТ.

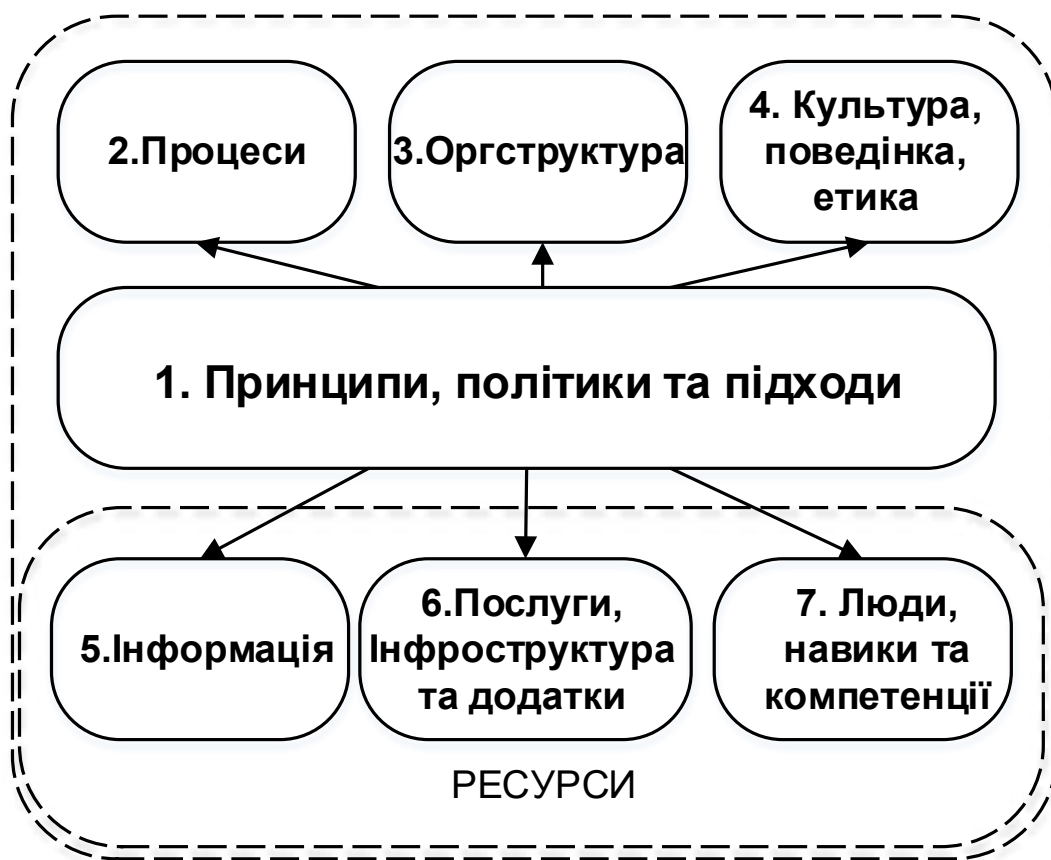


Рис. 1.13 Фактори впливу

Принцип 3: Застосування єдиної інтегрованої методології.

Існує множина пов'язаних з ІТ стандартів, пов'язаних з окремими аспектами ІТ-діяльності. У методиці реалізована відповідність цим стандартам. Таким чином, методика забезпечує інтеграційний підхід для організації керівництва й управління ІТ на підприємстві.

Принцип 4: Забезпечення цілісності підходу.

Ефективне й раціональне керівництво й управління ІТ на підприємстві вимагає структурованого підходу з урахуванням багатьох взаємозалежних компонентів мети.

У методиці описаний набір факторів впливу, які забезпечують впровадження системи керівництва й управління ІТ на підприємстві. Фактори впливу – це сутності, які сприяють вирішенню завдань підприємства. Методика описує сім видів факторів впливу (Рис. 1.13): принципи, політики й підходи; процеси; організаційна структура; культура, етика й поведінка; інформація; послуги, інфраструктура й додатки; персонал, навички й компетенції.

Принцип 5: Відокремлення керівництва й управління.

Методика проводить чітку межу між керівництвом й управлінням. Ці дві дисципліни містять у собі різні види діяльності, вимагають різних організаційних структур і служать різній меті. У розумінні методики, різниця між керівництвом і управлінням полягає в наступному:

У більшості випадків обов'язки з керівництва на підприємстві виконує рада директорів, яка очолена головою ради директорів.

Деякі обов'язки можуть бути делеговані спеціальним організаційним одиницям відповідного рівня – особливо, у великих організаціях.

Значною мірою, обов'язки з управління на підприємстві виконують виконавчі директори, очолювані генеральним директором (СЕО). Разом ці принципи допомагають побудувати ефективну методологію керівництва й управління, що оптимізує інвестиції в інформаційні технології для одержання вигоди зацікавленими сторонами.

Беручи до уваги сформульовані п'ять принципів, мета підприємства та мета впровадження ІТ узгоджуються наступним чином (Табл. 1.2).

Важливість цієї мети полягає в тому, що вона дозволяє визначити пріоритети впровадження, удосконалення й гарантує наявність керівництва ІТ на підприємстві на основі розуміння (стратегічної) мети підприємства, а також зв'язаних ризиків. На практиці ця мета:

- визначає важливі й обґрунтовані цілі й завдання на різних рівнях відповідальності;
- дозволяє витягти з бази знань усі дані про визначені цілі підприємства, які можуть знадобитися в проектах впровадження, удосконалення або оцінки якості;

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

• ясно визначає і демонструє (у деяких випадках дуже докладно) те, яким чином фактори впливу допомагають у досягненні мети підприємства.

Таблиці відповідності між метою підприємства й ІТ-цілями (Табл. 1.3.) не є безперечною істиною в останній інстанції, і потрібно використовувати її не буквально, а як підказку.

Таблиця 1.2. Зв'язок мети підприємства з головними завданнями керівництва («Р» означає прямий зв'язок, а «S» непрямий, тобто менш сильний).

Вимірюван ня збалансова ної мапи показників	Мета підприємства	Зв'язок із завданнями керівництва		
		Одержан ня вигод и	Оптиміза ція ризиків	Оптимі зація ресурс ів
Фінанси	1. Прибуток від інвестицій для зацікавлених сторін	Р		S
	2. Портфель конкурентоспроможних товарів і послуг	Р	Р	S
	3. Керовані бізнес-ризиків (захист активів)		Р	S
	4. Відповідність зовнішнім законам і регулюючим нормам		Р	
	5. Фінансова прозорість	Р	S	S
Замовник	6. Сервісна культура орієнтована на клієнта	Р		S
	7. Безперервність і доступність бізнес-послуг		Р	
	8. Гнучка реакція на мінливі умови ведення бізнесу	Р		S
	9. Прийняття стратегічних рішень на основі інформації	Р	Р	Р
	10. Оптимізація витрат на надання послуг	Р		Р
Внутрішн є управлінн я	11. Оптимізація функціональності бізнес-процесів	Р		Р
	12. Оптимізація витрат бізнес-процесів	Р		Р
	13. Керування програмами бізнес-змін	Р	Р	S

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

	14. Операційна продуктивність персоналу	P		P
	15. Дотримання внутрішніх політик		P	
Навчання та розвиток	16. Кваліфікований і мотивований персонал	S	P	P
	17. Культура довгострокових інновацій продуктів та бізнесу	P		

Таблиця 1.3. Цілі ІТ

Вимірювання збалансованої мапи показників	Мета інформаційних і пов'язаних з інформацією технологій
Фінанси	1. Відповідність між ІТ- і бізнес-стратегіями
	2. Відповідність зовнішньому законодавству та регулюючим вимогам в галузі ІТ та підтримка бізнес-відповідності
	3. Лідируюча роль вищого керівництва в прийнятті рішень в області ІТ
	4. Керовані бізнес-ризиком, пов'язані з використанням ІТ
	5. Реалізація прибутку від портфеля ІТ інвестицій і послуг
	6. Прозорість ІТ- витрат, вигід і ризиків
Замовник	7. Надання ІТ-послуг у відповідь на бізнес-вимоги
	8. Адекватне використання додатків, інформації й технічних рішень
Внутрішнє управління	9. Гнучкість ІТ
	10. Безпека інформації, що обробляє інфраструктури й додатки
	11. Оптимізація ІТ-активів, ресурсів і здібностей
	12. Забезпечення роботи й підтримка бізнес-процесів, шляхом інтеграції додатків і технологій у бізнес-процеси
	13. Здобуття вигоди з програм і проектів, що виконуються у визначені терміни, бюджет та відповідність вимогам і стандартам якості
	14. Доступність надійної та потрібної інформації для прийняття рішень
Навчання та	15. Дотримання внутрішніх політик
	16. Компетентний і мотивований персонал ІТ

розвиток	17.Знання, експертиза й ініціативність для здійснення бізнес-інновацій
----------	--

Отже, кожне підприємство повинно вибудовувати власну мету, уточнюючи та деталізуючи її у відповідності до збалансованої мапи показників (фінанси, замовник, внутрішнє управління та навчання та розвиток), окрім цього виконується задача ефективного впровадження ІТ, яка пов'язана з пріоритетами розвитку бізнесу.

У цьому випадку завдання схвалення рішення є багатокритеріальним. Тому окремої уваги заслуговують питання пошуку причин подібної багатокритеріальності й можливості використання для каскаду мети відповідних математичних методів.

Таким чином мета «Впровадження ІТ» зводиться до встановлення значень більшого числа якісних і кількісних параметрів – часткових цілей. Ці цілі можуть конкурувати між собою.

Наступна причина багатокритеріальності задач прийняття рішень – вплив фактору часу – простору. І результати діяльності, і витрати розподілені, тому доводиться порівнювати «цінність» впровадження ІТ сьогодні, завтра й через рік, перспективи розвитку і т.п. Відомі прийоми згортки (наприклад, для розподілу в часі – дисконтування) несуть у собі неабияку частку суб'єктивізму (причому суб'єктивізму автора методики, а не експерта – особи, що приймає рішення (ОПР)).

Постановка задач прийняття рішень при багатьох критеріях принципово пов'язана із двома аспектами. З одного боку, ці задачі близькі до задач прийняття рішень в умовах невизначеності, тому що різні варіанти рішень повинні оцінюватися також і відносно ймовірності їх успіху й пов'язаного із цим ризику. З іншого боку, у багатокритеріальних задачах прийняття рішень в умовах визначеності урахування великої кількості критеріїв засноване на відмові від традиційного допущення того, що вибір однієї з альтернатив завжди здійснюється на підґрунті лише одного критерію. У таких ситуаціях скалярне завдання оптимізації замінюється завданням векторної оптимізації.

Прагнення урахування цих двох аспектів вимагало розробки математичної моделі, яка відображала б багатомірну систему цільових функцій у скалярний критерій оптимальності. Такий підхід вимагає допущення в особи, що приймає рішення, наявності спеціальних функцій переваги. Справедливість цього припущення заздалегідь не очевидна. Однак цей напрямок має досить розвинену теорію розв'язків таких завдань.

Конкретна реалізація принципів прийняття рішень виступає у вигляді алгоритмів або процедур розв'язку задач багатокритеріальної оптимізації (БКО). Практично всі відомі підходи до розв'язку цих завдань припускають їх скаляризацію. При цьому одним з головних питань є облік переваг ОПР у

процесі вибору найкращого рішення. Відповідно до цього принципу методи рішення завдань багатокритеріальної оптимізації можна класифікувати відповідно до характеристики інформації про переваги ОНР:

- ✓ ухвалення рішення в умовах визначеності;
- ✓ ухвалення рішення в умовах відсутності інформації про систему переваги ОНР;
- ✓ ухвалення рішення в умовах поступового одержання інформації про систему переваги ОНР.

Класифікація багатокритеріальних методів прийняття рішень наведена на рис.1.14 [102,103,142].



Рис.1.14 Класифікація методів рішення багатокритеріальних задач

Розглянемо першу групу завдань, пов'язаних з ситуацією визначеності, щодо системи переваги ОНР.

1. Особливо великий клас принципів прийняття рішення ґрунтується на існуванні на безлічі векторних оцінок відносини переваги, залежить тільки від системи цільових функцій. В цьому випадку можлива побудова відповідної функції цінності. Крім цього, знання функції цінності однозначно визначає структуру переваги ОНР.

2. Одним з методів прийняття рішень в багатокритеріальній оптимізації для звуження паретовського безлічі є поняття упорядкування критеріїв за важливістю. Питання про важливість критеріїв, адресовані ОНР,

виявляються, з одного боку, досить зрозумілими ОПР, а з іншого - його поради можуть бути ефективно використані в алгоритмах оптимізації. Однак, у багатьох методах потрібно, щоб важливість критеріїв ЛПР висловив точно (повідомив вагові коефіцієнти). Прикладів якісного упорядкування критеріїв (без визначення вагових коефіцієнтів) є лексикографіческое впорядкування, а багатокритеріальні задачі зі строго ранжированих за важливістю критеріями називаються лексикографічними завданнями оптимізації. Ясно, що коло багатокритеріальних задач з лексикографічним упорядкуванням занадто вузьке. Принцип лексикографічного впорядкування може використовуватися і в випадках, коли на критеріальному просторі задаються порогові (мінімально допустимі) значення критеріїв. Тоді вказане впорядкування вихідних критеріїв за важливістю буде визначатися черговістю максимізації цих критеріїв до відповідних порогових значень і багатокритеріальна задача перетворюється в лексикографічну завдання з векторним критерієм. Однак, слід зазначити, що в загальному випадку лексикографічна завдання оптимізації може виявитися нестійкою, оскільки незначні зміни входять до неї параметрів (вихідних даних) можуть серйозно позначитися на виборі оптимальних альтернатив. Тому для їх вирішення застосовуються спеціальні методи.

3. Ще одним алгоритмом прийняття рішень в умовах визначеності є методи цільового програмування. В основі методу цільового програмування для розв'язання багатокритеріальних задач лежить впорядкування критеріїв (цілей) за ступенем важливості. Вихідна задача вирішується шляхом послідовного вирішення ряду завдань з однією цільовою функцією таким чином, що рішення задачі з менш важливою метою не може погіршити оптимального значення цільової функції з більш високим пріоритетом. В результаті ми отримуємо задовільне рішення для даної проблеми. Цільове програмування, як правило, застосовується до лінійним моделям. Основна його відмінність від завдання лінійного програмування полягає в тому, що багато цілі формалізуються не як цільові функції, а як обмеження в іншій більш загальній моделі. З цією метою вводяться передбачувані кількісні значення цільових функцій і так звані, змінні відхилення які характеризують ступінь досягнення поставлених цілей для даного рішення.

У разі, коли немає ніякої інформації про систему переваг ОПР, застосовуються стандартні процедури виявлення ефективних рішень. Потім ОПР вибирає найкращу альтернативу, шляхом явного оцінювання.

Для випадку поступового отримання часткової інформації про систему переваг ОПР є дві групи багатокритеріальних методів прийняття рішень.

1. Приклад методу багатокритеріальної оптимізації, що відноситься до групи - позначеної нами на класифікаційній схемі як «апостеріорне виявлення переваг на ефективній множині». В цьому випадку застосовуються

так звані методи ЕЛЕКТРА, запропоновані відомим фахівцем з ТІР професором Б. Руа (Франція) [18].

Мета застосування методів ЕЛЕКТРА - звуження паретовської множини альтернатив. Робиться це так. Для кожного з критеріїв (передбачається, що вони - числові) визначається за результатами опитування ОПР «вага» - число, що характеризує важливість відповідного критерію. У всіх модифікаціях методу ЕЛЕКТРА робиться спроба отримання від ОПР інформації якісного характеру про відносну важливість критеріїв (вислови на кшталт «критерії 3 і 4 мають однакову важливість і мають більшу важливість, ніж критерій 1») і перетворення її в кількісну, числову. Проблема тут полягає в тому, що зробити це можна в загальному випадку безліччю способів.

2. Інтерактивні або людино-машинні процедури вирішення завдань БКО (ЧМП). ЧМП дозволяють досліджувати області допустимих значень з метою пошуку в них найкращого рішення. Пошук рішення здійснюється в діалозі ОПР і системи підтримки прийняття рішень (СППР). В якості вихідних даних для ЧМП виступають варіанти рішень і критерії, за якими будуть оцінюватися ці рішення. ЧМП включають дві фази: фазу аналізу, яку проводить ОПР, і фазу розрахунків, які виконуються на комп'ютері.

1. Фаза розрахунків СППР:

- проводить розрахунки, засновані на попередній інформації або інформації, отриманої від ЛПР на попередньому кроці;
- обчислює рішення (рішення).
- виробляє допоміжну інформацію для ОПР.

2. Фаза аналізу. ОПР:

- оцінює пред'явлене рішення (рішення), визначає, чи є воно (одне з них) прийнятним. Якщо так, то ЧМП закінчена; інакше ОПР аналізує допоміжну інформацію;
- повідомляє СППР додаткову інформацію, за допомогою якої СППР обчислює нове рішення (рішення).

Отже підхід до побудови бізнес-моделі управління ІТ на підприємстві, з врахуванням задоволення потреб бізнес-підрозділів в сучасних сервісо-орієнтованих інформаційних технологіях є сумісність задач цифрової трансформації та ІТ-інфраструктури.

Досягнення національних телекомунікаційних операторів, які створюють сучасну інформаційну інфраструктуру, мають стати еталонними для інформаційних систем, які забезпечують цифрову трансформацію.

Тому, на сьогодні склалася стандартизована на міжнародному рівні галузева концепція побудови систем підтримки бізнесу та операційної діяльності OSS (автоматизована система управління виробничою діяльністю)/BSS (автоматизована система управління бізнес-діяльністю) як сукупність розробок ТМ Forium, заснованих на кращих практичних рішеннях,

методологіях та інформаційних технологіях. Бізнес-процеси визнанні як база для логічного опису системи управління бізнесом оператора та вибору відправної точки при розробці та синтезу систем BSS/OSS, які в свою чергу складаються з підсистем, які будуються на базі інформаційної моделі. Обмін інформацією відбувається за допомогою системи інтерфейсів.

В рамках діяльності TM Forum розроблена еталонна архітектура eTOM (enhanced Telecom Operations Map) (Рис. 1.15) - карта бізнес-процесів телекомунікаційної компанії (Рис. 1.16) та функціональний Frameworks (рис. 1.17), а також концепція Frameworks - систем наступного покоління для підтримки операційної діяльності телекомунікаційної компанії (Рис. 1.18). Карта eTOM є одним з компонентів Frameworks поряд с ще трьома взаємопов'язаними методологіями: SID (Shared Information and Data Model), TNA (Technology Neutral Architecture) і TAM (Telecom Applications Map) [218,231-239]. Frameworks дозволяє синтезувати в єдину архітектуру бізнес-вимоги та технічні аспекти діяльності, автоматизувати бізнес-процеси в гетерогенному ІТ-середовищі, побудувати загальну інформаційну інфраструктуру телекомунікаційної компанії.

В нинішніх умовах основними критеріями якості управління стали масштабованість бізнесу, рентабельність і особливо постійне прагнення до поліпшення вже існуючих і впровадження нових бізнес-моделей, тобто здатність компанії оперативно реагувати на динамічно мінливе зовнішнє середовище.

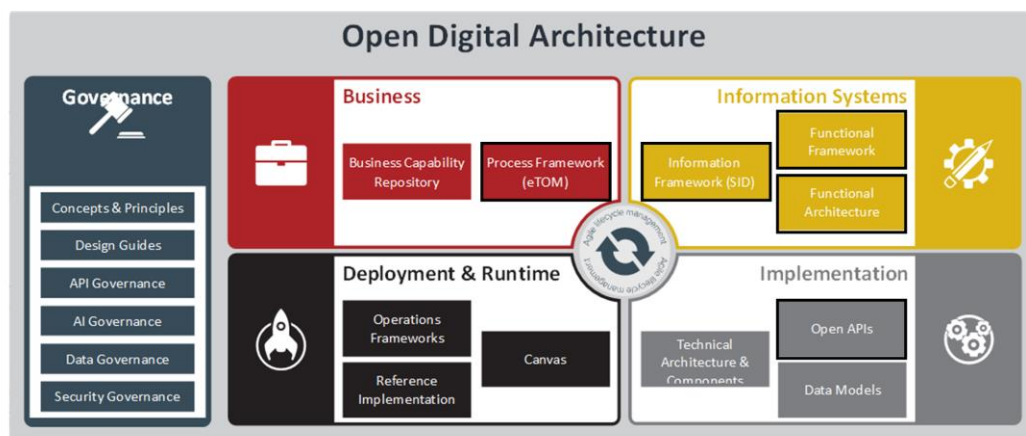


Рис. 1.15 Загальний Frameworks

IT інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

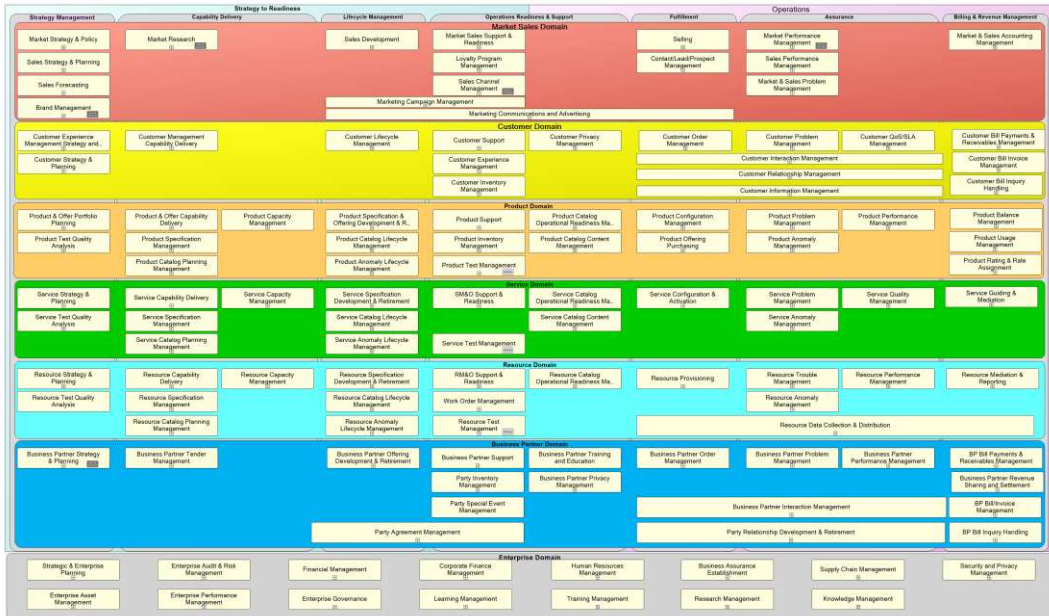


Рис. 1.16 Frameworks бізнес-процесів

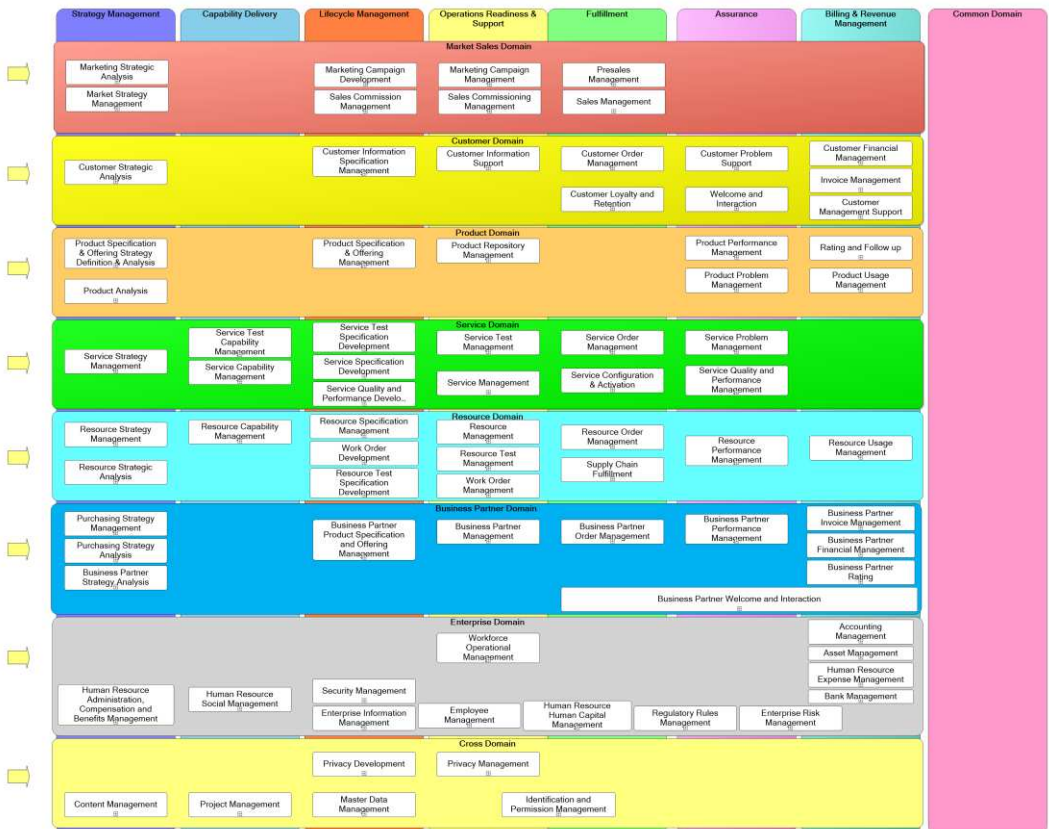


Рис. 1.17 Функціональний Frameworks

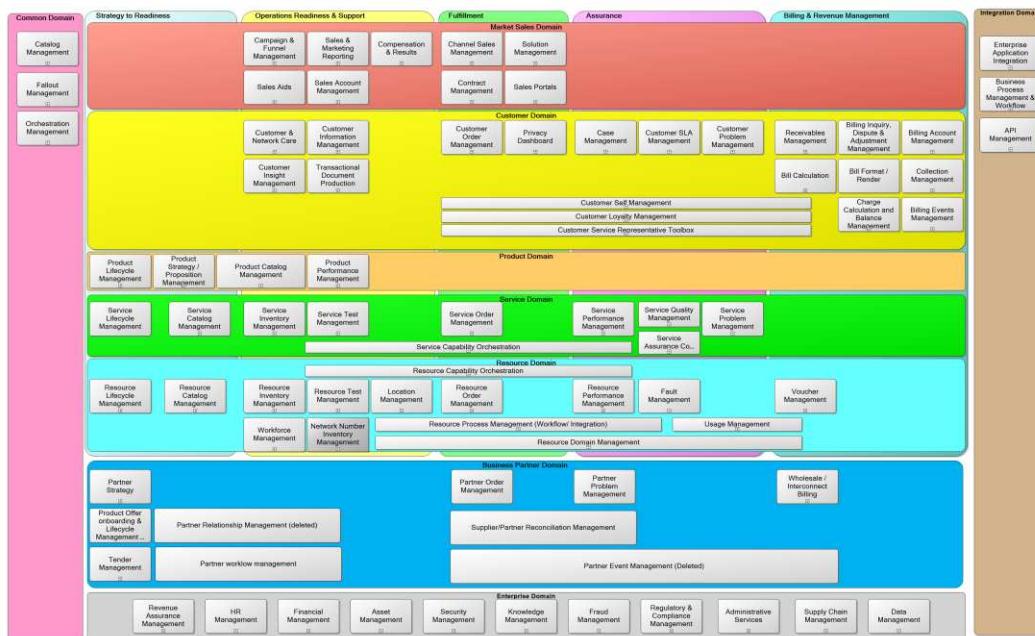


Рис. 1.18 Frameworks додатків

Тому, у відповідності до моделі Frameworks та REMI 4.0 (рис. 1.19) процес автоматизації розпочинається з опису бізнес-процесів. Саме бізнес-процеси визначають набір інформаційних систем [190-226].

Історія моделювання бізнес-процесів налічує вже майже сторіччя, хоча аж до початку 1990-х років, коли термін «бізнес-процес» набув широкого вжитку, говорили про опис того, яким чином організація здійснює свої функції і виконує ті чи інші завдання [227]. Розвиток методів моделювання й автоматизації бізнес-процесів розділемо на п'ять етапів. З початком кожної з них з'явився черговий сплеск інтересу до підвищення ефективності діяльності підприємств та процесного управління, що відбувався щоразу на новому якісному рівні. Основні характеристики цих етапів наведено в табл. 1.4 у порівнянні з відповідними стадіями розвитку інформаційних технологій та підходів до вдосконалення діяльності компанії.

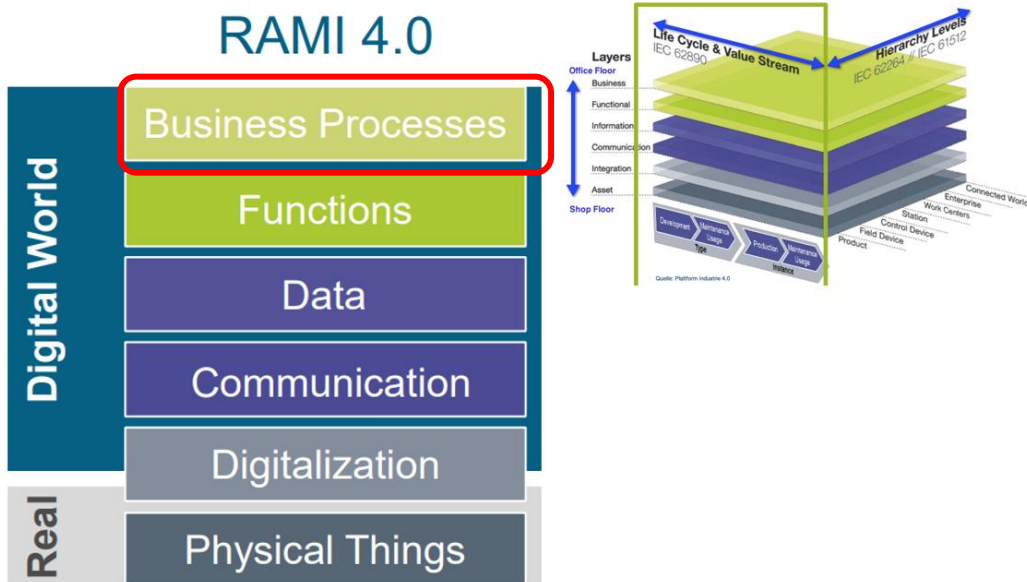


Рис. 1.19 Технологічна інтерпретація осі шарів REMI 4.0

Таблиця 1.4

Етапи в історії моделювання та управління бізнес-процесами

Етапи	Моделювання бізнес-процесів	Удосконалення діяльності	Інформаційні технології
1-й	1920-80-і рр. Аналіз способів виконання робіт. Раціоналізація трудових операцій. Моделі на папері Низька автоматизація.	1980-і рр. Загальне управління якістю. Безперервність змін. Науковий підхід. Послідовне вдосконалення.	1970-90-і рр. Система управління базами даних. Спільне використання даних. Програмні продукти, звертаються до баз даних.
2-й	1990-і рр. Програмне забезпечення (ПЗ) для побудови діаграм та аналізу процесів в статистиці. Одноразове	1990- і рр. Реінжиніринг бізнес-процесів. Дискретність змін. Ненауковий	1990- і рр. Розподілені обчислення. Спільне використання функцій.

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

	<i>створення моделі. Автоматизація: ІС з підтримкою потоків робіт (WfMS, ERP).</i>	<i>підхід. Радикальне перетворення.</i>	<i>Розподілені програмні продукти.</i>
3-й	<i>2000- і рр. Орієнтоване на бізнес-процеси ПЗ. Виконувані моделі. Ітеративна оптимізація. Засоби моделювання інтегровані в BPMS. Імітаційне моделювання та аналіз моделей в динаміці. Конвертація моделей. Стандартизація.</i>	<i>2000- і рр. Управління бізнес-процесами (BPM). Безперервність змін. Гнучкість, адаптивність. Ітеративне вдосконалення. Науковий підхід.</i>	<i>2000- і рр. Системи управління бізнес-процесами. Спільне виконання бізнес-процесів. Розподілені бізнес-процеси.</i>
4-й	<i>2010-р. Бізнес-процеси описують як єдиний об'єкт - виробничу, управлінську діяльність, засоби виробництва та загальносистемне забезпечення.</i>	<i>2010-р. Інваріантність бізнес-процесів до зміни структури продуктів, вимог ринку або структури компанії. Принципи: спрощення, стандартизація, модульність, інтеграція.</i>	<i>2010-р. Перехід до Дата-центрів. Використання "хмарових" технологій, розробляється інформаційна інфраструктура</i>
5-й	<i>2019-р. Цифрова трансформація — це впровадження організацією цифрових технологій для оцифрування нецифрових</i>	<i>2019-р. Метою його впровадження є збільшення цінності за рахунок інновацій, винаходів, досвіду клієнтів або</i>	<i>2019-р. ІТ-інфраструктура, як єдина інформаційної плат-форма, яка інтегрує усі технології</i>

	<i>продуктів, послуг або операцій.</i>	<i>ефективності.</i>	<i>Індустрії Єдина інформаційна плат-форма забезпечує розвиток хмарних технологій, які базуються на платформі IaaS сервісних Центрів обробки даних.</i>	<i>4.0.</i>
--	--	----------------------	---	-------------

Розвиток методів моделювання й автоматизації бізнес-процесів розділено на п'ять етапів:

Перший етап пов'язаний з ім'ям Фредеріка Тейлора і його книгою «Принципи наукового управління» (до 1920-их рр.). Для моделювання бізнес-процесів використовувались блок-схеми, орієнтовані графи, мережі Петрі, методології SADT, IDEF, DFD [228].

Другий етап пов'язаний з іменами М. Хаммера і Д. Чампі і книгою «Реінжиніринг корпорації: маніфест революції в бізнесі» [229]. Реінжиніринг бізнес-процесів передбачає побудову двох моделей бізнес-процесу: як є (англ. as is) і як має бути (англ. to be), а потім впровадження останньої на підприємстві.

Наступним кроком в автоматизації бізнес-процесів в 1990-х рр.. стали системи управління потоками робіт WfMS (Workflow Management System) другого покоління, призначені для маршрутизації потоків робіт будь-якого типу в рамках бізнес-процесів компанії. Як приклад методології та засоби автоматизації бізнес-процесів другого покоління можна назвати відповідно ARIS і поширену ERP-систему SAP R/3.

Третій етап пов'язаний з стандартизацією. Методології побудови виконуваних моделей розробляються і випускаються організаціями з стандартизації та міжнародними консорціумами.

Велике досягнення мають розробки міжнародної некомерційної організації TeleManagement Forum (TM Forum), що об'єднує сьогодні понад сімсот підприємств галузі-операторів мереж і постачальників послуг телекомунікацій та інформатизації, виробників телекомунікаційного обладнання та програмного забезпечення, консалтингових компаній та інших учасників ринку. Слід відмітити, що автори є учасниками TM Forum [230].

Frameworks дозволяє інтегрувати в єдину архітектуру бізнес-вимоги та технічні аспекти діяльності, автоматизувати бізнес-процеси в гетерогеному ІТ-середовищі за рахунок синтезу інформаційних систем, побудувати загальну інформаційну інфраструктуру телекомунікаційної компанії. Концепція Frameworkx успішно використовується найбільшими постачальниками послуг зв'язку, такими як British Telecom, Deutsche Telekom, France Telecom, Telesat Italia, Telepop, TeliaSonera, Cable & Wireless, Vodafone, Verizon, T-Mobile, China Telecom, Укртелеком [230] та ін.

В 2008 МСЕ-Т була опублікована Рекомендація М.3190, яка включила в себе найбільш повно опрацьовані фрагменти інформаційної моделі SID версії 7,5. В рекомендаціях МСЕ-Т містяться також посилання на перераховані вище інформаційні технології, необхідні для застосування концепції Frameworkx та її основних компонентом.

Таким чином, на початку XXI сторіччя склалася стандартизована на міжнародному рівні галузева концепція побудови систем підтримки бізнесу та операційної діяльності OSS/BSS як сукупність розробок TM Forum, заснованих на кращих практичних рішеннях, методологіях та інформаційних технологіях. Приймання eTOM як бази для логічного опису системи управління бізнесом оператора. Використання структури eTOM для побудови плану стандартизації бізнес-процесів на підприємствах галуззі.

Четвертий етап, пов'язаний з подальшим розвитком в галузі телекомунікацій та інформатизації пов'язаний зі створенням інформаційної інфраструктури, як нового поняття, яке об'єднує комплекс програмно-технічних засобів, організаційних систем та нормативних баз, і який забезпечує організацію взаємодії інформаційних потоків, функціонування та розвиток засобів інформаційної взаємодії та інформаційного простору країни або підприємства. У зв'язку з цим, актуальною є задача створення масштабованої, автоматизованої і надпотужної інформаційної платформи, яка складається з ІКС. Реалізація такої платформи неможлива за рахунок використання невпорядкованих і часто різноспрямованих дій з об'єднання розрізаних процесів і систем, які так поширені серед постачальників послуг сьогодні. Щоб конкурувати і досягти успіху, компанії повинні чітко уявляти, як створити максимально ефективну, інтегровану, але притому гнучку систему на базі існуючих бізнес-процесів та інформаційних технологій [118].

П'ятий етап, це побудова цифрового бізнесу, який передбачає у відповідності до концепції Індустрії 4.0 максимальної автоматизації заводів, перехід на електронну систему управління підприємствами, використання

штучного інтелекту для управління засобами виробництва, прогнозування і оптимізація задач та методів виробництва.

Початок першого етапу відносять до 1920-их років ХХ ст. і пов'язують з ім'ям Фредеріка Тейлора і його книгою «Принципи наукового управління» [228]. У цей період вперше була усвідомлена необхідність дослідити бізнес-процеси, описувати їх в різних документах і діяти у відповідності з цими описами. Опис бізнес-процесів здійснювалось в текстовому, табличному і графічному вигляді, причому останній вигляд усе більш формалізувався.

У період першого етапу для моделювання бізнес-процесів використовувались блок-схеми, орієнтовані графи, мережі Петрі, методології SADT, IDEF, DFD. Блок-схеми на основі визначеної в ГОСТ 19.701-90 конфігурації схем алгоритмів, програм, даних і систем (в англ. Літературі-ANSI flowcharts) залишаються і сьогодні найпростішою, але практично важливою графічною мовою моделювання бізнес-процесів. Блок-схеми дозволяють швидко і наочно показати кроки бізнес-процесу в зрозумілій кожному формі, проте їх представлення не передбачає формалізованого опису багатьох деталей процесу, зокрема виконавців бізнес-функцій.

Методології SADT і IDEF знайшли своє продовження. Що ж до мереж Петрі, то використання цього апарата безпосередньо для опису бізнес-процесів не завоювало широкої популярності, так як його графічна конфігурація не є інтуїтивно зрозумілою (з нею складно працювати бізнес-аналітикам і менеджерам). Крім того, є процеси, які неможливо описати з його допомогою. Однак, забігаючи наперед, відзначимо, що мережі Петрі лягли в основу ряду мов, спеціально розроблених для моделювання бізнес-процесів в рамках третього етапу.

У 1980-х роках робляться перші спроби автоматизації бізнес-процесів (уточнимо: не окремих кроків, а ходу процесу в цілому) шляхом реалізації в програмному забезпеченні для управління документами - системах електронного документообігу - функцій з відстеження послідовності виконуваних дій для автоматизації процедур затвердження та випуску документів. Успіх таких систем стимулює розробників програмного забезпечення (ПЗ) на поширення аналогічного підходу на автоматизацію інших функціональних областей бізнесу.

Бізнес-моделювання виділяється в самостійний науково-прикладний напрямок тільки на початку 1990-х років. Більшість створених і застосовуваних до цього моменту методологій не призначалися спеціально для опису бізнес-процесів, а розроблялися для моделювання складних систем і проектування ПЗ. Вони часто позбавлені певної семантики. Моделі,

отримані за допомогою таких методологій, як правило, сприймаються інтуїтивно, і їх інтерпретація може мінятися залежно від користувача чи області підсистем моделі. Ці моделі добре підходять для обговорення бізнес-процесів між співробітниками компанії і керівництвом, для чого вони, власне, і застосовувалися, але не можуть бути основою для роботи інформаційної системи, так як неповні і допускають різні інтерпретації.

Початок другого етапу ознаменував вихід книги М. Хаммера і Д. Чампі «Реінжиніринг корпорації: маніфест революції в бізнесі» [229], яка поновила в управлінському середовищі інтерес до опису та аналізу бізнес-процесів з метою їх радикальної перебудови - реінжинірингу. Реінжиніринг бізнес-процесів передбачає побудову двох моделей бізнес-процесу: як є (англ. as is) і як має бути (англ. to be), а потім впровадження останньої на підприємстві.

Як наступний крок в автоматизації бізнес-процесів в 1990-х роках є системи управління потоками робіт WfMS (Workflow Management System) другого покоління, призначені для маршрутизації потоків робіт будь-якого типу в рамках бізнес-процесів компанії. Ці системи забезпечені середовищем розробника, яка теоретично може використовуватися для моделювання різних нестандартних бізнес-процесів, однак на практиці в більшості випадків впровадження нового або зміна існуючого процесу вимагала залучення праці програмістів. Ще більш обмежені можливості з налаштування та зміни процесів отримували при вирішенні задачі управління потоками робіт системи планування ресурсів підприємства ERP (Enterprise Resource Planning). Внесення будь-яких істотних змін у бізнес-процес перетворювалося на вельми дорогий і довгостроковий проект з проектування та розробки програмного забезпечення, а моделі бізнес-процесів, побудовані аналітиками, виконувалися для більш чіткого формулювання вимог, які потім передавалися програмістам. Як приклад методології та засобів автоматизації бізнес-процесів другого покоління можна назвати відповідно ARIS і поширену ERP-систему SAP R/3.

Негнучкість моделей і засобів автоматизації, їх нездатність забезпечити оперативне реагування на постійні зміни в бізнес-середовищі стали основними недоліками систем другого етапу та стимулювали розробку на початку 2000-х років методологію наступного - третього - покоління. Маніфестом третього етапу в моделюванні бізнес-процесів можна по праву назвати книгу Г. Сміта і П. Фінгар «Управління бізнес-процесами: третя хвиля» [217]. На зміну радикальному реінжинірингу приходить системне і «плавне» управління. Мінливість бізнес-процесів, можливість їх коригування у відповідь на зміни в бізнесі стають головним критерієм використання

інформаційних технологій як середовища, що дозволяє отримати переваги на ринку.

Ідея методологій і інструментів моделювання бізнес-процесів третього покоління полягає в тому, щоб дозволити керівництву і співробітникам компанії створювати і самим впроваджувати нові процеси «на льоту». Автоматизація бізнес-процесів проводиться за допомогою так званих систем управління бізнес-процесами BPMS (Business Process Management System), які дають можливість безпосередньо і негайно реалізовувати бізнес-процеси відповідно до побудованої формальної моделі і не вимагають розробки додаткового програмного забезпечення або його компонентів.

Для розробки зрозумілих машині «виконуваних» моделей потрібні більш точні методи моделювання. До таких методів відносяться мови моделювання бізнес-процесів на базі XML: BPML, BPEL, XPDL. Однак побудова моделей безпосередньо на цих мовах незручно для бізнес-користувачів. У цьому зв'язку велику увагу розробники програмного забезпечення приділяють засобам конвертації графічних моделей бізнес-процесів у моделі, які виконуються. Це дозволяє бізнес-аналітику або менеджеру будувати моделі бізнес-процесів з використанням графічної нотації, а потім перетворювати побудовану модель (за допомогою технічного спеціаліста) у виконуваний вид.

Слід розуміти, що графічні моделі, які призначені для перетворення у виконуваний, повинні бути набагато більш чіткими і формальними в порівнянні з моделями, які створюються в аналітичних цілях. Наприклад, графічну модель, побудовану у вигляді блок-схеми з текстовими коментарями, автоматично конвертувати в виконуваний формат не вдасться. В якості мови, що дозволяє побудувати зрозумілу непідготовленому користувачеві модель, яку потім можна однозначно перетворити в виконуваний виступила нотація BPMN. Вона підтримує опис таких «програмістських» функцій, як обробка подій і помилок, поновлення транзакцій і т. п.

Третій етап приніс в моделювання бізнес-процесів прагнення до стандартизації. Методології побудови виконуваних моделей розробляються і випускаються організаціями з стандартизації та міжнародними консорціумами:

- OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards, 1993 р.) випускає специфікації ebXML і BPEL, а також різні стандарти для електронного бізнесу на базі XML і веб-сервісів [240-243];

- OMG (Object Management Group, 1989 р.) випускає стандарти BPMN і UML, а також MDA і CORBA [244,245];
- W3C (World Wide Web Consortium, 1994 р.) випускає стандарти WS-CDL, WSCI, а також специфікації XML, технології веб-сервісів і багато інших;
- WfMC (Workflow Management Coalition, 1993 р.) випускає стандарти Wf-XML і XPDЛ [230].

Додамо, що спочатку методології BPML і BPMN були створені консорціумом BPMI.org (Business Process Management Initiative), однак подальший розвиток BPML було припинено на користь BPEL, а в 2005 р. відбулося злиття BPMI.org з OMG, і в даний час роботи над BPMN ведуться в рамках OMG.

На сучасному етапі в коло завдань моделювання та автоматизації бізнес-процесів все частіше включають автоматизацію взаємодії підприємства із зовнішнім середовищем [246-249]. У моделі бізнес-процесу відображають взаємодію компанії з різними зовнішніми сутностями: клієнтами, комерційними партнерами, постачальниками, адміністративними органами. При автоматизації процесу вказані напрями діяльності також намагаються по можливості автоматизувати. Особливо активно розвиваються технології автоматизації міжкорпоративної взаємодії - бізнес-бізнес (англ. Business-to-Business, B2B) [250-255].

Потреби в автоматизації бізнес-процесів взаємодії між підприємствами виникли ще в 60-х роках минулого сторіччя. Перше покоління електронних систем B2B-взаємодії описує стандарт UN/EDIFACT (Правила ООН Електронного Обміну Даними в Управлінні торгівлі та на транспорті, ISO 9735), який, незважаючи на високу конкуренцію з боку XML-систем, до цих пір досить широко застосовується в Європі в багатьох секторах економіки [256-266].

Розвиток мережі Інтернет послужив поштовхом до створення нових методів і технологій в області електронного обміну даними. Одним з найбільш вдалих з них є методологія консорціуму RosettaNet (1998 р.) [267-269]. Дана технологія описує відкриту платформу електронної взаємодії, заснованої на стандарті XML, і дозволяє сторонам, які беруть участь у взаємодії, обмінюватися бізнес-інформацією через Інтернет. Спочатку стандарт був розроблений для індустрії високих технологій (інформаційні технології та електроніка), однак запропонований підхід послужив основою механізмів взаємодії підприємств з інших галузей. У рамках методології RosettaNet розроблені стандарти більше сотні процесів бізнес-взаємодії між

різними компаніями або підрозділами всередині одного підприємства. Ці стандартизовані процеси отримали назву процесів інтерфейсу взаємодії з партнером (Partner Interface Process, PIP) і специфікують транзакції між двома бізнес-системами у формі діалогу на основі стандарту XML.

Ще однією сучасною технологією автоматизації міжкорпоративної взаємодії є ebXML (Electronic Business using extensible Markup Language, ISO 15000). Робота над технологією ebXML почалася в 1999 році з ініціативи СЕФАКТ ООН (Центр ООН з підтримки процедур та практики управління, комерції та транспорту) і консорціуму OASIS, накопичив великий досвід у сфері організації ведення бізнесу в Інтернеті на базі XML [196,197]. Метою спільного проекту стала розробка глобальної інфраструктури електронного бізнесу - повного набору специфікацій, що дозволяє здійснювати бізнес-взаємодії через одноманітне XML-середовище. З появою ebXML компанії отримали стандартизований де-факто метод обміну даними і бізнес-повідомленнями, а також єдині умови інформаційної підтримки торговельних відносин. Архітектура ebXML об'єднує специфікації формату повідомлень, моделі бізнес-процесів, пакет синтаксично нейтральних базових компонентів і розподілені сховища даних (репозиторії). Стандарт ebXML отримує все більш широке поширення з впровадженням технології веб-сервісів (Web Services).

Розберемося, що означає моделювання бізнес-процесів на практиці [270]. Моделювання бізнес-процесів в компанії може бути спрямоване на вирішення великої кількості різних завдань:

- Точно визначити результат бізнес-процесу і оцінити його значення для бізнесу.
- Визначити набір дій, що становлять бізнес-процес. Ясне визначення набору завдань і дій, які необхідно виконати, надзвичайно важливо для детального розуміння процесу.
- Визначити порядок виконання дій. Дії в рамках одного бізнес-процесу можуть виконуватися як послідовно, так і паралельно. Очевидно, що паралельне виконання, якщо воно допустиме, дозволяє скоротити загальний час виконання процесу і, отже, підвищити його ефективність.
- Провести поділ зон відповідальності: визначити, а потім відстежувати, який співробітник або підрозділ компанії несе відповідальність за виконання тієї чи іншої дії або процесу в цілому.
- Визначити ресурси, що споживаються бізнес-процесом. Точно знаючи, хто які ресурси використовує і для яких операцій, можна підвищити ефективність використання ресурсів за допомогою планування та оптимізації.

- Зрозуміти суть взаємодій між співробітниками, що беруть участь в процесі та підрозділами компанії і оцінити, а потім підвищити ефективність комунікації між ними.
- Побачити рух документів в ході процесу. Бізнес-процеси створюють і використовують різні документи (в паперовій або електронній формі). Важливо розібратися, звідки і куди йдуть документи або інформаційні потоки, і визначити, оптимально чи їх рух і чи дійсно всі вони необхідні.
- Визначити потенційні вузькі місця і можливості для поліпшення процесу, які будуть використані пізніше для його оптимізації.
- Більш ефективно впровадити стандарти якості, наприклад ISO 9000, і успішно пройти сертифікацію.
- Використовувати моделі бізнес-процесів в якості керівництва для нових співробітників.
- Розібравшись в сукупності бізнес-процесів компанії, зрозуміти й описати діяльність підприємства в цілому.
- Ефективно призвести автоматизацію бізнес-процесів в цілому або окремих їхніх кроків, включаючи автоматизацію взаємодії із зовнішнім середовищем - клієнтами, постачальниками, партнерами.

Останній пункт є основним для визначення переліку ІКС та принципів їх функціонування.

Концепція Framework як результат стандартизації в галузі побудови систем OSS/BSS

Незважаючи на популярність і затребуваність ідеї комплексної автоматизації діяльності компаній галузі телекомунікацій шляхом розробки та впровадження системи OSS/BSS, скористатися всіма перевагами цієї концепції на практиці виявилось не так просто. Основні вимоги до OSS/BSS як до глобальної системи управління досить жорсткі: розподілена архітектура і незалежність від типу обладнання та його виробника. Обидві ці умови значно ускладнюють і розробку, і впровадження програмно-апаратного забезпечення даного класу, в результаті чого сьогодні більшість запропонованих рішень - це в кращому випадку компроміс між теорією OSS/BSS і практикою, а в гіршому - вільна інтерпретація ідей управління мережами зв'язку, яка бере із стандартів лише термінологію.

Необхідність розробки єдиного стандарту для OSS/BSS була очевидна як постачальникам таких систем, так і їх споживачам – телекомунікаційним компаніям. Було потрібно визначити і бізнес-процеси телекомунікаційного оператора, і формати які використовуються в системі управління даних, і

інтерфейси взаємодії з середовищем, в яку інтегрується рішення.

Основну роботу з стандартизації OSS/BSS взяв на себе консорціум TM Forum [218,232-239]. В 1995 році TM Forum запропонував першу версію карти eTOM (Telecom Operations Map) бізнес-процесів телекомунікаційної компанії, а через два роки - оголосив про початок робіт з розвитку концепції TMN на її основі, давши поштовх використанню процесного підходу в розробці глобальних систем управління. У 2000 році всі ініціативи TM Forum в цій області об'єдналися в рамках проекту NGOSS (New Generation Operation Systems and Software (Наступне покоління систем і програмного забезпечення для управління операційною діяльністю телекомунікаційної компанії), пізніше проект отримав назву Framework. Першим результатом проекту стала розробка та публікація в 2001 році релізу 1.0 специфікацій NGOSS. З тих пір була виконана величезна робота з розвитку концепції NGOSS і складових її моделей, а також вдалося домогтися її визнання як галуззю, так і організаціями по стандартизації. Реліз специфікацій NGOSS 7.5 вийшов в 2008 році, проте активна робота над концепцією триває, і зараз концепція змінила назву на Frameworks і ведеться робота над специфікацією під номером 13.5 [232-239,271].

Сьогодні основу концепції Framework утворюють:

- розширена карта бізнес-процесів eTOM, що описує структуру бізнес-процесів телекомунікаційної компанії;
- інформаційна модель SID, визначає підхід до опису та використанню даних, задіяних у бізнес-процесах телекомунікаційної компанії;
- карта додатків TAM, що описує типову структуру компонентів інформаційного середовища телекомунікаційної компанії;
- архітектура інтеграції TNA & CID (Technology Neutral Architecture and Contract Interface Definitions), що визначає принципи взаємодії та інтеграції підсистем, даних і бізнес-процесів в розподіленому середовищі Framework;
- система контролю відповідності принципам Framework (Compliance), що дозволяє перевірити компоненти Framework-рішення на відповідність принципам концепції.

4. Подальший розвиток в галузі телекомунікацій та інформатизації пов'язаний зі створенням інформаційної інфраструктури, як нового поняття, яке об'єднує комплекс програмно-технічних засобів, організаційних систем та нормативних баз, і який забезпечує організацію взаємодії інформаційних потоків, функціонування та розвиток засобів інформаційної взаємодії та інформаційного простору країни або підприємства. У зв'язку з цим, виник четвертий етап коли ставиться задача створення масштабованої,

автоматизованої і надпотужної інформаційної платформи, яка складається з ІКС. Реалізація такої платформи неможлива за рахунок використання неупорядкованих і часто різноспрямованих дій з об'єднання розрізнених процесів і систем, які сьогодні так поширені серед постачальників послуг сьогодні. Щоб конкурувати і досягти успіху, компанії повинні чітко уявляти, як створити максимально ефективну, інтегровану, але притому гнучку систему на базі існуючих бізнес-процесів та інформаційних технологій.

5. Нарешті з 2019-го року відбувається цифрова трансформація — впровадження підприємствами цифрових технологій для оцифрування нецифрових продуктів, послуг або операцій.

Метою впровадження цифрової трансформації є збільшення цінності за рахунок інновацій, винаходів, досвіду клієнтів або ефективності.

Базову роль цифрової трансформації займає ІТ-інфраструктура, як єдина інформаційної платформа, яка інтегрує усі технології Індустрії 4.0. Єдина інформаційна платформа забезпечує розвиток хмарних технологій, які базуються на платформі IaaS сервісних Центрів обробки даних.

Таким чином, на сьогоднішній день актуальним є вирішення науково-прикладної проблеми синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи, яка забезпечує автоматизацію виробничого та управлінського процесів, операційної діяльності, комунікаційної інфраструктури та загальносистемного забезпечення, що має забезпечити успішний розвиток цифрового бізнесу.

1.3. Аналіз відомих методів побудови архітектур ІТ-інфраструктури та необхідність їх вдосконалення

Окрім OSS/BSS дуже важливу роль відіграють інформаційні системи автоматизації засобів виробництва та інформаційної інфраструктури.

Метою даного параграфу є аналіз відомих методів побудови Системної Архітектури інформаційної інфраструктури для Корпорації на основі застосування передових методологій і концепцій провідних виробників апаратного і програмного забезпечення (HP, SUN, EMC, CISCO, Microsoft, ORACLE, Veritas) [272].

Існуюча інформаційна інфраструктура (ІТ-інфраструктура) Корпорації до переходу в Центри обробки даних класифікується як неоднорідна розподілена середа (рис. 1.20). Сервіси і додатки розміщені на дискретних неоднорідних апаратно-програмних платформах, які забезпечують виконання певного класу бізнес завдань. Дана середа склалася історично і відповідає рівню розвитку ІТ-технологій відповідного періоду часу.

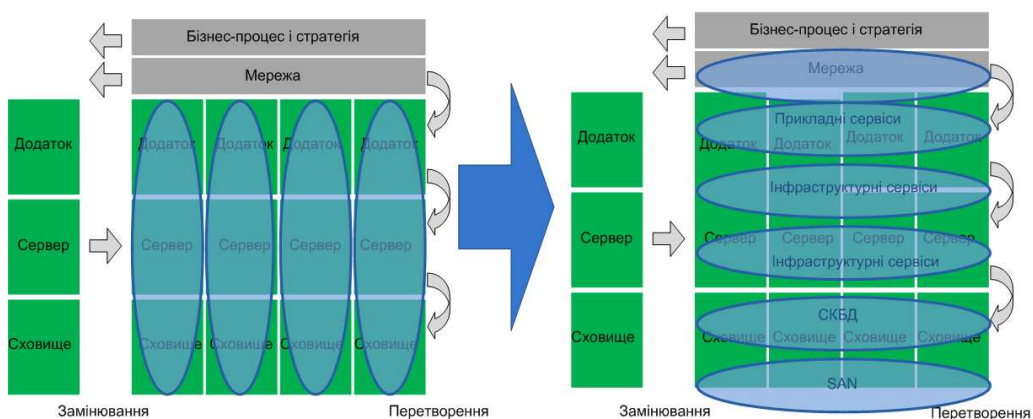


Рис. 1.20 Принцип переходу до Центрів обробки даних

Існуюча ІТ-інфраструктура не завжди дозволяє оптимально використовувати наявні ресурси, забезпечувати максимально ефективне управління і достатню гнучкість для адаптації до нових вимог, що висуваються бізнес-процесами та бізнес-стратегією підприємств.

Вимоги щодо розвитку ІТ-інфраструктури

На даний момент часу, на перший план висуваються вимоги з модернізації ІТ-інфраструктури таким чином щоб забезпечити максимальну ефективність і гнучкість поряд із забезпеченням вимог щодо стабільності,

надійності та продуктивності. Це вимагає вироблення концепції розвитку ІТ-інфраструктури, яка б дозволила вирішити такі завдання:

1. Впровадження єдиної стратегія розвитку ІТ-інфраструктури для Корпорації.
2. Впровадження єдиної стратегії розвитку інформаційних систем головного та регіональних офісів.
3. Інтеграції інформаційних систем.
4. Оптимізації інформаційних систем.
5. Забезпечення безперебійності роботи інформаційних систем.
6. Забезпечення інформаційної безпеки.
7. Забезпечення ефективності інформаційних систем.

Формулювання завдання

Необхідно оптимізувати ІТ-інфраструктуру Корпорації, мінімізувати операційні витрати, формалізувати ІТ-сервіси та забезпечити їх доступність, захищеність і керованість.

Потрібно мінімізувати технологічні ризики пов'язані з інтеграцією компонентів ІТ-інфраструктури та забезпечити мінімізацію витрат на інтеграцію нових, майбутніх систем в контексті технологій, управління та захисту.

Необхідно визначити вектор розвитку ІТ-інфраструктури і запропонувати декілька нормативних рівнів декомпозиції аж до проектних завдань.

1. Загальні підходи з побудови системної архітектури.
2. ІТ-сервіси - технологічні системи, які вирішують завдання Корпорації.
3. Логічну модель ІТ-інфраструктури для Корпорації.

Архітектурні принципи

Пропонуємо концепцію розвитку ІТ-інфраструктури Корпорації розвивати на основі аналізу концепцій провідних виробниками апаратного та програмного забезпечення:

1. Hewlett-Packard - Adaptive Enterprise.
2. SUN - SUN Reference Architectures.
3. Microsoft - Microsoft System Architecture.
4. ORACLE - Grid Computing.
5. Veritas - Utility Computing.

Ці концепції мають багато спільного, хоча і відображають специфіку діяльності і погляди фахівців відповідних компаній і відповідно орієнтацією на свої рішення і продукти.

Концепція адаптивної інфраструктури HP Adaptive Enterprise побудована на базі архітектури HP Darwin Reference Architecture, яка допомагає зв'язати бізнес-стратегію підприємства та ІТ і керувати змінами в ІТ залежно від бізнес-діяльності.

Дана архітектура описує основні рівні:

1. Ресурси.
2. Інфраструктурні Сервіси.
3. Сервіси Програмних продуктів.
4. Інформацію.
5. Бізнес Процес.
6. Бізнес Стратегію.

При цьому моделюється цілісна система управління інформаційним сервісом і інформаційними ресурсами з метою реалізації Бізнес Стратегії підприємства.

Повною реалізації концепції адаптивного підприємства передбачає також реалізацію наступних опцій:

1. Динамічна оптимізація ресурсу - здатність ресурсу гнучко реагувати на зміну пріоритетності завдань і процесів, при оптимальному використанні потужностей для виконання декількох, часто різнорідних функцій.

2. Автоматизоване та інтелектуальне управління - необхідна інфраструктура для автоматичного управління, діагностики та реагування на зміну вимог системи, що базується на встановлених угодах за рівнем обслуговування.

3. Забезпечення безпеки на всіх рівнях інфраструктури. Ця вимога включає в себе рішення самодіагностики і автоматичного виправлення помилок.

Основними принципами реалізації адаптивного дизайну корпоративної інфраструктури є спрощення, стандартизація, модульність, інтеграція (рис. 1.21).

Спрощення

Спрощені програмні продукти і системи легше адаптувати, використовувати, з'єднувати, керувати ними і модифікувати. Один із способів вирішення цього завдання - консолідація ресурсів. На додаток до простоти управління, зменшення кількості серверів також скорочується час, необхідний на створення резервних копій і відновлення інформації, і, як наслідок, час простою.

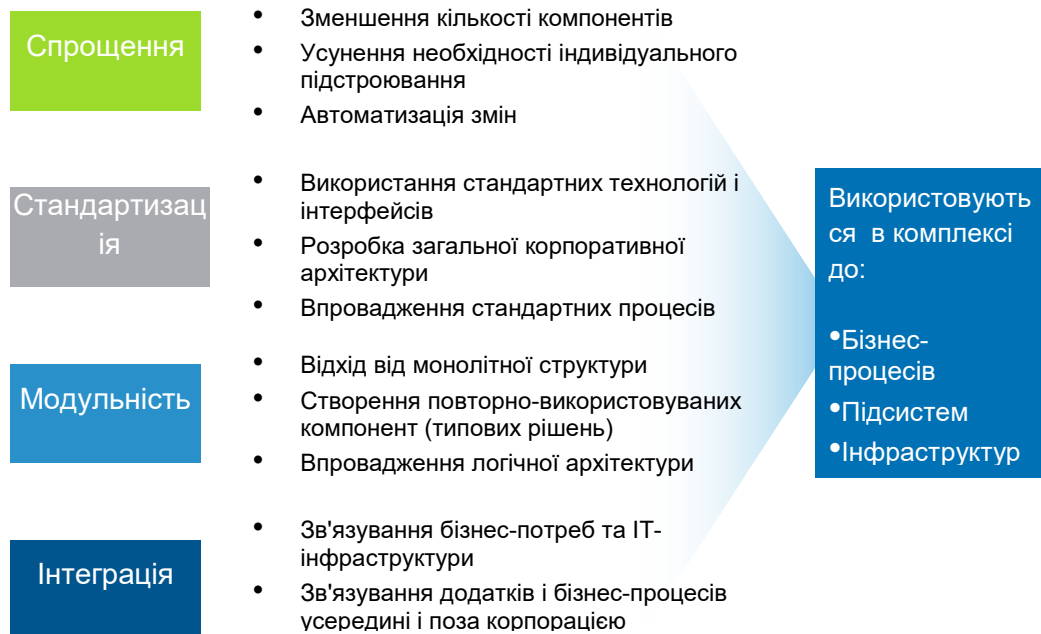


Рис. 1.21 Основні принципи адаптивного дизайну

Стандартизація

Стандарти збільшують вигоду від спрощення і можуть застосовуватися до різних процесів, процедур, технологій та програм. Стандартизація ІТ-інфраструктури досягається наступними способами:

1. Використанням промислово-стандартизованих інтерфейсів, платформ і методів розробки програмного забезпечення.
2. Установою загальних процесів і політики для управління змінами.
3. Синхронізація Програмних продуктів с поточними потребами бізнес-процесів, для яких вони призначені.
4. Підтримкою і сумісністю з наявними програмними продуктами, технологіями та компонентами.
5. Узгодження загальних вимог до систем управління, безпеки, контролю за версіями, конфігураціям, ємностями і т.п.

Модульність

Модульна побудова системи дозволяє змінювати один з її компонентів, не впливаючи на інші. Модульність досягається одним із способів:

1. Групуванням системи за ознакою цільових завдань.
2. Побудовою систем таким чином щоб вони могли з'єднуватися або роз'єднуватися практично в реальному часі.

3. Можливістю зміни будь-якої групи, конфігурації або компоненти без впливу на інші елементи системи.

4. Доступністю аутсорсингу для максимального числа процесів.

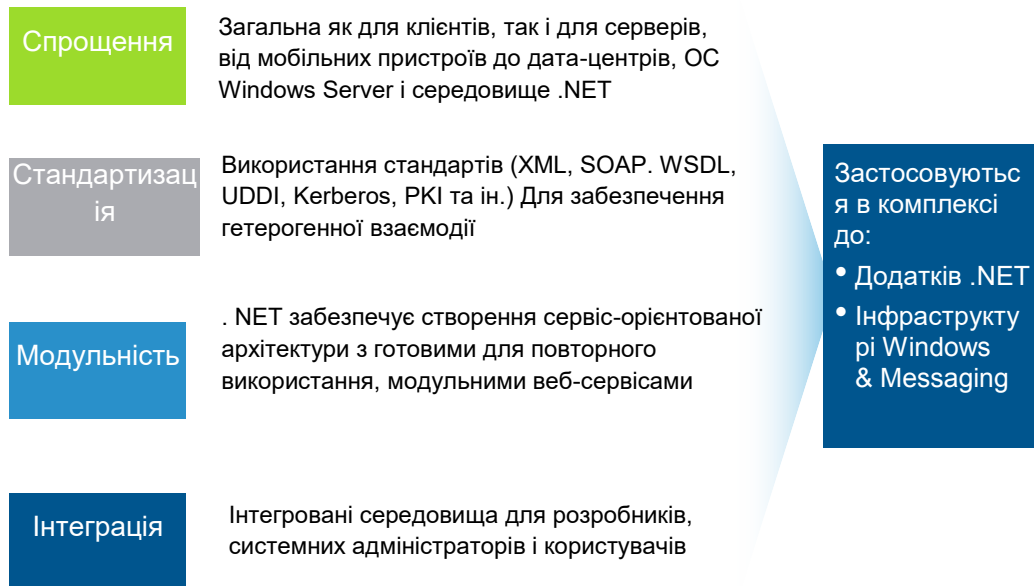


Рис. 1.22 Приклад реалізації принципів адаптивного дизайну в технології Мікрософт

Інтеграція

Полегшує внесення змін, завдяки єдиному середовищу, що спрощує розуміння, управління і модифікування.

Перераховані вище принципи - спрощення, стандартизація, модульність, інтеграція - закладені також в основу технологій Microsoft і реалізовані в еталонній системній архітектурі Microsoft System Architecture (рис. 1.22), що дозволяє органічно об'єднати ці дві концепції в рамках єдиної концепції розвитку ІТ архітектури, Корпорації.

Системна архітектура

Компанія Microsoft спільно з іншими компаніями (Avanade Inc, HP, Cisco, Brocade, EMC, Dell Computer Corporation, Nortel Networks, McDATA, NEC, Unisys, Fujitsu, Emulex, CommVault, Cap Gemini Ernst & Young LLC) створила і підтримує еталонну системну архітектуру - Microsoft Systems Architecture. MSA використовується як база для створення унікальної ІТ-

інфраструктури для Корпорації. При цьому виконуються наступні вимоги до інфраструктури:

1. Висока доступність ІТ сервісів.
2. Висока безпека.
3. Масштабованість ІТ інфраструктури та окремих компонентів.
4. Керованість.
5. Підтримка.
6. Тиражованість.
7. Стандартизація.
8. Інтеграція.
9. Готовність до модернізації.

Таким чином, ми маємо стандартизований підхід відносно проектування ІТ-інфраструктури. Наступним не вирішеним завданням є синтез цих рішень в єдину платформу інформаційно-комунікаційних систем.

1.4. Існуючі науково-методичні підходи до побудови ІТ-інфраструктури

Економічною основою цифровізації суспільства є галузь інформаційної індустрії (телекомунікаційна, комп'ютерна, електронна, аудіовізуальна і т.п.), що переживає процес технологічної конвергенції і корпоративного злиття, розвивається найбільш швидкими темпами, впливає на всі галузі економіки і конкурентоздатність країн на світовій арені. Відбувається інтенсивний процес формування світової "інформаційної економіки", що полягає в глобалізації інформаційних, інформаційно-технологічних і телекомунікаційних ринків, формуванні світових лідерів інформаційної індустрії, перетворенні "електронної торгівлі" по телекомунікаціях у засіб ведення бізнесу [259-266,273-275].

Галузь телекомунікацій та інформатизації однією з перших відчула на собі прояви кризи - рецесію, падіння ринкових показників і скорочення числа робочих місць. В подібних умовах успіху досягли компанії, здатні при жорсткій глобальній конкуренції завоювати і відстояти значну частку динамічно мінливого ринку інформаційно-телекомунікаційних послуг. Необхідними складовими успіху стало чітко сформульована стратегія, а також модель управління бізнесом і ретельно сплановані процеси основних видів діяльності, а також адекватні цієї моделі системи підтримки бізнесу, операційної діяльності та засобів виробництва багатокomпонентні інформаційні системи OSS/BSS (Operations support Systems / Business support systems), призначені для повної або часткової автоматизації різних аспектів діяльності телекомунікаційної компанії [276].

Конкуренція на ринку телекомунікаційних та інформаційних послуг посилюється з кожним днем, а самі ринки стають все більш і більш складними. З'являються нові бізнес-моделі, нові гравці, нові технології. Перетворення в бізнесі, спрямовані на підвищення ефективності та гнучкості, стає все складніше втілювати в життя. Для забезпечення подальшого зростання на насичених ринках потрібно знижувати витрати, підвищувати лояльність користувачів і пропонувати все нові і нові послуги. Ще одним аспектом є те, що національні телекомунікаційні оператори є суб'єктами розвитку сучасної інформаційної інфраструктури. Тому, вони в першу чергу, мають розробляти сучасні підходи до розвитку та експлуатації ІКТ.

Щоб усе це зробити, потрібно створити масштабуєму, автоматизовану і надпотужну операційну платформу. Реалізація такої платформи неможлива за допомогою невпорядкованих і часто різноспрямованих дій з об'єднання

розрізних процесів і систем, які так поширені серед постачальників послуг сьогодні. Щоб конкурувати і досягти успіху, компанії повинні чітко уявляти, як створити максимально ефективну, інтегровану, але притому гнучку систему на базі існуючих бізнес-процесів та інформаційних технологій (рис. 1.23) [132].

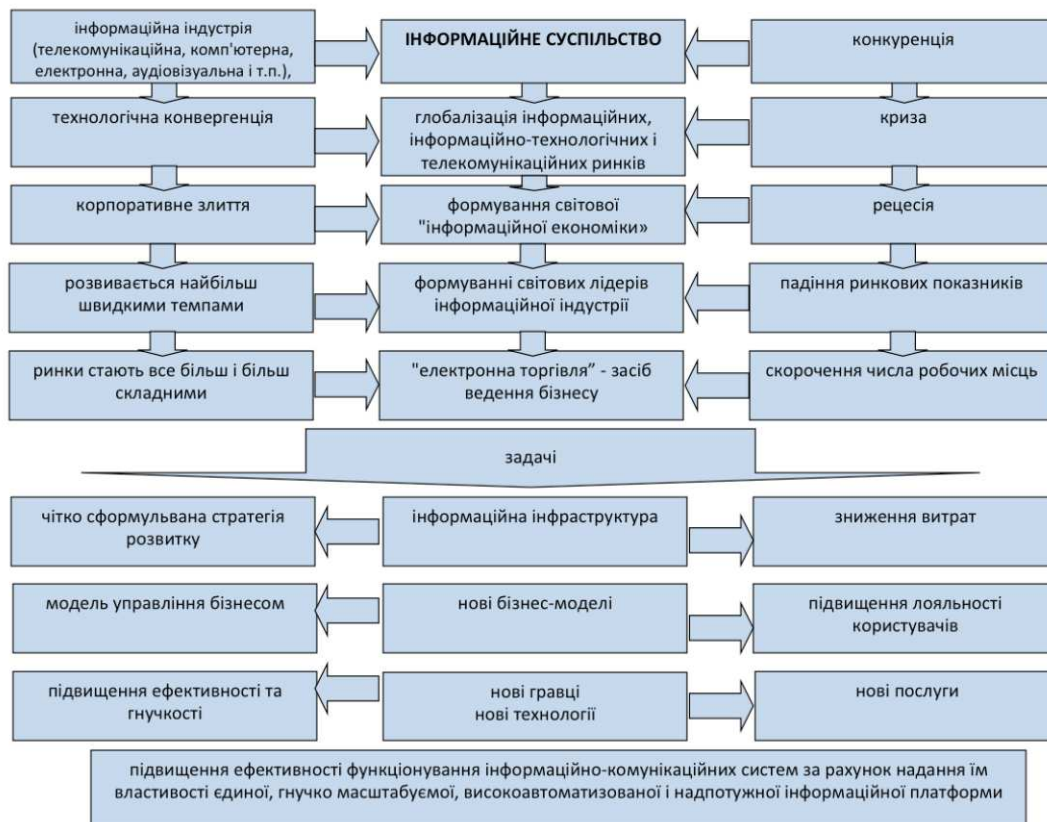


Рис. 1.23 Актуальність теми

Основним висновком є необхідність підвищення ефективності функціонування інформаційно-комунікаційних систем за рахунок надання їм властивості єдиної, масштабованої, автоматизованої і надпотужної інформаційної платформи.

Аналіз існуючих науково-методичних підходів до побудови ІКС (рис. 1.24) свідчить про необхідність створення нових та вдосконалення існуючих методів та моделей інтеграції ІКС [127,138,141,227,273,277-306].



Рис. 1.24 Аналіз існуючих науково-методичних підходів до побудови ІКС

Таким чином, основною стратегічною задачею визначаєм створення інформаційної інфраструктури (рис. 1.25), яка фактично є наслідком часткових проблем (рис. 1.25):

- Політичної – перехід до інформаційного суспільства.
- Економічної – формування світової “інформаційної економіки”.
- Технічної – використання єдиної інформаційної платформи.
- Технологічної – використання найсучасніших інформаційних технологій.
- Методологічної – розробка методології побудови глобальної інформаційної інфраструктури.

При цьому виникають певні протиріччя:

- між вимогою до глобалізації та конвергенції, що потребує постійних змін та вимогою створення максимально ефективної, інтегрованої систему на базі існуючих бізнес-процесів та інформаційних технологій;
- між діями постачальників з об'єднання розрізнених процесів і систем та вимогою до побудови єдиної інформаційної інфраструктури;
- між існуючою стандартизацією OSS/BSS та необхідністю автоматизації і засобів виробництва та загальносистемного забезпечення;
- між досягненнями інформаційних технологій та наявністю послуг інформаційної індустрії та «електронної комерції».



Рис. 1.25 Наукова задача

Тому актуальною є науково-прикладна задача: розробки методології побудови єдиної, масштабованої, автоматизованої і надпотужної інформаційної платформи національного масштабу, яка на відміну від відомих методологій синтезує не тільки інформаційні системи, які автоматизують виробничий процес та операційну діяльність, а і комунікаційні системи та системну ІТ-інфраструктуру.

Метою результатів представлених в монографії є підвищення ефективності функціонування інформаційно-комунікаційних систем за рахунок надання їм властивості єдиної, гнучко масштабуємої, високоавтоматизованої і надпотужної інформаційної платформи, що забезпечує створення інформаційно-управляючого простору для автоматизації складних організаційно-технічних об'єктів.

Висновки по розділу 1

В першому розділі розглянути наступні теми:

1. Сучасний стан проблеми створення ІТ-інфраструктури для цифрової трансформації
2. Сутність впливу ІТ-інфраструктури на ефективність цифрової трансформації
3. Аналіз відомих методів побудови архітектур ІТ-інфраструктури та необхідність їх вдосконалення
4. Існуючі науково-методичні підходи до побудови ІТ-інфраструктури

По першому розділу робимо висновок, що цифрова трансформація — це трансформація бізнесу шляхом перегляду бізнес-стратегії або цифрової стратегії, моделей, операцій, продуктів, маркетингового підходу, цілей тощо, шляхом прийняття цифрових технологій.

Цифрова трансформація прискорить продаж і зростання бізнесу.

Етап трансформації означає, що цифрові інструменти за своєю суттю забезпечують нові види інновацій та творчість в певній області, а не просто вдосконалюють та підтримують традиційні методи. Для післявоєнного поновлення України впровадження інноваційних технологій може стати трампліном для економічного зростання.

Великі дані, хмарні технології та кібербезпека відносяться до групи технологій пов'язаних з розвитком інфраструктури, а сама ІТ-інфраструктура, яка стала підсумком третьої промислової революції, стане відігравати важливу роль інтегратора перспективних технологій Індустрії 4.0.

Інформаційна платформа є аналогом інформаційної інфраструктури і складається із системи організаційних структур, підсистем, що забезпечують функціонування і розвиток інформаційного простору підприємства та засобів інформаційної взаємодії. Інформаційна платформа включає в себе: сукупність інформаційних центрів, підсистем, банків даних і знань, систем зв'язку, центрів управління, апаратно-програмних засобів і технологій забезпечення збору, зберігання, обробки і передачі інформації.

Тому, ставиться задача синтезу ІКС для надання їм властивості єдиної інформаційної платформи, а саме синтез ІКС, які забезпечують автоматизацію виробничого та управлінського процесів, операційної діяльності, засобів виробництва (у випадку інформаційної інфраструктури комунікаційної складової) та загальносистемного забезпечення, а також забезпечують створення, обробку, збереження, видалення та транспортування інформації.

2. МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

2.1. Структура синтезу інформаційно-комунікаційних систем

Для моделювання науково-прикладної задачі пропонується наступна структура синтезу (рис. 2.1). Методологія синтезу ІКС повинна складатися з концептуальних, теоретичних та технологічних основ.

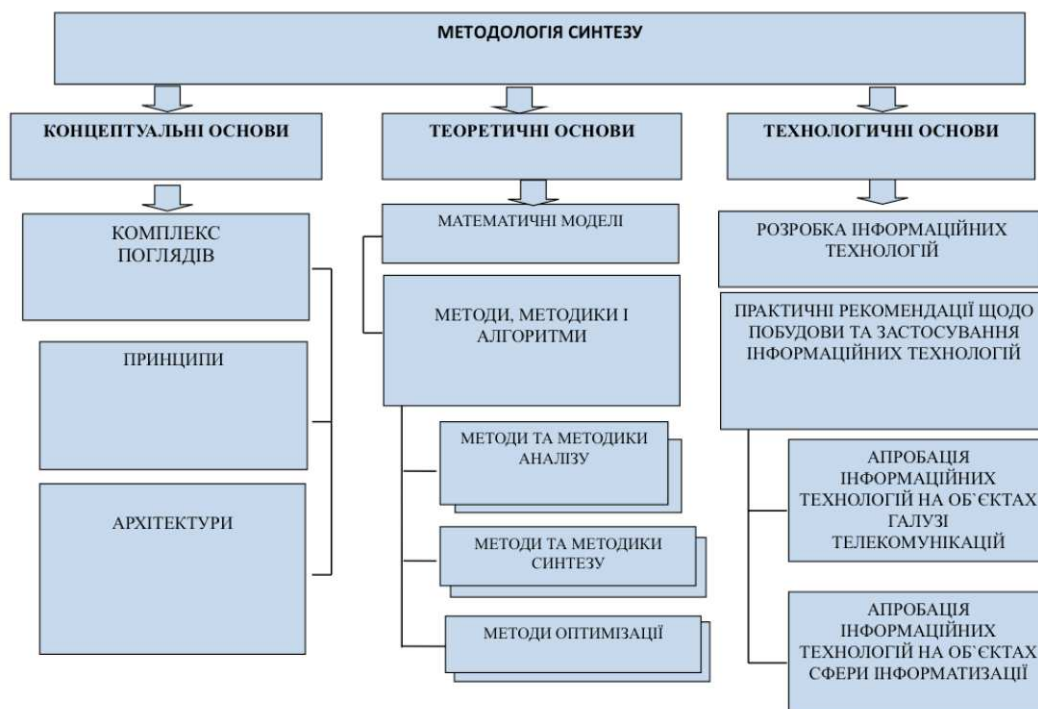


Рис. 2.1 Структура синтезу

Під концептуальними основами розуміємо: понятійний апарат, принципи та архітектури. В якості теоретичних основ виступають математичні моделі та методи. Під технологічними основами розуміємо розробку інформаційних технологій та їх апробацію.

Запропонована методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем (рис. 2.2), яка складається з концептуальних, теоретичних та технологічних основ, та на відміну від відомих методологій включає три рівні абстракції: формального концептуального опису бізнес-процесів (A1); концептуальний рівень (A2) як рівень визначення наступного кроку розвитку інфраструктури та надання послуг; логічний рівень (A3), де наведено

можливі сценарії виконання певного концептуального кроку бізнес-процесу, що й дозволило об'єднати в єдиний автоматизований комплекс виробничий процес, операційну діяльність, комунікаційні системи та системну ІТ-інфраструктуру.

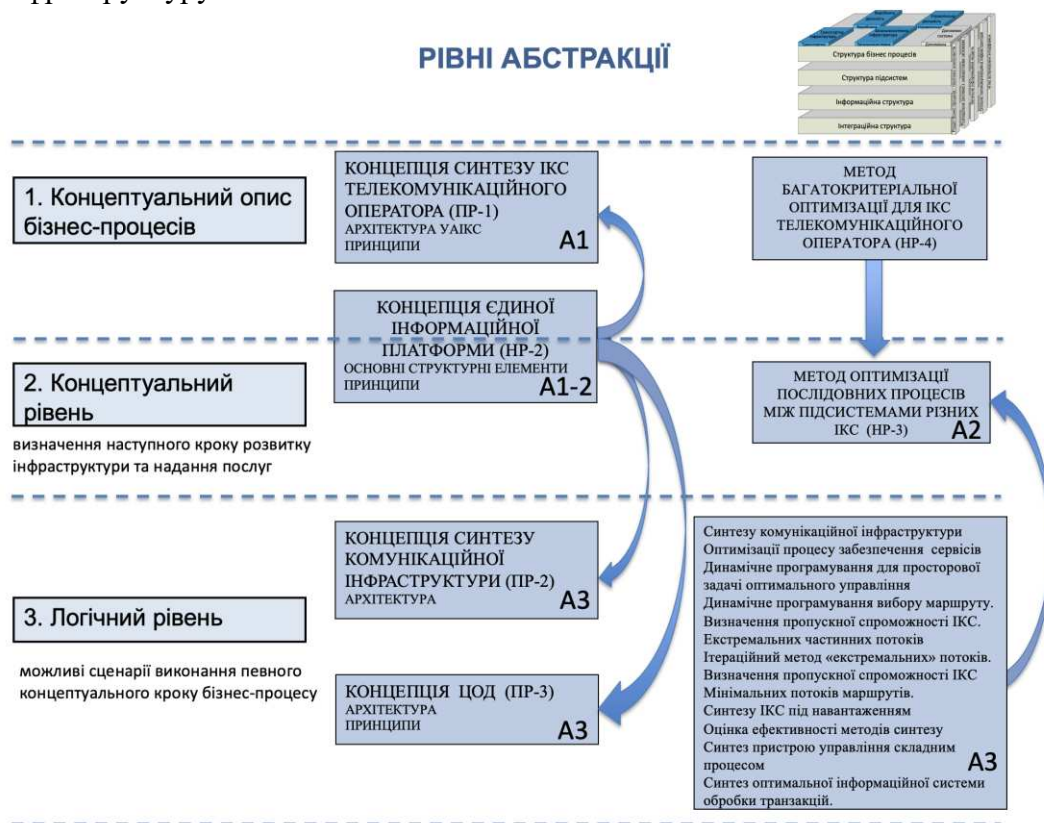


Рис. 2.2 Рівні абстракції

В якості концептуальної основи задачі синтезу ІКС на базі єдиної інформаційної платформи пропонуємо п'ять концепцій (рис. 2.3):

- Єдиної інформаційної платформи (A1-2).
- Синтезу ІКС телекомунікаційного оператора (A1).
- Синтезу комунікаційної інфраструктури телекомунікаційного оператора (A3).
- Центрив обробки даних (A3).
- Прикладних інформаційних систем , які мають загальнодержавне значення:
 - регіонального рівня;
 - центрального;

- відомчого рівня;
- рівня корпорації.

МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

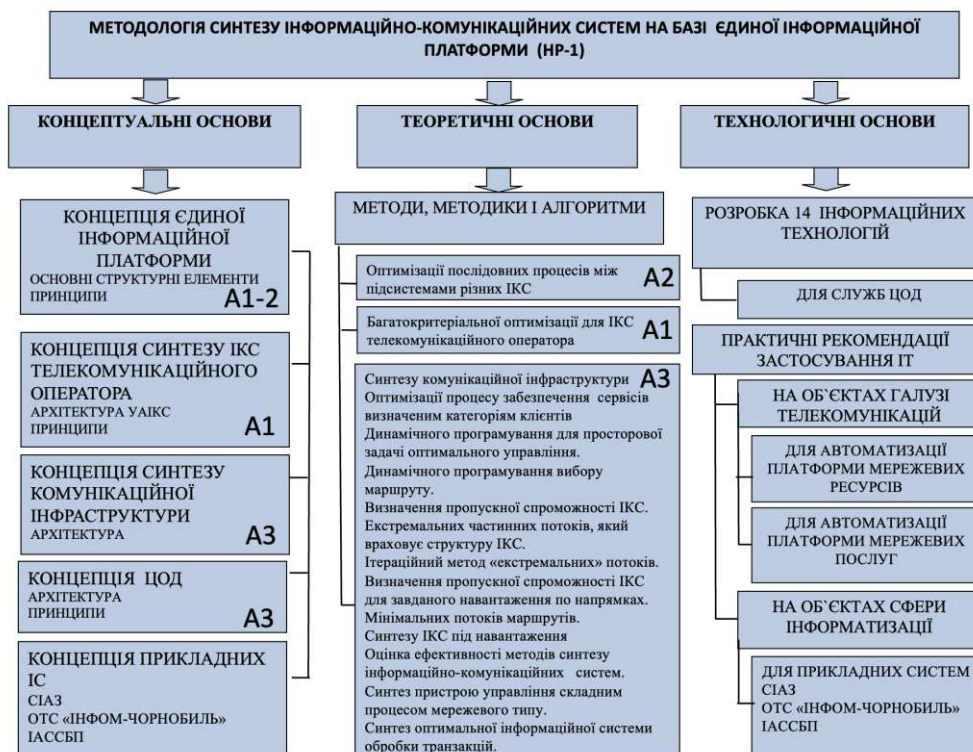


Рис. 2.3 Структура досліджень синтезу ІКС

В якості теоретичної основи виступають п'ятнадцять методів:

- Оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних ІКС (A2).
- Синтезу комунікаційної інфраструктури телекомунікаційного оператора (A3).
- Багатокритеріальної оптимізації для ІКС телекомунікаційного оператора (A1).
- Оптимізації процесу забезпечення визначеним категоріям клієнтів сервісів ЦОД (A3).
- Метод динамічного програмування для «просторової» задачі оптимального управління (A3).
- Метод динамічного програмування вибору маршруту (A3).
- Метод визначення пропускної спроможності ІКС (A3).

- Метод екстремальних частинних потоків, який враховує структуру ІКС (А3).
- Ітераційний метод «екстремальних» потоків (А3).
- Метод визначення пропускнуєї спроможності ІКС для завданого навантаження по напрямках (А3).
- Методу «мінімальних» потоків маршрутів (А3).
- Метод синтезу ІКС під навантаженням будь-яким єдиним двополюсним потоком (А3).
- Оцінка ефективності методів синтезу інформаційно-комунікаційних систем (А3).
- Синтез пристрою управління складним процесом мережевого типу (А3).
- Синтез оптимальної інформаційної системи обробки транзакцій (А3).
В якості технологічної основи - інформаційні технології для:
- Служб Центрів обробки даних.
Практичні рекомендації щодо побудови та застосування ІТ:
На об'єктах галузі телекомунікацій:
 - для автоматизації платформи мережевих ресурсів;
 - для автоматизації платформи мережевих послуг.
На об'єктах сфери інформатизації:
Для прикладних систем:
 - Система інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління;
 - Організаційно-технічна система «Інфом-чорнобиль»;
 - Інформаційно-аналітична система супроводження бюджетного процесу.

2.2. Концепція єдиної інформаційної платформи

2.2.1. Загальні положення

Представляємо вирішення задачі синтезу ІКС на базі єдиної інформаційної платформи яка складається із: структури бізнес-процесів; структури підсистем; інформаційної структури; інтеграційної структури та базується на п'яти основних принципах, а саме загальна інформаційна модель; загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; незалежність бізнес-процесів і застосовуваних підсистем; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами (рис. 2.4).

Для телекомунікаційного оператора пропонуються удосконалені елементи Frameworks: у якості структури бізнес-процесів використовується модифікована карта бізнес-процесів Telecom Operations Map (eTOM); структури підсистем - модифікована карта підсистем Telecom Application Map (TAM); інформаційної структури - модифікована модель даних Shared Information/Data (SID) model; інтеграційної структури - модифіковане інтеграційне середовище Integration Program (TIP). Для автоматизації інших об'єктів використовуються індивідуально розроблені структури з використанням рекомендацій Frameworks [123].

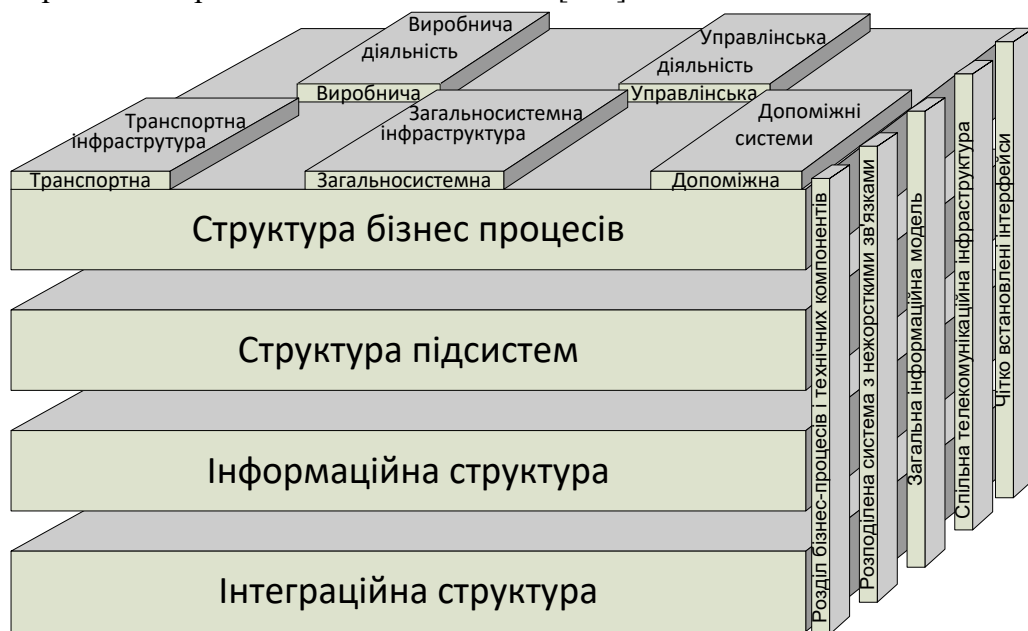


Рис. 2.4 Єдина інформаційна платформа

2.2.2. Математична формалізація наукової проблеми

Будемо вважати, що єдина інформаційна платформа складається з простору множин - $\langle V, D, F, E \rangle$ (рис. 2.5) [133,141], де:

- V - структура бізнес-процесів;
- D - структура підсистем;
- F - інформаційна структура;
- E - інтеграційна структура.

КОНЦЕПЦІЯ ЄДИНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПЛАТФОРМИ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

МАТЕМАТИЧНА ФОРМАЛІЗАЦІЯ НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ

Структура платформи: елементи, зв'язки, функції

$\langle V, D, F, E \rangle$ - простір множин;

V – множина бізнес-процесів
 D – множина підсистем

$$\alpha = \langle v, d, f, e \rangle, \quad v \subseteq V, d \subseteq D, f \subseteq F, e \subseteq E$$

F – множина інформаційних моделей
 E – інтеграційна множина

Зовнішні фактори (принципи):

$\langle X, Q, Y, Z, J \rangle$ - простір множин; $\chi = \langle x, q, y, z, j \rangle$ $x \subseteq X, |x| \leq |X|$ $q \subseteq Q, |q| \leq |Q|$ $y \subseteq Y, |y| \leq |Y|$
 $z \subseteq Z, |z| \leq |Z|$ $j \subseteq J, |j| \leq |J|$
 у т.ч. множина цілей $r \subseteq R, r \subseteq x$

$$\alpha = \langle v, d, f, e \rangle : \begin{cases} \forall w(\alpha, t) \in W, |v| < |V| \wedge |d| < |D| \wedge |f| < |F| \wedge |e| < |E|, \\ \Delta v, \Delta d, \Delta f, \Delta e \neq \emptyset, \\ W(\alpha, r) \rightarrow \max. \end{cases}$$

- загальна інформаційна модель
- чітко встановлені інтерфейси
- розподілена система з нежорсткими зв'язками між її компонентами
- загальна телекомунікаційна інфраструктура
- незалежність бізнес-процесів від підсистем

Рис. 2.5 Концепція єдиної інформаційної платформи

Структуру єдиної інформаційної платформи запишемо у вигляді:
 $= \langle v, d, f, e \rangle$, де: $v \subseteq V, d \subseteq D, f \subseteq F$.

Дуже важливим елементом для отримання нових властивостей є формалізація надмірностей у структурі єдиної інформаційної платформи через максимальні (+) та мінімальні (-) множини параметрів:

$$v \subseteq v^+, \Delta v = v \setminus v^-, \quad d \subseteq d^+, \Delta d = d \setminus d^-, \quad f \subseteq f^+, \Delta f = f \setminus f^-, \\ e \subseteq e^+, \Delta e = e \setminus e^-.$$

У якості зовнішніх факторів, які впливають на структуру та функціональність єдиної інформаційної платформи є принципи побудови, які описуємо у вигляді простору множин:

$$\langle X, Q, Y, Z, J \rangle, \text{ де:}$$

X - загальна інформаційна модель

Q - загальна телекомунікаційна інфраструктура

Y - чітко встановлені інтерфейси

Z - незалежність бізнес-процесів підсистем

J - розподілена система з нежорсткими зв'язками між її компонентами

Вплив принципів опишемо у вигляді:

$$= \langle x, q, y, z, j \rangle, \text{ де:}$$

$$x \subseteq X, |x| \leq |X|, \quad q \subseteq Q, |q| \leq |Q|, \quad y \subseteq Y, |y| \leq |Y|, \quad z \subseteq Z, |z| \leq |Z|, \\ j \subseteq J, |j| \leq |J|.$$

У тому числі враховуємо множину цілей

$$r \subset R, r \subset x.$$

Таким чином, структуру єдиної інформаційної платформи представимо у вигляді:

$$\langle v, d, f, e \rangle: \begin{cases} \forall z(\alpha, t) \in Z, |v| < |V| \wedge |d| < |D| \wedge |f| < |F| \wedge |e| < |E|, \\ \Delta v, \Delta d, \Delta f, \Delta e \neq \emptyset, \\ W(\alpha, r) \rightarrow \max, \\ S_{MB3} \rightarrow \min, c \leq c_{\text{існ}}, t_{MB3} \leq t_{\text{існ}}. \end{cases}$$

2.2.3. Принципи побудови єдиної інформаційної платформи

Загальна інформаційна модель (X)

Інтеграція ІКС означає, що підсистеми повинні забезпечувати обмін даними. І щоб даний процес був ефективним, кожна підсистема повинна взаємодіяти з іншими. Щоб відбувався обмін даними між системами їм необхідно мати стандартний формат інформації. Спроба перетворити ієрархічні продукти в неієрархічні, не втрачаючи при цьому інформацію, було б неможливо. Єдина інформаційна модель для даних, якими обмінюються підсистеми, забезпечує вирішення цієї проблеми. Тому пропонується загальна інформаційна модель, яка вирішує всі задачі єдиної інформаційної платформи (Рис. 2.6).

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ



Рис. 2.6 Принципи побудови єдиної інформаційної платформи

Загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура (Q)

В середині 2000-х років настала ера конвергентних послуг. Тому, була вирішена задача об'єднання окремих OSS-систем для надання такої можливості, як «Flow-through provisioning» («моніторинг ходу процесу»), коли замовлення можна було б розмістити он-лайн і відбувся б автоматичний моніторинг одержуваного результату без участі персоналу. Однак, для великих телекомунікаційних операторів з сотнями окремих OSS-систем швидке збільшення інтерфейсів стало серйозною проблемою. Кожна OSS повинна була взаємодіяти з багатьма іншими, приводячи до експоненціального зростання числа інтерфейсів при збільшенні числа OSS-систем. Тому, доцільно використовувати спільну телекомунікаційну інфраструктуру (Common Communications Infrastructure, CCI). У цій моделі OSS-системи взаємодіють з CCI, а не безпосередньо одна з одною. CCI таким чином дозволяє підсистемам взаємодіяти, використовуючи CCI для їх з'єднання. Кожна підсистема вимагає тільки одного інтерфейсу (до CCI), а не багатьох. У зв'язку з чим, значно знижена складність всієї системи. Також

CCI може забезпечувати інші сервіси, включаючи забезпечення безпеки, перетворення даних і т.п. Нами це положення модифіковано і запропоновано використовувати проміжну інформаційну систему, яка б взяла на себе функції управління CCI, а архітектура відповідала відомим моделям service delivery platform (SDP) (зазвичай це набір компонентів, які забезпечують архітектуру доставки послуг (наприклад, створення служби, управління сеансами і протоколами)).

Чітко встановлені певні інтерфейси (Y)

Даючи вище характеристику принципу взаємодії підсистем з CCI, стає зрозуміло про необхідність розробити ці інтерфейси, причому, як з точки зору застосовуваної технології (наприклад, Java/JMS або Web-сервіси/SOAP), так і з точки зору функціональних можливостей підсистем, даних, які використовуються, початкових і кінцевих умов і т.п. Тому, слід задокументувати ці інтерфейси і, таким чином, інтерфейси стають чітко визначеними і встановленими та розглядаються як доповнення до специфікацій API (Application Programming Interface).

Незалежність бізнес-процесів і застосовуваних підсистем

Коли ІКС в межах єдиної інформаційної платформи пов'язані разом, бізнес-процеси, які вони підтримують, поширюються на всю ІТ сферу підприємства. В результаті виникає ситуація, коли певний процес стартує з підсистеми *A*, яка обробляє деякі дані і яка потребує в подальшому виклику підсистеми *B*, яка в свою чергу також вимагає обробку даних і викликає підсистему *C* і т.д. Як наслідок, вкрай важко визначити який з етапів процесу є поточним в даний момент. І ще складнішою є задача зміни даного процесу, внаслідок його розподіленої природи. Припускаємо, що процес повинен управлятися як частина єдиної інформаційної платформи з використанням будь-якого механізму, що забезпечує послідовність виконання дій і відповідального за здійснення контролю ходу бізнес-процесу від однієї підсистеми до іншої. Таким чином, даний механізм ініціював би процес на підсистемі *A*, яка би повертала контроль назад. Після цього даний механізм викликав би підсистему *B* і так далі. В такому випадку, було б завжди можливо визначити який з етапів бізнес-процесу виконується в даний момент часу, оскільки контроль за його ходом був би вже централізованим. При цьому зміни процесу могли б оброблятися з використанням певного інструментарію згаданого механізму. Ясно, що деякі складові процесу нижнього рівня будуть вбудовані в окремі підсистеми, але це повинно розташовуватися нижче того рівня, на якому виконуються значущі для

бізнесу функції, тобто нижче того рівня на якому функціонують застосовувані стандарти і політики підприємства.

Використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами (Z)

Нежорсткий зв'язок між елементами припускає, що кожна підсистема є порівняно незалежною від інших підсистем в рамках загальної системи. Таким чином, в оточенні з нежорсткими зв'язками, в одну підсистему можуть бути внесені зміни без впливу на інші. Принаймні, даний принцип іноді може розглядатися, як надання можливості впроваджувати підсистеми за схемою «plug and play» (включай та працюй), оскільки вони є настільки незалежними по відношенню одна до одної, що можуть бути замінені без впливу на систему в цілому. Використання «розподіленої системи» передбачає набір інтегрованих і взаємодіючих одна з одною підсистем, а не монолітної підсистеми для управління всіма операціями підприємства.

2.2.4. Концептуальний підхід до синтезу структури інформаційної платформи

Концепція єдиної інформаційної платформи забезпечує побудову сучасної інфраструктури на основі конвергенції інформаційно-комунікаційних систем для розв'язання задач електронного урядування та корпоративного бізнесу, що надає можливість забезпечити якісний і повсюдний доступ клієнтів до ІТ-сервісів та служб (рис. 2.7).

Розглянемо декомпозицію платформи у вигляді:

$\alpha = \alpha_0 \cup \alpha_1 \cup \alpha$, де α_0 та α_1 визначають базову структуру, яка проектується виходячи з мінімально очікуваних r_{\min} та прогнозних r_{pr} цілей.

В той час як α_1 та α_2 розрахункові підмножини цілей які відповідають прогнозним r_{pr} та реальним r цілям.

Тоді стан єдиної інформаційної платформи в залежності від цілей напишем у вигляді:

$$\alpha^{*\{r\}} = \alpha^{*\{r_{\min}\}} \cup \alpha^{*\{r_{pr} \setminus r_{\min}\}} \cup \alpha^{*\{r \setminus r_{pr}\}}.$$

Дуже важливим показником є співвідношення наявного та необхідного часу на створення структури платформи.

Наявний час для створення структури платформи до початку та в ході її функціонування напишем у вигляді:

$$t = t_0 + t_x, t > 0.$$

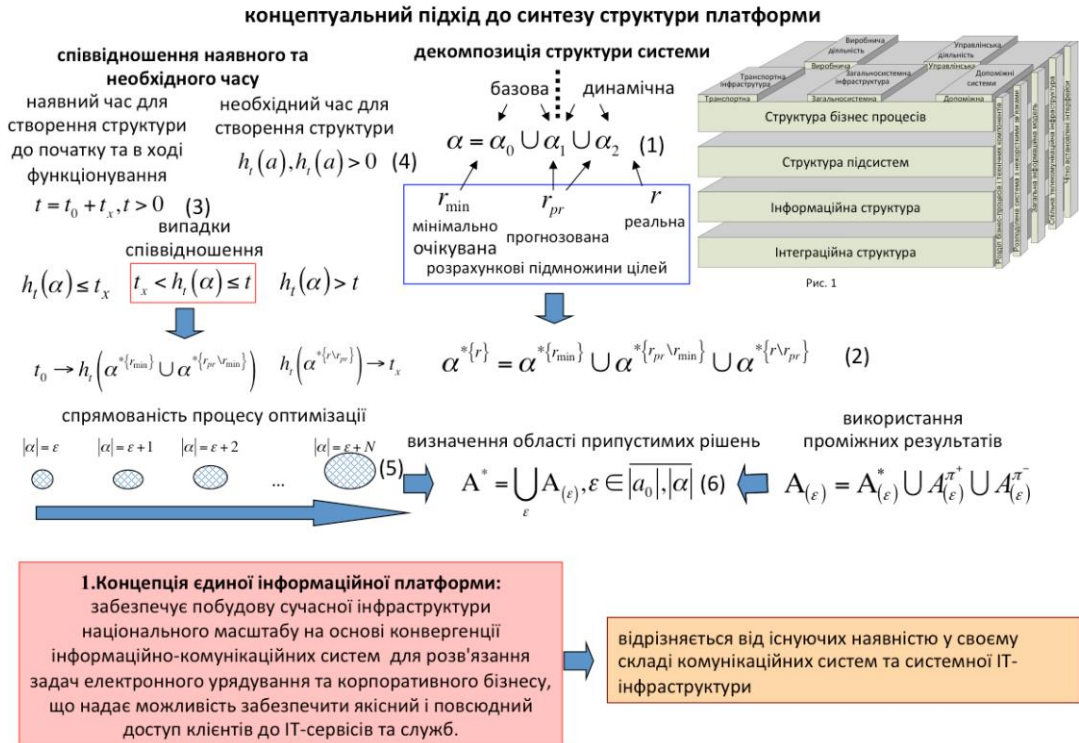


Рис. 2.7 Концептуальний підхід до синтезу структури інформаційної платформи

Необхідний час для створення структури платформи:

$$t_0 \rightarrow h_t(\alpha^{*\{r_{\min}\}} \cup \alpha^{*\{r_{pr}, r_{\min}\}}), h_t(\alpha^{*\{r_{pr}\}}) \rightarrow t_x, \text{ при}$$

$$t_x < h_t(\alpha) \leq t.$$

Основну спрямованість процесу оптимізації опишемо у вигляді:

$$| \quad | = , \quad | \quad | = +1, \quad | \quad | = +2, \dots, \quad | \quad | = +N.$$

Визначення області припустимих рішень, щодо побудови структури єдиної інформаційної платформи напишемо у вигляді:

$$A^* = \bigcup_{\varepsilon} A_{(\varepsilon)}, \varepsilon \in [a_0, |\alpha|].$$

Таким чином досягаємо підвищення ефективності функціонування інформаційно-комунікаційних систем за рахунок надання їм властивості єдиної, масштабованої, автоматизованої і надпотужної інформаційної платформи, що забезпечує створення інформаційно-управляючого простору для автоматизації складних організаційно-технічних об'єктів.

2.3. Метод оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних ІКС, що мають декомпозиційну природу

Одною з теоретичних основ методології синтезу ІКС є розробка методу оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних інформаційно-комунікаційних систем, що мають декомпозиційну природу [123,146,290].

Перейдемо до більш загального математичного формулювання задачі.

За рахунок виконання першого принципу – побудови загальної інформаційної моделі ми отримуємо єдину інформаційну модель для даних, якими обмінюються підсистеми ІКС. При виконанні другого принципу – при побудові загальної спільно використовуваної телекомунікаційної інфраструктури ми розглядаємо мережеву інфраструктуру, як інформаційну систему, яка управляє ССІ та забезпечує доступ підсистем.

Таким чином, ми будуємо платформу ІКС, стан якої характеризується підсистемами (x, y) набуваючих n дискретних значень x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) і y_j ($j = 1, 2, \dots, n$) (табл. 2.1).

При використанні третього принципу, коли проектується чітко встановлені інтерфейси ми можемо сформулювати наступну задачу: на площині існує множина підсистем, які за рахунок інтерфейсів можуть визначати траєкторії переходу інформації з підсистеми (x_1, y_1) у підсистему (x_n, y_n) . Уся множина траєкторій утворюється переходом з якої небудь підсистеми в підсистему, яка знаходиться праворуч (ліворуч), або в підсистему, що знаходиться зверху. Всього при оптимальній траєкторії буде пройдено через $N=2(n-1)$ етапів або буде зроблено $N = 2(n-1)$ переходів.

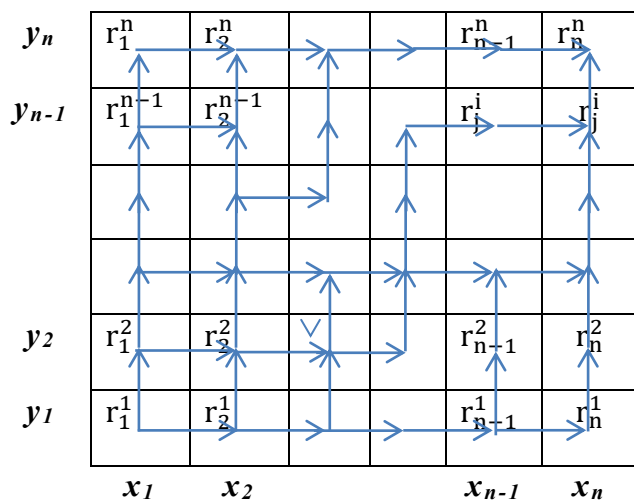


Табл. 2.1

За рахунок описаних інтерфейсів можна для кожної траєкторії переходу із підсистеми (x_1, y_1) в підсистему (x_n, y_n) визначити функцію вигоди R , яка утвориться як сума збільшень функцій вигоди r_i^j у всіх підсистемах, через які пройде процес.

Таким чином, моделюємо виконання четвертого принципу - незалежність бізнес-процесів і застосовуваних підсистем. Тепер ми можемо моделювати бізнес-процеси, які використовують різні ІКС та їх підсистеми.

Нашу єдину інформаційну платформу ми описуємо у вигляді стану який характеризується вектором x з m координатами в m -вимірному просторі. Для використання глобальних для платформи бізнес-процесів протягом етапів відбувається перетворення вектору x , починаючи із свого початкового значення x_0 , шляхом отримання ще $N - 1$ значення x_0, x_1, \dots, x_{N-1} . Вважатимемо, що перехід вектору з одного стану в інший на кожному етапі відбувається відповідно до залежності $x_{k+1} = T(x_k, y_k)$, де y_k — векторна величина, що складається на кожному етапі з визначеного числа скалярних компонентів $y_{k1}, y_{k2}, \dots, y_{kn}$, $i \in$ параметром переходу.

При заданому векторі стану додатків x_k на початку якого-небудь етапу стан підсистем наприкінці цього етапу або на початку наступного залежить від вибору параметру перетворення y_k . Задаючи всі можливі значення параметру перетворення на кожному етапі, одержуємо всі можливі варіанти багатоетапного процесу або всі можливі способи переходу бізнес процесів з одної підсистеми x_0 до кінцевої x_k . Вибір параметра перетворення y_k на кожному етапі відповідає розв'язанню способу переходу або перетворення підсистем зі стану x_k в стан x_{k+i} . Обрана послідовність параметрів перетворення y_0, y_1, \dots, y_{N-1} , називається **програмою**.

Нехай метою багатоетапного процесу перетворення є досягнення оптимуму деякої скалярної величини R , що характеризує наявність інтерфейсів між додатками. Для визначеності вважатимемо R функцією вигоди і вимоги такого моменту багатоетапного процесу, щоб функція вигоди була максимальною. На кожному етапі функція вигоди залежатиме від початкового стану системи x_0 й обраної програми y_0, y_1, \dots, y_{N-1} , тобто

$$R_1 = R_1(x_0, y_0);$$

$$R_2 = R_2(x_0, y_0, y_1);$$

.....

$$R_N = R_N(x_0, y_0, y_1, \dots, y_{N-1}).$$

При оптимальній програмі y_0, y_1, \dots, y_{N-1} функція вигоди набуде максимального значення і залежатиме тільки від початкового стану системи. Позначивши максимуми функцій вигоди як $f_k(x_0)$, будемо мати

$$\begin{aligned} f_1(x_0) &= \max_{y_0} R_1(x_0, y_0); \\ f_2(x_0) &= \max_{y_0, y_1} R_2(x_0, y_0, y_1); \\ &\dots\dots\dots \\ f_N(x_0) &= \max_{y_0, y_1, \dots, y_{N-1}} R_N(x_0, y_0, y_1, \dots, y_{N-1}). \end{aligned} \quad (2.1)$$

Індекси y_0, y_1 позначають, що найбільше значення T шукається по всій множині програм або послідовностей y_0, y_1, \dots, y_{N-1} . Безпосереднє визначення максимуму виразу (2.1) сліпим пошуком часто є практично нездійсненною задачею. Застосування методу оптимізації послідовних процесів, заснованого на принципі оптимальності, спрощує визначення максимальної функції вигоди $f_N(x_0)$ й оптимальної програми y_0, y_1, \dots, y_{N-1} , що забезпечує цю максимальну функцію вигоди.

Відповідно до принципу оптимальності, який би не був початковий стан x_0 і початковий розв'язок y_0 , програма y_0, y_1, \dots, y_{N-1} має бути оптимальною і функція вигоди на $N-1$ етапі має бути максимальною.

Застосуємо цей принцип послідовно до дво-, три-, ... і N -етапного процесу.

Для одного етапу, як уже вказувалося, маємо

$$f_1(x_0) = \max_{y_0} R_1(x_0, y_0).$$

Стан системи на другому етапі двоетапного процесу

$$x_1 = T(x_0, y_0).$$

За умовою, які б не були x_0, y_0 , другий етап має бути оптимальним, тобто

$$f_1(x_1) = f_1 | T(x_0, y_0) | = \max_{y_1} R_1(x_1, y_1).$$

Сумарна функція вигоди двоетапного процесу

$$R_2(x_0, y_0, y_1) = R_1(x_0, y_0) + f_1 | T(x_0, y_0) |.$$

Відповідно максимальне значення функції вигоди для двоетапного процесу

$$f_2(x_0) = \max_{y_0} \{R_1(x_0, y_0) + f_1 | T(x_0, y_0)\}.$$

Для триетапного процесу аналогічно матимемо:

$$f_3(x_0) = \max_{y_0} \{R_1(x_0, y_0) + f_2 | T(x_0, y_0)\}. \quad (2.2)$$

і, нарешті, для N етапів

$$f_N(x_0) = \max_{y_0} \{R_1(x_0, y_0) + f_{N-1} | T(x_0, y_0)\}.$$

Рекурентне співвідношення (2.2) дає змогу послідовно обчислити шукане значення $f_N(x_0)$ й оптимальний розв'язок y_0 на першому етапі для N -етапного процесу, що буде деякою функцією початкового стану системи, тобто $y_0 = y_N(x_0)$.

У нашому випадку ми маємо 5 систем: $y_1(x)$ - функція, яка характеризує автоматизацію управлінської діяльності; $y_2(x)$ - функція, що характеризує автоматизацію виробничої діяльності; $y_3(x)$ - функція, яка характеризує автоматизацію засобів комунікаційної інфраструктури (виробництва для оператора телекомунікацій); $y_4(x)$ - функція, яка характеризує автоматизацію загальносистемного забезпечення (працевдатність Центрів обробки даних); $y_5(x)$ — функція, що характеризує автоматизацію допоміжних функцій.

В такому випадку стан платформи характеризується координатами (x, y) набуваючих n дискретних значень x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) і y_j ($j = 1, 2, \dots, 5$). Потрібно перевести систему зі стану (x_1, y_1) у стан (x_n, y_5) . На площині існує множина процесів або траєкторій переходу системи з (x_1, y_1) у (x_n, y_5) . Нехай далі для кожної траєкторії переходу зі стану (x_1, y_1) в стан (x_n, y_5) визначена функція вигоди R , яка утворюється, як сума збільшень функцій вигоди r_i^j у всіх додатках, через які пройде точка.

Потрібно забезпечити перехід даних з підсистеми (x_1, y_1) в підсистему (x_n, y_n) по такій траєкторії, щоб сумарна функція вигоди була найбільшою. Отже, весь процес переходу системи з початкового стану в кінцевий — це $N = 2(n-1)$ - етапний процес. При цьому на кожному етапі варто прийняти такий напрямок руху (нагору або вправо чи ліво), щоб одержати найбільше значення сумарної функції вигоди R .

Розв'язок поставленої задачі будемо робити методом оптимізації послідовних процесів.

В основі методу оптимізації послідовних процесів лежить інтуїтивний принцип оптимальності, що дає змогу розв'язувати задачі оптимізації багатоетапних процесів послідовно побудовою рекурентних співвідношень.

Для застосування принципу оптимальності в розглянутому прикладі поділимо траєкторію руху точки на дві ділянки: від початку до деякого проміжного (x_i, y_j) етапу і від цього проміжного етапу до кінця (x_n, y_5) .

Відповідно до принципу оптимальності, якою б не була початкова ділянка траєкторії і яке б значення функція вигоди не мала на етапі (x_i, y_j) , для того щоб у сформованій ситуації все-таки одержати найвищий ефект, остання ділянка траєкторії від (x_i, y_j) до (x_n, y_5) , має бути оптимальною. Очевидно, чим ближче проміжний етап (x_i, y_j) до кінцевого, тим простіше визначити оптимальну траєкторію.

Так, для проміжного етапу (x_{n-1}, y_{n-1}) найбільше значення функції вигоди R_{n-1}^{n-1} буде дорівнювати найбільшій з двох сум:

$$R_{n-1}^{n-1} = \max \left(R_{n-1}^n + r_{n-1}^{n-1}, R_n^{n-1} + r_{n-1}^{n-1} \right),$$

$$\text{де } R_{n-1}^n = R_n^n + r_{n-1}^n, \quad R_n^{n-1} = R_n^n + r_n^{n-1}.$$

Разом з визначенням R_{n-1}^{n-1} визначається і траєкторія від (x_{n-1}, y_{n-1}) до (x_n, y_n) , тобто рух праворуч чи ліворуч або вгору. Після визначення R_{n-1}^{n-1} можна знайти:

$$R_{n-2}^{n-1} = \max \left(R_{n-2}^{n-1} + r_{n-2}^{n-1}, R_{n-1}^{n-1} + r_{n-2}^{n-1} \right),$$

$$R_{n-1}^{n-2} = \max \left(R_{n-1}^{n-1} + r_{n-1}^{n-2}, R_n^{n-2} + r_{n-1}^{n-2} \right),$$

$$\text{де } R_{n-2}^n = R_{n-1}^n + r_{n-2}^n, \quad R_n^{n-2} = R_n^{n-1} + r_n^{n-2}.$$

Далі аналогічно можна для будь-якого проміжного етапу (x_i, y_j) визначити найбільше значення функції вигоди R_j^i при переміщенні від цього проміжного етапу до кінця. Одночасно з визначенням R_j^i визначається і траєкторія переміщення з (x_1, y_1) в положення (x_n, y_n) , що і є розв'язком поставленої задачі.

В таблиці 2.2 наведено числові значення r_j^i , а в таблиці 2.3 — числові значення R_j^i й оптимальна траєкторія від (x_1, y_1) до (x_5, y_5) . Приклад досить ясно ілюструє основну ідею методу.

При виконанні п'ятого принципу – використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами, вирішується наступна задача. Використання «розподіленої системи» передбачає набір інтегрованих і

взаємодіючих одна з одною підсистем, а не монолітну підсистему для управління всіма операціями підприємства.

	r_j^i				
y_5	7	3	2	6	12
y_4	4	8	9	10	7
y_3	1	5	1	5	3
y_2	4	9	3	7	6
y_1	6	1	9	11	8
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5

Табл. 2.2

	R_j^i				
y_5	30	23	20	19	12
y_4	50	46	38	29	19
y_3	52	51	39	34	22
y_2	64	60	44	41	36
y_1	70	62	51	52	36
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5

Табл. 2.3

Таким чином, в оточенні з нежорсткими зв'язками, в одну підсистему можуть бути внесені зміни без впливу на інші програми. В цьому випадку проводиться корегування функції вигоди R . В цьому разі виникає необхідність вирішення задачі (2.1) для нової функції вигоди R [123].

Висновки по розділу 2

Представлено аналіз проблеми синтезу інформаційних систем. Обґрунтовано необхідність вдосконалення методології, оскільки існуючі методи являються фрагментарними і не враховують всі компоненти та процеси взаємодії систем, які забезпечують створення єдиної інформаційної платформи. На основі проведеного аналізу представлено потребу у двох додаткових системах автоматизації: засобів транспортування інформації та загальносистемного забезпечення. При цьому уперше розглядається синтез і інформаційних і комунікаційних систем. Встановлено, що для опрацювання та об'єднання різнотипних систем необхідно розробити нову методологію, яка включає всі інформаційно-комунікаційні системи та ґрунтується на використанні: структури бізнес-процесів; структури підсистем; інформаційної структури; інтеграційної структури та базується на п'яти основних принципах: загальна інформаційна модель; загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; розділ бізнес-процесів і застосовуваних підсистем; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

Представлена методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем, яка включає концептуальні, теоретичні та технологічні основи, та на відміну від відомих методологій, враховує усі складові, що впливають на ефективність функціонування інформаційно-комунікаційної системи, основні структурні елементи (бізнес-процеси, підсистеми, інформаційну модель, інтеграційне середовище) та принципи, зокрема: загальна інформаційна модель; загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; незалежність бізнес-процесів від застосовуваних підсистем; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами, що дає можливість забезпечити якісне виконання глобальних бізнес-процесів в межах єдиної інформаційної платформи.

Представлено концепцію єдиної інформаційної платформи, яка відрізняється від існуючих наявності у своєму складі комунікаційних систем та системної ІТ-інфраструктури, що забезпечує побудову сучасної інфраструктури національного масштабу на основі конвергенції інформаційно-комунікаційних систем для розв'язання задач електронного урядування та корпоративного бізнесу, що дало можливість забезпечити якісний і повсюдний доступ клієнтів до ІТ-сервісів та служб.

Представлено метод оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних інформаційно-комунікаційних систем, що мають

декомпозиційну природу, який відрізняється від інших введенням оригінальної цільової функції, яка змінюється в залежності від сценарію бізнес-процесів та дозволяє поєднувати інформаційно-комунікаційні системи в єдиний обчислювальний процес для знаходження оптимального рішення для розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

3. СИНТЕЗ ІКС ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОПЕРАТОРА

3.1. Концепція синтезу ІКС телекомунікаційного оператора

Розвиток Центрів обробки даних (ЦОД) в Україні і в країнах СНД почався з 2000 року. Такий пізній період використання центрів обумовлений відставанням розвитку сучасної транспортної інфраструктури.

Першими клієнтами централізованої обробки, зберігання і розповсюдження інформації були підприємства галузі телекомунікацій, нафтової та газової сфери, банки та інші споживачі, які стали активно впроваджувати в свою діяльність інформаційні технології. З плином часу ЦОД стали користуватися великою популярністю, і сьогодні спостерігається справжній «бум» їх будівництва. Останнім часом основним фактором переходу до централізованого використання ІТ-ресурсів є поширення «хмарових» технологій.

При цьому перед компаніями виникає перспектива не тільки перенесення серверів в ЦОД, а й модернізації всієї ІТ-інфраструктури в цілому.

3.1.1. Призначення концепції

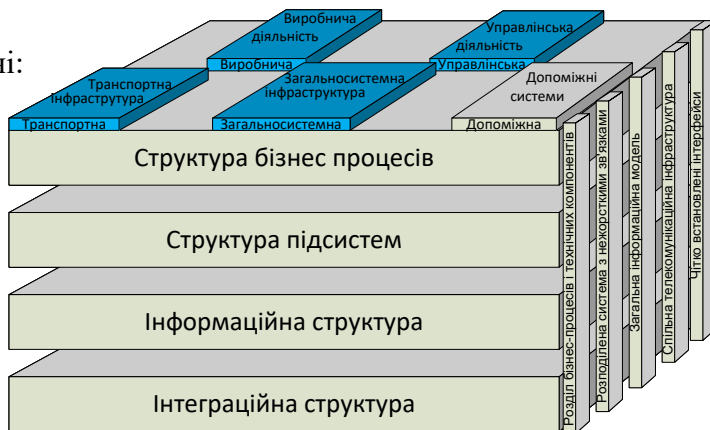
Постановка задачі:

як на базі єдиної системи бізнес-процесів забезпечити синтез інформаційно-комунікаційних систем телекомунікаційного оператора, які автоматизують виробничий та

управлінський процеси, операційну діяльність, засоби виробництва, загальносистемне забезпечення, а також засоби, які забезпечують створення, обробку, збереження, видалення та транспортування інформації.

При цьому, синтез ІКС призведе до створення єдиної інформаційної платформи, яку ми представимо у вигляді універсальної архітектури ІКС (УАІКС) (рис. 3.1) [133,149,307-309,320,321].

Для оператора телекомунікацій УАІКС розглядається в якості єдиної для:



ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

- Усіх типів мереж (включаючи мережеві послуги): оптична транспортна мережа, Інтернет мережа (мережа передачі даних), фіксована телефонна мережа, мережа мобільного зв'язку.

- Усіх типів продуктів, клієнтів, послуг, ресурсів, аспектів управління компанією і бізнесом компанії.

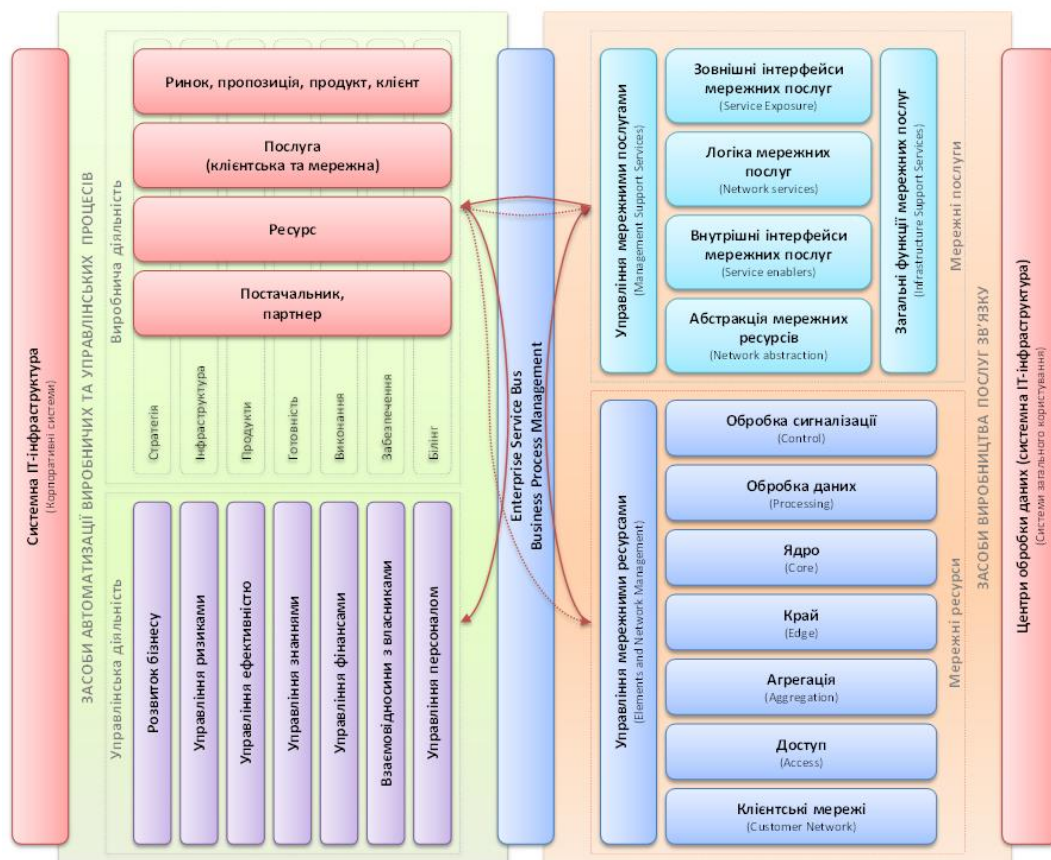


Рис. 3.1 Вищий рівень архітектури інформаційних систем

Дуже важливою вимогою є те, що УАІКС не повинна мінятися при зміні структури продуктів, вимог ринку чи структури компанії.

Стандартизація УАІКС передбачає:

- Визначення повного переліку компонентів архітектури.
- Визначення функціональних границь компонентів.
- Визначення інтерфейсів (протоколів) взаємодії компонентів.

Основною метою стандартизації архітектури є: скорочення термінів впровадження послуг в компанії, за рахунок зменшення часу на

впровадження і модернізацію інформаційних систем, та підвищення ефективності впровадження інформаційних систем, а також зменшення витрат на їх створення і експлуатацію за рахунок:

- Недопущення дублювання функцій.
- Застосування відкритих інтерфейсів.
- Багатократного застосування однотипних елементів.

УАІКС побудована з урахуванням загальноприйнятих стандартів і концепцій в телекомунікаційній та ІТ областях (REMI 4.0, Frameworks, TM Forum, eTOM, TAM, SID, SDF, ETSI TISPAN та ін.)

Інформаційні системи оператора повинні відповідати на всіх етапах свого розвитку та експлуатації наступними критеріями:

- Всі нові системи (або їх частини) повинні співвідноситися з певним компонентом архітектури (тобто мати чітку відповідність функціональності) і мати певні відкриті інтерфейси (в першу чергу, функціональні).

- Всі існуючі системи (або їх частини) при необхідності розвитку функцій повинні модифікуватися відповідно до вимог до Архітектури, аналогічно новим.

- Існуючі системи, які не потребують функціонального розвитку, зобов'язані перейти на певні відкриті інтерфейси в разі наявності взаємодії з новими або модифікованими системами.

3.1.2. Основні визначення

Будемо використовувати наступні основні терміни, що застосовуються при визначенні бізнес-процесів:

1. На рівні «Ринки, пропозиції, клієнти, продукт» (*Pr*):

Pr_1 - специфікація продукту – опис послуг та обладнання (ресурсів), що надає клієнту оператор (провайдер) телекомунікацій в рамках продуктової пропозиції.

Pr_2 - пропозиція продукту – опис умов, на яких специфікація продукту пропонується ринку. Зв'язує специфікацію продукту, ціну, сегмент ринку.

Pr_3 - продукт – опис послуг та супутнього обладнання (ресурсів), які конкретний клієнт придбав у компанії. Продукт може бути матеріальним та нематеріальним, але завжди містить компонент сервісу.

Pr_4 - клієнт (споживач) – загальна назва суб'єкту, що купує продукти та використовує послуги оператора (провайдера). Клієнт може бути як фізичною так і юридичною особою.

2. На рівні «Послуга» *Po*:

P_{01} - сервіс – технічний аспект сервісу, який оператор (провайдер) створює та підтримує для реалізації продукту (послуги), що придбано клієнтом. Включає в себе нематеріальні властивості (результат роботи, можливості) мереж зв'язку, результати необхідних процесів та політики роботи сервісу. Сервіси поділяються на «сервіс клієнта» та «сервіс ресурсу».

P_{02} - сервіс клієнта (Customer Facing Service) – сервіси, які клієнт використовує та бачить безпосередньо, наприклад, «сервіс електронної пошти». Послуга для замовника, набір можливостей, обумовлених в контракті:

P_{021} - може бути складовою частиною продукту;

P_{022} - може пропонуватись на ринку, як самостійний продукт.

P_{03} - сервіс ресурсу (Resource Facing Service) - сервіси, які клієнт не «бачить», але які необхідні для підтримки роботи сервісів клієнта. Наприклад, сервіси маршрутизації інтернет-трафіка (сервіс BGP). Сервіс ресурсу не має споживчих властивостей і на ринку не пропонується.

P_{04} - специфікація сервісу – загальний опис сервісу з його загальними для усіх споживачів сервісу характеристиками, компонентами.

3. На рівні «Ресурси» (Rs):

Rs_1 - ресурс – частина інфраструктури (мережі зв'язку) та обладнання оператора (провайдера), на базі яких він будує та забезпечує свої сервіси, що пропонуються в продукті. Ресурс – є обладнання, кабелі, IP-адреси, номерний простір тощо. Ресурси бувають фізичними, наприклад, модем або маршрутизатор, або логічними, наприклад, IP-адреса, або пул телефонних номерів.

Rs_2 - специфікація ресурсу – загальний опис типових характеристик ресурсу, притаманних будь якій його реалізації.

4. На рівні «Постачальники та партнери» (Pp):

Pp_1 - постачальник – суб'єкт, що передає клієнту (споживачу) товар або оказує послугу з обумовленими умовами отримання прибутку.

Основні терміни, що використовуються для опису процесів та інструментів автоматизації (Pi):

Pi_1 - програмно-апаратний та/або програмний комплекс, що служить основою для різних обчислювальних систем.

Pi_2 - програмно-апаратний комплекс – набір технічних та програмних засобів, що спільно працюють для виконання однієї або декількох схожих задач. Складається, відповідно, з 2-х основних частин:

Pi_{21} - апаратна частина (Hardware) — пристрій збору та/або обробки інформації.

Pi_{22} - програмна частина (Software) — спеціалізоване програмне забезпечення (як правило, написано компанією — постачальником апаратної частини), що обробляє та інтерпретує дані, зібрані апаратною частиною.

Pi_3 - архітектура інформаційної системи – концепція, що визначає модель, структуру, функції, взаємозв'язок компонентів інформаційної системи.

Pi_4 - система - комплекс засобів автоматизації діяльності персоналу компанії, що реалізує інформаційну технологію виконання встановлених функцій. Інформаційна система — це організована сукупність засобів, методів та заходів, що застосовуються для регулярної обробки інформації для рішення задачі.

Pi_5 - підсистема – частина інформаційної системи, що забезпечує виконання однієї або декількох функцій системи, які призводять до специфічного результату, що є кінцевим результатом діяльності персоналу або входом для іншої підсистеми.

Pi_6 - процес - систематична, впорядкована множина функціональних операцій, які приводять до специфічного результату. В eTOM- моделі процес використовується для визначення процесів, що перекриваються у процесних блоках TOM-структури: Виконання, Забезпечення та Білінгу.

Pi_7 - субпроцеси та операції. Операція – чітко визначені дії, що необхідні специфічним процесам. Субпроцеси - набір операцій або інтерфейс зі специфічною множиною робочих операцій, які необхідні для досягнення результату, що вимагається від процесу.

Термін «Дані» використовується для визначення корисних даних, тобто тих, що мають споживчу цінність для користувачів телекомунікаційних послуг Корпорації.

Визначення, які використовуються, можуть мати інші значення ніж ті, що є загально використовуваними в рамках опису певних концепцій, типів мереж чи систем автоматизації.

3.1.3. Опис УАІКС телекомунікаційного оператора

Класифікація інформаційно-комунікаційних систем оператора проводиться по сфері їх використання. Інформаційні системи можуть належати до одного з трьох класів:

- Засоби автоматизації виробничих (Vv) і управлінських процесів оператора (Vu), що забезпечують автоматизацію збору, зберігання, обробки

та видачі необхідної інформації, призначеної для виконання функцій управління. Всі процеси, пов'язані з життєвим циклом послуг, ресурсів, забезпеченням технології надання послуг клієнтам (споживачам) і обслуговуванням процесу продажу послуг і обліку доходів від них. Предметна область систем цього класу оперує з сутністю «послуга» як товаром, що має додану вартість. Клієнт купує послугу як комерційний продукт.

- Засоби автоматизації виробництва мережеских послуг (Vp). Інформаційні системи управління технічними процесами, які забезпечують управління обладнанням, технологічними режимами в автоматизованому циклі виробництва мережеских сервісів, надання мережеских послуг на базі функціональних можливостей конструктивних елементів обладнання. Предметна область систем цього класу оперує з сутністю «мережева послуга», яка не є товаром і на ринку не пропонується.

- Засоби загальносистемного забезпечення (Cs) (інфраструктурні по відношенню до перших двох).

У межах одного класу системи, що охоплюють певні функціональні області, групуються в платформи, які в свою чергу складаються з комплексів.

До класу засобів автоматизації виробничих і управлінських процесів входять платформи:

Vu - автоматизації виробничої діяльності (OSS / BSS).

Vv - автоматизації управлінської діяльності (ESS).

До класу засобів виробництва послуг зв'язку загального користування Vp входять платформи:

Vp_1 - мережеских ресурсів.

Vp_2 - мережеских послуг.

До класу засобів загальносистемного забезпечення Cs відносяться комплекси:

Cs_1 - системної ІТ-інфраструктури, окремо:

Cs_{11} - корпоративних систем.

Cs_{12} - систем загального користування.

Cs_2 - Enterprise Service Bus - Business Process Management (платформа інформаційного обміну (ПІО) та управління бізнес-процесами (БПМ)).

3.1.4. Принципи формування Архітектури систем операційних процесів (BSS/OSS)

Приймання eTOM як бази для логічного опису системи управління бізнесом оператора. Використання структури eTOM для побудови плану

стандартизації бізнес-процесів Корпорації та вибору відправної точки при розробці та інтеграції систем BSS/OSS [72,139].

Перехід від автоматизації задач до автоматизації процесів, об'єднання окремих процесів в наскрізний потік повного циклу (виконання, обслуговування, білінгу).

Підхід до автоматизації з врахуванням бізнес-контексту та системного контексту:

– Бізнес-контекст визначає бізнес - процеси як проекти автоматизації конкретних бізнес-областей, що дають можливість застосування специфічного результату бізнес-процесу .

– Системний контекст визначає для конкретної бізнес-області технологічно універсальну та специфічну інформаційну модель, що є частиною загальної інформаційної моделі .

Забезпечення працездатності програмного продукту та можливості розробки специфікацій для інтеграції та створення систем управління, що забезпечують спільну працю програмних продуктів, шляхом стандартизації інтерфейсів обміну на основі загальної інформаційної моделі. Реалізація обміну через ESB шину.

Досягнення повної автоматизації із застосуванням інтегрованих комерційних програмних продуктів, що є готовими до використання.

Використання типового системного підходу, визначеного Telecom Applications Map (TAM), для позиціонування існуючих застосувань та майбутніх проектів автоматизації. При цьому приймаємо допущення:

– TAM не є безумовною ідеальною інфраструктурою застосувань, а тільки пропонує загальні принципи групування бізнес-сутностей по рівням (домени) та розподілу функціональності по наскрізним процесам. Управління групою бізнес-сутностей із застосуванням функціональності відповідного рівня – є представленням 1-рівня TAM категорії.

– 1-й рівень вертикальних сегментів eTOM Виконання, Забезпечення, Білінг (Fulfillment, Assurance and Billing (FAB)), «Підтримка операційних процесів та забезпечення готовності» (Operations Support & Readiness (OSR)), «Стратегія, інфраструктура, продукт» (Strategy, Infrastructure & Product (SIP)) розглядається в даному документі тільки для рівнів Клієнт, Послуга, Ресурс, Постачальники та партнери.

– 2-й рівень в ієрархії процесів eTOM – є незмінною сукупністю процесів, що визначають функціональність застосувань 1-ого рівня TAM категорії. Прив'язка цієї функціональності до конкретних застосувань, що

забезпечить автоматизацію процесів, здійснюється на етапі проектування архітектури нижчих рівнів ієрархії.

Формування системного підходу Корпорації шляхом приведення існуючої моделі застосувань до ТАМ. Методи трансформації існуючої моделі до моделі ТАМ: доопрацювання існуючих систем, розробки нових систем, придбання готових програмних продуктів,- включають безумовну вимогу відповідності 1 рівню ТАМ категорії.

Для забезпечення інтеграції різних рішень використовується референтна модель даних SID (англ. Shared Information and Data Model), яка розроблена TM Forum з метою стандартизації інформаційних потоків.

У більш сучасних документах TM Forum ця модель також згадується як інформаційний каркас (англ. Information Framework) .

Процеси Виконання, Забезпечення, Білінг (Fulfillment, Assurance and Billing (FAB)), що спрямовані на клієнта («front-office») і виконуються в реальному або оперативному (близькому до реального) часі підлягають безумовній тотальній автоматизації.

Процеси «Підтримка операційних процесів та забезпечення готовності» (Operations Support & Readiness (OSR)) - внутрішні процеси «back-office», забезпечують підтримку та автоматизацію FAB, хоча не є процесами реального часу, але гарантують наявність середовища функціонування FAB, тому мають бути максимально автоматизовані. В частині «ручного» управління мають бути організаційно забезпечені регламентуючими документами відповідного напрямку діяльності.

Процеси управління життєвими циклами продуктів, ресурсів та інфраструктури в області Strategy, Infrastructure & Product (SIP) не використовуються безпосередньо для підтримки клієнтів та мають іншу тривалість бізнес-циклу ніж процеси FAB та OSR, тому не підлягають безумовній автоматизації цілком, але мають забезпечити документальну організаційну підтримку процесів операційної діяльності FAB та OSR.

3.1.5. Платформа автоматизації виробничих процесів (BSS/OSS)

Операційна діяльність *Vi* – це виконання операції над ресурсами, які поставляються за участю постачальників та партнерів з метою виробництва продукту (послуги) для отримання прибутку від продажу продуктів (послуг) клієнтам. Таким чином, системи підтримки операційної діяльності управляють (рис. 3.1):

- Організацією ринку (пропозиція та продаж).

- Обслуговуванням клієнтів (замовлення, облік споживання та прибутків, аналіз прибутковості).
- Забезпеченням послуг (організація надання, обслуговування життєвого циклу послуги).
- Наданням ресурсів (відновлення, обслуговування, підтримка продуктивності).
- Відношенням з постачальниками та партнерами (логістика, розрахунки).

Схематично сутності, які залучені в операційну діяльність, представлено 5 рівнями:

Vu_1 - маркетинг, продаж.

Vu_2 - клієнти.

Vu_3 - послуги.

Vu_4 - ресурси.

Vu_5 - постачальники та партнери.

Визначимо діяльність, яка здійснюється на кожному рівні.

Маркетинг та продаж Vu_1 :

Vu_{11} - стратегія виведення продуктів(послуг) на ринок.

Vu_{12} - формування продуктових пропозицій та управління ними.

Vu_{13} - формування каталогу продуктів.

Vu_{14} - управління життєвим циклом продукту.

Vu_{15} - управління ефективністю продуктів, рентабельністю послуг.

Клієнти Vu_2 :

Vu_{21} - управління взаємодією з клієнтом.

Vu_{22} - управління продажем послуг.

Vu_{23} - управління замовленнями клієнтів.

Vu_{24} - управління проблемами клієнтів.

Vu_{25} - управління лояльністю клієнта, угодою про якість послуги (SLA).

Vu_{26} - управління платежами.

Послуги Vu_3 :

Vu_{31} - розробка та планування послуг.

Vu_{32} - конфігурація послуги.

Vu_{33} - управління вирішенням проблем по послугам.

Vu_{34} - управління якістю послуги.

Vu_{35} - ціноутворення та формування знижок.

Ресурси Vu_4 :

Vu_{41} - планування та створення засобів виробництва (мереж).

Vu_{42} - інсталяція та налаштування засобів виробництва (мереж).

Vu_{43} - управління фізичною мережею та обладнанням [40].

Vu_{44} - обслуговування та відновлення засобів виробництва (мереж).

Vu_{45} - управління даними в мережі.

Постачальники та партнери Vu_5 :

Vu_{51} - ведення процесу перемовин.

Vu_{52} - укладення договорів постачання/закупівель.

Vu_{53} - забезпечення постачань.

Vu_{54} - угоди щодо роумінгу, взаємопідключення, термінації трафіку.

Vu_{55} - розрахунки, взаєморозрахунки.

Здійснення операції при виконанні діяльності, властивій кожному рівню, скрізь всі рівні з метою об'єднати всі субпроцеси та дії в послідовність, необхідну для досягнення мети процесу, формує «процесний потік повного циклу» по термінології eTom.

Процесний потік повного циклу фокусується на складних, з точки зору клієнта, процесах, які поставляють необхідний для клієнта результат за допомогою наскрізного потоку, що протікає між клієнтом та елементами засобів виробництва (мереж).

Початок та завершення процесу повного циклу зв'язані з очікуванням та отриманням специфічних результатів. Наскрізний потік формує вимоги до інтерфейсів для процесів повного циклу та забезпечує наскрізні процеси:

$$Vu_1 \cap Vu_2 \cap Vu_3 \cap Vu_4 \cap Vu_5 \in F(Pr_1, Pr_2, Pr_3, Pr_4, Pr_5), \quad (3.1)$$

де

Pr_1 - стратегічне планування.

Pr_2 - створення та підтримка інфраструктури.

Pr_3 - розробка та планування послуг (продуктів).

Pr_4 - готовність (налаштованість).

Pr_5 - виконання.

Pr_6 - забезпечення.

Pr_7 - білінг.

Процес стратегічного планування Pr_1 включає:

Pr_1 - розробка стратегії просування продуктів (послуг) на ринок.

Pr_2 - формування місії Компанії для клієнта. Сегментація клієнтів та аналіз потреб.

Pr_3 - планування отримання доходів від надання послуг (бізнес-планування), контроль виконання, аналіз результатів виконання бізнес-планів.

Pr_4 - планування (ресурсів, фінансів тощо) для забезпечення стратегії висування продуктів (послуг) на ринок.

Pr₅ - ведення процесу перемовин з постачальниками, партнерами.

Процес створення та підтримки інфраструктури *Pr₂* включає в себе:

Pr₂₁ - процес планування та створення засобів виробництва (мереж).

Pr₂₂ - процес інсталяції та налаштування засобів виробництва (мереж).

Pr₂₃ - процес управління фізичною мережею та обладнанням, інвентаризація.

Pr₂₄ - процес обслуговування та відновлення мережі, управління життєвим циклом ресурсу.

Pr₂₅ - процес управління даними в мережі.

В процесі розробки та планування послуги (продукту) *Pr₃* компанія виділяє наступні складові:

Pr₃₁ - проектування технічних та нетехнічних можливостей для забезпечення специфічних запитів ринку при бажаній вартості послуг. Це може бути нова послуга, нова властивість послуги, перевага послуги, оновлення та заміни.

Pr₃₂ - планування термінів запуску продуктів в продаж.

Pr₃₃ - управління розгортанням та впровадженням нових послуг, властивостей, переваг або інших змін в послугах. Формування процедур життєвого циклу послуги.

Pr₃₄ - конструювання продукту, управління специфікацією продукту/послуги.

Pr₃₅ - управління інвентаризацією продукту/послуги.

Pr₃₆ - ініціація модифікації сервісних мереж або інформаційних систем для підтримки вимог послуг.

Pr₃₇ - перевірка реалізації технічних можливостей, правильності підтримки операторами процесів, процедур та системних функцій. Оцінка реалізації технічних можливостей, правильності підтримки операторами процесів, процедур та системних функцій. Оцінка властивостей мережі та послуг з наступним випробуванням споживачем і тестуванням операційної готовності до впровадженню послуги.

Pr₃₈ - формування прогнозної ціни послуги/продукту, розробка алгоритму тарифікації продукту/послуги.

Процес забезпечення готовності для ведення операційної діяльності компанії *Pr₄* включає складові процеси:

Pr₄₁ - управління інформуванням клієнта.

Pr₄₂ - забезпечення умов правильного встановлення (інсталяції), моніторингу, контролю, та білінгу послуги (продукту) – розробка бізнес-правил впровадження послуги/продукту, розробка керівних та нормативних документів.

Pr₄₃ - ініціалізація процесів організаційного забезпечення, методів та регламентів взаємодії до рівня операційного персоналу з забезпеченням

необхідного навчання останнього з метою підтримки розвитку послуг, нових послуг, властивостей або переваг.

Pr₄₄ - забезпечення підтримки життєвого циклу ресурсів.

Процес виконання *Pr₅* складається з:

Pr₅₁ - продажу продукту.

Pr₅₂ - обробки замовлень.

Pr₅₃ - планування та формування послуги. Конфігурація послуги.

Pr₅₄ - планування та розвиток засобів виробництва (мереж).

Pr₅₅ - будівництво засобів виробництва (мереж).

Pr₅₆ - надання ресурсу(ів).

В межах процесу забезпечення *Pr₆* виділяються складові:

Pr₆₁ - обробка звернень клієнта, управління угодами щодо рівня послуги, вирішення проблем клієнта.

Pr₆₂ - управління якістю послуги, моніторинг якості послуги, моніторинг якості сервісу та аналіз впливу.

Pr₆₃ - управління проблемою сервісу, управління експлуатаційними характеристиками.

Pr₆₄ - управління усуненням несправності та забезпечення продуктивності ресурсу.

Процеси білінгу *Pr₇* включають:

Pr₇₁ - рейтинг споживання та аналіз прибутковості послуг.

Pr₇₂ - претензійна робота.

Pr₇₃ - управління дебіторською заборгованістю.

Pr₇₄ - формування та доставка рахунків, сплата рахунків.

Pr₇₅ - тарифікація послуг, виставлення рахунків.

Pr₇₆ - збір даних щодо споживання.

Pr₇₇ - збір та реєстрація платежів за послуги компанії.

Складові процесів, які стосуються відношень з постачальниками, ініціюються процесами розвитку інфраструктури, процесами підтримки життєвого циклу ресурсів. Останні забезпечуються процесами логістики та підтримуються управлінськими процесам BSS.

Між системами, які забезпечують процеси виконання/білінгу та сервісною платформою, відбувається взаємодія з використанням інтерфейсу ESB та рівень оркестрування та управління сервісами відповідно. Таким чином, для активації/деактивації сервісу, конфігурації ресурсів OSS платформа взаємодіє з SDP платформою.

Між системами забезпечення надання послуг та сервісною/мережною платформами, існують прямі інтерфейси для підтримки життєвого циклу сервісу та ресурсу.

3.1.6. Платформа автоматизації управлінських процесів (ESS)

Комплекс систем підтримки управлінських процесів V складається з процесів:

V_1 - стратегічне планування розвитку підприємства.

V_2 - управління ризиками підприємства.

V_3 - управління ефективністю підприємства.

V_4 - управління знаннями та дослідженнями.

V_5 - управління фінансами та активами.

V_6 - управління зацікавленими сторонами та зовнішніми зв'язками.

V_7 - управління персоналом.

Взаємодію процесів повинно бути забезпечено комплексним рішенням в системі ERP класу.

Стратегічне планування розвитку підприємства V_1 .

Вказане групування процесів включає процеси, необхідні для розробки стратегій та планів підприємства оператора телекомунікацій.

Ця група процесів V_1 включає в себе:

V_{11} - стратегічне планування, яке визначає напрямок розвитку бізнесу та пріоритети підприємства, включаючи ринки, на які націлене підприємство:

$$V_{11} = F_1(v_1, v_2, v_3),$$

де v_1 - визначення місії та бачення підприємства;

v_2 - розробка та координація загального бізнес-плану;

v_3 - управління архітектурою підприємства;

V_{12} - фінансові вимоги, які повинні бути виконані;

V_{13} - придбання, які можуть підсилити фінансові або ринкові позиції підприємства тощо.

Управління ризиками підприємства V_2 .

Вказане групування процесів зосереджується на забезпеченні визначення ризиків та загроз для цінності або репутації та організувати засоби управління, які дозволяють мінімізувати або усунути ідентифіковані ризики.

Управління ефективністю підприємства V_3 .

Вказане групування процесів зосереджується на визначенні і наданні інструментів, методологій та навчання, які забезпечують ефективне управління та роботу операційних процесів.

Управління знанням та дослідженнями V_{v4} .

Вказане групування процесів зосереджено на управлінні знаннями, на дослідженнях в області технологій в цілому на підприємстві та на оцінці можливого придбання технологій.

Управління фінансами та активами V_{v5} .

Вказане групування процесів зосереджене на управлінні фінансами та активами підприємства.

Процеси управління фінансами V_{v51} включають в себе:

$$V_{v51} = F_5(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6) \quad (3.2)$$

v_1 - кредиторську та дебіторську заборгованість;

v_2 - облік витрат;

v_3 - гарантування прибутку;

v_4 - платіжну відомість;

v_5 - загальний баланс;

v_6 - планування податків, заробітної плати та інше.

Процеси управління активами встановлюють політику активів, відслідковують активи та управляють повним корпоративним бухгалтерським балансом.

Управління зацікавленими сторонами та зовнішніми зв'язками V_{v6} .

Вказане групування процесів зосереджене на управлінні відносинами підприємства з зацікавленими сторонами та зовнішніми особами.

Процеси цієї групи – відносини з акціонерами, зовнішні зв'язки та зв'язки з громадськістю.

Управління персоналом V_{v7} .

Вказане групування процесів зосереджене на процесах управління людськими ресурсами підприємства:

V_{v71} - рознесення заробітної плати по рівням;

V_{v72} - координація оцінки продуктивності та компенсації;

V_{v73} - управління персоналом, програмами мотивації, трудовими відносинами, включаючи перемовини щодо умов контракту з профспілками, розвиток охорони праці і комунікацій, політику атестацій, навчання, найму та звільнення працівників, уходи на пенсію та інше;

V₇₄ - визначення організаційної структури підприємства та координація її реорганізації.

3.2. Принципи побудови УАІКС телекомунікаційного оператора

Як висновок сформулюємо 10 ключових принципів, відповідно до яких повинна будуватися УАІКС телекомунікаційного оператора.

1. Модернізація бізнесу оператора телекомунікацій. Головне завдання полягає в тому, щоб полегшити автоматизацію бізнес-процесів у поєднанні з підвищенням гнучкості і «маневреності» бізнесу.

2. Зниження фінансових і тимчасових витрат на розвиток ІТ-інфраструктури завдяки використанню широкодоступних «коробкових» (тобто не розроблених на замовлення) компонентів програмного забезпечення. Програмне забезпечення, розроблене відповідно до УАІКС, має дозволяти швидко розгорнути рішення шляхом інтеграції готових «коробкових» компонентів.

3. Чітка і зрозуміла методика міграції шляхом плавного переходу від успадкованих систем та їх інтеграції в нове рішення. Одним із завдань УАІКС є максимальне розширення можливостей багаторазового використання компонентів бізнес-процесів та інтеграції з успадкованими системами. При цьому, беремо до уваги наявність у компаній телекомунікацій застаріваючих інформаційних систем і враховуємо у своїх вимогах необхідність перенесення процесів і програмного забезпечення. Ключову роль у вирішенні даної задачі грає специфікація інтеграційного середовища і погоджених інтерфейсів для кожного компонента.

4. Зниження вартості розробки програмного забезпечення (ПЗ) та пов'язаних з нею ризиків шляхом активного використання досвіду, накопиченого в галузі, і загальноприйнятих стандартів. При розвитку УАІКС активно використовуються результати роботи різних організацій по стандартизації та світовий досвід. Найбільш вдалі розробки адаптуються для використання в ІТ-середовищі телекомунікаційної компанії.

5. Забезпечення комплексних рішень, що охоплюють діяльність всього підприємства для різних сегментів галузі, включаючи операторів фіксованих, мобільних, кабельних і конвергентних мереж. Архітектура націлена на весь ринок телекомунікацій, а не на якийсь один його сегмент. УАІКС і її інструменти супроводжують користувача протягом всього життєвого циклу автоматизації бізнес-процесів від стадії аналізу і формулювання вимог до розробки і тестування ПЗ. Інструменти УАІКС можуть застосовуватися і як єдиний комплекс, і окремо у відповідній області.

6. Забезпечення доступу до корпоративних даних в будь-якій точці ІТ-інфраструктури компанії і, якщо буде потрібно, з боку комерційних партнерів. Рішення УАІКС засноване на принципі логічно централізованих

даних, що дозволяє шляхом використання єдиної інформаційної моделі отримати найбільш повне уявлення відомостей про клієнта, функціонуванні інфраструктури, наданих послугах.

7. Створення умов для розвитку бізнесу оператора зв'язку шляхом використання легко розширюваних слабо пов'язаних розподілених систем управління. Підсистеми, побудовані відповідно до УАІКС, дозволяють відмовлятися від ізольованих негнучких систем OSS на користь єдиної розподіленої інфраструктури для управління взаємодією процесів.

8. Забезпечення можливості змінювати бізнес-процеси, не зачіпаючи ПЗ, за допомогою відділення управління потоком і логікою бізнес-процесу від роботи підсистем. Таким чином вдається забезпечити необхідну гнучкість для швидкого розгортання нових бізнес-рішень і багатократного використання компонентів у різних сценаріях. Це може бути досягнуто шляхом розгортання системи управління бізнес-процесами BPMS.

9. Використання чітко визначених погоджених інтерфейсів між підсистемами з метою спрощення системної інтеграції. Важливим завданням УАІКС є максимальне розширення можливостей багаторазового використання компонентів бізнес-процесів. Це може бути досягнуто за рахунок специфікації узгоджених інтерфейсів для кожного компонента ПЗ.

10. Використання загальної інтеграційної шини для взаємодії компонентів з метою спрощення системної інтеграції.

УАІКС передбачає реалізацію архітектури рішення на основі загальної інтеграційної шини для забезпечення взаємодії між компонентами.

3.3. Багатокритеріальна оптимізація за рахунок об'єднання критеріїв, для яких визначено співвідношення переваги за вагомістю

УАІКС адекватна поняттю «велика система». Остання характеризується кількома специфічними ознаками. Це, насамперед, багатомірність розмаїття структури; багатозв'язність елементів (взаємозв'язок підсистем на одному рівні та між різними рівнями ієрархії); різномірність бази елементів; багатократність зміни складу і стану (змінність структури, зв'язків і складу системи); багатокритерійність; багатоплановість [8,89].

Оптимізація систем такого типу містить у собі оптимізацію як самої системи, так і процесу її проектування. Для вирішення цієї задачі було розроблено метод багатокритеріальної оптимізації для інформаційно-комунікаційних систем телекомунікаційного оператора.

Знаходженням оптимальної УАІКС будемо називати процес синтезу системи. Задача синтезу полягає в знаходженні такої УАІКС, яка компромісно оптимізує показники при обмежених вхідних даних та спектра визначених умов. Зазначимо, що синтез УАІКС такого типу має бути векторним, тобто виконуватися з урахуванням значень сукупності (векторів) показників, включаючи технологічні та економічні, які заздалегідь враховані (прогнозуються) в критерії переваги (критерії оптимальності системи) [123].

Векторним називається синтез, який виконується з урахуванням декількох показників, тобто на основі векторів $K(k_1, k_2, \dots, k_m)$. Це обумовлено властивостями багатокритерійної складної системи, тобто якою і є УАІКС. На відміну від векторного синтезу, проведений за одним показником якості, називається *скалярним*.

Отже, при проведенні векторного синтезу потрібно визначити такі значення керуючих змінних $x \in D$, які забезпечують одночасно мінімум усіх уведених критеріїв оптимальності $Q_k(x)$, $k = 1, 2, \dots, s$. Звичайно, ці критерії суперечливі, оптимізація за кожним з них призводить до різних значень керуючих змінних x . У зв'язку з цим, для врахування всієї сукупності часткових критеріїв необхідно проаналізувати векторний критерій оптимальності $Q(x) = [Q_1(x), \dots, Q_s(x)]$, який призводить до розв'язку задачі багатокритерійної оптимізації.

Розв'язання задачі оптимального синтезу — це процес вибору змінних x , що належать допустимій області D і забезпечують оптимальне значення характеристики УАІКС $Q(x)$. Характеристика, яка показує відносну «перевагу» одного варіанту порівняно з іншими, називається *критерієм*

оптимальності (цільовою функцією, критерієм ефективності, функцією корисності тощо).

Екстремальне значення критерію оптимальності $Q(x)$ (кількісне значення) характеризує одну з найважливіших властивостей УАІКС. Залежно від конкретного завдання потрібно отримати або максимум, або мінімум цієї функції.

Таким чином, для кожного критерію $Q_1(x), Q_2(x), \dots, Q_s(x)$ необхідно знайти вектор $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, що забезпечує мінімальне (максимальне) значення критерію оптимальності

$$Q = Q(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (3.3)$$

при розв'язанні системи нерівностей

$$Q(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0, \quad (3.4)$$

$$x_{j-} < x_j < x_{j+}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (3.5)$$

де x_{j-}, x_{j+} — значення j -ї керованої змінної, які характеризують область її можливих змін виходячи з реальних умов.

Отже, розв'язання задачі оптимізації УАІКС зводиться до вирішення умови оптимізації виразів (3.3)—(3.5), тобто до визначення оптимального значення що задовольняє нерівностям (3.4), (3.5) та знаходження мінімального (максимального) значення критерію оптимальності (3.3).

Для УАІКС, наприклад, маємо такі часткові критерії:

$Q_1(x)$ - функція, яка характеризує автоматизацію управлінської діяльності;

$Q_2(x)$ - функція, що характеризує автоматизацію виробничої діяльності;

$Q_3(x)$ - функція, яка характеризує автоматизацію засобів комунікаційної інфраструктури (виробництва для оператора телекомунікацій);

$Q_4(x)$ - функція, яка характеризує автоматизацію загальносистемного забезпечення (працездатність Центрів обробки даних);

$Q_5(x)$ — функція, що характеризує автоматизацію допоміжних функцій.

При однокритерійному розв'язанні таких задач перевага надавалася одному з вищенаведених критеріїв, а для інших визначалася область припустимих рішень.

Для УАІКС такий підхід недостатньо ефективний, оскільки перелічені критерії мають забезпечити виконання поставлених задач, при цьому всі критерії приймають у цьому участь.

Розв'язання задачі багатокритерійної оптимізації в загальному випадку неоптимальне для жодного з часткових критеріїв, але є компромісним для вектора $Q(x)$ в цілому. Потрібно зазначити, що розв'язання задачі багатокритерійної оптимізації (компромісне рішення) $x \in D$ є ефективною точкою, якщо для неї слушною є нерівність $Q(x^*) \leq Q(x)$ при $x \in D$, тобто, будь-який компонент $Q_k(x^*) \leq Q_k(x)$ де $k = 1, 2, \dots, s$, але хоча б для одного j з s чисел знайдеться точка x не належить D , в якій виконується жорстка нерівність $Q_j(x^*) > Q_j(x)$. З визначення ефективної точки випливає, що вона не єдина. Множиною всіх ефективних точок називається область визначення або область рішень. Оптимальність векторного критерію $Q(x)$ означає, що не можна далі зменшувати значення одного з часткових критеріїв, не збільшуючи значення хоча б одного з інших.

Для визначення мінімуму векторного критерію $Q(x)$ необхідно перейти від задачі векторної оптимізації до задачі нелінійної оптимізації зі спеціально сформульованою цільовою функцією:

$$Q(x) = \Phi[Q_1(x), Q_2(x), \dots, Q_s(x)]. \quad (3.6)$$

Процес пошуку скалярної функції (4), який є узагальненим критерієм для задачі багатокритерійної оптимізації, називається об'єднанням (згортанням) векторного критерію оптимальності.

Об'єднання кількісно сумісних критеріїв. Критерії оптимальності $Q_k(x)$, $k=1,2,\dots, s$ будемо вважати кількісно сумісними, якщо вони характеризують важливість кожного з них порівняно з іншими критеріями. Параметри λ_k називаються ваговими коефіцієнтами (ступенем корисності k -го критерію, вагою критерію і т. д.). Розмірності вагових коефіцієнтів λ_k такі: в чисельнику — загальна розмірність, а в знаменнику — розмірність часткового критерію $Q_k(x)$. Це дає змогу одержати узагальнений скалярний критерій $Q(x)$, який називається адитивною функцією корисності, утворенням суми часткових критеріїв та множенням її на свої вагові коефіцієнти (метод зважених сум):

$$Q(x) = \sum_{k=1}^s \lambda_k Q_k(x), \quad (3.7)$$

$$\text{де } \lambda_k \geq 0, \sum_{k=1}^s \lambda_k = 1.$$

У деяких випадках допускається порівнювати не критерії оптимальності, а втрати за кожним з них. Втрати визначаються як різниця між $Q_k(x)$ і його оптимальною величиною Q_k^* :

$$Q_k^* = \min_{x \in \Delta} Q_k(x).$$

При цьому адитивна функція корисності має вигляд:

$$Q(x) = \sum_{k=1}^S \lambda_k [Q_k(x) - Q_k^*]. \quad (3.8)$$

Вираз (3.7) об'єднує часткові критерії $Q_k(x)$ різних розмірностей, а рівність (3.8) приводить ці критерії до загального початку відліку і до однієї розмірності.

Недоліком методу зважених сум є те, що компромісне та оптимальне рішення у складі узагальненого критерію $Q(x)$ може виявитися незадовільним за одним з часткових рішень $Q_k(x)$, тобто при забезпеченні мінімального значення для $Q(x)$ може виявитися, що один критерій компенсується за рахунок інших, які можуть виявитися дуже великими. Для усунення цього недоліку необхідно ввести параметр C_{kl} , що дає змогу визначити відхилення оптимального значення одного з часткових критеріїв від його значення, отриманого оптимальним рішенням для інших критеріїв:

$$C_{kl} = |[Q_k(x_k^*) - Q_k(x_l^*)] / Q_k(x_k^*)|.$$

Значення параметра C_{kl} характеризує вплив вектора x_l^* на критерій $Q_k(x)$.

Об'єднання критеріїв, несумісних між собою. За відсутності інформації про вагомість часткових критеріїв можна припустити, що вони рівноцінні. Це дає можливість, як узагальнений критерій використовувати суму відносних відхилень часткових критеріїв від їх оптимальних значень:

$$Q(x) = \sum_{k=1}^S [Q_k(x) - Q_k^*] / Q_k^*. \quad (3.9)$$

Розв'язок задачі нелінійної оптимізації з цільовою функцією, заданою виразом (3.9), забезпечує одержання компромісного рішення, тобто — найкращим «середнім». Для отримання рішення, яке забезпечує найкраще

наближення до критерію, «найбільш» віддаленого від свого оптимального значення, необхідно розглянути узагальнені критерії:

$$Q(x) = \max_{1 \leq k \leq S} |[Q_k(x) - Q_k^*] / Q_k^*|. \quad (3.10)$$

Якщо про вагові коефіцієнти λ відомо тільки те, що вони належать до множини:

$$\Delta\lambda = \{ \lambda / \lambda_k \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, S; \quad \sum_{k=1}^S \lambda_k = 1 \},$$

тоді узагальнений критерій оптимальності можна відобразити як

$$Q(x) = \max_{\lambda \in D} \sum_{k=1}^S \lambda_k Q_k(x). \quad (3.11)$$

Розв'язок задачі нелінійної оптимізації з критерієм оптимальності (11) дає змогу одержати найкраще рішення x^* для найгіршого розкладу вагових коефіцієнтів λ_k .

За допомогою поданих методів об'єднання часткових критеріїв оптимальності можна отримати тільки кількісні дані про задачу багатокритерійної оптимізації [123].

Розглядалися різні сценарії роботи телекомунікаційного оператора.

Сценарій 1. Нехай задано перевагу за вагомістю для часткових критеріїв оптимальності $Q_k(x)$. Причому ця перевага задана умовою, при якій критерій $Q_3(x)$ вагомійший, ніж критерій $Q_2(x)$, а критерій $Q_2(x)$ вагомійший, ніж критерій $Q_4(x)$, а критерій $Q_4(x)$ вагомійший, ніж критерій $Q_1(x)$.

Тобто, ми маємо перевагу автоматизації засобів виробництва для удосконалення надання нових продуктів.

У цьому випадку об'єднання часткових критеріїв може бути здійснено за допомогою введення найбільш вагомого — «основного» критерію $Q(x) = Q_3(x)$, тобто потрібно зменшити при заданих «граничних» значеннях Q_k^* інших часткових критеріїв:

$$\min_{x \in \Delta} Q_3(x). \quad (3.12)$$

Одним зі способів упорядкування критеріїв за вагомістю є введення оцінок пріоритету часткових критеріїв. Наприклад, 10/1 — переважна вагомість і-го критерію порівняно з j-м критерієм, 5/1 — значно більша вагомість, 2/1 — велика вагомість і 1/1 — приблизно рівна вагомість.

Ця інформація про ступінь порівняння (переваги за вагомістю) критеріїв наводиться у вигляді матриць $S^*(S+1)$, у кожний рядок яких вноситься оцінка пріоритетів μ_{ij} , які характеризують вагомість критерію $Q_i(x)$ відносно інших критеріїв.

Для випадку розвитку телекомунікаційного оператора, який має відповідну інфраструктуру і основною задачею якого є продаж послуг за рахунок ефективного використання засобів виробництва маємо такі показники: $\mu_{31}=10/1$, тобто критерій $Q_3(x)$ має переважну вагомість, ніж критерій $Q_1(x)$; $\mu_{32}=2/1$; $\mu_{34}=10/1$; $\mu_{21}=10/1$; $\mu_{24}=5/1$. Відносна вагомість кожного часткового критерію в цьому випадку може бути визначена з системи рівнянь:

$$\lambda_k / \lambda_i = \pi_k / \pi_i, \quad k=1, 2, \dots, S, \quad i \neq k,$$

$$\sum_{k=1}^S \lambda_k = 1$$

При цьому матриця пріоритетів має вигляд таблиця 3.1

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	π_k
Q_1	0	1	1	1	3
Q_2	10	0	1	5	16
Q_3	10	2	0	10	22
Q_4	10	1	1	0	12

Для визначення вагових коефіцієнтів маємо систему рівнянь:

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 16/3, \quad \lambda_3 / \lambda_1 = 22/3, \quad \lambda_4 / \lambda_1 = 12/3,$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1,$$

звідки $\lambda_1 = 0,05$, $\lambda_2 = 0,30$, $\lambda_3 = 0,42$ і $\lambda_4 = 0,23$, тобто адитивна функція корисності має вигляд:

$$Q(x) = 0,05 Q_1(x) + 0,30 Q_2(x) + 0,42 Q_3(x) + 0,23 Q_4(x).$$

Сценарій 2. Перевага задана умовою, при якій критерій $Q_2(x)$ вагоміший, ніж критерій $Q_3(x)$, а критерій $Q_3(x)$ вагоміший, ніж критерій $Q_4(x)$, а критерій $Q_4(x)$ вагоміший, ніж критерій $Q_1(x)$.

Тобто, ми маємо перевагу автоматизації виробничої діяльності, яка направлена на розвиток інфраструктури компанії.

Для випадку розвитку телекомунікаційного оператора, який буде інфраструктуру маємо такі показники: $\mu_{31}=10/1$; $\mu_{23}=2/1$; $\mu_{24}=10/1$; $\mu_{21}=10/1$; $\mu_{34}=5/1$.

Для визначення вагових коефіцієнтів маємо систему рівнянь:

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 22/3, \quad \lambda_3 / \lambda_1 = 16/3, \quad \lambda_4 / \lambda_1 = 12/3,$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1,$$

звідки $\lambda_1 = 0,05$, $\lambda_2 = 0,42$, $\lambda_3 = 0,30$ і $\lambda_4 = 0,23$, тобто адитивна функція корисності має вигляд:

$$Q(x) = 0,05 Q_1(x) + 0,42 Q_2(x) + 0,30 Q_3(x) + 0,23 Q_4(x).$$

Сценарій 3. Маємо ідеальний варіант, коли всі системи мають однаковий пріоритет.

Тобто, ми маємо збалансовану автоматизацію всіх видів діяльності і вони мають однаковий пріоритет важливості.

Для вказаного випадку: $\mu_{31} = 1/1$; $\mu_{23} = 1/1$; $\mu_{24} = 1/1$; $\mu_{21} = 1/1$; $\mu_{34} = 1/1$.

Для визначення вагових коефіцієнтів маємо систему рівнянь:

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 3/3, \lambda_3 / \lambda_1 = 3/3, \lambda_4 / \lambda_1 = 3/3,$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1,$$

звідки $\lambda_1 = 0,25$, $\lambda_2 = 0,25$, $\lambda_3 = 0,25$ і $\lambda_4 = 0,25$, тобто адитивна функція корисності має вигляд:

$$Q(x) = 0,25 Q_1(x) + 0,25 Q_2(x) + 0,25 Q_3(x) + 0,25 Q_4(x).$$

3.4. Концепція синтезу комунікаційної інфраструктури

У відповідності до універсальної архітектури ІКС (Рис. 3.1) комунікаційну інфраструктуру ми поділяємо на дві платформи: мережевих ресурсів та мережевих послуг) [120,126,128,134,140,149].

Платформа мережевих ресурсів

Виділяємо чотири мережі (транспортну, IP-мережу, мережі мобільного та фіксованого зв'язку). Для уніфікації архітектур для кожної мережі виділяємо вісім комплексів мережевих ресурсів (рівнів) [148]:

$Vp_{1i}=f(m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7, m_8)$, де m_1 - мережа клієнта; m_2 - доступ; m_3 - агрегація; m_4 - край; m_5 - ядро; m_6 - обробка даних; m_7 - обробка сигналізації; m_8 - управління мережевими ресурсами.

Можливості платформи сучасних мережевих ресурсів однозначно визначають здатність створення мережевих послуг. Платформа мережевих ресурсів взаємодіє з платформою мережевих послуг виключно через рівень обробки сигналізації.

Всі системи платформи мережевих ресурсів оперують виключно сутністю Ресурс.

Функціональне призначення восьми комплексів (рівнів) платформи мережевих ресурсів можна представити наступним чином (рис. 3.2 а).

Рівень мережі клієнта виконує наступні задачі:

m_{11} - введення-виведення інформації.

m_{12} - обробка даних.

m_{13} - підключення клієнтських терміналів.

m_{14} - транспортування трафіку від клієнтських терміналів з рівнем доступу.

Рівень доступу виконує наступні задачі:

m_{21} - підключення клієнтських мереж (в виродженому випадку - клієнтського терміналу).

m_{22} - транспортування трафіку від мереж клієнтів до рівня агрегації.

Рівень агрегації виконує наступні задачі:

m_{31} - підключення вузлів доступу (оптичне, xDSL, бездротове).

m_{32} - транспортування трафіку від вузлів доступу до рівня краю.

Рівень край виконує наступні задачі:

m_{41} - підключення вузлів агрегації.

m_{42} - пропуск (із застосуванням політик) даних та сигналізації в мережу (RCEF, C-BGF).

m_{43} - перекодування даних на переходах в інші мережі (T-MGF).

m44 - транспортування трафіку від вузлів агрегації до рівня ядра або в інші мережі.

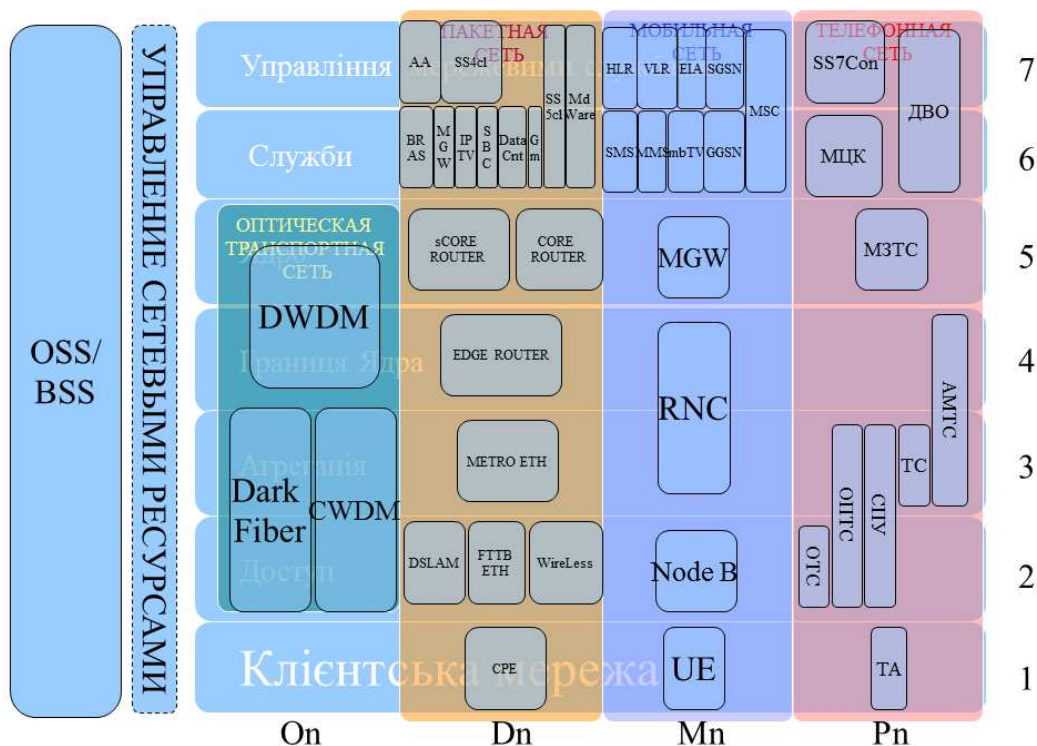


Рис. 3.2 а Рівні комплексів комунікаційної інфраструктури

Рівень мережі клієнта виконує наступні задачі:

m₁₁ - введення-виведення інформації.

m₁₂ - обробка даних.

m₁₃ - підключення клієнтських терміналів.

m₁₄ - транспортування трафіку від клієнтських терміналів з рівнем доступу.

Рівень доступу виконує наступні задачі:

m₂₁ - підключення клієнтських мереж (в виродженому випадку - клієнтського терміналу).

m₂₂ - транспортування трафіку від мереж клієнтів до рівня агрегації.

Рівень агрегації виконує наступні задачі:

m₃₁ - підключення вузлів доступу (оптичне, xDSL, бездротове).

m₃₂ - транспортування трафіку від вузлів доступу до рівня краю.

Рівень край виконує наступні задачі:

m₄₁ - підключення вузлів агрегації.

m₄₂ - пропуск (із застосуванням політик) даних та сигналізації в мережу (RCEF, C-BGF).

m₄₃ - перекодування даних на переходах в інші мережі (T-MGF).

m₄₄ - транспортування трафіку від вузлів агрегації до рівня ядра або в інші мережі.

Рівень ядро виконує наступні задачі:

m₅₁ - підключення крайових маршрутизаторів (абонентського доступу, обробки даних, обробки сигналізації, з'єднань з операторами).

m₅₂ - транспортування трафіку між крайовими маршрутизаторами.

Рівень обробки даних виконує такі завдання:

m₆₁ - обробка клієнтських даних (MRFP).

Рівень обробки сигналізації виконує наступні задачі:

m₇₁ - управління клієнтськими запитами на обмін даними (AGCF, P-CSCF, A-RACF, SPDF).

m₇₂ - управління запитами на обробку клієнтських даних (MRFC).

m₇₃ - управління запитами на обмін даними з іншими мережами (BGCF, MGCF, SGF).

m₇₄ - забезпечення обробки в т.ч. маршрутизація всіх запитів (I / S-CSCF).

Рівень управління мережевими ресурсами виконує завдання взаємодії з системами OSS.

Можливості платформи мережеских ресурсів однозначно визначають здатність створення мережеских послуг [310-312].

Платформа мережеских ресурсів не включає сервери додатків, управління обліковими записами та ін. Даний функціонал забезпечує платформа мережеских послуг. Платформа мережеских ресурсів взаємодіє з платформою мережеских послуг виключно через рівень обробки сигналізації. Платформа мережеских ресурсів взаємодіє з платформою автоматизації виробничої діяльності через рівень управління мережевими ресурсами і рівень обробки сигналізації.

Платформа мережеских послуг

Дуже важливим елементом Архітектури, особливо в разі надання мультисервісних послуг, є платформа мережеских послуг. Основне завдання цієї платформи: скорочення термінів впровадження послуг в компанії, за рахунок зменшення часу на впровадження і модернізацію продуктів, і

підвищення ефективності впровадження продуктів, а також зменшення витрат на їх створення і експлуатацію за рахунок: недопущення дублювання функцій; застосування відкритих інтерфейсів; багаторазового застосування однотипних елементів.

Платформа мережесервісів Vp_{2i} складається з шести комплексів (рівнів) (рис. 3.2 б): $Vp_{2i} = f(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8)$, де

- p_1 - абстракція мережесервісів.
- p_2 - внутрішні інтерфейси мережесервісів.
- p_3 - логіка мережесервісів.
- p_4 - зовнішні інтерфейси мережесервісів.
- p_5 - загальні функції мережесервісів.
- p_6 - управління мережесервісами.

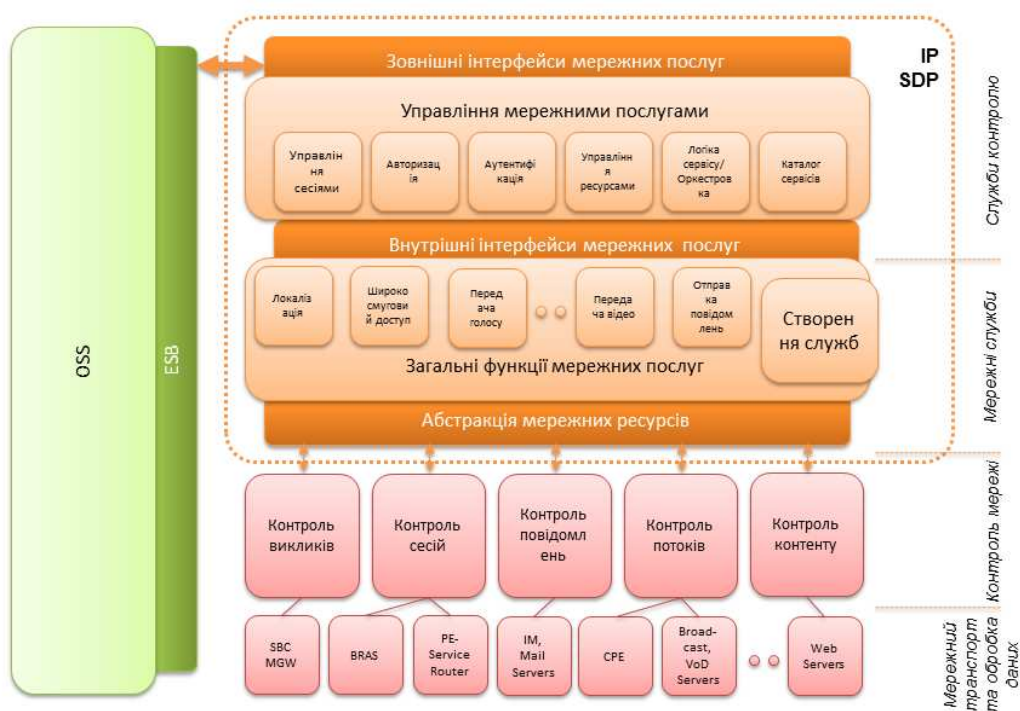


Рис. 3.2 б Рівні платформи мережесервісів

Рівень абстракції мережесервісів включає в себе мережесервіс адаптери (мережесервіс активатори низького рівня, щоб забезпечити доступ до відповідних мережесервіс елементів і мережесервіс можливостям). Рівень абстракції мережесервісів являє собою шар абстракції мережі. Оперує сутністю «технологічна операція».

Рівень внутрішніх інтерфейсів мережевих послуг абстрагує для рівня, який розташований вище, сервісні можливості мережі. Оперує сутністю «компонента мережевий послуги». Прикладом інтерфейсів цього рівня є набір OSA / Parlay API.

Рівень логіки мережевих послуг абстрагує для рівня, який розташований вище, засоби реалізації послуг в серверах додатків. На цьому рівні, по суті, з'являється закінчена мережева послуга, яка сама по собі має споживчу цінність або може бути включена до складу іншої послуги. Мережева послуга може входити до складу продуктів компанії або може бути виставлена як зовнішній продукт (аутсорсінг) і включена до складу продуктів третіх компаній. Оперує сутністю «мережева послуга».

Рівень зовнішніх інтерфейсів мережевих послуг забезпечує доступ до сервісів третіх сторін. Прикладом інтерфейсу цього рівня є набір Parlay-X API.

Рівень загальних функцій мережевих послуг включає компоненти, необхідні для реалізації всіх послуг, їх компонентів та інтерфейсів. На цьому рівні описуються необхідні передумови для нормального функціонування сервісу. Рівень загальних функцій мережевих послуг включає в себе функціональність SDF Infrastructure Support Service (TM Forum). Рівень забезпечує функціональність:

- p51 - управління сесіями.
- p52 - управління ідентифікацією.
- p53 - управління профілем.
- p54 - управління ресурсами.
- p55 - каталогу послуг.
- p56 - середа виконання.

Рівень управління мережевими послугами забезпечує підтримку життєвого циклу мережевих послуг. Рівень управління мережевими послугами включає в себе функціональність SDF Management Support Service (TM Forum).

Платформа мережевих послуг взаємодіє з платформою мережевих ресурсів виключно через рівень абстракції мережевих ресурсів.

У рамках забезпечення процесів надання комунікаційних послуг сервісна платформа взаємодіє з платформою підтримки операційних процесів через рівні управління мережевими послугами і логіки мережевих послуг. За цих інтерфейсів сервісна платформа віддає дані про обсяги споживання послуг, і також бере команди на активацію / деактивацію сервісів на мережі (при цьому обробкою замовлення на продукт, його декомпозицією на

послуги, управлінням послідовністю операцій активації сервісів на мережі займається платформа підтримки операційних процесів).

Платформа мережевих послуг у цілому оперує сутністю «мережева послуга».

Можливості платформи мережевих послуг визначають, які саме послуги можуть бути реалізовані для споживачів. Такий підхід забезпечує можливості для формування нової архітектури телекомунікаційних систем і послуг за рахунок використання «хмарних технологій» [148].

3.5. Метод синтезу комунікаційної інфраструктури

Розглянемо метод оптимального варіанту використання засобів виробництва при наданні конвергентних послуг.

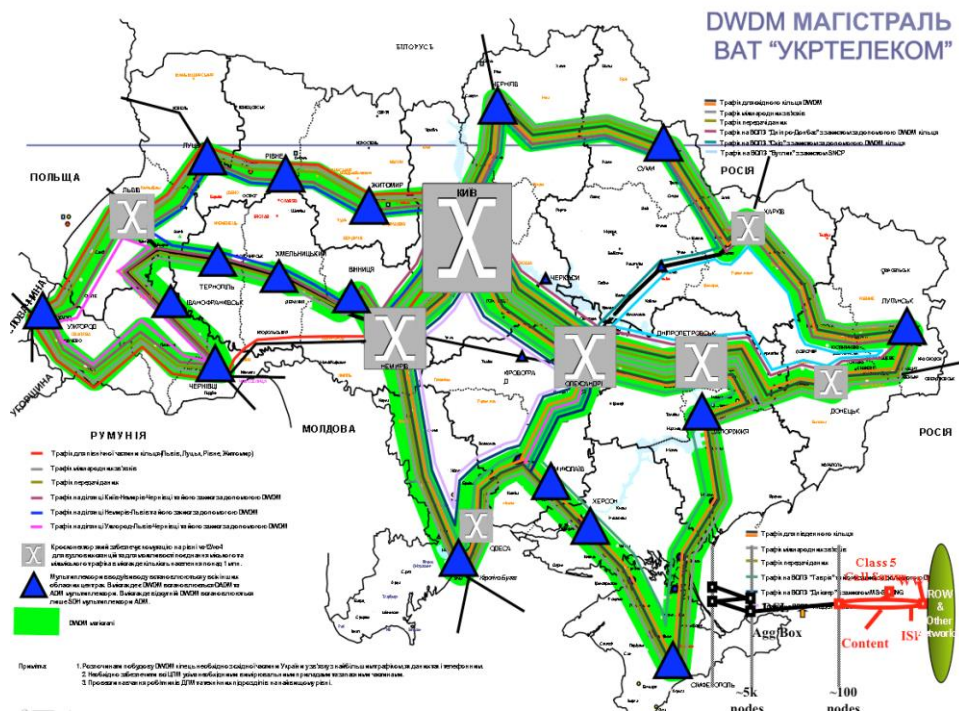


Рис. 3.3 DWDM магістраль ПАТ "Укртелеком"

Виходячи з концепції синтезу комунікаційної інфраструктури можна робити наступні заключення [313,314].

Завдяки розвитку технологій ми отримали мультисервісну транспортну мережу (рис. 3.3), яка надала можливості конвергенції передаваної інформації.

Для апробації методу синтезу комунікаційної інфраструктури, яка отримує конвергентні властивості для надання персоналізованих послуг кінцевому користувачу розглянемо три основні мережі: мобільну, передачі даних та традиційну телефонну (рис.3.4). Основна задача це використання конвергенції мереж для надання персоналізованих послуг кінцевому користувачу, при цьому реалізується принцип самоконфігурації послуг та можливість отримувати увесь спектр сучасних конвергентних інформаційно-комунікаційних послуг з узгодженою якістю (QoS).

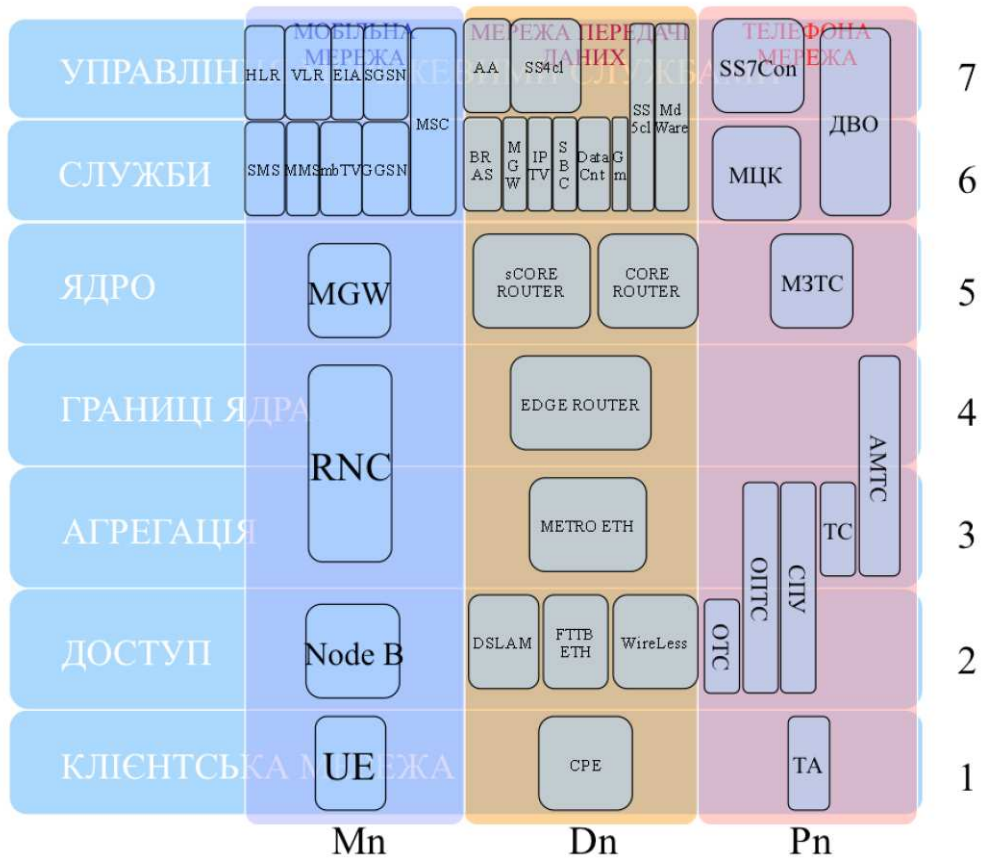


Рис. 3.4

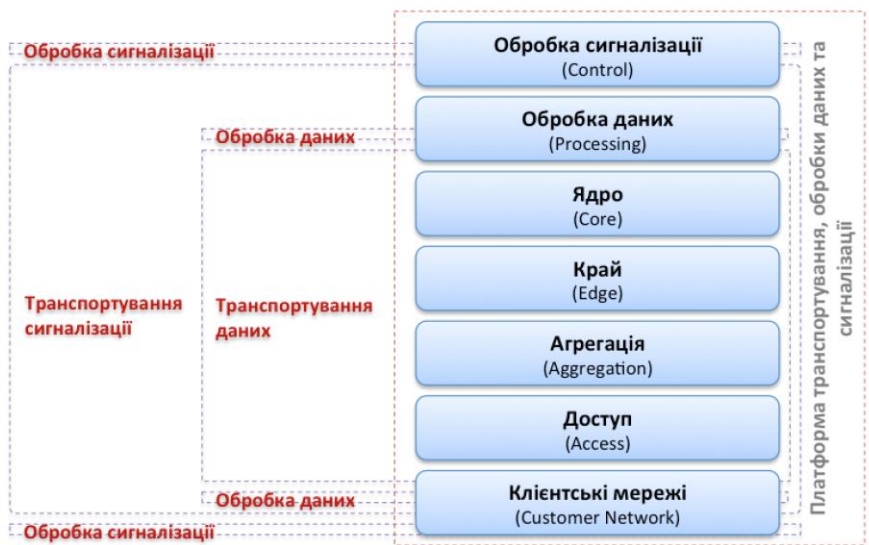


Рис. 3.5

У зв'язку з тим, що конвергенція відбувається на рівні транспортування даних (рис. 3.5) в методі розглянемо п'ять рівнів: служб (обробки даних), ядра, границі ядра (край), агрегації та доступу.

На рис. 3.6 а показаний граф організації конвергенції трьох мереж з порядковою функцією $O(x_{ij})=F(E_0, E_1, E_2, E_3, E_4)$, де E_k - рівні: служб, ядра, границі ядра, агрегації та доступу. Кожен рівень містить в собі три вершини (x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}). Кожна дуга графа обов'язково пов'язує вершини двох суміжних рівнів. Кожному рівню E_k відповідає елемент відповідної мережі (рис. 3.4). Отже, вершини - це обладнання мереж (v_{ij} - потенціал вершини), а дуги - перехід при транспортуванні даних від одного рівня до іншого, причому кінець дуги вказує на обладнання за допомогою якого відбувається передача даних, а потенціал дуги c_{ij} - зведені витрати на виконання передачі інформації.

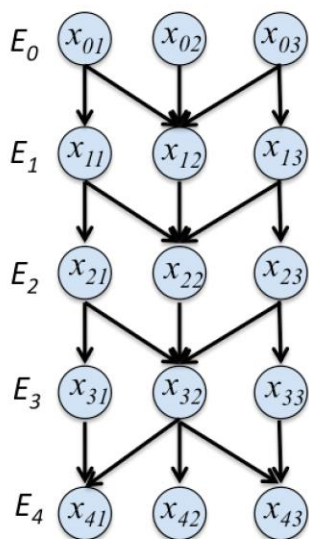


Рис. 3.6 а

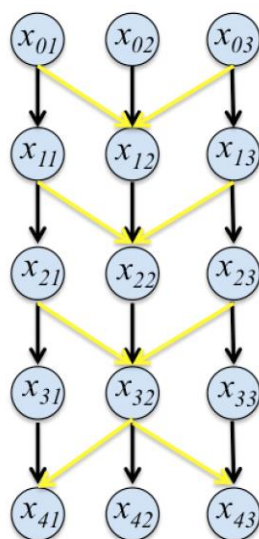


Рис. 3.6 б

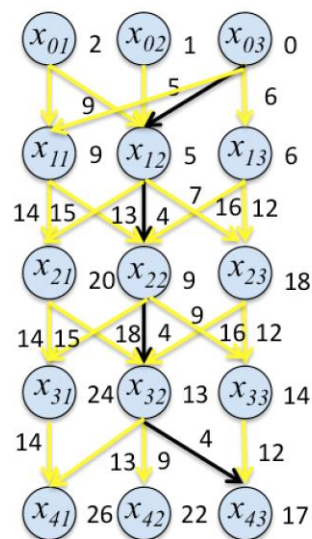


Рис. 3.6 в

У випадку, коли конвергенції мереж не відбувається маємо граф рис. 3.6 б.

Розглянемо випадок модернізації мереж, наприклад використання для передачі голосу мережі передачі даних (рис. 3.6 в). Розглянемо алгоритм вибору оптимального варіанта:

1. Допустимо, що $c_{01}=2$; $c_{02}=1$; $c_{03}=0$, що означає економічно обґрунтованим використання для даного випадку для обробки послуги обладнання телефонної мережі.

2. Визначимо потенціал вершин першого рівня: за формулою $y_{ij}=\min(y_{1j})$, де $y_{1j}=y_{03}+c(x_{03},x_{1j})$. Таким чином: $y_{11}=0+9=9$; $y_{12}=0+5=5$; $y_{13}=0+6=6$. $y_{ij}=y_{12}$.

3. Визначимо потенціал вершин другого рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})):$$

$$y_{21}=\min(5+15,9+14)=20$$

$$y_{22}=\min(9+13,5+4,6+7)=9$$

$$y_{23}=\min(5+16,6+12)=18$$

$$y_{ij}=y_{22}$$

4. Визначимо потенціал вершин третього рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})):$$

$$y_{31}=\min(18+14,9+15)=24$$

$$y_{32}=\min(18+18,9+4,12+9)=13$$

$$y_{33}=\min(9+16,12+12)=24$$

$$y_{ij}=y_{32}$$

5. Аналогічно визначимо потенціал вершин четвертого рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})): y_{ij}=y_{43}$$

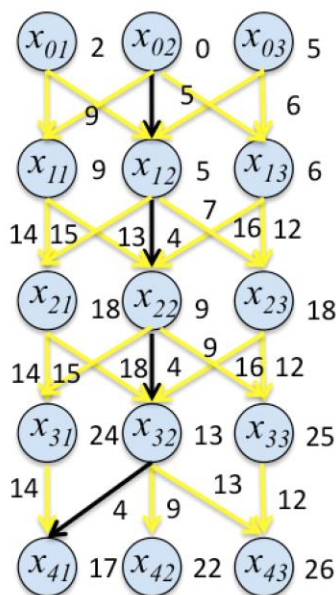


Рис. 3.6 г

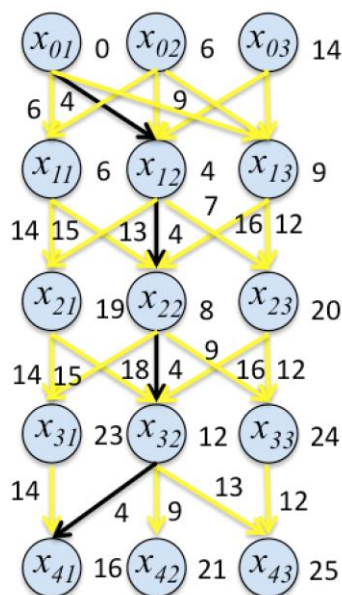


Рис. 3.6 д

Розглянемо випадок надання послуги IPTV (трансляція телебачення через мережу передачі даних) на мобільний пристрій (рис. 3.6 г). Розглянемо алгоритм вибору оптимального варіанта:

1. Допустимо, що $c_{01}=2$; $c_{02}=0$; $c_{03}=5$, що означає економічно обґрунтованим використання для даного випадку для обробки послуги обладнання мережі передачі даних.

2. Визначимо потенціал вершин першого рівня: за формулою $y_{ij}=\min(y_{1j})$, де $y_{1j}=y_{03}+c(x_{03},x_{1j})$. Таким чином: $y_{ij}=y_{12}$.

3. Визначимо потенціал вершин другого рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})):$$

$$y_{ij}=y_{22}.$$

4. Визначимо потенціал вершин третього рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})):$$

$$y_{ij}=y_{32}.$$

5. Аналогічно визначимо потенціал вершин четвертого рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})): y_{ij}=y_{41}.$$

Розглянемо випадок мережі мобільного зв'язку 4-го покоління LTE (рис.

3.6 д). Розглянемо алгоритм вибору оптимального варіанта:

1. Допустимо, що $c_{01}=0$; $c_{02}=6$; $c_{03}=14$, що означає економічно обґрунтованим використання для даного випадку для обробки послуги обладнання мережі передачі даних.

2. Визначимо потенціал вершин першого рівня: за формулою $y_{ij}=\min(y_{1j})$, де $y_{1j}=y_{03}+c(x_{03},x_{1j})$. Таким чином: $y_{ij}=y_{12}$.

3. Визначимо потенціал вершин другого рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})):$$

$$y_{ij}=y_{22}.$$

4. Визначимо потенціал вершин третього рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})):$$

$$y_{ij}=y_{32}.$$

5. Аналогічно визначимо потенціал вершин четвертого рівня за формулою

$$y_{ij}=\min(y_{i-1j}+c(x_{i-1j},x_{ij})): y_{ij}=y_{41}.$$

Висновки по розділу 3

Результатом третього розділу є опис методологічних основ синтезу ІКС телекомунікаційного оператора, при цьому, синтез ІКС дає змогу створити єдину інформаційну платформу, яку ми представимо у вигляді УАІКС.

Представлено концепції синтезу ІКС та комунікаційної інфраструктури телекомунікаційного оператора.

Представлено метод синтезу комунікаційної інфраструктури, яка отримує конвергентні властивості для надання персоналізованих послуг кінцевому користувачу, який базується на запропонованих методології і методах та дозволяє клієнту реалізувати принцип самоконфігурації послуг та отримувати увесь спектр сучасних конвергентних інформаційно-комунікаційних послуг з узгодженою якістю (QoS).

Представлено метод багатокритеріальної оптимізації для інформаційно-комунікаційних систем телекомунікаційного оператора, який відрізняється від усіх існуючих введенням оригінальної суб'єктивно-результуючої цільової функції, яка утворюється шляхом об'єднання нормативних критеріїв, що дозволяє значно зменшити час отримання оптимального рішення щодо різних сценаріїв розвитку телекомунікаційного оператора.

4. УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

Систему, яка призначена для цілеспрямованого функціонування, розглянемо як сукупність пристроїв технологічної системи (ТС) і пристроїв управління (ПУ) інформаційно-комунікаційними системами (ІКС). Кожен з пристроїв ІКС має певну функцію по перетворенню інформації для автоматизованої системи управління (АСУ) чи для ресурсів (об'єктів управління) і призначений для виконання відповідної технологічної операції (ТО). Упорядкована сукупність ТО і складає потрібний технологічний процес (ТП).

Найбільш простий метод організації ТП – «програмне управління», коли ПУ видає суворо детерміновану сукупність у суворо детерміновані моменти часу. Однак у більшості випадків керована ІКС поводить себе як стохастична система, тому в ході управління процесом команди управління повинні супроводжуватися проведенням операцій контролю, як окремих фізичних параметрів системи, так і переходів її у припустимі стани. У залежності від результатів контролю може істотно змінюватися і сам хід процесу.

Управління, таким чином, є інформаційний процес, коли інформація контролю по встановленому правилу (алгоритму) перетворюється в інформацію управління – команди на виконання операцій, сукупність яких і складає ТП в об'єкті управління. Адаптивним управлінням будемо вважати метод організації ТП з випадковою тривалістю операцій і невизначеністю результату їх виконання [123, 315-318].

4.1. Вимоги до передачі повідомлень в інформаційно-комунікаційній системі

Інформація в АСУ має надвисоку «цінність», тому основними вимогами для ІКС є потрібна вірогідність, надійність й швидкість передачі даних. Розглянемо процес передачі на прикладі контролю за передачею повідомлень ІКС, наданий графом-деревом подій (рис. 4.1) [315].

При передачі в ІКС повідомлення (подія s_0) у каналі зв'язку (КЗ) можлива втрата повідомлення (подія s_1) з імовірністю P_γ чи його прийом (подія s_2) з оберненою імовірністю $(1-P_\gamma)$. Прийняте повідомлення може бути зіпсоване завадами у каналі зв'язку (подія s_3) з імовірністю P_β чи не мати перекручень (подія s_4) з оберненою імовірністю $(1-P_\beta)$.

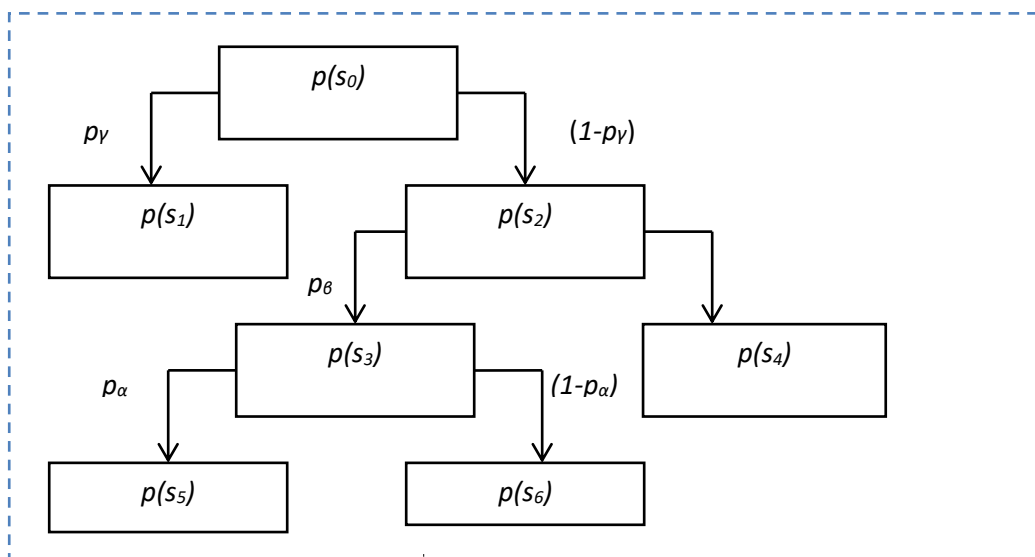


Рис. 4.1. Граф подій процесу передачі повідомлення у ІКС

Зіпсоване повідомлення може бути не відновлюваним (подія s_5) з імовірністю P_a чи відновлене (подія s_6) з оберненою імовірністю $(1-P_a)$. Очевидно, події s_1, s_4, s_5, s_6 , що відображені «висячими» вершинами графу (темні тіні), створюють повну групу «кінцевих» подій, коли одне з них є неминучим. Це означає, що сума ймовірностей настання даних подій дорівнює одиниці –

$$p(s_1)+p(s_4)+p(s_5)+p(s_6) = 1. \quad (4.1)$$

Надійність передачі даних оцінюється ймовірністю, оберненою до імовірності втрати інформації в КЗ ІКС, тобто неодержання її абонентом P_γ . Дана ймовірність є імовірністю ненастання події s_2 , тобто –

$$P_{IM}^H = 1 - p(s_2) = (1 - p_\gamma). \quad (4.2)$$

Вірогідність передачі даних оцінюється імовірністю неперекрученого прийому інформації абонентом ІКС при одержанні повідомлення; це, очевидно, умовна ймовірність настання події s_4 , тобто –

$$P_{IM}^6 = p(s_4) = (1 - p_\gamma) \times p_\alpha. \quad (4.3)$$

Перекручення інформації, які виникають в ІКС за дією «збоїв» і «завад» і можуть бути викриті, виправляються засобами абонента; тому завадо - захищеність ІКС оцінюється умовною імовірністю настання події s_6 , тобто –

$$P_{IM}^3 = p(s_6) = (1 - p_\gamma) \times p_\beta \times (1 - p_\alpha). \quad (4.4)$$

Перекрученням, що не викривається, зветься таке, коли повідомлення, що передає ІКС, при його багаторазовому перекрученні «перероджується» в інше по змісту повідомлення, що сприймається, як не перекручене. Тому іноді повну вірогідність передачі оцінюється ймовірністю, оберненою до ймовірності виникнення перекручення, що не викривається, тобто –

$$P_{IM}^{n6} = 1 - p(s_5) = (1 - p_\gamma) p_\beta p_\alpha. \quad (4.5)$$

Сприятливими подіями, що відповідають виконанню системою своєї функції, є події s_4 та s_6 (виділені тінню темного кольору). Тому визначимо результуючу імовірність PS настання оцих незалежних сприятливих подій. Відповідно правилам алгебри подій і теорії ймовірностей одержимо –

$$PS = p(s_4) + p(s_6) = (1 - p_\gamma)(1 - p_\gamma) + (1 - p_\gamma)p_\beta(1 - p_\alpha). \quad (4.6)$$

Даний показник при відомих ймовірностях $p_\alpha, p_\beta, p_\gamma$ може служити для об'єктивної кількісної оцінки функціональної стійкості ІКС.

Додатковими вимогами до ІКС є наступні:

прихованість обміну інформацією, яка оцінюється ймовірністю не викриття інформаційних потоків;

імітостійкість інформації, яка оцінюється імовірністю перекручення повідомлень у інші вірогідні повідомлення в процесі передачі в ІКС;

криптостійкість інформації, яка оцінюється імовірністю розшифрування повідомлення, або потрібним для цього часом.

Усі повідомлення в ІКС повинні бути формалізовані – формалізація повідомлень є умовою автоматизації як обміну інформацією, так і її обробки на комп'ютерних засобах автоматизації управління. Формалізація повідомлень полягає у тому, що «словник» повідомлень обмежується множиною термінів («тезаурус»), кожному з котрих присвоюється кодове значення, а синтаксис повідомлень визначається стандартною формою повідомлення – кодограмою з адресною, смисловою та цифровою частинами. Довжина (у двоїчному коді) частин кодограми:

адресної частини –

$$n_a = E[\log_2 N], \quad (4.7)$$

де N – кількість абонентів АСУ (E – операція цілого з надлишком);

$$\text{смислової частини} - n_c = E[\log_2 T], \quad (4.8)$$

де T – кількість понять «словника» (тезаурусу);
цифрової частини –

$$n_y = E[\log_2 D], \quad (4.9)$$

де D – максимальне значення числового параметра (в дискретних одиницях точності надання), який підлягає передачі.

Загальна довжина кодограми повідомлення –

$$n = n_a + n_c + n_y + n_o, \quad (4.10)$$

де n_o – довжина службової частини для забезпечення викриття й виправлення перекувань при передачі кодограми в ІКС.

Кодування формалізованих повідомлень забезпечує повну автоматизацію їх передачі в ІКС.

4.2. Структурні характеристики ІКС

Інформаційні мережі містить апаратуру й лінії зв'язку між абонентами ІКС. Обладнання (апаратні засоби) розподілу інформації по лініях зв'язку і прийому-передачі даних входить у склад вузлів ІКС. Кожний вузол ІКС обслуговує одного чи декілька абонентів ІКС.

Трактом передачі даних є комплекс технічних засобів (ліній « – » і вузлів ІКС «вз»), які забезпечують обмін інформацією між двома абонентами

$$a_i \{ -вз - \dots - вз - \} a_j. \quad (4.11)$$

Лінія зв'язку – фізичне середовище, яке використовується для передачі сигналів від передатчика до приймача (між вузлами ІКС та абонентами). Таким середовищем може бути фізичний ланцюг (провідники кабельних ліній електро- чи оптичного зв'язку) чи область простору (при радіо- чи оптичному зв'язку).

Канал зв'язку – сукупність технічних засобів для передачі повідомлення.

Комутаційна система є обладнання вузла зв'язку для розподілу інформації по каналах зв'язку. Система управління (СУ) передачею даних вирішує саме задачі складання оптимальних каналів і розподілу потоків інформації на ІКС.

Магістраль передачі даних є комплекс технічних засобів, здійснюючих обмін стандартними повідомленнями між абонентами ІКС. Магістральний зв'язок знайшов поширене застосування в ІКС завдяки його істотних переваг в порівнянні з іншими системами зв'язку – це можливість повної автоматизації обміну даними, висока швидкість і якість передачі інформації. Система магістрального зв'язку показана на рис. 4.2.

Усі абоненти ІКС підключаються через обслуговуючи їх вузли ІКС до інформаційної і службової магістралей. Інформація, що передається по службовій магістралі, призначена для управління потоками в інформаційній магістралі при обміні повідомленнями між абонентами. СУ магістралі забезпечує формування і оптимальний розподіл потоків інформації у відповідності до «дисципліни обслуговування» ІКС.

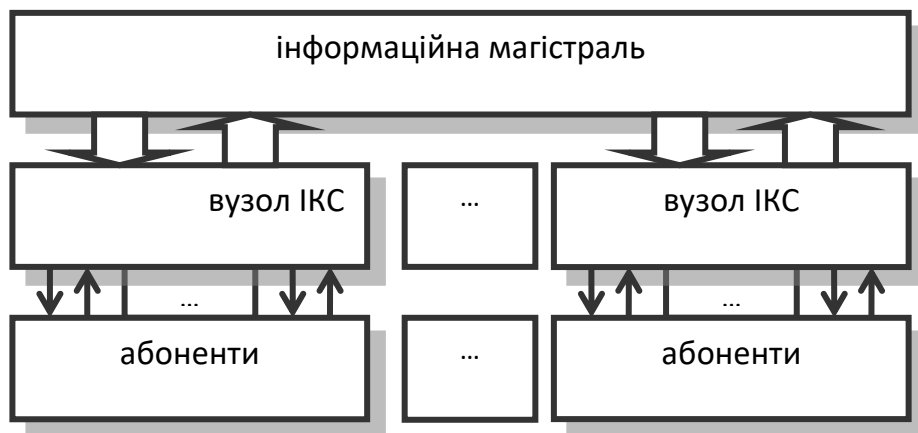


Рис.4.2. Система магістрального зв'язку

Розглянемо методи оцінки характеристик якості ІКС в залежності від її структури. Нехай канал зв'язку між абонентами a_r, a_s уявляє собою послідовно з'єднані (через вузли зв'язку) n ліній зв'язку, для кожної з котрих відомі характеристики якості – безумовні ймовірності

$$(p_\alpha, p_\beta, p_\gamma)_i, i = \overline{1, n}. \quad (4.12)$$

Повідомлення не буде прийняте абонентом, якщо воно буде втрачене хоча б в одній лінії зв'язку; імовірність настання такої події –

$$P_\gamma = 1 - \prod_{i=1}^n \{1 - (p_\gamma)_i\}. \quad (4.13)$$

Повідомлення, що видане абонентом a_r , буде прийняте абонентом a_s з перекрученнями, якщо вони виниклі хоча б в одній лінії зв'язку; імовірність настання такої події –

$$P_\beta = 1 - \prod_{i=1}^n \{1 - (p_\gamma)_i\} \times \{1 - (p_\beta)_i\}. \quad (4.14)$$

Повідомлення буде прийнято з не викривними перекрученнями, якщо вони виниклі хоча б в одній лінії зв'язку; імовірність настання такої події –

$$P_{\alpha} = 1 - \prod_{i=1}^n \{1 - (p_{\gamma})_i\} \times \{1 - (p_{\beta})_i\} \times \{1 - (p_{\alpha})_i\}. \quad (4.15)$$

Нехай тепер канал зв'язку уявляє собою паралельно з'єднані (через вузли зв'язку) n ліній зв'язку. Повідомлення не буде прийняте абонентом, якщо воно буде втрачене разом в усіх лініях зв'язку; імовірність настання такої події –

$$P_{\gamma} = \prod_{i=1}^n (p_{\gamma})_i. \quad (4.16)$$

Повідомлення, що видане абонентом a_r , буде прийняте абонентом a_s з перекрученнями, якщо вони виниклі разом в усіх лініях зв'язку; імовірність настання такої події –

$$P_{\beta} = \prod_{i=1}^n (p_{\gamma})_i \times (p_{\beta})_i. \quad (4.17)$$

Повідомлення буде прийнято з не викривними перекрученнями, якщо вони виниклі разом в усіх лініях зв'язку; імовірність настання такої події –

$$P_{\beta} = \prod_{i=1}^n (p_{\gamma})_i \times (p_{\beta})_i \times (p_{\alpha})_i. \quad (4.18)$$

Структурні характеристики якості обміну інформацією для ІКС, яка реально надається матрицею суміжності вершин графу – математичної моделі ІКС –

$$G(X) = \|x_{ij}\|_{m \times n}, \quad (4.19)$$

де x_{ij} – ребро (лінія зв'язку) між i -ю та j -ю вершинами графа (вузлами чи абонентами ІКС), розраховуються для кожного напрямку (a_i, a_j) ІКС відповідно до характеристик ліній зв'язку, що входять у тракт даного напрямку. Оскільки окремі ділянки тракту можуть бути надані у вигляді послідовного чи паралельного з'єднання ліній зв'язку, то для оцих ділянок характеристики якості розраховуються по знайденим формулам (4.13)-(4.18).

В результаті будуть обчислені матриці показників якості для N абонентів ІМ

$$P_{IM}^{\alpha} = \left\| p_{ij}^{\alpha} \right\|_{N \times N} \quad (4.20)$$

$$P_{IM}^{\beta} = \left\| p_{ij}^{\beta} \right\|_{N \times N} \quad (4.21)$$

$$P_{IM}^{\gamma} = \left\| p_{ij}^{\gamma} \right\|_{N \times N}. \quad (4.22)$$

Розглянемо чисельний приклад оцінки ІКС.

Нехай фрагмент ІКС завданий графом на рис.4.3.

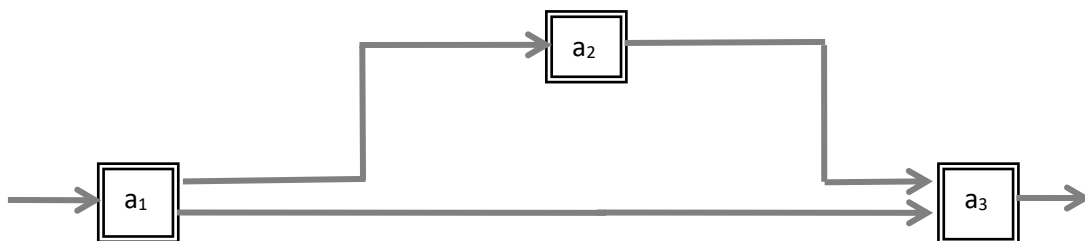


Рис. 4.3. Фрагмент ІТМ СЗ

Обчислити якісні показники фрагменту ІКС при передачі повідомлення «хвилиною» по напрямку (a_1, a_3) , якщо показники якості ліній зв'язку завдані наступними значеннями:

	лінія зв'язку y_{12}	лінія зв'язку y_{23}	лінія зв'язку y_{13}
імовірність p_{α}	0.87	0.78	0.80
імовірність p_{β}	0.06	0.10	0.05
імовірність p_{γ}	0.10	0.06	0.09

Користуємося графом подій процесу передачі повідомлення у ІКС для обчислення значень ймовірності подій при завданих частинних значеннях показників якості ліній зв'язку ІКС. Послідовно маємо:

$$\begin{aligned}
 P\alpha(y_{12}) &= (1-0.1) \times 0.87 & = 0.783 \\
 P\alpha(y_{23}) &= (1-0.06) \times 0.78 & = 0.7332 \\
 P\alpha(y_{13}) &= (-0.09) \times 0.8 & = 0.728 \\
 P\beta(y_{12}) &= (1-0.1) \times (1-0.87) \times 0.06 & = 0.00702 \\
 P\beta(y_{23}) &= (1-0.06) \times (1-0.78) \times 0.1 & = 0.02068 \\
 P\beta(y_{13}) &= (1-0.09) \times (1-0.8) \times 0.05 & = 0.0091 \\
 P\gamma(y_{12}) &= & = 0.1 \\
 P\gamma(y_{23}) &= & = 0.06 \\
 P\gamma(y_{13}) &= & = 0.09
 \end{aligned}$$

Маємо ІКС з двома паралельними каналами:

1-й канал – послідовно з'єднані лінії зв'язку (y_{12} - y_{23});

2-й канал – лінія зв'язку (y_{13}).

Відповідні імовірності (показники якості) для даної ІКС:

$$\begin{aligned}
 P_\alpha &= 1 - \{ (1 - P_\alpha(y_{12})) P_\alpha(y_{23}) \} \{ 1 - P_\alpha(y_{13}) \} & = 0.8841 \\
 P_\beta &= 1 - \{ (1 - P_\beta(y_{12})) (1 - P_\beta(y_{23})) \} \{ 1 - P_\beta(y_{13}) \} & = 0.0364 \\
 P_\gamma &= 1 - \{ (1 - P_\gamma(y_{12})) P_\gamma(y_{23}) \} \{ P_\gamma(y_{13}) \} & = 0.0139
 \end{aligned}$$

В ІКС алгоритми, що реалізує комутаційна система, забезпечують складання каналів, оптимальних по критерію швидкодії для повідомлень застосовуються наступні методи просторової комутації – комутація каналів (КК) і комутація пакетів (КП). Проаналізуємо їх щодо цільової ефективності.

Комутація каналів – це складання «наскрізь» каналу зв'язку між абонентами; при цьому спочатку в ІКС посиляється тільки службова (адресна) частина повідомлення, по котрій і складається для нього канал зв'язку (чи абонент спрямовується в чергу на обслуговування, чи отримує відмову), а потім, коли канал складений, по ньому посиляється інформаційна частина повідомлення. По скінченні обміну інформацією канал комутація з каналу знімається, і вільні лінії зв'язку використовуються для складання інших каналів. Прикладами можуть бути телефонні мережі загального користування та мережі передачі даних з комутацією каналів (CSD) і високошвидкісних даних з комутацією каналів (HSCSD) у стільникових системах, таких як GSM.

Комутація пакетів – це видача абонентом в найближчій вузол зв'язку (який його обслуговує) повістю всього повідомлення (чи його окремих «пакетів»), котре зберігається в буферній пам'яті даного ВЗ, і по мірі звільнення ліній зв'язку в напрямку абонента – одержувача даного повідомлення воно передається суміжному ВЗ. Повідомлення, таким чином, «шукає» абонента, якому воно адресоване, поступово просуваючись по ІКС. Приклад – мережа Інтернет.

Мережа з КК потребує в декілька разів більше каналів, а ніж мережа з КП, і застосовується для обміну інформацією між однотипними по виду інформації та швидкості передачі повідомлень абонентами. В системах з КП повідомлення вищої категорії терміновості проходять швидше, ефективність завантаження ІКС значно підвищується, але при цьому утворюються умови для «обгону» повідомленнями з меншою категорією терміновості повідомлень з більшою категорією терміновості.

Для управління потоками з певною категорією терміновості, по надійності доведення інформації чи по завантаженню ліній зв'язку «пакетами» даних.

При «комутації каналів» задача управління полягає у пошуку такої сукупності ліній зв'язку, котра дозволяє скласти оптимальний канал на час обміну інформацією між абонентами. При «комутації пакетів» задача управління полягає у пошуку сукупності ліній зв'язку, яка дає оптимальний канал при послідовному просуванні повідомлення по ІКС. Таким чином, при КК потрібен великий об'єм службової інформації про фактичний стан ліній зв'язку (вільна, занята), і витрати часу на організацію каналу можуть бути значними.

Для передачі «повідомлень» (наказів) з вищою категорією терміновості в ІКС використовується алгоритм циркулярної передачі («хвиля»); при цьому повідомлення видається від абонента в усі лінії зв'язку одночасно і розповсюджується по ІКС по усім можливим каналам. Перевагами «хвильового» алгоритму передачі є наступні:

доведення повідомлення до абонента-одержувача за мінімальний час (оскільки один із повної множини каналів завжди станеться оптимальним);

висока надійність доведення повідомлення, що визначається імовірністю здатного стану хоча б одного з повної множини каналів;

відсутність необхідності збору службової інформації про стан ліній зв'язку і вирішення задачі управління рухом повідомлення по ІКС.

Але циркулярна передача повідомлення приведе до максимального завантаження ІКС єдиним повідомленням.

Тому розглянемо алгоритм управління щодо вибору оптимального каналу передачі повідомлення.

Нехай для ІКС відома матриця середнього часу τ передачі 1 повідомлення (пакета) по кожній лінії зв'язку, тобто між n суміжними вузлами (d_i, d_j) –

$$T = \|\tau_{ij}\|_{n \times n}. \quad (4.23)$$

Для передачі повідомлення між абонентами (a_r, a_s) даної ІМ на множині можливих «управлінь» $\{U\}$ (щодо складання каналу зв'язку), кожне з котрих є вектор – ланцюг $k = n - 1$ дуг-ліній зв'язку між (a_r, a_s) матриці суміжності вершин-вузлів ІКС

$$U = \|u_{ij}\|_{n \times n}, \quad (4.24)$$

де u_{ij} – вибрана лінія зв'язку на k -й ділянці каналу, «придатне» для наявної структури ІКС, потрібно знайти таке (оптимальне) управління (скласти канал) –

$$U^o = \|u_{ij}^o\|, \quad U^o \subset \{U\}, \quad (4.25)$$

при якому витрати часу на передачу повідомлення між даними абонентами мінімальні –

$$T(a_r, a_s, U^o) = \min_{(U)} T(U) = \sum_{u_{ij}^o \in U^o} \tau_{ij}(u_{ij}^o). \quad (4.26)$$

Це – задача динамічного програмування з адитивною функцією ефекту.

Функціональне рівняння Беллмана для етапу умовної оптимізації, адаптоване для даної задачі, має вигляд –

$$T_k(d_i^{(k)}, u_{ij}^o) = \min_{\{u_{ij}\}} \{ \tau_{ij}(d_i^{(k)}, u_{ij}) + T_{k+1}(d_i^{(k+1)}, u_{ij}) \}, \quad k = \overline{s, r}, \quad (4.27)$$

де $d_i^{(k)}, d_i^{(k+1)}$ – суміжні вузли ІКС для k -ї ділянки каналу;

T_k, T_{k+1} – «потенціали» (рівень ефекту) суміжних вузлів зв'язку для k -ї ділянки каналу;

u_{ij}^o – умовне оптимальне управління для k -ї ділянки каналу.

Якщо для ІКС відома матриця імовірності незанятості ліній зв'язку між суміжними вузлами –

$$P = \|p_{ij}\|_{n \times n}, \quad (4.28)$$

то складання каналу з максимальною імовірністю його незанятості потребує пошуку такого (оптимального по даному критерію) управління U^o , при котрому

$$P(a_r, a_s, U^o) = \max_{\{U\}} P(U) = \prod_{u_{ij}^o \in U^o} p_{ij}(u_{ij}^o). \quad (4.29)$$

Це – задача динамічного програмування з мультиплікативною функцією ефекту. Функціональне рівняння Беллмана для етапу умовної оптимізації, адаптоване для даної задачі, має вигляд –

$$P_k(d_i^{(k)}, u_{ij}^o) = \max_{\{u_{ij}\}} \{p_{ij}(d_i^{(k)}, u_{ij}) \times P_{k+1}(d_i^{(k+1)}, u_{ij})\}, \quad k = \overline{s, r}, \quad (4.30)$$

де $d_i^{(k)}, d_i^{(k+1)}$ – суміжні вузли ІКС для k -ї ділянки каналу;

P_k, P_{k+1} – «потенціали» (рівень ефекту) суміжних вузлів зв'язку для k -ї ділянки каналу;

u_{ij}^o – умовне оптимальне управління (напрямок) для k -ї ділянки каналу.

Розглянемо простіший чисельний приклад вибору оптимального маршруту на ІКС, фрагмент якої умовно завданий «вузлами» ($s1, \dots, s9$) та ділянками мережі між даними вузлами, «вагою» яких є час передачі повідомлення між відповідними вузлами ІКС (рис.4. 4).

Оптимальний маршрут показаний ланцюгом неперервних дуг, що з'єднує початкову і кінцеву вершини графу. Потенціали вершин відповідають

мінімальній їх відстані від кінцевої вершини на оптимальному маршруті. Мінімальна довжина оптимального маршруту, яка є «потенціалом» початкової вершини $T(s_1)$, була знайдена ще на етапі умовної оптимізації; вона дорівнює –

$$T(S^o) = T(x_1) = \sum_{ij \in S^o} \tau_{ij} = (20 + 30 + 18 + 32) = 100. \text{ [од. часу]} \quad (4.31)$$

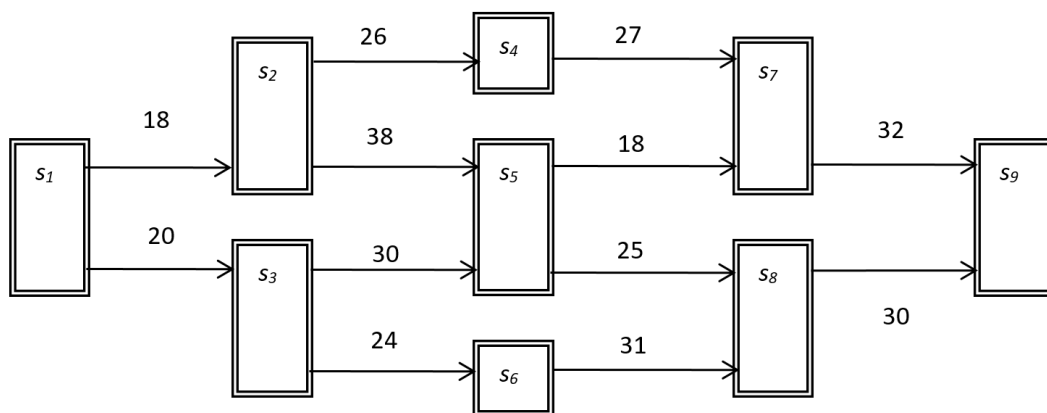


Рис. 4.4. Транспортна мережа як орієнтований граф «мережевого» типу

Для передачі повідомлення вищої категорії терміновості потрібно обрати (оптимальний) маршрут, для якого сумарні витрати часу на передачу повідомлення по лініях зв'язку між абонентами (вузлами) мінімальні. Для завданої ІКС складаємо напів-матрицю питомих витрат часу на передачу повідомлення по лініям зв'язку між суміжними вузлами –

$$T_{n \times n}(S) = \|\tau_{ij}\|_{n \times n} = \begin{bmatrix} & s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 & s_9 \\ s_1 & 0 & 18 & 20 & & & & & & \\ s_2 & & 0 & & 26 & 30 & & & & \\ s_3 & & & 0 & & 30 & 24 & & & \\ s_4 & & & & 0 & & & 27 & & \\ s_5 & & & & & 0 & & 18 & 25 & \\ s_6 & & & & & & 0 & & 31 & \\ s_7 & & & & & & & 0 & & 32 \\ s_8 & & & & & & & & 0 & 30 \\ s_9 & & & & & & & & & 0 \end{bmatrix}. \quad (4.32)$$

Аналіз похідних даних задачі свідчить про те, що множина можливих маршрутів $\{S\}$ між початковим вузлом s_1 і кінцевим вузлом s_9 є обмеженою (5 маршрутів), цільова функція за фізичним змістом («час передачі повідомлення по маршруту») є адитивною, а оптимальне рішення (оптимальний маршрут) повинне мінімізувати цільову функцію:

$$T(S^o) = \min_{\{S\}} T(S) = \sum_{(s_i, s_j) \subset S^o} \tau_{ij}^o, \quad S^o \subset \{S\}. \quad (4.33)$$

Тому застосовуємо метод динамічного програмування для «просторової» задачі оптимального управління. Починаємо вирішення задачі з етапу умовної оптимізації.

1. Знайдемо потенціали усіх вузлів ІКС та відповідні до них оптимальні «крокові» напрямки, починаючи з кінцевого вузла і закінчуючи початковим.

2. Присвоюємо потенціалу кінцевого вузла значення $T(s_9) = 0$.

3. Тепер, користуючись похідними даними ІКС рис.4.4, послідовно, починаючи з s_8 і закінчуючи s_1 , знайдемо потенціали решти вершин (вузлів) та умовні оптимальні напрямки із кожного вузла, обчислюючи їх по формулі функціоналу Беллмана для адитивної функції ефекту (4.27).

Маємо –

$$T(x_8, r_{89}) = \min (\tau_{89} + D(x_9) = 30 + 0 = 30) = 30$$

$$T(x_7, r_{79}) = \min (\tau_{79} + D(x_9) = 32 + 0 = 32) = 32$$

$$T(x_6, r_{68}) = \min (\tau_{68} + D(x_8) = 31 + 30 = 61) = 61$$

$$T(x_5, r_{57}) = \min \left\{ \begin{array}{l} \tau_{57} + D(x_7) = 18 + 32 = 50 \\ \tau_{58} + D(x_8) = 25 + 30 = 55 \end{array} \right\} = 50$$

$$T(x_4, r_{47}) = \min (\tau_{47} + D(x_7) = 57 + 32 = 59) = 59$$

$$T(x_3, r_{35}) = \min \left\{ \begin{array}{l} \tau_{35} + D(x_5) = 30 + 50 = 80 \\ \tau_{36} + D(x_6) = 24 + 61 = 85 \end{array} \right\} = 80$$

$$T(x_2, r_{24}) = \min \left\{ \begin{array}{l} \tau_{24} + D(x_4) = 26 + 59 = 85 \\ \tau_{25} + D(x_5) = 38 + 50 = 88 \end{array} \right\} = 85$$

$$T(x_1, r_{13}) = \min \left\{ \begin{array}{l} \tau_{12} + D(x_2) = 18 + 85 = 103 \\ \tau_{13} + D(x_3) = 20 + 80 = 100 \end{array} \right\} = 100. \quad (4.34)$$

Знайдені значення потенціалів D заносимо у клітини вузів на рис.4.5, відповідні до них «умовно оптимальні» дуги (крокові напрямки), що виходять, позначаємо суцільною лінією, а на графі ІКС (рис.4.5) неоптимальні дуги (крокові напрямки), що виходять, виділяємо штрихованими лініями, бо вони гарантовано не належать до оптимального маршруту і не повинні розглядатися на етапі безумовної оптимізації – пошуку саме безумовного оптимального багатокрокового «управління» щодо перевodu об’єкта із початкового «стану» (вузла s_1) в кінцевий «стан» (вузол s_9) з максимальною ефективністю (з мінімальними витратами на перевід).

Таким чином, на етапі умовної оптимізації знайдений «потенціал» початкового вузла ІКС, який є екстремальним значенням цільової функції, тобто дорівнює мінімальній протяжності оптимального маршруту. Усі похідні дані для етапу безумовної оптимізації містить ІКС після умовної оптимізації (рис.4.5).

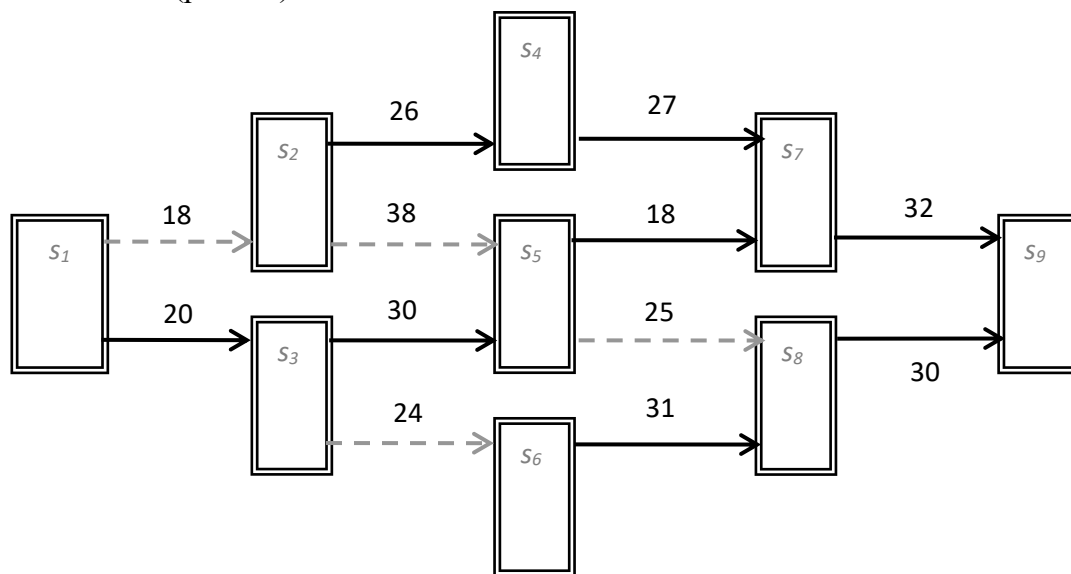


Рис.4.5 Етап умовної оптимізації

Переходимо до *етапу безумовної оптимізації* – визначенню ділянок (дуг) з умовними оптимальними напрямками, які *належать тільки оптимальному маршруту*. Єдиний безумовний оптимальний маршрут, який починається із вузла (вершини) s_1 і закінчується в s_9 , складає, як видно з рис.4.6., така послідовність умовних оптимальних дуг (чи інцидентних до них вузлів) –

$$S^o = \langle r_{13}, r_{35}, r_{57}, r_{79} \rangle = \langle s_1, s_3, s_5, s_7, s_9 \rangle . \quad (4.35)$$

Особливістю даного методу динамічного програмування вибору маршруту, в порівнянні з евристичними методами аналізу потоків на мережах (Форда-Фалкерсона) та методом «гілок й границь», є одержання «вкладених» оптимальних рішень (для усіх вузлів відносно кінцевого) та його простота при алгоритмічній реалізації.

Аналогічним чином вирішується задача вибору оптимального маршруту по іншому критерію – наприклад, максимуму ймовірності незайнятості ліній зв'язку маршруту, тобто ймовірності події, що канал передачі даного маршруту буде вільним.

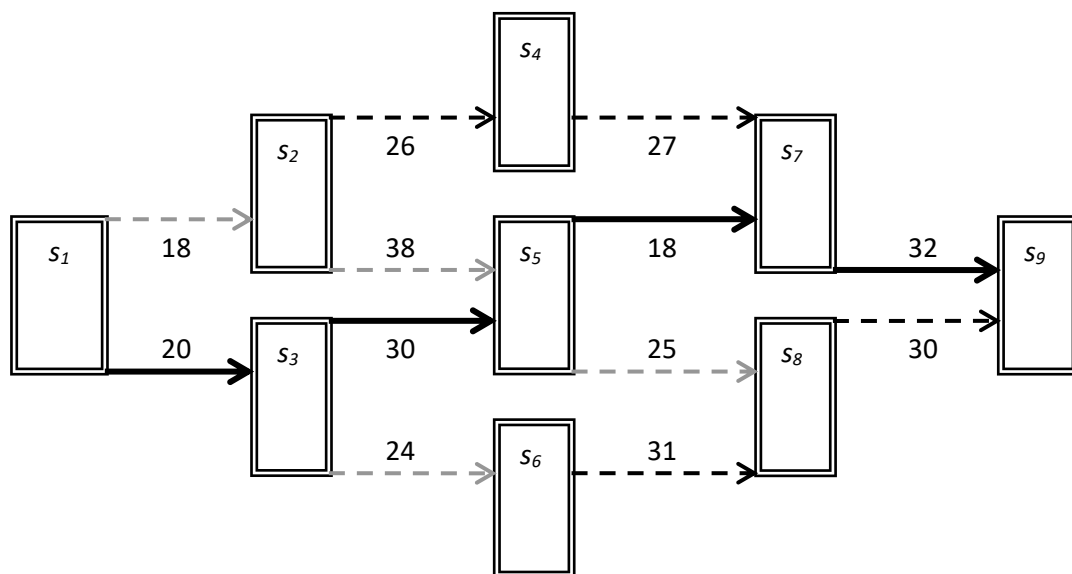


Рис.4.6. Етап безумовної оптимізації

При цьому повинна бути відома матриця статистичних значень зайнятості ліній зв'язку ІКС –

$$Q(S) = \|q_{ij}\|_{n \times n}, \quad (4.36)$$

а цільова функція буде мультиплікативною формою, яка мінімізується для оптимального маршруту –

$$Q(S^o) = \min_{\{S\}} Q(S) = \prod_{(si, sj) \in S^o} q_{ij}^o, \quad S^o \subset \{S\}. \quad (4.37)$$

Присвоюємо потенціалу кінцевого вузла значення, оскільки він, як співмножник добутку (4.37), не може бути нулем по фізичному змісту –

$$Q(s_0) = 1. \quad (4.38)$$

На етапі умовної оптимізації обчислюємо потенціали вузлів по формулі функціоналу Беллмана для мультиплікативної функції (4.19), за допомогою яких визначасмо умовні оптимальні «крокові» напрямки (єдині лінії зв'язку), що виходять з даних вузлів.

На етапі безумовної оптимізації визначаємо, починаючи з вузла $s1$, ділянки маршруту (лінії зв'язку) з умовними оптимальними напрямками, які належать тільки оптимальному маршруту. Таким чином, алгоритми динамічного управління потоками інформації є найбільш ефективними при врахуванні як імовірності зайнятості ліній зв'язку, так й їх фактичного стану для складання найкоротшого по терміновості чи достатнього по пропускній спроможності каналу між абонентами. Зрозуміло, що вирішення подібних задач управління потоками на ІКС потребує використання управляючих обчислюваних машин в центрах комутації ІКС [315].

4.3. Задачі аналізу та оцінка навантаження інформаційно-комунікаційних систем

Характеристики навантаження ІКС інформаційними потоками пов'язуються з параметрами повідомлень. Розглянемо їх [315].

Вид повідомлення w – накази, доповіді (підтвердження про одержання наказів, донесення про виконання наказів), інформація про стан виконавчих органів, про наявність запасів ресурсів (енергоносії, матеріали, майно) призначення, службова інформація про стан вузлів і ліній зв'язку тощо.

Категорія терміновості q – визначає систему пріоритетів для передачі та обробки даних. Об'єм повідомлення l – його довжина у кількості символів.

Кожному повідомленню, яке передається із вузла d_i у вузол d_j , можна поставити, таким чином, у відповідність вектор повідомлення –

$$S = \langle a_i, a_j, w, q, l, t \rangle, \quad (4.39)$$

який і визначає фактичне навантаження ІКС на ділянці (d_i, d_j) .

Кожний напрямок (a_r, a_s) характеризується наступними параметрами: ймовірність виникнення повідомлення з категорією терміновості q –

$$P_{sr}(q); \quad (4.40)$$

розподіл припустимих інтервалів між повідомленнями –

$$P_{rs}(t \leq t^{npun}); \quad (4.41)$$

густина потоку повідомлень, якщо потік – «простіший», з категорією терміновості q –

$$f_{rs}(q). \quad (4.42)$$

Результуюча густина приведенного потоку усіх категорій терміновості Q на напрямку (a_r, a_s) –

$$F_{rs} = \sum_{q \in Q} f_{rs}(q). \quad (4.43)$$

Середня кількість повідомлень, що поступає у мережу в одиницю часу від усіх джерел (абонентів) –

$$FS = \sum_{\{r,s\}} F_{rs}. \quad (4.44)$$

Навантаження ІКС в цілому при кількості вузлів m характеризує матриця

$$\Phi_{m \times m} = \|F_{rs}\|_{m \times m}. \quad (4.45)$$

Задачі аналізу ІКС виникають у випадку необхідності оцінити можливість використання існуючої ІКС, що створюється, під загрузку (4.45), а також при зміні характеристик інформаційних потоків ІКС в процесі їх модернізації. При цьому *потрібно визначити матрицю фактичної пропускної спроможності ІКС на напрямках, які завдані матрицею потрібного навантаження* –

$$C_{m \times m} = \|c_{rs}\|_{m \times m}. \quad (4.46)$$

Метод визначення пропускної спроможності ІКС на кожному напрямку ґрунтується на обчисленні «найбільшого потоку у транспортній мережі» (ІКС). Під ІКС розуміють систему, призначену для пропускання потоків будь-якої природи (матеріальні потоки, потоки інформації). Математичною моделлю ІКС є орієнтований зв'язний граф, який має єдину вершину (x_o) з інцидентними дугами, що з неї виходять («вхід мережі»), єдину вершину (x_k) з інцидентними дугами, що в неї заходять («вихід мережі»), і решту вершин ($x_i, i = \overline{1, m}$) з інцидентними дугами, одна частина яких в них заходить, а друга частина з них виходить («вузли мережі»). Кожна дуга має «вагу» ($c_j, j = \overline{1, n}$), яка зветься її «пропускною спроможністю».

Теорема про «найбільший потік» стверджує, що він не може бути більш а ніж пропускна спроможність ІКС. Найбільшим завжди буде один з

«повних» потоків, виникаючий при оптимальному розподілі рівня і напрямку частинних потоків по дугам ІКС. Повний потік, який є «найбільшим», достатньо просто одержати за допомогою процедури послідовного завантаження «мінімальних» маршрутів на ІКС. Спочатку на неорієнтованому графі ІКС орієнтують дуги, що інцидентні вершинам (x_o, x_k) , потім (перша ітерація) виділяють маршрут S_1 з мінімальною пропускнуною спроможністю по критерію –

$$C(S_1) = \min_k \left(\min_{j \in S_1} c_j \right), \quad (4.47)$$

де k – кількість можливих маршрутів між вершинами (x_o, x_k) ;
 c_j – пропускну спроможність ребра, що належить даному маршруту.
Потім «навантажують» маршрут S_1 умовним потоком –

$$\varphi_1 = C(S_1), \quad (4.48)$$

орієнтують ребра ІКС, що належать даному маршруту (роблять їх дугами) і зменшують їх пропускну спроможність c_j на величину рівня потоку φ_1 , яким маршрут навантажений –

$$c_j^{(1)} := c_j^{(0)} - \varphi_1, \quad j \in S_1. \quad (4.49)$$

При цьому дуга з найменшою пропускнуною спроможністю стає «насиченою», тому її після даної ітерації умовно виключають з множини дуг графа.

Далі (друга ітерація) на модифікованій ІКС (без насиченої дуги, яка навантажена потоком φ_1) визначають наступний маршрут S_2 , що має найменшу пропускну спроможність по критерію

$$C(S_2) = \min_k \left(\min_{j \in S_2} c_j \right), \quad (4.50)$$

і навантажують його потоком $\varphi_2 = C(S_2)$. Ітераційну процедуру продовжують ти тих пір, поки не залишиться а ні одного маршруту з ненасиченою дугою.

Повний потік, що навантажує ІКС –

$$\varphi_{max} = \sum_{i=1}^k \varphi_i, \quad (4.51)$$

і буде обмежений шуканою пропускною спроможністю ІКС.

Найбільший потік дозволяє також визначити процедура послідовного завантаження маршрутів з максимальною пропускною спроможністю. В деяких часткових випадках ознакою найбільшого потоку в ІКС є насичення або дуг, що виходять із x_o , або дуг, що заходять у x_k . У тих випадках, коли напрямок потоків в дугах ІКС є завданням, визначення пропускної спроможності ІКС може бути зроблене методом оцінки продуктивності дуг «розрізів» ІКС. Під розрізом ІКС розуміють сукупність дуг ІКС, що входять у множину її вершин (вузлів), яка містить «вихід» ІКС – вершину x_k .

Пропускною спроможністю «розрізу» ІКС звать суму пропускних спроможностей дуг, які заходять у множину вершин, обмежену розрізом ІКС.

Теорема Форда-Фалкерсона стверджує, що пропускна спроможність ІКС дорівнює найменшій пропускній спосібності розрізу ІКС.

Таким чином, алгоритм визначення пропускної спроможності ІКС наступний.

1) По ІКС, яка завдана матрицею пропускних спроможностей ліній зв'язку

$$C = \left\| c_{ij} \right\|_{n \times n}, \quad (4.52)$$

складається ІКС для напрямку (a_r, a_s) , де

$$x_o = a_r, \quad x_k = a_s, \quad (4.53)$$

яка відображається орієнтованим графом (матрицею суміжності вершин) –

$$S = \left\| s_{ij} \right\|_{n \times n}, \quad (4.54)$$

де кожен елемент матриці приймає наступні значення –

$$\begin{aligned} s_{ij} &= +c_{ij}, \text{ якщо дуга спрямована від } x_i \text{ до } x_j; \\ s_{ij} &= 0, \text{ якщо вершини } x_i, x_j \text{ не мають інцидентних дуг;} \\ s_{ij} &= -c_{ij}, \text{ якщо дуга спрямована від } x_j \text{ до } x_i. \end{aligned}$$

2) Визначаються усі розрізи ІКС та їх пропускні спроможності –

$$C(S_i) = \sum_{d \in S_i} c(d), \quad i = \overline{n, 2}, \quad (4.55)$$

де d – дуга, яка заходить у даний розріз.

3) Визначається пропускна спроможність ІКС –

$$C(S) = \min_i C(S_i). \quad (4.56)$$

Операції (кроки) 1,2,3 повторюються для усіх напрямків (a_r, a_s) , завданих матрицею потрібного навантаження (4.52). В результаті для даної ІКС виникає відповідна до (4.52) матриця фактичних пропускних спроможностей. Якщо для виконується для усіх напрямків ІКС виконується умова –

$$f_{rs} \leq c_{rs}, \quad (4.57)$$

то дана ІКС придатна для використання під навантаження Φ . У протилежному випадку ІКС «доробляється» з метою підвищення пропускної спроможності окремих ліній зв'язку.

Нажаль, алгоритм Форда-Фалкерсона пов'язаний з громіздкою нестандартною процедурою визначення великої множини «розрізів» ІКС (їх повного перебору) і не дає оптимального розподілу повного потоку по лініях зв'язку, тобто функції навантаження ІКС повним потоком. Даного недоліку не має метод екстремальних частинних потоків, який враховує структуру ІКС.

Структура ІКС відображається математичною моделлю ІКС – графом, вершинами якого є множина (вектор) «вузлів» X_n , а ребрами – множина

(матриця) інцидентних до вершин «ліній зв'язку» $Y_{n \times n}$; звичайно граф завдається матрицею «суміжності» його вершин –

$$G(X, Y) = \|y_{ij}\|_{n \times n}. \quad (4.58)$$

Для певного «напрямку» зв'язку (a_r, a_s) , двополюсного потоку на ІКС, вектор X та відповідна до нього матриця Y упорядковуються відносно обраних «входу» й «виходу» ІКС, тобто –

$$x_{\text{вх}} = a_r = x_l, \quad x_{\text{вих}} = a_s = x_n. \quad (4.59)$$

В результаті початковий граф трансформується у мережевий граф S типу «гамак», на якому виникає певна кількість (m) маршрутів («шляхів») між входом й виходом ІКС. Обмеженням для множини маршрутів є визначення орієнтації ребер (перетворення їх у дуги), яка повинна бути спрямована від «входу» до «виходу» ІКС і незмінна для усіх маршрутів. Структура даного графу надається матрицею «шляхи-дуги» –

$$V(W, Y) = \|v_{ij}\|_{m \times n}, \quad (4.60)$$

де v_{ij} – «вага» (наприклад, пропускна спроможність) j -го ребра, яке входить у i -й маршрут. Розкриємо дану матрицю –

$$V_{m \times n}(W, Y) = \begin{bmatrix} & (y_l) & (...) & (y_j) & (...) & (y_n) \\ (w_l) & v_{ll} & \dots & v_{lj} & \dots & v_{ln} \\ (w_i) & v_{il} & \dots & v_{ij} & \dots & v_{in} \\ (w_m) & v_{ml} & \dots & v_{mj} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix}. \quad (4.61)$$

Таким чином, для кожної стрічки w_i матриці V мінімальна «вага» певного ребра v_{ij} , яке входить в даний маршрут, і визначає максимальну пропускну спроможність даного маршруту, чи найбільший потік для нього –

$$C(w_i) = \min_j(v_{ij}) = \varphi_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4.62)$$

Навантаження даного маршруту найбільшим потоком веде до «насичення» лінії зв'язку (ребра) з мінімальною пропускною спроможністю, а також до зниження пропускних спроможностей решти ліній зв'язку даного маршруту на рівень потоку його навантаження. Оскільки кожне ребро (лінія зв'язку) даного мережевого графу може належати декільком маршрутам одночасно, то зміна (зменшення) його пропускної спроможності потоком навантаження певного маршруту відповідно зменшує пропускну спроможність решти маршрутів. Це міркування лежить у основі ітераційного методу «екстремальних» потоків.

Алгоритм методу наступний.

1) На ІКС виділяється «напрямок» зв'язку, і початковий (опорний) граф трансформується для даного напрямку у мережевий граф (гамак) визначенням структурної матриці «маршрути-дуги» (4.60).

2) На матриці V обирається маршрут з «максимальною» пропускною спроможністю, яка дорівнює мінімальній пропускній спроможності дуги, що належить даному маршруту –

$$C(w_i) = \min_j (v_{ij}), \quad i = \overline{1, n}; \quad (4.63)$$

$$C(w_k) = \max_i C(w_i) = \varphi^{(k)}. \quad (4.64)$$

3) Даний маршрут «умовно» навантажується «найбільшим» потоком (4.64); при цьому пропускна спроможність дуги маршруту, що стає насиченою, вичерпується і буде дорівнювати нулю. Тому в матриці присвоюємо пропускній спроможності даної дуги нульове значення, а пропускну спроможність решти дуг даного маршруту суттєво зменшуємо на величину потоку на даному маршруті.

$$V = \|v_{ij}^{(k)} := v_{ij}^{(k)} - \varphi^{(k)}\|_{m \times n} \quad (4.65)$$

4) Якщо на матриці ще є маршрути з ненульовою пропускною спроможністю, повторюємо ітераційну процедуру переходом на п.2.

5) Якщо потрібно знати пропускну спроможність даної ІКС для решти напрямків, переходимо до п.1.

Даний метод, зокрема визначення пропускної спроможності ІКС для завданого навантаження по напрямках, дозволяє для кожного напрямку визначити оптимальний розподіл навантаження максимальним потоком ліній зв'язку та вузлів ІКС. Підкреслимо, що метод є здатним й для «найменших» потоків на кожній ітерації.

Розв'язані приклади надають висновок, що евристика методу «мінімальних» потоків маршрутів дає краще рішення даної задачі. Але потрібний універсальний метод, який гарантує одержання точного оптимального рішення, тобто такого розподілу потоків по маршрутах, який максимізує сумарний потік для даної ІКС. Тому вирішуємо задачу ітераційним методом «дельта-потоків» (ДП), евристика якого ґрунтується на процедурі поступового (на кожній ітерації) навантаження усіх маршрутів разом потоками дискретної інтенсивності «дельта» (значення якої дорівнює точності завдання значень пропускної спроможності дуг ІКС) до вичерпанні пропускної спроможності усіх маршрутів.

Очевидно, максимальний потік дорівнюватиме сумі дельта-потоків на усіх ітераціях. Дана евристика спирається на фізичну аналогію процесу розподілу єдиного вхідного потоку, наприклад, в гідросистемі по усіх каналах різної пропускної спроможності даної системи, і який дорівнюватиме єдиному вихідному потоку [315].

Маємо вихідну матрицю «маршрути-дуги» для завданого в прикладі ІКС –

$$V(W, Y) = \begin{array}{c|cccccccc} & (y_1) & (y_2) & (y_3) & (y_4) & (y_5) & (y_6) & (y_7) & C(w) \\ \hline (w_1) & 6 & & & 3 & & & 8 & 3 \\ (w_2) & 6 & & 5 & & 9 & & 8 & 5 \\ (w_3) & 6 & & 5 & & & 2 & & 2 \\ (w_4) & & 4 & & & 9 & & 8 & 4 \\ (w_5) & & 4 & & & & 2 & & 2 \end{array}$$

Оскільки значення пропускної спроможності дуг (і маршрутів) завдані з дискретністю $\Delta = 1$, то дане значення обираємо як інтенсивність умовних потоків, якими навантажуються кожний маршрут –

$$\varphi := \Delta.$$

Початкове значення максимального потоку для ТС – $\Phi := 0$.

Ітерація 1

Навантажуюмо усі «ненульові» маршрути умовними дельта-потоками

$$\varphi_i = 1, i = \overline{1,5},$$

При цьому пропускна спроможність дуг, які одночасно належать декільком маршрутам, зменшиться на інтенсивність дельта-потoku, помножену на кількість маршрутів належності, тобто

$$c_j^{(i)} := c_j^{(i)} - \varphi_i, i = \overline{1,m},$$

що показано у верхній стрічці матриці для дуг $y_j, j = \overline{1,n}$.

$$\begin{array}{c|cccccccc} & (y_1-3) & (y_2-2) & (y_3-2) & (y_4-1) & (y_5-2) & (y_6-2) & (y_7-3) & C(w) \\ (w_1) & 6-3=3 & & & 3-1=2 & & & 8-3=5 & 3 \\ (w_2) & 6-3=3 & & 5-2=3 & & 9-2=7 & & 8-3=5 & 5 \\ (w_3) & 6-3=3 & & 5-2=3 & & & 2-2=0 & & 2 \\ (w_4) & & 4-2=2 & & & 9-2=7 & & 8-3=5 & 4 \\ (w_5) & & 4-2=2 & & & & 2-2=0 & & 2 \end{array}$$

Загальний потік навантаження ІКС дорівнюватиме сумі потоків навантаження ненульових маршрутів ($m=5$) –

$$\Phi^{(1)} = \Phi^{(0)} + \sum_{i=1}^m \varphi_i (C_i > 0) = 0 + (m \times 1) = 5 \times 1 = 5.$$

Корегуємо наступну матрицю поточних пропускних спроможностей дуг і маршрутів. Якщо з'явилися «нульові» маршрути (саме w_3, w_5 через насичення дуги y_6), «вагу» дуг в даних маршрутах виключаємо з матриці. Маємо –

$$V(W, Y) = \begin{array}{c|cccccccc} & (y_1) & (y_2) & (y_3) & (y_4) & (y_5) & (y_6) & (y_7) & C(w) \\ \hline (w_1) & 3 & & & 2 & & & 5 & 2 \\ (w_2) & 3 & & 3 & & 7 & & 5 & 3 \\ (w_3) & & & & & & & & 0 \\ (w_4) & & 2 & & & 7 & & 5 & 2 \\ (w_5) & & & & & & & & 0 \end{array}$$

Перевіряємо умову наявності невід'ємних маршрутів –

$$\text{чи є } (C_i > 0, i = \overline{1, n})?$$

Оскільки умова виконується (маршрути w_1, w_2, w_4 є «невід'ємними»), продовжуємо ітераційну процедуру.

2 ітерація

Навантажуюмо усі «ненульові» маршрути умовними дельта-потокками

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_4 = 1:$$

$$\begin{array}{c|cccccccc} & (y_1 - 2) & (y_2 - 1) & (y_3 - 1) & (y_4 - 1) & (y_5 - 2) & (y_6) & (y_7 - 3) & C(w) \\ \hline (w_1) & 3 - 2 & & & 2 - 1 & & & 5 - 3 & 2 \\ (w_2) & 3 - 2 & & 3 - 2 & & 7 - 2 & & 5 - 3 & 3 \\ (w_3) & & & & & & & & 0 \\ (w_4) & & 2 - 1 & & & 7 - 2 & & 5 - 3 & 3 \\ (w_5) & & & & & & & & 0 \end{array}$$

Загальний потік навантаження ТС дорівнюватиме сумі потоків навантаження ненульових маршрутів ($m=3$) –

$$\Phi^{(2)} = \Phi^{(1)} + \sum_{i=1}^m \varphi_i (C_i > 0) = 5 + (3 \times 1) = 5 + 3 \times 1 = 8.$$

Корегуємо наступну матрицю поточних пропускних спроможностей дуг і маршрутів. Якщо з'явилися «нульові» маршрути, «вагу» дуг в даних маршрутах виключаємо з матриці (таких не з'явилося). Маємо –

$$V(W, Y) = \begin{array}{c|cccccccc} & (y_1) & (y_2) & (y_3) & (y_4) & (y_5) & (y_6) & (y_7) & C(w) \\ (w_1) & 1 & & & 1 & & & 2 & 1 \\ (w_2) & 1 & & 2 & & 5 & & 2 & 1 \\ (w_3) & & & & & & & & 0 \\ (w_4) & & 1 & & & 5 & & 2 & 1 \\ (w_5) & & & & & & & & 0 \end{array}$$

Перевіряємо умову наявності невід'ємних маршрутів –

$$\text{чи є } (C_i > 0, i = \overline{1, n})?$$

Оскільки умова виконується (маршрути w_1, w_2, w_4 залишаються ще «невід'ємними»), продовжуємо ітераційну процедуру.

3 ітерація

Навантажуюмо усі «ненульові» маршрути умовними дельта-потокami

$$\varphi_1(\varphi_2) = \varphi_4 = 1.$$

Оскільки дуга y_1 «вагою» 1 належить двом шляхам w_1 і w_2 одночасно, то її навантаження одним насичуючим дельта-потокom $\varphi_1(\varphi_2) = 1$ робить пропускну спроможність обох шляхів рівною нулю.

$$\begin{array}{c|cccccccc} & (y_1-1) & (y_2-1) & (y_3-1) & (y_4-1) & (y_5-2) & (y_6) & (y_7-2) & C(w) \\ (w_1) & (1-1=0) & & & (1-1=0) & & & (2-1=1) & 2 \\ (w_2) & (1-1=0) & & (1-1=0) & & (5-1=4) & & (2-1=1) & 3 \\ (w_3) & & & & & & & & 0 \\ (w_4) & & 1-1=0 & & & 5-1=4 & & 2-1=1 & 3 \\ (w_5) & & & & & & & & 0 \end{array}$$

Загальний потік навантаження ІКС дорівнюватиме сумі потоків навантаження ненульових маршрутів ($m=2$) –

$$\Phi^{(3)} = \Phi^{(2)} + \sum_{i=1}^m \varphi_i(C_i > 0) = 8 + m \times 1 = 8 + 2 \times 1 = 10.$$

Корегуємо наступну матрицю поточних пропускних спроможностей дуг і маршрутів. Якщо з'явилися «нульові» маршрути, «вагу» дуг в даних маршрутах виключаємо з матриці. Маємо –

$$V(W, Y) = \begin{array}{c|cccccccc} & (y_1) & (y_2) & (y_3) & (y_4) & (y_5) & (y_6) & (y_7) & C(w) \\ \hline (w_1) & 0 & & & 0 & & & 1 & 0 \\ (w_2) & 0 & & 0 & & 4 & & 1 & 0 \\ (w_3) & & & & & & & & 0 \\ (w_4) & & 0 & & & 4 & & 0 & 0 \\ (w_5) & & & & & & & & 0 \end{array}$$

Перевіряємо умову наявності «невід'ємних» маршрутів –

$$\text{чи є } (C_i > 0, i = \overline{1, n})?$$

Оскільки умова не виконується (усі маршрути є «нульовими»), закінчуємо ітераційну процедуру.

Рішення задачі:

інтенсивність «максимального потоку» (пропускна спроможність) ІКС на даному напрямку –

$$\Phi_{max} = \Phi^{(3)} = 10;$$

розподіл навантаження по лініях зв'язку –

$$y_1 = 6 - 0 = 6$$

$$y_2 = 4 - 0 = 4$$

$$y_3 = 5 - 0 = 3$$

$$y_4 = 3 - 0 = 3$$

$$y_5 = 9 - 4 = 5$$

$$y_6 = 2 - 0 = 2$$

$$y_7 = 8 - 1 = 7.$$

4.4. Задачі синтезу оптимальних інформаційно-комунікаційних систем

Метою синтезу оптимальної ІКС є побудова «мінімальної» мережі, достатньої для передачі потрібних потоків (4.45). Задачі оптимального синтезу ІКС виникають при розробці АСУ, якщо немає можливості використовувати існуючі ІКС [315].

Розглянемо метод синтезу ІКС під навантаження будь-яким єдиним двополюсним потоком F_{ij} із їх множини –

$$\Phi = \|F_{ij}\|_{n \times n}. \quad (4.66)$$

Синтез «мінімальної» (по потрібній пропускній спроможності) ІКС ґрунтується на відображенні загального навантаження на ІКС у вигляді графа домінуючих потоків $D(F_{ij})$, який містить усі вершини-вузли, між якими здійснюється передача двополюсного потоку.

При цьому в $D(F_{ij})$ віднімається найменший потік із решти потоків, в результаті чого початковий граф послідовно розкладається на суму графів з рівномірними потоками в кожному з них. Потім для кожного графу з рівномірними потоками синтезується відповідний граф-цикл з ребрами, продуктивність яких дорівнює половині «ваги» ребра початкового графу. Такий граф-цикл забезпечує пропускання усіх потрібних потоків початкового графу.

Синтез «мінімальної» ІКС полягає у накладенні «циклів» один на одного з складанням продуктивності їх ребер. Одержана мережа достатня для передачі кожного єдиного двополюсного потоку із їх множини, як і ІКС, що «повторює» початковий граф $D(F_{ij})$, але має значно меншу сумарну продуктивність ребер, а тому й вартість. Зрозуміло, що така мінімальна ІКС не гарантує одночасної передачі багатополюсного потоку, завданого $D(F_{ij})$.

Таким чином, алгоритм синтезу «мінімальної» ІКС методом Гоморі-Хоу полягає у наступному.

- 1) Строїться граф домінуючих потоків $D(X, F)$.
- 2) Початковий граф домінуючих потоків розкладається на суму графів з рівномірними потоками –

$$D(X, F) \Rightarrow D_1(X_1, F_1) \cup D_2(X_1, F_2) \cup \dots \cup D_k(X_{k-1}, F_k) = \bigcup_{i=1}^k (X_{i-1}, F_i). \quad (4.67)$$

Тут: X – множина вершин початкового графу;
 F – множина ребер початкового графу з розподілом їх «ваги»

$$F = \langle \varphi_j, j = \overline{1, n} \rangle; \quad (4.68)$$

F_i – множина ребер i -го графу з рівномірною «вагою» ребер

$$(\varphi)_i = \min_j \left\{ \varphi_j - \sum_{k=1}^{i-1} (\varphi)_k \right\}; \quad (4.69)$$

X_i – множина вершин i -го графу, що інцидентні його ребрам.

3) Заміна кожного i -го графу з рівномірними потоками графом-циклом на тій же множині вершин X_{i-1} з «половинною» вагою ребер –

$$D_i(X_{i-1}, F_i) \Rightarrow C_i \{X_{i-1}, F_i(\varphi_i / 2)\}, \quad i = \overline{1, k}. \quad (4.70)$$

4) З'єднання (операція теорії графів) графів-циклів зі складанням «ваги» однойменних ребер –

$$C_1 \{X, F_1(\varphi_1 / 2)\} \cup C_2 \{X_1, F_2(\varphi_2 / 2)\} \cup \dots \cup C_k \{X_{k-1}, F_k(\varphi_k / 2)\} = C(X_1, F_s). \quad (4.71)$$

5) Перевірка синтезованого «мінімального» графа на відповідність пропускну́й спроможності початковому графу.

4.5. Ефективність методів синтезу інформаційно-комунікаційних систем

Ефективність ІКС визначається як її продуктивністю – здатністю до потрібного навантаження Φ при мінімумі пропускної спроможності ліній зв'язку, достатньому для передачі домінуючих потоків, так і вартістю ІКС (витратами R на створення ІКС даної структури S) [315] –

$$E_{IM} = \Phi(S)/R(S), \quad (4.72)$$

Структура S ІКС визначається топологією ліній зв'язку між її вузлами

$$S = \left\| s_{ij} \right\|_{n \times n}, \quad (4.73)$$

де s_{ij} – лінія зв'язку між суміжними вузлами a_i, a_j ІМ.

Вартість ІКС з певною топологією її структури складають витрати на створення «вузлів зв'язку» ІКС та ліній зв'язку між ними певної пропускної спроможності та протяжності. Оптимізація розподілу мінімуму витрат на створення елементів потрібної інформаційної системи кожного вузла, яка нами була розглянута, потребує також оптимізації структури ліній зв'язку ІКС для мінімізації витрат на її створення.

Вважаємо, що вартість кожної лінії зв'язку структури S ІКС дорівнює

$$\left\| r_{ij}(s_{ij}) = (c_{ij} \times k_{ij} \times d_{ij}) \right\|_{n \times n}, \quad (4.74)$$

де c_{ij} – пропускна спроможність (у кількості каналів зв'язку) багатоканальної лінії зв'язку;

k_{ij} – питома вартість передачі інформації одного каналу «одиницею» протяжності лінії зв'язку;

d_{ij} – загальна протяжність лінії зв'язку.

Виникає наступна задача синтезу структури ІКС – на множині структур $\{S\}$, кожна з котрих

$$S = \|s_{ij}\|_{n \times n} \quad (4.75)$$

забезпечує потрібне навантаження ІКС двополюсними потоками (критерій придатності) –

$$\Phi = \|f_{ij}\|_{n \times n}, \quad (4.76)$$

знайти таку (оптимальну) структуру –

$$S^o = \|s_{ij}^o\|_{n \times n}, \quad (4.77)$$

яка мінімізує витрати на створення ІМ (критерій оптимальності) –

$$R(S^o) = \min_{\{S\}} R(S) = \sum_{i,j} r_{ij}(s_{ij}^o). \quad (4.78)$$

Відмітимо, що мінімальна по Гоморі-Хоу ІКС має оптимальну структуру, яка є рішенням даної задачі [315].

Висновки по розділу 4

1. Представлені вимоги до передачі даних в ІКС. Розглянутий процес передачі повідомлення інформаційною мережею, наданий графом-деревом подій. Передача даних оцінюється ймовірністю, оберненою до ймовірності втрати інформації в ІКС, тобто неохоронення її абонентом P_γ . Дана ймовірність є ймовірністю ненастання події s_2 , тобто – $P_{IM}^H = 1 - p(s_2) = (1 - p_\gamma)$. Визначено результуючу ймовірність PS настання незалежних сприятливих подій. Відповідно правилам алгебри подій і теорії ймовірностей одержали –3.

$PS = p(s_4) + p(s_6) = (1 - p_\gamma)(1 - p_\gamma) + (1 - p_\gamma)p_\beta(1 - p_a)$. Даний показник при відомих ймовірностях p_a, p_β, p_γ може служити для об'єктивної кількісної оцінки функціональної стійкості ІКС.

Встановлено що всі повідомлення в ІКС повинні бути формалізовані – формалізація повідомлень є умовою автоматизації як обміну інформацією, так і її обробки на комп'ютерних засобах автоматизації управління. Довжина (у двоїчному кодї) частин кодограми: адресної частини – $n_a = E[\log_2 N]$, Загальна довжина кодограми повідомлення – $n = n_a + n_c + n_\gamma + n_o$.

4. Представлені методи оцінки характеристик якості ІКС у залежності від її структури. Структурні характеристики якості обміну інформацією для ІКС, яка реально надається матрицею суміжності вершин графу – математичної моделі ІКС – $G(X) = \|x_{ij}\|_{m \times n}$, де x_{ij} – ребро (лінія зв'язку) між i -ю та j -ю вершинами графа (вузлами чи абонентами ІКС), розраховуються для кожного напрямку (a_i, a_j) ІКС відповідно до характеристик ліній зв'язку, що входять у тракт даного напрямку. Оскільки окремі ділянки тракту можуть бути надані у вигляді послідовного чи паралельного з'єднання ліній зв'язку, то для оцих ділянок характеристики якості розрахунки проводяться по виведеним формулам.

5. Визначені алгоритми циркулярної передачі («хвиля») для передачі «повідомлень» (наказів) з вищою категорією терміновості в ІКС та наданий алгоритм управління щодо вибору оптимального каналу передачі повідомлення при якому витрати часу на передачу повідомлення між даними абонентами мінімальні (задача динамічного програмування з адитивною функцією ефекту). Функціональне рівняння Беллмана для етапу умовної оптимізації, адаптоване для даної задачі. Визначений оптимального маршруту на ІКС з застосуванням методу динамічного програмування для «просторової» задачі оптимального управління. Знайдено потенціали усіх вузлів ІКС та відповідні до них оптимальні «крокові» напрямки, починаючи з кінцевого вузла і закінчуючи початковим, обчислюючи їх по формулі функціоналу Беллмана для адитивної функції ефекту. Визначено що на етапі умовної оптимізації знайдений «потенціал» початкового вузла ІКС, який є екстремальним значенням цільової функції, тобто дорівнює мінімальній протяжності оптимального маршруту. Усі похідні дані для етапу безумовної оптимізації містить ІКС після умовної оптимізації. Особливістю даного методу ДП вибору маршруту, в порівнянні з евристичними методами аналізу потоків на мережах (Форда-Фалкерсона) та методом «гілок й границь», є одержання «вкладених» оптимальних рішень (для усіх вузлів відносно кінцевого) та його простота при алгоритмічній реалізації. Аналогічним чином вирішується задача вибору оптимального маршруту по іншому критерію – наприклад, максимуму ймовірності незайнятості ліній зв'язку маршруту, тобто ймовірності події, що канал передачі даного маршруту буде вільним.

6. Визначені характеристики навантаження ІКС інформаційними потоками що пов'язані з параметрами повідомлень. Запропонована матриця фактичної пропускної спроможності ІКС на напрямках, які завдані матрицею потрібного навантаження $-C_{m \times m} = \|c_{rs}\|_{m \times m}$. Наданий метод визначення пропускної спроможності ІКС на кожному напрямку що ґрунтується на обчисленні «найбільшого потоку у транспортній мережі» та Теорема про

«найбільший потік». Визначено що повний потік, який є «найбільшим», достатньо просто одержати за допомогою процедури послідовного завантаження «мінімальних» маршрутів на ІКС. Повний потік, що

навантажує ІКС – $\varphi_{max} = \sum_{i=1}^k \varphi_i$, і буде обмежений шуканою пропускнуою

спроможністю ІКС. Розроблений алгоритм визначення пропускнуої спроможності мережі методом екстремальних частинних потоків, який враховує структуру ІКС. Алгоритм ітераційного методу «екстремальних» потоків визначення пропускнуої спроможності ІКС для завданого навантаження по напрямках, дозволяє для кожного напрямку визначити оптимальний розподіл навантаження максимальним потоком ліній зв'язку та вузлів ІКС.

5. ІНФОРМАЦІЙНО-ЛОГІЧНІ ПРИСТРОЇ (ПРОЦЕСОРИ) УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

5.1. Синтез пристроїв управління лінійними процесами

В ІКС, які не є ергатичними системами, функції управління технологічними процесами (транзакціями) у вузлах покладаються на пристрої автоматичного управління [315].

При технічному проектуванні ІКС синтез виконавчої частини кожної функціональної конструктивної одиниці (КО) системи, як правило, є добре відпрацьованою формальною процедурою, але синтез управляючої частини даної КО пов'язаний з врахуванням неформальних, специфічних умов застосування КО і потребує докладного розгляду.

Розглянемо алгоритмічний синтез програм і пристроїв управління процесами в ІКС.

«Лінійними» є ТП, який складає послідовність у часі функціональних і логічних операцій; лінійний ТП відрізняється від складного процесу «мережевого» типу, в якому одночасно може реалізуватися декілька простих процесів, логічно пов'язаних умовами «передування» та «несумісності». Управління «простими» (лінійними) технологічними процесами КО даної інформаційної функції (транзакції) реалізується пристроями управління (ПУ), чи мікропроцесорами, які уявляють собою так звані дискретні автомати (ДА) з пам'яттю. Такі ДА можуть мати дві різні структури – ДА Мура і ДА Мілі.

Структурі ДА Мура відповідає система функціональних рівнянь

$$\left. \begin{aligned} z_i &= \varphi(x_i, z_{i-1}) \\ y_i &= \psi(z_i) \end{aligned} \right\}, \quad (5.1)$$

де z_{i-1} – стан ДА у попередній дискретний момент часу t_{i-1} ;

x_i – вхідне «слово» (ознака умови скінчення попередньої операції процесу від виконавчого пристрою) в поточний дискретний момент часу t_i ;

z_i – стан ДА, в який його переводить x_i ;

y_i – вихідне слово ДА (команда на початок відповідної подальшої операції процесу виконавчому пристрою) в момент часу t_i .

Структурі ДА Мілі відповідає система функціональних рівнянь

$$\left. \begin{aligned} z_i &= \Phi(x_i, z_{i-1}) \\ y_i &= \Psi(x_i, z_{i-1}) \end{aligned} \right\}, \quad (5.2)$$

де z_{i-1} – стан ДА у попередній дискретний момент часу t_{i-1} ;

x_i – вхідне «слово» (ознака умови ходу процесу) в поточний дискретний момент часу t_i ;

z_i – стан ДА, в який його переводить x_i ;

y_i – вихідне слово ДА (команда) в момент часу t_i .

Множина внутрішніх станів $\{z\}$ ДА представляється комбінаціями станів бінарних елементів пам'яті («двоїчним» кодом); вибором функцій (φ, ψ) ДА мура та (Φ, Ψ) ДА Мілі стає можливим забезпечити перетворення інформації, відповідно до потрібних правил, за допомогою даних структур ДА.

Алгоритмічний синтез ПУ на ґрунті ДА підрозділяється на два етапи – абстрактний і структурний синтез.

Абстрактний синтез ПУ полягає в одержанні абстрактної моделі ДА – графа станів і переходів. Для цього схема алгоритму управління «відмічається» символами станів ДА, і потім аналізуються переходи ДА у суміжні стани при усіх можливих вхідних словах (логічних умовах). Кожне вхідне слово x_i реально відповідає можливій комбінації логічних змінних контролю «умов» –

$$\langle p_i(\overline{p_i}), i = \overline{1, m} \rangle, \quad (5.3)$$

де p_i – значення логічної змінної при «істинності» i -ої умови контролю хода процесу;

$\overline{p_i}$ – значення логічної змінної при «хибності» i -ої умови.

Кожне вихідне слово y_i відповідає єдиній з команд управління, яку видає ПУ об'єкту управління –

$$\langle A_j, j = \overline{1, n} \rangle. \quad (5.4)$$

Для ПУ типу ДА Мура, як то прямує із (У.1), кількість станів ДА дорівнює кількості різних команд управління, тому на графі ДА його вершинами будуть

$$z_0(ПО, КО); z_1(A_1); \dots; z_n(A_n), \quad (5.5)$$

де стан z_0 відповідає початку операцій (ПО) і кінцю операції (КО) процесу управління. Кожна дуга графу ДА повинна відповідати можливому операційному переходу в схемі алгоритму і мати «вагу» – логічний вираз умови переходу ДА у суміжний стан. Для ПУ типу ДА Мілі, як то прямує із (5.2), кількість станів ДА дорівнює кількості різних команд управління, тому на графі ДА його вершини з'єднуються дугами відповідно операційному переходу в схемі алгоритму і мають «вагу» – логічний вираз умови переходу ДА у суміжний стан та команду управління, яку видає ПУ при даному переході.

Структурний синтез ПУ полягає у побудові функціональної схеми ПУ і містить наступні кроки.

1) Вибір кількості і типу елементів пам'яті (ЕП).

Оскільки стани ДА надаються двоїчним кодом, то кількість ЕП для ДА Мілі і Мура при кількості їх станів m знаходиться по формулі –

$$N_{en} = E[\log_2 m]. \quad (5.6)$$

Звичайно в якості бінарних ЕП застосовуються тригери з установчими входами $R(1)$ та $S(0)$ і «прямим» $q(1)$ та «інверсним» $\bar{q}(0)$ виходами.

2) Складання логічних функцій управління ЕП.

Завчасно кожному стану ДА присвоюється його значення в двоїчно му кодї –

$$z_j = \langle q_n q_{n-1} \dots q_1 \rangle, \quad (5.7)$$

де кожне q приймає значення 1 або 0. Тоді у відповідності з першим рівнянням систем (5.1), (5.2) маємо –

$$\left. \begin{aligned} R_i &= \bigcup_{k=1}^m (\bar{q}_i)_{k-1} \cdot (q_i)_k \cdot (x_{k-1,k}), i = \overline{1, m} \\ S_i &= \bigcup_{k=1}^m (q_i)_{k-1} \cdot (\bar{q}_i)_k \cdot (x_{k-1,k})_i, i = \overline{1, m}. \end{aligned} \right\} \quad (5.8)$$

Тут m – кількість станів ДА;

$(k-1)$ – стан, з якого можливий перехід ДА у даний k -й стан;

$x_{k-1,k}$ – логічний вираз (слово) умови переходу;

$(\bar{q}, q)_{k-1}$ – наявні стани ЕП для $(k-1)$ -го стану ДА;

$(q, \bar{q})_k$ – потрібні стани ЕП для (k) -го стану ДА.

3) Складання логічних функцій вихідних команд.

У відповідності до другого рівняння систем (5.1), (5.2) маємо:

для ДА Мура –

$$y_j = \bigcap_{i=1}^m q_i^{nomp}(z_j), j = A1, A2, \dots, KO, \quad (5.9)$$

де q_i^{nomp} – потрібний стан i -го ЕП відповідно до коду стану z_j ,

для ДА Мілі –

$$y_j = \bigcap_{i=1}^m q_i^{nomp}(z_{j-1}) \cdot \Psi_{j-1,j}, j = A1, A2, \dots, KO. \quad (5.10)$$

4) Синтез функціональної схеми ПУ.

Блок ЕП є їх простою сукупністю; логічний перетворювач ПУ синтезується у вигляді сукупності комбінаційних схем – вузлів формування усіх сигналів S, R, Y .

На цьому алгоритмічний синтез ПУ закінчується і здійснюється апаратний (схемний) синтез ПУ.

Розглянемо приклади синтезу ПУ типу ДА.

Нехай процес управління виконавчим пристроєм при транзакції повідомлення завданий наступною граф-схемою алгоритму (рис.5.1). Побудувати ПУ типу ДА Мура. Користуючись основним функціональним

рівнянням ДА Мура (5.1), зробимо «відмітку» вершин функціональних операцій A (команд управління) граф-схеми алгоритму символами «станів» ($z_1 - z_5$); початкова (ПО) і кінцева (КОд) вершини відмічені єдиним символом z_0 . Виходи вершин логічних

операцій P відмічаємо відповідними значеннями «так» (p) і «ні» (\bar{p}).

Даній граф-схеми алгоритму управління відповідає наступна логічна схема алгоритму (з відмітками z станів процесу переходів) –

$$L = (ПО) p_1 \overset{1}{\uparrow} A_1 \overset{\alpha}{\omega} \overset{1}{\downarrow} A_2 p_2 \overset{2}{\uparrow} A_3 \overset{\beta}{\omega} \overset{2}{\downarrow} A_4 \overset{\gamma}{\omega} \overset{\alpha}{\downarrow} \overset{\beta}{\downarrow} A_5 \overset{\gamma}{\downarrow} (КО). \quad (5.11)$$

$z_0 \quad z_1 \quad z_2 \quad z_3 \quad z_4 \quad z_5 \quad z_0$

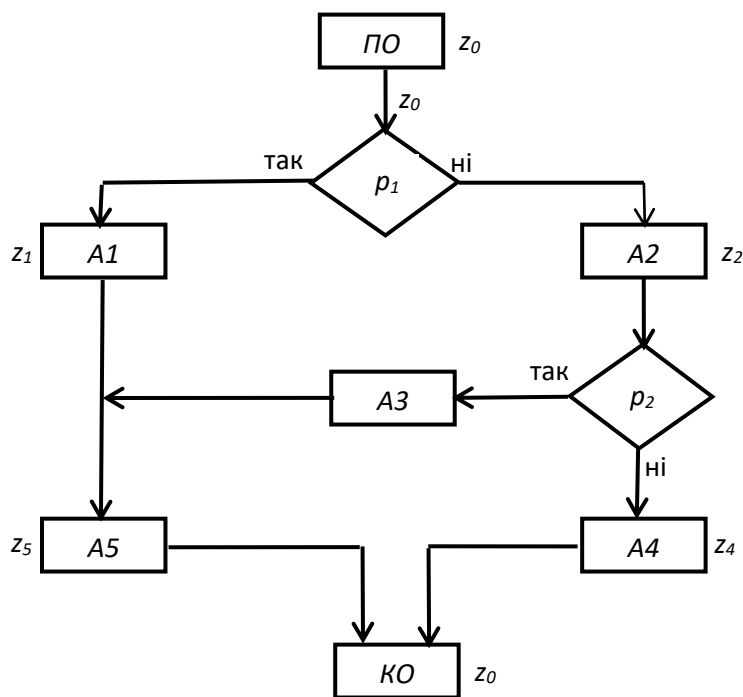


Рис.5.1. Граф-схема алгоритму управління

Тут ω – оператор безумовного переходу.

Обираємо кількість елементів пам'яті для надання двоїчним кодом усіх 6 станів ДА –

$$N_{en} = E[\log_2 6] = 3. \quad (5.12)$$

В якості елементів пам'яті обираємо RS -тригери. Кодуємо стани ДА двоїчними числами (старші розряди попереду), наприклад –

$$z = \langle Q_3 Q_2 Q_1 \rangle,$$

де кожне Q може приймати бінарне значення $q(1), \bar{q}(0)$. Таким чином –

$$\begin{aligned} z_0 &\rightarrow \langle \bar{q}_3 \bar{q}_2 \bar{q}_1 \rangle \\ z_1 &\rightarrow \langle \bar{q}_3 \bar{q}_2 q_1 \rangle \\ z_2 &\rightarrow \langle \bar{q}_3 q_2 \bar{q}_1 \rangle \\ z_3 &\rightarrow \langle \bar{q}_3 q_2 q_1 \rangle \\ z_4 &\rightarrow \langle q_3 \bar{q}_2 \bar{q}_1 \rangle \\ z_5 &\rightarrow \langle q_3 \bar{q}_2 q_1 \rangle \end{aligned} \quad (5.13)$$

і складаємо граф станів і переходів ДА Мура (рис. 5.2).

Складаємо логічні вирази для функцій управління пам'яттю (R – перевід ЕП у стан q , S – перевід ЕП у стан \bar{q}) й мінімізуємо їх за правилами булевої алгебри:

$$\left. \begin{aligned} R1 &= \bar{q}_3 \bar{q}_2 \bar{q}_1 p_1 \cup \bar{q}_3 \bar{q}_2 \bar{q}_1 p_1 = \bar{q}_3 \bar{q}_1 (\bar{q}_2 p_1 \cup q_2 p_2) \\ S1 &= q_3 \bar{q}_2 q_1 l \\ R2 &= q_3 \bar{q}_2 q_1 \bar{p}_1 \\ S2 &= q_3 \bar{q}_2 q_1 l \cup \bar{q}_3 q_2 \bar{q}_1 \bar{p}_2 = \bar{q}_3 q_2 (q_1 \cup \bar{q}_1 \bar{p}_2) = \bar{q}_3 q_2 (q_1 \cup \bar{p}_2) \\ R3 &= q_3 q_2 \bar{q}_1 \bar{p}_2 \cup \bar{q}_3 q_2 q_1 l = \bar{q}_3 q_2 (\bar{q}_1 \bar{p}_2 \cup q_1) = \bar{q}_3 q_2 (q_1 \cup \bar{p}_2) \\ S3 &= q_3 \bar{q}_2 q_1 l \cup q_3 \bar{q}_2 \bar{q}_1 = q_3 \bar{q}_2 (q_1 \cup \bar{q}_1) = q_3 \bar{q}_2. \end{aligned} \right\} \quad (5.14)$$

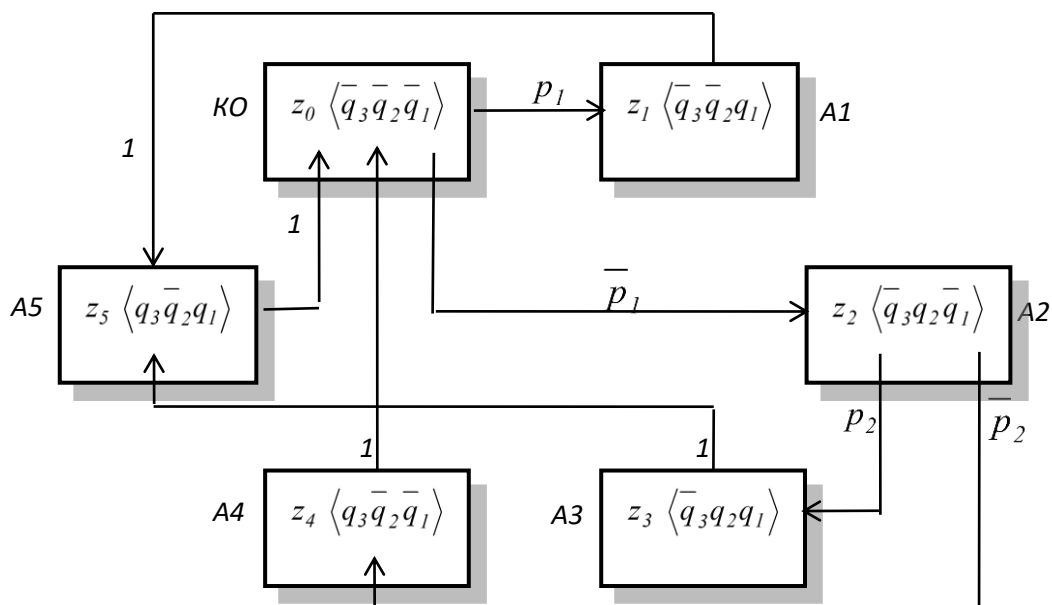


Рис.5.2. Граф станів і переходів ПУ типу ДА Мура

Складаємо логічні вирази для функцій вихідних команд:

$$\left. \begin{aligned}
 A1 &= \bar{q}_3 \bar{q}_2 q_1 \\
 A2 &= \bar{q}_3 q_2 q_1 \\
 A3 &= \bar{q}_3 q_2 \bar{q}_1 \\
 A4 &= q_3 \bar{q}_2 \bar{q}_1 \\
 A5 &= q_3 \bar{q}_2 q_1 \\
 KO &= \bar{q}_3 q_2 \bar{q}_1
 \end{aligned} \right\} (5.15)$$

Тепер можна побудувати функціональну схему ПУ (рис.5.3). Зовнішні сигнали – \bar{P} від програми-диспетчера ПУ верхнього рівня (як зняття сигналу «заборони» \bar{P}), сигнали контролю ($p_1, \bar{p}_1, p_2, \bar{p}_2$) – від об'єкту управління, команди управління ($A1-A5$) – на об'єкт управління, K – на об'єкт управління та ПУ вищого рівня, C – сигнали синхронізації. Штриховою лінією умовно показана магістраль внутрішніх зв'язків (мвз) ПУ, $\&$ – кон'юнктори, U – диз'юнктори, T – RS-тригери.

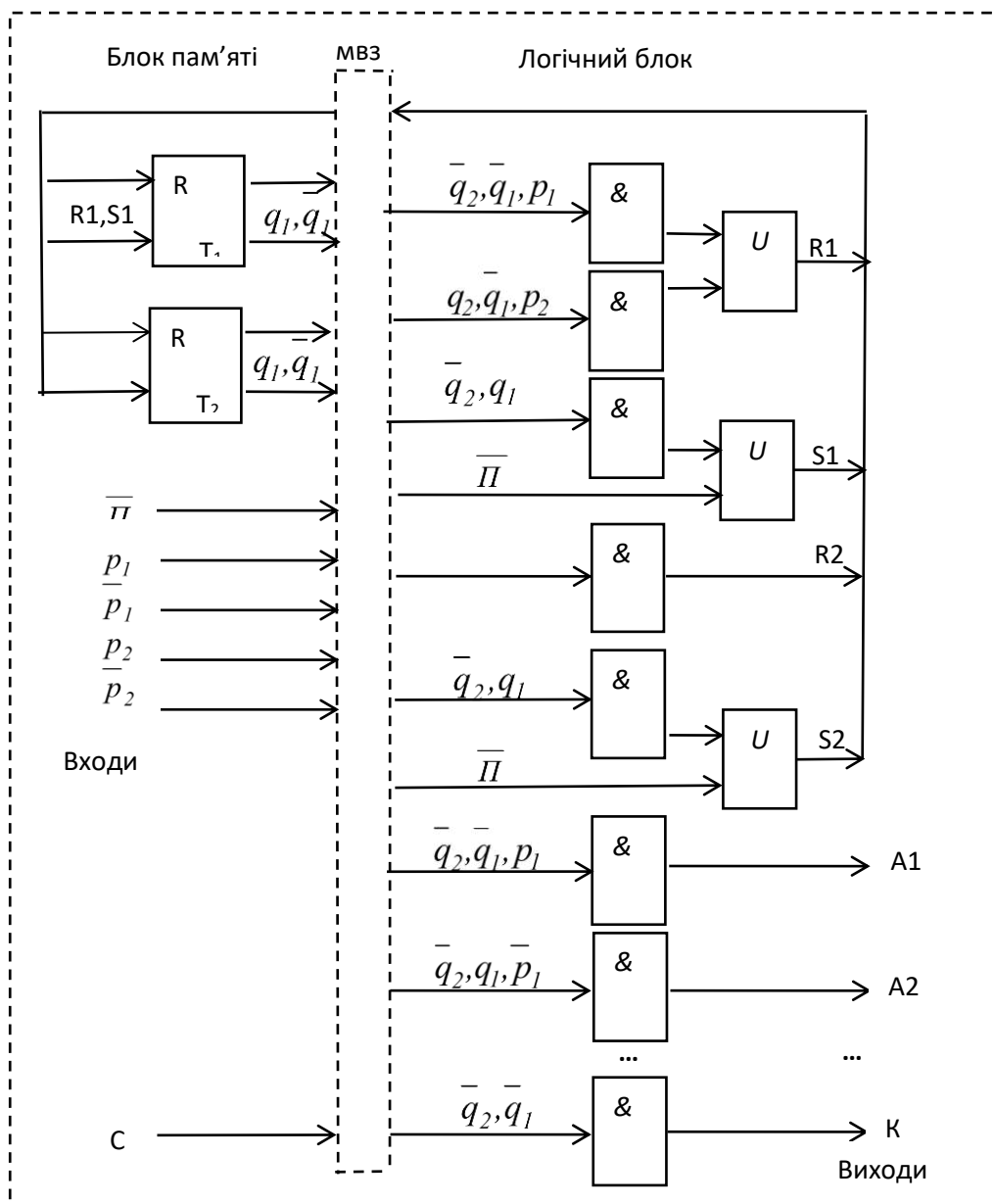


Рис. 5.3. Функціональна схема ПУ лінійним процесом .

ПУ с кодуванням станів (ДА Мура, Мілі) мають певні недоліки. Це: виникнення «перегонів» між елементами пам'яті, які одночасно змінюють свій стан в процесі переходів ДА, що призведе до «ланцюга» проміжних станів і видачі хибних команд управління;

неможливість прямого використання ПУ для управління складними процесами «мережевого» типу (тільки для реалізації окремої «лінійної» гілки складного процесу).

Усунення перегонів ЕП приведе до ускладнення ПУ введенням вузлів тактової синхронізації тощо. Тому розглянемо синтез класу ПУ без кодування станів ДА. Для цього представимо керований процес системою логічних функцій «готовності» (команд початку операцій Π) –

$$\Pi_k = \bigcup_{j=0}^{n-1} K_j \cdot F_{jk}, \quad k = \overline{1, n}, \quad (5.16)$$

де Π – «команда» виконавчому пристрою на даної початок операції;

K – «доповідь» виконавчого пристрою про кінець попередніх операцій;

F – логічна функція умов «передування» й «несумісності» операцій складного процесу. Оберемо кількість ЕП, яка дорівнює кількості команд управління n і поставимо у відповідність кожному функціональному оператору Π збуджений стан «свого» елемента пам'яті. Тоді, очевидно, функції вихідних команд тотожно дорівнюватимуть значенням вихідних сигналів ЕП –

$$\Pi_j \equiv q_j, \quad \overline{\Pi}_j \equiv \overline{q}_j, \quad j = \overline{1, n}. \quad (5.17)$$

Функції управління для кожного бінарного ЕП (RS -тригера) при цьому безпосередньо знаходяться із системи (5.17) –

$$\left. \begin{aligned} R_j &= \bigcup_{i=0}^{n-1} K_i F_{ij}, \quad j = \overline{1, n} \\ S_j &= \bigcup_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n L_k(F_{jk}), \quad j = \overline{1, n} \end{aligned} \right\}, \quad (5.18)$$

Причому логічна змінна L приймає значення –

$$L_k = \begin{cases} 1, & \text{якщо } F_{jk} \neq 0, \\ 0 & \text{– у протилежному випадку} \end{cases} \quad (5.19)$$

і відповідає початку наступної команди.

Синтез логічної частини даного ПУ полягає у побудові комбінаційних схем, що реалізують функції R, S, L . Відмітимо істотну простоту алгоритмічного синтезу ПУ без кодування станів в порівнянні з синтезом ДА Мура, Мілі. Якщо в якості ЕП застосовуються елементи без само-фіксації вхідних збуджень (на відзнаку від тригерів), то синтез вузлів управління пам'яттю полягає у реалізації функцій «включення» [315] –

$$Q_j = (R_j) \cup (q_j \overline{R_j}), \quad j = \overline{1, n}, \quad (5.20)$$

що забезпечує «блокування» ЕП по R -входу і розблокування по S -входу. Підставляючи (5.18) у (5.19), маємо –

$$Q_j = \left(\bigcup_{\substack{i=0 \\ i \neq j}}^{n-1} K_i F_{ij} \right) \cup q_j \left(\overline{\bigcup_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n L_k (F_{jk})} \right) = \left(\bigcup_{\substack{i=0 \\ i \neq j}}^{n-1} K_i F_{ij} \right) \cup q_j \left(\bigcap_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n \overline{L_k (F_{jk})} \right). \quad (5.21)$$

5.2. Синтез пристрою управління складним процесом мережевого типу

Найбільш простим рішенням при побудові ПУ для складного процесу «мережевого» типу може бути синтез «спеціалізованих» ПУ лінійними процесами для реалізації «гілок» складного процесу (між вузлами «мережі») та їх сполучення між собою в єдину систему – ПУ складним процесом. При цьому, однак, для спеціалізованих ПУ виникає необхідність у ПУ – диспетчері, який керує роботою спеціалізованих ПУ шляхом контролю логічних умов «вузлів» мережі щодо передування та несумісності операцій процесу. Крім того, ПУ з кодуванням мають структурну надлишковість щодо кількості ЕП та вузлів управління ними, як то витікає з (5.6) при округленні з надлишком [315].

Таким чином, в цілому автоматична СУ складним процесом стає неоптимальною по структурі і над коштовною. Особливістю складних процесів є те, що операції, які його складають, мають випадкову тривалість, і тому процес потребує асинхронного управління. Розглянемо синтез адаптивного (асинхронного) мультипрограмного ПУ для складного процесу мережевого типу.

Раніше було прояснено, що система логічних функцій «готовності» є також і формою надання алгоритму управління для процесів як лінійного, так і мережевого типу. Синтез асинхронного ПУ, що ґрунтується на представленні керованого процесу системою логічних функцій «готовності», складається з наступних кроків.

1) Визначення кількості ЕП, кожний з котрих фіксує «власну» змінну завершення відповідної операції в об'єкті управління (виконавчій частині СУ) – тобто кількість ЕП дорівнює кількості команд управління:

$$\langle K_j, j = \overline{1, n} \rangle; N_{en} = n. \quad (5.22)$$

В якості ЕП застосовуються бінарні елементи, наприклад, *RS*-тригери.

2) Визначення функцій управління пам'яттю; очевидно –

$$R_j \equiv K_j, S_j \equiv \overline{PO}, j = \overline{1, n}, \quad (5.23)$$

де *PO* – «зовнішня» пускова команда із вищого ПУ на початок процесу.

3) Визначення функцій вихідних команд управління A ; полягає у підстановці у вираз логічних функцій «готовності» до початку операції Π

$$\Pi_k = \bigcup_{j=0}^{n-1} K_j \cdot F_{jk}, \quad k = \overline{1, n}$$

замість кожної змінної завершення операції K її еквівалента – вихідного сигналу ЕП, який фіксує дану змінну –

$$\Pi_k = \bigcup_{j=0}^{n-1} q_j \cdot F_{jk}, \quad k = \overline{1, n}. \quad (5.24)$$

4) Синтез логічної частини ПУ, яка реалізує функції системи (5.24) це комбінаційні пристрої, виконані на логічних елементах «і», «чи», «ні».

В результаті виникає структура мультипрограмного ПУ (без кодування станів), що показана на рис.5.4.

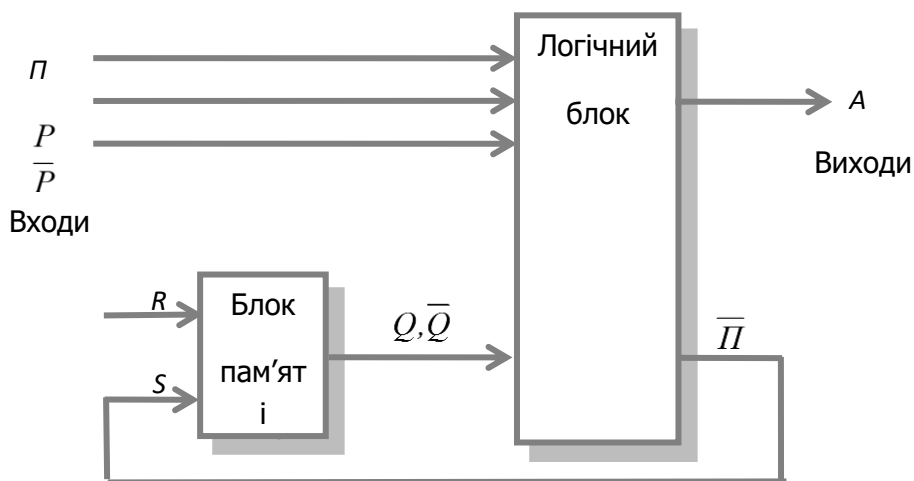


Рис.5.4. Структура ПУ складним процесом мережевого типу

Таким чином, синтез адаптивного мультипрограмного ПУ складними процесами дозволяє обійтися без ПУ диспетчеризації, відрізняється простотою ПУ та його малою вартістю. Схема обміну інформацією, що

прийнята, істотно впливає як на структуру ПУ, так і на структуру об'єкта управління.

Так, наприклад, для процесу з детермінованою тривалістю операцій не потрібно контролювати момент їх завершення (який відомий), тому відпадає необхідність у фіксації змінних завершення операцій, і вони виключаються із вхідної інформації, а із структури ПУ виключаються відповідні елементи пам'яті. При цьому сигнали «псевдо-завершення» формуються блоком програмованих затримок, що входить у склад ПУ.

Для «простих» об'єктів із ПУ видаються команди типу ДОЗВІЛ, котрі знімаються при виконанні відповідної операції в об'єкті. В цьому випадку для функцій (5.24) необхідно в кожній правій частині передбачити кон'юнктивний член \bar{q}_k , який приймає значення 0 при поступленні змінної завершення операції, по команді –

$$P_k = \left(\bigcup_{j=0}^{n-1} q_j \cdot F_{jk} \right) \bar{q}_k, \quad k = \overline{1, n}. \quad (5.25)$$

При цьому команда P_k «знімається» з входу ПУ. При управління «складним» комплексом об'єктів застосовуються пристрої зв'язку між ПУ і об'єктом; в цьому випадку в ПУ потрібні формувачі короткочасних сигналів команд, пристрої запам'ятовування вхідної інформації.

Розглянемо приклад синтезу мультипрограмного ПУ (процесора) для управління «складним» процесом (мережевого типу), завданням логіко-математичною моделлю-графом на рис. 5.5.

На графі дугами A завдані операції процесу, вершинами X завдані стани процесу, функції контролю умов в кожному стані F є логічними виразами, які містять логічні змінні завершення попередніх операцій K та змінні умов операційних переходів P .

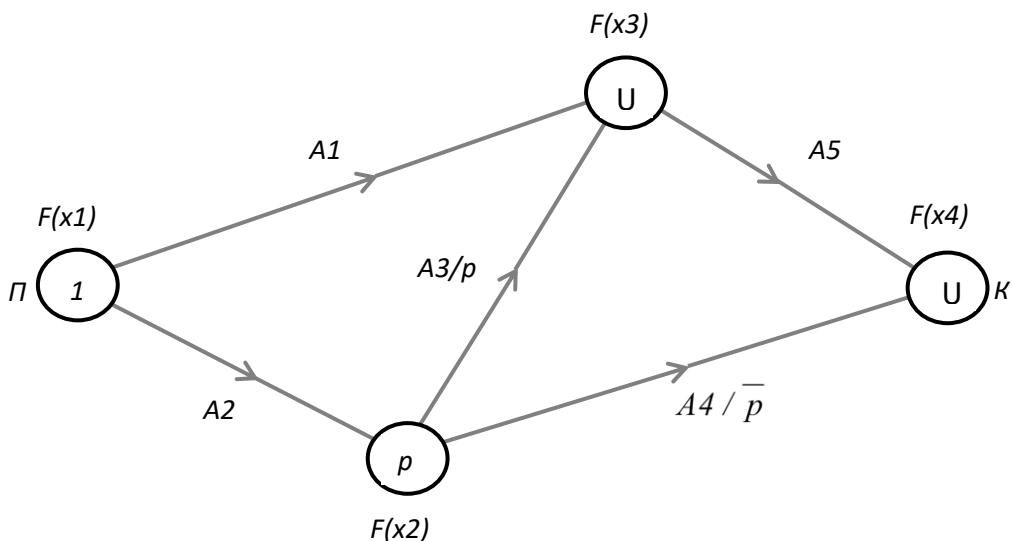


Рис.5.5. Граф логічної структури складного процесу

1) Складаємо функції «готовності» для команд управління початком наступних операцій (згідно графу процесу) –

$$\left. \begin{aligned}
 A1 &= F(x_1) = 1 \& \Pi \\
 A2 &= F(x_1) = 1 \& \Pi \\
 A3 &= F(x_2) = p \& K2 \\
 A4 &= F(x_2) = \bar{p} \& K2 \\
 A5 &= F(x_3) = K1 \cup K3 \\
 K &= F(x_4) = K4 \cup K5.
 \end{aligned} \right\} \quad (5.26)$$

2) Обчислюємо кількість елементів пам'яті для фіксації змінних закінчення операцій і процесу –

$$N_{en} = N(A) + 1(\Pi(K)5 + 1) = 6. \quad (5.27)$$

В якості ЕП обираємо RS-тригери.

3) Складаємо логічні вирази для функцій управління ЕП –

$$R_j \equiv K_j, S_j \equiv \bar{P}, j = \bar{1,5} . \quad (5.28)$$

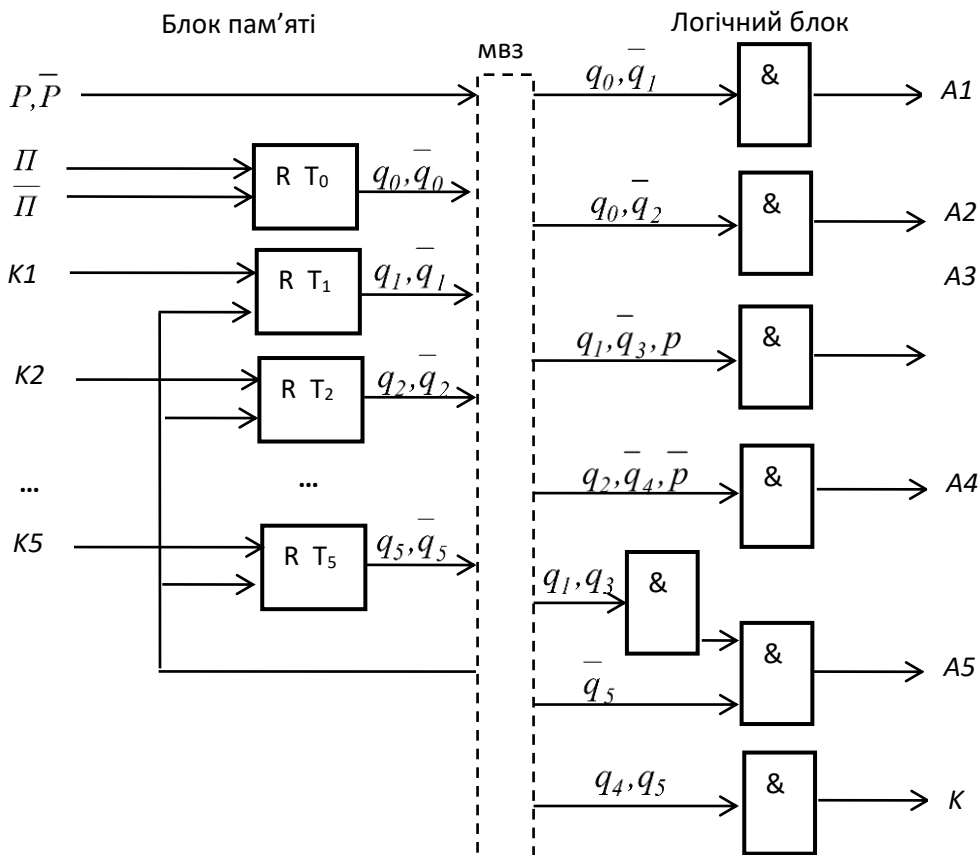


Рис.5.6. Функціональна схема ПУ мережовим процесом

Із системи (5.28), з урахуванням відповідності станів ЕП

$$K_j \rightarrow q_j, j = \bar{1,5}; K \rightarrow q_0 \quad (5.29)$$

маємо –

$$\left. \begin{aligned}
 A1 &= q_0 \& \bar{q}_1 \\
 A2 &= q_0 \& \bar{q}_2 \\
 A3 &= \bar{p} \& q_2 \& \bar{q}_3 \\
 A4 &= \bar{p} \& q_2 \& q_4 \\
 A5 &= (q_1 \cup q_3) \& \bar{q}_5 \\
 K &= (q_4 \cup q_5) \& \bar{q}_0
 \end{aligned} \right\} \quad (5.30)$$

Тут інверсні операнди \bar{q} потрібні для «зняття» вихідної команди A після завершення в об'єкті управління відповідної до неї функціональної операції процесу, тобто після приходу в ПУ логічної змінної завершення K . Функціональна схема мультипрограмного ПУ для складного процесу мережевого типу надана на рис.5.6.

Зрозуміло, що мультипрограмне ПУ придатне також без обмежень й для управління лінійними процесами, не потребує синхронізації та вільне від «перегонів», які виникають через кодування станів ДА. Стала структура ПУ дозволяє керувати процесами відповідної до структури ПУ процесами, тобто є спеціалізованим [315].

5.3. Синтез оптимальної інформаційної системи обробки транзакцій

Надамо постановку типової задачі функціонального синтезу оптимальної інформаційної системи обробки транзакцій вузла ІКС [315].

Нехай завданий процес транзакції повідомлення для «вузла» ІКС (абонента, вузла зв'язку), модель якого (Мережевий граф) наданий на рис.5.7.

Загальна припустима тривалість транзакції $T=2.0$ умовних одиниць часу. Потрібно знайти мінімум витрат на створення апаратури інформаційної системи даної ланки і оптимальний план їх розподілу між функціональними пристроями, що реалізують операції процесу транзакції.

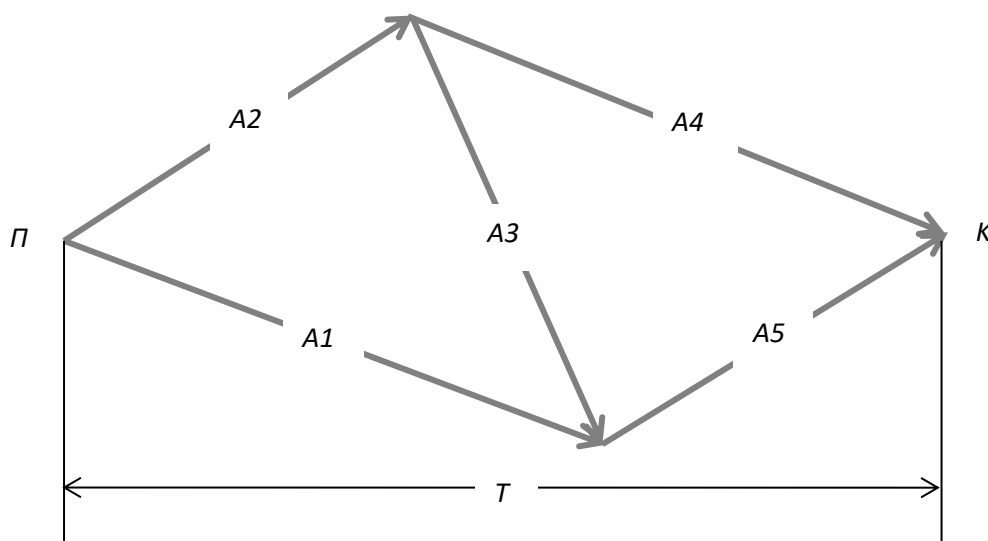


Рис.5.7. Мережевий граф процесу транзакції «вузла» ІКС

Відомий зміст і трудомісткість операцій транзакції (табл.5.1)

Таблиця 5.1

Код операцій	Зміст операцій	Трудомісткість операцій (ω)
<i>A1</i>	Прийом кодограми із ліній зв'язку, декодування вхідної кодограми	16
<i>A2</i>	Відображення і документування інформації вхідної кодограми	25
<i>A3</i>	Логічна обробка адресної, смислової та цифрової частин кодограми.	12

<i>A4</i>	Відображення і документування інформації вихідної кодограми	36
<i>A5</i>	Кодування і передача у лінію зв'язку вихідної кодограми	9

На графі Π – початковий стан процесу, K – кінцевий стан процесу.

Вважаємо, що кожен пристрій виконує відповідний функціональний пристрій системи, для якого відома нормативна продуктивність роботи. Кількість різнофункціональних пристроїв, таким чином, $n = 5$. Планом розподілу витрат вважається вектор –

$$X = \langle x_j, j = \overline{1, n} \rangle, \quad (5.31)$$

де x_j – витрати на створення j -го пристрою (функціонального блока) системи. Загальні витрати на систему ланки при даному плані X , очевидно, дорівнюватимуть сумі компонент плану –

$$CS(X) = \sum_{j=1}^n x_j. \quad (5.32)$$

Як відомо, виконаний об'єм операції A (кількість «обробленої» інформації) є певною функцією нормативною продуктивністю a кількості одиниць ресурсу x за час τ складе –

$$A = \int_0^{\tau} a(x, t) \times dt. \quad (5.33)$$

Вважається, що за «малий» час трансакції завданого об'єму кількість «ресурсу» x функціонального пристрою та його «групова» продуктивність практично не змінюються, тобто –

$$a(x, t) \approx a(1) \times x, \quad (5.34)$$

де $a(l)$ – нормативна продуктивність 1 розрахункової одиниці (ро) ресурсу. Тому остаточно одержимо залежність, що пов’язує перелічені показники процесу –

$$A = \int_0^{\tau} a(x, t) \times dt \approx \int_0^{\tau} a(l) \times x \times dt = a(l) \times x \times \tau. \quad (5.35)$$

Таким чином, трудомісткість операції дорівнює трудовитратам пристрою, що їс виконує, тобто –

$$\frac{A}{a(l)} = (x \times \tau) = \omega \text{ (од.ресурсу} \times \text{од.часу)}. \quad (5.36)$$

Це означає, що тривалість виконання завданого об’єму операції кожним пристроєм дорівнюватиме, як то прямує із (5.36)–

$$\tau_j = (\omega_j / x_j), j = \overline{1, n}. \quad (5.37)$$

При для множини планів X розподілу ресурсу (витрат) на функціональні пристрої системи (5.31) виникає обмеження на їх припустимість, як то прямує із рис.5.3 – тривалість кожного «шляху» (ланцюга дуг операцій між $П, К$) на мережевому графі повинна дорівнювати потрібній тривалості процесу:

$$\left. \begin{array}{l} \tau_1(x_1) \qquad \qquad \qquad + \tau_4(x_4) \qquad \qquad \qquad = T \\ \tau_1(x_1) \qquad \qquad + \tau_3(x_3) \qquad \qquad + \tau_5(x_5) = T \\ \tau_2(x_2) \qquad \qquad \qquad + \tau_5(x_5) \qquad \qquad = T \end{array} \right\} \quad (5.38)$$

Формально-змістова постановка основної (оберненої) задачі синтезу оптимальної інформаційної системи даної ланки ІМ – на множині планів розподілу витрат $\{X\}$ між функціональними пристроями системи на їх створення, кожний з котрих

$$X = \langle x_j, j = \overline{1, 5} \rangle \quad (5.39)$$

задовольняє систему обмежень (критерій придатності) –

$$\left. \begin{array}{rcl} \omega_1 / x_1 & & + \omega_4 / x_4 & = T \\ \omega_1 / x_1 & + \omega_3 / x_3 & + \omega_5 / x_5 & = T \\ & \omega_2 / x_2 & + \omega_4 / x_4 & = T \end{array} \right\} \quad (5.40)$$

знайти такий (оптимальний) план

$$X^o = \langle x_j^o, j = \overline{1,5} \rangle, \quad X^o \subset \{X\}, \quad (5.41)$$

який мінімізує витрати на створення функціональних пристроїв системи потрібної швидкодії (критерій оптимальності) –

$$CS(X^o) = \min_{\{X\}} CS(X) = \sum_{j=1}^5 x_j^o. \quad (5.42)$$

Через не лінійність (опуклість) залежності (5.37) система (5.40) є системою нелінійних рівнянь, цільова функція (5.42) – лінійна форма, тому в цілому дана задача належить до задач нелінійного опуклого програмування, яка вирішується методом невизначених множників Лагранжа (НМЛ). Оскільки система (5.40) містить 3 незалежних обмеження-рівняння, то кількість множників Лагранжа (кортеж вектору НМЛ) дорівнює ($m=3$) –

$$A = \langle \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \rangle. \quad (5.43)$$

Складаємо функцію Лагранжа –

$$\begin{aligned} \Phi(X, A) = CS(X) + \sum_{i=1}^m \lambda_i \times \left\{ T - \sum_{j=1}^n \tau_j^{(i)} \right\} = \sum_{i=1}^5 x_i + \lambda_1 \{ T - \omega_1 / x_1 - \omega_4 / x_4 \} + \\ + \lambda_2 \{ T - \omega_1 / x_1 - \omega_3 / x_3 - \omega_5 / x_5 \} + \lambda_3 \{ T - \omega_2 / x_2 - \omega_5 / x_5 \}. \end{aligned} \quad (5.44)$$

Запишемо аналітичні умови існування «сідлової» точки функції (5.44) –

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} &= 1 + (\lambda_1 + \lambda_2) \frac{16}{x_1^2} &= 0 \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_2} &= 1 + \lambda_3 \frac{25}{x_2^2} &= 0 \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_3} &= 1 + \lambda_2 \frac{12}{x_3^2} &= 0 \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_4} &= 1 + \lambda_1 \frac{36}{x_4^2} &= 0 \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_5} &= 1 + (\lambda_2 + \lambda_3) \frac{9}{x_5^2} &= 0 \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_1} &= 2 - \frac{16}{x_1} - \frac{36}{x_4} &= 0 \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_2} &= 2 - \frac{16}{x_2} - \frac{12}{x_3} - \frac{9}{x_5} &= 0 \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_3} &= 2 - \frac{25}{x_2} - \frac{9}{x_5} &= 0.
 \end{aligned} \right\} \quad (5.45)$$

Дана система алгебраїчних рівнянь є трансцендентною, тому знайдемо її рішення (X^o, λ^o) ітераційним методом спрямованого пошуку. Метод полягає у наступному.

Оскільки (X^o, λ^o) є координати сідлової точки у $(n+m)$ -мірному просторі, то «направляючим» обираємо вектор –

$$V = \left\langle -\frac{\partial \Phi}{\partial x_j}, j = \overline{1, n}; \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_i}, i = \overline{1, m} \right\rangle = \langle V_a, V_g \rangle. \quad (5.46)$$

Компоненти кортежу вектору зі знаком «мінус» завдають напрямок антиградієнту V_a функції Лагранжа по змінним X , а компоненти зі знаком

«плюс» – напрямок градієнту V_g функції Лагранжа по змінним λ .

В околі «стаціонарної» (сідлової) точки (X^o, λ^o) , де функція Φ а ні зростає, а ні зменшується, тобто похідні дорівнюють нулю, модуль направляючого вектору V

$$\text{mod } V(X, A) = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x_j}\right)^2 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_i}\right)^2} \quad (5.47)$$

тому буде теж близьким до нуля, що і є ознакою оптимальності точки-рішення.

Алгоритм ітераційного методу наступний.

1) Обирається початкова (ітерація $k=0$) представницька точка поточного рішення (з міркувань її можливих по фізичному змісту значень її координат) –

$$(X, A)_k. \quad (5.48)$$

Але вибір точки «начального наближення» не є тривіальною процедурою і повинен бути суворо обґрунтованим, інакше рішення задачі взагалі не буде знайдено (ітераційна процедура буде «розбіжною»).

Починаємо з опорного плану розподілу ресурсу. Наприклад, для «надлишкових» сумарних витрат $c(k)=125$ (од.вартості) при їх рівномірному розподілу «опорним» планом є вектор –

$$X_k \langle x_j = c(k)/n, j = \overline{1, n} \rangle = \langle 25, 25, 25, 25, 25 \rangle. \quad (5.49)$$

По фізичному змісту функції Лагранжа Φ кожний невизначений множник λ є «чутливістю» цільової функції до рівня відповідного обмеження і має розмірність (од.вартості/од часу) –

$$\lambda_i = \frac{dC_i}{dT_i}, i = \overline{1, m}. \quad (5.50)$$

Достатньо коректним для процесу в цілому буде припущення про те, що згідно (5.37), справедливе приблизне співвідношення для витрат ресурсу, трудомісткості операцій та тривалості процесу –

$$C = \Omega / T. \quad (5.51)$$

Оскільки тепер (5.50) є

$$\lambda = \frac{dC}{dT} = -\frac{\Omega}{T^2} = -\frac{98}{2^2} \approx -24, \quad (5.52)$$

то для «паралельних» шляхів процесу, тривалість котрих однакова і дорівнює $T=2$ (од. часу), початкові значення множників Лагранжа, згідно (5.52) будуть мати наступні значення:

$$A_k = \left\langle \lambda_i \approx -\frac{\Omega_i}{T^2}, i = \overline{1, m} \right\rangle = \langle -24, -24, -24 \rangle. \quad (5.53)$$

Зрозуміло, що дане опорне рішення не є оптимальним, і його ще треба знайти.

2) Призначається достатньо «мале» (близьке до нуля) потрібне значення модуля вектору eps і вводиться критерій належності поточної «представницької» точки (X, A) до околиці «сідлової» точки –

$$\text{чи } \{ \text{mod} V(X, A) \leq eps \} ? \quad (5.54)$$

3) Обирається також значення «кроку» зміни координат представницької точки $\Delta x, \Delta \lambda$ при переході в нову представницьку точку.

4) Починається ітерація ($k := k+1$) покращення опорного (початкового) рішення.

Обчислюється кортеж направляючого вектору в поточній представницькій точці $(X, A)_k$ по формулах відповідно –

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} &= 1 + (\lambda_1 + \lambda_2) \frac{16}{x_1^2} \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_2} &= 1 + \lambda_3 \frac{25}{x_2^2} \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_3} &= 1 + \lambda_2 \frac{12}{x_3^2} \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_4} &= 1 + \lambda_1 \frac{36}{x_4^2} \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial x_5} &= 1 + (\lambda_2 + \lambda_3) \frac{9}{x_5^2} \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_1} &= 2 - \frac{16}{x_1} - \frac{36}{x_4} \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_2} &= 2 - \frac{16}{x_1} - \frac{12}{x_3} - \frac{9}{x_5} \\
 \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_3} &= 2 - \frac{25}{x_2} - \frac{9}{x_5}
 \end{aligned} \right\} \quad (5.55)$$

5) Обчислюється значення модуля направляючого вектору –

$$\text{mod } V(X, A) = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x_j} \right)^2 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_i} \right)^2}.$$

б) Перевіряється умова критерію належності поточної «представницької» точки (X, A) до околиці «сідлової» точки –

$$\text{чи } \{ \text{mod } V(X, A) \leq \text{eps} \} ?$$

Якщо «так» (умова виконується), то оптимальне рішення знайдене і процедура закінчується.

Якщо «ні» (умова не виконується), потрібна наступна ітерація покращення поточного рішення.

7) Робиться «крок» в напрямку направляючого вектору уточненням координат представницької точки-рішення, а саме –

$$\left. \begin{aligned} (x_j)_k &:= (x_j)_{k-1} - \Delta x \cdot \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x_j} \right)_{k-1}, j = \overline{1, n}; \\ (\lambda_i)_k &:= (\lambda_i)_{k-1} - \Delta \lambda \cdot \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_i} \right)_{k-1}, i = \overline{1, m}. \end{aligned} \right\} \quad (5.56)$$

8) Повторюється ітераційна процедура (перехід на п.4 алгоритму).

Оптимальне рішення – координати представницької точки після k -ї останньої ітерації $(X, \Lambda)_k$. Екстремальне значення цільової функції – сума компонент вектору X_k .

Згідно даному алгоритму виконаємо ітераційну процедуру пошуку оптимального рішення даного контрольного прикладу.

Задаємося значеннями (для $k=0$) –

$$eps = 0.317 \text{ (} eps^2 = 0.1 \text{)}; \Delta x = 10; \Delta \lambda = 10.$$

Починаємо ітерацію пошуку оптимального рішення [315].

1 ітерація

1) Номер поточної ітерації $k := k+1 = 0+1 = 1$.

Для представницької точки початкового наближення, завданої векторами (5.49), (5.54) обчислюємо компоненти направляючого вектору по системі формул (5.55); маємо –

$$\left. \begin{aligned} \left\langle \frac{\partial \Phi}{\partial x_j}, j = \overline{1, 5} \right\rangle_{k=1} &= \langle -0.229, 0.040, 0.539, -0.382, 0.309 \rangle \\ \left\langle \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_i}, j = \overline{1, 3} \right\rangle_{k=1} &= \langle -0.08, 0.52, 0.64 \rangle. \end{aligned} \right\}$$

2) Обчислюємо значення квадрату модуля направляючого вектору по формулі (5.47) –

$$(\text{mod } V)^2 = 1.22.$$

3) Перевіряємо виконання умови критерію досягнення околиць сідлової точки – оскільки нерівність $(1.22 \leq 0.1)$ не виконується, продовжуємо ітераційну процедуру. Переходимо в нову представницьку точку, обчислюючи її координати по формулах (5.23); маємо –

$$\left. \begin{aligned} X_{k=1} &= \langle 22.71, 25.40, 30.39, 21.18, 21.91 \rangle \\ A_{k=1} &= \langle -24.8, -19.8, -30.4 \rangle. \end{aligned} \right\}$$

4) Продовжуємо ітераційну процедуру аналогічним чином, переходячи до п.1 алгоритму.

Після 5 ітерацій маємо:

координати представницької точки –

$$\left. \begin{aligned} X_{k=5} &= \langle 18, 24, 15, 27, 16 \rangle \\ A_{k=5} &= \langle -16, -20, -21 \rangle. \end{aligned} \right\};$$

компоненти направляючого вектору –

$$\left. \begin{aligned} \left\langle \frac{\partial \Phi}{\partial x_j}, j = \overline{1,5} \right\rangle_{k=5} &= \langle -0.003, -0.139, -0.067, -0.037, 0.028 \rangle \\ \left\langle \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda_i}, j = \overline{1,3} \right\rangle_{k=5} &= \langle 0.082, 0.004, 0.001 \rangle. \end{aligned} \right\}$$

квадрат його модуля –

$$(\text{mod } V)^2 = 0.033.$$

Оскільки умова критерію оптимальності рішення $(0.033 \leq 0.1)$ виконується, то ітераційна процедура закінчується.

Оптимальне рішення задачі :

план розподілу витрат (од. вартості) на функціональні пристрої системи –

$$X^o = X_{k=5} = \left\{ \begin{aligned} x_1^o &= 18 \\ x_2^o &= 24 \\ x_3^o &= 15 \\ x_4^o &= 27 \\ x_5^o &= 16; \end{aligned} \right.$$

мінімальні сумарні витрати (од. вартості) на створення системи –

$$C(X^o) = \sum_{j=1}^5 x_j^o = 100.$$

Дана система буде мати швидкодію (тривалість процесу) $T=2$ од. часу.

Відмітимо, що вартість системи для «евристичного» (суб-оптимального) початкового плану була $c=125$ (од. вартості), тобто на 25% вище вартості системи для знайденого «оптимального» плану розподілу витрат на її створення.

Висновки по розділу 5

1. Предстало задачі функціонального синтезу оптимальної інформаційної системи обробки транзакцій вузла ІКС при загальній припустимій тривалості транзакції $T=2.0$ умовних одиниць часу. Було знайдено рішення про мінімум витрат на створення апаратури інформаційної системи даної ланки і оптимальний план їх розподілу між функціональними пристроями, що реалізують операції процесу транзакції системи потрібної швидкодії (критерій оптимальності). Застосовано ітераційний метод спрямованого пошуку. Приведений алгоритм ітераційного методу згідно якому виконано ітераційну процедуру пошуку оптимального рішення контрольного прикладу.

2. Визначено що вартість системи для «евристичного» (суб-оптимального) початкового плану є $c=125$ (од. вартості), тобто на 25% вище вартості системи для знайденого «оптимального» плану розподілу витрат на її створення.

6. ПОБУДОВА ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ

6.1. Концепція побудови центрів обробки даних

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Реалізація концепції розвитку ІТ інфраструктури за рахунок побудови Центрів обробки даних Корпорації показана на рис. 6.1 і рис. 6.2.

Такий підхід дозволяє проаналізувати існуючу ІТ-інфраструктуру Корпорації, та визначити шляхи побудови нової на базі протестованої, еталонної архітектури MSA [272].

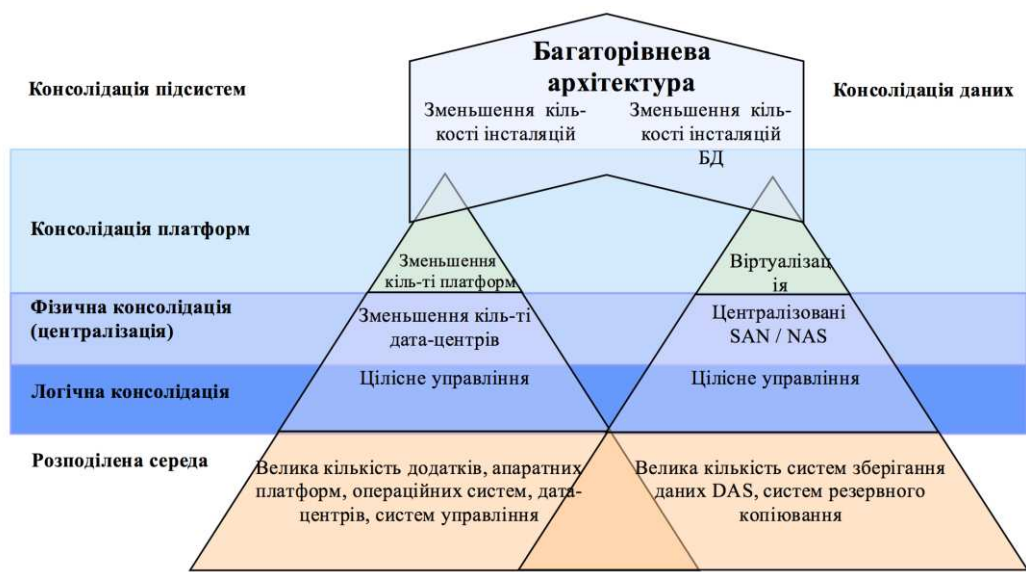


Рис. 6.1 Концепція розвитку ІТ інфраструктури Корпорації

Окремо розглядається розвиток типової системної архітектури ІТ-інфраструктури (ТСАІТІ) (рис. 6.3) для корпорації на основі застосування передових методологій і концепцій провідних виробників апаратного і програмного забезпечення (HP, SUN, EMC, CISCO, Microsoft, ORACLE, Veritas) [118].

При цьому створюється система компонентів, що описують: загальні підходи побудови системної архітектури; ІТ-сервіси - технологічні системи, які вирішують завдання корпорації; логічну модель ІТ-інфраструктури корпорації [115,118,319].

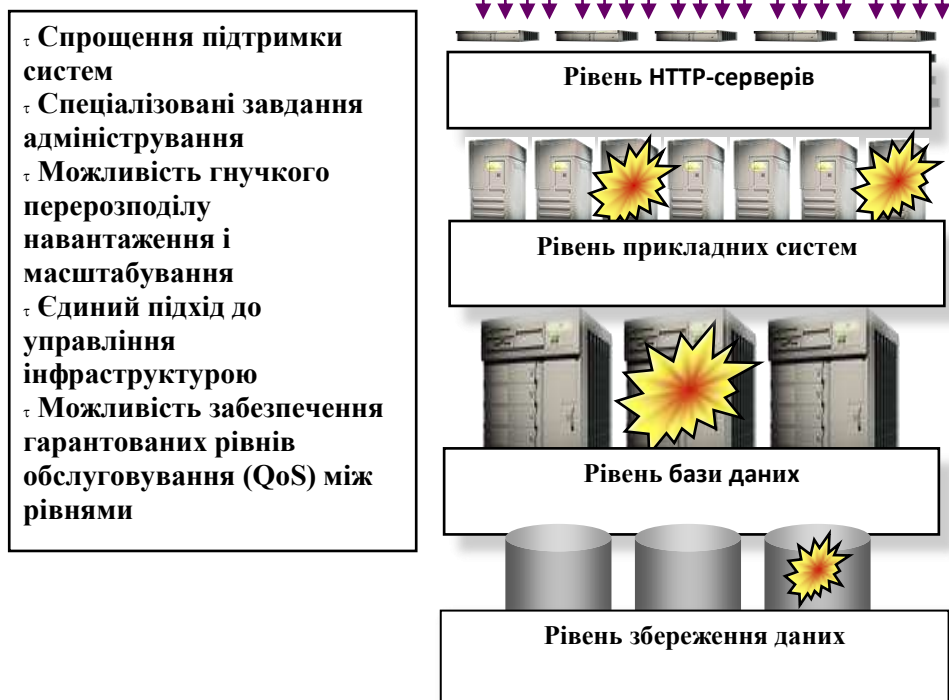


Рис. 6.2 Перспективна багаторівнева IT інфраструктура Корпорації

Такий підхід є основою для детальної розробки інформаційної технології кожного IT-сервісу.

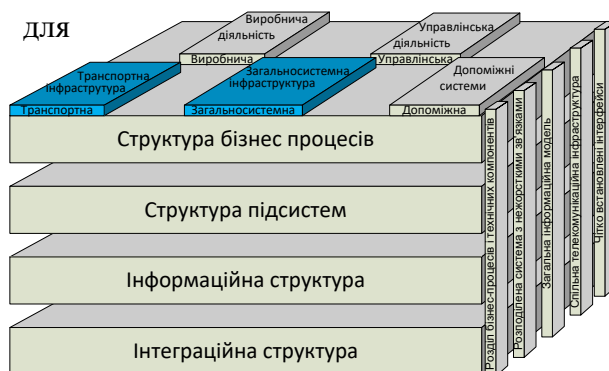
ОСНОВНА ЧАСТИНА

У випадку переходу в Центри обробки даних (ЦОД) і використання «хмарових технологій», основним

елементом успішної побудови сучасної IT-інфраструктури є платформа загальносистемного забезпечення U. Ця платформа призначена для більш раціональної реалізації усіх систем автоматизації діяльності підприємства та виробництва мережевих послуг шляхом:

$$U = S \cap St \cap M \cap In, \text{ де}$$

S - Спрощення.



St - Стандартизація.

M - Модульність.

It - Інтеграція.

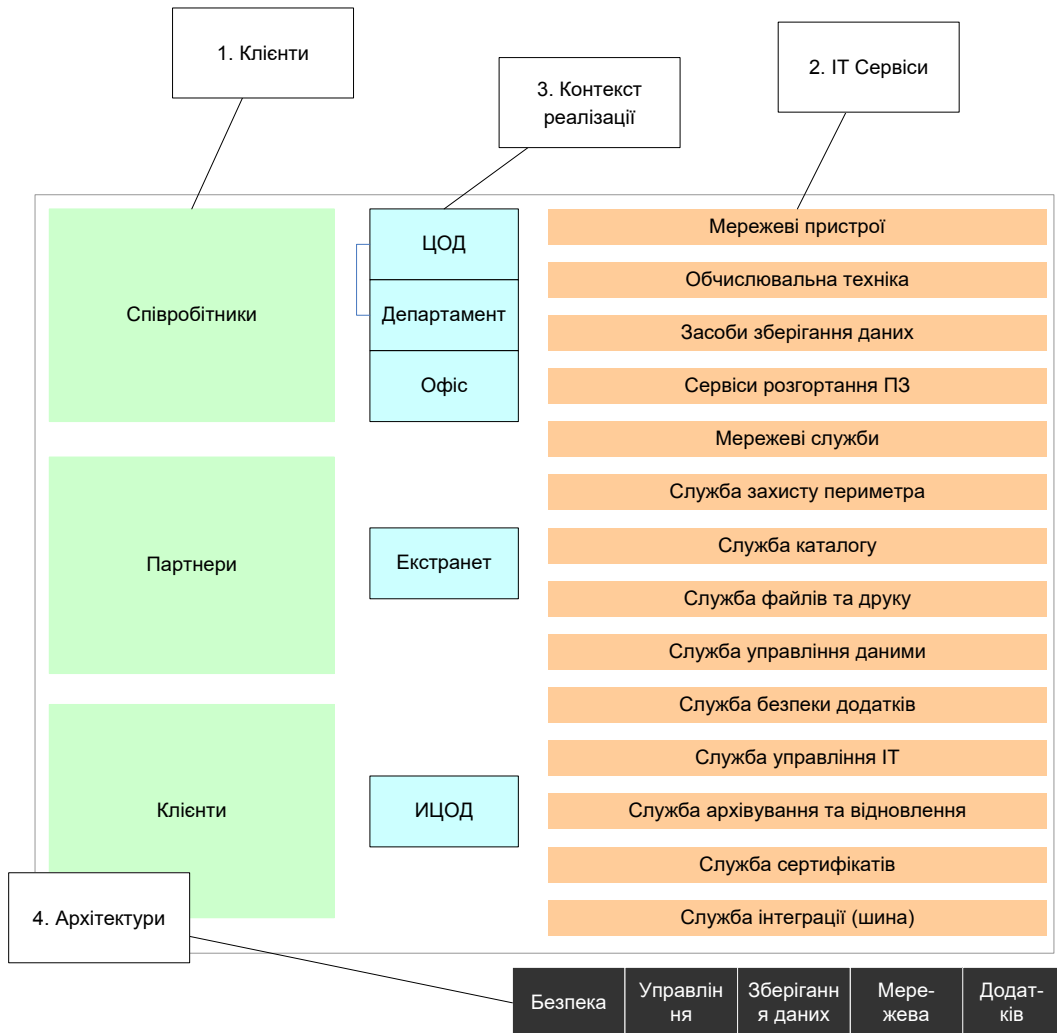


Рис. 6.3 Типова системна архітектура ІТ-інфраструктури

Спрощення (S)

Спрощені програмні застосування і системи легше адаптувати, використовувати, об'єднувати, управляти ними та їх модифікувати. Один із способів вирішення цього завдання - консолідація ресурсів. При цьому ми досягаємо простоти управління та зменшення кількості серверів, також

скорочується час, необхідний на створення резервних копій і відновлення інформації, і, як наслідок, час простою.

Стандартизація (*St*)

Стандарти збільшують вигоду від спрощення і можуть застосовуватися для різних процесів, процедур, технологій та програм. Стандартизація ІТ-інфраструктури досягається наступним чином:

St₁ - використанням промислово стандартизованих інтерфейсів, платформ і методів розробки програмного забезпечення.

St₂ - узгодженням загальних процесів і політик для управління змінами.

St₃ - синхронізація ІТ програм з поточними потребами бізнес-процесів, для яких вони призначені.

St₄ - підтримкою і сумісністю з існуючими підсистемами, технологіями та компонентами.

St₅ - розробкою загальних вимог до системи управління, безпеки, контролю версій, конфігурацій, ємностей і іншим.

Модульність (*M*)

Побудова системи за принципом модульності дозволяє змінювати один з її компонентів, виключаючи при цьому вплив на інші.

Модульність досягається одним із способів:

M₁ - групування системи за ознакою цільових завдань.

M₂ - побудова систем таким чином, щоб вони могли поєднуватися або роз'єднуватися практично в реальному часі.

M₃ - можливість зміни будь-якої групи, конфігурації або компоненти виключаючи вплив на інші елементи системи.

M₄ - доступність аутсорсінгу для максимальної кількості процесів.

Інтеграція (*It*)

Інтеграція завдяки однорідному середовищу полегшує внесення змін, управління і модифікацію.

Вищевказані принципи - спрощення, стандартизація, модульність, інтеграція - закладені і реалізовані в типовій системній архітектурі оператора телекомунікацій, який надає мультисервісні послуги.

Модель Центру обробки даних телекомунікаційного оператора складається з чотирьох компонентів:

Ss - ІТ Сервіси.

K - Клієнти.

Sc - Сценарії.

A - Архітектури.

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

У зв'язку з вищевикладеним, можемо сформулювати наступний сценарій побудови ЦОД: архітектури ($A_i, i=1,2, \dots, 5$) ІТ-інфраструктури визначають набір сервісів ($Ss_j, j=1,2, \dots, 5$). ІТ сервіси надаються трьома групами клієнтів ($K_n, n=1,2,3$). ІТ сервіси та клієнти пов'язані з сценаріями реалізації ($Sc_m, m=1,2, \dots, 5$). Інтеграцію ІТ сервісів визначає відповідна архітектура A_i [118].

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ

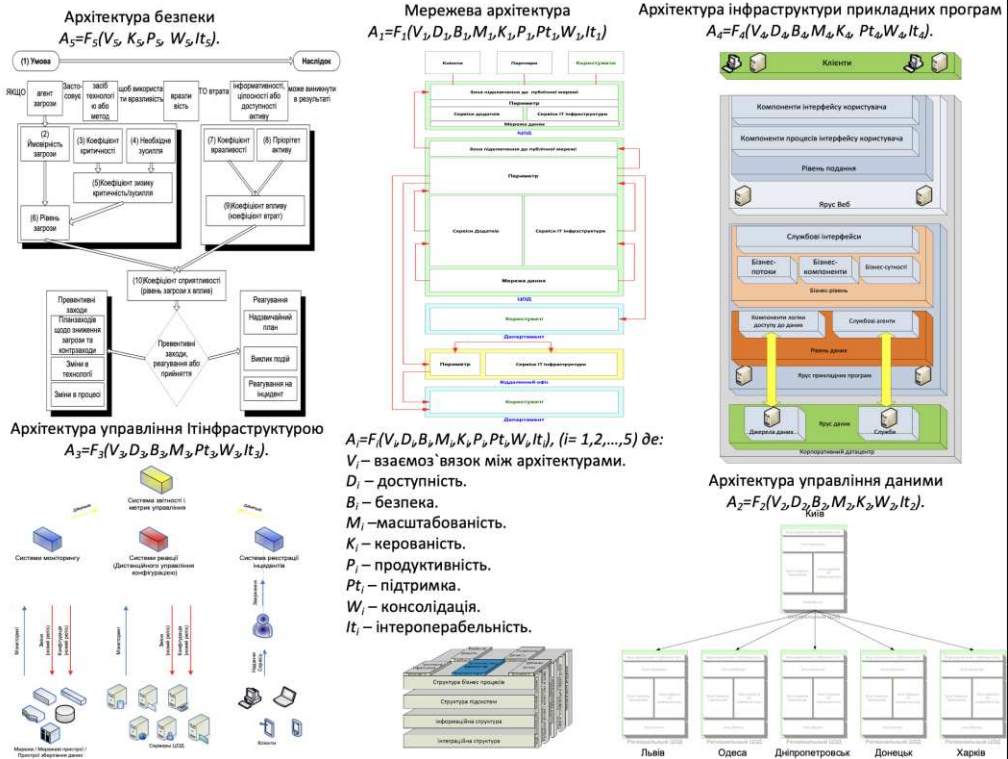


Рис. 6.4 Концепція побудови ЦОД

ІТ Сервісів це комплекс робіт, спрямований на підтримання в технічно справному стані таких елементів:

$$Ss = F(Ss_1, Ss_2, Ss_3, Ss_4, Ss_5), \text{ де}$$

- Ss_1 – мережеві;
- Ss_2 - управління даними;
- Ss_3 - управління ІТ-інфраструктурою;
- Ss_4 - інфраструктури додатків;
- Ss_5 - безпеки.

Мережеві сервіси Ss_1 складаються з:

$$Ss_1 = F(Sls_{11}, Sls_{12}), \text{ де}$$

Sls_{11} - інформаційні технології служби мережевих пристроїв;

Sls_{12} - інформаційні технології мережевої служби (DNS, DHCP, WINS).

Сервіси управління даними складаються з:

$Ss_2 = F(Sls_{21}, Sls_{22}, Sls_{23}), de$

Sls_{21} - інформаційні технології служби пристроїв зберігання даних (DAS, NAS, SAN);

Sls_{22} - інформаційні технології служби управління даними (SQL Server™, Oracle);

Sls_{23} - інформаційні технології служби архівування та відновлення (Програмно-апаратні засоби архівування, процеси відновлення).

Сервіси управління ІТ-інфраструктурою складаються з:

$Ss_3 = F(Sls_{31}, Sls_{32}, Sls_{33}, Sls_{34}), de$

Sls_{31} - інформаційних технологій служби автоматичного розгортання ПЗ;

Sls_{32} - інформаційних технологій служби управління ІТ;

Sls_{33} - інформаційних технологій служби файлів і друку (DFS, на мережевих ресурсах, FRS, EFS, WebDAV);

Sls_{34} - інформаційних технологій служби масового друку.

Сервіси інфраструктури додатків складаються з:

$Ss_4 = F(Sls_{41}, Sls_{42}, Sls_{43}), de$

Sls_{41} - інформаційних технологій служби каталогів (Active Directory);

Sls_{42} - інформаційних технологій онлайнових служб бізнес-застосувань (ERP, CRM, Exchange, SharePoint, Lync, послуги управління контентом);

Sls_{43} - інформаційних технологій служби інтеграції (BizTalk, MSMQ).

Сервіси безпеки складаються з:

$Ss_5 = F(Sls_{51}, Sls_{52})$, де

Sls_{51} - інформаційних технологій служби захисту периметрів (PE периметра і внутрішні, проксі/кеш сервіси);

Sls_{52} - інформаційних технологій служби управління сертифікатами (PKI).

Служби бізнес-застосувань Sls_{42} деталізуються і в наступному розбиваються на службу електронної пошти, службу термінального доступу, службу управління комплексом забезпечення УКЗ системи, службу CRM системи і т.д.

Всі клієнти K Корпорації діляться на три основні групи [118]. При необхідності, клієнти діляться всередині кожної категорії окремо:

$K = F(K_1, K_2, K_3)$, де

K_1 - Співробітники.

K_2 - Партнери та партнерські організації.

K_3 - Зовнішні споживачі.

Сценарії реалізації Sc :

$Sc = F(Sc_1, Sc_2, Sc_3, Sc_4, Sc_5)$, де

Sc_1 - Центр обробки даних (ЦОД).

Sc_2 - Департамент.

Sc_3 - Віддалений офіс (центр телекомунікацій, цех і т.д.).

Sc_4 - Екстранет.

Sc_5 - Інтернет Центр Обробки Даних.

Архітектури A (рис. 4.4):

$A = F(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5)$, де

A_1 - Безпеки.

A_2 - Управління.

A_3 - Зберігання даних.

A_4 - Програмних застосувань.

A_5 - Мережева.

6.2 Метод оптимізації процесу забезпечення визначеними категоріями клієнтів сервісів ЦОД

Архітектури визначають фундаментальні принципи побудови ІТ сервісів і їх взаємозв'язок. Також, на базі архітектури формуються вимоги до створення ІТ сервісів.

Прийmemo наступний принцип побудови ІТ-інфраструктури: ТСАІТІ визначає набір сервісів. ІТ сервіси надаються трьома групами клієнтів. ІТ сервіси та клієнти пов'язані 5 сценаріями реалізації. Інтеграцію ІТ сервісів визначають 5 архітектур (Рис. 6.3).

В якості ІТ Сервісів ми розуміємо інформаційні технології, спрямовані на підтримання в технічно справному стані таких елементів: мережні пристрої, обчислювальна техніка, пристрої зберігання даних, служби автоматичного розгортання ПЗ, мережеві служби, служби захисту периметра, служби каталогу, служби файлів і друку, служби управління даними, служби бізнес-додатків, служби управління ІТ, служби архівування та відновлення, служби управління сертифікатами, служби інтеграції.

Всі клієнти Корпорації діляться на три основні групи: співробітники, партнери та клієнти. При необхідності, клієнти діляться всередині кожної категорії окремо.

Сценарії реалізації: центр обробки даних (ЦОД), департамент, віддалений офіс (центр телекомунікацій, цех і т.п.), екстранет, Інтернет ЦОД.

Архітектури: безпеки, управління, зберігання даних, програмних додатків, мережева.

Архітектури визначають фундаментальні принципи побудови ІТ сервісів і їх взаємозв'язок. Також, на базі архітектури формуються вимоги до створення ІТ сервісів.

Вирішити цю задачу можна за допомогою теорії графів. Легко бачити (рис. 6.4), що вищезазначений граф G складається з 4 блоків:

Перший блок, який характеризує клієнта, це вершини v_{11}, \dots, v_{1n_1} загальною кількістю n_1 (рис. 4.4, $n_1 = 3$), орієнтовані ребра з початком у вершинах блоку v_{1i} ($i = 1, \dots, n_1$) і з кінцем в деяких вершинах блоку v_{2j} ($j = 1, \dots, n_2$), причому ребер не більше, ніж $n_1 * n_2$.

Другий блок, який характеризує сценарій реалізації, це вершини v_{21}, \dots, v_{2n_2} загальною кількістю n_2 ($n_2=5$), орієнтовані ребра з початком в одній з вершин блоку v_{2j} ($j = 1, \dots, n_2$), кінцем – в кожній з вершин блоку v_{3k} ($k = 1, \dots, n_3$), такі ребра побудовані для кожної з вершин блоку v_{2j} , тобто кількість орієнтованих ребер для цього блоку = $n_2 * n_3$.

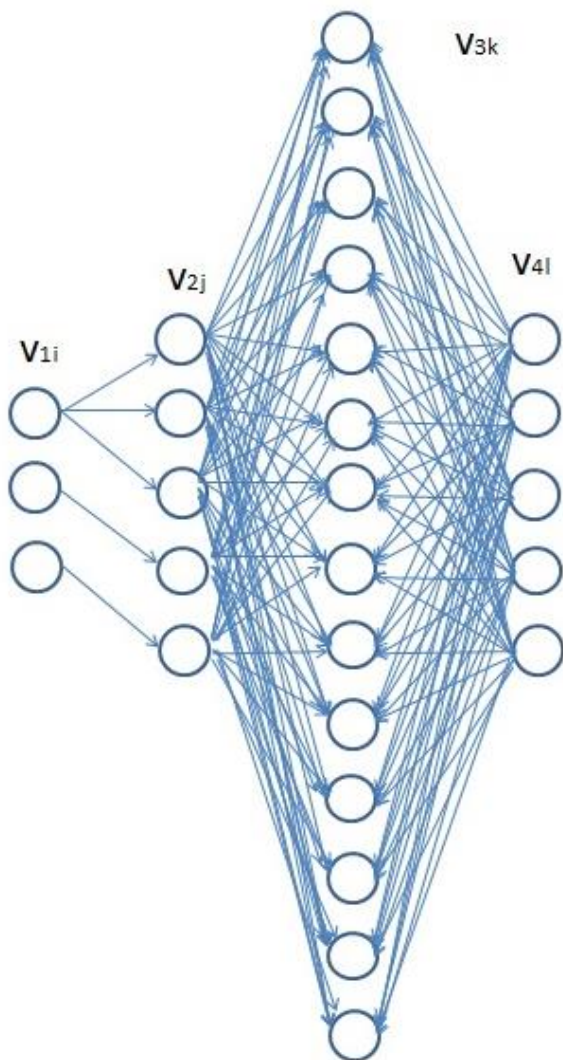


Рис. 6.5 Граф TSAIT

Третій блок, який характеризує сервіси, це вершини v_{31}, \dots, v_{3n_3} загальною кількістю n_3 ($n_3=14$).

Четвертий блок, який характеризує архітектури, це вершини v_{41}, \dots, v_{4n_4} загальною кількістю n_4 ($n_4=5$), орієнтовані ребра з початком в одній з вершин блоку v_{4l} ($l=1, \dots, n_4$), кінцем – в кожній з вершин блоку v_{3k} ($k=1, \dots, n_3$), такі ребра побудовані для кожної з вершин блоку n_4 , тобто кількість орієнтованих ребер для цього блоку = $n_4 * n_3$

Побудуємо матрицю суміжності орієнтованого графу G (табл. 6.1 а):

	v_{11}	...	v_{1n_1}	v_{21}	...	v_{2n_2}	v_{31}	...	v_{3n_3}	v_{41}	...	v_{4n_4}
v_{11}	0	0	0	1	...	1	0	0	0	0	0	0
...	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0
v_{1n_1}	0	0	0	1	...	1	0	0	0	0	0	0
v_{21}	0	...	0	0	...	0	1	1	1	0	0	0
...	...	...	...	...	...	...	1	1	1	...	...	...
v_{2n_2}	0	...	0	0	...	0	1	1	1	0	...	0
v_{31}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_{3n_3}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_{41}	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
...	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
v_{4n_4}	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

Тобто матриця суміжності для графу G складається з таких блоків (табл. 6.1 б):

$$\begin{pmatrix} 0 & V12 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & V23 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & V43 & 0 \end{pmatrix}.$$

де $V12$ – деяка бінарна матриця розмірності $n_1 * n_2$, $V23$ - та $V43$ – матриці одиниць (всі елементи яких =1). Розмірність матриці $V23$ - $n_2 * n_3$, матриці $V43$ - $n_4 * n_3$.

Побудуємо матрицю інцидентності орієнтованого графу G (табл. 6.1 в):

	e_{11}	...	$e_{1n_1 \times n_2}$	e_{21}	...	$e_{2n_2 \times n_3}$	e_{41}	...	$e_{4n_4 \times n_3}$
v_{11}	1	0	0	0	...	0	0	0	0
...	0	0	0	...	...	...	0	0	0
v_{1n_1}	0	0	1	0	...	0	0	0	0
v_{21}	-1	...	0	1	1	1	0	0	0
...	...	...	...	1	1	1	...	...	...
v_{2n_2}	0	...	-1	1	1	1	0	...	0
v_{31}	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
...	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
v_{3n_3}	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
v_{41}	0	0	0	0	0	0	1	1	1
...	0	0	0	0	0	0	1	1	1
v_{4n_4}	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Кількість рядків матриці інцидентності = $n_1 + n_2 + n_3 + n_4$

Кількість стовпців – не більша, ніж $n_1 * n_2 + n_2 * n_3 + n_4 * n_3$

Тобто матриця інцидентності для графу G складається з таких блоків (табл. 6.1 г):

$$\begin{pmatrix} E11 & 0 & 0 \\ E21 & E22 & 0 \\ 0 & E32 & E33 \\ 0 & 0 & E43 \end{pmatrix}.$$

де $E11$ – деяка бінарна матриця максимальної розмірності $n_1 * (n_1 \times n_2)$, $E21$ - матриця максимальної розмірності $n_2 * (n_1 \times n_2)$, елементи якої або -1, або 0 (елементи матриць $E11$ та $E21$ залежать від існування дуг у першому

блоці) , E_{22} та E_{43} – матриці одиниць розмірності $n_2 * (n_2 \times n_3)$ та $n_4 * (n_4 \times n_3)$ відповідно, матриці E_{32} та E_{33} – матриці розмірностей $n_3 * (n_2 \times n_3)$ та $n_4 * (n_3 \times n_4)$ відповідно, всі елементи яких = -1.

6.3. Архітектури ЦОД

До складу типового ЦОД входять, як апаратні і програмні засоби, так і спеціалісти технологи, які забезпечують надання повного спектру ІТ послуг. Апаратні і програмні компоненти мають бути інтегрованими. Будь-який апаратний компонент має багато потенційно допустимих конфігурацій, але використання лише деяких із них дасть змогу створити інтегровану повнофункціональну систему. Визначення оптимальних конфігурацій, а також подальша їх реалізація та підтримка – це коштовний процес.

Процес визначення архітектур вимагає прийняття рішень високого рівня, помилка в яких дуже сильно впливає на вартість проекту. Тому, даний параграф присвячений обґрунтуванню архітектур ЦОД: мережевої, управління даними, управління ІТ-інфраструктурою, інфраструктури додатків (прикладних програм), безпеки [107-109,112,155,157].

Для розгляду архітектур A_i пропонується використовувати функцію:

$A_i = F_i(V_i, D_i, B_i, M_i, K_i, P_i, Pt_i, W_i, It_i)$, ($i = 1, 2, \dots, 5$) де:

V_i – взаємозв'язок між архітектурами.

D_i – доступність. Доступність – досягається шляхом усунення будь-якої залежності між службами і окремими компонентами архітектури чи шляхом впровадження функціональної спеціалізації або утворення надлишку ресурсу. Таким чином, перебої можуть бути локалізовані завдяки використанню дублюючих пристроїв, декількох каналів зв'язку та спеціальних технологій, зокрема кластеризації.

B_i – безпека. Керування ризиками шляхом адекватного захисту мереж та систем, що забезпечують конфіденційність, захист особистої інформації та її цілісність.

M_i –масштабованість. Масштабування – це здатність системи реагувати на зростання навантаження, не знижуючи рівень продуктивності.

K_i – керованість. Керування та операції – це поняття тісно пов'язане з інфраструктурою, технологією та процесами, що потрібні для реалізації усіх елементів архітектури, їх конфігурування, керування ними, моніторингу їх роботи та підтримання їх у працездатному стані.

P_i – продуктивність. Співвідношення між кількістю наданих послуг і використаних для цього факторів виробництва. Продуктивність завжди визначається співвідношенням змін в кількості факторів виробництва і змін в кількості виданої продукції з використанням відносних показників.

Pt_i – підтримка. Можливість оновлення рішень з більшими можливостями та забезпечення їх підтримки та сервісного обслуговування.

W_i – консолідація. Необхідність впровадження інтегрованого рішення, яке відповідатиме потребам клієнтів.

It_i – інтероперабельність. Необхідність забезпечення взаємодії елементів архітектури між собою та з іншими компонентами інфраструктури.

6.3.1. Вибір оптимальної мережевої архітектури

$$A_I = F_I(V_I, D_I, B_I, M_I, K_I, P_I, Pt_I, W_I, It_I)$$

Взаємозв'язки між архітектурами V_I

Призначення архітектури мережі — забезпечувати надійний, масштабований та доступний зв'язок з мережею на фізичному й логічному рівнях відповідно до вимог підприємства. Щоб гарантувати прикладним програмам належний рівень мережної служби, архітектура мережі має проектуватися з урахуванням архітектури системи безпеки, яка встановлює певні вимоги на фізичному (пристрої) та логічному рівнях (конфігурації) [320,321].

У деяких випадках архітектура мережі може залежати від архітектури системи керування. Наприклад, якщо система керування вимагає виділення окремої мережі для передачі даних для керування.

При проектуванні архітектури мережі слід забезпечити наступні вимоги:

Доступність D_I

Необхідний рівень доступності мережі визначається вимогами прикладних програм, які нею користуються. Неможливо та навіть економічно не вигідно забезпечувати 100-відсотковий рівень доступності мережі. Краще визначити рівень доступності кожного пристрою мережі, спираючись при цьому на вимоги прикладних програм, які він має обслуговувати.

Зазвичай надлишковість, за допомогою якої підтримується високий рівень доступності мережі, досягається за рахунок використання таких елементів:

D_{I1} - надлишкові компоненти. Самі пристрої можна розробляти так, щоб досягти надлишковості завдяки дублюванню їх внутрішніх компонентів.

D_{I2} - кластеризація «активний-активний» або «активний-пасивний». Коли застосовуються механізми кластеризації, в архітектурі можна запровадити по два мережних пристрої кожного типу для підтримки високого рівня доступності мережі.

D_{I3} - пристрої або сервера «гарячого» резерву. У мережі можна запровадити надлишкові маршрутизатори, комутатори та брандмауери. Таким чином, у мережі не буде жодного пристрою, який зможе спричинити

глобальний перебіг. Коли перебіг станеться в роботі брандмауеру, вручну буде введений в дію резервний брандмауер. Якщо перестане працювати комутатор (а він використовується спільно з групою мережних адаптерів, як описується нижче), інший комутатор візьме на себе повне навантаження, доки перший не буде відремонтовано або замінено.

D₁₄ - групи мережних адаптерів на хостах. За допомогою групи мережних адаптерів на одному хості створюють два мережних порти. Кожен порт фізично зв'язаний з окремим комутатором, а комутатори застосовують протокол резервного копіювання (протокол залежить від обладнання постачальника, яке використовується). Окрім того, драйвер мережного адаптера хоста забезпечує керування портами, як одним логічним пристроєм. Коли один порт мережного адаптера виходить з ладу, хост продовжує підтримувати зв'язок через функціонуючий порт, а якщо припиняє працювати комутатор, усі хости продовжують обмінюватися даними через мережний адаптер, з'єднаний з функціонуючим комутатором.

Визначаючи вимоги до архітектури мережі, важливо проаналізувати всі пристрої, розташовані між клієнтом і необхідною йому прикладною програмою. Всі пристрої між двома кінцевими точками повинні мати такий же рівень доступності, як і програмне забезпечення. Інакше не можна вважати, що рівень доступності прикладної програми буде належним. Проте, якщо зважити середній час безвідмовної роботи кожного пристрою в каналі зв'язку, може з'ясуватися, що відповідних рівнів доступності можна досягти навіть без надлишковості деяких пристроїв.

Обчислюючи необхідні рівні доступності в організації в цілому, потрібно для кожного компонента провести аналіз прогнозованого часу простоїв, пов'язаних із технічним обслуговуванням, а також аналіз середнього часу безвідмовної роботи. Це необхідно для визначення того, які механізми досягнення високого рівня доступності можна застосовувати (якщо такі знайдуться) в мережі. Важливо також переконатися, що вимоги до доступності, які містяться у прийнятих угодах про рівень сервісу, можна виконати.

Безпека *V₁*

Як зазначалося в попередньому розділі, при проектуванні мережі треба брати до уваги вимоги до безпеки і продуктивності. Працівники організації, котрі відповідають за безпеку, повинні визначити зони безпеки, яких слід дотримуватися при проектуванні мережі.

V₁₁ - множинна адресація (**Multihoming**)

Сервери підприємства можуть оснащатися кількома мережними адаптерами. Це робиться, зокрема, для того, щоб відділити потоки даних, які йдуть до інтернет-клієнтів, від внутрішніх потоків даних, а також для підтримки відповідного рівня продуктивності (два потоки даних можуть переважити один мережний адаптер, а два адаптери добре з ними упораються) або захисту. Множинна адресація серверів передбачає застосування на одному сервері кількох мережних адаптерів або кількох IP-адресів (в останньому випадку сервер може мати один або кілька адаптерів). У цьому параграфі розглядатиметься тільки застосування кількох мережних адаптерів (що, в свою чергу, передбачає використання багатьох IP-адрес).

В₁₂ - використання множинної адресації з метою захисту

Розглянемо переваги та недоліки множинної адресації порівняно з одиночною адресацією.

Варіант 1. Множинна адресація

Переваги

- **Краща продуктивність.** Множинна адресація дає змогу розділити потоки даних, зокрема, відокремити потоки даних управління (що генеруються, наприклад, функціями резервного копіювання або відновлення та віддаленого адміністрування) від мережного адаптера, що застосовується для зв'язку з Інтернетом.
- **Безпека на рівні окремих сегментів.** Множинна адресація надає можливість зв'язувати кожний інтерфейс із окремим сегментом мережі та здійснювати фільтрування на кожному інтерфейсі портів TCP/IP.

Недоліки

- **Підвищена складність.** Множинна адресація ускладнює проект мережі, тому що вона потребує додаткових кабелів, інтерфейсів, а також входів і портів для маршрутизації, які треба конфігурувати та підтримувати.
- **Додаткові витрати.** Множинна адресація збільшує витрати на обладнання, оскільки для неї необхідні додаткові мережні адаптери, кабелі та порти комутаторів.

Варіант 2. Одиночна адресація

Переваги

- **Менша вартість.** Одиночна адресація обходиться дешевше, ніж множинна, оскільки для неї потрібно менше мережних адаптерів, портів комутаторів та кабелів.
- **Простіший процес керування.** Керувати одиночною адресацією легше, ніж множиною, оскільки для неї потрібно менше мережних адаптерів, маршрутних входів, портів перемикання та проводів.

Недоліки

Одинична адресація не надає таких гнучких можливостей, як множинна, оскільки адміністратор мережі не може ізолювати потоки даних на тому чи іншому мережному адаптері для досягнення відповідного рівня продуктивності або захисту.

***V₁₃* - обмеження безпеки**

Оскільки обладнання мережі контролює передачу інформації в межах організації та до Інтернету, воно має підтримувати функції, призначені для впровадження обмежень безпеки. Пристрої, що складають мережу, повинні надавати такі можливості:

- щонайменше автентифікацію та перевірку паролю користувача для віддалених адміністраторів;
- в оптимальному варіанті - шифрування даних, що передаються з метою адміністрування та моніторингу.

***V₁₄* - списки контролю доступу**

Списки контролю доступу (Access Control List — ACL) можна застосовувати для хостів або сегментів мережі. Застосування їх до мережних пристроїв дозволяє контролювати, які дані можуть передаватися до певних локальних та віртуальних локальних мереж.

***V₁₅* - облікові записи служб**

Коли для забезпечення функціональності мережі використовуються сервери, всі облікові записи служб (service accounts) мають бути локальними, а не доменними. Імена та паролі в облікових записах повинні відповідати рекомендаціям про присвоєння паролів, визначеним політикою безпеки організації.

***V₁₆* - мережна автентифікація**

Автентифікація в мережі проводиться з метою перевірки того, що користувачі, які намагаються підключитися до мережі, є саме тими, за кого себе видають. Ця функція зазвичай використовується в мережах, де:

- важко контролювати фізичний доступ до точок мережі;
- клієнти отримують віддалений доступ за допомогою служб віддаленого доступу (наприклад, у віртуальних приватних мережах);
- застосовується безпровідний зв'язок.

Для автентифікації застосовують такі засоби, як смарт-карти, біометричні данні, протокол IPSec і сервер Internet Authentication Server (IAS), а у випадку безпровідного зв'язку — автентифікацію 802.іх. Додаткова інформація про ці засоби і технології міститься на веб-сайтах.

***V₁₇* - шифрування даних у мережі**

Шифрування потоків даних у мережі забезпечує захист проти зловмисного перехоплення та декодування даних. До традиційних методів шифрування належать стандарти DES (Data Encryption Standard) та 3DES, що входять до пакету IPSec, а також стандарт MPPE (Microsoft Point-to-Point Encryption — доточкове шифрування Microsoft) для протоколу PPTP (Point-to-point Tunneling Protocol — протокол тунелювання типу точка-точка).

Масштабованість M_1

При реалізації мережі потрібно застосовувати інтелектуальні мережні пристрої, щоб адміністратори мережі могли її масштабувати в разі зростання вимог до пропускну здатності ЦОД та мережі. Складні мережні пристрої можуть виконувати інтелектуальну маршрутизацію та фільтрування пакетів, завдяки чому здійснюється ефективне переміщення пакетів, часто майже зі швидкістю мережі (wire speed). Мережні пристрої та сервери мають бути здатними підтримувати швидкості роботи портів від 10 Мбіт/с до 100 Гбіт/с, як визначається вимогами до пропускну здатності середовища. Для збільшення кількості портів для підключення пристроїв і серверів, що додаватимуться до середовища, можна застосовувати модульні комутатори.

Керованість K_1

Важливість питань, пов'язаних з керованістю, привела до посилення і поглиблення зв'язків між бізнес-потребами та мережними операціями.

До основних завдань керування мережею належать:

- поліпшення якості служб;
- зниження вартості володіння;
- зниження загрози безпеці.

Для керування середовищем організації потрібні добре побудовані, гнучкі процеси, спрямовані на вирішення бізнес-завдань. Керування середовищем передбачає адміністрування, вирішення проблем та превентивну розробку інфраструктури з метою скорочення до мінімуму кількості проблем. Керування також передбачає визначення угод про рівень сервісу та перевірку дотримання належної якості служб.

K_{11} - служби керування мережею

Основними засобами, які використовують служби керування, є інструменти керування серверами, що дають можливість визначати продуктивність роботи мережі, збирати дані про події, складати звіти та поширювати повідомлення в мережі.

Є багато різних продуктів, призначених для виконання цих функцій. Щоб забезпечити централізоване спостереження та контроль за діяльністю служб, потрібно інтегрувати інструменти керування мережею та серверами зі

службами моніторингу й попередження, запровадженими в системі керування.

***K₁₂*- системне адміністрування**

Необхідно забезпечити можливість віддаленого та безпечного керування через мережу кожним мережним пристроєм і сервером. Запроваджені в організації політики безпеки можуть передбачати лише локальне адміністрування. Проте взагалі рекомендується передбачити можливість безпечного віддаленого адміністрування.

Керування мережею має бути безпечним. Захист консолей керування передбачає фізичний захист пристроїв, застосування складних і довгих паролів та захист мережних маршрутів, що застосовуються для керування. Вирішити проблему безпечного керування допомагають такі технології, як RADIUS або Secure Shell (SSH). Інші заходи з вирішення цієї проблеми передбачають запровадження шифрованих сеансів та застосування ізольованої мережі для керування. Ізольоване керування може передбачати фізичне виділення інтерфейсів для керування пристроями з усіх інших загальних маршрутизованих потоків даних у мережі та обмеження керівних потоків даних між хостами мережі. Якщо для керування застосовуються загальні мережні маршрути, наполегливо рекомендуємо вдаватися до шифрування керівних потоків даних.

Варіанти керування різняться залежно від пристроїв, обраних організацією. На певному етапі проектування треба прийняти рішення про те, чи потрібно проводити стандартизацію за якимось із протоколів керування. Зазвичай мережні пристрої підтримують такі протоколи керування:

- Telnet;
- Secure Shell (SSH);
- HTTP (Hypertext Transfer Protocol — протокол передачі гіпертексту) або HTTPS (Secure Hypertext Transfer Protocol — протокол захищеної передачі гіпертексту);
- FTP (File Transfer Protocol — протокол передачі файлів) або TFTP (Trivial File Transfer Protocol — найпростіший протокол передачі файлів);
- Syslog - стандарт відправки та реєстрації повідомлень про події, що відбуваються в системі;
- SNMP (Simple Network Management Protocol — простий протокол керування мережею).

***K₁₃*- інтегровані або виділені мережі керування**

Як зазначалося, проектування мережі передбачає також розробку політик безпеки організації. Часто механізм контролю за доступом діє між

Інтернетом та внутрішніми користувачами. На рівні 3 та нижче він, як правило, реалізується у вигляді брандмауера з фільтрами портів TCP та/або UDP. Хоча такий підхід і дає можливість досягти вищих рівнів безпеки, тому що забезпечує контроль за проходженням потоків даних у мережі, він часто спричиняє проблеми, коли потрібно виконати типові завдання з керування, наприклад віддалене адміністрування, резервне копіювання або відновлення. Багато організацій створюють окремі, або виділені, мережі для керування, що обслуговують операції, пов'язані із керуванням. Проте задля безпеки для такої мережі теж необхідні засоби контролю.

Розглянемо переваги та недоліки виділених та інтегрованих мереж керування.

Варіант 1. Виділена мережа керування

Окрема, або виділена, мережа керування має такі переваги та недоліки.

Переваги

У виділеній мережі керування чітко визначені межі керування. Це досягається завдяки використанню виділених інтерфейсів і мереж для виділення потоків даних, необхідних для керування.

Недоліки

- **Витрати на керування.** Сама по собі мережа керування перетворюється на додаткову мережу, якою треба керувати.
- **Загроза безпеці.** Залежно від своєї конфігурації виділена мережа керування може обходити брандмауери та інші засоби контролю й призвести до утворення ризику.

Варіант 2. Інтегрована мережа керування

Застосування мережі керування, для якої використовується те саме обладнання, що й для мережі підприємства, має такі переваги та недоліки.

Переваги

В інтегрованій мережі керування процес керування є простішим, оскільки в ній менше мереж, портів та таблиць маршрутизації, якими треба керувати.

Недоліки

- **Потенційне перенавантаження мережі.** При виконанні деяких функцій, пов'язаних з керуванням, у мережі можуть генеруватися значні потоки даних. Якщо ці потоки передаватимуться локальною мережею, через яку клієнти отримують доступ до серверів, можуть виникнути затримки з виконанням запитів клієнтів.

- **Додаткові ускладнення в разі виникнення перебоїв.** Якщо основна мережа вийде з ладу, то складно виконати маршрутизацію даних, необхідних для діагностики та усунення проблеми.

***P₁* - Продуктивність**

Для того щоб спроектувати мережу з найвищою можливою продуктивністю, потрібно врахувати такі показники:

***P₁₁* - швидкість роботи пристроїв.** Швидкість роботи пристрою залежно від його функції (як швидко він може виконувати маршрутизацію або фільтрування пакетів).

***P₁₂* - швидкість мережі.** Швидкість мережних інтерфейсів та пристроїв зв'язку або серверних портів (наприклад 100 Мбіт/с або 1 Гбіт/с).

***P₁₃* - фільтрування.** Тип фільтрування пакетів (перевірка пакетів вище рівня 3 моделі ОБІ) визначає необхідну потужність процесору. Чим вище рівень, на якому здійснюється фільтрування, тим ймовірніше погіршення продуктивності. У разі необхідності для відновлення рівнів продуктивності треба вводити додаткові центральні процесори.

***P₁₄* - шифрування.** Застосування шифрування, наприклад у віртуальних приватних мережах, призводить до зниження продуктивності. Якщо навантаження, викликане шифруванням, виявляється надто відчутним і продуктивність стала нижчою за потрібну, пристроям, що виконують шифрування, необхідно виділити додаткові ресурси центральних процесорів, і продуктивність повернеться на належний рівень.

***P₁₅* - кількість пристроїв.** Затримка в роботі мережі в цілому збільшується при зростанні в ній кількості пристроїв.

***P_t* Підтримка**

Основний аспект архітектури мережі, про який часто забувають, — це підтримка. Кожен пристрій, що вводиться в мережне середовище, спричиняє додаткові витрати, тобто збільшує повну вартість придбання та експлуатації мережі. Щоб знизити повну вартість придбання та експлуатації, необхідно визначити та придбати пристрої, конструкція яких передбачає мінімальні витрати, пов'язані з їх роботою.

Можливості підтримки можна розширити за допомогою:

- інструментів віддаленого адміністрування;
- централізованої віддаленої модернізації програмно-апаратного забезпечення;
- високого рівня підтримки промислових стандартів;
- інтеграції із системою керування підприємства.

***W₁* Консолідація**

В організації, що постійно зростає, швидко збільшується кількість пристроїв. На кожному поверсі та в кожній серверній з'являються нові комутатори; керування одними з них здійснюється, а іншими — ні, одні забезпечують швидкість передачі 100 Мбіт/с, тоді як інші — більшу. Багато організацій спрямовують зусилля на стандартизацію та консолідацію, щоб уникнути хаосу в інфраструктурі мережі. У результаті цей процес може закінчитися вибором конкретного способу консолідації два.

***W₁₁* - консолідація однакових ролей**

Такий тип консолідації передбачає скорочення загальної кількості пристроїв з метою впровадження меншої кількості більш потужних пристроїв, які здатні виконувати певну роль за меншої кількості точок перебоїв. Комутатор — це ймовірний кандидат на такого роду консолідацію. Малопотужні некеровані комутатори можна видалити, замінивши їх більш потужним керованим комутатором. З появою потужних процесорів та мережних адаптерів з великою швидкістю передачі даних з'явилася можливість консолідувати складні мережні пристрої, такі як маршрутизатори, брандмауери і пристрої віртуальних приватних мереж (сервери віддаленого доступу).

***W₁₂* - консолідація різних ролей**

Межа між різними мережними пристроями або типами серверів поступово зникає. Наприклад, багато маршрутизаторів та комутаторів може виконувати функції брандмауерів або підтримувати служби віртуальних приватних мереж. Консолідація кількох компонентів у таких багатофункціональних пристроях або серверах допомагає знизити число пристроїв, якими потрібно керувати в середовищі, завдяки чому скорочуються загальні витрати на придбання та експлуатацію. Компанії можуть вдаватися до застосування цього підходу, зваживши на такі міркування.

***W₁₃* - адміністрування**

Контроль за роботою різних пристроїв або серверів можуть здійснювати декілька людей. Не завжди вдається розділити функції контролю за роботою багатофункціональних пристроїв так, щоб це відповідало структурі організації.

***W₁₄* - більший фронт для нападу**

Коли функціональність багатьох «кінцевих» пристроїв (пристроїв, з'єднаних безпосередньо з Інтернетом) об'єднується, зростає загроза безпеці, оскільки такий пристрій більш вразливий для атак різного роду.

***W₁₅* - менше варіантів оптимізації**

Наприклад, якщо функціональність віртуальної приватної мережі об'єднується з функціями маршрутизатора, втрачається можливість незалежного масштабування служб. Для функціональності віртуальної приватної мережі потрібне шифрування, виконання якого потребує ресурсів центрального процесора, і це може призвести до зменшення продуктивності маршрутизації. Якщо ж ці дві функції виконують окремі пристрої, продуктивність цих функцій можна оптимізувати окремо.

Інтероперабельність *It1*

Елементи архітектури мережі мають взаємодіяти між собою та з іншими компонентами інфраструктури. Необхідно забезпечити взаємодію на таких рівнях.

***It11* - фізичний.** Апаратура мережі має працювати з іншим мережним обладнанням. Наприклад, вона має підходити до стандартних апаратних стояків. Потрібно також враховувати вимоги до електричної напруги.

***It12* - з'єднання.** Апаратне забезпечення мережі має забезпечувати відповідний рівень зв'язку, щоб відповідати іншим елементам мережі. Наприклад, воно повинно підтримувати з'єднання з використанням витої пари або волоконно-оптичного кабелю.

***It13* - протоколи.** Необхідна підтримка як протоколів рівня 2, так і протоколів рівня 3. Можливості взаємодії, які забезпечують виробники мережних пристроїв зазвичай досить значні. Майже всі виробники маршрутизаторів і комутаторів класу підприємства дотримуються опублікованих Робочою групою IETF (Internet Engineering Task Force) промислових стандартів. Мова йде, зокрема, про інформацію щодо конфігурації та протокол маршрутизації RIP (Routing Information Protocol). Багато опублікованих документів з серії RFC прийняті як стандарти виробниками апаратного та програмного забезпечення.

***It14* - керування.** Апаратне і програмне забезпечення мережі має взаємодіяти на рівні керування, щоб його можна було контролювати, налаштовувати на відстані та забезпечувати його якомога більш економну роботу. Якщо порівняти можливості керування в разі придбання обладнання від різних виробників та придбання цілої інфраструктури маршрутизації від одного виробника, то зазвичай переваги, які надає використання невеликих уніфікованих наборів інструментів і методик керування, спонукають підприємства користуватися послугами одного виробника, коли це можливо.

Розглянемо приклад мережі передачі даних Корпорації для України.

Для формування корпоративної мережі (інтранет), взаємодії з мережами партнерів (екстранет), а також підключення до Інтернет використовується технологія побудови VPN в IP/MPLS (рис. 6.6).

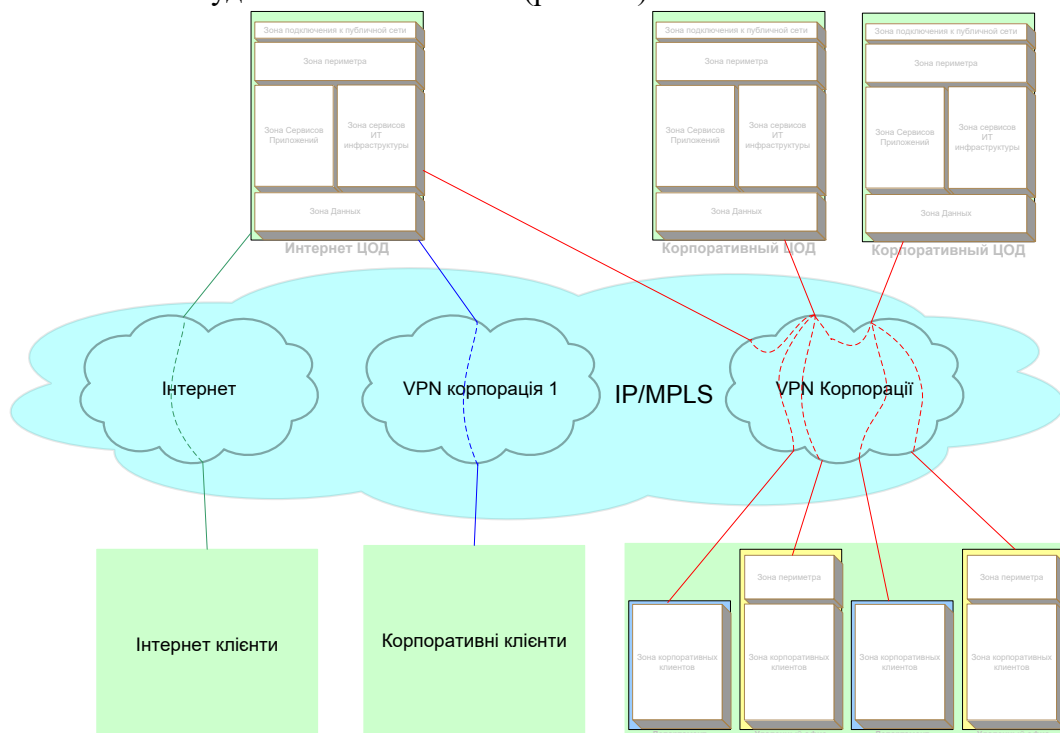


Рис. 6.6 Віртуальні Приватні Мережі в IP / MPLS мережі Корпорації

Центри обробки даних Корпорації розміщуються в тих же містах , що і Центральний і Регіонально - Транзитні вузли мережі передачі даних Корпорації , і відповідно будуть до них підключатися.

Мережі віддалених офісів і департаментів отримують доступ до ЦОД за допомогою Регіональних вузлів мережі передачі даних.

Зрештою мережа Корпорації складається з:

1. 6-ти Центрів Обробки Даних (зелений колір на схемі) і двох Інтернет Центрів Обробки Даних.

2. 20-400 віддалених офісів з типовим набором автономного обладнання та систем (жовтий колір).

3. 1100-1400 мереж будуть включати тільки робочі станції користувачів (департаменти синього кольору).

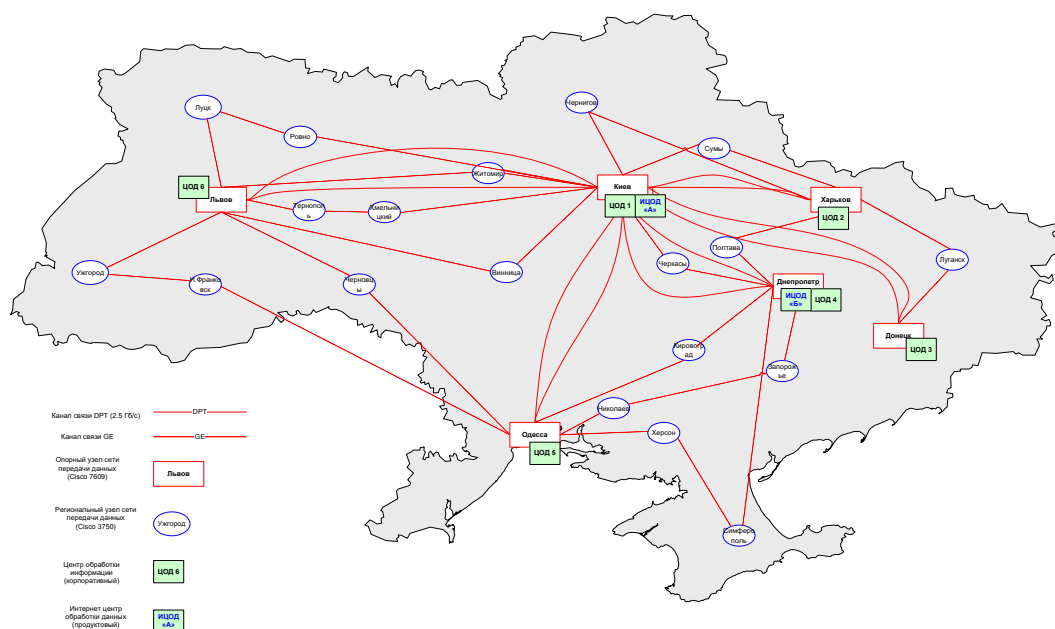


Рис . 6.7 Магістраль корпоративної мережі Корпорації

З'єднання між Центральним, Регіонально-Транзитними і Регіональними вузлами мережі передачі даних Корпорації представлені на рис. 6.7.

Мережа Корпорації логічно поділяється на зони безпеки за допомогою сервісу захисту периметра. У Корпорації формується сім основних зон безпеки (рис. 6.8). Центри Обробки Даних включають в себе:

- 1 . Зона Мережі Даних.
- 2 . Зона Сервісів ІТ інфраструктури.
- 3 . Зона Сервісів Додатків.
- 4 . Зона Периметру.

Усі підрозділи Корпорації , на території яких знаходяться робочі місця співробітників (Апарати Управління, Центри інформаційних технологій та технічного обслуговування (ЦІТТО), Цехи і ін.). І які знаходяться усередині корпоративної мережі Корпорації включають в себе зону:

- 5 . Зона корпоративних користувачів.

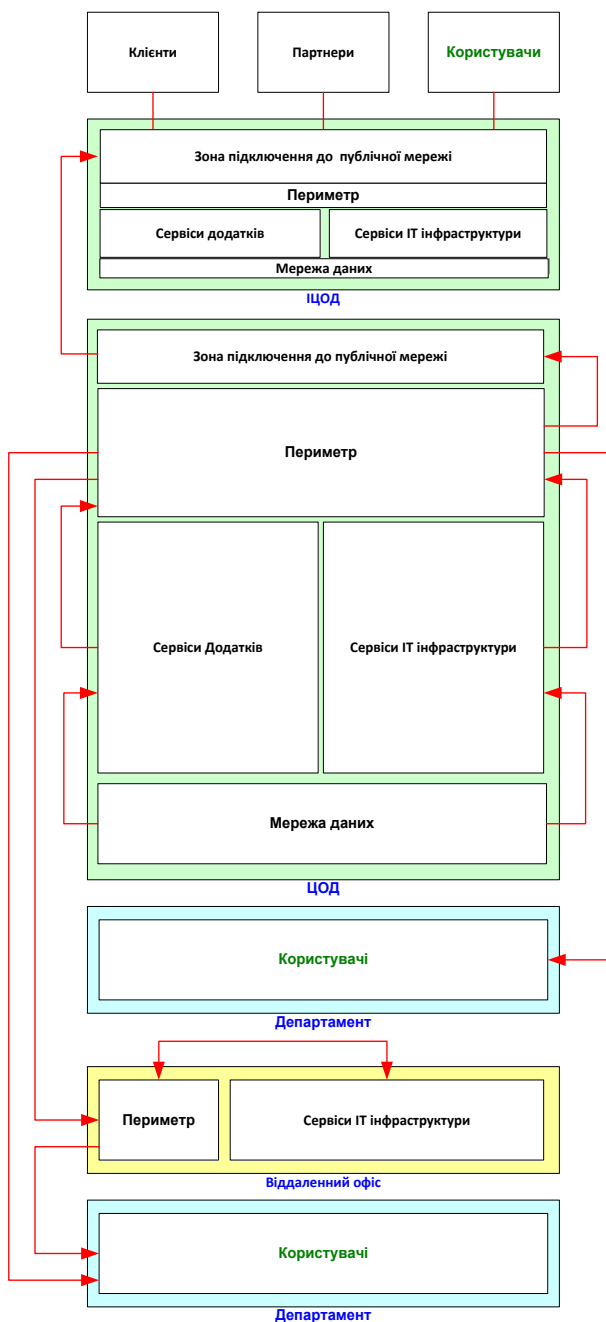


Рис. 6.8 Зони безпеки корпоративної мережі Корпорації

ЦОД підключений безпосередньо до Центрального Вузлу Мережі Передачі Даних включає в себе:

- 6 . Зону підключення до Публічної Мережі.

Регіональні ЦТТТО не є опорними, а також деякі експлуатаційні центри, які визначені, як віддалені офіси включають:

Зону периметру.

Зону Сервісів ІТ інфраструктури.

ВИСНОВКИ

Представлено вибір архітектури мережі ІТ інфраструктури Центрів обробки даних Корпорації, яка призначена забезпечувати надійний, масштабований та доступний зв'язок з мережею на фізичному й логічному рівнях відповідно до вимог підприємства.

Щоб гарантувати прикладним програмам належний рівень мережних служб, архітектура мережі має проектуватися з урахуванням архітектури системи безпеки, яка встановлює певні вимоги на структурному (пристрої) та логічному рівнях (конфігурації).

При проектуванні архітектури мережі були забезпечені наступні вимоги: доступність; безпека; масштабованість; керованість; підтримка; консолідація; інтероперабельність.

У деяких випадках архітектура мережі може залежати від архітектури системи керування. Наприклад, якщо система керування вимагає виділення окремої мережі для передачі даних для керування.

6.3.2. Обґрунтування архітектури управління даними

Архітектура системи управління даними являє собою структуру для забезпечення доступності, захисту і управління цифровими даними телекомунікаційного оператора:

$$A_2 = F_2(V_2, D_2, B_2, M_2, K_2, W_2, It_2).$$

Метою архітектури зберігання даних є забезпечення оптимальних показників вартості, доступності, захисту і управління інформацією протягом всього її життєвого циклу за допомогою інтегрованого набору автоматизованих, керованих відповідними політиками сервісами, які направлені на управління додатками, даними, системами зберігання даних і платформами [320,321].

Завданнями архітектури зберігання даних є:

A_{21} - досягнення мінімального рівня сукупних операційних витрат, за рахунок зменшення рівня витрат на управління інформацією і вартості цієї інформації для бізнесу.

A_{22} - забезпечення необхідного рівня безперервності бізнес операцій.

Компонентами архітектури зберігання даних є:

$$A_2 = F(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$$

a_1 - повний спектр багаторівневих сховищ даних.

a_2 - програмне забезпечення управління ІТ інфраструктурою.

a_3 - програмне забезпечення захисту та відновлення даних.

a_4 - програмне забезпечення переміщення даних.

a_5 - програмне забезпечення управління інформацією і змістом.

Взаємозв'язки між архітектурами V_2

Архітектура системи зберігання даних корпоративного Центру обробки даних, так само як і архітектура масштабу підприємства, залежить від інших архітектур. Головна відмінність між названими архітектурами полягає в тому, що сценарій корпоративного ЦОД-у передбачає одне місце розташування, а сценарій масштабу підприємства - декілька. Однак потенціальні взаємозв'язки між архітектурами на це розходження не впливають.

Архітектура системи зберігання даних в сценарії корпоративного ЦОД в першу чергу залежить від таких двох архітектур:

- Архітектури мережі A_1 . Мережеву архітектуру потрібно спроектувати до початку розгортання архітектури системи зберігання даних. Фізичні компоненти архітектури системи зберігання даних, зокрема мережу зберігання даних SAN, можна створити при відсутності мережі, але без неї неможливо розгорнути всю систему зберігання даних.

- Архітектури системи управління A_3 . Служби, які надає система управління, роблять її важливою для успішного розгортання та функціонування архітектури системи зберігання даних. Необхідно повністю інтегрувати архітектуру управління з архітектурою системи зберігання даних - тільки за цієї умови можна розробити повноцінне рішення.

Доступність D_2

Доступність середовища корпоративного ЦОД визначається вимогами даних. Обрана модель архітектури системи зберігання даних здатна підтримувати високий рівень доступності.

У запропонованому сценарії корпоративного ЦОД застосовується поєднання декількох технологій забезпечення доступності, завдяки чому виконуються вимоги, що пред'являються до даних.

Безпека B_2

Ми використовуємо модель централізованого зберігання даних, в результаті утворюється єдине середовище зберігання даних, фізичну безпеку якого легше гарантувати. Сфокусоване середовище зберігання даних також легше захистити з логічної точки зору. Проте відсутність фізичної

відокремленості даних вимагає, щоб між різними томами в сховищі даних не було витоків, які б загрожували б безпеці.

Масштабованість M_2

Завдання полягає в тому, щоб розробити проект побудови ЦОД, який передбачає і можливість масштабування початкової реалізації, і можливості масштабування в майбутньому. Потрібно також приймати до уваги бюджет, оскільки накопичувачі з великою ємністю досить дорогі, коли їх випуск тільки починається, але з часом вони дешевшають, оскільки на ринку з'являються нові накопичувачі з ще більшою ємністю.

Є два основні варіанти проектів, які враховують можливості масштабування.

Варіант 1. Максимальна ємність - мінімальна щільність розташування дисків

Згідно з цим варіантом, простір в корпусі, призначений для розміщення дисків, займає невелику кількість дисків великої ємності.

Переваги

Основна перевага цього варіанту полягає у тому, що, застосовуючи його, ми отримуємо необхідну ємність сховища, але використовуємо менший обсяг простору, відведеного для дисків в корпусі.

Недоліки

Основний недолік застосування такого варіанту полягає у тому, що придбання дисків з великою ємністю збільшує початкові витрати на реалізацію.

Варіант 2. Максимальний обсяг корпусу - мінімальна вартість дисків.

Згідно з цим варіантом проекту максимальна ємність дискової пам'яті в корпусі досягається завдяки використанню великої кількості дешевих дисків з малою ємністю.

Переваги

- Низька початкова вартість. Початкова вартість реалізації такого варіанту невелика, оскільки висока вартість корпусу компенсується завдяки економії на дисках з малою ємністю.

- Високий рівень масштабованості. Якщо вимоги до прийнятого рішення зміняться, і різко зросте необхідність у збільшенні ємності, цей підхід дозволяє додавати в корпус диски з більшою ємністю.

Недоліки

- Великі фізичні розміри. Якщо розміри корпусу обмежені наявним простором в блоці, корпус з максимальними розмірами може не поміститися у відведеному для нього просторі.

• **Вартість.** Можливо диски доведеться замінити дисками з великим обсягом раніше ніж планувалося, якщо виявиться, що обрана ємність не відповідає швидкому зростанню бізнес-вимог.

Керованість K_2

У зв'язку з тим, що корпоративний ЦОД завжди розташовується в одному місці, людям, які в ньому працюють, і процесам, які в ньому відбуваються, потрібно враховувати тільки вимоги до єдиного середовища. Оскільки в цьому середовищі будуть використані високошвидкісні лінії зв'язку локальної мережі, немає необхідності, щоб інструментальні засоби управління функціонували з використанням ліній зв'язку глобальної мережі.

Консолідація W_2

Зниження сукупних витрат має враховувати взаємозв'язок між збільшенням даних і вартістю операційних витрат. Повинно бути забезпечено ефективне управління даними з урахуванням їх цінності для бізнесу.

Для досягнення мінімального рівня сукупних витрат застосовуються наступні рішення:

W_{21} - технологічна консолідація.

W_{22} - інформаційна консолідація.

W_{23} - операційна консолідація.

W_{24} - багаторівневі сховища даних.

W_{25} - інтелектуальне архівування.

Технологічна консолідація W_{21}

$W_{21}=F(w_1, w_2, w_3)$

Консолідація SAN (w_1)

Консолідація SAN знижує витрати за рахунок поліпшеного рівня використання систем зберігання даних і дозволяє скоротити необхідність у людських ресурсах за рахунок централізованого управління. Передбачається використання широкого спектру рішень для консолідації SAN:

1. Сімейство багатопрокольних комутаторів і маршрутизаторів, в тому числі компаній EMC Connectrix, Brocade і McDATA.
2. Підключення по протоколу iSCSI для застосувань другого рівня.
3. Програмне забезпечення управління системами і мережами зберігання даних.

Консолідація NAS (w_2)

Зниження сукупних витрат за рахунок консолідації серверів NAS, які забезпечують файлові сервіси, досягається за рахунок зниження кількості серверів, підключень до SAN і дозволяє скоротити необхідність у людських ресурсах за рахунок централізованого управління. Для консолідації NAS

пропонується використання лінійки спеціалізованих файлових серверів, наприклад, пристроїв NetWin.

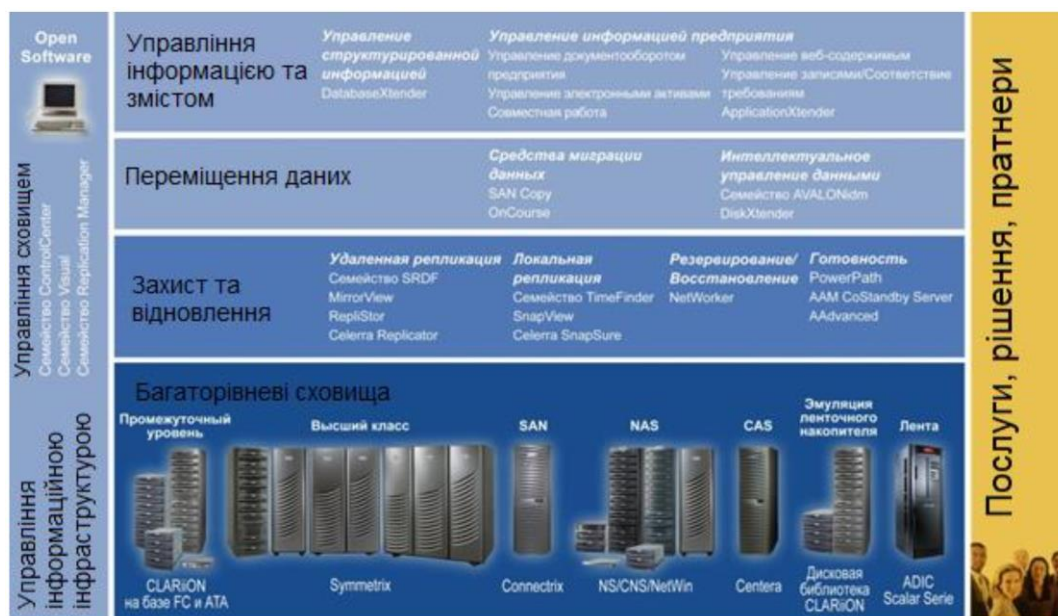


Рис. 6.9 Компоненти архітектури зберігання даних Оператора

Консолідація серверів (w_3)

Зниження сукупних операційних витрат за рахунок консолідації серверів досягається за рахунок істотного зростання рівня використання та керованості наявних серверних ресурсів Компанії. Для консолідації Intel-based серверів пропонується використання таких продуктів як VMware.

Інформаційна консолідація W_{22}

Рішення з інформаційної консолідації Корпорації спрямовані на вирішення проблем із зростанням неструктурованого контенту і даних електронної пошти та забезпечення відповідності регулюючим вимогам керівництва компанії та нормативним вимогам.

Консолідація фіксованого контенту

Консолідацію фіксованого контенту в Компанії передбачається проводити в таких напрямках:

1. Організувати централізоване управління неструктурованою інформацією і переміщати її на основі бізнес-політики з використанням таких платформ управління, як наприклад Documentum Enterprise Management Platform.

2. Використовувати платформу архівного зберігання даних з адресацією по змісту (Content-Addressable Storage - CAS), що дозволяє ефективно консолідувати цифрові неструктуровані дані з забезпеченням необхідного рівня автентичності і інтегрованості, наприклад, Centera.

Консолідація даних Exchange

Метою консолідації даних Exchange є збільшення рівня використання і спрощення операцій резервного копіювання/відновлення даних Exchange.

1. Використовується програмне забезпечення VisualSRM, яке дозволяє забезпечити оптимальні рівень використання, обсяг повідомлень і ступінь зростання даних Exchange.

2. Зовнішні дискові системи CLARiiON використовуються для консолідованого зберігання даних Exchange в центральному ЦОД.

3. Для консолідованого зберігання даних Exchange в регіональних ЦОД використовуються NAS пристрої NetWin.

4. Для консолідації архівів Exchange використовується CAS пристрій Centera.

Оптимізація систем зберігання даних Oracle і MS SQL

Оператору для зниження часу проєктів впровадження, оновлення та міграції, а також зниження часу простоїв для застосувань Oracle і MS SQL Server необхідно використовувати спеціалізовані рішення.

Операційна консолідація W₂₃

Консолідація задач оперативного управління буде виконуватися за рахунок використання стандартизованих рішень з централізованого управління зберіганням даних і резервного копіювання/відновлення.

Централізоване управління зберіганням даних

Для досягнення цілей ефективного використання систем зберігання даних, зменшення витрат на ліцензії, навчання та обґрунтованості покупки нових систем в Компанії повинне застосовуватися централізоване управління системами зберігання даних.

Завданнями управління системами зберігання даних є:

1. Моніторинг.
2. Формування звітів.
3. Планування.
4. Сервіс надання ресурсів за запитом.

Для централізованого управління консолідованими ресурсами зберігання даних пропонується використовувати програмне забезпечення, наприклад, сімейства Visual (VisualSAN і VisualSRM).

Консолідація операцій резервного копіювання/відновлення

Консолідація операцій резервного копіювання/відновлення скорочує витрати на необхідне обладнання, програмне забезпечення та обслуговуючий персонал разом із збільшенням рівня обслуговування. З цією метою в Компанії пропонується:

1. Застосування архітектури дворівневої організації операцій резервного копіювання і відновлення даних: в регіональних ЦОД проводиться резервування локальних даних, а потім у центральному ЦОД проводиться повторне резервне копіювання даних, переданих з регіональних ЦОД.

2. Застосування рішення Backup-to-Disk для значного зменшення часу резервного копіювання і відновлення даних.

3. Використання для розміщення резервних даних і локальних реплік емних і дешевших дисків SATA, наприклад, CLARiiON ATA.

4. Використання для забезпечення спрощення та централізації операцій резервного копіювання/відновлення даних програмного забезпечення, що дозволяє забезпечити захист даних для всіх використовуваних на підприємстві платформ (Windows, Solaris, Linux), наприклад, NetWorker.

Багаторівневі сховища даних W₂₃

Використання в Корпорації декількох рівнів сховищ даних дозволяє надавати сховище для даних, оптимальне з технічної та фінансової сторони:

1. Для додатків вищої категорії використовуються зовнішні дискові масиви CLARiiON і диски Fibre Channel.

2. Для додатків другого рівня і локальних реплік використовуються диски CLARiiON ATA.

3. Для забезпечення зберігання та доступу до неструктурованих даними використовується CAS система Centera.

4. Стрічкові бібліотеки ADIC, StorageTek або HP використовуються для зберігання резервних копій та архівів на магнітних стрічках.

Інтелектуальне архівування W₂₄

За допомогою засобів інтелектуального архівування і політик VisualSRM неактивні дані переміщуються з систем оперативної обробки на системи зберігання даних більш низького рівня. Також можуть бути використані спеціалізовані засоби інтелектуального архівування, що не змінюють логічного представлення місця розташування даних:

1. Сімейство продуктів DiskXtender використовується для інтелектуального архівування даних на рівні файлових систем.

2. Для зменшення навантаження і зниження вимог до системи зберігання даних Exchange використовуються EmailXtender.

При розробці архітектури системи зберігання даних ІТ-інфраструктури ЦОД виділяємо наступні критерії для оцінки якості:

Інтероперабельність It_2

Запропонований сценарій корпоративного ЦОД гарантує, що пристрої різних постачальників обладнання, які використовується для побудови середовища, здатні взаємодіяти між собою і мають документацію постачальника обладнання, яка містить таблиці сумісності та підтримки.

Необхідно забезпечити адекватні ресурси для проектування і тестування, щоб гарантувати сумісність і можливість взаємодії з попередніми версіями операційних систем, застосувань і апаратних пристроїв.

6.3.3. Обґрунтування архітектури управління ІТ-інфраструктурою

Архітектура системи управління забезпечує необхідний рівень ІТ сервісів ЦОД за рахунок організації трьох компонентів - персоналу, процесів, технологій для управління ІТ інфраструктурою. Архітектура управління об'єднує процеси управління Microsoft Operations Framework (MOF) і технології автоматизації управління:

$$A_3 = F_3(V_3, D_3, B_3, M_3, Pt_3, W_3, It_3).$$

Завданнями архітектури є:

A_{31} - надати процеси та інформаційні технології для виявлення та мінімізації відмов ІТ сервісів Оператора.

A_{32} - забезпечити високий ступінь інтеграції інформаційних технологій управління.

A_{33} - забезпечити реагування на зміну параметрів систем і виконання сервісних функцій в режимі реально часу.

Регламент організації процесів управління забезпечується на основі методології MOF, практична реалізація ITIL, що охоплює команди і ролі фахівців, процеси взаємодії, готові операційні інструкції (Operation Guide) для кожного серверу та інструментарію.

Методологія управління Mu

Методологія управління відповідає за організацію людей, процесів та інформаційних технологій для виконання завдань управління.

Життєвий цикл версій ІТ сервісів підтримується чотирма наборами функцій – квадрантами (рис. 6.10):

Mu_1 - управління змінами.

Mu_1 - управління експлуатацією.

Mu_1 - управління підтримкою.

Mu1 - управління оптимізацією.

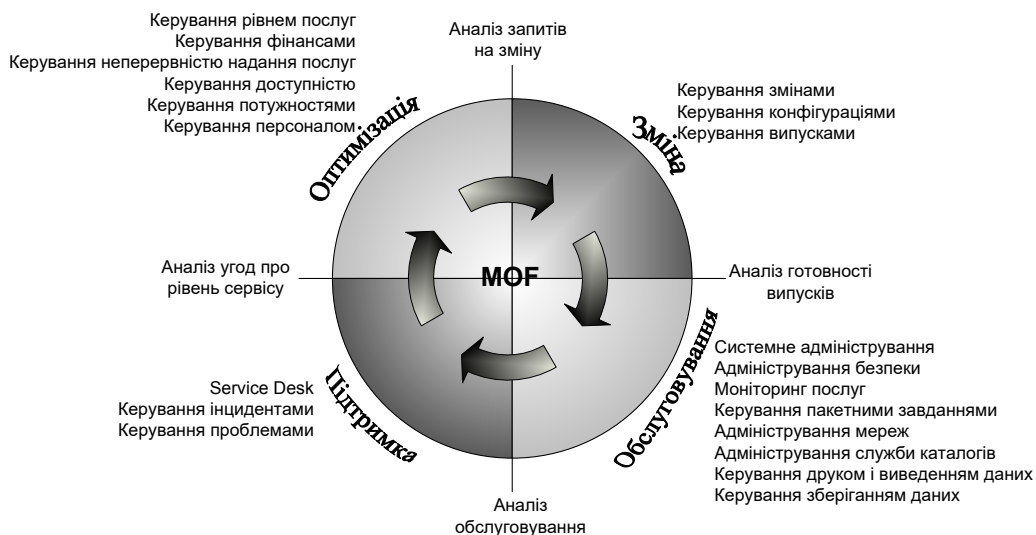


Рис. 6.10 Управління ІТ сервісами Компанії

Кожен квадрант включає сервісні функції, ролі, вхідні та вихідні документи. Наприклад, квадрант експлуатації включає в себе функцію регулярного тестового відновлення системи Exchange з резервної копії. Виконується згідно журналу інженерами ЦОД, до яких прив'язана роль Системного Адміністратора Exchange. Процедура описана в інструкції з експлуатації системи Exchange.

Крім моделей організації процесів управління архітектура визначає інструментальні засоби управління ІТ системами.

У ЦОД повинен існувати набір віртуальних команд фахівців, які відповідають за кожен ІТ сервіс. Віртуальною командою називається тому, що її член може входити одночасно в іншу команду і перебувати в іншому підрозділі. Приміром за експлуатацію служби безпеки Active Directory, розгорнуту в 6-ти центрах обробки даних на 14 серверах відповідає одна команда. У команді виконує роль Системного Адміністратора шість інженерів, які до того ж входять у команду управління Exchange. Функції управління - змінами, експлуатацією, підтримкою та оптимізацією виконуються для трьох груп систем: мережа і мережеві системи, сервера Центрів Обробки Даних, робочі станції.

IT інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Перелік 14 технологій управління представлений в Табл. 6.2.

Табл. 6.2 Технології управління IT сервісами Компанії

Назва задачі	Технологія для забезпечення задачі	Результат для архітектури управління
Резервне копіювання і відновлення	ПЗ для копіювання і відновлення, диски, стрічкові бібліотеки	Швидке і надійне копіювання і відновлення даних забезпечує доступність сервісів і захищеність (цілісність) IT.
Моніторинг і контроль сервісів	ПЗ для моніторингу та оповіщення, агенти моніторингу	Моніторинг мереж, систем, обладнання та програм для діагностики проблем і їх максимально швидкого вирішення.
Управління мережею	ПЗ для управління мережею	Моніторинг та управління мережами і мережевими пристроями для забезпечення адекватної мережевої продуктивності та доступності. Інтегрується з сервісом моніторингу та контролю для централізації оповіщень.
Управління пристроями	ПЗ управління апаратним забезпеченням, агенти управління	Моніторинг систем для ідентифікації відмов апаратного забезпечення і критичних подій. Інтегрується з сервісом моніторингу та контролю для централізації оповіщень.
Служба каталогу	ПЗ служби каталогу	Зберігання об'єктів для представлення користувачів, машин та інших ресурсів в середовищі для забезпечення централізованого управління ім'ям, автентифікацією, авторизацією. Підтримка розподіленої структури служби для забезпечення доступності всім користувачам Компанії.
Управління змінами	БД управління змінами	Контроль змін у програмному забезпеченні, апаратне забезпечення,

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Назва задачі	Технологія для забезпечення задачі	Результат для архітектури управління
		процесах і пристроях. Забезпечення ефективності процесів експлуатації.
Управління конфігураціями	ПЗ системного управління, безпеки та аудиту конфігурацій	Документовані політики зміни конфігурацій і контроль стандартів систем, безпеки і ПЗ.
Відстеження інцидентів і проблем	Helpdesk ПЗ	Відстеження інцидентів від створення до дозволу. Відповідає за взаємодію між організацією підтримки і клієнтом.
Бібліотека авторизованого ПЗ	Сервіс доступу до файлів з підтримкою реплікації.	Забезпечує сховище ПЗ, використовуваного в ІТ інфраструктурі. Контролює поширення ПЗ в Компанії.
Встановлення оновлень	ПЗ для установки оновлень, виправлень і сервіс паків	Оновлює системи та програми для забезпечення високого рівня безпеки. Автоматизує оновлення і підтримує каталог доступних оновлень.
Управління додатками	ПЗ для встановлення та управління додатками	Автоматизує управління і встановлення ПЗ на робочі станції і сервери. Відповідає за перенацілювання (repurposing) серверів в режимі реального часу.
Встановлення серверів і робочих станцій	ПЗ для управління іміджами та/або автоматичною установкою	Встановлення нових серверних систем та / або робочих станцій в Компанії. Забезпечує цілісність процесу створення нових систем для введення в експлуатацію.
Віддалене управління	ПЗ віддаленої консолі	Забезпечення доступу до віддаленої системи для виконання функцій допомоги або управління.
Налагодження	ПЗ служби	Забезпечує налагодження і рішення

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Назва задачі	Технологія для забезпечення задачі	Результат для архітектури управління
ня	терміналів	проблем пов'язаних з ПЗ в ІТ інфраструктурі.

Архітектура управління визначає взаємозв'язок між функціями управління, процесами, інструментами та ролями.

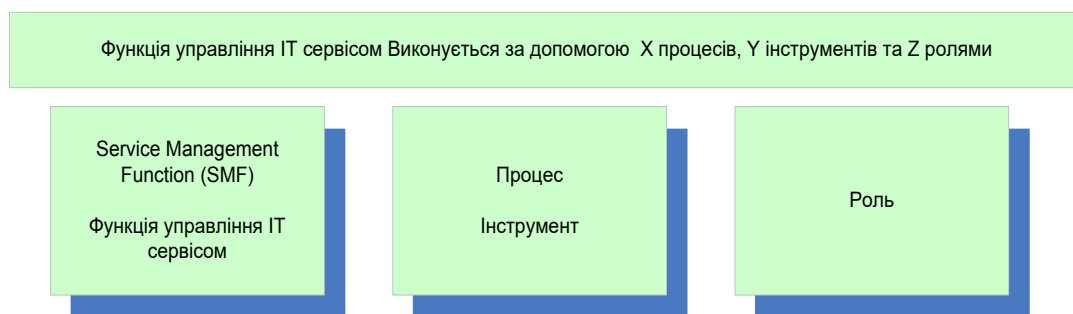


Рис. 6.11 Вивчення функцій управління ІТ-сервісом Оператора

Взаємозв'язки між трьома компонентами архітектури управління визначені наступною таблицею.

Табл. 6.3 Взаємозв'язки між компонентам архітектури управління Оператора

MOF функція управління ІТ сервісом (SMF)	Засоби (процеси та інструменти)	Роль
Управління Змінами (Change Management)	Процес резервного копіювання і відновлення управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем Бібліотека авторизованого ПЗ установка оновлень управління Додатками Установка серверів і робочих станцій координація змін	Менеджер змін власник змін Комітет узгодження змін (CAB)

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

МОФ функція управління ІТ сервісом (SMF)	Засоби (процеси та інструменти)	Роль
Управління конфігураціями	Управління конфігураціями управління змінами Відстеження інцидентів і проблем установка оновлень управління Додатками Установка серверів і робочих станцій Моніторинг та Контроль ІТ Сервісів	Менеджер конфігурацій
Управління версіями (Release Management)	Процес резервного копіювання і відновлення управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем Бібліотека авторизованого ПЗ установка оновлень управління Додатками Установка серверів і робочих станцій координація змін	Менеджер введення експлуатацію власник змін координатор комунікацій координатор документації координатор тестування координатор навчання
Управління безпекою	Віддалене управління налагодження служба каталогів Моніторинг і контроль сервісів Процес резервного копіювання і відновлення управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем Бібліотека авторизованого ПЗ установка оновлень управління Додатками Установка серверів і робочих станцій координація змін	Менеджер безпеки Інженер безпеки Адміністратор Операційної Системи Інженер безпеки апаратного забезпечення Інженер безпеки мережі Інженер безпеки будівель Менеджер

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

МОФ функція управління ІТ сервісом (SMF)	Засоби (процеси та інструменти)	Роль
		зовнішніх розробок аудитор безпеки
Системне адміністрування	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів служба каталогів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем Бібліотека авторизованого ПЗ установка оновлень управління Додатками Установка серверів і робочих станцій координація змін віддалене управління налагодження	і Менеджер експлуатації Адміністратор додатки
Адміністрування Мережі	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями координація змін віддалене управління налагодження	і Менеджер мережі архітектор мережі аналітик мережі Інженер Мережі Аналітик захисту мережі
Моніторинг і контроль сервісів	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем координація змін налагодження	і Ініціатор моніторингу ІТ сервісів Менеджер Моніторингу оператор Моніторингу Спеціаліст підтримки Зовнішній

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

МОФ функція управління ІТ сервісом (SMF)	Засоби (процеси та інструменти)	Роль
		Постачальник Послуг Підтримки
Адміністрування ІТ сервісу (служби каталогів)	Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем управління Додатками	Адміністратор ІТ сервісу Архітектор ІТ сервісу
Управління Зберіганням Інформації	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів служба каталогів управління конфігураціями координація змін	Адміністратор Сховища бібліотекар
Управління розкладом робіт	Моніторинг і контроль сервісів Відстеження інцидентів і проблем віддалене управління	Менеджер Навантаження
Управління проблемами	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем установка оновлень управління Додатками Установка серверів і робочих станцій координація змін	Менеджер проблем Інженер підтримки
Управління інцидентами	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем Бібліотека авторизованого ПЗ управління Додатками координація змін віддалене управління	Менеджер Інцидентів Спеціаліст Сервіс Деск ведучий інциденту Інженер Підтримки

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

МОФ функція управління ІТ сервісом (SMF)	Засоби (процеси та інструменти)	Роль
	налагодження	
Сервіс Деск	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів служба каталогів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем	Менеджер Сервіс Деск Спеціаліст Сервіс Деск
Управління безперервною ІТ сервісів	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів управління Додатками	Менеджер доступності архітектор додатків архітектор інтеграції архітектор мережі Архітектор апаратної платформи
Управління людськими ресурсами	Служба каталогів Відстеження інцидентів і проблем	Менеджер відділу кадрів
Фінансове управління	Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями координація змін	Фінансовий менеджер бюджетний комітет
Управління доступністю	Процес резервного копіювання і відновлення Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем управління Додатками координація змін налагодження	Менеджер доступності
Управління	Процес резервного копіювання і	Менеджер

МОФ функція управління ІТ сервісом (SMF)	Засоби (процеси та інструменти)	Роль
навантаженн ям	відновлення Моніторинг і контроль сервісів управління конфігураціями Відстеження інцидентів і проблем управління Додатками координація змін налагодження	навантаження
Управління рівнем сервісу	Моніторинг і контроль сервісів Відстеження інцидентів і проблем управління Додатками	Менеджер рівня сервісу

Функції управління реалізуються у формі Централізованої Моделі Управління. Кожна функція має одне подання в ЦОД.

Робоче місце є компонентом трьох ІТ сервісів:

1. Сервіс Бізнес застосувань.
2. Обчислювальна техніка.
3. Сервіс розгортання ПЗ.

Управління даними ІТ сервісами включає в себе наступні функції (з прикладами):

1. Управління версіями (релізами) - управління стандартами робочих місць.
2. Системне адміністрування - виконання обов'язкових операцій з обслуговування сервісів, наприклад підключення нового робочого місця.
3. Управління змінами - створення нового стандарту робочого місця.
4. Управління конфігураціями - зміна налаштувань робочого столу.
5. Управління безпекою - аналіз ризиків несанкціонованої роботи користувачів з чужих робочих місць і обмеження.

Виконання кожної функції, крім системного адміністрування, виконується однією командою Оператора. Створення стандарту робочого місця, фіксування версії і авторизація стандарту, розгортання стандарту, зміна основних налаштувань робочих місць можуть виконуватися тільки в одному місці Оператора і не дублюються.

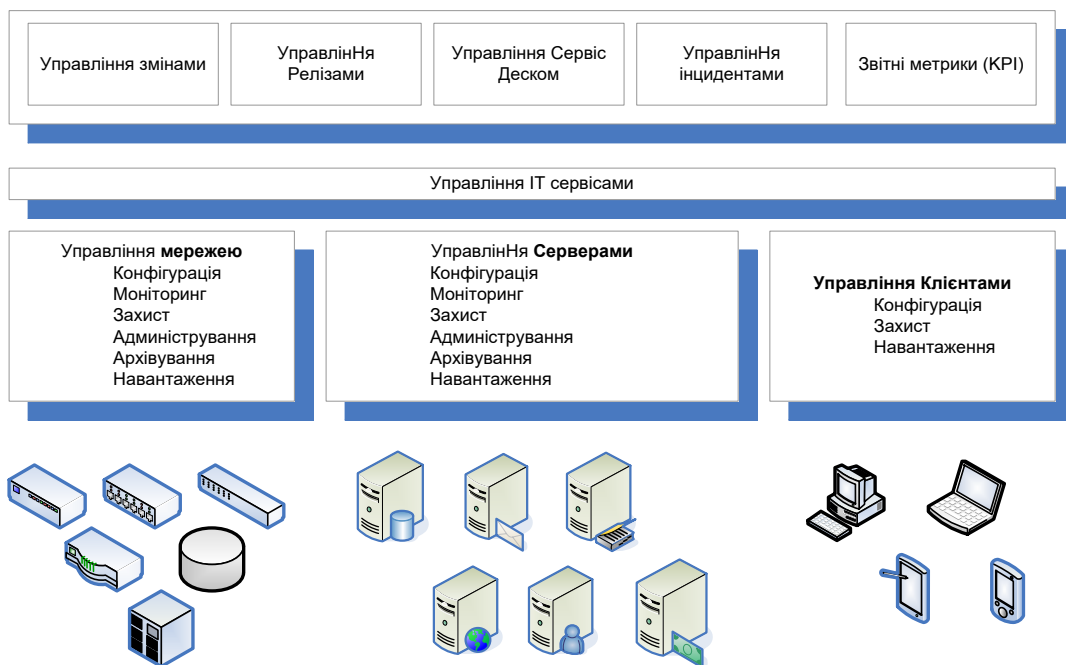


Рис. 6.12 Централізована модель управління ІТ сервісами Компанії

Такий підхід дозволяє:

1. Консолідувати інструментарій управління, скоротивши кількість систем управління використовуються Оператором (до 14 технологій).
2. Уніфікувати групи і завдання експлуатації.
3. Зменшити складність систем управління.

Основні функції управління, які централізуються, включають перелічені нижче.

Управління Змінами

Централізація забезпечує цілісність процесу оцінки та авторизації змін. Результатом буде якість ІТ сервісів, мінімізація вартості ресурсів, видимість змін на рівні всієї Компанії.

Управління версіями (релізами)

Централізація забезпечить цілісне управління створенням рішень, таким чином виключить дублювання і наявність у Оператора десятків і сотень версій одного рішення (наприклад типів робочих місць). Крім того управління релізами формалізує взаємодію між різними групами відповідають за введення рішення (компонента ІТ інфраструктури) в експлуатацію.

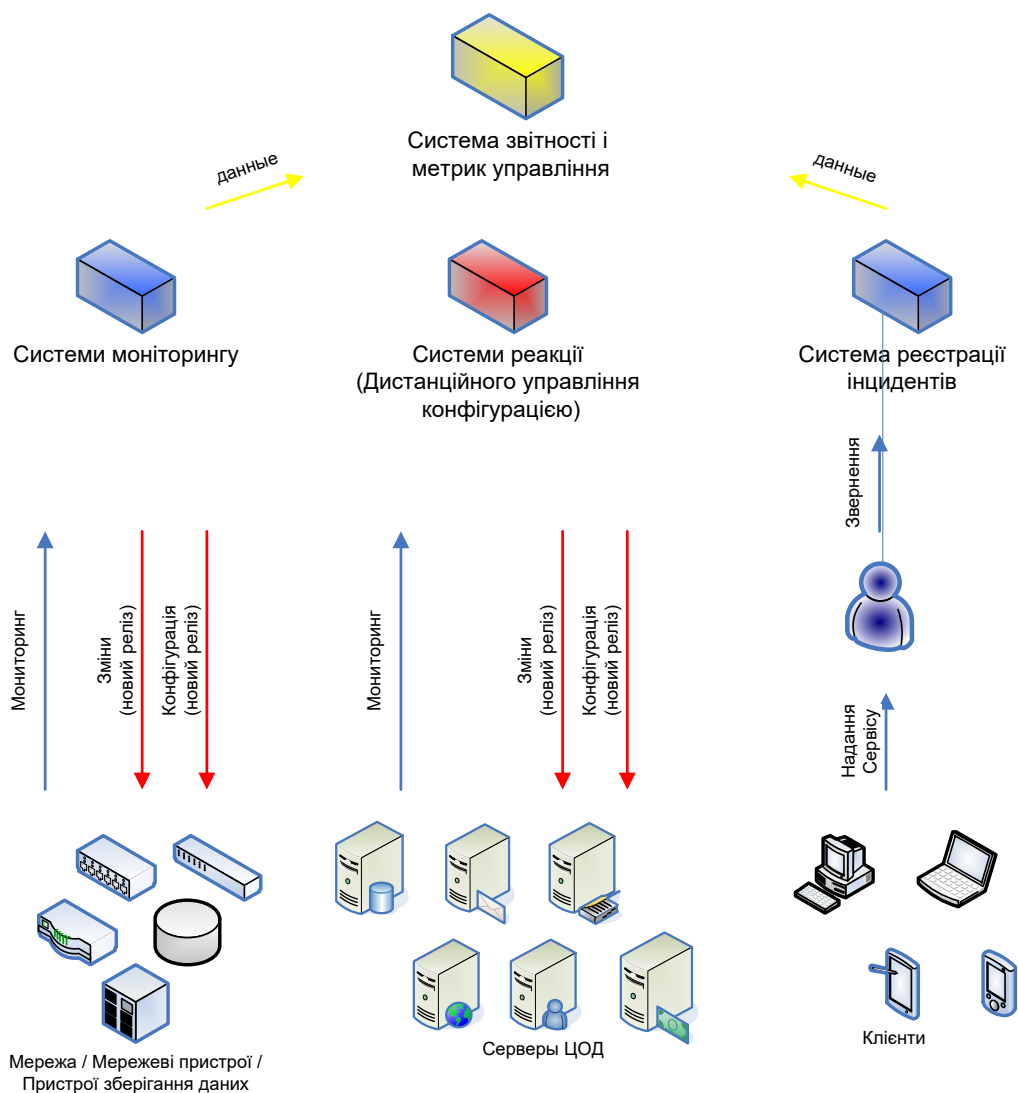


Рис. 6.13 Інформаційні потоки в системі управління ІТ сервісами Оператора

Сервіс Деск

Централізація - це прямий шлях зменшення витрат і необхідних ресурсів для підтримки тисяч користувачів. Технічні ресурси Сервіс ДЕСКО повинні бути централізовані, проте на кожному майданчику Оператора повинен бути представники служби підтримки користувачів, які можуть допомогти користувачеві звернутися з інцидентом і на місці вирішити його.

Управління інцидентами

Централізація технічних ресурсів для управління інцидентами дозволяє зменшити вартість і консолідувати знання, необхідні для аналізу і пошуку рішень. Крім того централізація дозволяє створити цілодобову службу роботи з інцидентами.

Метрики

Централізація звітності, метрик успішності дозволяє коригувати архітектуру управління відповідно з якісними і кількісними показниками. Єдина ієрархія звітів, показників продуктивності - надає загальну картину стану ІТ сервісів Оператора і дозволяє розглядати реалізацію Угод Рівня Сервісу (SLA).

Управління Зберіганням Даних

Централізація процесів та інструментів управління розміщенням дискового простору, доступом, резервним копіюванням і відновленням даних можлива в Центрах Обробки Даних.

У централізованій моделі управління буде виняток - процеси управління ІТ сервісами для клієнтів, продуктами компанії. У випадку з управлінням Центрами Обробки Даних Інтернет процеси, метрики та інструменти повинні бути відокремлені. З іншого боку співробітники Оператора можуть входити в обидві групи команд.

Елементи архітектури

Повноцінна архітектура управління складається з наступного списку елементів.

Табл. 6.4 Елементи архітектури управління ІТ-сервісами Оператора

Ім'я елемента	Специфікація
Сервіс каталогу	Сервіс каталогу необхідний для управління автентифікацією користувачів, авторизацією, та іншими об'єктами ІТ інфраструктури.
Системи виявлення вторгнень	Спеціалізовані системи призначені для виявлення несанкціонованого доступу до ІТ сервісів Компанії. Дана система повинна бути інтегрована з системами моніторингу та контролю, таким чином, щоб єдина група операторів отримувала інформацію про стан середовища і готувала дії для реагування.
Системи антивірусного	Обов'язковий компонент захисту ІТ інфраструктури.

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Ім'я елемента	Специфікація
захисту	
Сервіс сертифікатів	Сервіс забезпечує адміністрування захисту.
Сервіс служб моніторингу та контролю	Сервіс моніторингу забезпечують збір, консолідацію та надання інформації про параметри ІТ сервісів і їх стані.
Резервне копіювання і відновлення	Процес і інструменти призначені для забезпечення цілісності даних.
Служби управління інфраструктурою	Служби забезпечують можливість віддаленого і групового управління та підтримки ІТ систем. Віддалена установка, віддалена зміна конфігурації, віддалене виконання операцій на одній, на групі систем або всіх системах.
Служби поновлення	Служба поновлення актуальна для підтримки програмного забезпечення на рівні останньої (захищеної) версії виробника.
Бібліотека авторизованого ПЗ	Бібліотека забезпечує зберігання ПЗ. Тільки авторизоване ПЗ (релізи) потрапляє в бібліотеку і поширюється для використання в Компанії.
Визначення ролей	Хоча цей компонент не є ні сервісом, ні службою, визначення ролей повинно бути застосовано в Компанії. Ролі є сполучною ланкою між - функціями управління, посадовими інструкціями і командами.
Каталог сервісів	ІТ Компанія буде підтримувати каталог ІТ сервісів, які знаходяться в стадії експлуатації.
Інструкції експлуатації	Інструкція з експлуатації повинна існувати для кожного ІТ сервісу в Компанії. Інструкція описує, як виконувати завдання кожної з функцій управління MOF SMF.

Взаємозв'язки між архітектурами V_3

Архітектура управління ІТ-інфраструктурою – це контролюючий рівень, що поширюється на всі інші архітектури. Якщо інша архітектура не зможе надати необхідну інформацію, то для неї буде важко або неможливо виконати свою основну функцію.

Доступність D_3

Для кожного елементу управління необхідно виконати аналіз доступності з урахуванням витрат і ризиків. Завдання полягає в тому, щоб виключити поодинокі аварійні точки процесу управління або визначити, що елемент не є настільки важливим, щоб для нього не були потрібні надлишкові системи управління. Існують наступні варіанти проектування:

- неповністю надлишкові служби;
- повністю надлишкові служби;
- надлишкові операційні центри;
- надлишкові служби та операційні центри.

З цих чотирьох варіантів був обраний другий, оскільки для виконання вимог до корпоративного ЦОД необхідно, щоб всі його служби були повністю надлишковими.

На багатьох підприємствах вважають, що вартість впровадження повністю надлишкових служб не покривається одержуваними від них доходами. Вимоги різних організацій у цьому відношенні бувають різними. Реалізувати повну надмірність дуже важко, тому ми розглядаємо саме цей варіант. Якщо для конкретного підприємства введення повної надмірності для кожного компонента служб не вигідно, від надмірності деяких служб можна відмовитися.

Безпека B_3

Для створення безпечної системи управління необхідно в рамках системи управління запровадити політику безпеки, забезпечити відсутність впливу системи управління на безпеку середовища в цілому і врахувати слабкі сторони керованих елементів при їх розгортанні та оновленні. Ці вимоги однакові, як для сценарію корпоративного ЦОД, так і для всієї організації.

Щоб забезпечити централізоване адміністрування, при проектуванні ЦОД необхідно врахувати питання безпеки і передбачити служби управління в аварійних ситуаціях (Emergency Management Services - EMS). Такі служби забезпечують адміністрування через додатковий канал в тому випадку, коли звичайні методи не спрацьовують. Наприклад, якщо серверна операційна

система не працює через виникнення помилки, термінальні служби та інструменти управління, наприклад консоль ММС, будуть недоступні. У такому випадку для віддаленого управління сервером і його перезавантаження можуть використовуватися служби управління в аварійних ситуаціях, що використовують карти управління сервером.

Масштабованість M_3

Необхідно передбачити, щоб із зростанням ЦОД служби управління могли підтримувати більшу кількість одиниць, зберігаючи при цьому інтегрованість.

Підтримка Pt_3

За підтримку відповідає служба, яка здійснює підтримку серверів.

Консолідація W_3

Вимоги по консолідації системи управління стосуються консолідації апаратного та програмного забезпечення, а також керованих серверів, запам'ятовуючих пристроїв і додатків. Консолідуючі процеси будуть простими в сценарії корпоративного дата центру, оскільки їх розташування в одному місці передбачає високий рівень консолідації, ніж в середовищі масштабу підприємства. Обмежена пропускна спроможність каналів зв'язку між підрозділами може викликати необхідність установки додаткових серверів для того, щоб керівну інформацію можна обробляти, не навантажуючи канали зв'язку потоками керівних даних. За рахунок консолідації корпоративного дата-центру можна заощадити кошти, витрати на програмне забезпечення, коли для служб управління видаються ліцензії на кожен сервер їх розташування. У сценарії корпоративного дата центра відсутні додаткові вимоги щодо консолідації при розгортанні системи управління.

Інтероперабельність It_3

Вимоги до інтероперабельності системи управління визначають необхідність підтримки нею багатьох типів компонентів інфраструктури. Деякі з цих компонентів можуть підкорятися різним стандартам управління, які повинні забезпечувати надання консолідованого спектру служб, у тому числі моніторинг подій, виділення ресурсів і авторизацію доступу. До варіантів, які забезпечують інтероперабельність системи управління, відносяться:

- загальна централізація інструментальних засобів;
- використання оптимальних інструментальних засобів.

Якщо в середовищі використовується оптимальний спосіб управління, потрібно шляхом ретельного планування забезпечити його інтеграцію з

централізованими службами управління. У сценарії корпоративного дата-центру MSA запропоновано оптимальні інструментальні засоби, оскільки в ньому здійснюється управління різними продуктами від різних постачальників. Деякі з цих продуктів працюють незалежно від інших і не використовують спільно конфігураційні дані.

6.3.4. Обґрунтування архітектури інфраструктури прикладних програм

Архітектура прикладних програм (додатків) визначається бізнес потребами корпорації та підходами, методами створення додатків конкретним розробником. Вона визначає середовище виконання для додатків, механізми комунікацій між додатками і компонентами, інструментарій контролю додатку і управління його станом, а також сховище для структурованих і неструктурованих типів даних:

$$A_4 = F_4(V_4, D_4, B_4, M_4, K_4, Pt_4, W_4, It_4).$$

Завдання архітектури:

A₄₁ - забезпечувати середовище для виконання компонентів додатків.

A₄₂ - підтримувати механізми диспетчеризації для комунікацій між компонентами додатків.

A₄₃ - реалізувати інструментарій для моніторингу рівня сервісів і діагностики проблем.

A₄₄ - забезпечувати зберігання структурованої і неструктурованої інформації.

Стандартизація архітектури додатків Оператора дозволяє мінімізувати витрати пов'язані з підтримкою декількох типів архітектур, кожна для одного типу бізнес додатків.

Зокрема архітектура, як одно-, так і багаторівневих додатків платформи включає в себе:

1. Операційну систему.
2. Середу виконання - .NET Framework.
3. Сервер додатків - Internet Information Server.
4. Компонентну середу - COM +.
5. Служба асинхронного обміну повідомленнями - MSMQ.

Елементи інфраструктури додатків, які є основними компонентами архітектури, не включають самі додатки. Оператором експлуатується значна кількість бізнес-додатків, кожен з яких вимагає своїх типів систем і компонентів на кожному рівні, і навіть різну кількість рівнів. Доцільно розглядати модернізацію поточних бізнес систем і впровадження нових не

тільки з боку необхідного функціоналу, але і з боку перспективи необхідної для них архітектури.

Формалізація архітектури додатків дозволить враховувати необхідні зміни ІТ інфраструктури Оператора в цілому, а також мінімізувати витрати на впровадження нової технології шляхом використання вже існуючих компонентів (баз даних, серверів додатків, веб серверів).

Для формування вимог до архітектури потрібно розглянути типові програми. Типовий бізнес додаток, включає в себе до чотирьох рівнів, і одинадцять основних компонентів.

Рівні:

1. Рівень даних - відповідає за управління даними і доступ до них.
2. Рівень додатків - відповідає за бізнес логіку програми.
3. Рівень Web - відповідає за інтерфейс між додатком і користувачем або між додатком і іншим додатком.
4. Рівень клієнта - відповідає за встановлення інтерфейсу для користувача. Додатки ставлять такі завдання перед інфраструктурою:
 1. Мати можливість взаємодії з клієнтами - інтерактивними користувачами або іншими web-сервісами.
 2. Отримати ресурси для обслуговування запитів від клієнтів.
 3. Мати можливість для програмної взаємодії з іншими додатками.
 4. Мати місце для надійного зберігання даних.

Взаємозв'язок між архітектурами V_4

П'ять архітектур створюють ІТ середовище, придатне для розгортання прикладних програм. Тому в архітектурі управління додатками використовуються служби наданні іншими архітектурами, наприклад архітектурами мережі та керування для надання послуг.

Доступність D_4

Компоненти рівня програми, що вимагає найвищого рівня доступності (більше 99,90%) розміщуються в кластері з балансуванням навантаження (Load Balancing Cluster). Дана технологія прийнятна для компонентів з одним станом (stateless) або доступних тільки для читання, відключення в будь-який момент часу не приводить до втрати інформації або даних.

Компоненти рівня програми та рівня даних, що вимагають найвищого рівня доступності (більше 99,95%) розміщуються в Failover-кластері. Дана технологія забезпечує надмірність системних ресурсів з можливістю переміщати додаток з вузла який відмовив на резервний.

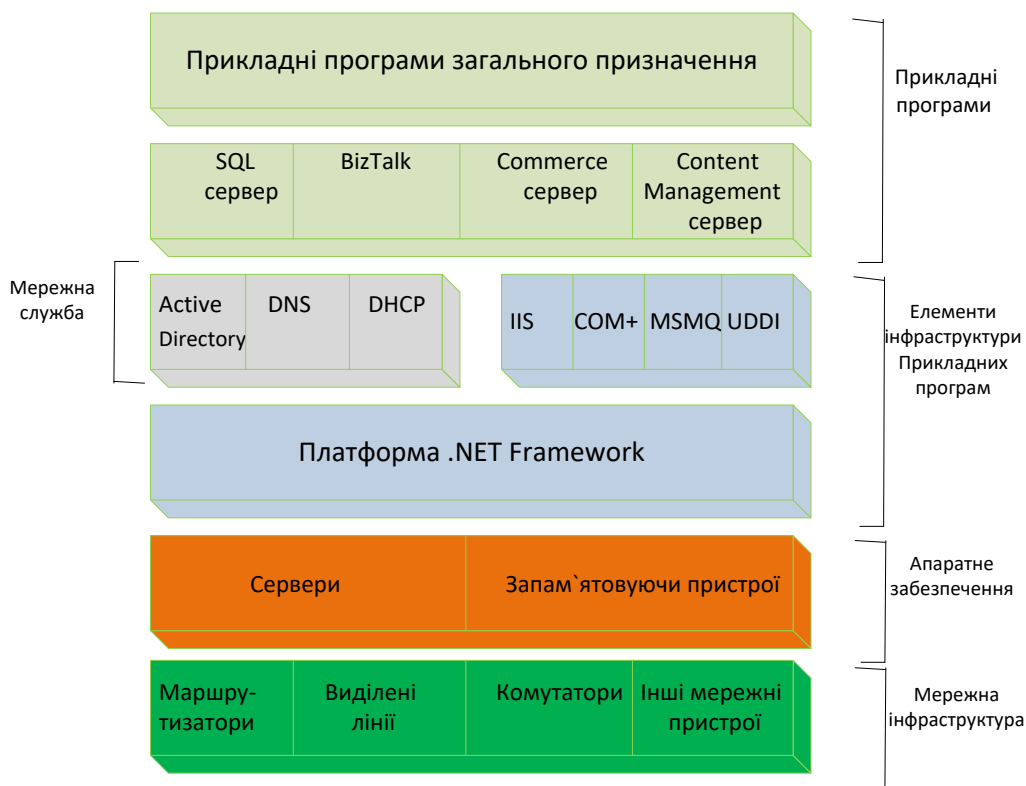


Рис. 6.14 Архітектура додатків

Безпека V_4

Компоненти програми можуть бути фізично рознесені на різні вузли мережі. Один додаток, один web-сервіс, може мати одне, два або три рівні: Архітектура безпеки, наявність зон безпеки в мережі, розділених системами контролю комунікацій (firewall). Таким чином різні додатки можуть перебувати в різних зонах безпеки.

Кожна програма має надавати інформацію про свою підтримку технологій кластеризації та взаємодії своїх рівнів.

Типи клієнтів

Основні типи клієнтів, що використовуються Оператором включають:

1. Тонкий клієнт. Логіка і дані зберігаються на серверах.
2. Товстий клієнт. Частина бізнес логіки і профіль настройки користувача зберігаються на клієнті.
3. Програмний клієнт, який отримує доступ до Web сервісу за допомогою протоколу SOAP. Один додаток є клієнтом іншого, при цьому інтерфейс користувача відсутній.

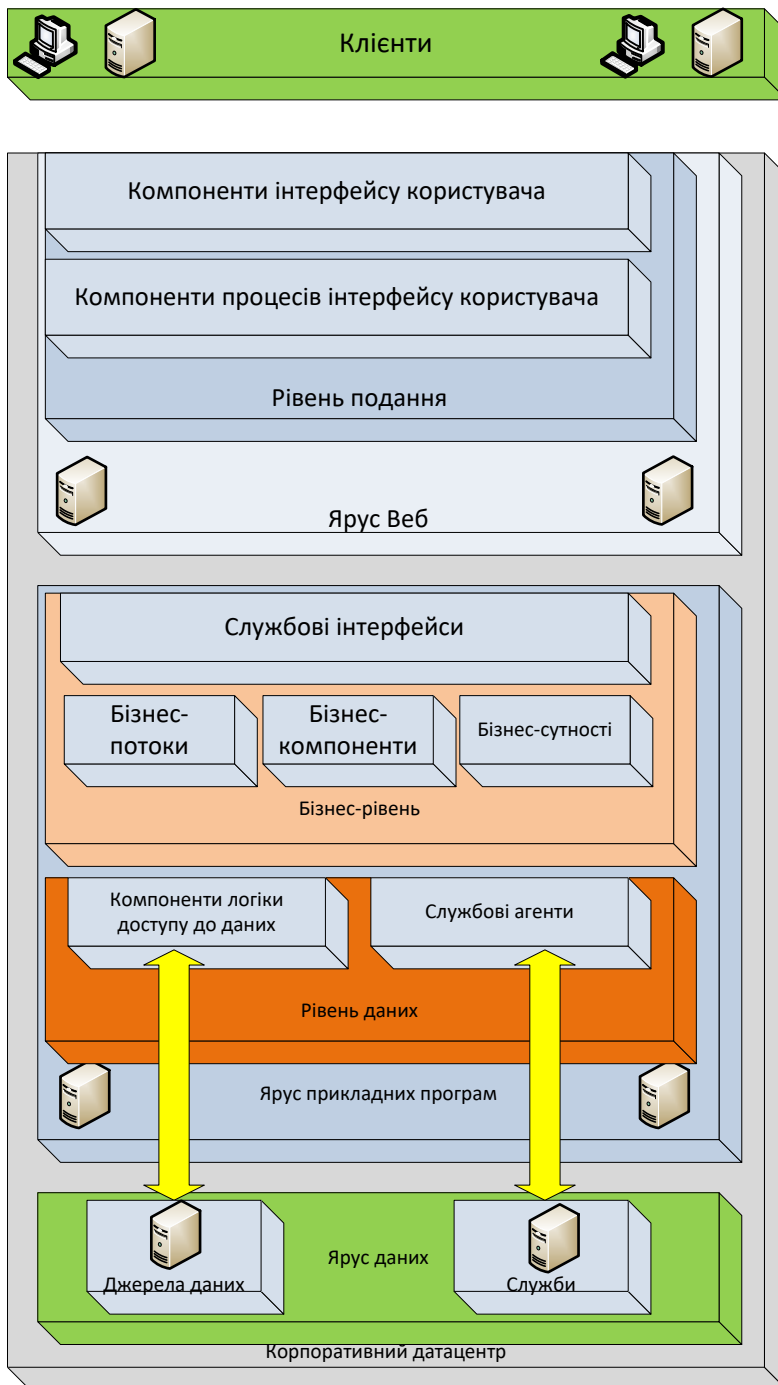


Рис. 6.15 Архітектура додатків

Масштабованість M_4

Масштабованість досягається завдяки поділу прикладної програми на архітектурні рівні, які можна розгорнути на окремих фізичних ярусах.

Керованість K_4

Додаток протягом свого життєвого циклу всередині ЦОД розгортається в п'яти інфраструктурних середовищах (рис. 6.16):

1. Середовище Розробки - виділене середовище всередині якого створюються додатки. Менеджер розробки відповідає за роботу в цій зоні і за зміни і модифікації системи.

2. Інтеграційне середовище - дана зона призначена для зібраного додатка, в ній шліфуються механізми комунікацій між компонентами програми.

3. Тестувальне середовище - зона відповідальності менеджера тестування або менеджера приймання в експлуатацію. У даній зоні проводяться набори функціональних, навантажувальних і інших тестів на додатку. Зміни додатку не допускаються.

4. Підготовче середовище - зона «зберігання» готового до впровадження релізу додатку. Зміни не допускаються. Дана зона вже входить у відповідальність менеджера експлуатації.

5. Виробниче середовище - середовище з найвищим рівнем контролю.



Рис. 6.16 Інфраструктурні середовища додатків ЦОД

Логічний дизайн додатків

Стандарт 1: Дворівневий додаток для внутрішніх клієнтів (рис. 4.16 а)

Характеристики:

1. Прості міжкомпонентні зв'язки.
2. Проста схема розгортання програми.

3. Прості механізми контролю доступності.
4. Всі додатки знаходяться у Внутрішній Зоні Безпеки.

Стандарт 2: Трирівневий додаток для внутрішніх клієнтів (рис. 6.17 б)

Характеристики:

1. Незалежне масштабування рівнів бізнес логіки і уявлення.
2. Діагностика проблем складна.

Стандарт 3: Дворівневий додаток для зовнішніх клієнтів з внутрішнім джерелом даних (рис. 6.17 в)

Характеристики:

1. Системи контролю периметрів забезпечують додатковий рівень захисту.
2. Розгортання системи складне.

Стандарт 4: Трирівневий додаток для зовнішніх клієнтів з внутрішнім джерелом даних (рис. 6.17 г)

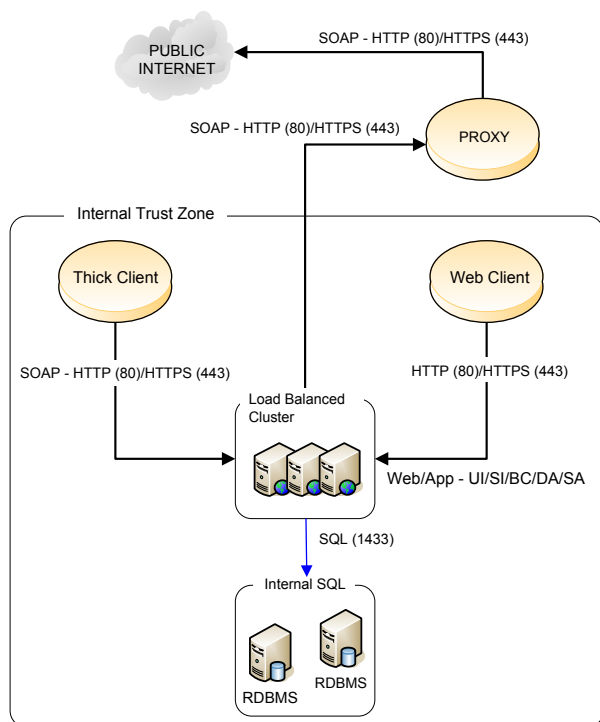


Рис. 6.17 а Дворівневий додаток для внутрішніх клієнтів

Характеристики:

1. Необхідна настройка комунікацій між рівнями бізнес логіки і уявлення.

2. Необхідний сервіс хостингу компонентів.
3. Діагностика проблем складна.
4. Розгортання додатків складне.

Стандарт 5: Трирівневий додаток для зовнішніх клієнтів з внутрішнім джерелом даних і додатком (рис. 6.17 д)

Характеристики:

1. Бізнес логіка і дані розміщуються в більш захищеною зоні.
2. Діагностика проблем складна.
3. Розгортання додатків складне.

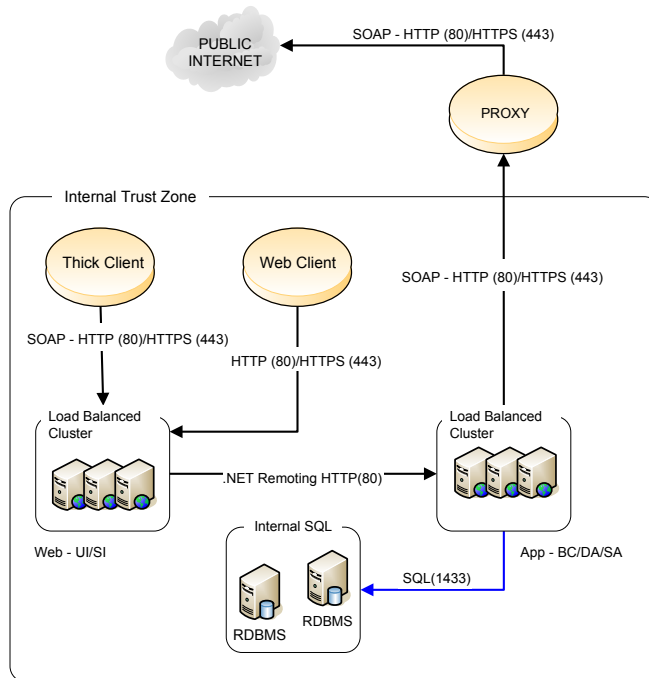


Рис. 6.17 б Трирівневий додаток для внутрішніх клієнтів

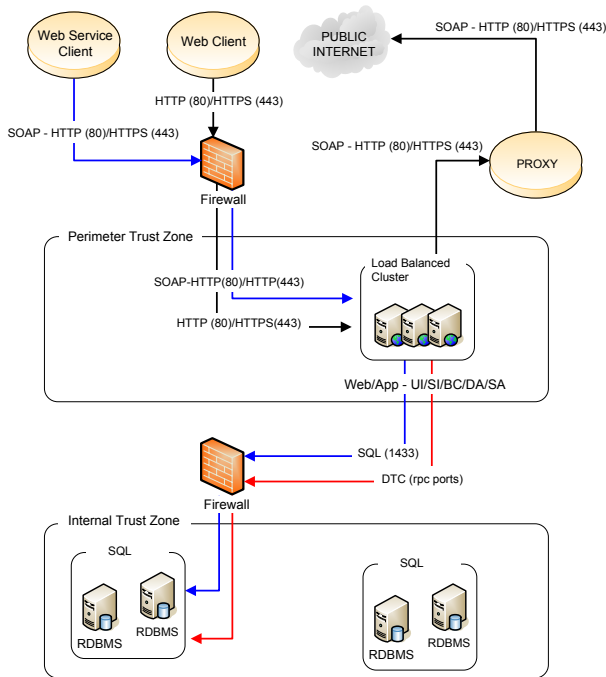


Рис. 6.17 в Дворівневий додаток для зовнішніх клієнтів з внутрішнім джерелом даних

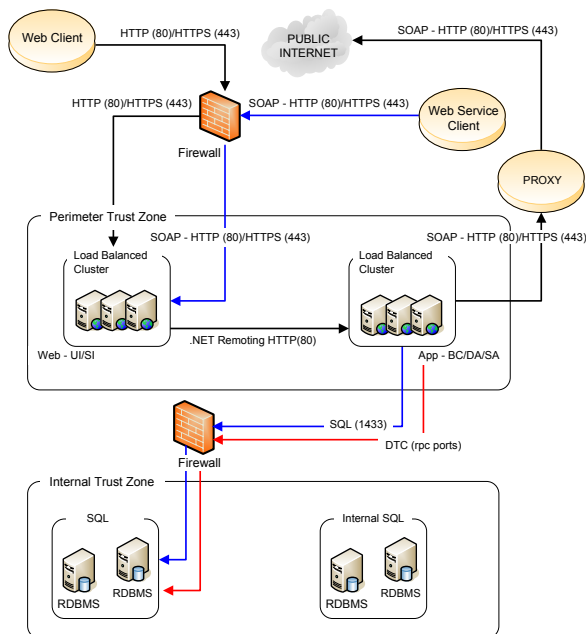


Рис. 6.17 г Трирівневий додаток для зовнішніх клієнтів з внутрішнім джерелом даних

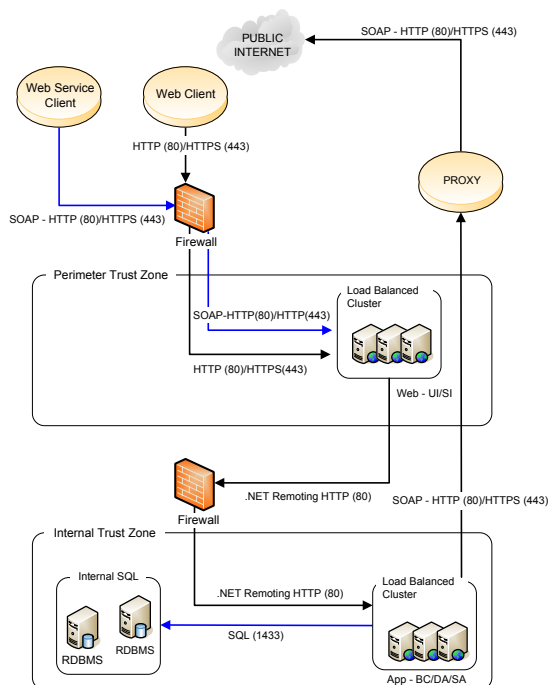


Рис. 6.17 д Трирівневий додаток для зовнішніх клієнтів з внутрішнім джерелом даних і додатком

Архітектура додатків реалізується у вигляді наступних елементів і стандартів.

Табл. 6.5 Елементи й стандарти архітектури додатків Оператора

Елемент	Характеристика
.NET Framework	Забезпечує виконувану середу і бібліотеки класів для .NET коду
COM+	Середа обслуговування та захисту компонентів додатка
Message Queuing	Технологія управління чергами повідомлень і асинхронними комунікаціями між компонентами додатків
Web Application Services	Обслуговування (hosting) Web сервісів
Data Services	Обслуговування доступу до даних
File Services	Зберігання конфігураційних файлів (global.asax або Web.config, наприклад)

Елемент	Характеристика
Networking Services	Забезпечення мережевих комунікацій
Certificate Services	Забезпечення автентифікації, авторизації та криптографічного шифрування
Infrastructure Management Services	Інструментарій моніторингу та управління додатком і його компонентами

Мережеві стандарти: TCP / IP; UDP / IP.

Web стандарти: HTTP / HTTPS; XML; SOAP / WSDL; WSE (WS-Security, WS-Routing, WS-Coordination, and WS-Transaction).

СУБД стандарти: SQL.

Консолідація W_4

Любий компонент інфраструктури додатків повинен надавати рішення, яке дозволяє його інтегрувати з іншими компонентами. Інтеграція необхідна на рівні мережевих комунікацій, на рівні базових сервісів (доступ до файлових систем), на рівні доступу до джерел даних, на рівні взаємодії додатків. Крім технологічної складності інтеграції різномірних систем, значно підвищується складність управління такими комплексами.

Оскільки в реальних умовах неможливо і часто недоцільно забезпечити поставку всіх компонентів інфраструктури від одного виробника, питання інтеграції може бути вирішене трьома шляхами: використання стандартів, використання проміжних середовищ-«перекладачів» (application integration services), самостійна розробка конекторів.

Підтримка Pt_4

Як приклад можна привести операційну систему Microsoft Windows Server. Ключовою характеристикою взаємодії з операційними системами і службами інших виробників, є підтримка стандартів TCP / IP, IPX, Kerberos, PKI (X.509, PKCS), LDAP, HTTP, WBEEM, DNS, DHCP, XML, UDDI, SOAP і інш.

Крім стандартів, Windows Server забезпечений додатковими технологіями інтеграції, як наприклад підсистема Interix - яка дозволяє виконувати додатки UNIX середовища.

Табл. 6.6 Додаткові технології інтеграції Windows Server

Платформа	Мережа	Дані	Додатки
UNIX	Services for UNIX	Services for UNIX,	Microsoft Interix

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Платформа	Мережа	Дані	Додатки
		Microsoft Interix	
IBM	Host Server	Integration Server	Host Integration Server
Macintosh	Services for Macintosh	for Services for Macintosh	N/A

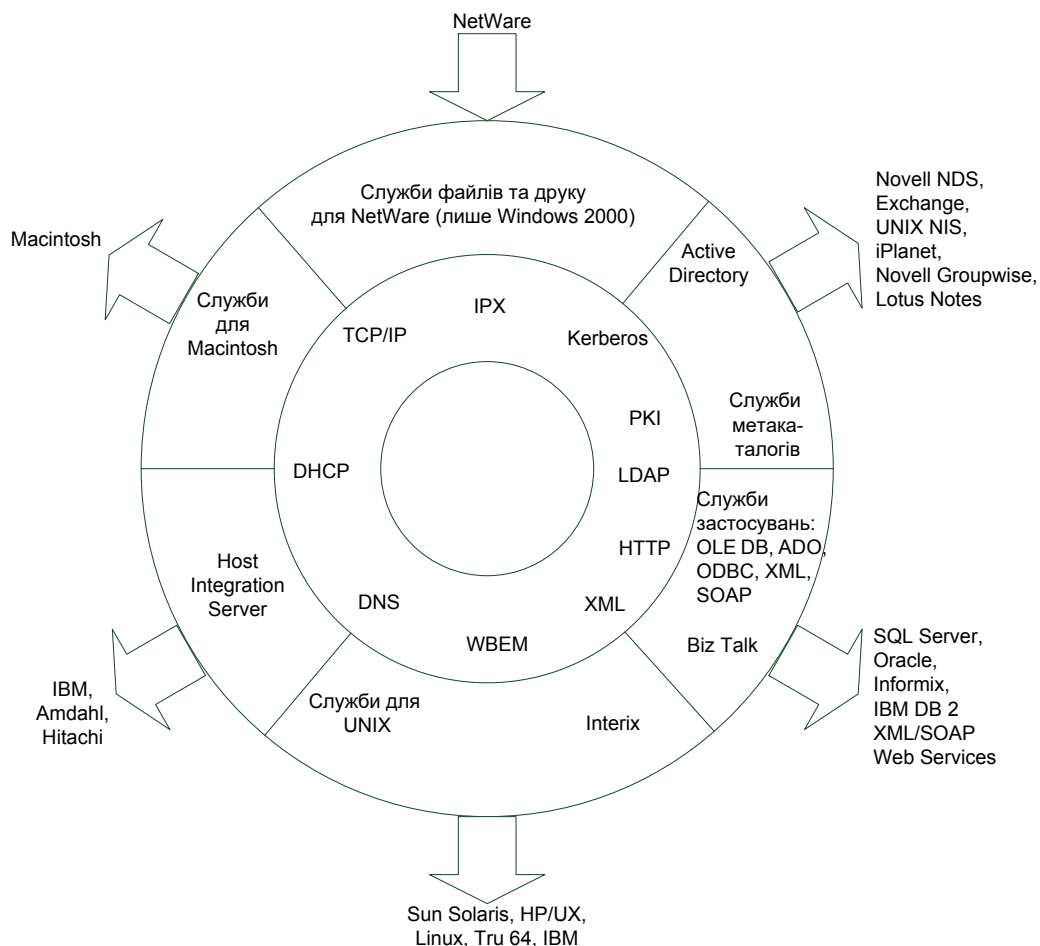


Рис. 6.18 Підтримка стандартів в Windows Server

Сервіс-орієнтована архітектура додатків (Service Oriented Architecture) спирається на Web стандарти та дозволяє створити інфраструктуру додатків здатних до безшовної інтеграції.

Стандарти Web Services Enhancements (WSE) описують схеми маршрутизації, посилальних зв'язків, інспекції, безпеки, транзакційних механізмів та інші компоненти інфраструктури SOA. Інфраструктура додатків повинна підтримувати набір стандартів WSE.

Табл. 6.7 Підтримка стандартів WSE Windows Server

Вимога	Приклад реалізації
Безпосередня підтримка XML Web Services	Windows Server забезпечує безпосередню підтримку стандартів XML Web service, включаючи XML, SOAP, Universal Description, Discovery, і Integration (UDDI), і Web Services Description Language (WSDL).
Підтримка Enterprise UDDI	Windows Server включає Enterprise UDDI Services, динамічну та гнучку інфраструктуру для XML Web сервісів. Даний компонент дозволяє компаніям отримати свою внутрішню UDDI службу.
Підтримка успадкованих систем	XML Web сервіси інтегровані в Windows Server; існуючі компоненти COM + і Message Queuing можуть працювати спільно з Web сервісами. COM + додатки можуть використовувати XML / SOAP. Message Queuing використовує SOAP і XML в якості основних протоколів.
Федеративна Інфраструктура	XML Web сервіси забезпечують фундамент для безшовної інтеграції додатків.

Інтероперабельність *It4*

Сервіси інтеграції дозволяють грати роль транспорту і перекладача інформації. Сервіс інтеграції має бути створений у вигляді єдиної шини, брокера інтегруючого системи відповідно до розроблених бізнес процесів. Сервіс інтеграції може використовувати власну бізнес логіку і забезпечувати інтеграцію в один бізнес процес багатьох (більше двох) додатків.

Висновки

Архітектура додатків визначається бізнес потребами Корпорації та підходами, методами створення додатків конкретним розробником. Вона визначає виробниче середовище для додатків, механізми комунікацій між

додатками і компонентами, інструментарії контролю додатків і управління його станом, а також сховище для структурованих і неструктурованих типів даних.

Стандартизація архітектури додатків в ЦОД дозволяє мінімізувати витрати пов'язані з підтримкою декількох типів архітектур, кожна для одного типу бізнес додатків.

6.3.5. Обґрунтування архітектури безпеки

Архітектура Безпеки:

$$A_5 = F_5(V_5, K_5, P_5, W_5, It_5).$$

Завдання безпеки ІТ полягає у забезпеченні захисту цінної інформації і забезпечення її доступності авторизованим користувачам. Невиконання завдання безпеки може призвести до:

A_{51} - видалення або зміни інформації.

A_{52} - крадіжці інформації або сервісу.

A_{53} - порушенню бізнес операцій.

A_{54} - нанесення шкоди репутації компанії.

Архітектура безпеки забезпечує необхідний рівень захисту ІТ активів Корпорації шляхом опису підходів щодо організації та формуванню вимог до персоналу, процесів і технологій.

Корпоративна інфраструктура повинна відповідати стандарту British Standard 7799 і його розвитку International Organization for Standardization (ISO) Standard 17799. Політики ЦОД, розроблені у відповідності з даними стандартами можуть надати необхідний рівень вимог до персоналу, процесів і технологій для забезпечення коректного використання ІТ активів авторизованими користувачами.

Архітектура безпеки розробляється на базі трьох компонентів:

1. Процес дисципліни управління ризиками.
2. Зонування мережі.
3. Ешелонний захист.

ІТ-активи

ІТ-активи - ресурси мають цінність для роботи Корпорації. ІТ-активи включають, два компоненти - дані (інформація, інформаційний сервіс) та рівні.

Архітектура безпеки забезпечує для даних (або інформації) захист:

1. Конфіденційний. Захист від несанкціонованого доступу та використання інформації.

2. Цілісності. Захист від неавторизованої, ненавмисної модифікації або пошкодження інформації.

3. Доступності. ЦОД повинен надавати інформацію та всі сервіси вчасно, для певних клієнтів.

Рівні представляють собою набір вузлів або пристроїв, які мають однотипну функціональність і можуть розглядатися як один логічний компонент.

Персонал

Основні принципи безпеки для персоналу:

1. Створюються і використовуються політики безпеки.
2. Персонал має достатню кваліфікацію для захисту ІТ-активів з якими він працює.
3. Персонал знає про політику безпеки і її зміни.
4. Існують механізми автентифікації користувачів та авторизації їх дій з даними.
5. Адміністратори та комісії мають можливість аудиту дій і контролю виконання політик.

Процес дисципліни управління ризиками

Архітектура безпеки включає в себе один процес, який базується на дисциплінах Управління Ризиками Безпеки - Security Risk Management Discipline (SRMD). Процес складається з чотирьох послідовних кроків:

1. Визначення та оцінка ІТ-активів.
2. Ідентифікація Ризиків безпеки.
3. Аналіз ризиків.
4. Розробка та зменшення ризиків.

КРОК 1. ВИЗНАЧЕННЯ І ОЦІНКА ІТ- АКТИВІВ

Визначення активів включає в себе класифікацію даних, використовуваних в Підсистемах.

Крім інформації при визначенні виділяються рівні (логічні групи однотипних пристроїв і вузлів).

Оцінка активів включає аналіз:

1. Фізичної вартості компонента ІТ інфраструктури:
 - a) вартість апаратної частини;
 - b) вартість програмної частини;
 - c) вартість підтримки, експлуатації;
 - d) вартість заміни;
2. Бізнес вартості - вартість активу для виконання місії Підсистеми.
3. Непрямої вартості.

4. Конкурентної вартості - вартість активу з точки зору переходу до іншої організації.

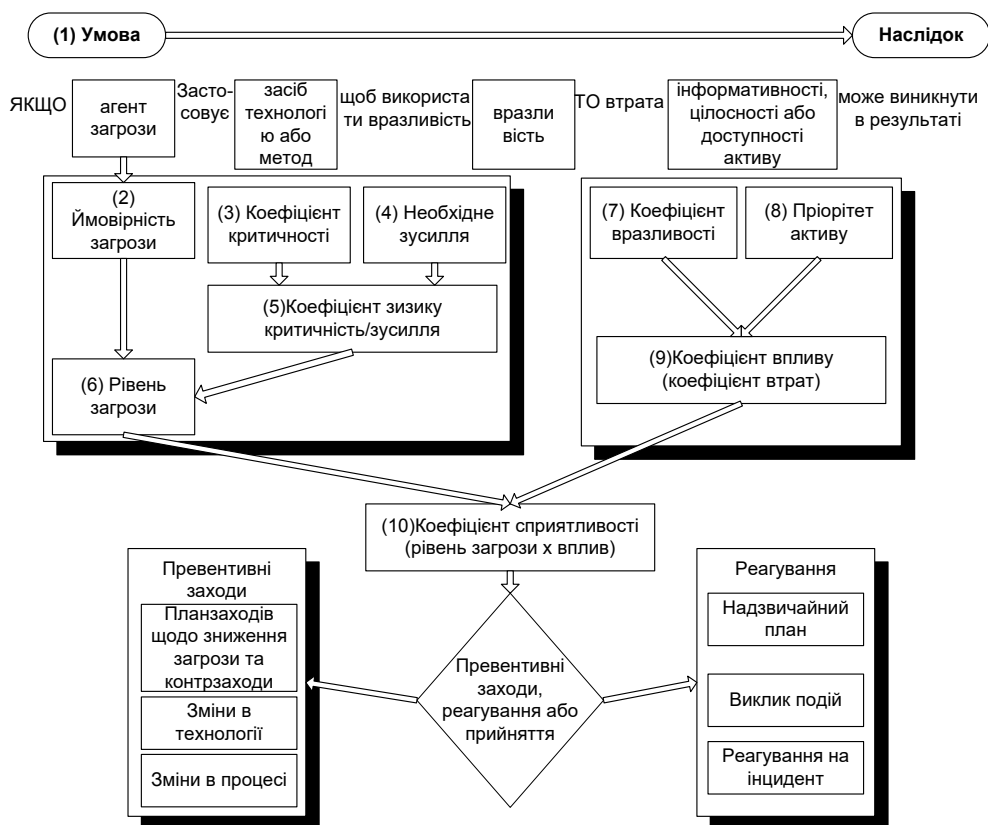


Рис. 6.19 Методика управління ризиками

Після визначення та оцінки необхідно пріоритизувати ІТ-активи. Кожному активу присвоюється значення AP (asset priority) відповідно до якого активи упорядковуються. Фактори, що впливають на формування упорядкованого лінійного списку:

1. Вартість активу.
2. Ціна його створення.
3. Ціна його захисту.
4. Ціна його підтримки.
5. Ціна його відновлення.
6. Вартість активу для конкурентів.

Результатом першого кроку процесу буде чотири документи:

1. Список класифікованих даних.

2. Список класифікованих рівнів.
3. Список оцінених активів.
4. Список активів, які мають пріоритет.

КРОК 2. ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ БЕЗПЕКИ

Ідентифікація ризиків безпеки спирається на такі терміни:

1. Погроза - потенційна небезпека, людина, річ або подія, яка загрожує безпеці активу.
2. Агент загрози - форма носія загрози - злочинець, хакер, пожежа, землетрус.
3. Уразливість - апаратна, програмна, процедурна точка зручна для здійснення атаки агентом загрози.
4. Метод атаки (exploit).
5. Ризик - значення функції, що зв'язує актив, загрозу, вразливість і метод атаки.

Ідентифікація ризиків включає в себе:

1. Аналіз загроз. Хто загрожує кожному з активів?
2. Оцінка вразливостей. Які у активів є вразливості? Які атаки мали місце в світовій практиці? Які наслідки цих атак?
3. Створення списку ризиків:
 - a. Визначення ризику у форматі «ЯКЩО агент загрози допомогою методу або інструменту впливає на вразливість, ТОДІ втрата (конфіденціальності, цілісності, доступності) активу може відбитися в результаті».
 - b. Визначення рівня додаткового ризику: рівень даних, додатків, вузла, мережі, фізичного доступу.
 - c. Визначення критичних чинників (CF) - рівня руйнування активу в разі успішної атаки.
 - d. Визначення рівня вартості атаки (E) - кількості знань, досвіду, роботи, необхідної для виконання атаки.
 - e. Визначення рівня схильності даного типу атаки (VF) - фактор, який дозволяє пов'язувати різні активи з одним типом атаки.

4. Оцінка ризиків - процес кількісної оцінки ризиків.

Результатом другого кроку процесу будуть три документи:

1. Список загроз і методів їх здійснення.
2. Список вразливостей.
3. Таблиця ризиків.

КРОК 3. АНАЛІЗ РИЗИКІВ

На третьому етапі для кожного з виділених ризиків визначаються наступні параметри:

1. Імовірність ризику.
2. Результат ризику (наслідки).

У результаті аналізу всіх отриманих кількісних характеристик ризиків створюється «Основний список пріоритезованих ризиків».

КРОК 4. РОЗРОБКА ТА ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКІВ

У розробку беруться тільки ризики з документа «Основний список пріоритезованих ризиків». Для кожного з описаних ризиків формується стратегія контрзаходів.

Результатом кроку буде один документ: «Стратегія контрзаходів».

Зонування мережі

Однією з успішних практик, яка дозволяє успішно аналізувати і зменшувати ризики є зонування мережі. ІТ інфраструктура логічно ділиться на зони з різними компонентами та вимогами до захисту - приватна зона містить активи, повністю контрольовані; публічна зона містить активи з якою взаємодіють зовнішні клієнти.

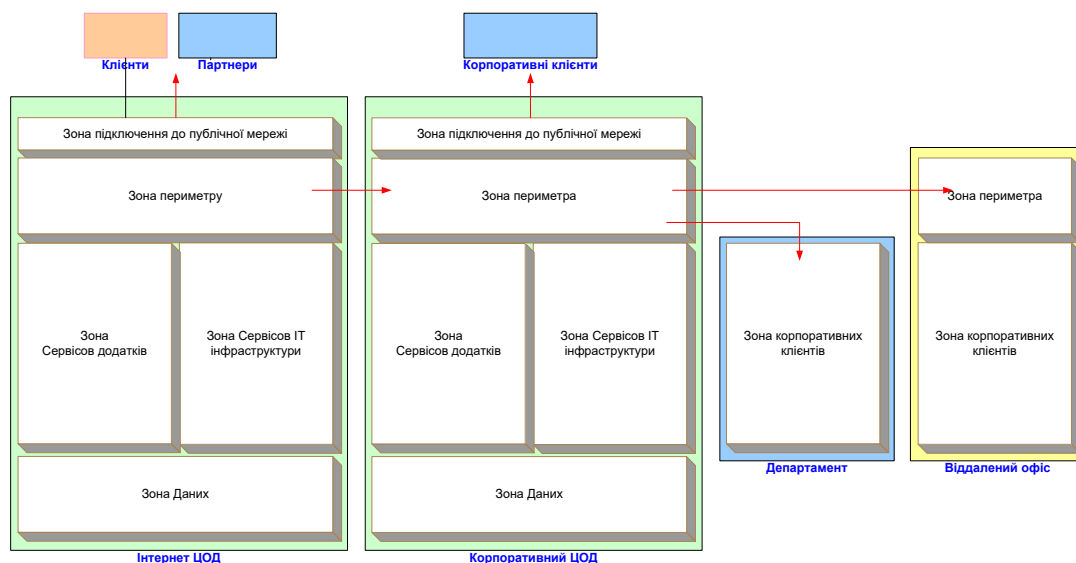


Рис. 6.20 Зонування мережі Оператора

Архітектура безпеки передбачає використовувати 6 зон безпеки.

Табл. 6.8 Зони безпеки Оператора

Назва Зони	Опис
Зона підключення до публічної мережі	Містить системи підключення до публічної мережі, системи захисту та інспекції мережевого потоку.
Зона периметра	Містить системи для віддаленого підключення, кешування змісту, сервера додатків презентаційного рівня.
Зона додатків	Містить сервери додатків і сервери управління базами даних.
Зона сервісів ІТ інфраструктури	Містить системи управління захистом, мережею, користувачами та ІТ інфраструктурою.
Зона Даних	Містить системи зберігання даних, резервного копіювання і відновлення.
Зона корпоративних клієнтів	Містить робочі станції і пристрої співробітників компанії.

Між зонами визначені і реалізовані обмеження, зазначені в Табл. 6.9

Табл. 6.9 Обмеження між зонами безпеки Оператора

Зона джерело	Зона призначення	Обмеження
Public	Private	Пристрій для аналізу мережевих пакетів розташоване між зонами.
Public	Private	Тільки мережевий трафік портів 80 і 443 дозволений для проходження між зонами.
Public	N/A	Якщо користувачі автентифікують себе на будь-якому рівні цієї зони, рівень повинен забезпечити шифрований канал для обміну інформацією.

Друга практика зменшення ризиків - Ешелонний захист - припускає, що контрзаходи створюються на п'яти рівнях ІТ інфраструктури (рис. 4.20):

1. Рівень фізичного доступу.
2. Рівень мережі.
3. Рівень вузла.
4. Рівень даних.
5. Рівень прикладних програм.

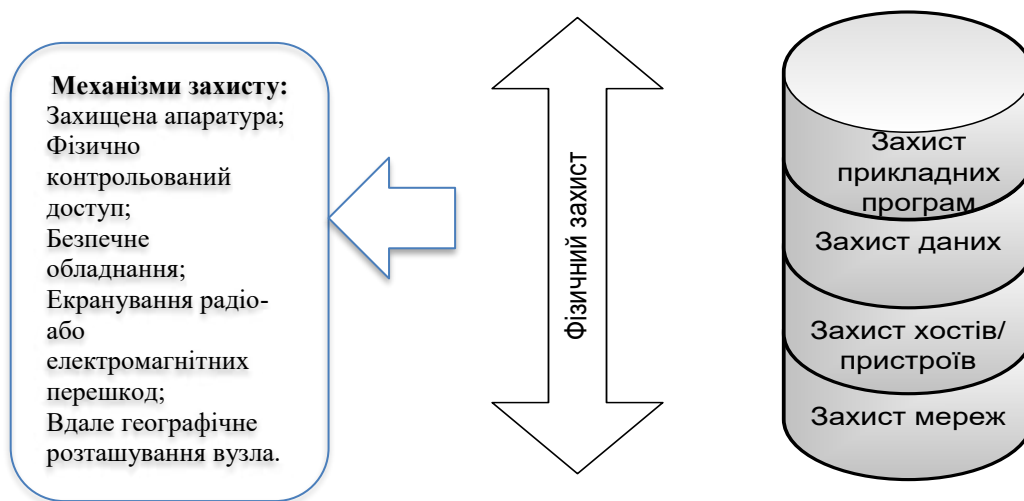


Рис. 6.21 Рівні ешелонного захисту

Оскільки в більшості випадків для здійснення атаки агенту необхідно використовувати або обійти кілька рівнів розміщення контрзаходів, це дозволяє на всіх рівнях значно зменшити ризик. Як приклад, ІТ інфраструктура повинна залишатися захищеною при відключенні систем мережевого захисту (firewall).

Технології захисту

Кожен компонент ІТ інфраструктури включає в себе механізми захисту. Список всіх механізмів доцільно виділити в окрему таблицю (табл. 1).

Таблиця 6.10 – Механізми захисту

Механізми захисту	Типи ризиків
Рівень додатків	
HTML content filters	Ідентифікує і реагує на неавторизовані URL рядка.
Рівень даних	
Авторизація (NTFS ACL)	Забороняє доступ до даних для неавторизованих клієнтів.
Шифрування (IPSec, EFS, SSL)	Зменшує ризик прослуховування інформації в мережі і читання даних з носіїв в обхід механізмів авторизації.

Рівень вузла	
Internet Information Services (IIS) 6.0 Hardening	Забезпечує додатковий рівень захисту для сервера додатків IIS 6.0, допомагає уникнути помилок при конфігурації.
Windows Server 2003 шаблони безпеки	Призводить систему до базового рівня захищеності, шляхом настройки більш ніж 1200 параметрів.
Рівень мережі	
Firewalls	Мережеві екрани забезпечують інспекцію мережевого трафіку і розташовуються між мережевими зонами.
Internet Protocol Security (IPSec)	Захищає цілісності та конфіденційність мережевого трафіку.
Рівень фізичного доступу	
Контроль фізичного доступу	Контрольований доступ в приміщення та поверхи Корпорації.
Турнікет	Контроль доступу на територію Організації.

Взаємзв'язок між архітектурами V₅

Архітектура безпеки має взаємозв'язок з усіма архітектурами.

Керованість K₅

Керованість, мабуть, є визначальною властивістю системи безпеки. Некеровану систему безпеки дуже важко захистити. Без використання механізмів моніторингу - потенційні порушення захисту можуть залишитися непоміченими. Без діагностування важче вирішувати питання безпеки.

Підхід із застосуванням зон, прийнятий для системи безпеки, також може використовуватися для її управління. Кожну зону безпеки можна розглядати як область управління, а завдання з управління безпекою можна доручити у разі потреби локальним адміністраторам. На сьогоднішній день для більшості пристроїв захисту існує можливість віддаленого управління, оскільки вони можуть зв'язуватися з консоллю централізованого управління, за допомогою якої виконується моніторинг їх роботи та налагодження конфігурацій.

Використання адміністративних ролей

Модель команд MOF пропонує рекомендації для управління ІТ - службами, створені на основі досвіду успішних організацій різного масштабу, які застосовують ІТ - технології у своїй діяльності від великих корпоративних

ІТ - відділів до невеликих дата- центрів електронної комерції та постачальників служб додатків .

У MOF визначені кластери ролей, кожен з яких пов'язаний з певним аспектом ІТ -операція. Ролі кластера Безпеки (Security role cluster) покликані забезпечувати конфіденційність, цілісність і доступність даних організації. Фахівці з безпеки, які виконують ці ролі, приділяють увагу не тільки технічним проблемам, пов'язаним із захистом корпоративної мережі, але й політиці та практиці бізнесу. Мова йде про електронну пошту організації, застосування віддаленого доступу, надання дозволів на використання важливої корпоративної фінансової інформації та особистих даних працівників, а також про такі специфічні питання як забезпечення конфіденційності списку телефонів працівників організації.

Ролі в кластері Безпека виконують такі загальні обов'язки:

- допомога в моніторингу правильності роботи ІТ-ресурсів;
- виявлення вторгнень і захист від вірусів;
- надання захисту шляхом відмови від обслуговування;
- визначення політик приховування та безпечної передачі даних;
- виконання аудиту та складання звітів про його результати;
- проектування ефективної системи безпеки і системи управління для мережевих доменів;
- тестування та впровадження стратегічних технологій захисту;
- моніторинг та оцінка вразливостей мережі;
- забезпечення швидкого реагування на вторгнення в реальному часі;
- управління інфраструктурою відкритих ключів;
- управління вимогами IP- безпеки;
- управління вимогами перевірки автентичності та доступу;
- управління застосуванням і вимогами політик щодо користувачів (наприклад, політикою застосування паролів);
- управління зовнішніми та фізичними вимогами до безпеки (наприклад, доступом в комп'ютерні лабораторії);
- управління вимогами до безпечного обміну повідомленнями;
- надання поточної технічної підтримки та консультацій з відповідних питань для різних ініціатив з підтримки безпеки в організації.

Системне адміністрування

Централізований підхід до адміністрування системи безпеки є досить простим для застосування менеджером з безпеки, оскільки всі завдання зосереджені в одному місці. Однак архітектура системи безпеки може зробити віддалене управління неможливим через певних обмежень безпеки.

Для віддаленого адміністрування застосовують засоби трьох типів:

- консоль ММС;
- веб - інструменти;
- засоби сторонніх виробників.

Зазвичай велика частина функцій віддаленого управління здійснюється за допомогою консолі ММС і засобів сторонніх виробників. Веб - інструменти постійно удосконалюються.

Безпека також певною мірою залежить від поширення віддаленого програмного забезпечення, зокрема від того, наскільки оперативно відбувається оновлення програмного забезпечення клієнтів віртуальних приватних мереж і антивірусних програм. Системне адміністрування засобів, які використовуються для реалізації безпеки і захисту рівнів, може виявитися складним завданням. Коли в організації прийнята стратегія глибокоешелованого захисту, це призводить до зростання складності управління середовищем в залежності від значимості компонентів. За умови, що багато різних адміністраторів керують різними технологіями, застосовуваними в середовищі, внесення змін може призвести до численних випадків неправильного налаштування конфігурацій. Для зменшення такого ризику в середовищі повинні бути введені надійні процеси обміну даними та управління змінами. На ринку з'являються інструментальні засоби для керування політиками безпеки для різних технологій, але поки вони недосконалі.

Продуктивність P_5

Продуктивність системи безпеки в першу чергу залежить від того, які технології та обмеження реалізовані в середовищі.

- Фільтрація пакетів на мережевому рівні. Майже у всіх ситуаціях фільтрація пакетів збільшує час їх передачі з вихідного місця до місця призначення. Затримка залежить від способу перевірки пакетів. Наприклад, часті перевірки за допомогою механізму проксі на рівні прикладних програм займають більше часу, ніж проста фільтрація портів, оскільки такий процес вимагає більш глибокого дослідження пакетів.

- Шифрування. Шифрування даних завжди призводить до передачі більшої кількості даних, а також створює додаткове навантаження на процесори пристроїв, що виконують шифрування і дешифрування. Такі навантаження можуть бути переведені на спеціальні засоби апаратного забезпечення.

Консолідація W_5

Якою буде система безпеки - розрізної або консолідованої, визначається архітектурами мереж і програмного забезпечення, які вона підтримує. Полегшення управління системою безпеки є визначальним фактором консолідації серверних і мережевих пристроїв. Але консолідація повинна виконуватися з урахуванням вимог до безпеки даних і структури зон, розробленої для підтримки безпеки.

Консолідуючи служби на меншій кількості серверів, необхідно взяти до уваги наступне:

- Чи забезпечує консолідація автономне адміністрування служб на спільно використовуваному сервері, якщо до цього адміністрування цими службами виконували різні особи?

- Які додаткові ризики (для сервера, на якому вже виконуються ці служби, або для додатків, для яких, існують свої ризики) створює ця нова служба або додаток? Або організація готова погодитися з таким додатковими ризиками?

- Чи не висувають різні вимоги до паролів та/або шифрування програми або служби? Якщо так, то вони не зовсім придатні для консолідації.

- Чи не використовують програми або служби різні облікові записи служб або підвищені пріоритети, які можуть надати нападнику, який отримає несанкціонований доступ до однієї служби, доступ до інформації, виконуваної в інших процесах на тому ж сервері?

Інтероперабельність *It5*

Усі заходи зі зниження ризиків мають реалізовуватися як частина загальної політики безпеки. Для технології, що запроваджується як частина системи безпеки, існує низка стандартів взаємодії.

Стандарти та інструкції

Стандарт ISO 17799 - це прийнятий на міжнародному рівні ряд регуляторних норм, які об'єднують кращі практики у сфері безпеки інформації. Це стандарт створений на основі англійської стандарту BS 7799, який він поступово витіснив.

Висновки по розділу 6

В четвертому розділі представлені методологічні основи автоматизації загальносистемного забезпечення. Представлені принципи проектування ЦОД, як основного елементу архітектури інформаційних систем. Результати впроваджені при побудові найпотужніших в Україні ЦОД ПАТ «Укртелеком» (потужність 1,5 Мегават).

Представлені основи проектування системної ІТ-інфраструктури, яка забезпечує працездатність ЦОД. Проектування проводиться на основі застосування передових методологій і концепцій провідних виробників апаратного і програмного забезпечення (HP , SUN , EMC , CISCO , Microsoft , ORACLE , Veritas).

Представлено концепцію побудови ЦОД.

Запропоновано вдосконалений методологічний підхід проектування системної ІТ-інфраструктури, яка забезпечує працездатність Центрів обробки даних.

Представлено метод оптимізації процесу забезпечення визначеними категоріям клієнтів сервісів центрів обробки даних, інтеграція яких визначає п'ять архітектур (безпеки, управління, зберігання даних, програмних додатків, мережева). Метод відрізняється від інших чітко визначеним алгоритмом п'яти сценаріїв забезпечення доступу до сервісів, що дозволяє мінімізувати час оброблення запитів клієнтів сервісною системою, оптимізувати її продуктивність за визначеним навантаженням для обраної системної конфігурації.

Проведено апробацію методу оптимізації процесу забезпечення визначеними категоріям клієнтів сервісів центрів обробки даних на основі розробленої типової системної архітектури ІТ-інфраструктури.

Представлені вимоги до п'яти архітектур ЦОД: мережевої, управління даними, управління ІТ-інфраструктурою, інфраструктури додатків (прикладних програм), безпеки.

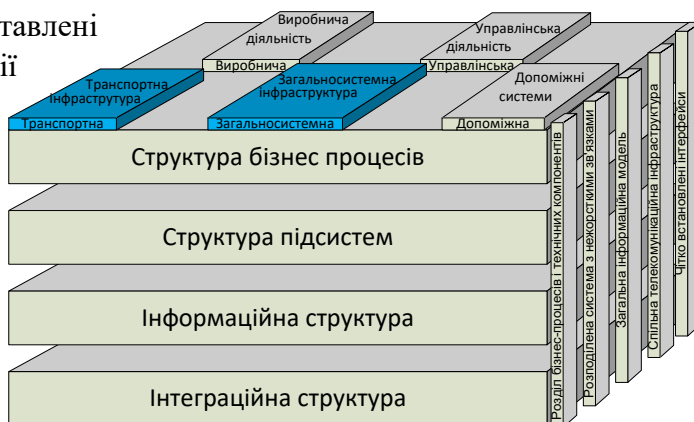
Для стандартизації архітектур A_i пропонується використовувати функцію:

$A_i = F_i(V_i, D_i, B_i, M_i, K_i, P_i, Pt_i, W_i, It_i)$, ($i = 1, 2, \dots, 5$) де: V_i – взаємозв'язок між архітектурами; D_i – доступність; B_i – безпека; M_i –масштабованість; K_i – керованість; P_i – продуктивність; Pt_i – підтримка; W_i – консолідація; It_i – інтероперабельність.

7. ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СЛУЖБ ЦОД

В розділі представлені інформаційні технології служб ЦОД, які спрямовані на надання сервісів клієнтам та підтримання в технічно справному стані інформаційної інфраструктури.

Сформульовано наступний принцип



побудови ІТ-інфраструктури: архітектури A_i визначають набір сервісів Ss_j . ІТ сервіси надаються трьом групам клієнтів K_n . ІТ сервіси та клієнти пов'язані 5 сценаріями реалізації Sc_m . Інтеграцію ІТ сервісів визначають 5 архітектур A_i .

Ми виділяємо 5 сервісів: мережеві, управління даними, управління ІТ-інфраструктурою, інфраструктури додатків, безпеки [106,110,111,114, 119,121,122,154,272].

Кожен сервіс складається із набору служб, а кожна служба представляє собою відповідну інформаційну технологію IT_i , що забезпечує та підтримує інформаційні процеси, тобто процеси пошуку, збору, передачі, збереження, накопичення, тиражування інформації та процедури доступу до неї:

$$IT_i = F(L_i, I_i, D_i, B_i, M_i, K_i, W_i, V_i, P_i) \in \cup A_i \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n, \text{ де:}$$

L_i – логічна організація IT_i .

I_i - фізична організація IT_i .

D_i – доступність. Запорука доступності – ізоляція функціональності служб від перебоїв у роботі окремих компонентів. Цього можна досягти шляхом усунення будь-якої залежності між службами і окремими компонентами архітектури чи шляхом впровадження функціональної спеціалізації або утворення надлишку ресурсу. Таким чином, перебої можуть бути локалізовані завдяки використанню дублюючих пристроїв, декількох каналів зв'язку та спеціальних технологій, зокрема кластеризації.

B_i – безпека. Керування ризиками шляхом адекватного захисту, що забезпечують конфіденційність, захист особистої інформації та її цілісність.

M_i –масштабованість. Масштабування – це здатність системи реагувати на зростання навантаження, не знижуючи рівень продуктивності.

K_i – керованість. Керування та операції – це поняття тісно пов'язане з інфраструктурою, технологією та процесами, що потрібні для реалізації усіх елементів служби, їх конфігурування, керування ними, моніторингу їх роботи та підтримання їх у працездатному стані.

W_i – консолідація. Необхідність впровадження інтегрованого рішення, яке відповідатиме потребам клієнтів.

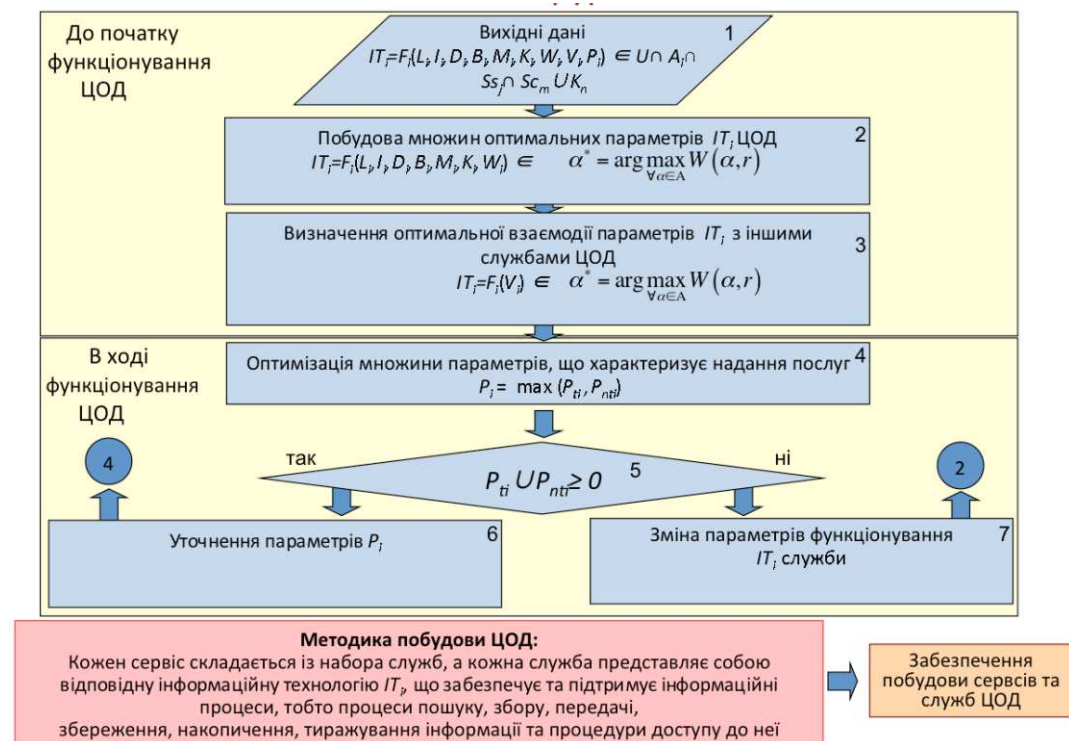


Рис. 7.1 Діаграма побудови інформаційних технологій

V_i – взаємодія та інтероперабельність. Необхідність забезпечення взаємодії елементів архітектури між собою та з іншими компонентами інфраструктури.

P_i – множина параметрів, що характеризує надання послуги:

$P_i = (P_{ti}, P_{nii})$, де:

P_{ti} – час надання послуги.

P_{nii} – ступінь задоволення клієнта.

Мережеві сервіси складаються з інформаційних технологій: служби мережевих пристроїв та мережевої служби (DNS, DHCP, WINS).

Сервіси управління даними складаються з інформаційних технологій: служби пристроїв зберігання даних (DAS, NAS, SAN), служби управління даними (SQL Server [™], Oracle), служби архівування та відновлення (Програмно-апаратні засоби архівування, процеси відновлення).

Сервіси управління ІТ-інфраструктурою складаються з інформаційних технологій: служби автоматичного розгортання ПЗ, служби управління ІТ, служби файлів і друку (DFS, на мережевих ресурсах, FRS, EFS, WebDAV), служби масового друку.

Сервіси інфраструктури додатків складаються з інформаційних технологій: служби каталогів (Active Directory), он-лайнні служби бізнес додатків (ERP, CRM, Exchange, SharePoint, Lync, послуги управління контентом), служби інтеграції (BizTalk, MSMQ).

Сервіси безпеки складаються з інформаційних технологій: служби захисту периметрів (ME периметра і внутрішні, проксі/кеш сервіси), служби управління сертифікатами (PKI).

7.1. Мережеві сервіси

7.1.1. Служба мережевих пристроїв

Служби мережевих пристроїв (маршрутизатори, комутатори, балансувальник навантаження і т.п.) забезпечують побудову захищеної корпоративної мережі, в якій функціонують мультисервісні послуги (електронний документообіг, доступ в Інтернет, IP-телефонія, відео конференції). Вихід в Інтернет в цьому випадку забезпечується тільки через центральний Центр обробки даних:

$$IT_1 = F_1(L_1, I_1, D_1, B_1, M_1, K_1, W_1, V_1, P_1) \in U \cap A_1 \cap Ss_j \cap Sc_m \cap UK_n.$$

Логічна організація L_1

Корпоративна мережа Оператора складається з:

1. Транспортних складових ЦОД, офісів і департаментів.
2. Сервісів VPN публічної мережі передачі даних Оператора, які забезпечують транспортування інформації між ними.

У параграфі формування мережевих служб будемо розглядати організацію базових мережевих служб: Domain Name System (DNS), Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Windows Internet Name Service (WINS).

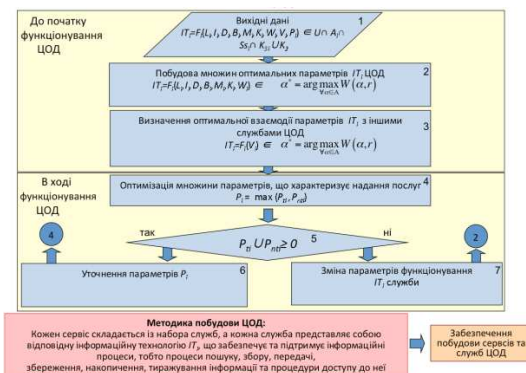
Надійне забезпечення ідентифікації для вузлів мережі забезпечує високу доступність всіх IT сервісів.

Попередньою умовою побудови корпоративної мережі є наявність у Оператора публічної мережі MPLS, що забезпечує реалізацію віртуальних приватних мереж (VPN) одного з обраних рівнів - Layer2 (L2 VPN) або Layer3 (L3 VPN).

Концепція зв'язності може бути однією з двох нижче перерахованих:

1. Зірка (L2 VPN) - кожен офіс або департамент включений Ethernet-з'єднаннями в один або два ЦОД (взаємодія між офісами різних регіонів заборонена). Мінусами даної схеми є:

- неоптимальна маршрутизація трафіку;
- складніша і дорожча реалізація;
- більший відсоток службової інформації (overhead) в трафіку.



Плюсом даної схеми є більший контроль за трафіком, оскільки він весь концентрується в центральному ЦОД.

2. Повнозв'язна схема (L3 VPN) - трафік офісів і департаментів маршрутизується в публічній мережі на шляху до ЦОД (як мінімум, на регіональному і регіонально-транзитному рівні). Потенційно, всі офіси, департаменту та ЦОД можуть взаємодіяти один з одним безпосередньо.

У порівнянні з L2 VPN плюси звертаються в мінуси і навпаки.

Необхідно відзначити, що при реалізації будь-якої з цих концепцій вихід в Інтернет буде тільки один - на центральному вузлу, захищеному від зовнішніх атак файрволлом.

Ми не розглядаємо принципи побудови магістральної мережі - протоколу транспорту та маршрутизації, відмовостійкість і т.п.

Транспортні завдання, які виконує ЦОД:

1. Забезпечення відмовостійкості включення в публічну мережу.
2. Забезпечення безпечного доступу до Інтернет (тільки центральний ЦОД).

3. Агрегацію точкових включень (у разі використання L2 VPN).

Загальна схема побудови транспортної складової ЦОД наведена на рисунку 7.2 а.

Ядром ЦОД є пара комутаторів Catalyst серії 6500, які комплектуються центральним процесором Sup720-3B і модулями захисту корпоративної мережі (Firewall Service Module (FWSM) і Intrusion Prevention System (IPS)). При цьому і FWSM, і IPS функціонують у прозорому (transparent) режимі, що дозволяє приховати факт фільтрації та аналізу трафіку і спростити його обробку всередині комутатора.

Відмовостійкість рішення забезпечує використання протоколу VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol), включеного як у бік транспортної мережі, так і в бік локальної мережі.

Інтерфейс включення в MPLS Backbone - Gigabit Ethernet, всередині центрального вузла - 100/1000Mbps. Абоненти локальної мережі включаються в комутатори серії Catalyst 3560 - фіксовані комутатори класу Enterprise.

Мережа офісу або департаменту

Завдання, які вирішує транспортна складова регіонального ЦОД, включають в себе:

1. Реалізацію шлюзу в корпоративну мережу.
2. Захист локального офісу від атак, які виникають в корпоративній мережі.

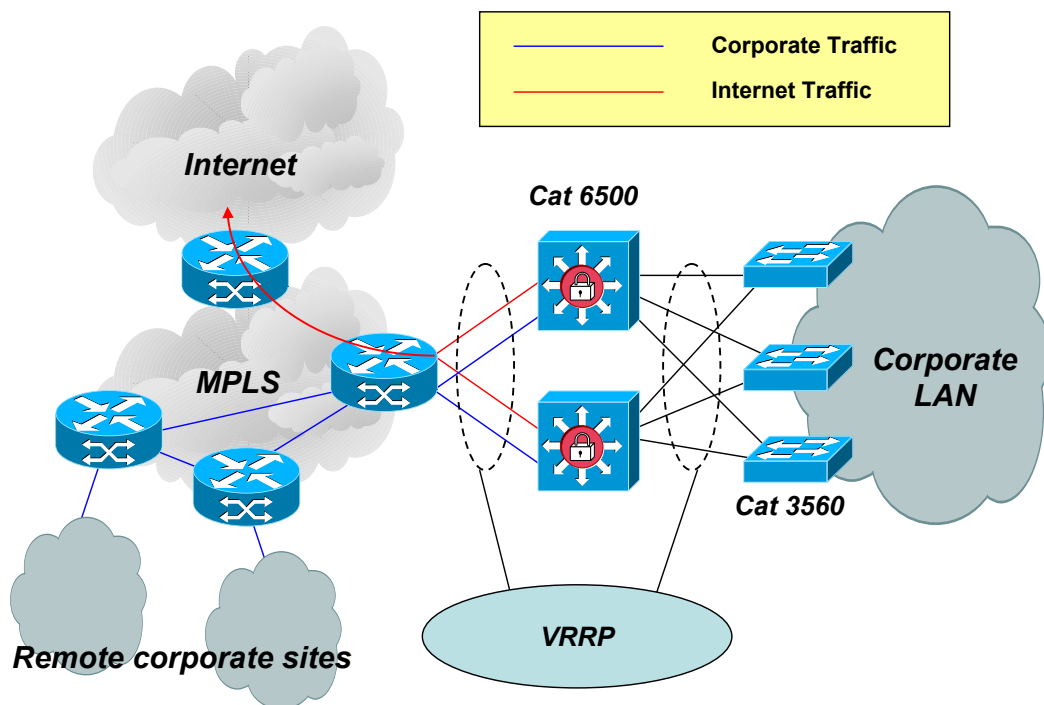


Рис. 7.2а Схема побудови мережі ЦОД Оператора

Загальна схема наведена на рисунку 7.2 б.

Інтерфейс включення віддаленого офісу або департаменту - 10/100Mbps Ethernet.

Інтерфейс включення департаменту, що знаходиться в безпосередній близькості до ЦОД - 1000Mbps Ethernet.

Відсутність пакетних файрволлів в регіональному офісі визначається тим, що шлюз в Інтернет (на центральному вузлу) захищений таким обладнанням і, відповідно, можливість зловмисних дій ззовні виключена. А застосування Intrusion Prevention System (IPS) доцільно для захисту внутрішньої мережі компанії від атак, породжених в корпоративній мережі (наприклад, програм-троянів, які з'явилися на одному з службових комп'ютерів).

Оскільки політика безпеки визначається службою безпеки компанії, то підбір обладнання повинен проводитися на підставі цієї політики і може включати в себе як пакетні фільтри, так і системи запобігання атак.

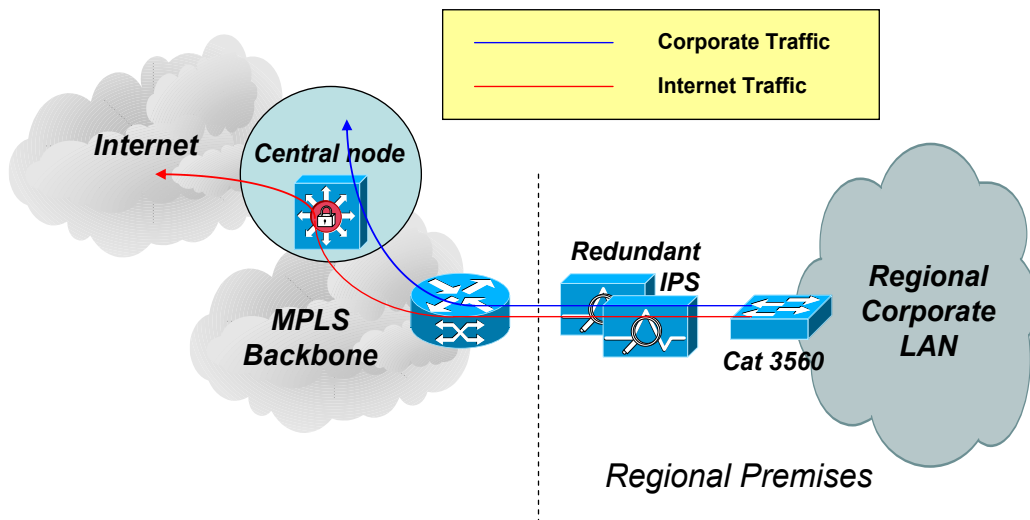


Рис. 7.2 б. Схема побудови мережі офісу або департаменту Оператора

Фізична організація мережі ЦОД I_1

Мережа центру обробки даних повинна відповідати наступним вимогам:

1. Надійність - критичні вузли повинні бути зарезервовані.
2. Висока продуктивність.
3. Сервера, які розміщені в ЦОД, повинні бути захищені від:
 - атак з Інтернету (файрволлом, системою запобігання атак);
 - перевантаження трафіком (системою балансування навантаження).

Виходячи з цих вимог, схема побудови мережі центру обробки даних наведена на рисунку 7.2 в.

У схемі присутні два рівня.

Рівень агрегації

Виконується на комутаторах Catalyst 6500 з центральним процесором Sup720-3В, що забезпечують пропускну здатність до 30Mpps. Кожен з комутаторів комплектується наступними модулями:

1. Firewall (FWSM).
2. Intrusion Prevention System (IDSМ-2).
3. Content Switching Module (CSM).

Ці модулі можуть обслуговувати різні групи серверів, забезпечуючи таким чином максимальну гнучкість для надання сервісів.

Для включення до Core Network можуть бути використані як 1Gbps, так і 10Gbps порти. Включення в опорну мережу має бути резервовано.

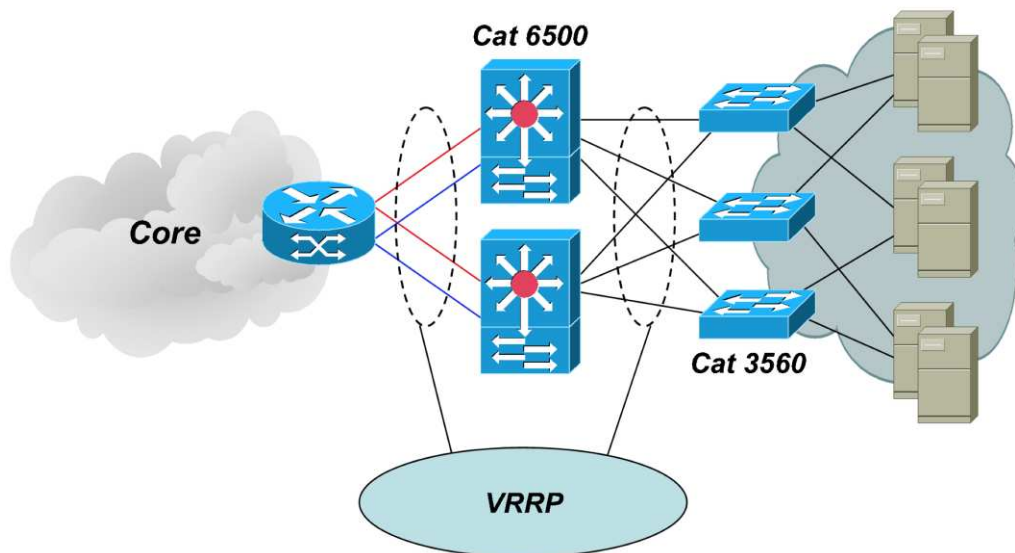


Рис. 7.2 в Рівні в мережі ЦОД

У загальному випадку, послідовність проходження трафіку через комутатор відповідає наведеному вище порядку перерахування модулів:

1. Firewall FWSM - відсіювання спочатку небажаного трафіку.
2. Intrusion Prevention System IDSM-2 - аналіз і відсіювання більш складних атак.
3. Content Switching Module CSM - балансування робочого трафіку між сер-вірами ЦОД.

Доступність D_1

Рівень доступу виконаний на комутаторах серії Catalyst 3560 (продуктивність - від 7Mpps до 39Mpps), що забезпечують високу концентрацію портів для підключення серверів ЦОД. Включення в рівень агрегації – яке резервується для забезпечення надійного зв'язку з опорною мережею.

Безпека B_1

Існує ряд атак, які останнім часом знаходять все більше застосування і при цьому не можуть бути відфільтровані згаданими раніше засобами (пакетний файрволл і система запобігання атак). Це - так звані Denial of Service (а також - Distributed DoS) атаки. Метою такої атаки є не злом системи для отримання будь-якої інформації, а приведення вузла (або сукупності

вузлів) до непрацездатного стану - шляхом або перевантаження процесора, або повного вичерпання каналної ємності, що з'єднує вузол з мережею.

Щоб уникнути подібного роду атак застосовується спеціальна система Cisco Guard, що складається з двох компонентів:

1. Cisco Detector - самонавчальний пристрій, який аналізує потік трафіку і при появі будь-яких аномалій вибирає рішення про початок атаки.
2. Cisco Guard - пристрій, що пропускає через себе потік трафіку, який відсікає трафік атаки і передає на вузол тільки робочий трафік.

Схема роботи комплексу показана на рисунку 7.2 г.

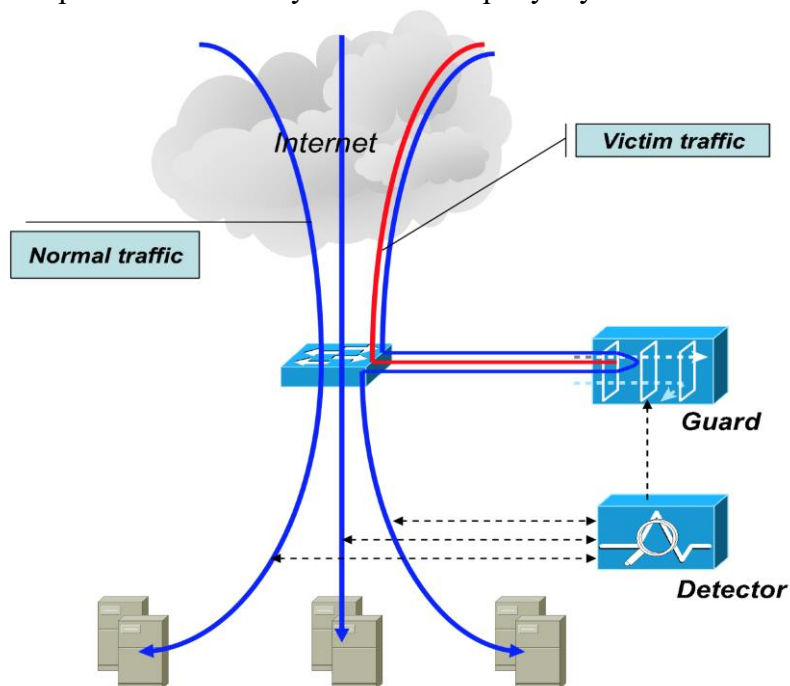


Рис.7.2 г Контроль трафіку в корпоративній мережі

У нормальному стані трафік проходить безпосередньо між Інтернет і корпоративною мережею (або ЦОД), але при цьому він постійно аналізується пристроєм Cisco Detector. Якщо цей пристрій виявляє якусь аномалію, він дає команду на Cisco Guard і той завертає весь трафік з атакованого вузла на себе, відфільтровує трафік атаки, а робочий трафік - відправляє за призначенням.

Далі робочий трафік буде перевірений системами безпеки, переліченими раніше (FWSM і IDSM-2), і переданий тому серверу, якому цей трафік призначений.

Таким чином забезпечується комплексний захист вузла від всіх видів атак, включаючи атаки Denial of Service, що дозволяє забезпечити безперебійне функціонування всіх служб, розміщених на вузлу.

Масштабованість M_1

При необхідності служба нарощується горизонтально, шляхом включення до Core Network як додаткові 1Gbps, так і 10 Gbps порти.

Керованість K_1

Забезпечує використання протоколу VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol), включеного як у бік транспортної мережі, так і у бік локальної мережі.

Консолідація та взаємодія W_1 та V_1

Служба консолідується з усіма службами ЦОД.

7.1.2. Мережеві служби

Мережеві служби

Даний параграф розглядає організацію базових мережевих служб: Domain Name System (DNS), Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Windows Internet Name Service (WINS):

$$IT_2 = F_2(L_2, I_2, D_2, B_2, M_2, K_2, W_2, V_2, P_2) \in U \cap A_1 \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n.$$

Надійне забезпечення ідентифікації для вузлів мережі забезпечує високу доступність всіх ІТ сервісів.

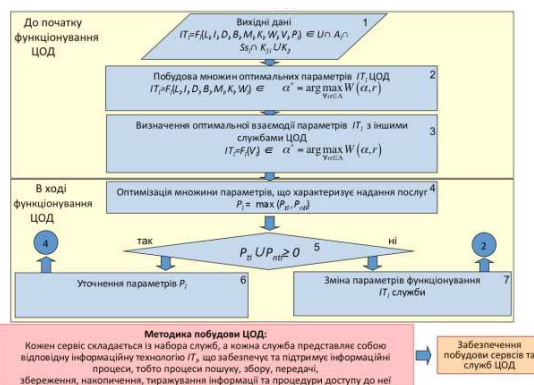
Сервіс DNS

DNS сервіс являє собою ієрархічно організовану базу даних, забезпечує дозвіл доменних імен в IP адреси і навпаки. Служба DNS використовується в тому числі для:

1. Пошуку сервісів автентифікації і контролерів доменів.
2. Пошуку сервісів додатків.
3. Пошуку партнерів для реплікації даних.
4. Пошуку адрес Інтернет ресурсів.

Логічна організація L_2

Розглянемо організацію сервісу DNS Оператора на прикладі ПАТ «Укртелеком», де підтримується 5-ть доменів імен. Чотири домени імен зареєстровані в мережі Інтернет: ukrtelecom.net, ukrtel.net, ukrpost.net і ukrtelecom.ua (Рис. 7.3).



Перший домен є кореневим доменом служби каталогів, однак використовується тільки для зберігання обмеженого числа записів (контролери доменів, MX запис, і запис адміністратора зони). Другий, третій і четвертий домени використовуються для доступу до Інтернет сервісів ЦОД.

П'ятий домен ПАТ «Укртелеком» corp.ukrtelecom.net є домен нижнього рівня від Ukrtelecom.net і містить всі записи про вузли та сервіси корпоративної мережі.

Для забезпечення високого рівня захисту DNS сервісу, сервера які підтримують домен ukrtelecom.net розділені на три групи (Split-Split DNS model):

1. Сервера DNS домену Ukrtelecom.net, які знаходяться в зоні периметра і обслуговують зовнішні запити - advertisers. Вони не підтримують рекурсію і не підтримують обмежений набір запитів.

2. Сервера DNS домену Ukrtelecom.net, які знаходяться в зоні периметра і обслуговують внутрішні запити від внутрішніх серверів DNS - resolvers.

3. Сервера DNS Ukrtelecom.net які обслуговують тільки внутрішніх клієнтів і знаходяться в зоні Інфраструктурних ІТ сервісів.

DNS сервіс внутрішніх доменів ukrtelecom.net і corp.ukrtelecom.net інтегрований в сервіс Active Directory. Кожен сервер контролера домену є сервером DNS. Така модель забезпечує такі переваги:

1. Автоматизація операцій шляхом інтеграції з DHCP.
2. Захищена і швидка реплікація зон.
3. Оптимізація навантаження на мережу.
4. Реплікація з безліччю майстрів зон.
5. Контроль доступу до кожного з DNS записів.
6. Автоматичне резервування.
7. Спрощене експлуатування.

Робочі станції і пристрої користувачів будуть отримувати інформацію про DNS серверах з трьох джерел:

1. Всі вузли мережі, які знаходяться в зоні користувачів обслуговуються службою DHCP.

2. Резервна система призначення IP конфігурації - Active Directory Group Policy.

3. Всі браузеры отримують конфігураційну інформацію в INF, Web Proxy AutoDiscovery (WPAD), або PAC файлах. Таким чином кількість запитів на дозвіл Інтернет адрес на внутрішні DNS сервера мінімально.

Фізична організація I₂

Серверне забезпечення

Чотири сервера в кожному з 7 опорних ЦОД. Сервера двох процесорні з 1 Гб пам'яті і 8 Гб дискового простору. Шість серверів в Інтернет Дата Центрі, в зоні периметра. Сервера двох процесорні з 1 Гб пам'яті і 4 Гб дискового простору. Модель сервера рівня - HP DL380.

Один DNS сервер на базі Windows Server здатний обробляти 10 000 запитів в секунду і підтримувати 200 000 зон з шістьма записами кожна.

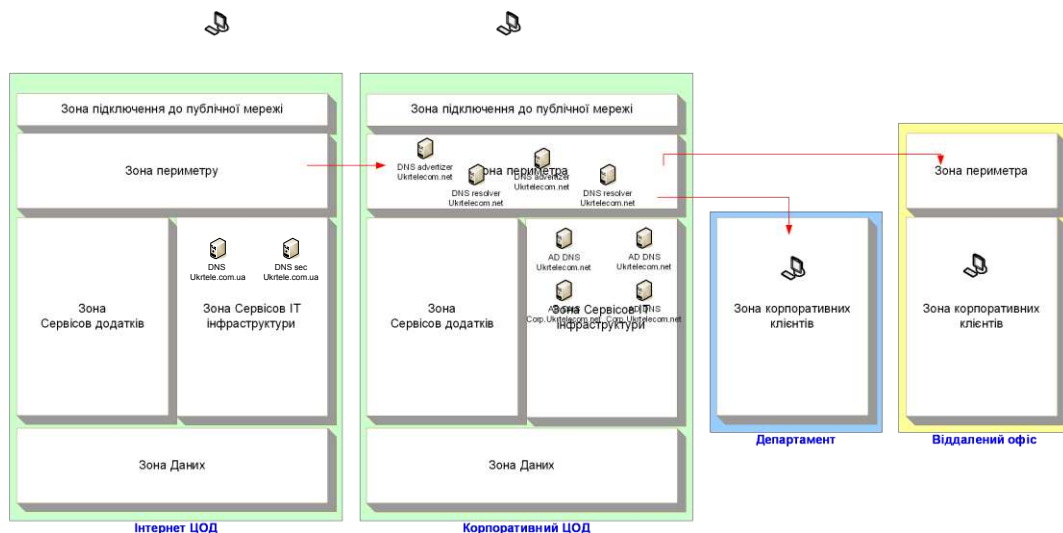


Рис. 7.3 Організація сервісу підтримки простору доменних імен у ПАТ «Укртелеком»

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.
2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання периметру мережі.

Доступність D_2

Доступність забезпечується дублюванням серверних компонентів. Клієнти отримують по 2 адреси DNS сервера за допомогою служби DHCP.

Безпека B_2

Протокол сервісу DNS розроблявся як відкритий і тому потрібно окремо розглядати конфігурацію DNS в ЦОД та Інтернет ЦОД. Внутрішній DNS

сервер розділяється на три складових: advertiser, resolver, core DNS, кожна з яких дублюється.

Зовнішній DNS організований за спрощеною схемою.

Масштабованість M_2

При необхідності DNS служба нарощується горизонтально, шляхом додання серверів та впровадження NLB кластеризації.

Керованість K_2

Інструментарій управління - графічний на базі консолі MMC і командний на базі dnscmd.

За експлуатацію DNS відповідає згідно MOF роль - DNS owner.

Адміністратор відповідає за виконання таких функцій:

1. Управління обліковими записами і пуском системи.
2. Створення метрик продуктивності і звітів.
3. Управління мережевими операціями і сервісом каталогу.
4. Створення і управління користувача обліковими записами і дозволами.
5. Управління експлуатацією служби каталогу.
6. Управління захистом служби DNS.
7. Підтримка бази даних DNS.

Консолідація та взаємодія W_2 та V_2

Для друку рахунків на оплату послуг використовується технологія персоналізованого друку. Дана технологія передбачає злиття статичної інформації (форм) і динамічних даних безпосередньо перед друком. Розробку форм, для друку рахунків, централізовано здійснює київський Центр Інформаційних Технологій (ЦІТ). Постачальником даних для друку є найближчий ЦОД.

Служба DNS консолідується зі службою каталогу.

Сервіс DHCP

Сервіс DHCP забезпечує призначення адрес і параметрів IP протоколу на пристрої користувачів в ІТ інфраструктурі.

DHCP сервіс обслуговує тільки системи із зон Корпоративних клієнтів. Системи в ЦОД мають статичну IP конфігурацію.

Організація параметрів DHCP scope включає:

1. Тривалість оренди - 16 днів.
2. Scope, Server, Class і Reservation параметри включають обов'язково - routers, DNS servers, DNS domain, WINS node type, WINS server.

DHCP сервіс в Центрі Обробки Даних організований в якості відмовостійкого кластера. Для роботи в маршрутизованих мережах

використовуються DHCP relay agents. Кожна підмережа повинна мати по 2 relay агента. В якості резервного варіанта пропонується розглянути можливість активації опції DHCP Forwarding на маршрутизаторах.

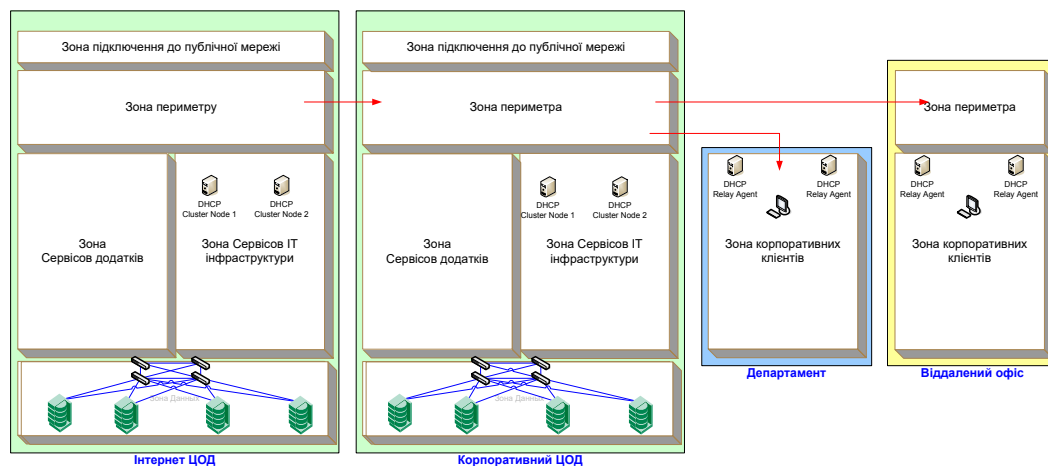


Рис. 7.4 Організація сервісу DHCP в ПАТ «Укртелеком»

Серверне забезпечення

Два сервери об'єднаних в кластер в кожному з 7 опорних ЦОД. Сервера двох процесорні з 1Гб пам'яті і 8 Гб дискового простору. Два сервера (кластер) у кожному з двох Інтернет Дата Центрів, в зоні ІТ інфраструктури. Сервера двох процесорні з 1Гб пам'яті і 4 Гб дискового простору. Модель сервера рівня - HP DL380.

Мережа зберігання даних

Використовується для зберігання бази даних ІР адрес. Тому сервера DHCP обладнані двома НВА адаптерами для підключення до мережі зберігання даних.

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.
2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання Периметра мережі.

Для виключення широкоформатного трафіку в мережах корпоративних клієнтів, встановлюються DHCP relay агенти.

Доступність забезпечується за допомогою fail-over кластеризації та дублюванням елементів мережі зберігання даних.

Висновки

При організації служби мережевих пристроїв забезпечується побудова захищеної корпоративної мережі, в якій функціонують мультисервісні послуги (електронний документообіг, доступ в Інтернет, IP-телефонія, відео конференції). Вихід в Інтернет в цьому випадку відбувається тільки через центральний ЦОД. Таким чином забезпечується комплексний захист вузла від всіх видів атак, включаючи атаки Denial of Service, що дозволяє надати безперебійне функціонування всіх служб, розміщених на вузлу.

У розділі формування мережевих служб розглянуто організацію базових мережевих служб:

1. Domain Name System (DNS) і Windows Internet Name Service (WINS).

При цьому, забезпечується:

- Доступність. Доступність забезпечується дублюванням серверних компонент. Клієнти отримують по 2 адреси DNS сервера за допомогою служби DHCP.

- Безпека. Протокол сервісу DNS розроблявся як відкритий і при цьому потрібно окремо розглядати конфігурацію DNS в ЦОД та Інтернет ЦОД. Внутрішній DNS сервер розділяється на три складові: advertiser, resolver, core DNS, кожна з яких дублюється. Зовнішній DNS організований за спрощеною схемою.

- Масштабованість. При необхідності DNS служба нарощується горизонтально, шляхом додавання серверів та впровадження NLB кластеризації.

- Управління. Інструментарій управління - графічний на базі консолі MMC і командний на базі dnscmd оболонки.

- Консолідація. Служба DNS консолідується зі службою каталогу.

2. Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).

7.2 Сервіси управління даними

7.2.1 Служба пристроїв зберігання даних

Зазвичай, з точки зору логічної структури Оператора, створюється 2-х рівнева організація центрів обробки даних (ЦОД): центральний і регіональні ЦОД.

Центральний ЦОД є віддаленим резервним ЦОД для регіональних ЦОД. Інтернет Центри Обробки Даних Оператора також є дворівневими.

Еталонний регіональний ЦОД

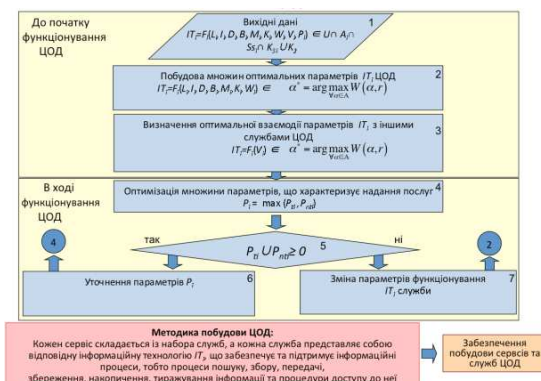
Регіональний ЦОД з точки зору забезпечення захисту від загальноміських надзвичайних обставин складається з двох офісів, розташованих на відстані до 10 км один від одного: основного і резервного. У резервному офісі можуть розміщуватися служби другої категорії, розробники, служби підтримки тощо.

При повній відмові основного офісу резервний офіс бере на себе функціонування критично важливих додатків за рахунок використання кластерного програмного забезпечення, тобто є так званим офісом "гарячої" заміни.

Система зберігання даних $IT_3 = F_3(L_3, I_3, D_3, B_3, M_3, K_3, W_3, V_3, P_3) \in U \cap A_2 S s_j \cap S c_m \cup K_n$ кожного локального офісу є системою без єдиної точки відмови.

Логічна організація L_3

- Сервера додатків вищої (першої) категорії підключаються до централізованого зовнішнього дискового масиву за допомогою Fibre Channel SAN і використовують для зберігання своїх даних високопродуктивні диски Fibre Channel.
- Сервера додатків другої категорії підключаються до централізованого зовнішнього дискового масиву за допомогою NAS пристрої NetWin і, по можливості, використовують для зберігання своїх даних відносно дешеві диски, наприклад CLARiiON ATA.
- Пристрій NetWin є сервером NetWorker для локального резервного копіювання.



- Дані додатків першої категорії синхронно реплікуються між офісами за допомогою вбудованого в дисковий масив програмного забезпечення MirrorView /S.

- Дані додатків першої категорії асинхронно реплікуються в центральний ЦОД за допомогою вбудованого в дисковий масив програмного забезпечення MirrorView/A і FC-to-IP маршрутизатора.

- Дані додатків другої категорії забезпечення безперервності бізнес операцій асинхронно реплікуються для цілей подальшої обробки (аналіз, централізоване резервне копіювання) в центральний ЦОД за допомогою програмного забезпечення RepliStor встановленого на пристроях NetWin.

- По можливості для Intel-based серверів використовуються технології віртуалізації VMware, в тому числі і технології переміщення працюючих додатків між різними фізичними серверами VMotion.

- Для централізованого управління ресурсами мереж SAN і сховищ даних використовуються програмні продукти VisualSAN і VisualSRM , відповідно.

- Для оптимізованого зберігання даних баз даних Oracle використовується DatabaseXtender.

- Для оптимізованого зберігання даних Exchange використовується EmailXtender.

- Для оптимізованого зберігання даних файлових систем використовується DiskXtender.

Фізична організація І3

Еталонний центральний ЦОД

Центральний ЦОД відрізняється від регіонального ЦОД тільки додаванням функцій і, відповідно, апаратури, програмного забезпечення і технологій, які відповідають за централізоване резервне копіювання на магнітні стрічки і роботу з архівами.

Для організації централізованого архіву з on-line доступом в центральному ЦОД разом з впровадженням Documentum Enterprise Management Platform встановлюється CAS пристрій Centera, який захищається від катастроф масштабу міста/регіону, реплікацією, за допомогою технології CentraStar, на резервний офіс центрального ЦОД.

Пристрій NetWin, який отримує інформацію з регіональних ЦОД, а також має доступ до локальних реплік дискового масиву CLARiiON, є сервером резервного копіювання NetWorker і використовується для організації LAN-free резервного копіювання на стрічкову бібліотеку, підключену за допомогою інтерфейсу Fibre Channel до SAN (виробництва

ADIC, StorageTek або HP). Стрічкова бібліотека встановлюється в резервному офісі центрального ЦОД.

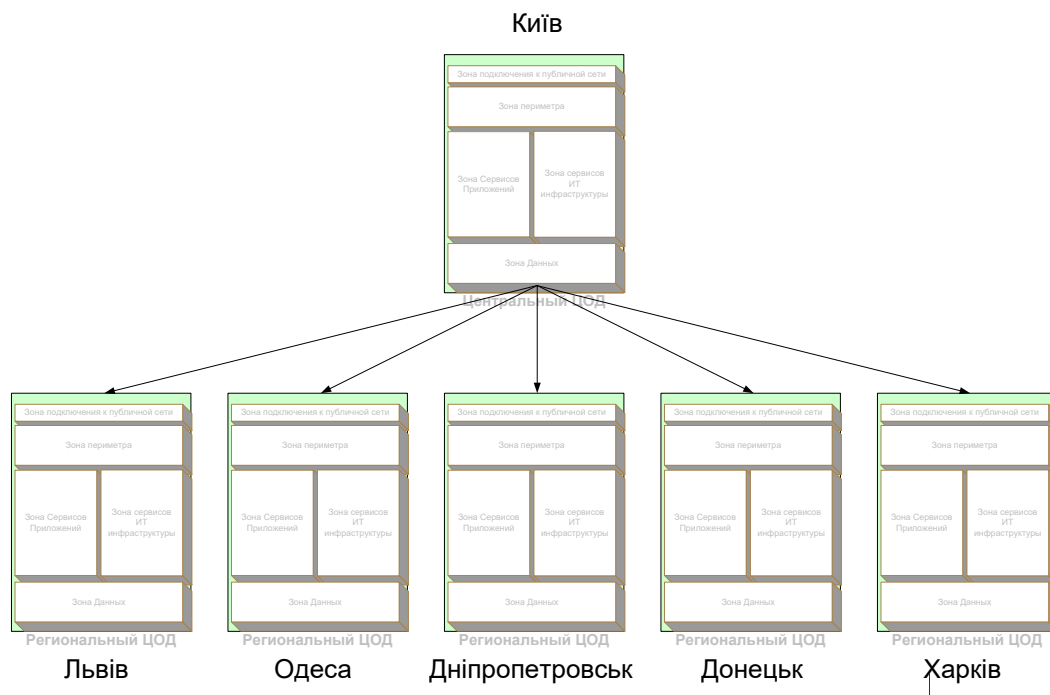


Рис. 7.5 Ієрархія ЦОД

Зберігання даних

Другий шар роботи з даними призначений безпосередньо для зберігання значущої, перевіреної, узгодженої, несуперечливої і хронологічно цілісної інформації, яку з досить високим ступенем впевненості можна вважати достовірною.

Власне сховище даних не орієнтовано на рішення якої-небудь певної функціональної аналітичної задачі (Рис. 7.6а). Мета сховища - забезпечити цілісність і підтримувати хронологію всіляких корпоративних даних, і з цієї точки зору воно нейтрально по відношенню до додатків. У зв'язку з цим у більшості випадків для виконання певного комплексу функціонально замкнутих аналітичних завдань раціонально створювати вітрини даних, в основі яких може бути як багатовимірна, так і реляційна модель даних. По суті вітрина являє собою відносно невелике, але що найважливіше, функціонально-орієнтоване сховище, в якому інформація зберігається

спеціальним чином, оптимізована з точки зору вирішення конкретних аналітичних завдань деякого підрозділу чи групи аналітиків.

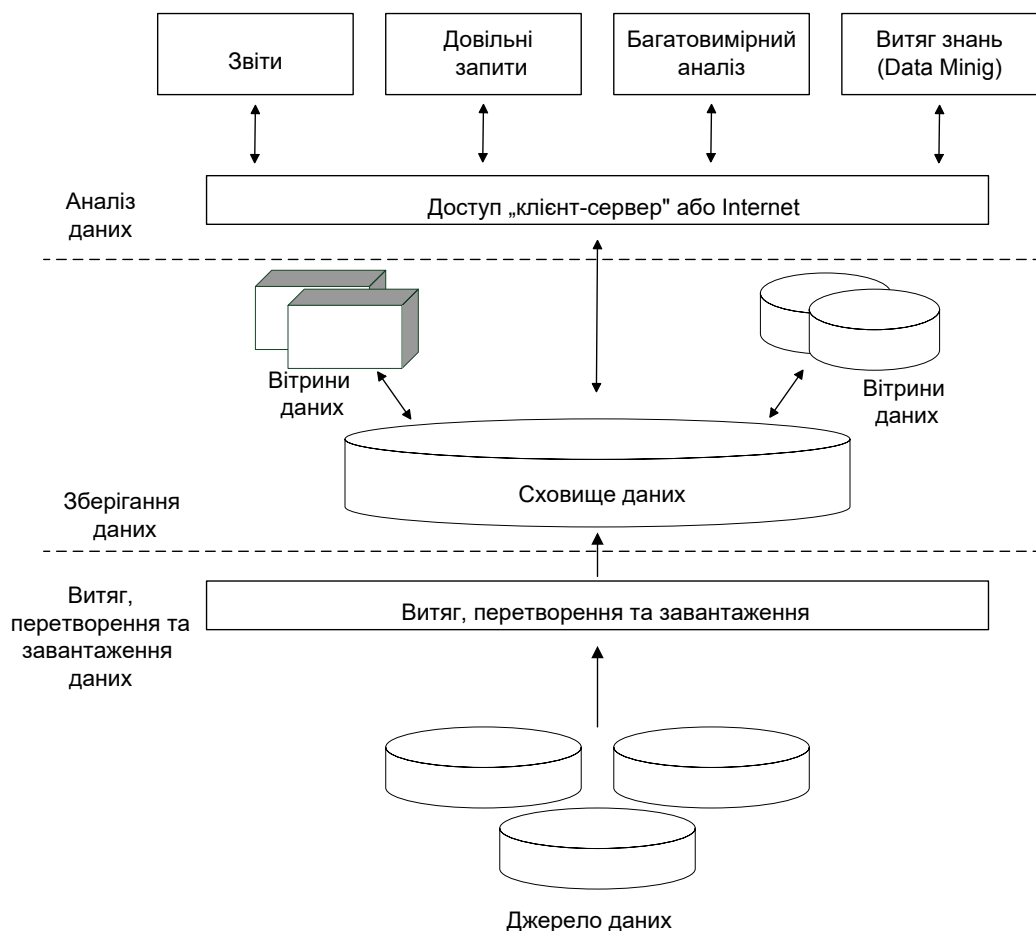


Рис. 7.6а Побудова моделі роботи з даними

Зазвичай інформація потрапляє у вітрини зі сховища і в цьому випадку вітрини називаються залежними. Можлива також ситуація, коли джерелом інформації для поповнення вітрин служать безпосередньо оперативні та зовнішні транзакційні системи. Такі вітрини, що отримали назву незалежних, як правило, розглядаються як тимчасове рішення, що дозволяє досить швидко і з невеликими витратами вирішити найбільш важливі завдання, оцінити переваги нового підходу, сформулювати деякі рекомендації для більш масштабного проекту розробки загального сховища.

Сховище реалізується у вигляді реляційної бази даних, що працює під управлінням досить потужною реляційної СУБД. Така СУБД повинна підтримувати ефективну роботу з терабайтними обсягами інформації, мати розвинені засоби обмеження доступу, забезпечувати підвищений рівень надійності і секретності, відповідати необхідним вимогам щодо відновлення та архівації тощо.

Вітрини даних можуть будуватися на основі як реляційної, так і багатовимірної технології баз даних. Зазвичай для досить великої частини аналітичних додатків виявляється зручною та ефективною технологія інтерактивного багатовимірного аналізу і в цьому випадку вітрина являє собою багатовимірну базу даних, реалізовану в архітектурі OLAP, ROLAP або HOLAP.

Для організації доступу аналітиків до даних сховища і вітрин використовуються спеціалізовані робочі місця, підтримують необхідні технології як оперативного, так і довготривалого аналізу. Результати роботи аналітиків оформляються у вигляді звітів, графіків, рекомендацій і зберігаються як на локальному комп'ютері, так і в загальнодоступному вузлу локальної мережі.

Аналітична діяльність в рамках корпорації досить різноманітна і визначається характером розв'язуваних завдань, організаційними особливостями компанії, рівнем і ступенем підготовленості аналітиків. У зв'язку з цим сучасний підхід до інструментальних засобів аналізу не обмежується використанням якоїсь однієї технології. В даний час прийнято розрізняти чотири основних види аналітичної діяльності: стандартна звітність, нерегламентовані запити, багатовимірний аналіз (OLAP) і вилучення знань (data mining).

Кожна з цих технологій має свої особливості, певний набір типових завдань і повинна підтримуватися спеціалізованим інструментальним середовищем.

Самими продуктивними є рішення від компанії Oracle. Інструментальні засоби корпорації Oracle забезпечують повне інтегроване рішення для створення сховищ даних і ефективного використання накопиченої в ньому інформації.

Загальний перелік продуктів Oracle, необхідних для реалізації технології сховищ даних і аналітичних додатків, наводиться в таблиці відповідно до компонентів - вилучення та завантаження даних, зберігання, аналізу.

Табл. 7.1 Перелік продуктів Oracle для сховища даних

Тип засобів	Продукт	Коментарі
Витяг, перетворення та завантаження	Oracle Warehouse Builder, ETL-засоби Oracle Database, Oracle Workflow	Витяг, перетворення і завантаження. Підтримка процесів вилучення, перетворення і завантаження даних в сховище.
Зберігання даних	Oracle Database	СУБД для сховища даних і реляційних вітрин даних
	Oracle OLAP Option	Опція СУБД для багатовимірних вітрин даних
Аналіз даних	Oracle Reports	Регламентована звітність
	Oracle Discoverer	Довільні запити
	Oracle Discoverer for OLAP, OLAP Spreadsheet, Jdeveloper + BI Beans	Багатовимірний аналіз
	Oracle Data Mining Option + Oracle Data Miner	Опція СУБД для доступу до знань (data mining) і графічний інтерфейс
Адміністрування	Oracle Enterprise Manager	Адміністрування сховища

Як середовище зберігання інформації в реляційних сховищах і вітринах даних використовується сервер Oracle Database (Рис. 7.6б). Центральним інструментальним засобом створення сховищ і вітрин є Oracle Warehouse Builder, побудований на базі сучасної архітектури Common Warehouse Metadata. Він призначений для опису структури сховища і вітрин, проектування і створення процедур вилучення, погодження та завантаження даних, а також генерації метаданих для засобів доступу, таких як Discoverer.

Проектувати сховище можна і за допомогою стандартного інструменту Oracle Designer, а потім автоматично перенести опис проекту в репозиторій метаданих Oracle Warehouse Builder.

Засоби аналізу даних охоплюють весь спектр аналітичних завдань - для стандартної звітності використовується Reports, для генерації нерегламентованих звітів і запитів - Discoverer, для складного багатовимірного аналізу - продукти сімейства Express, а для задач "вилучення знань" - Oracle Data Mining Suite . Крім того, існують готові програми для

вирішення спеціалізованих завдань - Enterprise Planning and Budgeting (бюджетування і планування), Ariba (ABC) і Balanced Scorecard (збалансована система показників), Demand Planning, Value Based Management та інші.

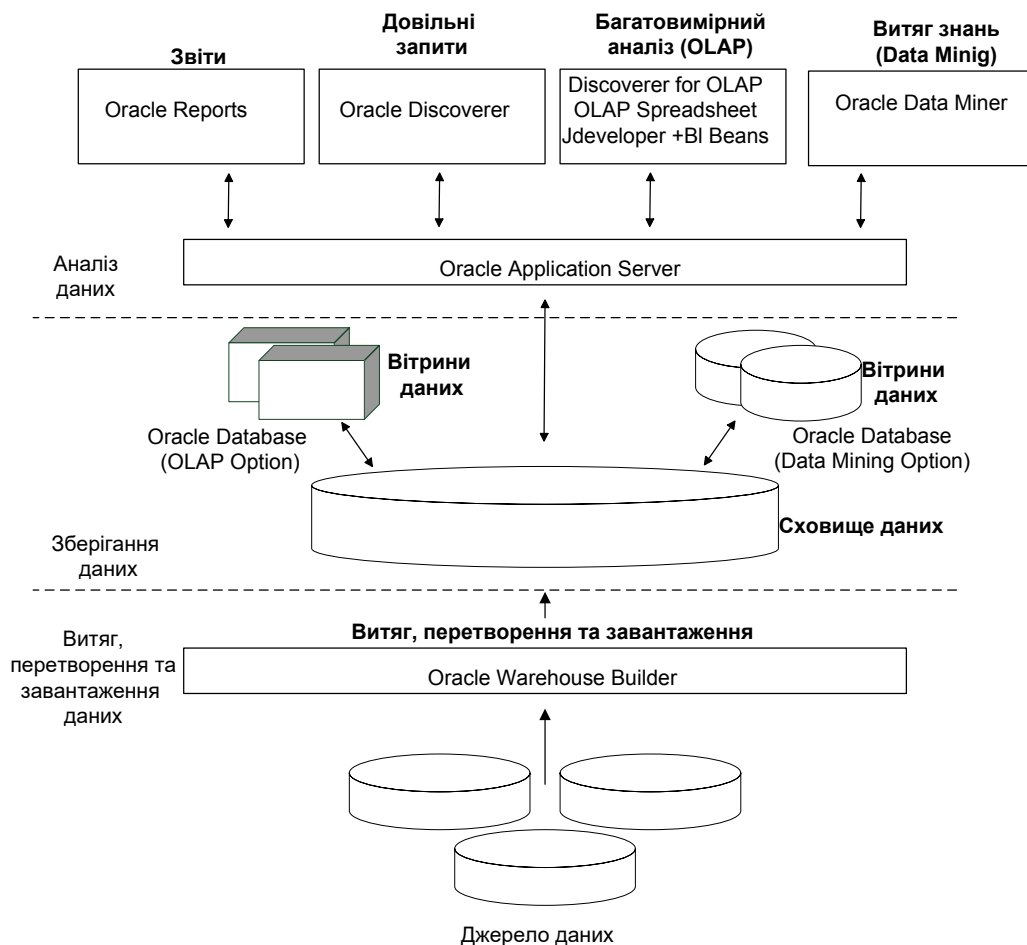


Рис . 7.6б Інструментальні засоби Oracle для побудови сховищ даних

Найважливішою рисою аналітичних інструментальних засобів і додатків Oracle є їх готовність до роботи в середовищі Internet . Менеджери та аналітики, де б вони не знаходилися, можуть отримувати інформацію зі

сховищ і вітрин даних в захищеній Інтранет- архітектурі за допомогою сервера додатків Oracle Application Server.

Масштабованість M_3

Служба забезпечує роботу з малими та великими обсягами даних 1 - 100Тб, і дозволяє забезпечувати необхідні характеристики при збільшенні обсягів даних на один і більше порядків.

Служба працює на високопродуктивних системах (10000 - 1 000 000 транзакцій в хвилину).

Доступність D_3

Служба підтримується в режимі високої доступності 99.99 - 100 % з урахуванням планових і непланових зупинок компонентів, оновлень і модернізації складових систем .

Безпека B_3

Служба забезпечує захист даних засобами авторизації доступу автентифікованих користувачів і засобами криптографічного захисту окремих масивів даних. Служба забезпечує підтримку шифрованих комунікацій з додатками. Захист інтегрований з сервісом каталогу Active Directory, що забезпечує централізоване управління безпекою.

Керованість K_3

Служба обладнана системами автоматичної оптимізації.

Взаємодія V_3

Служба інтегрована з системами моніторингу та автоматичного проактивного управління.

Висновки

Розглянуто принципи проектування сервісів зберігання даних в ЦОД, які визначаються відповідно до архітектури управління даними. Сервіси призначені для зберігання значущою, перевіреною, узгодженою, несуперечливою і хронологічно цілісною інформації, яку можна вважати достовірною. У якості основного об'єкту сервісу зберігання даних ми виділяємо сховище даних. Мета сховища - забезпечити цілісність і підтримувати хронологію всіляких корпоративних даних, і з цієї точки зору воно нейтрально по відношенню до додатків.

7.2.2. Служби управління даними

Реплікація

Служба забезпечує керовану і надійну реплікацію даних:

$$IT_4 = F_4(L_4, I_4, D_4, B_4, M_4, K_4, W_4, V_4, P_4) \in U \cap A_2 \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n.$$

Реплікація між різними СУБД (операційними, звітними, аналітичними) і сховищами даних забезпечується механізмами:

- 1 . Transaction replication (транзакційний).
 - 2 . Log shipping (журнал транзакцій).
 - 3 . Snapshot (клонування).
- Засоби реплікації включають механізми обробки, трансформації, аналізу, очищення даних [108,119,121,331].

Логічна організація L_4

Формально всі системи - клієнти сервісу управління можна розділити на три рівні:

1. Перший рівень («Швидкісне читання») - дані доступні тільки для читання (системи корпоративної звітності), сервіс може бути горизонтально масштабований.

2. Другий рівень («Стандарт») - бази даних комунікаційних систем, систем колективної роботи, систем управління, систем кешування, системи багатовимірного аналізу, сховища даних, системи електронної комерції зовнішніх клієнтів.

3 . Третій рівень (« Mission - critical ») - високопродуктивні і критично надійні бази даних систем Billing, CRM, ERP і системи електронної комерції.

Для виконання завдань першого рівня використовується NLB (network load balanced) кластер, який формується для конкретного додатка з пулу надтонких серверів. NLB кластер являє собою систему для роботи з read - only базами даних, і дозволяє масштабувати продуктивність в межах 50 000 - 10 000 000 транзакцій в хвилину.

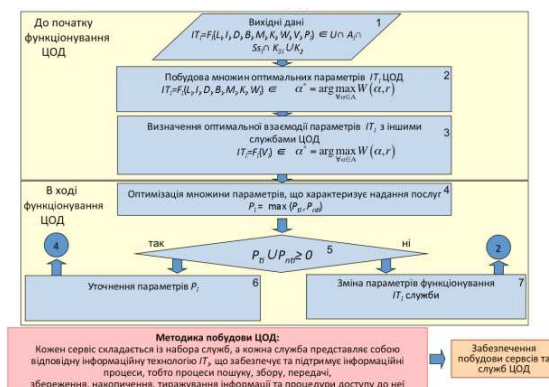
Другий рівень «стандарт» реалізований на базі чотирьох - вузлових кластерів, що забезпечуються трьома активними вузлами і одним резервним. Типовий кластер в змозі обслужити кілька СУБД одночасно і кілька десятків баз даних.

Третій рівень вимагає найвищих показників продуктивності забезпечується спеціалізованими системами класу HP Integrity .

Сховище даних забезпечує технологія SAN для всіх класів систем.

Фізична організація I_4

Серверне забезпечення



Перший клас. Пул з 12-120 надтонких 2-х процесорних серверів в кожному ЦОД. Модель сервера рівня DL 360.

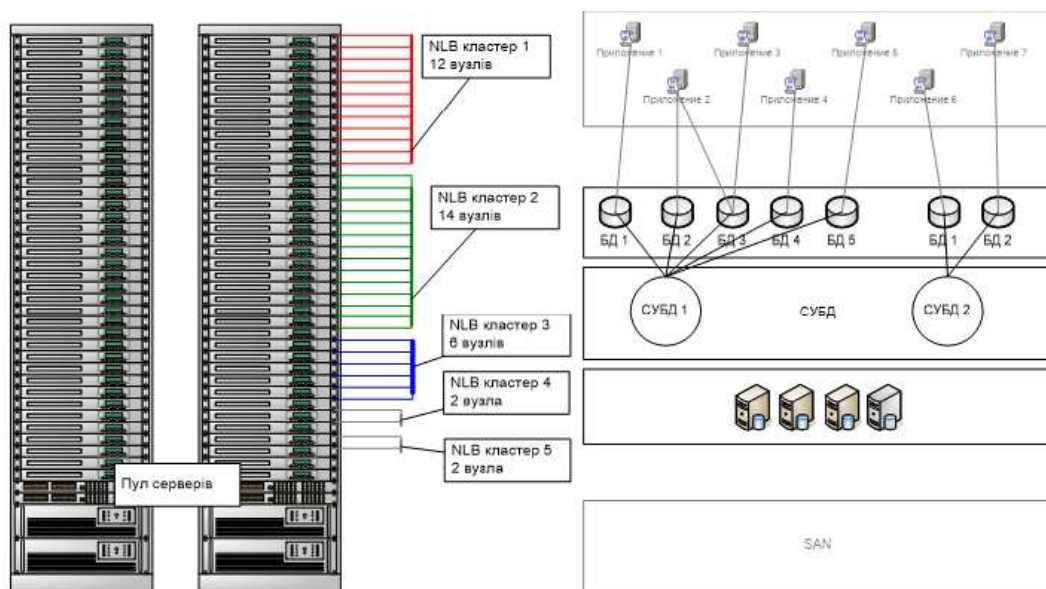


Рис . 7.7 Кластеризація в рамках служби управління даними

Другий клас. Чотири 4х кластера - 64 - бітних , чотирьох процесорних , від 16 Гб оперативної пам'яті, з дубльованими мережевими та НВА адаптерами на кожному вузлу. Модель сервера рівня Rх4640 .

Третій клас . Система на базі серверів Integrity .

Мережа зберігання даних

Мережа зберігання даних забезпечує зберігання файлів баз даних. Швидкість доступу 2Гб / с по дубльованим каналам оптичного зв'язку і простір 1 - 5Тб .

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall. Доступ додатків до певних баз даних може йти по шифрованому каналу .

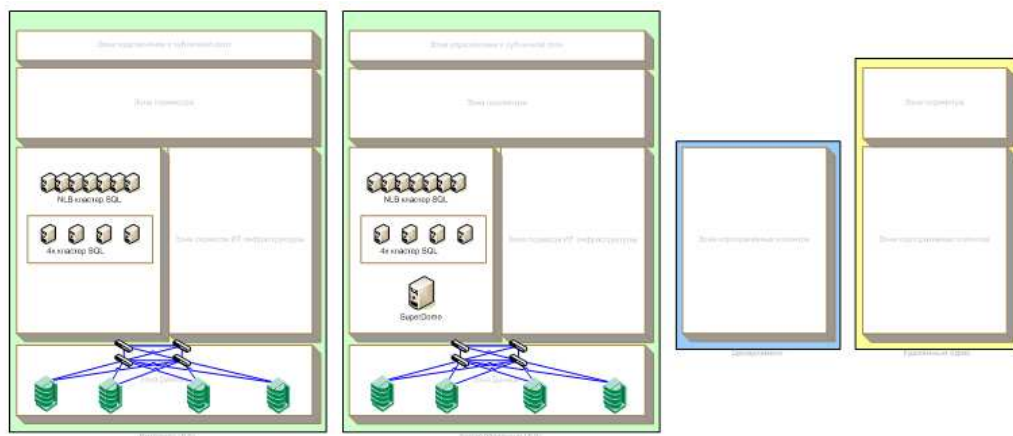


Рис. 7.8 Організація сервісу управління даними

Безпека V_4

Система безпеки сервісу інтегрована з Active Directory. Аудит доступу активовано. Автоматична установка оновлень з тестового середовища.

Масштабованість M_4

При необхідності службу можна масштабувати горизонтально, шляхом додавання серверів і розширення мережі зберігання даних.

Керованість K_i

Керованість забезпечується реалізацією процесів: управління змінами, управління безпекою, управління запасом продуктивності, управління проблемами і інцидентами на основі MOF.

Консолідація та взаємодія W_4 та V_4

Служба інтегрована з системою моніторингу та проактивного управління на базі комплексу Microsoft Operation Manager і Systems Center. Служба інтегрована з Active Directory.

Програмне забезпечення

В даний час існують фактичні стандарти побудови корпоративних інформаційно-аналітичних систем, заснованих на концепції сховища. Ці стандарти спираються на сучасні дослідження і загальносвітову практику створення сховищ даних і аналітичних систем.

У загальному вигляді архітектура корпоративної інформаційно-аналітичної системи описується схемою з трьома виділеними шарами:

- 1 . Витяг, перетворення і завантаження даних.
- 2 . Зберігання даних.
- 3 . Аналіз даних (робочі місця користувачів).

Технологія функціонування системи полягає в наступному. Дані надходять із різних внутрішніх транзакційних систем, від підлеглих структур, від зовнішніх організацій відповідно до встановленого регламентом, формами і макетами звітності. Вся ця інформація перевіряється, узгоджується, перетворюється і поміщається в сховище і вітрини даних. Після цього користувачі за допомогою спеціалізованих інструментальних засобів отримують необхідну їм інформацію для побудови різних табличних і графічних уявлень, прогнозування, моделювання та виконання інших аналітичних завдань.

Витяг, перетворення і завантаження даних

В якості джерел інформації для сховища можуть використовуватися бази даних внутрішніх транзакційних систем, інформаційні системи підлеглих організацій, дані, що надходять із зовнішніх організацій.

З організаційної точки зору, даний шар включає підрозділи і структури організації всіх рівнів, що підтримують бази даних оперативного доступу. Він являє собою низовий рівень генерації інформації, рівень внутрішніх і зовнішніх інформаційних джерел, що виробляють "сиру" інформацію. Ця інформація є робочою для повсякденної діяльності різних підрозділів, які її виробляють і використовують.

З системно-технічної точки зору даний шар представлений ЛВС всіх підрозділів всіх рівнів, до яких підключені спеціалізовані технічні комплекси, що зберігають інформацію. В якості таких технічних комплексів можуть виступати, по-перше, сервери реляційних (SQL - орієнтованих) баз даних на базі комп'ютерів під управлінням Windows, Unix і ін. По-друге, це можуть бути файлові сервери, на яких встановлена система обробки даних (наприклад, Vtrieve) або мережева версія СУБД класу персональних (наприклад, Paradox, FoxPRO і т.п.). По-третє, це можуть бути персональні комп'ютери з локальними персональними базами даних або файлами.

З джерел даних інформація переміщується на основі деякого регламенту в централізоване сховище. Як правило, необхідні для сховища дані не зберігаються в остаточному вигляді ні в одній з транзакційних систем. Ці дані зазвичай можна отримати з вихідних баз даних шляхом спеціальних перетворень, обчислень і агрегування.

Крім того, незважаючи на різну функціональну спрямованість вихідні транзакційні системи часто «перетинаються» за даними, тобто їх локальні бази даних містять однотипну за змістом інформацію. Це насамперед стосується нормативно-довідкової інформації, яка використовується в тому чи іншому вигляді влюбій оперативній системі. При цьому істотно, що однакові за змістом дані зазвичай мають у різних системах різний формат, вид представлення, ідентифікацію, одиниці виміру і т.п. Перед завантаженням у сховище вся ця інформація повинна бути узгоджена, щоб забезпечити цілісність і несуперечність аналітичних даних.

Узгодження даних необхідно і при завантаженні даних з одного джерела. Справа в тому, що в сховищі зберігаються історичні дані, тобто дані за досить великий проміжок часу. В оперативній системі дані зберігаються в цілісному вигляді за обмежений проміжок, після чого вони вирушають в архів. При змінах у структурі або власне даних в архівах не піддаються ніякій додатковій обробці, а зберігаються в початковому вигляді. Отже, при необхідності мати дані за досить великий період часу необхідно погоджувати архівну інформацію з поточною.

Таким чином, завантаження даних з джерел в сховище здійснюється спеціальними процедурами, що дозволяють:

1. Витягати дані з різних баз даних, текстових файлів.
2. Виконувати різні типи узгодження та очищення даних.
3. Перетворювати дані при переміщенні їх від джерел до сховища.
4. Завантажувати узгоджені і «очищені» дані в структури сховища.

Для розробки, підтримки та виконання таких процедур рекомендується використовувати спеціалізований інструментарій, призначений для автоматизації процесів вилучення даних їх джерел, їх перетворення і завантаження в цільове сховище.

Такий інструментарій повинен забезпечувати автоматичне формування процедур завантаження на основі декларативної інформації про джерела, правилах узгодження та перетворення. Вся ця інформація вводиться адміністратором переміщення даних і зберігається у вигляді метаданих в репозиторії системи.

Витяг, перетворення і завантаження даних має здійснюватися як безпосередньо викликом відповідних процедур, так і в автоматичному режимі, на основі скриптів і розкладів, складених на етапі розробки системи.

Висновки

Служба управління даними забезпечує консолідоване подання джерел реляційних і багатовимірних даних на основі систем управління базами даних для різного типу додатків.

Представлено підходи в архітектурі управління даними, які припускають відділення даних, систем управління базами даних, систем багатовимірного аналізу, від додатків, які їх активно використовують (ERP, CRM, SCM, Corporate Reporting Systems, BI systems і т.і.).

Було виділено п'ять загальних класів систем, які висувають свої вимоги до сервісу управління даними в областях продуктивності, масштабованості, захисту і зручності експлуатації. Технологічно служба управління даними складається з п'яти основних компонентів: реляційної СУБД, Служби аналізу (OLAP , DataMining), служби транспорту і трансформації даних, служби звітності і повідомлення.

7.2.3. Служби архівування та відновлення

Цілями служби архівування та відновлення $IT_5 = F_5(L_5, I_5, B_5, K_5, W_5, V_5, P_5) \in U \cap A_2 \cap S_{Sj} \cap S_{Cm} \cap U_{K_n}$ як інфраструктури забезпечення безперервності бізнесу Оператора є:

1. Виконання найважливіших бізнес операцій підприємства і перезапуск бізнес операцій навіть у разі загальнодержавних катастроф.

2. Захист від пошкодження даних.

3. Тестування нових додатків на реальних бізнес даних.

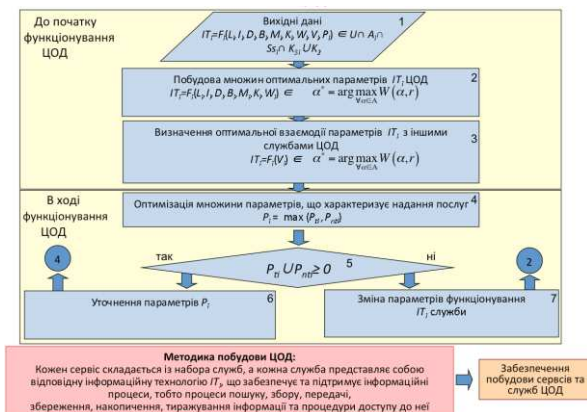
4. Зниження часу резервного копіювання і відновлення.

5. Виконання обслуговування апаратного та програмного забезпечення без переривання бізнес операцій.

6. Ефективного переміщення і міграції даних.

7. Захисту регіональних ЦОД.

Завданнями служби архівування та відновлення є:



1. Відповідність вимогам бізнес-підрозділів щодо забезпечення необхідних параметрів відновлення даних і додатків (цільова точка відновлення і цільовий час відновлення) для різних категорій даних.

2. Захист даних від втрати в результаті настання надзвичайних обставин на рівнях додатка, сервера, офісу та регіону.

3. Управління та моніторинг системи в режимі, максимально наближеному до реального.

4. Забезпечення економічної оптимальності системи.

5. Масштабування системи для забезпечення майбутніх потреб.

6. Забезпечення захисту максимального спектра гетерогенних комп'ютерних систем, що використовуються Оператором.

Логічна організація L5

Рішеннями по досягненню цих цілей є:

1. Багаторівневий захист і відновлення даних.

2. Засоби управління реплікацією.

3. Засоби інтеграції реплікації з додатками.

4. Резервне копіювання на диски.

Принципами, на яких побудована служба, є:

1. Ідентифікація та класифікація цифрових даних відповідно до їх цінності для ділових операцій Оператора.

2. Захист даних відповідно до їх класу/категорії.

3. Використання стандартних компонентів багаторівневих сховищ даних EMC для розміщення резервних копій даних різного класу в сховищі інформації відповідної продуктивності, доступності, надійності і вартості.

4. Автоматизація і централізація управління та моніторингу.

5. Територіальний розподіл місць зберігання резервних копій.

6. Недопущення єдиної точки відмови ключових компонентів системи.

Компонентами служби архівування та відновлення є:

1. Апаратні засоби (виділені сервера системи, дискові масиви CLARiiON з FC і ATA дисками, стрічкові бібліотеки ADIC, середа передачі даних системи).

2. Програмні засоби сімейства EMC Legato NetWorker.

3. Персонал - адміністратори системи.

Ідентифікація та класифікація даних

Ідентифікація та класифікація даних служать основою їх економічного захисту відповідно до вимог бізнес-підрозділів Оператора.

Поряд з використанням адміністративних методів ідентифікації та класифікації даних (опитування і узгодження з працівниками бізнес-підрозділів, ІТ персоналом та економістами) використовуються програмні засоби управління ресурсами систем зберігання даних VisualSRM.

Процес ідентифікації та класифікації даних є циклічним.

Багаторівневий захист і відновлення даних

Цифрові дані Оператора захищаються відповідно до їх цінності для бізнесу, вимогам для термінів відновлення, рівнів сервісу та з урахуванням фінансових можливостей.

Фізична організація І5

Для виконання локальної і географічно віддаленої реплікації використовується програмне забезпечення SnapView / MirrorView (CLARiiON), CentraStar (Centera) і RepliStor (Windows, NetWin).

Для забезпечення автоматичної доступності критично важливих додатків використовується програмне забезпечення локальної і географічно розподіленої кластеризації:

1. Для Windows систем - Microsoft Cluster, Co-Standby Server AAdvanced
2. Для UNIX, Linux систем - Automated Availability Manager (AAM)

Існує три класи резервного копіювання:

1. Надоперативне.
2. Оперативне.
3. Архівне.

Резервні копії надоперативного резервного копіювання для конкретного класу даних створюються або за допомогою засобів реплікування MirrorView і SnapView (CLARiiON) або Microsoft VSS (NetWin) з різною періодичністю і зберігаються на дисках CLARiiON ATA як в локальному офісі/ЦОД так і у віддалених офісах/ЦОД (залежно від класу даних). Ці резервні копії доступні для відновлення з диска протягом доби.

Резервні копії оперативного копіювання створюються за допомогою програмного забезпечення NetWorker і зберігаються на дисках CLARiiON ATA. Ці резервні копії доступні для відновлення з диска в термін від одного до двох тижнів, залежно від класу даних.

Резервні копії архівного копіювання створюються безпосередньо з вихідних даних або за рахунок перенесення оперативних резервних копій, залежно від класу даних, за допомогою програмного забезпечення NetWorker і зберігаються на магнітних стрічках та інших носіях інформації тривалого зберігання. Ці резервні копії доступні для відновлення в термін до декількох

років, залежно від вимог керівництва і регулюючих органів для певних класу і типу даних.

Спільна робота програмного забезпечення NetWorker разом із засобами ієрархічного зберігання даних DiskXtender дозволяє істотно скоротити час створення резервних копій і вимоги до обсягу простору систем зберігання даних.

Керованість K₅

Для автоматизації та спрощення робіт по реплікації даних використовується програмне забезпечення сімейства Replication Manager і вбудовані засоби управління реплікацією з командного рядка CLI.

Безпека B₅

Для забезпечення узгодженого захисту взаємозв'язаних даних (MS SQL Server, Oracle, Exchange, SAP), в тому числі і взаємопов'язаних окремих додатків, використовуються спеціальне програмне забезпечення сімейства Replication Manager, Oracle RapidClone, а також спеціалізовані модулі для NetWorker.

Консолідація та взаємодія W₅ та V₅

Резервне копіювання на диски

Для досягнення істотного зменшення часу на виконання операцій резервного копіювання і відновлення даних в ролі пристрою розміщення резервних копій використовуються диски CLARiiON ATA і програмне забезпечення NetWorker.

Архівування, резервування і відновлення даних Oracle, MS SQL Server, SAP

Для зниження часу проєктів впровадження, оновлення та міграції, а також зниження часу простоїв для додатків Oracle, MS SQL Server і SAP використовуються спеціалізовані рішення.

1. Для управління неструктурованими цифровими даними і архівуванням даних додатків SAP застосовується EMC Documentum Content Management and Archiving for SAP.

2. Для надання докладної інформації про використання, конфігуруванні і проактивному контролі ресурсів зберігання даних MS SQL Server і Oracle застосовується VisualSRM Database Edition. Для фізичного переміщення даних Oracle в сховища різного рівня у відповідності з заданими політиками і з збереженням логічного представлення даних застосовується ПЗ DatabaseXtender.

3. Застосовується спеціалізований модуль NetWorker PowerSnap Module for SAP, який надає можливості управління множинними "моментальними копіями", швидкого відновлення з дотриманням узгодженості та виконання резервного копіювання без переривання роботи додатків для даних SAP.

4. Для створення узгоджених локальних реплік даних Oracle використовується програмне забезпечення Oracle RapidClone.

5. Для резервного копіювання даних Oracle і MS SQL Server використовуються відповідні модулі NetWorker.

Резервне копіювання і швидке відновлення даних Exchange

Оптимізація систем зберігання даних Exchange

Електронна пошта є критичним для бізнесу Оператора додатком і забезпечення доступності та надійності зберігання даних серверів електронної пошти Exchange є одним з основних завдань забезпечення операційної ефективності всієї ІТ інфраструктури.

Для досягнення цих завдань використовуються наступні рішення:

1. Консолідація інфраструктури Exchange
2. Резервне копіювання і швидке відновлення даних Exchange
3. Інтелектуальне архівування даних Exchange

Консолідація архітектури Exchange

У процесах консолідації інфраструктури Exchange поряд з централізацією зберігання даних Exchange в середовищі SAN і NAS застосовуються спеціалізоване рішення VisualSRM з автоматизованого управління ресурсами зберігання даних Exchange.

Резервування та відновлення даних Exchange

Забезпечення вимог з резервного копіювання і швидкому відновленню даних Exchange аж до рівня відновлення окремого повідомлення забезпечують наступні технології:

1. Використання дисків CLARiiON ATA для зберігання резервних копій Exchange.
2. Автоматизоване управління інфраструктурою локальних реплік Replication Manager/SE.
3. Спеціалізовані модулі Legato NetWorker.

Інтелектуальне архівування даних Exchange

Для істотного скорочення розмірів бази даних Exchange, виключення дублювання повідомлень і вкладень, а також впровадження управління процесами архівування і видалення старих повідомлень на базі політик, застосовуються такі технології і продукти:

1. Он-лайн архівне сховище Centera.
2. Диски CLARiiON ATA для зберігання резервних копій.
3. Засоби забезпечення автоматичного управління ресурсами Exchange - EmailXtender і VisualSRM.

Автоматизація і централізація управління та моніторингу

Для централізованого та автоматизованого керування та моніторингу інфраструктури системи використовується програмне забезпечення VisualSRM, NetWorker Management Console і модулі NetWorker PowerSnap. Для централізованого управління життєвим циклом магнітних стрічок і поділу пристроїв стрічкових бібліотек використовується програмне забезпечення AlphaStor.

Засоби централізованого управління та моніторингу VisualSRM, NetWorker Management Console і AlphaStor розташовуються в центральних ВЦ і знаходяться в активному стані в Київському ЦОД.

Служба архівування та відновлення

Oracle пропонує цілий набір доступних рішень, які добре інтегровані, націлені на захист даних і екстреного відновлення після катастроф. Ці рішення, пропонують широкий простір в реалізації комплексів по захисту даних і екстреного відновлення.

Oracle пропонує наступні рішення щодо захисту даних:

1. Oracle Data Guard - найбільш ефективний і надійний спосіб захисту даних і екстреного відновлення. Пропонується як складова частина Enterprise редакції бази даних Oracle.

2. Oracle Streams - інтегрована особливість бази даних редакції Enterprise, може бути використано для підтримки однієї або кількох реплік основної бази даних. Ці репліки не обов'язково повинні бути ідентичні, - вони можуть бути лише піднабором основної бази даних або продуктом заданої трансформації. Streams підтримує двунаправлену реплікацію з визначенням конфліктів. Його унікальна гнучкість дозволяє підтримувати реплікацію даних між великою кількістю баз даних в будь-якій мережевій топології.

3. Oracle Advanced Replication - дозволяє копіювання і підтримку об'єктів у кількох базах даних. Oracle Advanced Replication дозволяє змінювати будь-які репліки баз даних і поширювати ці зміни автоматично в інші бази даних, підтримуючи глобальну узгодженість транзакцій і цілісність даних. У разі виходу з ладу однієї з баз даних, інші бази даних продовжують працювати.

4. Oracle Recovery Manager - RMAN є утилітою Oracle для управління резервними копіями баз даних та їх відновленням. Для створення резервної копії за допомогою RMAN база даних може знаходитися у відкритому стані. Під час копіювання і відновлення RMAN аналізує дані на наявність їх фізичних руйнувань. RMAN здатний виробляти інкрементальне резервне копіювання і швидке відновлення окремих зіпсованих блоків.

5. OSCP Validated Remote Mirroring - Програма сертифікації сумісності дозволяє для партнерів підтвердити можливість використання їх продуктів на підставі технології віддаленого дзеркалювання спільно з базами даних Oracle.

Ми проектуємо наступне:

1. Використовувати Oracle Data Guard для захисту від катастроф, людських помилок і змін даних.
2. Використовувати продукти віддаленого дзеркалювання інших виробників для захисту і реплікації файлів і томів, які не належать базі даних.
3. Для створення резервних копій баз даних використовувати утиліту RMAN.

7.3. Сервіси управління ІТ-інфраструктурою

У даному розділі розглядаються сервіси управління ІТ-інфраструктурою, які складаються з інформаційних технологій, які забезпечують роботу служб: управління ІТ-інфраструктурою; автоматичного розгортання ПЗ; файлів і друку; масової друку.

7.3.1. Служби автоматичного розгортання ПЗ

Надійня установка ПЗ на сервера забезпечує підтримку корпоративного середовища ІТ сервісів:

$$IT_6 = F_6(L_6, I_6, D_6, B_6, M_6, K_6, P_6) \in U \cap A_3 \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n.$$

Існуючі проблеми:

1. Різномірне апаратне забезпечення.
2. Різномірне програмне забезпечення.
3. Різні канали підтримки.
4. Спеціалізовані рішення.
5. Аудит.
6. Процеси експлуатації.
7. Людський фактор.

Автоматизація процесів

введення в експлуатацію нових систем знижує операційні витрати.

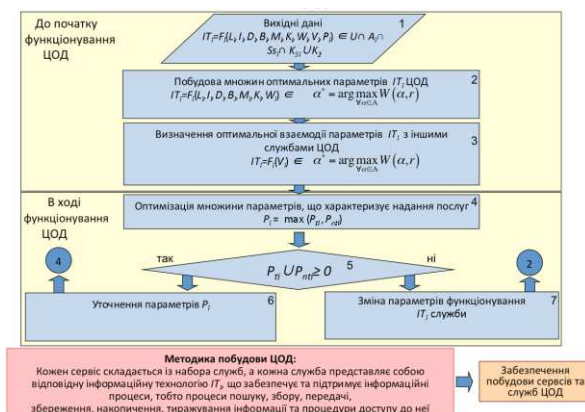
Призначення даної служби - установка операційної системи на сервера Оператора, налагодження операційної системи, установка додатків.

Сервіс забезпечує послідовність наступних операцій:

1. Завантаження сервера.
2. Виконання тимчасової функції операційного середовища.
3. Установка операційної системи.
4. Налаштування серверної ролі.

Завантаження сервера може виконуватися за допомогою наступних технологій:

1. Завантаження з CD-ROM.
2. Завантаження з гнучкого диска.
3. Завантаження з пристрою USB.
4. Завантаження з використанням мережевого стандарту PXE.
5. Завантаження з спеціалізованого контролера сервера.



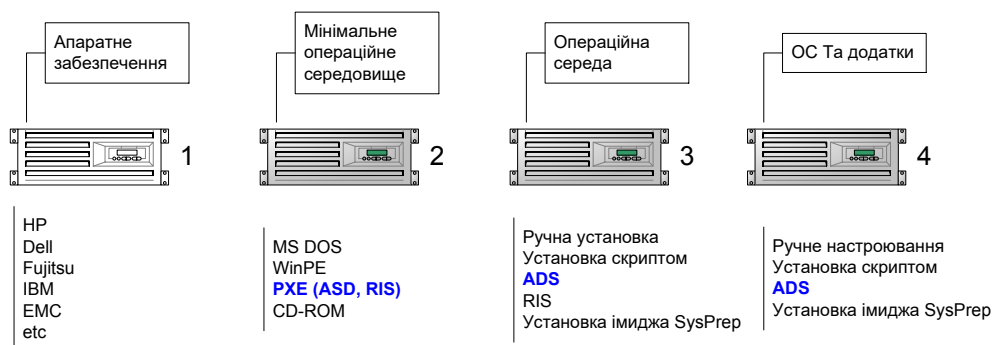


Рис. 7.9 Операції з розгортання ПЗ

Стандарти для систем знаходяться у всіх середовищах розробки, інтеграції, тестування, можуть бути не визначені. Стандартом для серверів які вводяться в експлуатацію з тестового середовища буде технологія завантаження з використанням мережевого стандарту PXE.

Мінімально операційне середовище може забезпечуватися такими технологіями:

1. Microsoft Windows Pre-installation Environment.
2. PXE.
3. Microsoft Remote Installation Services.
4. Automated Deployment Services.
5. Microsoft Windows product CD-ROM.

Установка операційної системи може виконуватися такими технологіями:

1. Ручна установка оператором з CD або мережевої папки сервера бібліотеки авторизованого ПЗ.
2. Установка автоматична по скрипту (файлу інструкції).
3. Установка автоматична RIS.
4. Установка автоматична ADS.
5. Заливка іміджу диска SysPrep.

Встановлення програм може виконуватися такими технологіями:

1. Ручна установка оператором з CD або мережевої папки сервера бібліотеки авторизованого ПЗ.
2. Установка автоматична по скрипту (файлу інструкцій).
3. Установка автоматична ADS.
4. Заливка іміджу диска SysPrep.

Служба автоматичної установки ПЗ залежить від:

1. Мережі і мережевих пристроїв (router ACL).
2. Мережевих сервісів (DNS, DHCP, WINS).
3. Установки апаратного забезпечення в шафи.
4. Наявності спеціалізованого апаратного ПЗ (firmware).
5. Готовності дискової підсистеми або мережі зберігання даних (SAN).

Логічна організація L_6

Сервіс буде реалізований двома стандартами. Стандарт 1 для систем які знаходяться у всіх середовищах розробки, інтеграції, тестування і стандарт 2 для серверів які вводяться в експлуатацію з тестового середовища.

Стандарт 1 не обмежує розробників і тестувальників у виборі технологій установки ПО і залежно від своїх завдань, вони в змозі застосовувати будь-які варіанти використання технологій.

Стандарт 2 визначає, що будь-яка серверна система, яка успішно пройшла випробування і тестування повинна бути зафіксована як реліз і підготована технологією Automated Deployment Services для установки.

Сама система ADS розгорнута у передексплуатаційній зоні ЦОД. Розгортання системи поза Центрів Обробки Даних недоцільно.

Іміджі релізів серверів готуються в тестовій зоні і системою ADS розміщуються в бібліотеці. Система ADS використовує мережу зберігання даних як сховища бібліотеки іміджів. Кількість іміджів не повинно перевищувати кількість серверів в ЦОД. Використання ADS припускає обмежену кількість стандартів використовуваного в Корпорації апаратного забезпечення.

Відповідно до графіку введення в експлуатацію за допомогою системи ADS готуються нові сервера. Введення в експлуатацію відбуватися шляхом переміщення серверів у відповідні експлуатаційні зони за допомогою технологій мережевих пристроїв - VLAN.

Фізична організація I_6

Серверне забезпечення

Один виділений сервер ADS в кожному центрі обробки даних з двома адаптерами для підключення до мережі зберігання даних.

Мережа зберігання даних

400 Гігабайт простору в мережі зберігання даних.

Комунікаційна мережа

1Гб / с швидкість передачі даних від сервера ADS до сервера-клієнту служби.

Доступність D_6

Для організації цілісної бібліотеки іміджів для 6 ЦОД пропонується використовувати розподілену файлову систему (DFS) з підтримкою автоматичної синхронізації.

Безпека B_6

Фізичний доступ до сервера ADS повинен бути обмежений. Сервер повинен мати окрему політику безпеки "ADS Server Security Policy" (Windows Group Policy). Віддалене підключення до сервера обмежено для членів групи введення в експлуатацію - «ADS Release Group».

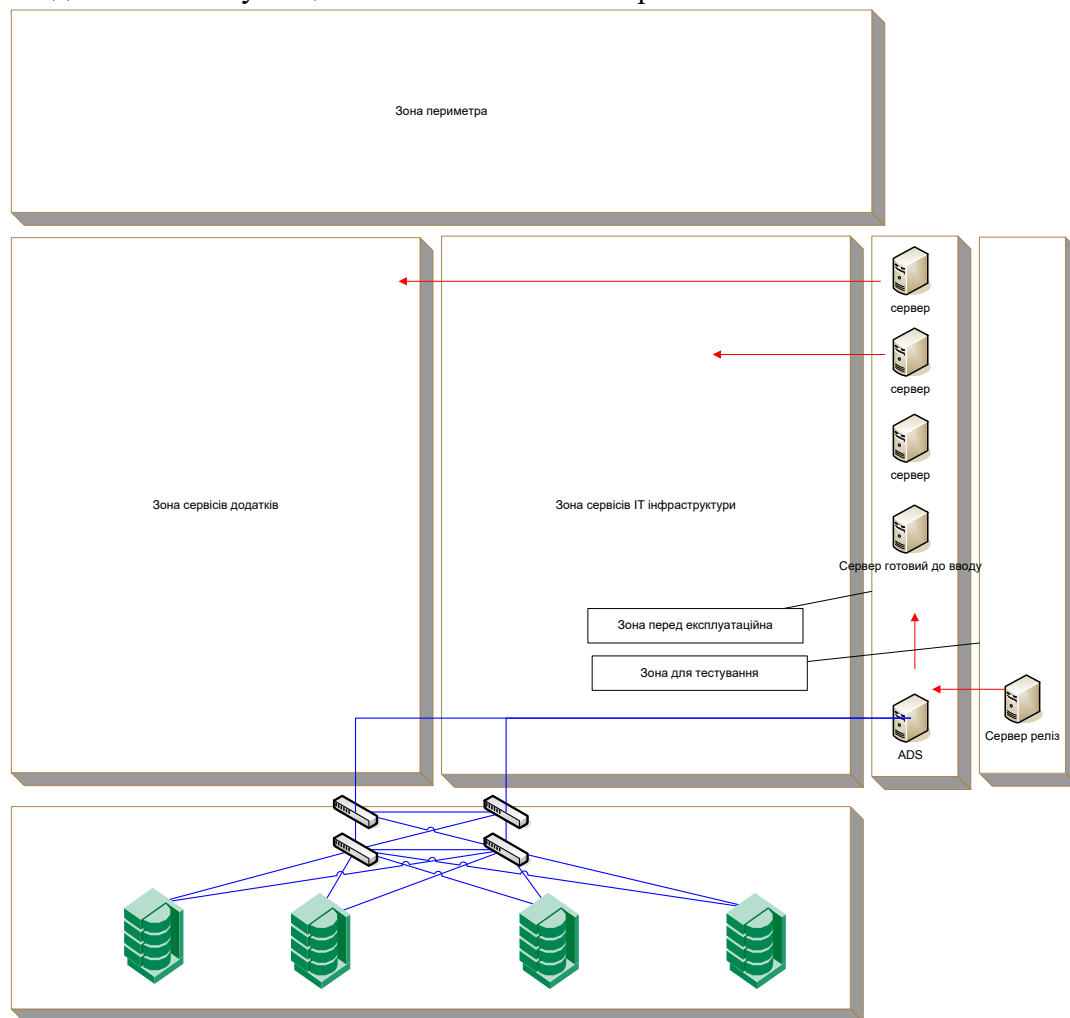


Рис. 7.10 Організація сервісу по автоматичному розгортанню ПО

Службі не потрібні спеціальні права доступу. Є єдиний обліковий запис, який їй необхідний для своєї роботи.

Табл. 7.2 Обліковий запис служби розгортання ПЗ

Service Account Name	Domain or Local?	Group Memberships?	Rights Needed (Local or Domain)
MSAInst	Local	Local Users	Normal User on local deployment server

Масштабованість M_6

При необхідності в ЦОД можна додати другий ADS сервер.

Керованість K_6

Рольова форма адміністрування сервісу, передбачає наявність однієї ролі.

Табл. 5.3 Роль адміністрування служби розгортання ПО

Ім'я	Відповідальність	Дозвіл Active Directory
ADS Release Group	Встановлювати і конфігурувати операційні системи на нові пристрої.	Додати робочі станції до домену. Змінити системний час. Створити файл сторінки. Завантаження та вивантаження драйверів пристроїв Вимкніть систему. Увійдіть локально на всі сервери. Видаліть робочі станції з домену.

Сервер ADS працює одночасно в одному з двох режимів - підготовки іміджу та установки ОС. Перший режим вимогливий до ресурсів. Можлива модель серверного забезпечення включає 1-2 CPU Xeon і 512-1024 Мб пам'яті.

Підтримка в режимі експлуатації здійснюється наступними засобами:

1. Договір на підтримку від виробників апаратного і програмного забезпечення.

2. Resource Kit.

3. Support tools.

4. WinDBG.

5. Symbols server.

6. Репозиторій файлів діагностики.

7. Система Dr.Watson.

Сервіс ADS є одним із сервісів ЦОД і тому повинен бути забезпечений наступними функціями управління:

1. Системне Адміністрування.
2. Віддалене Адміністрування.
3. Моніторинг та Контроль Сервісу.

Консолідація W_6

Сервіс ADS не буде консолідований.

7.3.2. Служба управління ІТ

Служба управління ІТ-інфраструктурою (Debug symbols, Remote Desktop for Administration, server management cards, remote administration):

$$IT_7 = F_7(L_7, I_7, D_7, B_7, M_7, K_7, W_7, V_7, P_7) \in U \cap A_3 \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n.$$

Основними завданнями служби є:

1. Автоматизація процесу змін компонентів ІТ-інфраструктури (Change Management):

- Автоматизація управління ІТ активами, збір детальної інформації про використання апаратного та програмного забезпечення.

- Установка оновлень операційних систем і користувальницьких додатків (Office та ін) з урахуванням кінцевого користувача і характеристик його робочої станції.

- Застосування централізованих політик безпеки і стандартів конфігурацій робочих станцій.

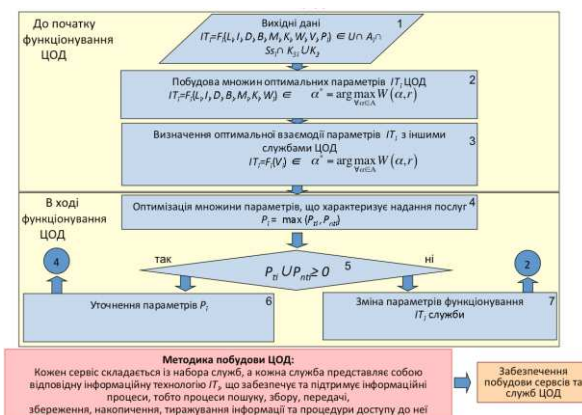
- Цільова установка додатків і видалення застарілих версій ПЗ.

2. Автоматизація процесу підтримки кінцевих користувачів (Support):

- Віддалена допомога користувачам в режимі реального часу.

3. Автоматизація процесу експлуатації серверних систем і комплексів (Operations):

- Моніторинг стану серверів і виявлення проблемних зон.



- Оповіщення операторів і чергових інженерів про симптоми проблеми і автоматизація процесу ескалації інциденту.
- Підтримка баз знань (виробника і внутрішньо корпоративної) про інциденти і проблеми і способи їх вирішення.
- Підтримка набору інструментів для детальної діагностики і вирішення проблеми.
- Автоматизація рутинних процедур експлуатації (читання журналів або syslog).

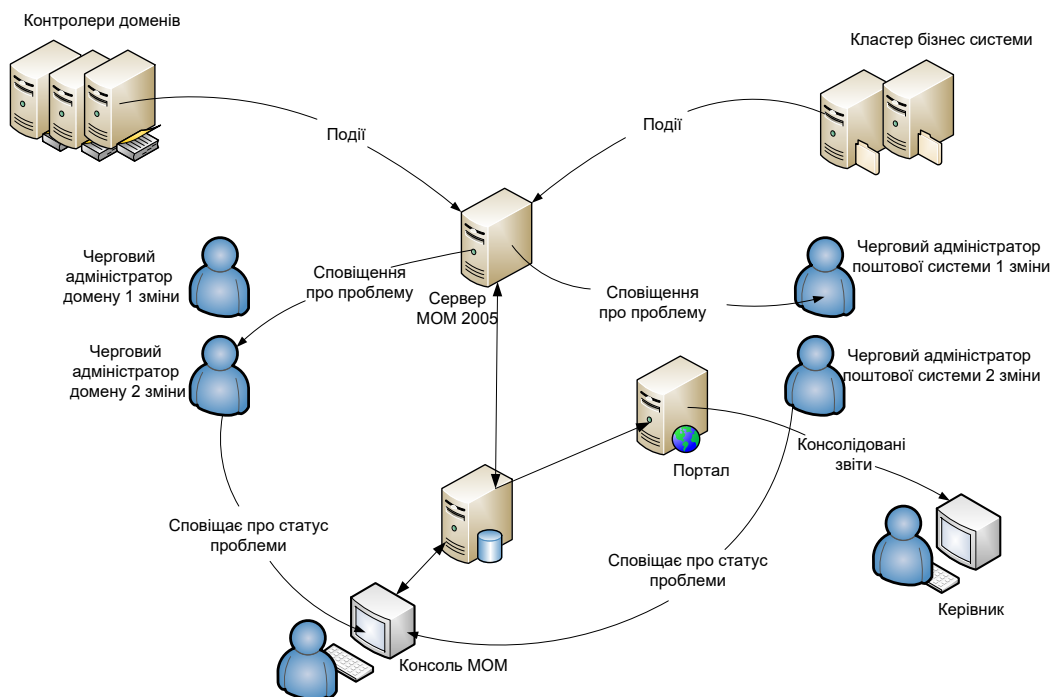


Рис. 7.11 Інформаційні потоки в службі управління

Логічна організація L7

Служба складається з компонентів:

1. Централізована система проактивного моніторингу за станом ІТ інфраструктури на базі Microsoft Operation Manager. Сервера розгорнуті в кожному центрі обробки даних (ЦОД) для тактичного управління. Незалежна центральна система моніторингу розташована в одному ЦОД. Агенти управління MOM встановлені на всіх серверах ЦОД і віддалених офісах.

2. Розподілена система управління стандартами робочих станцій на базі Systems Management Server. Система розгорнута в усіх ЦОД, крім Інтернет ЦОД. У віддалених офісах, система використовує файлові сервіси в якості бібліотек авторизованого ПЗ.

3. Бібліотеки авторизованого ПЗ на базі сервісу доступу до файлів.

4. Система управління конфігураціями робочих станцій на базі Active Directory.

5. Системи віддаленого налаштування систем на базі MMC і служби термінального доступу.

6. Системи аналізу та пошуку несправностей (debug tools).

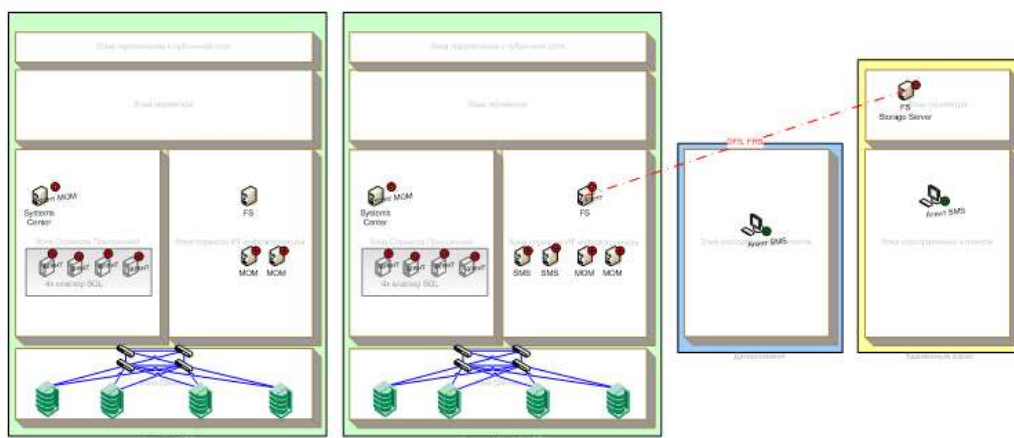


Рис. 7.12 Організація сервісу управління

Фізична організація I₇

Серверне забезпечення

MOM розгортається на 5 серверах рівня HP DL 380 (2 процесора, 4Гб пам'яті, RAID 1 - 16Гб). Кожен сервер в змозі контролювати до 500 серверів.

SMS розгортається на 10 серверах рівня HP DL 380 (2 процесора, 4Гб пам'яті, RAID 1 - 16Гб).

System Center - розгортається на 2 системах і інтегрується зі службою управління даними і сервісом SharePoint.

Мережа зберігання даних

Мережа зберігання даних забезпечує зберігання баз даних систем MOM і SMS, а також простору для звітів і ScoreCard системи System Center.

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.
2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання Периметра мережі.

Доступність D_7

Доступність забезпечується гарячою заміною і відновленням з резервної копії. Служба управління даних і SAN відповідає за доступність даних.

Безпека B_7

Автентифікація і авторизація за допомогою Active Directory. Комунікації шифруються внутрішніми засобами.

Масштабованість M_7

Якщо кількість керованих серверів перевищить 500 в одному ЦОД, службу можна масштабувати, розділяючи MOM на сервера контролю та сервера управління БД. SMS можна масштабувати, додавши третій рівень ієрархії серверів.

Керованість K_7

Для управління службою каталогу в термінах MOF виділяються п'ять ролей за аналогією з організацією команди управління служби управління даними.

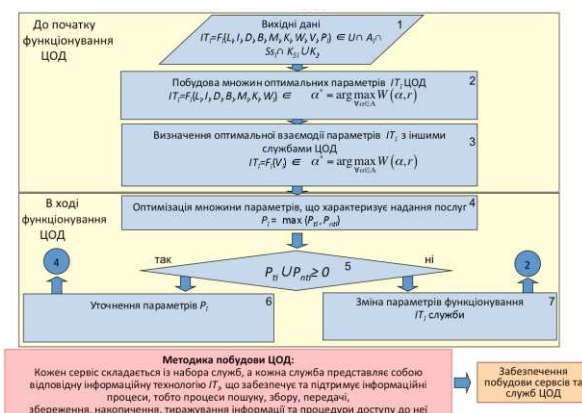
Консолідація та взаємодія W_7 та V_7

Служба інтегрована зі службою каталогу Active Directory, службою управління сертифікатами PKI, службою захисту периметра, службою управління даними.

7.3.3. Служби файлів і друку

Служба доступу до файлів забезпечує зберігання і надійний мережевий доступ до файлових бібліотек Оператора. Служба друку забезпечує надійний друк документів для співробітників Оператора:

$IT_8 = F_8(L_8, I_8, D_8, B_8, M_8, K_8, W_8, V_8, P_8) \in \cup_n A_3 \cap S_5 \cap S_c \cap UK_n$.



Існує п'ять основних технологій реалізації служби доступу до файлів:

1. Загальні папки (протоколи CIFS і SMB) - стандартний механізм доступу до мережеских файлових ресурсів в середовищі Windows.
2. Web системи доступу до інформації (WebDAV) - механізм доступу до файлових та інформаційних ресурсів в середовищі SharePoint і Office.
3. HTTP системи доступу до файлів (HTTP) - читання окремих файлів з загальнодоступних точок обміну інформації.
4. Загальні папки Exchange - обмін повідомленнями і файлами серед груп користувачів комунікаційної системи Exchange.
5. Простий доступ до файлів на базі FTP.

Як стандарт служби доступу до файлів виділяється перша альтернатива - загальні папки на базі протоколів CIFS і SMB. Технології доступу до файлів на базі Web і Exchange технологій будуть використовуватися в Корпорації, однак вони відокремлені від служби доступу до файлів і розглядаються в контексті служб додатків:

1. Служби комунікацій Exchange.
2. Служби колективної роботи SharePoint.

Логічна організація L_8

У Корпорації треба розгорнути два класи систем які представляють службу доступу до файлів.

Клас 1. Корпоративна бібліотека - компонент буде розгорнуто в ЦОД.

Клас 2. Бібліотека - компонент буде розташовано поза ЦОД на автономних системах.

Компоненти будуть об'єднані в єдину файлову розподілену систему з автоматичною реплікацією файлових змін. Щодня всі зміни в автономних файлових серверах «бібліотеках» будуть копіюватися в окремі каталоги в централізованих корпоративних бібліотеках. DFS система буде використовуватися в режимі «одного кореня в домені» (Single Domain based root) і інтегрована в Active Directory. Також в корпоративних бібліотеках будуть окремі каталоги (загальні папки), які надають сервіс шифрованого зберігання файлів.

Користувач автоматично буде підключений до трьох точок:

1. Персональна папка (диск) в бібліотеці для важливих документів.
2. Загальна папка (диск) відділу в бібліотеці.
3. Папка (диск) захищених файлів в корпоративній бібліотеці.

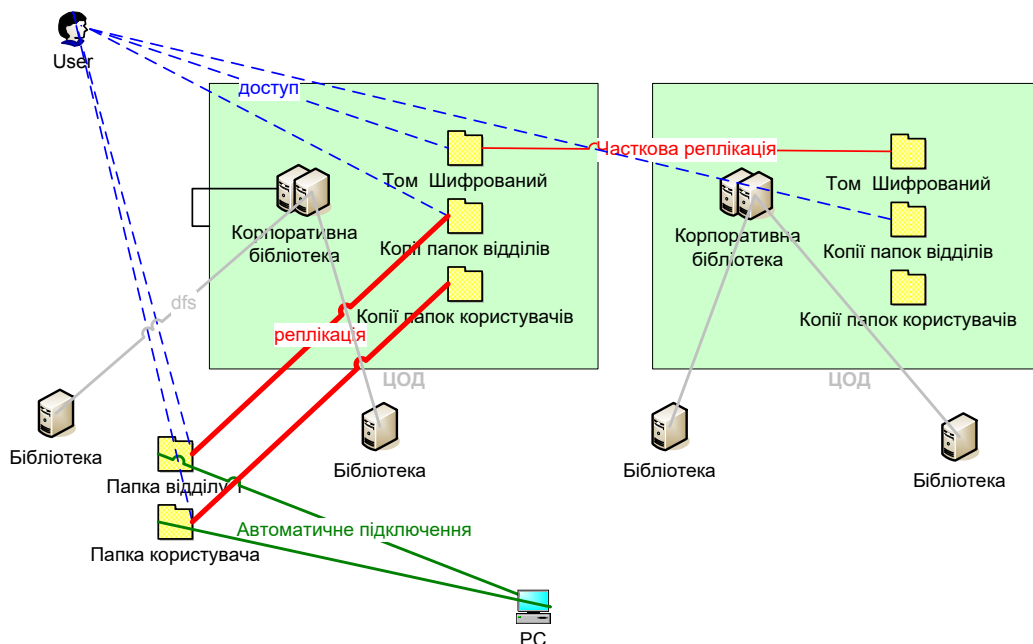


Рис. 7.13 Організація зберігання файлів

Служба друку буде представлена трьома класами систем:

Клас 1. Друкарська майстерня - окремі офіси можуть мати сервісне приміщення з обладнання для виконання повного циклу робіт з паперовими документами: сканування, копіювання, чорно-білий і кольоровий друк А3.

Клас 2. Принтер відділу - відділи мають принтер для обслуговування робочої групи, який автоматично керує чергою друку і підключається безпосередньо до мережі.

Клас 3. Персональний принтер - настільний принтер який обслуговується співробітником Оператора.

Фізична організація ІІ

Серверне забезпечення

Чотирьох вузловий кластер в кожному ЦОД для забезпечення безперервного сервісу зберігання файлів. 27 - 80 серверів Windows Server Storage Server розміщених у віддалених офісах з дисковим масивом 2ТБ. Сервера чотирьох процесорні з 2 Гб пам'яті і 16 Гб дискового простору. Модель сервера рівня - HP DL380.

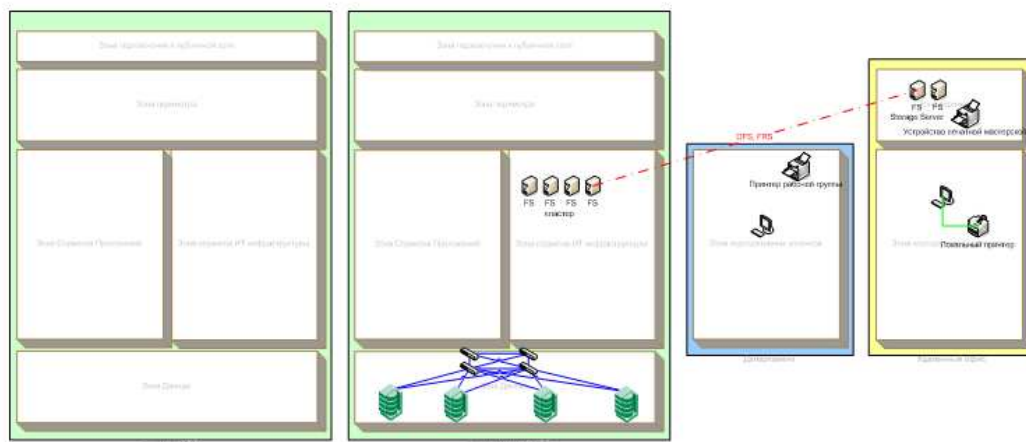


Рис. 7.14 Організація сервісу друку в Корпорації

Мережа зберігання даних

Мережа зберігання даних забезпечує 1 Гб дискового простору для кожного користувача і 1Гб дискового простору для відділу. SAN в кожному ЦОД повинна володіти ємністю 10Тб.

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.
2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання Периметра мережі.

Доступність D_8

Доступність забезпечується використанням служби DFS (Distributed File Service) і FRS (File Replication Service). Доступність серверів ЦОД забезпечується fail-over кластеризацією.

Безпека B_8

Використовується система авторизації (Access Control Lists) на доступ до об'єктів файлової системи. Власник спільної папки відповідає за безпеку її вмісту і за управління правами доступу до неї. Корпоративна бібліотека використовує систему криптографічного шифрування EFS.

Використання цифрового підпису в протоколі SMB обов'язково.

Масштабованість M_8

При необхідності службу можна масштабувати горизонтально, шляхом додавання серверів і розширення мережі зберігання даних.

Керованість K_8

Для управління службою файлів в термінах MOF виділяються дві ролі.

Табл. 7.4 Ролі в службі файлів

Ім'я ролі	Завдання ролі
Власник корпоративної бібліотеки	Контроль конфігурації файлової служби та системи DFS.
Спеціаліст Майданчики	Контроль використання квот і дискового простору.

Управління здійснюється набором графічного інструментарію MMC і набором командного інструментарію adminpack.msi, support tools.

Спеціаліст Майданчика не має адміністративних прав для виконання операцій на автономних системах.

Консолідація та взаємодія W_8 та V_8

Служба взаємодіє зі службою Active Directory. DFS система зберігає свою конфігурацію в розділі каталогу.

7.3.4. Служба масового друку

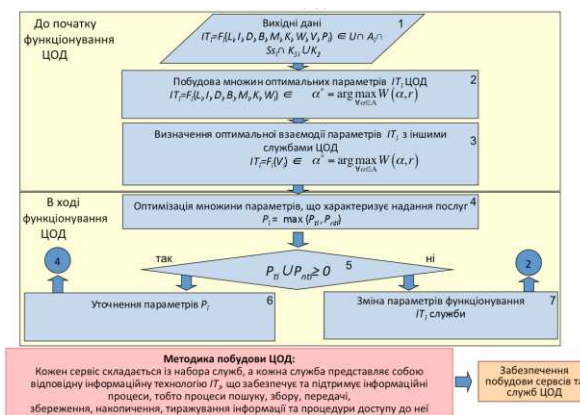
Центр масового друку (ЦМД) $IT_9 = F_9(L_9, I_9, D_9, B_9, M_9, K_9, P_9) \in U \cap A_3 \cap S_5 \cap S_{cm} \cap U_{K_n}$ призначений для виконання повного циклу робіт з виробництва паперових документів наступних типів:

1. Рахунки на оплату послуг надаються організацією населенню та юридичним особам. Дана задача є основною для ЦМД і виконується в перших числах місяця.

2. Друкована продукція. Дані роботи є додатковим завданням і може бути виконана в другій декаді місяця.

Логічна організація L_9

Виходячи із запропонованої структури Організації - ЦМД пропонується створити на базі шести майданчиків, на яких будуть консолідовані Центри



Обробки Даних (ЦОД), наприклад: Київ, Харків, Донецьк, Одеса, Львів, Дніпропетровськ.

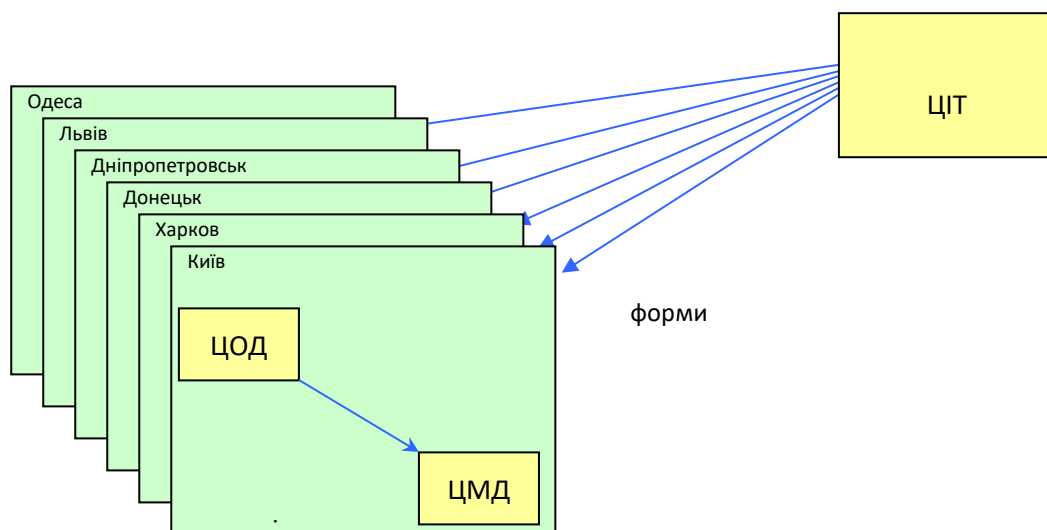


Рис. 7.15 Передача форм в рамках служби масового друку Корпорації

Для друку рахунків на оплату послуг використовується технологія персоналізованого друку. Дана технологія передбачає злиття статичної інформації (форм) і динамічних даних безпосередньо перед друком. Розробку форм, для друку рахунків, централізовано здійснює київський Центр Інформаційних Технологій (ЦІТ). Постачальником даних для друку є найближчий ЦОД.

Фізична організація І₉

Центри масового друку створюються на базі систем промислового друку Xerox DocuPrint. Для забезпечення виконання повного циклу робіт з виробництва паперових документів, кожен центр масового друку оснащений обладнанням для після друкарської обробки:

1. Конвертувальні системи.
2. Системи безконвертної однолистової упаковки.
3. Системи листопідбору і брошуровки.

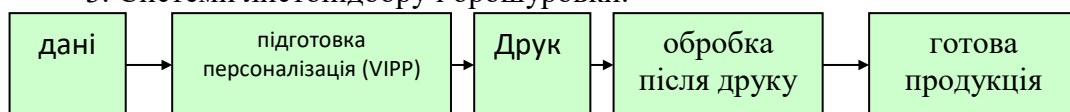


Рис. 7.16 Етапи процесу масового друку

Архітектура

Мережева

Системи промислового друку Xerox DocuPrint автоматично керують чергами друку і підключені безпосередньо до мережі.

Дані

Постачальником потоку даних для друку є ЦОД. Вхідні дані обробляються контролером системи промислового друку, який реалізований на базі сервера Sun Microsystems. Інтерпретатор змінних даних Xerox VIPP виробляє підготовку вхідних даних для персоналізованого друку.

Підготовка форм VIPP IDE виконується централізовано на базі майданчика ЦІТ.

Керованість K9

Управління процесами підготовки даних друку та після друкарської обробки здійснюється контролерами систем промислового друку і систем після друкарської обробки. Адміністрування та контроль проводиться операторами центру масового друку за допомогою віддалених консолей з робочих станцій.

Для управління контролером друку виділяються три ролі.

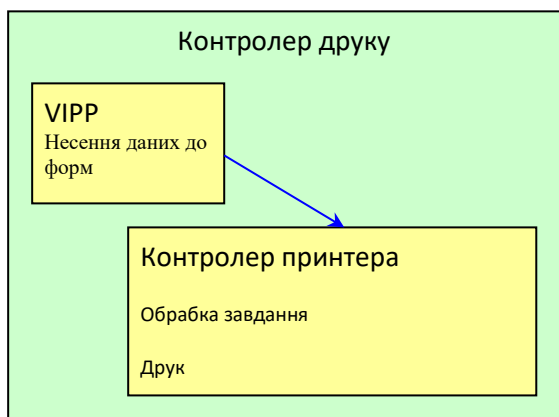


Рис.5.17 Організація контролера масового друку

Табл. 7.5 Ролі в службі масового друку

Ім'я ролі	Задачі ролі
Адміністратор систем друку	Контроль роботи контролера друку Управління правами доступу Адміністрування мережних служб контролера

Ім'я ролі	Задачі ролі
	Резервне копіювання налаштувань
Оператор систем друку	Контроль виконання друкованих завдань Адміністрування черг друкованих завдань Ідентифікація повідомлень модуля друку
Сервісний інженер	Фізичне обслуговування контролера і модуля друку

Масштабованість M_9

Можливості масштабованості ЦМД базуються на використанні однотипної лінійки обладнання Xerox DocuPrint й інтерпретатора змінних даних Xerox VIPP. Продуктивність ЦМД може бути збільшена за рахунок горизонтального нарощування систем друку Xerox DocuPrint необхідної продуктивності, архітектура ЦМД при цьому не змінюється.

Безпека B_9

Використовується система авторизації доступу до функцій контролера друку. Адміністратор систем друку відповідає за безпеку та управління правами доступу до контролерів систем друку.

Доступність D_9

Доступність ЦМД забезпечується дублюванням систем масового друку і фінішного обладнання.

7.4 Сервіси інфраструктури додатків

Сервіси інфраструктури додатків складаються з інформаційних технологій: служби каталогів (Active Directory), онлайн-ових служб бізнес додатків (ERP, CRM, Exchange, SharePoint, Lync, послуги управління контентом), служби інтеграції (BizTalk, MSMQ).

7.4.1. Служби каталогів

Служба каталогів забезпечує ієрархічну організацію інформації, що відображує ІТ інфраструктуру Оператора і має задовольняти потреби служб та користувачів: $IT_{10} = F_{10}(L_{10}, I_{10}, D_{10}, B_{10}, M_{10}, K_{10}, W_{10}, V_{10}, P_{10}) \in \cup A_4 \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n$.

Функції служби каталогів:

- 1) забезпечення механізмів централізованої автентифікації користувачів і систем, а також авторизацію виконуваних ними операцій для захисту ІТ ресурсів;
- 2) зберігання даних сервісів і додатків;
- 3) зберігання конфігураційної інформації про налаштування сервісів і додатків;
- 4) забезпечення механізмів централізованого управління компонентами ІТ інфраструктури.

Логічна організація L_{10}

Розглянемо побудову сервісу каталогів на прикладі вигаданої всеукраїнської корпорації NameCorp (single forest).

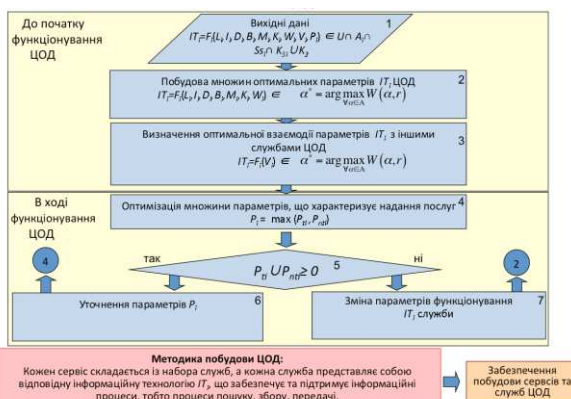
Дизайн доменів

Доменна модель одного глобального регіону (global regional domain model). Два домена - NameCorp.net кореневої, що містить записи сервісних фахівців і дочірній домен corp.NameCorp.net, що містить записи всіх користувачів, комп'ютерів і груп Оператора.

Можливе створення домену test.NameCorp.net і використання його для тестування і підготовки до введення в експлуатацію нових систем і релізів.

DNS архітектура

Служба DNS інтегрована з Active Directory.



Ієрархія Organization Units

Об'єкти OU відображають географічну модель Корпорації на верхньому рівні ієрархії і об'єктну модель на нижніх рівнях ієрархії.



Рис. 7.18 Організація сервісу каталогу в Корпорації

Ієрархія OU повинна забезпечити з одного боку незалежну роботу 6 основних груп адміністраторів і більше 400 фахівців у всіх підрозділах Оператора, з іншого ефективне використання групових політик конфігурації робочих місць і систем. Для цього верхні директорії відображають ієрархію груп адміністрування ЦОД, користувачів, а вкладені директорії містять об'єкти управління - сервери, робочі станції, користувачів і групи безпеки.

Топологія сайтів

Топологія складається з шести майданчиків, її реплікації базуються на фізичній топології мережі передачі даних (DPT канали).

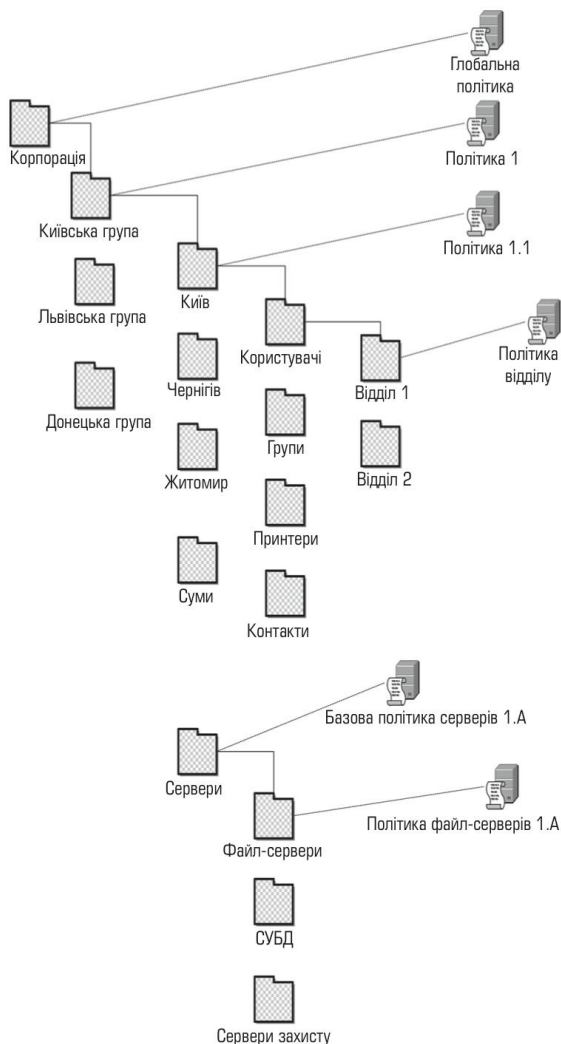


Рис. 7.19 Ієрархія об'єктів в каталозі

Фізична організація I_{10}

Розміщення контролерів домену

Служба каталогу розгортається на 14 контролерах домену.

Київський ЦОД 1 - два контролера домену NameCorp.net і два контролери домену corp.NameCorp.net.

У решти п'яти ЦОД по два контролера домену corp.NameCorp.net.

Режим роботи служби каталогу Windows Server.

Серверне забезпечення

Чотирнадцять серверів Windows Server Standart. Сервера двох процесорні з 2 Гб пам'яті і 16 Гб дискового простору. Шість дискових масивів - RAID 1 для операційної системи, RAID 1 для журналу AD і третій масив RAID 0 +1 для бази даних AD і SYSVOL. Модель сервера рівня - HP DL380.

Мережа зберігання даних

Службою не використовується.

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.
2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання Периметра мережі.

Доступність D_{10}

Доступність забезпечується за допомогою дублювання серверів і реєстрації їх служб в системі DNS. Дублюються також апаратні компоненти серверів, зокрема мережеві адаптери.

Безпека B_{10}

Для роботи зі службою каталогу Active Directory кількох адміністративних груп використовуються механізми делегування дозволів. Робота з групами Enterprise і Domain Administrators а також з обліковим записом Administrator ведеться через журнал реєстрації операцій.

Масштабованість M_{10}

12 домен контролерів достатньо для обслуговування запитів від 60 000 користувачів. У разі якщо кількість користувачів значно зросте служба може бути масштабована шляхом додавання додаткових контролерів домену.

Керованість K_{10}

Для управління службою каталогу в термінах MOF виділяються п'ять ролей.

Табл. 7.6 Ролі в службі управління каталогу

Ім'я ролі	Завдання ролі	Дозвіл Active Directory
Власник ієрархії:	Контроль конфігурації служби Enterprise	

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Ім'я ролі	Завдання ролі	Дозвіл Active Directory
адміністратор компанії	каталогу.	Admins
Власник ієрархії: адміністратор схеми	Контроль конфігурації схеми служби каталогу.	Schema Admins
Власник топології реплікації	Забезпечення роботи сервісу і контроль реплікації. Модернізація топології відповідно до модернізації мережі. Переміщення об'єкта контролера домену в інші сайти і мережі. Підтримка мережевої карти Корпорації. Взаємодія з мережевою групою.	Глобальна група створена в кореновому домені лісу і з повними дозволами на об'єкти сайтів.
Власник домену	керування доменом Управління операціями з контролером домену Моніторинг «здоров'я» Управління системними службами. Резервне копіювання і відновлення Створення об'єктів і політик. делегування повноважень	Domain Admins
Власник OU	Управління ієрархією в OU	Група з правами на OU і вкладені об'єкти.

Управління здійснюється набором графічного інструментарію MMC і набором командного інструментарію adminpack.msi, support tools.

Консолідація W_{10} та взаємодія V_{10}

Служба консолідована зі службою DNS.

7.4.2. Онлайнові служби бізнес додатків

Основні бізнес додатки
Оператора

$IT_{II} = F_{II}(L_{II}, I_{II}, D_{II}, B_{II}, M_{II}, K_{II}, W_{II}, V_{II}, P_{II}) \in \cup \cap A_d \cap S_s \cap S_c \cap U K_n$
включають в себе:

1. Систему комунікацій на базі Exchange, Lync і Office.

1.1 Електронна пошта.

1.2 Персональні та спільні календарі.

1.3 Призначення завдань і контроль виконання.

1.4 Корпоративні адресні книги.

1.5 Система контролю присутності людини.

1.6 Миттєві повідомлення.

1.7 Аудіо конференції.

1.8 Відео конференції.

2. Систему колективної роботи на базі ієрархії порталів SharePoint.

2.1 Тематичне сховище файлів та інформації.

2.2 Колективна робота з документами.

3. Систему управління проектами.

Логічна організація L_{II}

Комунікаційна система Exchange включає в себе п'ять компонентів:

1. Сервера Інтернет доступу - відповідають за роботу з поштою отриманою з публічної мережі, виконання функцій захисту від вірусів і спаму.

2. Сервера центральної маршрутизації - відповідають за маршрутизацію повідомлень всередині Оператора.

3. Сервера клієнтського доступу - відповідають за роботу з клієнтами, виконання функції шифрування і цифрового підпису повідомлень.

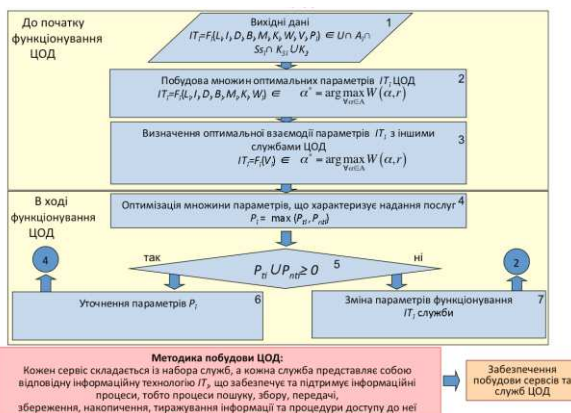
4. Сервера обслуговування поштових скриньок.

Система комунікацій в режимі реального часу LCS

Система комунікацій в режимі реального часу включає в себе два компоненти:

1. Центральний сервіс Lync.

2. Сервера маршрутизації LCS, розгорнуті навколо центрального.



Безпека та адресні книги інтегровані в Active Directory Оператора.

На робочих місцях встановлено додаток Messenger. Співробітник персонально вибирає підлеглих або партнерів для взаємодії.

Система колективної роботи

Система колективної роботи розгорнута на базі п'яти систем SharePoint Portal Server. Кожна система підтримує кілька тисяч порталів. Логічно портали колективної роботи відображають організаційну структуру і забезпечують майданчики для відділів, проектів і процесів Оператора. Портали типізовані:

1. Портал підрозділи - містить каркас та інформацію яка відображає роботу підрозділу або відділу.

2. Портал робочої групи - містить інформацію для колективної роботи групи співробітників.

3. Портал бібліотека - містить довідкову інформацію, або тематичну бібліотеку.

4. Портал процесу - містить інформацію про стан процесу, підтримуваного робочою групою.

5. Портал проекту - містить файли та інформацію по проекту, які використовуються проектною групою.

6. Персональний портал співробітника - містить загальну інформацію про співробітника.

Фізична організація ІІІ

Серверне забезпечення

Exchange розгортається на 22 серверах маршрутизації рівня HP DL 380 (2 процесора, 2Гб пам'яті, RAID 1 - 16Гб) і 20 серверах зберігання (4х кластери) рівня HP DL 380 (4 процесора, 8 Гб пам'яті, RAID 1 - 16Гб). Використовується технологія NLB і fail-over кластеризації.

LCS розгортається на шести серверах рівня HP DL 380.

SharePoint використовує п'ять серверів - по одному в кожному ЦОД. SharePoint використовує службу управління зберіганням даних на базі MS SQL Server.

Мережа зберігання даних

Мережа зберігання даних забезпечує 300 Мб простору для кожної поштової скриньки. SAN в кожному ЦОД повинна володіти ємністю 10Тб.

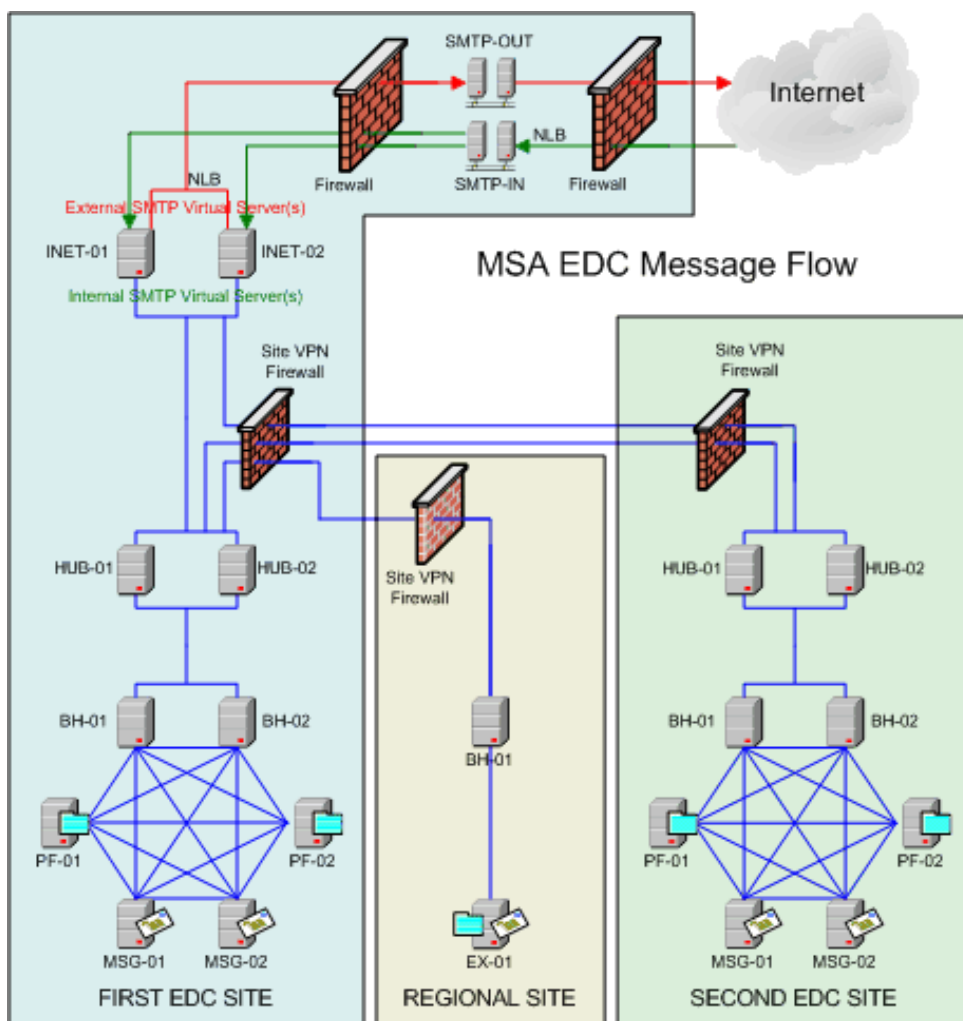


Рис. 7.20 Exchange в службі бізнес додатків

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.
2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання Межі мережі.

Доступність D_{11}

Доступність забезпечується використанням технології кластеризації.

Безпека B_{11}

Аутентифікація і авторизація за допомогою Active Directory.

Для повідомлень і документів застосовуються технології криптографічного захисту та цифрового підпису.

Комунікації шифруються внутрішніми засобами. Системи комунікацій додатково встановлюють модулі антивірусного захисту.

Масштабованість M_{11}

При необхідності службу можна масштабувати горизонтально, шляхом додавання серверів і розширення мережі зберігання даних.

Керованість K_{11}

Для управління службою каталогу в термінах MOF виділяються п'ять ролей за аналогією з організацією служби управління даними.

Консолідація W_{11} та взаємодія V_{11}

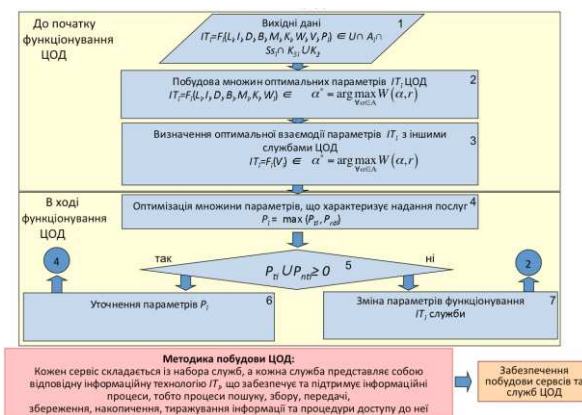
Служба інтегрована зі службою каталогу Active Directory, службою управління сертифікатами РКІ, службою захисту периметра, службою управління.

7.4.3. Служби Інтеграції

Роль інформаційних технологій для Оператора визначають не тільки рішення оптимізації витрат на виконання набору бізнес операцій або процесів, а і безпосереднє збільшення доходів і прибутків компанії. Таке зміщення фокусу вимагає швидкої та ефективної інтеграції інформації та процесів з постачальниками, партнерами замовниками.

Загальний підхід для вирішення завдання інтеграції інформаційних технологій: $IT_{12}=F_{12}(L_{12},I_{12},D_{12},B_{12},M_{12},K_{12}, W_{12},V_{12},P_{12}) \in U \cap A_4 \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n$. ґрунтується на двох підходах:

1. Використання архітектури Web сервісів, що забезпечує створення і ефективну роботу пов'язаних (loose coupling) додатків.
2. Використання серверів інтеграції додатків BizTalk, як системи централізованого опису, реалізації та супроводу інтеграційних взаємозв'язків.



В інформаційній системі підприємства у кожній програмі є власний протокол для обміну даними. Базові засоби BizTalk Server включають інфраструктуру передачі повідомлень, що володіє можливістю обміну даними з практично будь-яким додатком Корпорації. У інформаційному середовищі з кількома бізнес додатками, жодна окрема програма не має відомостей про бізнес-процеси в цілому. Бізнес-процес, а також відомості, необхідні для координації всіх його складових, реалізується в додатку BizTalk Server.

Важливим завданням є інтеграція додатків всередині однієї організації, але інтеграція додатків на рівні різних організацій, коли в автоматизації процесів задіяні системи компаній-контрагентів, може становити для бізнесу ще більшу цінність.

Логічна організація L_{12}

Інфраструктура Web служб складається з наступних компонентів:

1. NET Framework - середовище виконання web сервісів. Середовище виконання встановлюється на всі сервери і робочі станції в Корпорації. Управління версіями і оновленнями забезпечується системами управління (SMS).

2. Сервер додатків Internet Information Server - сервер додатків, сервер каталогу UDDI та Сервер застосувань забезпечує шар бізнес-логіки корпоративних багаторівневих додатків.

3. Компонент універсального доступу до даних - MDAC.

4. Універсальна шина інтеграції на базі BizTalk - Сервер забезпечення надійного транспорту, управління наддовгими транзакціями і бізнес логікою інтеграції додатків (integration orchestration).

5. Адаптери BizTalk. Інтерфейси (програмні модулі сервера BizTalk) очищення і перетворення інформації для з'єднання програми до шини (SAP adapter, SWIFT adapter, EDIFACT адаптер і більше 500 ін.) .

Шина інтеграції розгортається в кожному ЦОД та забезпечує взаємодію, як з власними внутрішніми додатками, так і з зовнішніми - партнерськими.

Фізична організація I_{12}

Серверне забезпечення

BizTalk розгортається на двох кластерах (2 процесора, 4Гб пам'яті, RAID 1 - 16Гб) у кожному ЦОД. Один кластер забезпечує підтримку процесів - Virtual BizTalk Messaging і Virtual Message Queuing Instance. Другий кластер забезпечує підтримку також наступних процесів - Virtual BizTalk Orchestration, Virtual WebDAV Instance.

Сервер BizTalk використовує сервіс управління даними (MS SQL).

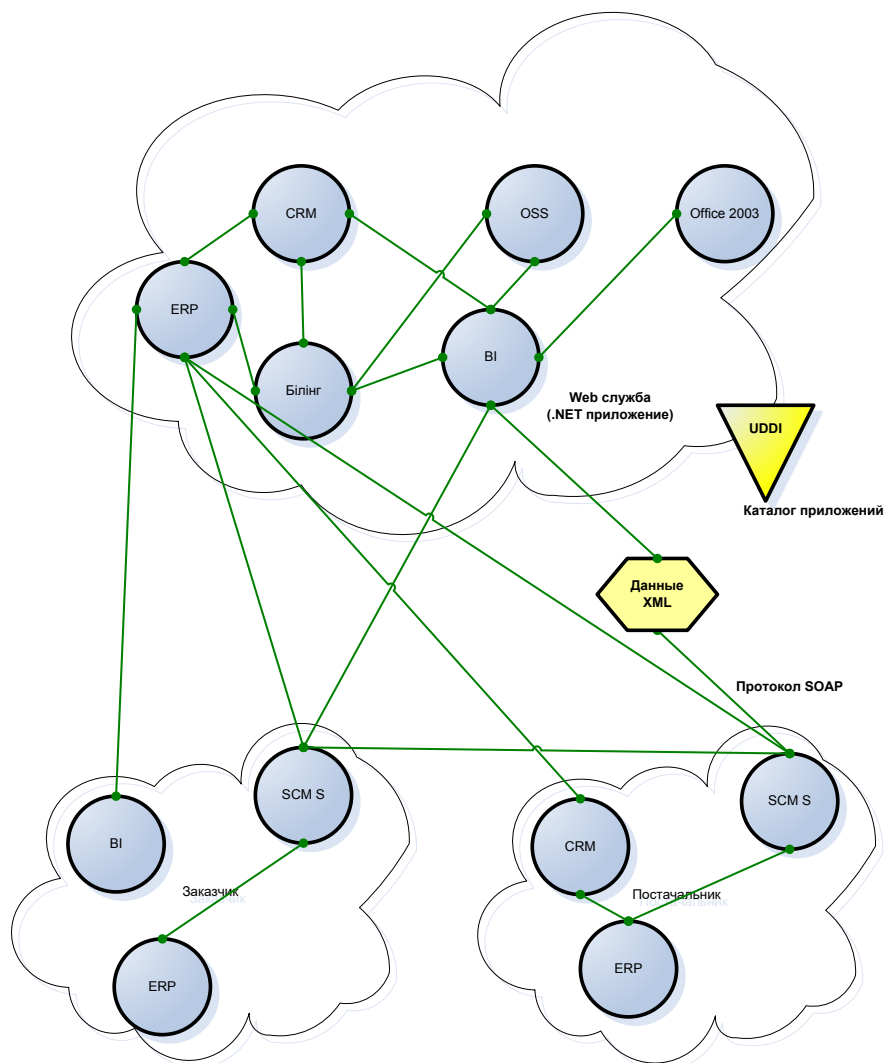


Рис. 7.21 Існуючі інформаційні потоки в Корпорації

Мережа зберігання даних

Мережа зберігання даних забезпечує зберігання черг BizTalk.

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.

2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання Периметра мережі.

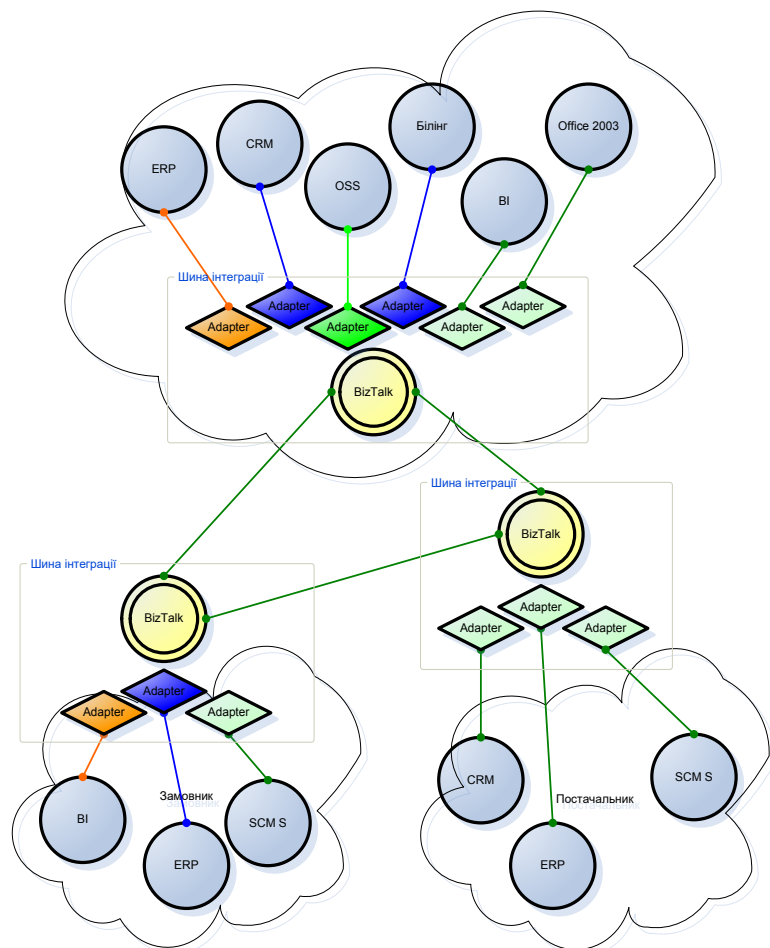


Рис. 7.22 Інформаційні потоки в службі інтеграції Корпорації

Доступність D_{12}

Доступність забезпечується технологією кластеризації, гарячою заміною і відновленням з резервної копії.

Служба управління даних і SAN відповідає за доступність даних.

Безпека B_{12}

Автентифікація і авторизація за допомогою Active Directory. Використання крос-корпоративних систем PKI.

Масштабованість M_{12}

Сервіс підтримує горизонтальне і вертикальне масштабування.

Керованість K_{12}

Для управління службою в термінах MOF виділяються п'ять ролей за аналогією з організацією команди управління служби управління даними.

Сервіс вимагає наявності системи управління (зокрема MOM і SMS) для забезпечення своєї експлуатації.

Консолідація W_{12} та взаємодія V_{12}

Служба інтегрована зі службою каталогу Active Directory, службою управління сертифікатами PKI, службою захисту периметра, службою управління даними і бізнес додатками.

7.5 Сервіси безпеки

7.5.1. Служби захисту периметрів

Служба захисту периметра (firewall) контролює потік мережевого трафіку між двома сегментами мережі $IT_{13} = F_{13}(L_{13}, I_{13}, D_{13}, B_{13}, M_{13}, K_{13}, W_{13}, V_{13}, P_{13}) \in U \cap A_5 \cap S_5 \cap S_{C_m} \cap U_{K_n}$. Служба забезпечує:

1. Захист внутрішніх серверів від мережевих атак.
2. Реалізацію зонування мережі, політик доступу та використання мережі.

3. Моніторинг трафіку і виявлення порушень в роботі.

Служба захисту периметрів мережі складається з семи функціональних рівнів.

1. Фільтри мережевих адаптерів пристроїв.
2. Статичні фільтри пакетів.
3. NAT (не рекомендований до використання).
4. Stateful inspection.
5. Circuit-level inspection.
6. Проксі.
7. Фільтрація рівня додатків.

У Корпорації рекомендуємо розгорнути три класи служб захисту периметра.

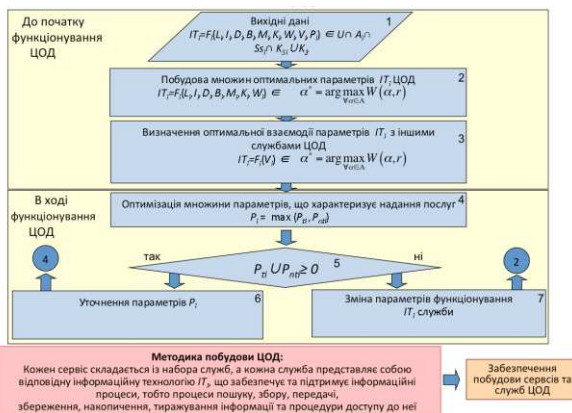


Табл. 7.7 Класи служби захисту периметра

	Клас 1: Персональний (Windows)	Клас 2: Екран мережевих зон	Клас 3: Спеціалізований сервер
Features supported	Статичні фільтри пакетів, Фільтри рівня сесій, фільтри рівня додатків	Статичний фільтри пакетів.	Статичні фільтри пакетів, фільтри рівня сесій, фільтри рівня додатків.
Configuration	автоматична	Ручна	Ручна (централізована)

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Block or allow IP addresses	Так	Так	Так
Block or allow protocol/port numbers	Так	Так	Так
Block or allow incoming ICMP messages	Так	Так	Так
Control outgoing access	Так	Так	Так
Application protection	Так	Так	Так
Audible/visible alerts	Так	Так	Так
Log file of attacks	Мінімальне	Так	Так
Real-time alerts	Ні	Ні	Так
VPN support	Так	Ні	Так
Remote management	Ні	Так	Так
Manufacturer support	Так	Так	Так
High-availability option available	Нб	Дублювання	Кластеризація та створення мноществ.
Number of concurrent sessions	До 10	10 000	500,000
Modular upgradeability (hardware or software)	Ні	Ні	Так

Other	Cisco Router firewall options
Price range	Входить у вартість операційної системи

Клас 1. Персональний брандмауер забезпечує захист кожного робочого місця користувача.

Клас 2. Екран мережевих зон. Для контролю та інспекції мережевого трафіку між зонами мережі. За допомогою можливостей мережевих пристроїв створюється каркас захисту.

Клас 3. Спеціалізовані сервери захисту забезпечують додаткові функції інспекції та захисту для корпоративних клієнтів використовують публічні ресурси і для зовнішніх клієнтів використовують служби Корпорації. Спеціалізовані сервери розташовуються в зоні периметру і обслуговують зв'язок між зонами Периметр і кордон мережі. Спеціалізовані сервери також відповідають за кешування інформації.

Логічна організація L_{13}

Логічна архітектура служби являє собою каркасну модель. Кожен клієнтський пристрій має компонент служби першого класу. Персональні Firewalls встановлені на кожній робочій станції і отримують свою конфігурацію централізовано - за допомогою групових політик Active Directory.

Мережеві екрани розгорнуті на маршрутизаторах мережі і формують собою межі зон. Спеціалізовані сервери захисту, Internet Security and Acceleration Server і Cisco PIX розгорнуті в зоні периметра на кордоні з Зонаю підключення до публічної мережі та на кордоні підключення до Зонам корпоративних клієнтів і зонам периметра віддалених офісів.

Для контролю доступу та контролю доступної смуги пропуску на рівні користувачів ISA сервер використовує Active Directory, в якості служби каталогу. PIX системи можуть використовувати службу каталогів Active Directory за допомогою інтеграційних механізмів Internet Authentication Server або Microsoft Identity Integration Server. Принциповим є існування однієї служби каталогів, обслуговуючих облікові записи користувачів. Дублювання каталогів для окремих служб і пристроїв не допускається.

Фізична організація I_{13}

Серверне забезпечення

Чотирнадцять серверів ISA по два в кожному ЦОД, об'єднаних в безліч (array). Сервера чотирьох процесорні з 2 Гб пам'яті і 16 Гб дискового простору. Два і більше - серверів в кожному з двох Інтернет Дата Центрів, в зоні периметра. Сервера чотирьох процесорні з 2Гб пам'яті і 16 Гб дискового простору. Модель сервера рівня - HP DL380.

Мережа зберігання даних

Використовується для зберігання бази даних серверів ТАСАС. Тому в зоні сервісів додатків працює кластер СУБД, який обладнаний двома НВА адаптерами для підключення до мережі зберігання даних.

Комунікаційна мережа

У ЦОД налаштовуються:

1. Комутатор Внутрішньої Інтеграції - використовуються функції VLAN і Firewall.
2. Центральний Комутатор ЦОД - використовуються функції VLAN і Firewall.
3. Комутатор Периметра - використовуються функції VLAN і Firewall.
4. Обладнання Периметра мережі.

Доступність D_{I3}

Доступність забезпечується за допомогою NLB кластеризації, формуванням множин (array) ISA серверів і дублюванням елементів мережі зберігання даних.

Безпека V_{I3}

Якість продуктів служби захисту периметра підтверджується експертною оцінкою організації - International Computer Security Association.

Масштабованість M_{I3}

Масштабованість досягається горизонтальним нарощуванням серверів. Використання NLB технології дозволяє виключити модернізацію ІТ інфраструктури при виконанні масштабування сервісу.

Керованість K_{I3}

Для централізованого управління ISA сервера є членами домену Active Directory - corp.NameCorp.net. Контролери домену зберігають конфігураційну інформацію про множинах і дозволяють управляти службою однієї робочій групі.

Консолідація W_{I3} та взаємодія V_{I3}

Служба консолідована з мережевими пристроями. Спеціалізовані сервера захисту консолідовані з системами кешування змісту.

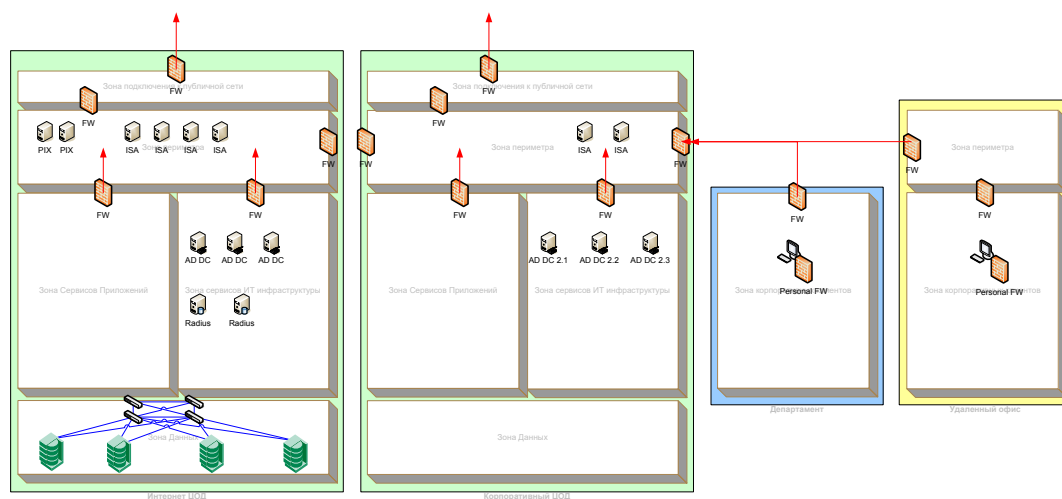


Рис. 7.23 Організація сервісу захисту периметра

7.5.2. Служби управління сертифікатами

Служба управління сертифікатами РКІ відповідає за управління життєвим циклом сертифікатів безпеки, що використовуються в системах криптографічного захисту інформації та цифрового підпису:
 $IT_{14} = F_i(L_{14}, I_{14}, P_{14}) \in U \cap A_5 \cap Ss_j \cap Sc_m \cup K_n$.

Служба сертифікатів зокрема забезпечує використання в Корпорації:

1. Цифрового підпису.
2. Смарт-карт для автентифікації користувачів.
3. Захищеної пошти (S/MIME).
4. Авторизації ПЗ (Authenticode).
5. Використання протоколу IPSec.
6. Використання протоколу 802.1x.
7. Використання шифрованої файлової системи (EFS).
8. Використання протоколів SSL і TLS.

Логічна організація L_{14}

Сертифікати для співробітників Корпорації видаються багатоцільові. Для служб і зовнішніх клієнтів - одноцільові. Служба сертифікатів реалізована в режимі Enterprise (Корпоративна інтегрована).

Корінь дерева служби сертифікатів зовнішній. Служба сертифікатів розгорнута у вигляді дерева з трьома рівнями ієрархії і включає в себе шість компонентів:

1. Проміжний сервер першого рівня (відключений).
2. Сервери проміжні другого рівня.

3. Сервери роздачі.
 4. Документ «Політика Інфраструктури Відкритих ключів».
 5. Документ «Регламент Інфраструктури Відкритих Ключів» на базі RFC 2525. OID реєструється незалежно.
 6. Шаблони сертифікатів для користувачів видані та опубліковані в Active Directory.
- Служба Active Directory відповідає за автоматичну установку нових сертифікатів на робочі станції користувачів.

Фізична організація I_{14}

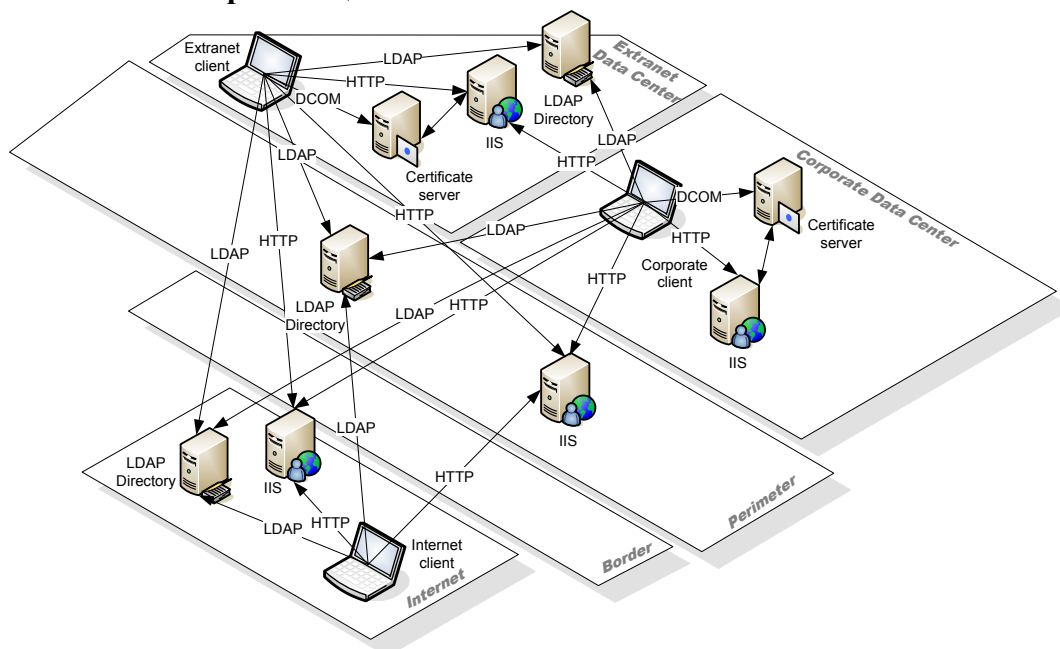


Рис. 7.24 Інформаційні потоки в службі сертифікатів

Фізична організація служби управління сертифікатами представлена на рисунках 7.24 та 7.25.

Мережеві сервіси складаються з інформаційних технологій: служби мережевих пристроїв та мережевої служби (DNS, DHCP, WINS) (Рис. 7.26).

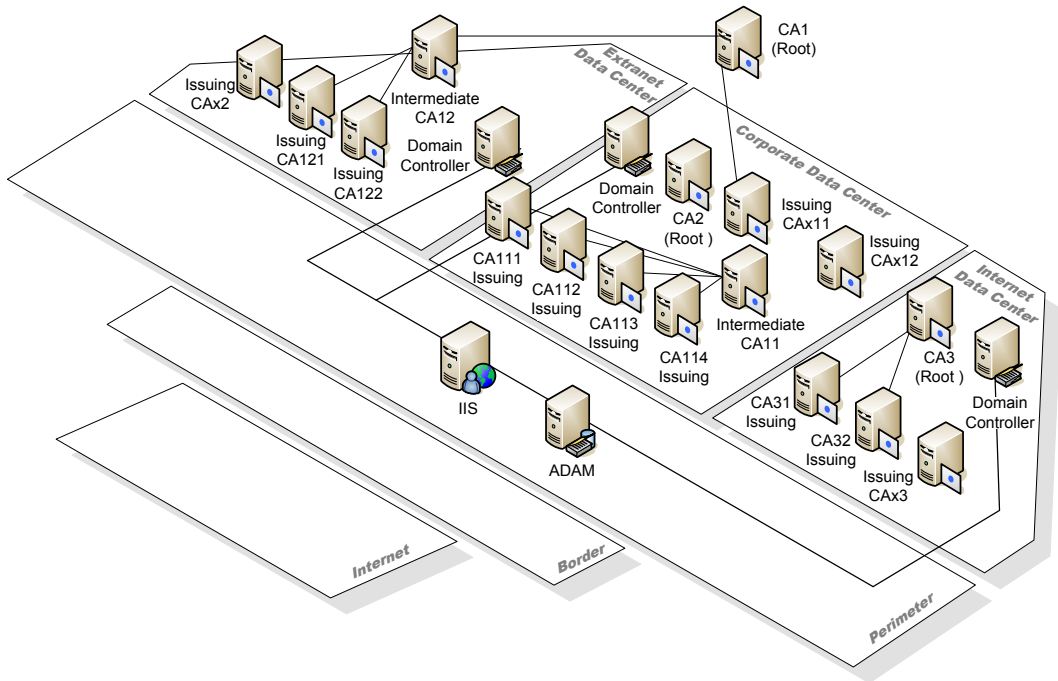


Рис. 7.25 Організація сервісу сертифікатів

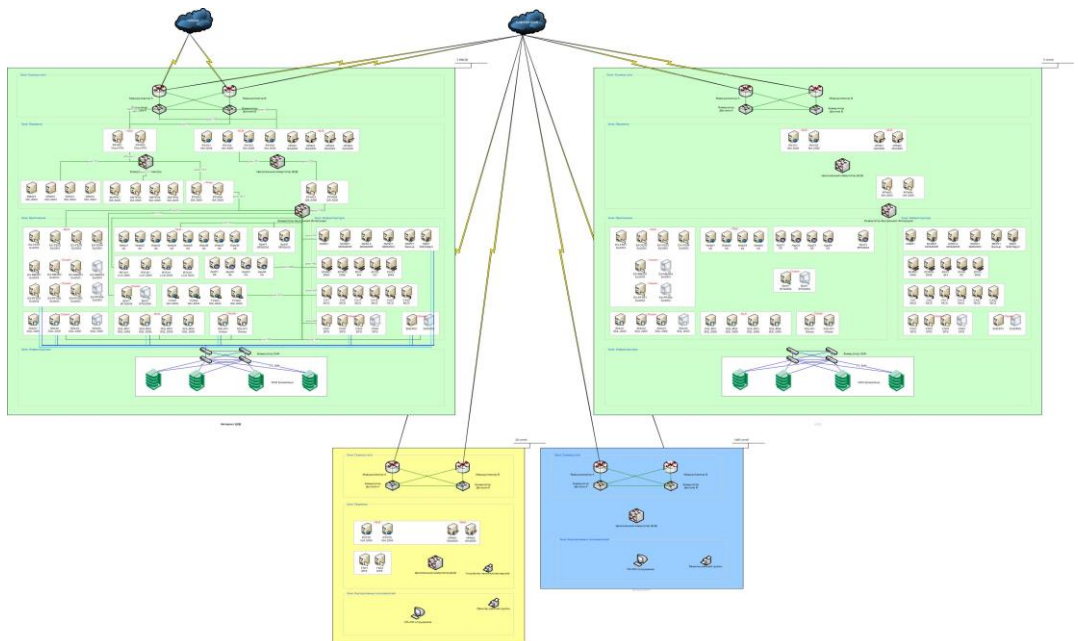


Рис. 7.26 Мережеві сервіси

При розробці технологій використовувалась універсальна структура: логічна організація, фізичний дизайн, доступність, безпека, масштабованість, керованість, консолідація та взаємодія.

Висновки по розділу 7

В розділі представлені інформаційні технології ІТ служб ЦОД, функціональність яких визначається відповідними архітектурами, і які спрямовані на надання сервісів клієнтам та підтримання в технічно справному стані інформаційної інфраструктури.

Представлено 5 сервісів: мережеві, управління даними, управління ІТ-інфраструктурою, інфраструктури додатків, безпеки.

Сервіси управління даними складаються з інформаційних технологій: служби пристроїв зберігання даних (DAS, NAS, SAN), служби управління даними (SQL Server [™], Oracle), служби архівування та відновлення (Програмно-апаратні засоби архівування, процеси відновлення).

Сервіси управління ІТ-інфраструктурою складаються з інформаційних технологій: служби автоматичного розгортання ПЗ, служби управління ІТ, служби файлів і друку (DFS, на мережевих ресурсах, FRS, EFS, WebDAV), служби масового друку.

Сервіси інфраструктури додатків складаються з інформаційних технологій: служби каталогів (Active Directory), он-лайнні служби бізнес додатків (ERP, CRM, Exchange, SharePoint, Lync, послуги управління контентом), служби інтеграції (BizTalk, MSMQ).

Сервіси безпеки складаються з інформаційних технологій: служби захисту периметрів (PE периметра і внутрішні, проксі/кеш сервіси), служби управління сертифікатами (PKI).

8. ПРИКЛАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Лідерами по ефективності використання інформаційних технологій є військові проекти. Ще більш цінним є розробка концепції впровадження нових технологій, які націлені на військове застосування.

Прикладом може слугувати прорив у сфері інформаційних технологій, що спричинив формування нових тенденцій у галузі управління збройних сил.

У сучасних умовах процеси управління виступають на передній план, оскільки саме управлінська діяльність дозволяє пов'язати між собою військово-політичні, економічні, науково-технічні, власне військові та надзвичайні фактори в умовах розширення НАТО та надання його діям глобального характеру. Прикладом цього є війна в Україні та події в Югославії, Афганістані, Іраку, Сирії та низці країн Африки.

	Усунення несумісності видових систем зв'язку та АСУ		Скоординована робота видових систем зв'язку та АСУ		Повна сумісність		Єдина система управління та зв'язку
Оперативні компоненти ЗС НАТО	СВ	ПС	СВ	ПС	СВ	ПС	Міжвідомча координація
	ССО	ВМС	ССО	ВМС	ССО	ВМС	
Функціональні сервіси	Незалежне програмне забезпечення		Інтегроване програмне забезпечення		Програмне забезпечення як сервіси		ПЗ що налаштовується самостійно
Сервіси інтеграції інформації	Незалежні дані		Загальний доступ до баз даних		Сервісно-орієнтована архітектура		ВЕБ-сервіси пошуку за змістом
Сервіси зв'язку	Різноманітні мережі		Мережі єдиного типу		Програмно керовані мережі		Самокеровані адаптивні мережі
	2002 р.		Етапи трансформації за часом				2025 р.

Рис. 8.1 Загальний план розвитку інформаційних систем НАТО

Для успішного виконання сучасних військових завдань в НАТО прийнята модель мережецентричної трансформації автоматизованих систем управління та зв'язком, яка презентована у вигляді загального плану

розвитку інформаційних систем (Road maps). В плані виділено чотири етапи розвитку інформаційних технологій (Рис. 8.1) [322].

Поточний етап ставить за мету повну сумісність усіх міжвідомчих інформаційних систем. Основні характеристики цього етапу: програмне забезпечення розробляється як сервіси; архітектура інформаційних систем є сервісно-орієнтованою; мережа є програмно-конфігурованою – SDN (*software-defined networking*). Маємо надію, що Автоматизована система управління військами Збройних сил України, яка зараз розробляється, буде відповідати саме четвертому етапу Road maps.

Нижче ми представимо три автоматизовані системи управління, які відповідають по технологіям першим трьом етапам представленим в загальному плані розвитку інформаційних систем НАТО.

Система інформаційно-аналітичного забезпечення місцевих органів державної виконавчої влади відноситься до третього етапу, характерними технологіями якого є: сервісно-орієнтована архітектура, програмне забезпечення, як сервіси і програмно-керована мережа.

Інформаційно-аналітична система супроводження бюджетного процесу відноситься до другого етапу, характерними технологіями якого є: інтегроване програмне забезпечення, загальний доступ до бази даних, єдина IP мережа.

Організаційно-технічна система "Інформ-Чорнобиль" відноситься до першого етапу, характерними технологіями якого є: незалежне програмне забезпечення, незалежні данні, різноманітні мережі.

8.1 Система інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної виконавчої влади – система загальнодержавного і регіонального рівнів

8.1.1 Концепція системи інформаційно-аналітичного забезпечення місцевих органів державної виконавчої влади

Україна (рис. 8.2), яка займає дуже вигідне геополітичне положення у Європі, не може вирішувати завдання розвитку національної інформаційної інфраструктури осторонь від задач, які ставляться урядами держав, що входять до Європейського Союзу. Крім того, Україна має нагальну потребу поступово інтегруватися в Європейську та світову економіку та у Глобальне інформаційне суспільство.

Структура адміністративної системи України

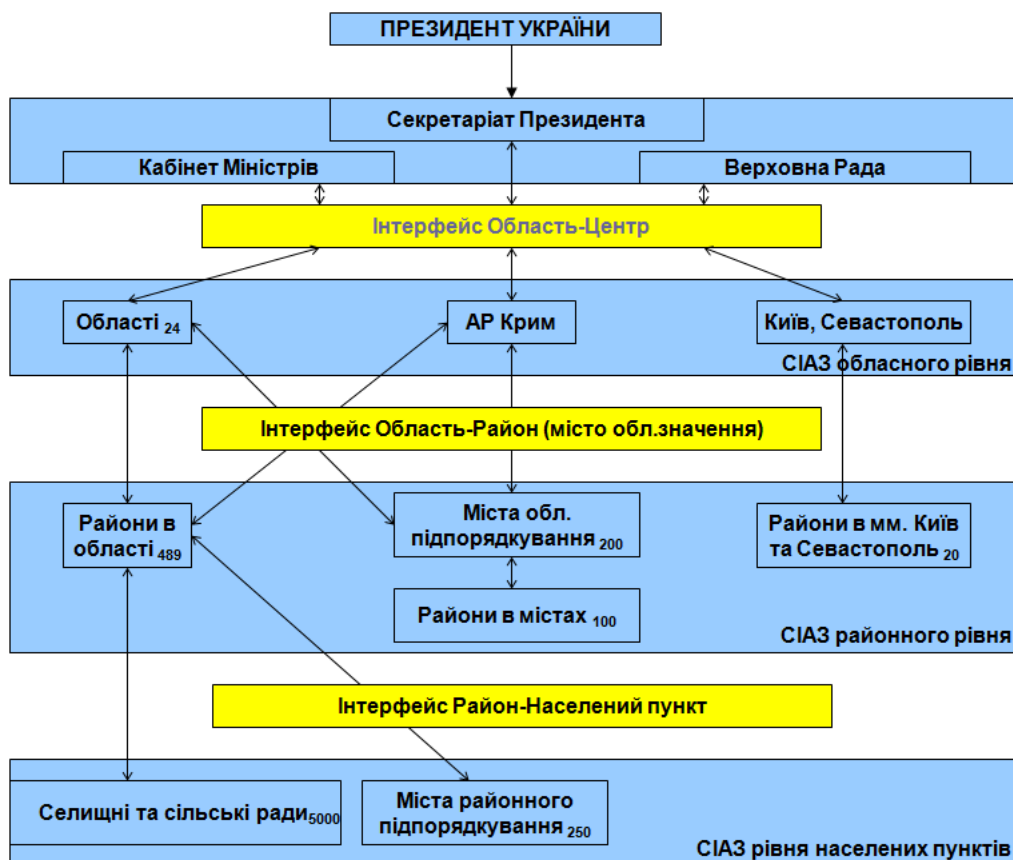


Рис. 8.2 Структура адміністративної системи України

Значною мірою це пов'язано з тим, що Україні необхідно постійно розширювати існуючі та шукати нові ринки збуту для тих виробів, в яких вона має досить високі показники в Європі і у світі в цілому. Це металургія, продаж озброєння, літакобудування, космічна галузь, сільгосппродукція, легка промисловість, машинобудування тощо. Крім ринків збуту в цих галузях для України ще й необхідна науково-промислова кооперація по виробництву. Тобто Україна повинна на світовому рівні використовувати методи, технології та засоби неперервної інформаційної підтримки життєвого циклу виробів цих галузей, розвивати нові технології.

Схема виконавчої влади в Україні

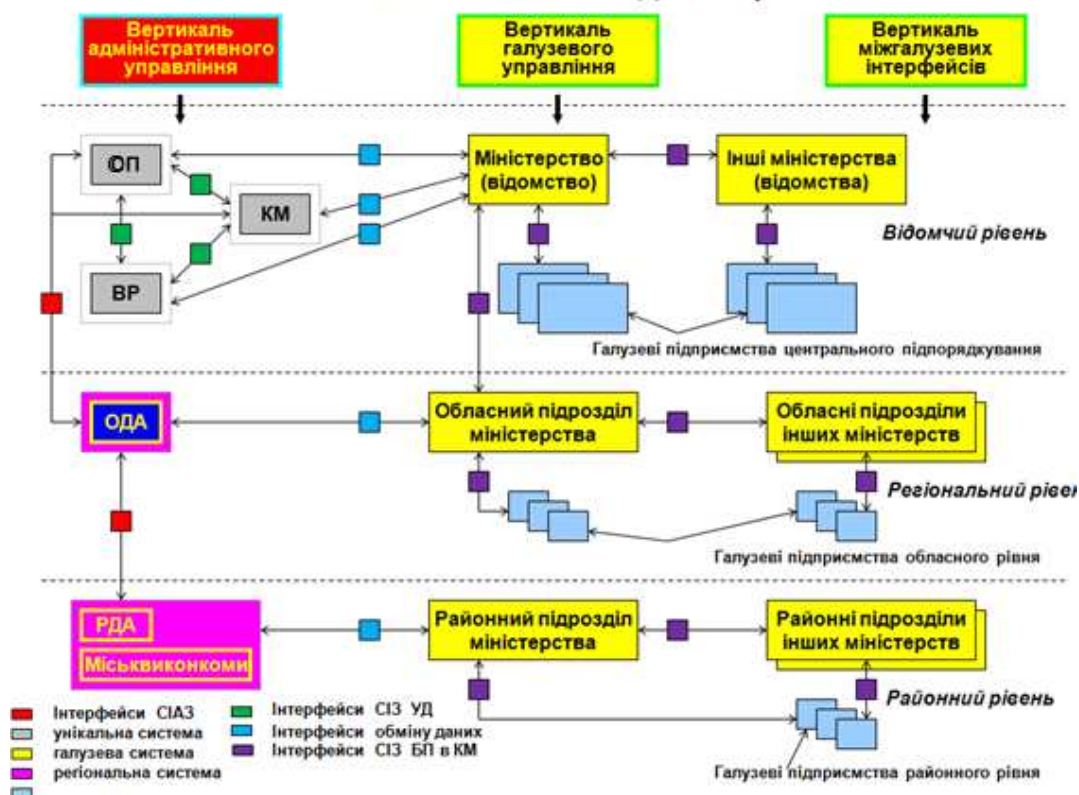
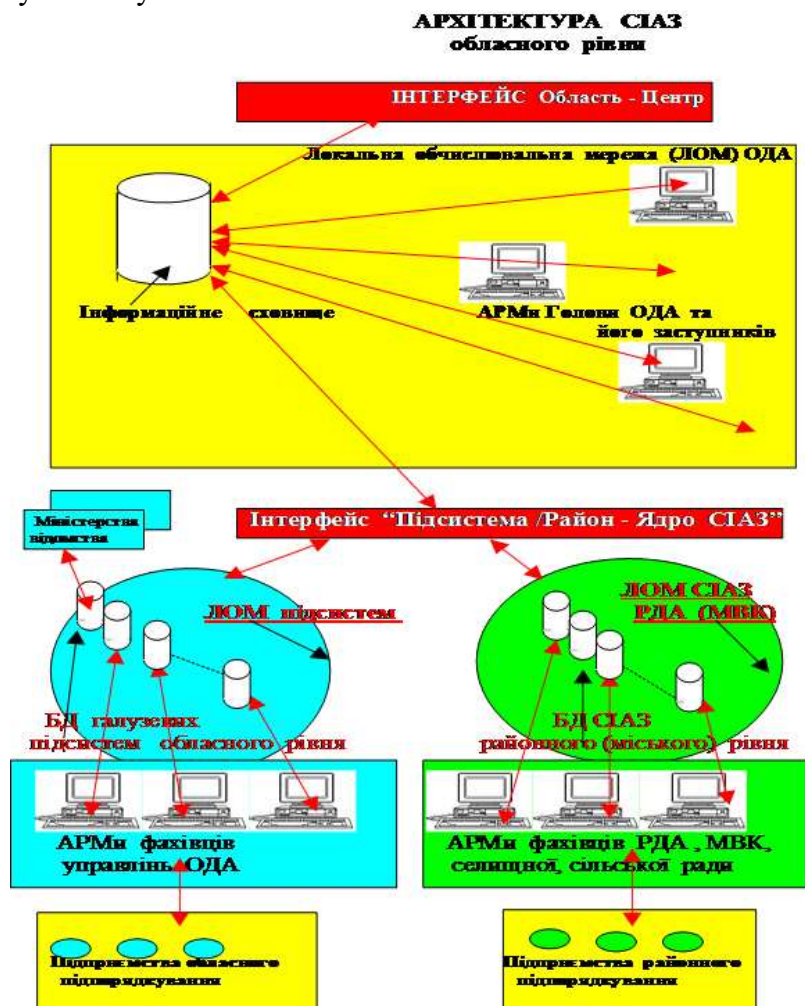


Рис. 8.3 Схема виконавчої влади в Україні

Використання сучасних технологій обробки і передачі інформації має вирішальне значення для підвищення конкурентоспроможності економіки та входження її в світову систему, як на державному рівні, так і в недержавних секторах економіки (рис. 8.3). А для цього необхідно перш за все створити єдиний інформаційний простір в державі (єдину систему економічних,

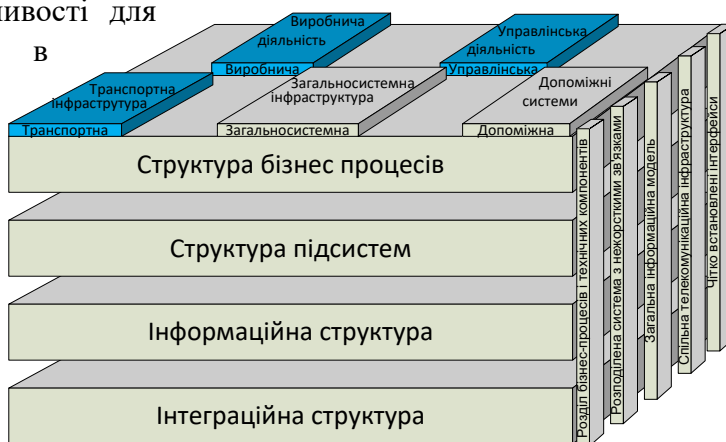
соціальних, промислових показників) з орієнтацією на подальшу інтеграцію у світову систему економіки.



Не менш важливе значення має також впровадження нових ІКТ на всіх рівнях державного управління та бюджетного процесу (рис.8.4), що значно підвищить процес інформаційного обміну взаємодії:

- між органами державного управління та самоврядування;
- між органами державної влади (ОДВ) і органами місцевого самоврядування (ОМС) та бізнесом;
- між ОДВ і ОМС та громадянами,

що надасть нові можливості для моніторингу процесів в економіці і суспільстві та прийняттю оперативних рішень по регулюванню цих процесів, зробіть більш прозорою систему управління державою та підвищить рівень впливу громадян на систему управління державою.



В цьому плані особливе місце займає розробка Системи інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління (СІАЗ) (Рис. 8.5).

Система інформаційно-аналітичного забезпечення місцевих органів державної виконавчої влади являє собою складну інтегровану регіональну багаторівневу ієрархічно організовану людино-машинну систему, яка призначена для підтримки ефективного управління життєдіяльністю регіонів усіма причетними структурами на основі сучасних інформаційних технологій з використанням комплексів організаційно-адміністративних і економіко-математичних методів. Основна мета створення СІАЗ - підвищення ефективності регіонального управління всіма сферами життєдіяльності регіону, що за сумою впливає на якість управління державою в цілому [323-325].

Ця мета досягається за рахунок:

- забезпечення всіх органів управління регіоном актуальною та достовірною інформацією в обсязі, необхідному та достатньому для прийняття обґрунтованих управлінських рішень;
- застосування більш досконалих методів аналізу поточного стану життєдіяльності регіонів, розробки прогнозів соціально-економічного розвитку регіонів, а також розподілу ресурсів, якими розпоряджуються органи управління регіоном; взаємоузгодження управлінських рішень органів різних рівнів ієрархічної структури регіонального управління;

- удосконалення звітності та документообігу на основі переважно автоматизованого формування та передачі даних по каналах зв'язку та на магнітних, оптичних та інших, непаперових носіях інформації;
- створення регіональних розподілених інформаційних баз даних, які доступні і однозначно інтерпретуються різними ланками регіонального управління, як при автономному, так і при спільному вирішенні проблем соціально-економічного розвитку;
- застосування сучасних програмно-технічних засобів на кожному етапі обробки інформації, яка використовується для управління;
- створення автоматизованих робочих місць для фахівців, які зайняті в управлінні.

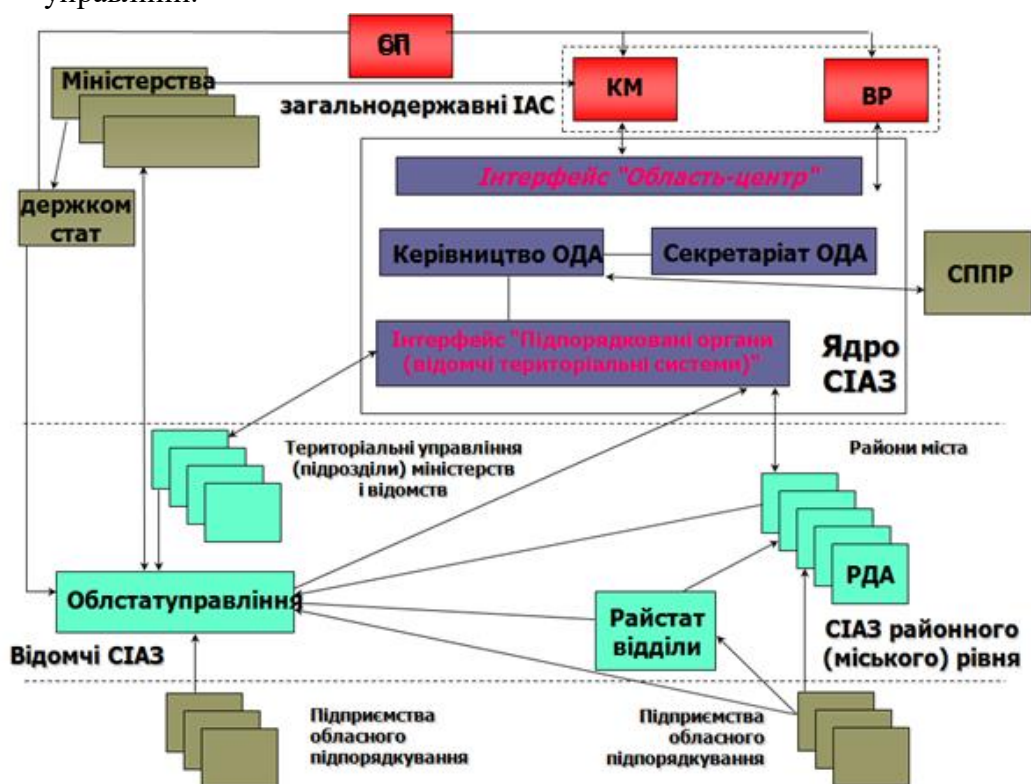


Рис. 8.5 Місце СІАЗ

Впровадження СІАЗ забезпечить покращання якості функціонування органів регіонального управління, що, перш за все, полягає в більш повному забезпеченні різноманітних потреб населення відповідних регіонів за рахунок:

- підвищення оперативності та достовірності даних, необхідних для обґрунтування та прийняття рішень;
- підвищення ефективності організації системи обліку і контролю інформації за видами діяльності органів регіонального управління;
- зниження рівня втрат інформації, пов'язаних з недосконалістю існуючої організації обліку, контролю, плануванню і звітності;
- підвищення показників економічної діяльності за рахунок автоматизації процесів управління і відповідного зменшення чисельності апарату управління;
- визволення кваліфікованого персоналу від рутинних ручних процесів ведення обліку і підготовки звітних даних та документів, підвищення на цій основі якості управління.
- забезпечення на усіх ієрархічних рівнях адміністративного управління технічної й інформаційної сумісності елементів інфраструктур, що створюються, за рахунок типізації, уніфікації, стандартизації і сертифікації використаних проектних рішень;
- максимальне використання наявних наукових, технічних, програмних, організаційних рішень з метою доведення розробок до рівня типового проекту;
- максимальне використання існуючих національних, галузевих і локальних БД, БНД, БЗ, телекомунікаційних мереж шляхом розробки інтерфейсів, протоколів обміну, засобів забезпечення віддаленого доступу до інформаційних ресурсів;
- вирівнювання загального рівня інформатизації в усіх регіонах за рахунок зниження обсягів дольового фінансування розробок для найменш розвинутих у плані інформатизації (дотаційних) регіонів, безкоштовної передачі їм програмної продукції і централізованого фінансування постачання технічних засобів і робіт з впровадження ПТК, навчанню персоналу.

Об'єктами інформатизації в даному проекті є структури регіональної гілки виконавчої влади у взаємодії між собою, а також із центральним апаратом і з регіональними галузевими структурами.

У найбільше загальному вигляді схема інформатизації системи адміністративного управління подана на рис.8.6.

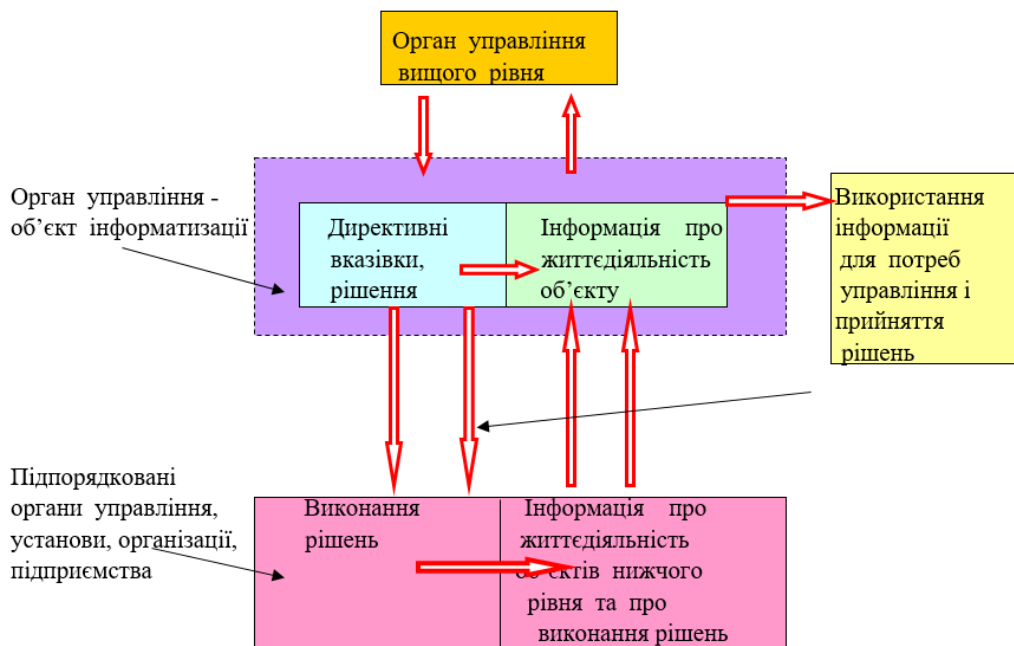


Рис.8.6. Загальна схема інформатизації управлінської діяльності.

Головними об'єктами адміністративного управління в регіоні є сукупності :“Територія” і “Населення”, пов’язані між собою цілою низкою соціальних, трудових, економічних, правових, адміністративних, екологічних, інформаційних та інших стосунків, які визначаються третім об’єктом - “Інфраструктура” (див. Рис.8.7.).

Ці сукупності складаються з множин суб’єктів, які потребують певних ресурсів для обслуговування своєї життєдіяльності. Управління цими ресурсами є основним завданням органів регіонального управління. Основні сфери управління забезпеченням життєдіяльності регіону наведено в таблиці 8.1.

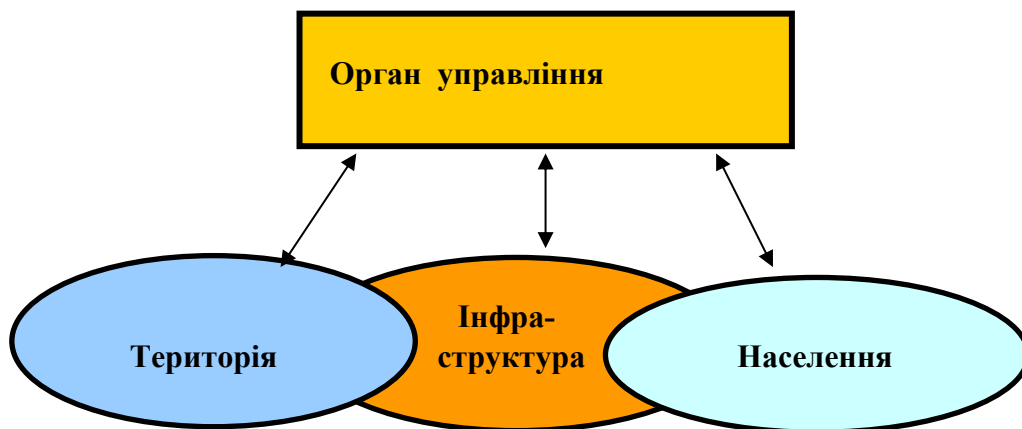


Рис.8.7. Головні об'єкти інформатизації регіонів

Таблиця 8.1.

Об'єкт	№	Сфери управління	Зв'язок з іншими сферами
ТЕРИТОРІЯ	1.	Земельні ресурси регіону (цифрова карта області)	2-8, 12-16, 26
	2.	Водні ресурси регіону (цифрова карта області)	6,8,12,13,14, 16
	3.	Адміністративно-територіальний поділ	30
	4.	Земельний кадастр	1,2,30
	5.	Землеустрій, землекористування	2-8, 12-16, 26
	6.	Природні ресурси, природокористування	2,3,5-9,12, 14,16
	7.	Екологія та захист населення від наслідків аварії на ЧАЕС	1,2,5,6,8,12, 13,14,16,22, 26
	8.	Будівництво, містобудування	1-5, 12-17,11,27,29
ІНФР	9.	Економіка	1-8, 10-21, 31,33,35-47

ІТ інфраструктура як базова складова цифрової трансформації

Об'єкт	№	Сфери управління	Зв'язок з іншими сферами	
	10.	Фінанси і бюджет	4-12,15-29	
	11.	Податки	5,8,12-21, 35,36,41-43.	
	12.	Промисловість	1-11,13-22	
	13.	Транспорт	1-12, 14-20	
	14.	Енергетика	1-12, 14-20	
	15.	Зв'язок	3,5-8, 24-27,31	
	16.	Сільськогосподарське виробництво, продовольство	1-14, 17-22,	
	17.	Торгівля і послуги	9-12,16.19,19-22	
	18.	Управління майном регіону	9-17	
	19.	Приватизація	9-17,20, 27,29	
	20.	Статистика	1-47	
	21.	Облік суб'єктів підприємницької діяльності	20,30	
	22.	Законодавство	1-47	
	23.	Правопорядок і правоохоронна діяльність	32, 45-47	
	24.	Оборонна робота	32	
	25.	Мобілізаційна робота	32, 26	
	26.	Надзвичайні ситуації	4-9,17,19	
	27.	Облік житлового фонду	1,8,28	
	28.	Розподіл житла	27,32	
	29.	Облік та управління нежитловим фондом	1,8	
	30.	Функції адміністративного управління	1-47	
	31.	Комунальні послуги	10,11,13.14, 15,32	
	НАСЕЛЕННЯ	32.	Персоніфікований облік населення	38-43
		33.	Соціальний захист населення, пільги, субсидії	32,34
		34.	Громадянський стан (ЗАГС), юридична допомога	32

Об'єкт	№	Сфери управління	Зв'язок з іншими сферами
	35.	Трудові ресурси	32
	36.	Заробітна платня	8, 11-17,21
	37.	Охорона праці	8, 11-17,21
	38.	Освіта	10.32
	39.	Охорона здоров'я	10.32
	40.	Культура,	10.32
	41.	Фізкультура і спорт,	10.32
	42.	Молодіжна політика	10.32
	43.	Засоби масової інформації	10.32
	44.	Відпочинок, туризм	9-11, 13,19
	45.	Правопорушення	32,46,47
	46.	Судова система	32,45,47
	47.	Пенітенціарна система	32,45.46

8.1.2. Місцеві органи виконавчої влади та органи самоврядування як об'єкти інформатизації

Виконавча влада в Україні має дві гілки - галузевого і регіонального управління.

У складі галузевого напрямку функціонує 17 міністерств, близько 60 інших центральних органів виконавчої влади, що мають свої структури в усіх регіонах України. Кожна з цих структур на своєму рівні взаємодіє з органами адміністративного управління свого регіону. Крім того, територіальні підрозділи центральних органів підзвітні і підконтрольні головам відповідних місцевих органів державної виконавчої влади.

Можливості ефективного управління державою, її розвитком забезпечуються поділом усієї території на окремі адміністративно-територіальні утворення. Відповідно до цього поділу склалася структура територіальних органів управління, де виділені наступні органи:

- 27 регіональних державних адміністрацій (24 обласних, Кабінет Міністрів Автономної Республіки Крим, м.м. Києва і Севастополя);
- 489 районних державних адміністрацій;

- 20 районних у м. Києві та Севастополі державних адміністрацій;
- 445 виконавчих органів міських рад;
- близько 100 виконкомів районних (у місті) рад;
- понад 5000 селищних і сільських рад із своїми виконавчими органами.

Структура адміністративної системи України, інформаційна взаємодія СІАЗ органів виконавчої влади різних рівнів між собою та з Центром наведені на Рис.8.2.

8.1.3. Технологічні рішення

Загальна структура СІАЗ (Рис.8.8) містить в собі:

- інтегруючу частину (ядро) СІАЗ, яка забезпечує об'єднання, упорядкування та зберігання даних інформаційних потоків, що надходять по інтерфейсах. Основу ядра складає інтегрований банк даних (інформаційне сховище) відповідного рівня.
- систему інформаційних інтерфейсів з підпорядкованими органами виконавчої влади нижчого рівня, у даному випадку – з райдержадміністраціями і міськвиконкомомі міст обласного підпорядкування;
- підсистему організаційної (офісної) діяльності установи (підсистема 01);
- комплекс автоматизованих робочих місць (АРМів) керівників органу виконавчої влади- осіб, що приймають рішення (ОПР);
- інформаційні комплекси підтримки прийняття управлінських рішень;
- комплекс АРМів, призначених для автоматизації процесу збору та аналізу інформації (технологій організаційного та аналітичного управління) посадовими особами та відповідними структурами обласних та районних держадміністрацій, які зв'язані між собою та з ядром за допомогою групи комп'ютерних мереж у вигляді локальних телекомунікаційних мереж місцевих органів виконавчої влади, регіональної та глобальної комп'ютерних мереж.
- комплекс задач управління функціонуванням СІАЗ, який забезпечує координацію, диспетчеризацію та синхронізацію роботи усіх компонентів системи;
- комплекс заходів та програмно - технічних засобів щодо надійного захисту інформації.
-

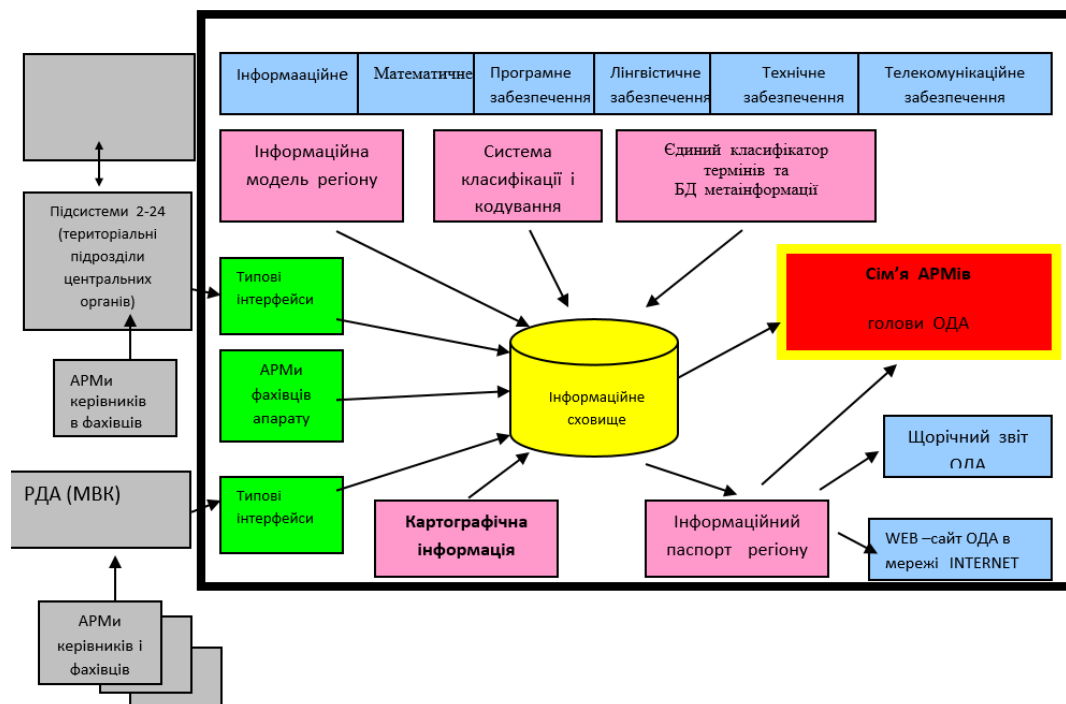


Рис.8.8. Складові частини комплексу СІАЗ

Ядро СІАЗ повинно будуватися у вигляді інтегрованої системи. Поняття "інтегрована система" в інформаційній індустрії з'явилося на етапі розповсюдження положень теорії системного аналізу та проектування на основні принципи та методи побудови складних програмних систем. Розвиток "інтегрованості" проходив повільно, поки в технології створення програмного забезпечення панував процедурний підхід з його орієнтацією на алгоритми виконання функцій (коли дані, а часто і стан системи відігравали другорядну роль), а також фундамент процедурного підходу - мови програмування другого покоління - істотно обмежували потенційні можливості системного проектування і зростаючі потреби кінцевих користувачів.

Важливою віхою в поширенні системного підходу стали розробка та впровадження стандартів взаємодії програм: динамічного обміну даними DDE (Dynamic Data Exchange) та побудови і включення об'єктів OLE (Object Linking and Embedding). Ці стандарти, а точніше - механізми взаємодії стали отією частиною, що бракувало, включення якої в інформаційні технології забезпечило утворення закінченого апарату для розробки гнучких,

масштабованих, відкритих для нарощування функціональності інформаційних систем.

Ядро СІАЗ являє собою серверну частину і призначене для виконання базових функцій СІАЗ. На рівні клієнта для надання єдиного інтерфейсу користувача створюється АРМ керівника вищого рівня, яке і є клієнтською частиною СІАЗ на центральному рівні. В подальшому можливо створення додаткових клієнтських частин компонент, які будуть виконувати різноманітні предметні функції користувача в ранзі керівника. Всі компоненти підключаються до інтегруючого середовища і таким чином утворюють єдину клієнтську систему. Організація центральної частини СІАЗ на клієнтському рівні зображено на Рис.8.9.



Рис. 8.9. Організація центральної частини СІАЗ на рівні клієнта.

Кожна підсистема може працювати як у складі СІАЗ, так і автономно, тобто виступати незалежним додатком. Тому взаємодія між серверною та клієнтською частиною в межах однієї підсистеми спеціально не оговорюється. А взаємодія підсистеми з іншими компонентами СІАЗ або

зовнішніми підсистемами відбувається через механізми обміну інформацією між серверною та клієнтською частинами СІАЗ і забезпечуються ядром СІАЗ.

На Рис.8.10. зображено схему загальної організації центральної частини СІАЗ як інформаційної системи.

Інтегруюча частина (ядро) СІАЗ забезпечує об'єднання, упорядкування згідно із класифікаторами (довідниками) та зберігання даних інформаційних потоків, що надходять по інтерфейсах, та зберігаються у власних базах даних. Основу ядра складає інтегрований банк даних (інформаційне сховище). Крім того, до складу ядра входить комплекс задач управління функціонуванням усієї СІАЗ, на який покладаються обов'язки щодо розподілу системних ресурсів, організації загального функціонування системи, обміну даними між складовими частинами, управління протоколами комутації, контроль за виникненням критичних ситуацій і обробка помилок програмно – технічних засобів та інтерфейсів користувачів.

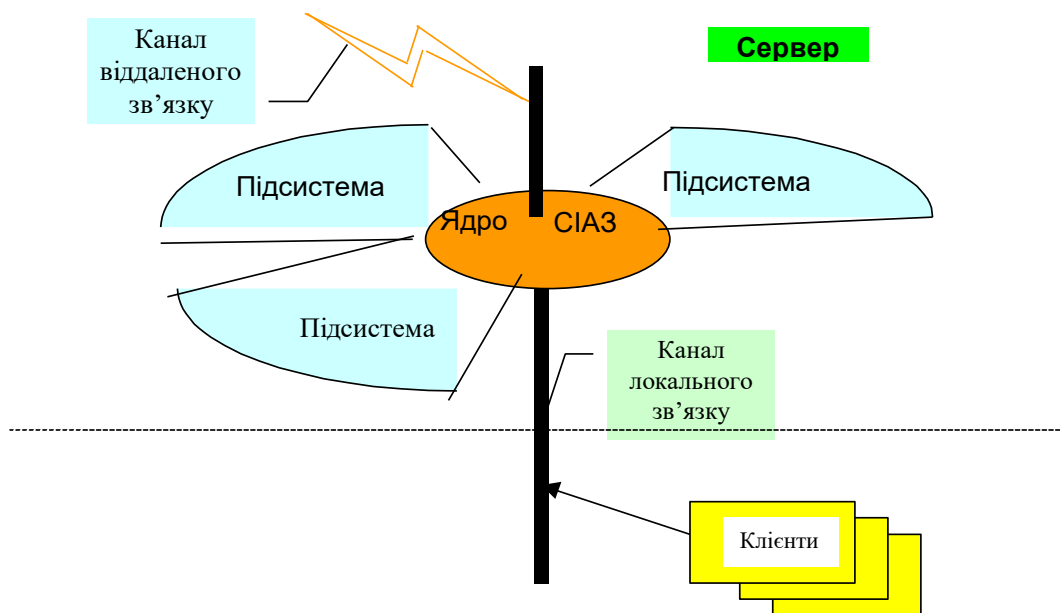


Рис.8.10. Загальна організація центральної частини СІАЗ

Ядро CIA3 призначено для виконання базових функцій інтеграції компонент на рівні серверу CIA3. Ядро забезпечує механізми виконання базових функцій та вимагає від клієнтів (інтегруюче середовище СППР, компоненти, зовнішні підсистеми) їх виконання.

Концептуальна схема ядра CIA3 зображена на Рис.6.11.

Типова структура інформаційного сховища в середовищі клієнт / сервер наведена на Рис. 8.12.

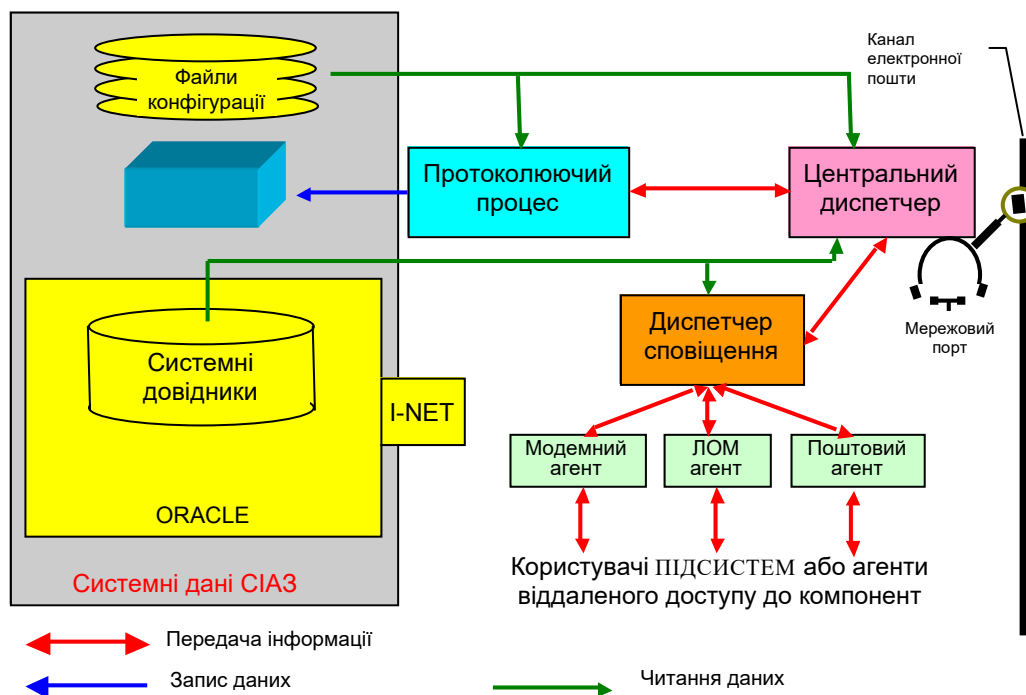


Рис.8.11. Концептуальна схема ядра CIA3

Сховище даних складається з двох розділів: метаданих та реальних даних. Реальні дані організовані у багатовимірну базу даних, в якій відсутні чисельні реляційні співвідношення між великою кількістю таблиць, чим вона і відрізняється від розповсюджених баз даних. У багатовимірній базі даних виділяються дані, що призначені для аналізу (факти чи показники), кожний з яких зберігається в окремій таблиці, яка пов'язана реляційними співвідношеннями з таблицями, що містять різні значення показника у відповідності до часу (на конкретні дати, чи за конкретний період), або в розрізі територій (за районами, чи містами). Наприклад, показники

фінансування області можуть мати розрізи по роках, по місяцях поточного року, по районах, по галузях народного господарства, по джерелах фінансування тощо. Аналогічні розрізи можуть мати інші показники, що дозволить зіставляти та аналізувати взаємний вплив цих показників.

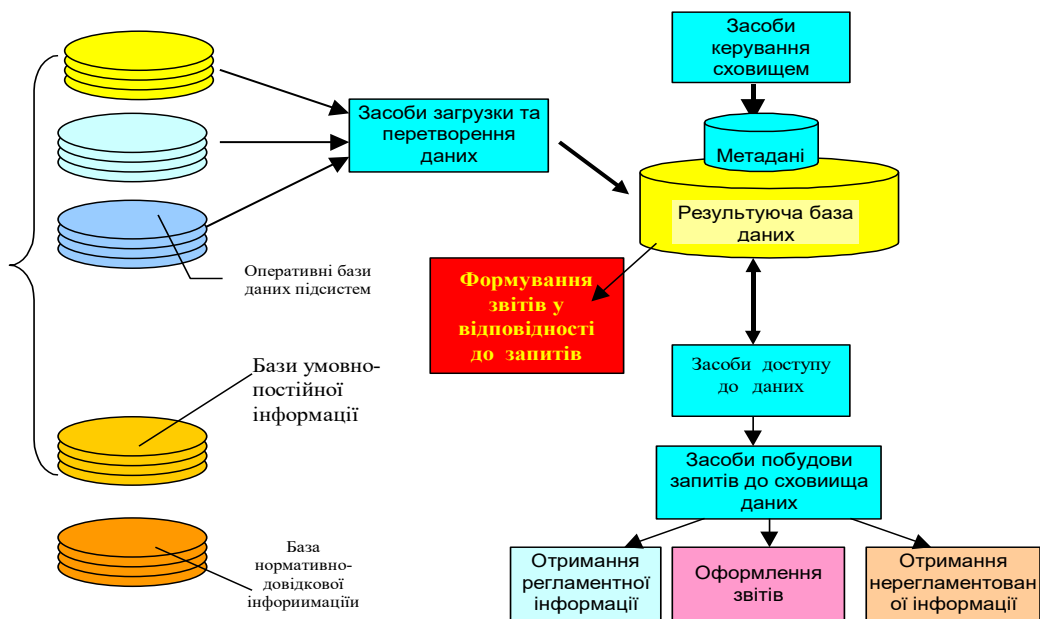


Рис.8.12. Структурна схема інформаційного сховища СІАЗ.

Сучасний рівень розвитку апаратних і програмних засобів зробив можливим створення баз даних з оперативною інформацією на різних рівнях управління. У процесі своєї діяльності промислові підприємства, корпорації, відомчі структури, органи державної влади і управління накопичили великі обсяги даних. Вони зберігають у собі великі потенційні можливості по добуванню корисної аналітичної інформації, на основі якої можна виявляти приховані тенденції, будувати стратегію розвитку, знаходити нові рішення.

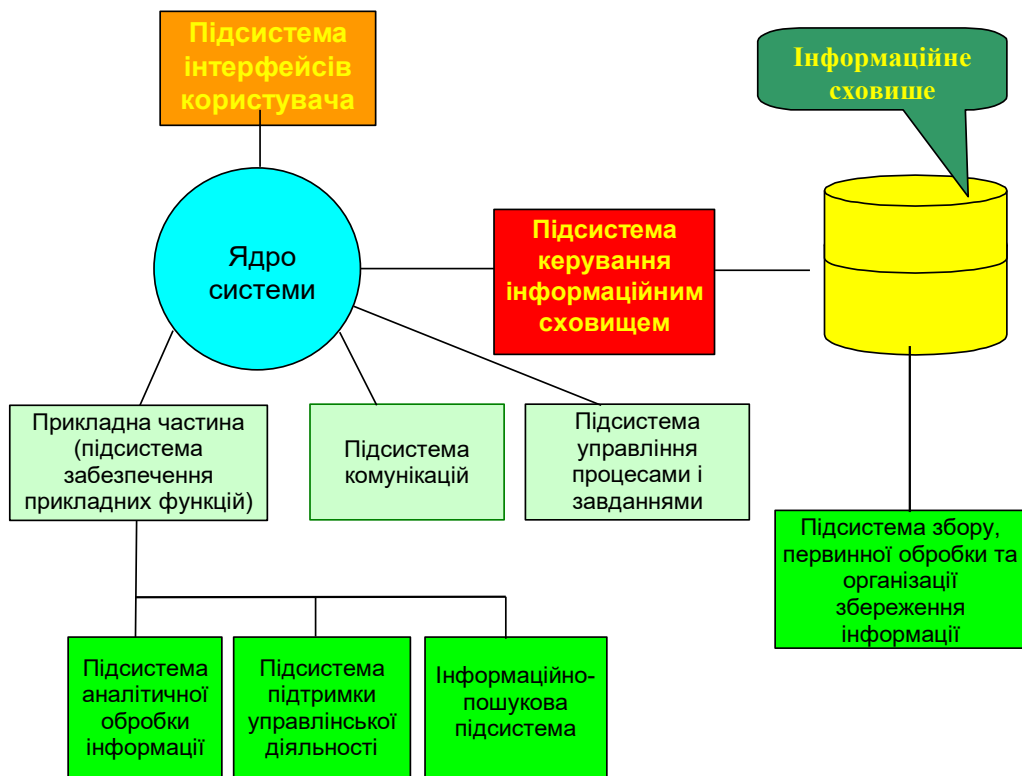


Рис. 8.13 Загальна структурна схема підсистеми забезпечення функціонування СІАЗ.

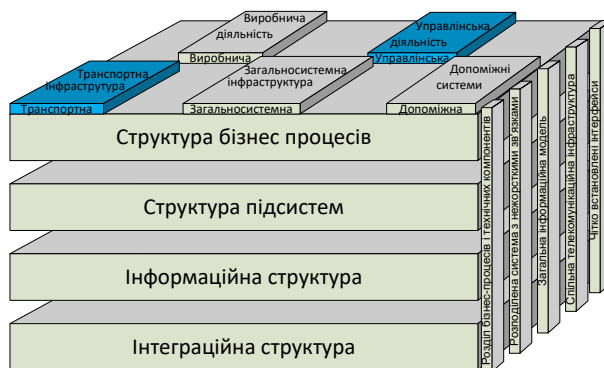
При побудові СІАЗ були розроблені структури: бізнес процесів; підсистем; інформаційна та інтеграційна. Були реалізовані принципи: чітко встановлені інтерфейси; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

8.2 Бюджетний процес – інформаційна система центрального рівня

8.2.1. Концепція Інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу

Мета проекту - підвищення ефективності та прозорості прийняття управлінських рішень щодо бюджетного процесу в Україні на основі розробки і використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та аналізу і прогнозування макроекономічних показників сталого розвитку суспільства [329].

Стратегічно правильне управління бюджетом та місцевими бюджетами є запорукою успішності всієї економіки країни. При цьому особливу вагу набувають питання розробки математичних моделей для дослідження процесів та явищ, які відбуваються в економіці України на пізніх стадіях ринкових реформ та мають виняткове значення для формування відповідальних рішень щодо шляхів подальшого розвитку. Подібний механізм широко використовується у розвинених країнах з ринковою економікою, проте в Україні математичні засоби та відповідні інформаційні технології не знайшли належного застосування у органах державної влади.



Серед переваг планування можна виділити: єдність, безперервність, гнучкість і точність [326-335].

Єдність (інколи зустрічається назва системність) наголошує, що планування повинно носити системний характер.

Зазначений принцип передбачає:

1) планування діяльності відбувається на горизонтальному рівні – на рівні функціональних підрозділів. Тобто, принцип єдності, означає, що будь-які зміни, які відбуваються у діяльності одного структурного підрозділу мають знайти обов'язкове відображення і у змінах в роботі іншого, що в свою чергу означає взаємозв'язок і одночасність управлінських рішень;

2) забезпечення планування також і в межах вертикального управління (державний бюджет – обласний - районний). Тобто, кожен регіон має свої

бюджети, однак в той же самий час їх плани є частиною вищого, за структурною схемою, державного бюджету.

Другий принцип – принцип безперервності, який означає постійне підтримування планової перспективи, взаємоузгодженість коротко-, середньо- та довгострокових планів, що передбачає планування, як процес, що має здійснюватися в певних межах устанавленого циклу, а робочі плани мають змінювати один одного.

Третій принцип – принцип гнучкості, передбачає здатність процесу планування змінюватися в часі залежно від непередбачуваних подій, які відбуваються як у внутрішньому середовищі підприємства, так і в зовнішньому.

Четвертий принцип – принцип точності, передбачає, що плани мають складатися з таким рівнем точності, який тільки може бути сумісним з рівнем нестабільності функціонування підприємства. Тобто процес планування повинен бути конкретизованим і деталізованим до такої міри, яку дозволяють умови діяльності організації.

П'ятий принцип – принцип збалансованості, який покликаний забезпечити кількісну відповідність між взаємопов'язаними і взаємозалежними розділами та показниками плану. Головне, що повинен забезпечити даний принцип, це відповідність між потребами в ресурсах та їх наявністю.

Саме для впровадження зазначених переваг у процесах формування державного Бюджету України, місцевих та галузевих бюджетів розроблено науково-аналітичне забезпечення супроводження бюджетного процесу в Україні на основі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що являє собою комплексну систему моделювання та прогнозування розвитку як економіки в цілому, так і її окремих складових. Система отримала назву - Інформаційно-аналітична система супроводження бюджетного процесу (ІАССБП).

Принципи та механізми побудови цієї системи, розподіл функцій та повноважень між суб'єктами виступають, з одного боку, чинником соціально-економічного розвитку країни, з іншого – інструментом державного регулювання.

На даному етапі системного реформування в Україні однією із головних задач в області макроекономічного регулювання є забезпечення узгодження і синхронізації економічної політики та її основних складових (податково-бюджетної, кредитно-грошової, зовнішньоторговельної політики) щодо

заданих цільових орієнтирів. У цьому аспекті розробка новітніх інформаційно-аналітичних систем та модельного інструментарію, які ув'язують в єдину інтегровану систему різні сфери економіки (податково-бюджетну, грошово-кредитну, зовнішньоекономічну, реальний сектор) може стати відповідною базою для кількісного обґрунтування параметрів економічної політики та оцінки їх впливу на динаміку ключових макропоказників.

Бюджетна політика є найважливішою стратегічною складовою економічної політики. Зміни в податково-бюджетній сфері мають надзвичайно важливе значення для розвитку реального сектора економіки. Фіскальна політика впливає на рівень сукупного попиту в економіці, разом з грошово-кредитною та валютною політикою визначає стан платіжного балансу, рівень інфляції, темпи зростання внутрішнього та зовнішнього боргу, темп економічного зростання. Зміни рівня оподаткування та державних витрат значною мірою впливають на поведінку виробників та споживачів, і, з рештою приводять до перерозподілу доходів в економіці.

Іншим напрямком впроваджень є бюджетний процес, як головна складова системи управління державними фінансами і реалізація якого в Україні на поточний час не відповідає сучасним світовим вимогам до бюджетної системи і потребує модернізації.

Ключове значення в бюджетному процесі займає Міністерство фінансів. Міністерство фінансів має широкі інформаційні зв'язки з іншими організаціями, які беруть участь в управлінні державними фінансами, розподілі коштів та контролі за їх надходженням і витратами. Узагальнена схема інформаційних зв'язків Міністерства фінансів з іншими зовнішніми організаціями (рис. 1) визначає найбільш суттєві та інтенсивні напрями взаємодії (прямокутниками на діаграмі позначені суб'єкти інформаційної взаємодії, а стрілками – інформаційні потоки).

Найбільш інтенсивний інформаційний обмін відбувається з Державним казначейством України. До Державного казначейства відправляються файли з інформацією про план бюджету та розпис бюджету, а також зміни до них, у зворотному напрямку надається інформація про фактичні показники виконання бюджету.

Державна контрольно-ревізійна служба надає Міністерству фінансів інформацію про витрати бюджетних коштів не за призначенням або з порушенням бюджетного законодавства, а також визначає стягнення до державного бюджету у разі виявленні порушень.

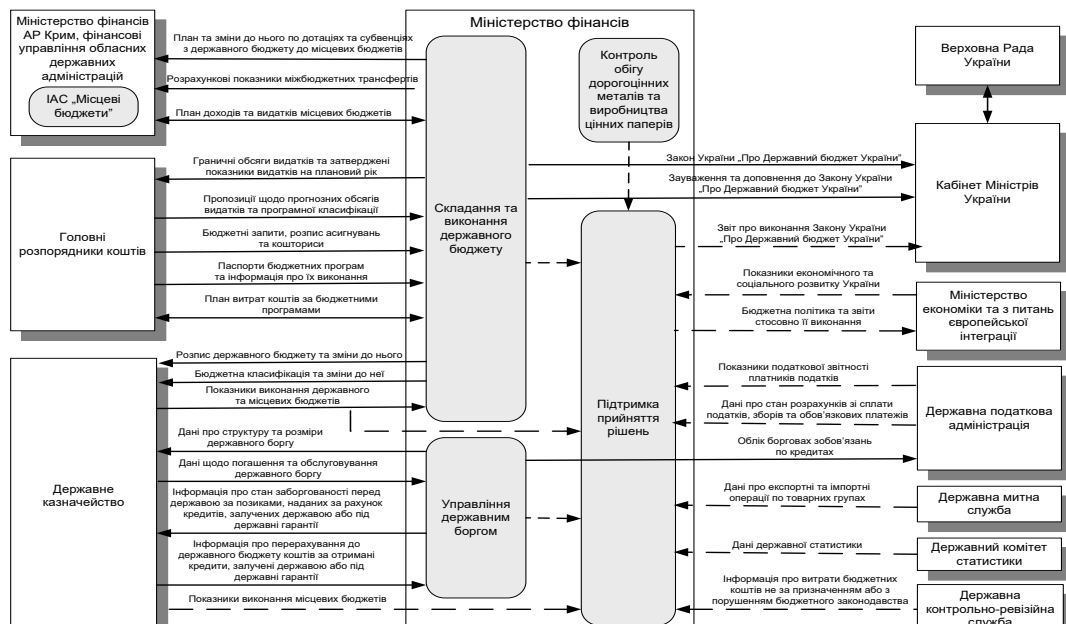


Рис. 8.14

Державна податкова адміністрація (зараз Міністерство доходів і зборів України) надає Міністерству фінансів показники податкової звітності платників податків та дані про стан розрахунків зі сплати податків, зборів та обов'язкових платежів.

Державна митна служба надає Міністерству фінансів інформацію про фактичне надходження доходів до державного бюджету, яка містить відомості про митні збори та дані про експортні та імпорتنі операції по основних товарних групах.

Міністерство економіки та з питань європейської інтеграції (зараз Міністерство економічного розвитку і торгівлі України) надає Міністерству фінансів планові показники економічного розвитку України в цілому та її регіонів зокрема, а також фактичні значення цих показників. За цими матеріалами Міністерство фінансів проводить розробку бюджетної політики.

З Верховною Радою України та Кабінетом Міністрів України проводиться обмін нормативними та аналітичними документами, які використовуються при управлінні державними фінансами.

Головним розпорядникам коштів надаються граничні обсяги видатків державного бюджету. У свою чергу розпорядники надають Міністерству

фінансів проект плану витрат коштів за бюджетними програмами, який потім узгоджується у Міністерстві фінансів та повертається головним розпорядникам.

Фінансові управління в Міністерстві фінансів Автономної республіки Крим, обласних державних адміністраціях, в містах Києві та Севастополі визначають план видатків та доходів місцевих бюджетів та надають їх Міністерству фінансів. Від Міністерства фінансів фінансовим управлінням надаються план та зміни до нього по дотаціях та субвенціях з державного бюджету до місцевих бюджетів.

Процес складання бюджету є трудомісткою та конфліктною задачею, ефективно розв'язання якої практично неможливе без використання найсучасніших новітніх досягнень в галузях економіки, математики, інформатики тощо. Існуюча на сьогодні в державі практика фактично “ручної” підготовки проекту та виконання бюджету без широкого застосування проблемно-орієнтованих моделей економічного розвитку, прогнозних розрахунків, аналізу альтернативних варіантів не дозволяє знаходити найбільш оптимальний шлях вирішення цієї однієї з найважливіших задач загальнодержавного значення.

В значній мірі це пов'язано не тільки з відсутністю нормативно-методологічної бази, необхідної для забезпечення усіх етапів бюджетного процесу, але й відсутністю комп'ютеризованих систем підтримки прийняття рішень, проблемно-орієнтованих на бюджетний процес, які б забезпечували більш ефективну реалізацію основних засад існуючого законодавчого та методологічного забезпечення.

Саме тому за існуючої системи розробки Державного бюджету неминучі похибки, що призводять до значних фінансових втрат, і як наслідок цього, до зростання соціальної напруги в суспільстві, неефективного використання бюджетних коштів та інших негативних явищ. Тому практично в усіх розвинутих країнах світу процес складання Державного бюджету підтримується найбільш передовими інформаційно-телекомунікаційними технологіями різного призначення. На сьогоднішній день такому підходу до складання Державного бюджету немає альтернативи.

Таким чином, існують дві основні складові забезпечення бюджетного процесу, які потребують модернізації:

- законодавчо-методологічна;
- інформаційно-аналітична.

8.2.2. Технологічні рішення

Зупинимось на проблемах інформаційно-аналітичної складової забезпечення діяльності Комітету, що є основною задачею для Програмно-аналітичного інструментарію “Бюджет”, який було розроблено в Інститутах кібернетики та телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України.

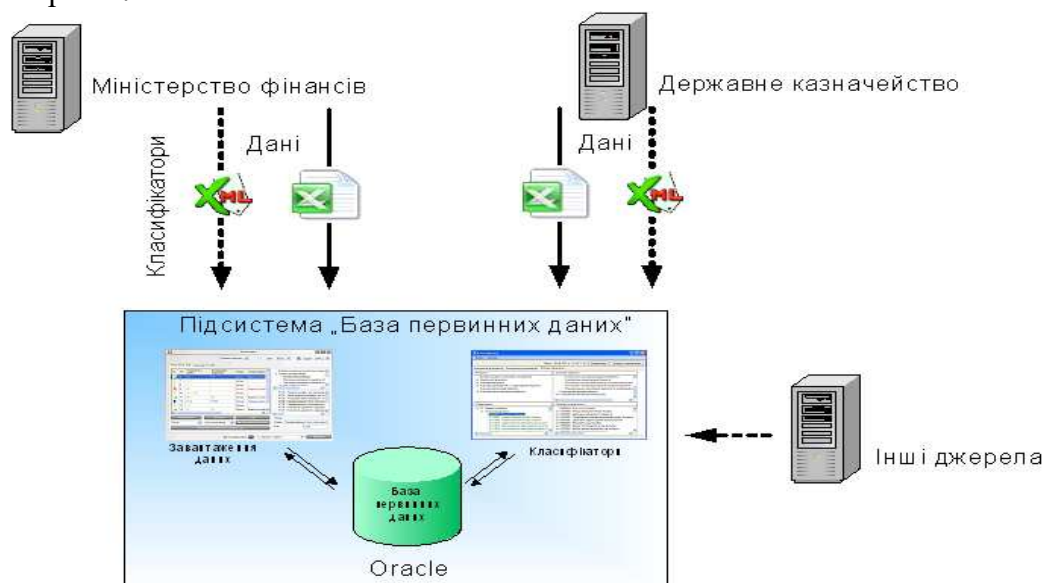


Рис. 8.15 Архітектура підсистеми «База первинних даних»

Основним елементом є «База первинних даних», яка призначена для:

- завантаження даних;
- накопичення великих обсягів історичної (впорядкованої в часі) інформації;
- інтеграції даних з різномірних джерел;
- створення, ведення та накопичування історичної інформації зміни класифікаторів системи;
- підтримки цілісності та впорядкованості даних;
- виконання аналітичних функції при аналізі.

Однією з найважливіших частин розробки системи з використанням бази даних є побудова моделі представлення інформації. Моделлю є опис усіх даних, процесів, показників та взаємозв'язків між ними. Неправильно

побудована модель призведе до втрати швидкості роботи програмних засобів та бази даних, трудомісткості написання запитів та ускладнення написання програмного забезпечення для роботи з базою даних.

Модель бази даних побудована з урахуванням проаналізованих вхідних та вихідних даних (рис. 8.16), особливостей існуючого процесу роботи співробітників секретаріату Комітету з бюджетних питань Верховної Ради України, нормативних документів тощо.

При побудові моделі були враховані особливості:

- підпорядкованості параметрів та накопичування історії змін параметрів;
 - включення параметрів одного класифікатора до параметрів іншого;
 - перехресних параметрів;
 - формування бюджетів територій та їх кодування;
 - вхідних даних, їх різнорідну структуру та джерела надходження;
 - розрізів вхідної інформації;
- а також:
- різнорідність вихідних звітів, довідок тощо; необхідність побудови незапланованих звітів у різних розрізах та за різними параметрами та показниками;
 - доступ користувачів до даних відповідно до їх ролі у роботі Комітету та логування всіх дій користувачів.

Важливим елементом є технологія генератору звітів, яка призначена для введення інформації про поточну структуру БД, яка налаштовується під певного користувача та в зручному вигляді для користувачів системи.

Модель наведена на рис. 8.17.

Впровадження результатів дозволило:

- 1) агрегувати і використовувати інформаційні потоки, які пов'язані з соціальною та фінансово-економічною сферами, для обробки й верифікації інформації та побудови на цій базі довготривалих прогнозів;
- 2) формувати ефективну бюджетну політику на державному та регіональному рівнях;
- 3) на постійній основі оцінювати коридор можливостей України, наслідки стратегічних рішень, що приймаються, пропонувати методи зменшення загроз та викликів, з якими стикається країна;
- 4) створити банк моделей і даних, які дозволять приймати важливі рішення на більш об'єктивній науковій основі;

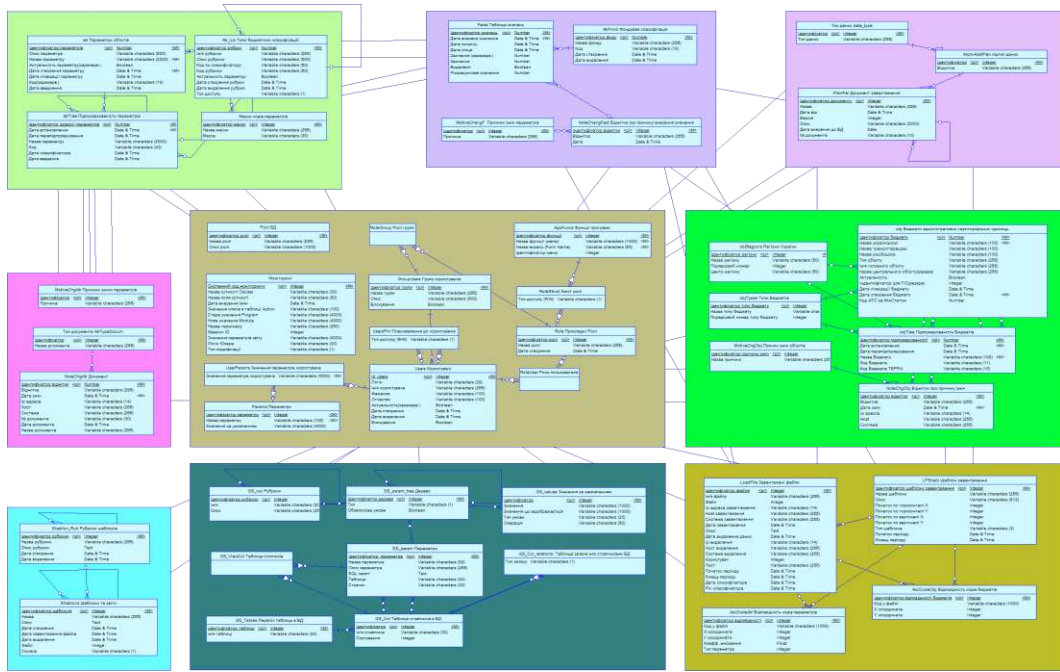


Рисунок 8.16 – Модель бази даних

- 5) організувати систематичну роботу корпусу експертів, що дозволить удосконалювати методики і алгоритми розробки прогнозів, підвищувати їх достовірність;
- 6) забезпечити необхідною науковою та інформаційною підтримкою державні структури для підвищення ефективності їх роботи;
- 7) координувати роботу ряду наукових та інформаційних структур, надавати керівництву країни обґрунтовані можливі сценарії розвитку суспільства для підвищення ефективності управління;
- 8) організувати системний синтез наявної інформації на основі існуючого в Україні наукового потенціалу та використання нових інформаційних технологій, зокрема, обчислювальних можливостей суперкомп'ютерів;
- 9) значно скоротити час на прийняття ефективних управлінських рішень.

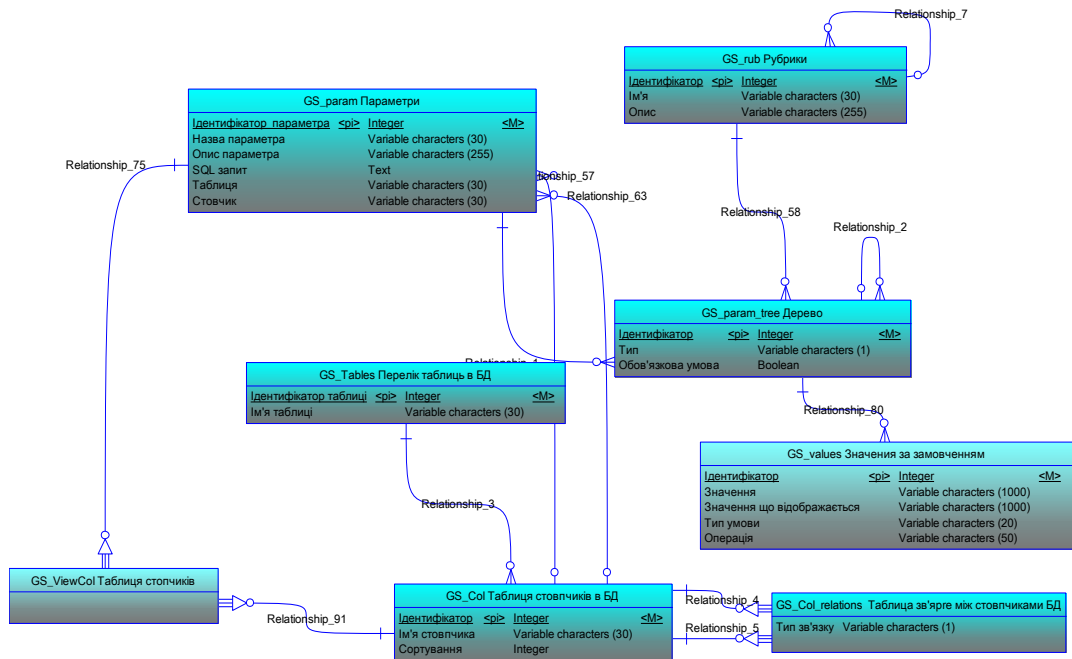


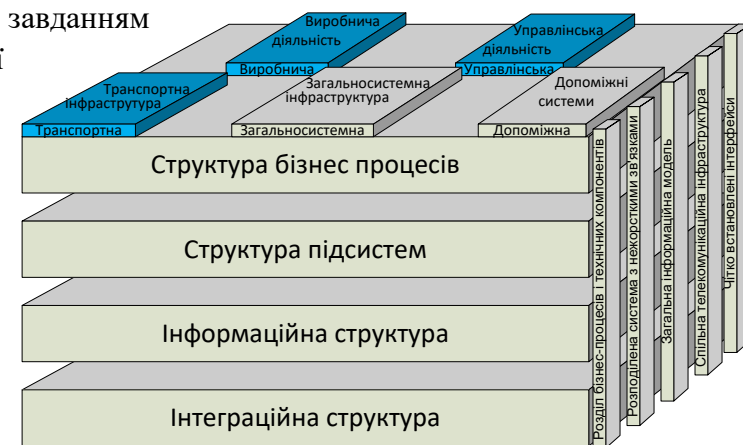
Рис. 8. 17 Модель налаштування генератора звітів

При побудові ІАССБП були розроблені структури: бізнес процесів; підсистем; інформаційна та інтеграційна. Були реалізовані принципи: загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

8.3 ОТС “Інформ-Чорнобиль” – відомча інформаційна система

8.3.1. Концепція ОТС “Інформ-Чорнобиль”

Головним завданням організаційно-технічної системи (ОТС) “Інформ-Чорнобиль” було створення багаторівневої інформаційної та аналітичної системи для підтримки прийняття управлінських рішень керівництвом і



співробітниками Мінчорнобилію у всіх напрямках діяльності, що визначені в Положенні про Міністерство, для обробки інформації, що надходить з регіональних і галузевих структур, з окремих населених пунктів, для узагальнення результатів обробки даних аналітичних досліджень, що містяться в десятках баз даних різних підприємств і організацій (рис. 8.18, 8.19) [336-342].

На етапі розробки ОТС основні проектні рішення передбачали три рівні, які пов'язані сукупністю організаційних заходів, інформаційних потоків, програмних і технічних засобів, однотипністю адміністративних структур.

Центральний рівень системи - “Рівень адміністративного управління та прийняття рішень” складав апарат Мінчорнобилію України;

Предметно-аналітичний рівень системи - “Рівень науково-методичного та інформаційного забезпечення прийняття рішень” складала галузеві Міністерства та відомства, науково-дослідні і спеціалізовані організації, які здійснюють збір, накопичення та первинну обробку чорнобильської інформації.

Регіональний рівень системи - “Рівень первинного наповнення інформацією і реалізація комплексу контрзаходів” складала підрозділи обласних і районних адміністрацій, які здійснюють на місцях координацію робіт по ліквідації наслідків аварії (ЛНА).

Адміністрація зони розробляла особливу підсистему, яка включає елементи всіх вищевказаних рівнів.

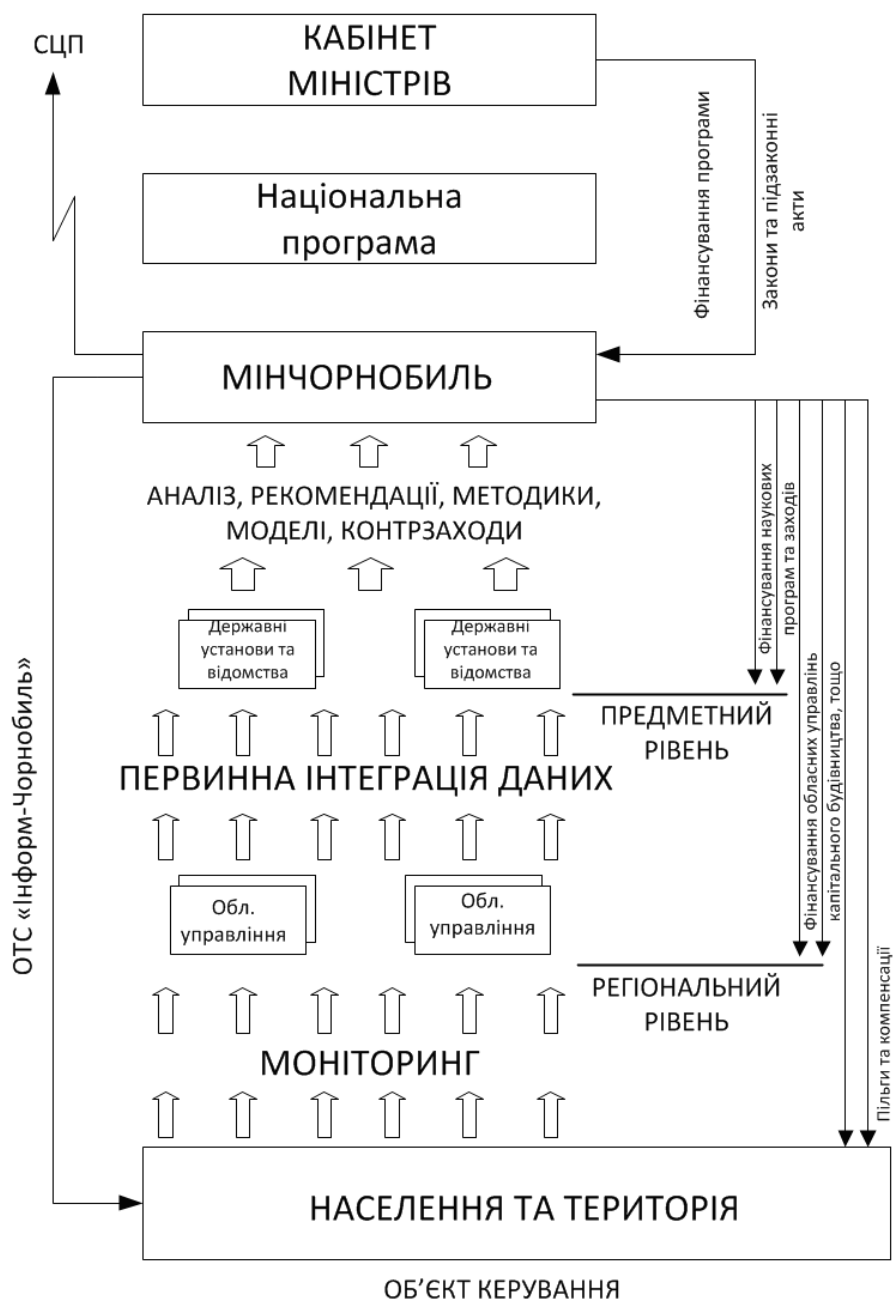


Рис. 8.18 Функціональна схема ОТС «Інформ-Чорнобиль»

Була визначена необхідність розробки 48 підсистем, в тому числі 13 - центрального рівня, 11 - предметно-аналітичних і 24 - регіональних. Регіональні системи за складністю розподіляються у 3 групи. Головним елементом системи був експертно-інформаційний блок вищого керівництва Мінчорнобилю, зв'язаний з ситуаційними центрами Президента, Верховної Ради, Кабінету міністрів.

Система передбачала створення локальних мереж по більшості підсистем і об'єднання всіх підсистем у єдину комп'ютерну мережу Міністерства. Кожна підсистема складається із безлічі АРМів.

Інформаційно-експертний блок вищого рівня керівництва Мінчорнобиля

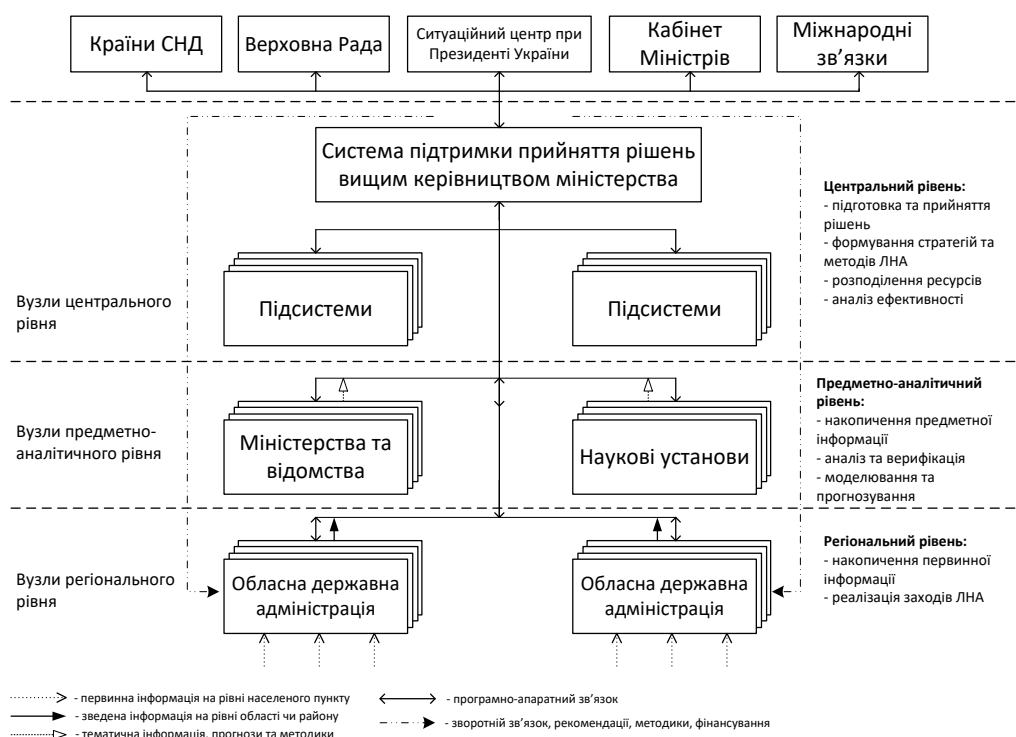


Рис. 8.19 Організаційна схема ОТС «Інформ-Чорнобиль»

Актуальність задач підтримки управлінських рішень

За умов наростання потоків інформації, викликаного кількісними та якісними змінами у господарській галузі, існуюча система управління неефективна. Це зумовлено обмеженою пропускнуою здатністю людини, як

системи обробки інформації та обмеженою чисельністю керуючого персоналу. Підвищення ефективності управління можливе за рахунок впровадження інформаційних технологій, які використовуються для збору і обробки інформації, що дозволяє реалізувати якісно нові принципи управління складними системами, зокрема, ОТС "Інформ-Чорнобиль". Ці принципи ґрунтуються на використанні нової інформаційної технології для розв'язування задач управління. Її переваги полягають у тому, що вона орієнтується на розв'язуванні неформалізованих задач і дозволяє на якісному рівні пояснити користувачу прийняте рішення, дає можливість приймати рішення, на рівні, а іноді й кращі за ті, які може отримати експерт. Системи, що забезпечують таку технологію, розглядаються як сукупність засобів (включаючи засоби автоматизації), які забезпечують діяльність особи чи осіб, що приймають рішення (ОПР), і отримали назву систем підтримки прийняття рішень (СППР) [342].

Актуальність впровадження СППР для моніторингу регіону виходить також з таких положень:

- різке загострення екологічних проблем на локальному і глобальному (національному) рівнях, і як наслідок - гостра потреба в отриманні чітко обґрунтованих вивірених рішень з урахуванням багатосторонньої інформації;
- переважний перехід до стратегічного і довготривалого планування, де ціна прийнятого рішення особливо висока, що потребує проведення багатоваріантних розрахунків, що здійснюються на основі математичного моделювання і експертними методами;
- наявність глибоких і стійких зв'язків в організаційній інфраструктурі, які дозволяють частково автоматизувати документообіг і прискорити терміни підготовки і проходження документів;
- прискорення процесів розвитку подій, динамічна і швидка зміна ситуації, що призводять до постійної нестачі часу і інформації як у повсякденній діяльності керівника, так і в разі виникнення надзвичайної ситуації, що вимагають підвищення оперативності підготовки і прийняття рішень;
- необхідність обліку при прийнятті рішень взаємообумовленості і переважної більшості контрольованих керівними особами, подій і явищ;
- вимога забезпечення автоматизації колективної роботи при вирішенні проблеми.

Керівник, що несе повну відповідальність за прийняті рішення, через складність та неструктурованість проблем, що постають перед ним, і складності пошуку їх розв'язання потребує систематичної, і наданої час від часу допомоги з боку інших осіб на усіх етапах процесу вироблення прийнятого рішення - з боку своїх помічників, підлеглих фахівців, залучених вчених та експертів. Однак більшу частину цієї підтримки може взяти на себе СППР.

Слід зазначити, що підтримка рішень не означає вироблення оптимальних методів чи шляхів їх розв'язання. Дійсно, процеси вироблення рішень належать до інтелектуальної сфери діяльності ОПР і є предметом вивчення кібернетики і, зокрема, науки про штучний інтелект. В реальній організаційній і управлінській діяльності варіанти рішень не просто сформулювати і відокремити одне від одного, складно дати їм імовірні чи якісь інші оцінки. Тому процес прийняття рішення характеризується поняттям *обмеженої раціональності*, згідно з яким ОПР приймає задовільні (доцільні) рішення, оскільки неспроможна їх оптимізувати. Відповідно, розроблювана система базується не на використанні методів оптимізації, а на залученні апарату багатокритеріальної оцінки і вибору рішень.

Підтримка надається керівнику згідно з його потребами в розв'язанні проблем, що виникають перед ним. Від керівника надходить запит на надання йому допомоги, хоч це не виключає ініціативи з боку підтримки. Більше того, керівник може сам визначити умови надання йому допомоги. Тому в СППР передбачається режим надання підтримки по запиті і автоматичний режим, коли СППР по раніше закладеному в неї алгоритму визначає необхідність надати ОПР перелік послуг в рамках підтримки прийняття рішення. Отримавши інформацію підтримки, керівник розпоряджається з нею на свій розсуд і може вимагати додаткової інформації. В цьому випадку СППР буде розширяти контекст підтримки, тобто відслідковувати родові, асоціативні, дескрипторні і причинні зв'язки.

Використання конкретних видів управлінських рішень залежить від характеру робіт.

Додатковими можливостями, що надаються СППР керівникові вищого рівня, є вибір найважливіших відомостей з усього обсягу інформації, що надходить, їх оцінка і відслідковування пов'язаних з ними станів проблеми, що розв'язується. Іншими словами, СППР дозволяє керівнику вибрати з величезної кількості даних найважливіші, сфокусувати на них свою увагу і цілеспрямовано їх використовувати при підготовці рішення.

Створювана система ОТС "Інформ-Чорнобиль" є строго ієрархічною, на верхньому рівні котрої перебуває інформаційно-експертний блок підтримки прийняття рішення (*ІЕБ ППР*) вищим керівним складом і по своїй суті є центральним ядром усієї системи. Тому усі основні задачі, що розв'язує система, знаходять своє відбиття в проєктованому ІЕБ ППР, підтримуються відповідними режимами його функціонування і, більше того, контролюються ним. У зв'язку з цим роботи по створенню ІЕБ ППР повинні виконуватись, по-перше, в тісному зв'язку з іншими роботами в рамках проєкту що розглядається, і, по-друге, повинні дещо випереджати їх, оскільки саме з боку ІЕБ ППР буде викладено певні вимоги до елементів, що стосуються організації каналів зв'язку, форматів даних, часових регламентів роботи в мережі і т.п.

Основними задачами ІЕБ ППР є:

- забезпечення умов для підготовки і прийняття обґрунтованих і ефективних управлінських рішень, систематичного контролю їх виконання, оперативного реагування на критичні ситуації;
- отримання доступу до всієї інформації, що циркулює в системі ОТС "Інформ-Чорнобиль" як шляхом вибірки узагальнюючих відомостей, так і засобами прямого входження в окремі підсистеми і АРМ для знайдення даних, що цікавлять користувача;
- відтворення отриманої інформації в зручному для користувача вигляді (ІЕБ ППР організує для цієї мети виклик необхідних засобів відтворення інформації як внутрішніх, так і зовнішніх (наприклад, текстових редакторів, електронних таблиць, засобів побудови графіків));
- спільна обробка інформації, що включає можливості об'єднання однотипних даних, знаходження загальних параметрів, визначення кореляційних залежностей і т.п.;
- математична обробка інформації на основі використання різних алгоритмів багатьох розрахунків (визначення екстремальних значень, екстраполяція і апроксимація, згладжування);
- формалізація розв'язання задач обробки інформації на основі введення власного апарату класифікації носіїв інформації, аналізу даних і відтворення результатів;
- оперативне інформування користувача про стан справ на поточний момент по усій зоні відповідальності системи ОТС "Інформ-Чорнобиль";

- надання користувачу можливості відслідковувати розвиток контрольованих процесів на основі завдання граничних умов, ведення журналу запису історії розвитку ситуації і дій користувача;
- надання користувачу можливості визначати реакцію ІЕБ ППР на певні події і результати обробки інформації;
- видача користувачеві рекомендацій по штатних ситуаціях з урахуванням ситуації, що складається (оцінка ситуації в реальному масштабі часу) на основі її аналізу по багатьох критеріях, визначених користувачем;
- налагодження режимів взаємодії ІЕБ ППР з підсистемами і АРМ в системі ОТС "Інформ-Чорнобиль" в залежності від потужності потоку оброблюваної інформації і оцінки стану справ (ситуацій);
- забезпечення переходу до роботи з окремими підсистемами і АРМ шляхом запуску відповідних додатків як окремих процесів безпосередньо з середовища ІЕБ ППР.

8.3.2. Технологічні рішення

Основним елементом у визначенні архітектури ІЕБ ППР є *концептуальна модель*, що змальовує в загальному вигляді структуру створюваного програмного продукту і визначає узгодженість функціонування складових частин системи. Ця модель складається з чотирьох рівнів (*табл.8.2*), кожен з яких являє собою безліч взаємопов'язаних функцій. Нижній рівень використовує специфічні функції операційної системи і архітектурно залежить від обчислювального середовища. До цього рівня входять такі функції, як управління пам'яттю, зовнішніми запам'ятовуваними пристроями, процесором.

На основі концептуальної моделі ІЕБ ППР будується загальна *структурна схема* системи (*табл. 8.3*). Вона включає п'ять основних компонентів: систему користувацьких інтерфейсів CUA (Common User Access), систему комунікацій CCS (Common Communication Support), систему управління процесами і завданнями PC (Process Control), систему прикладних функцій UAA (User Application Area) і ядро усієї системи CSK (Common System Kernel).



Табл. 8.2. Концептуальна модель ІЕБ ППР

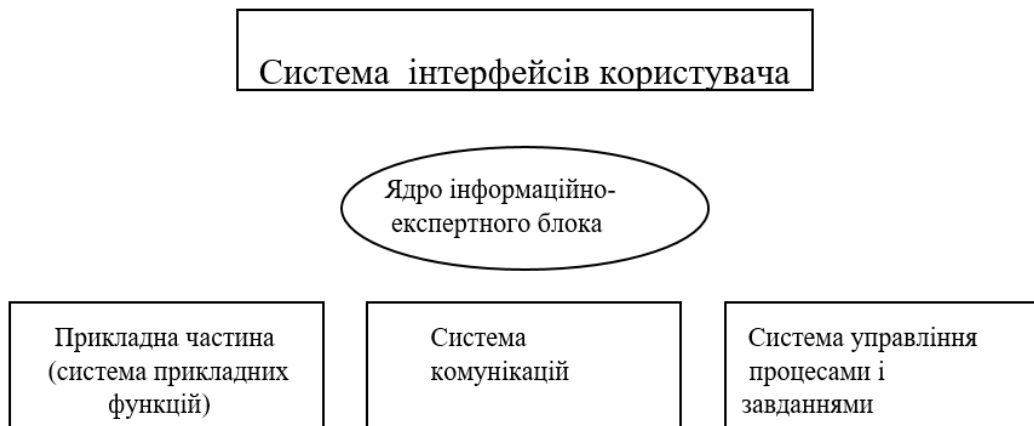


Табл. 8.3. Загальна структура ІЕБ ППР

Відтворення інформації в системі ОТС "Інформ-Чорнобиль" визначається метою і задачами, покладеними на компоненти і складові частини даної системи. Оскільки основним призначенням ОТС "Інформ-Чорнобиль" є забезпечення ефективних методів керівництва на основі оперативної обробки інформації, то вимоги по класифікації і визначенню типів інформації, що циркулює по каналах зв'язку в системі ОТС "Інформ-Чорнобиль", в першу чергу надходять від ІЕБ ППР (табл. 8.4).



Табл. 8.4. Операції, що виконуються ІЕБ ППР над носіями інформації
Обробка ситуацій і проблем

Основним видом обробки інформації в ІЕБ ППР є обробка ситуацій. Визначення ситуації дозволяє ОПР найчіткіше уявити і сформулювати мету своєї роботи, розмежувати коло розв'язуваних задач, забезпечити системний підхід до вироблення розв'язання. Іншими словами, ІЕБ ППР завдяки своїм розвиненим засобам автоматизації управлінської діяльності надає керівнику допомогу в оперативному реагуванні на труднощі, що виникають, зафіксовані на рівні ситуацій, і забезпечує ефективний контроль за розвитком ситуації. Основні режими роботи інформаційно-експертного блоку

Частина режимів ІЕБ ППР, що відрізняються способами обробки інформації, ми називаємо інформаційними режимами. Продуманість і

органічне сполучення потреб ОПР із зручним інтерфейсом цих режимів безпосередньо впливають на ефективність роботи.

Очевидно, що в залежності від поточного стану справ міняється і інтенсивність праці керівника, його потреба в обсягах інформації, способи і методи розв'язання управлінських задач. Всі ці фактори формують специфічні вимоги до ІЕБ ППР на різних фазах роботи ОПР. Тому відповідно до перелічених вище рівнів вводяться три інформаційних режими роботи ІЕБ ППР:

- нормальний, що забезпечує повсякденні потреби ОПР;
- тривожний, що надає ОПР додаткові можливості по контролю за виконанням прийнятих рішень на найважливіших напрямках робіт;
- аварійний, що дає ОПР усі наявні обчислювальні ресурси з метою оперативного вживання заходів по ліквідації аварійної ситуації.

Функціонування ІЕБ ППР в цих режимах тісно пов'язане з обробкою ситуацій і проблем. Для того щоб більш наочно зобразити особливості цих режимів, подамо інформаційні зв'язки ІЕБ ППР з кількома зовнішніми додатками (табл.8.5).

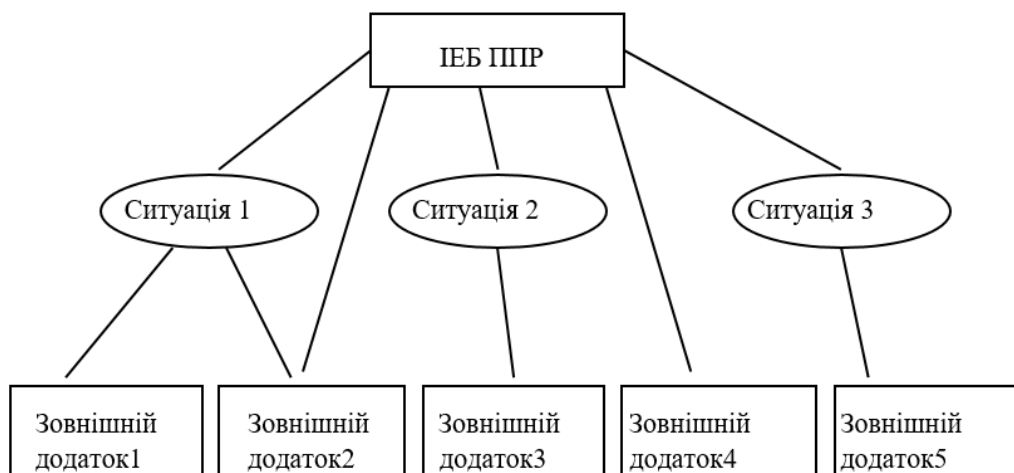


Табл. 8.5. Зв'язки ІЕБ ППР із зовнішніми додатками

Таким чином, ІЕБ ППР має як засоби для відтворення усього набору запропонованих ситуацій, так і засоби для індикації підключених зовнішніх додатків і доступу до них. Ці засоби досить “розумні” і дозволяють ОПР оперативно впливати на характер обробки інформації (перевизначають ситуації і набір блоків інформації, що переглядаються, змінювати граничні умови і

регламент опитування і т.п.), а також зображувати поточний стан кожної ситуації і кожного зовнішнього додатку. Поточний стан зовнішнього додатку визначається тим, активний (чи запущений) він зараз чи ні. Поточний стан ситуації повністю визначається її інформаційним режимом.

При побудові ОТС “Інформ-чорнобиль” були розроблені структури: бізнес процесів; підсистем; інформаційна та інтеграційна. Були реалізовані принципи: загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

Висновки по розділу 8

В розділі представлено опис інформаційних систем, які мають загальнодержавне значення і відносяться до: регіонального рівня (наприкладі Системи інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління), центрального рівня (наприкладі Інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу), відомчого рівня (наприкладі Організаційно-технічної системи «Інформ-Чорнобиль»).

Ці системи по технологіям відповідають першим трьом етапам представленим в загальному плані розвитку інформаційних систем НАТО.

Система інформаційно-аналітичного забезпечення місцевих органів державної виконавчої влади відноситься до третього етапу, характерними технологіями якого є: сервісно-орієнтована архітектура, програмне забезпечення, як сервіси і програмно-керована мережа.

Інформаційно-аналітична система супроводження бюджетного процесу відноситься до другого етапу, характерними технологіями якого є: інтегроване програмне забезпечення, загальний доступ до бази даних, єдина ІР мережа.

Організаційно-технічна система "Інформ-Чорнобиль" відноситься до першого етапу, характерними технологіями якого є: незалежне програмне забезпечення, незалежні данні, різноманітні мережі.

ВИСНОВКИ

В монографії розглянута проблема побудови ІТ-інфраструктури, як єдиної інформаційної платформи, яка інтегрує усі технології Індустрії 4.0. Єдина інформаційна платформа відповідає концепції RAMI 4.0 та використовує хмарні технології, які базуються на моделі обслуговування IaaS сервісних Центрів обробки даних.

Основний акцент зроблено на використанні сервісів ІТ-інфраструктури для цифрової трансформації. Цифрова трансформація передбачає впровадження організацією цифрових технологій для оцифрування нецифрових продуктів, послуг або операцій. Метою впровадження цифрової трансформації є збільшення цінності за рахунок інновацій, винаходів, досвіду клієнтів або ефективності.

Показано, що технологічні компоненти ІТ-інфраструктурі сприяють роботі і керують бізнес-функціями. ІТ-інфраструктуру розглядаємо як основу технологічних систем. Усі організації, які покладаються на технології для ведення свого бізнесу, можуть отримати вигоду від наявності надійної взаємопов'язаної ІТ-інфраструктури.

Запропонована методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем, яка складається з концептуальних, теоретичних та технологічних основ, та на відміну від відомих методологій включає три рівні абстракції: формального (концептуального) опису бізнес-процесів; концептуальний рівень, як рівень визначення наступного кроку розвитку інфраструктури та надання послуг; логічний рівень, де наведено можливі сценарії виконання певного концептуального кроку бізнес-процесу, що й дозволило об'єднати в єдиний автоматизований комплекс виробничий процес, операційну діяльність, комунікаційні системи та системну ІТ-інфраструктуру.

В монографії представлені:

1. Модель ІТ-інфраструктури телекомунікаційних операторів, яка має стати еталонною для інформаційних систем, які забезпечують цифрову трансформацію.

2. Загальні відомості про фактори, які слід враховувати при плануванні проектів дата-центрів у відповідності до стандарту ANSI/TIA-942 «Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers».

3. Аналіз проблеми синтезу інформаційних систем. Обґрунтовано необхідність вдосконалення методології, оскільки існуючі методи являються фрагментарними і не враховують всі компоненти та процеси взаємодії систем, які забезпечують створення єдиної інформаційної платформи. На

основі проведеного аналізу визначено потребу у двох додаткових системах автоматизації: засобів транспортування інформації та загальносистемного забезпечення. При цьому розглядається синтез і інформаційних і комунікаційних систем. Встановлено, що для опрацювання та об'єднання різнотипних систем підходить методологія, яка включає всі інформаційно-комунікаційні системи та ґрунтується на використанні: структури бізнес-процесів; структури підсистем; інформаційної структури; інтеграційної структури та базується на п'яти основних принципах: загальна інформаційна модель; загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; розділ бізнес-процесів і застосовуваних підсистем; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

4. Принципи побудови єдиної, масштабованої, інформаційної платформи, яка синтезує не тільки інформаційні системи, які автоматизують виробничий процес та операційну діяльність, а і комунікаційні системи та системну ІТ-інфраструктуру.

5. Технології синтезу інформаційно-комунікаційних систем, яка включає концептуальні, теоретичні та технологічні основи, та враховує усі складові, що впливають на ефективність функціонування інформаційно-комунікаційної системи, основні структурні елементи (бізнес-процеси, підсистеми, інформаційну модель, інтеграційне середовище) та принципи, зокрема: загальна інформаційна модель; загальна спільно використовувана телекомунікаційна інфраструктура; чітко встановлені інтерфейси; незалежність бізнес-процесів від застосовуваних підсистем; використання розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами, що дає можливість забезпечити якісне виконання глобальних бізнес-процесів в межах єдиної інформаційної платформи.

6. Концепцію єдиної інформаційної платформи, що забезпечує побудову сучасної інфраструктури національного масштабу на основі конвергенції інформаційно-комунікаційних систем для розв'язання задач електронного урядування та корпоративного бізнесу, що дало можливість забезпечити якісний і повсюдний доступ клієнтів до ІТ-сервісів та служб.

7. Метод оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних інформаційно-комунікаційних систем, що мають декомпозиційну природу та оригінальну цільову функцію, яка змінюється в залежності від сценарію бізнес-процесів та дозволяє поєднувати інформаційно-комунікаційні системи в єдиний обчислювальний процес для знаходження оптимального рішення

для розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

8. Метод синтезу комунікаційної інфраструктури, яка отримує конвергентні властивості для надання персоналізованих послуг кінцевому користувачу, який базується на запропонованих методології і методах та дозволяє клієнту реалізувати принцип самоконфігурації послуг та отримувати увесь спектр сучасних конвергентних інформаційно-комунікаційних послуг з узгодженою якістю (QoS).

9. Метод багатокритеріальної оптимізації для інформаційно-комунікаційних систем телекомунікаційного оператора, який має суб'єктивно-результуючу цільову функцію, яка утворюється шляхом об'єднання нормативних критеріїв, що дозволяє значно зменшити час отримання оптимального рішення щодо різних сценаріїв розвитку телекомунікаційного оператора.

10. Метод забезпечення визначеним категоріям клієнтів сервісів центрів обробки даних, інтеграція яких визначає п'ять архітектур (безпеки, управління, зберігання даних, програмних додатків, мережева). Метод базується на чітко визначеним алгоритмом п'яти сценаріїв забезпечення доступу до сервісів, що дозволяє мінімізувати час оброблення запитів клієнтів сервісною системою, оптимізувати її продуктивність за визначеним навантаженням для обраної системної конфігурації.

11. Універсальна архітектура інформаційно-комунікаційних систем для національних операторів галузі телекомунікацій та інформатизації, яка дозволила отримати нові властивості та забезпечити працездатність всіх компонентів сучасної інформаційної інфраструктури, яка впроваджена в ПАТ “Укртелеком”.

12. Інтеграція інформаційно-комунікаційних системи національного телекомунікаційного оператора, які автоматизують виробничий, управлінський процес та операційну діяльність, засоби виробництва, загальносистемне забезпечення, а також засоби, які забезпечують створення, обробку, збереження, видалення та транспортування інформації, як еталону для інформаційної інфраструктури. Інтеграція проводилась на основі методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем та методу багатокритеріальної оптимізації під управлінням єдиної системи бізнес-процесів.

13. Ряд методів, які забезпечують підвищення ефективності інформаційної платформи:

Метод динамічного програмування для «просторової» задачі оптимального управління.

Метод динамічного програмування вибору маршруту.

Метод визначення пропускної спроможності ІКС.

Метод екстремальних частинних потоків, який враховує структуру ІКС.

Ітераційний метод «екстремальних» потоків.

Метод визначення пропускної спроможності ІКС для завданого навантаження по напрямках.

Методу «мінімальних» потоків маршрутів.

Метод синтезу ІКС під навантаженням будь-яким єдиним двополюсним потоком.

Оцінка ефективності методів синтезу інформаційно-комунікаційних систем.

Синтез пристрою управління складним процесом мережевого типу.

Синтез оптимальної інформаційної системи обробки транзакцій.

14. Апробація методу синтезу комунікаційної інфраструктури на основі розроблених архітектур платформи мережевих ресурсів та мережевих послуг, які впроваджені в ПАТ “Укртелеком” і використовуються при наданні конвергентних послуг (широкосмуговий доступ, IPTV, VoIP, 3G).

15. Апробація концепції єдиної інформаційної платформи та методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем при побудові інформаційних систем, які мають загальнодержавне значення:

регіонального рівня (на прикладі Системи інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління);

центрального рівня (на прикладі Інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу);

відомчого рівня (на прикладі Організаційно-технічної системи «Інформ-Чорнобиль»);

рівня корпорації (на прикладі національного телекомунікаційного оператора, як еталону розвитку інформаційної інфраструктури).

16. Вдосконалений методологічний підхід проектування системної ІТ-інфраструктури, яка забезпечує працездатність Центрів обробки даних, та яку було впроваджено в ПАТ “Укртелеком” при побудові найпотужніших в Україні Центрів обробки даних (потужність більше 1,5 Мегавата).

17. Апробація методу, який оптимізує процес забезпечення визначеними категоріями клієнтів сервісів центрів обробки даних на основі розробленої типової системної архітектури ІТ-інфраструктури. Розробка

проводилась на основі застосування передових методологій і концепцій провідних виробників апаратного і програмного забезпечення (REMI 4.0, HP , SUN , EMC , CISCO , Microsoft , ORACLE , Veritas).

18. Інформаційні технології ІТ-сервісів, які спрямовані на підтримання в технічно справному стані ІТ інфраструктуру. Інформаційні технології впроваджені в Центрах обробки даних ПАТ «Укртелеком» та використані при підключенні за допомогою «хмарових технологій» більше 60 тис. робочих місць.

Показано підвищення ефективності функціонування інформаційно-комунікаційних систем за рахунок надання їм властивості єдиної, масштабованої і потужної інформаційної платформи, що забезпечує створення інформаційно-управляючого простору для автоматизації складних організаційно-технічних об'єктів.

Результати досліджень є внеском в розвиток наукових і методологічних основ створення та застосування інформаційних технологій та інформаційних систем для автоматизованої переробки інформації й управління, розроблення інформаційних технологій для аналізу та синтезу структурних, інформаційних і функціональних моделей об'єктів і процесів, що автоматизуються, розроблення моделей і методів автоматизації виконання функцій і завдань виробничого й організаційного управління у звичайних і багаторівневих структурах на основі створення та використання нових інформаційних технологій.

Основні результати викладені в монографії знайшли промислове впровадження при побудові сучасної інформаційно-комунікаційної інфраструктури, Центрів обробки даних та сучасних телекомунікаційних послуг в ПАТ «Укртелеком», Системи інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління, Інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу, Організаційно-технічної системи «Інформ-Чорнобиль».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Steinert, Martin (2021). "Scrutinizing Gartner's hype cycle approach". ResearchGate. IEEE Xplore. Retrieved 29 September 2021.
2. Chaffey, Dave (2016). Digital marketing. Ellis-Chadwick, Fiona (Sixth ed.). Harlow: Pearson. pp. 140–141. ISBN 9781292077611. OCLC 942844494.
3. Flew, Terry (2008). New Media: An Introduction (3rd ed.). South Melbourne: OUP Australia and New Zealand. ISBN 978-0-19-555149-5.
4. Negroponte, Nicolas (1996-01-03). Being Digital (1st ed.). Vintage. ISBN 978-0-679-76290-4.
5. Kelly, Kevin (1997-09-01). "New Rules For The New Economy". Wired. Vol. 5, no. 9. Retrieved 2011-12-30.
6. Dyson, Esther (1997). Release 2.0: A Design For Living In The Digital Age (1st ed.). New York: Broadway Books.
7. Henton, Doug; Held, Kim (2013). "The dynamics of Silicon Valley: Creative destruction and the evolution of the innovation habitat". Social Science Information. **52** (4): 539–557. doi:10.1177/0539018413497542. ISSN 0539-0184. S2CID 145780832.
8. First published in the 2005 blog: Veryard, Richard (September 16, 2005). "Technology Hype Curve". Retrieved March 10, 2016.
9. Aranda, Jorge (October 22, 2006). "Cheap shots at the Gartner Hype Curve". Retrieved March 10, 2016.
10. "8 Lessons from 20 Years of Hype Cycles". LinkedIn Pulse (2016-12-07). Retrieved 2017-01-04.
11. Klaus Schwab (14 січня 2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond (англ). World Economic Forum. Архів оригіналу за 28 січня 2016. Процитовано 30 січня 2016.
12. Клаус Шваб (10 червня 2016). Четверта промислова революція: як до неї готуватися (переклад). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Архів оригіналу за 8 жовтня 2016. Процитовано 8 жовтня 2016.
13. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>
14. Н. Kagermann, W.-D. Lukas, W. Wahlster (1 квітня 2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution (нім). VDI nachrichten. Архів оригіналу за 22 липня 2015. Процитовано 30 січня 2016.

15. Фабіан Шмідт, Захар Бутирський (8 квітня 2013). Ганноверський ярмарок: інтернет зливається з заводом. Deutsche Welle. Архів оригіналу за 29 січня 2016. Процитовано 30 січня 2016.
16. Олександр Крамар (15 квітня 2016). Погляд із периферії. Український тиждень. Архів оригіналу за 29 липня 2016. Процитовано 9 жовтня 2016.
17. Mario Hermann, Tobias Pentek, Boris Otto (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review (англ). Technische Universitat Dortmund. Архів оригіналу за 7 лютого 2016. Процитовано 30 січня 2016.
18. Klaus Schwab (12 грудня 2015). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond (англ). Foreign Affairs. Архів оригіналу за 29 січня 2016. Процитовано 30 січня 2016.
19. Bondar, Kateryna (9 листопада 2017). What is in reality Industry 4.0?. InnovaCima (амер.). Архів оригіналу за 1 січня 2018. Процитовано 21 грудня 2017.
20. <https://www.mckinsey.com/>
21. Bai, Chunguang; Dallasega, Patrick; Orzes, Guido; Sarkis, Joseph (1 November 2020). "Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective". *International Journal of Production Economics*. 229: 107776. doi:10.1016/j.ijpe.2020.107776. ISSN 0925-5273. S2CID 218941878.
22. Colombo, Armando W.; Karnouskos, Stamatis; Bangemann, Thomas (2014). "Towards the Next Generation of Industrial Cyber-Physical Systems". *Industrial Cloud-Based Cyber-Physical Systems*: 1–22. doi:10.1007/978-3-319-05624-1_1. ISBN 978-3-319-05623-4.
23. Philbeck, Thomas; Davis, Nicholas (2018). "The Fourth Industrial Revolution". *Journal of International Affairs*. 72 (1): 17–22. ISSN 0022-197X. JSTOR 26588339.
24. UK Gov Department for Business, Energy & Industrial Strategy (11 June 2019). "Regulation for the Fourth Industrial Revolution". GOV.UK. Retrieved 18 November 2021.
25. November 2019, Mike Moore 05 (5 November 2019). "What is Industry 4.0? Everything you need to know". TechRadar. Retrieved 27 May 2020.
26. Lee, MinHwa; Yun, JinHyo; Pyka, Andreas; Won, DongKyu; Kodama, Fumio; Schiuma, Giovanni; Park, HangSik; Jeon, Jeonghwan; Park, KyungBae; Jung, KwangHo; Yan, Min-Ren (21 June 2018). "How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation". *Journal of Open Innovation*:

- Technology, Market, and Complexity. 4 (3): 21. doi:10.3390/joitmc4030021. ISSN 2199-8531.
27. "Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industrial Revolution - vdi-nachrichten.com". 4 March 2013. Archived from the original on 4 March 2013. Retrieved 25 January 2021.
 28. Schwab, Klaus (12 December 2015). "The Fourth Industrial Revolution". Retrieved 15 January 2019.
 29. Marr, Bernard. "Why Everyone Must Get Ready For The 4th Industrial Revolution". Forbes. Retrieved 14 February 2018.
 30. "New Forum Center to Advance Global Cooperation on Fourth Industrial Revolution". 10 October 2016. Retrieved 15 October 2018.
 31. Schwab, Klaus (2016). The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Publishing Group (published 2017). ISBN 9781524758875. Retrieved 29 June 2017. Digital technologies ... are not new, but in a break with the third industrial revolution, they are becoming more sophisticated and integrated and are, as a result, transforming societies and the global economy.
 32. "The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond". World Economic Forum. Retrieved 20 March 2018.
 33. Schwab, Klaus. "The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond". World Economic Forum. Retrieved 29 June 2017. The possibilities of billions of people connected by mobile devices, with unprecedented processing power, storage capacity, and access to knowledge, are unlimited. And these possibilities will be multiplied by emerging technology breakthroughs in fields such as artificial intelligence, robotics, the Internet of Things, autonomous vehicles, 3-D printing, nanotechnology, biotechnology, materials science, energy storage, and quantum computing.
 34. "Strategic Intelligence – World Economic Forum". Archived from the original on 22 December 2020.
 35. "The Industrial Revolution and Work in Nineteenth-Century Europe – 1992, Page xiv by David Cannadine, Raphael Samuel, Charles Tilly, Theresa McBride, Christopher H. Johnson, James S. Roberts, Peter N. Stearns, William H. Sewell Jr, Joan Wallach Scott". Archived from the original on 29 January 2020. Retrieved 9 June 2019.
 36. "History of Electricity". 2022. <https://www.instituteforenergyresearch.org/history-electricity/>
 37. "History – Future of Industry". 2022. <https://www.sanayidegelecek.com/en/sanayi-4-0/tarihsel-gelisim/>
 38. "IIOT AND AUTOMATION". (2022). <https://www.punetechtrol.com/blogs/iiot-and-automation>

39. Hermann, Pentek, Otto, (2016): Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios, accessed on 4 May 2016
40. Jürgen Jasperneite: Was hinter Begriffen wie Industrie 4.0 steckt Archived 1 April 2013 at the Wayback Machine in Computer & Automation, 19 December 2012 accessed on 23 December 2012
41. Kagermann, H., W. Wahlster and J. Helbig, eds., 2013: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group
42. Heiner Lasi, Hans-Georg Kemper, Peter Fettke, Thomas Feld, Michael Hoffmann: Industry 4.0. In: Business & Information Systems Engineering 4 (6), pp. 239–242
43. Gazzaneo, Lucia; Padovano, Antonio; Umbrello, Steven (1 January 2020). "Designing Smart Operator 4.0 for Human Values: A Value Sensitive Design Approach". *Procedia Manufacturing. International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing (ISM 2019)*. 42: 219–226. doi:10.1016/j.promfg.2020.02.073. ISSN 2351-9789.
44. Pedota, Mattia; Piscitello, Lucia (3 November 2021). "A new perspective on technology-driven creativity enhancement in the Fourth Industrial Revolution". *Creativity and Innovation Management*. 31 (1): 109–122. doi:10.1111/caim.12468. ISSN 0963-1690. S2CID 243788231.
45. Recke, Martin (June 2019). "Why imagination and creativity are primary value creators". SinnerSchrader Aktiengesellschaft.
46. Bonner, Mike. "What is Industry 4.0 and What Does it Mean for My Manufacturing?". Retrieved 24 September 2018.
47. Marr, Bernard. "What Everyone Must Know About Industry 4.0". Forbes. Retrieved 27 May 2020.
48. Gronau, Norbert, Marcus Grum, and Benedict Bender. "Determining the optimal level of autonomy in cyber-physical production systems." (2016) IEEE 14th International Conference on Industrial Informatics (INDIN). IEEE, 2016. DOI:10.1109/INDIN.2016.7819367
49. <https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/information-technology/article/21967057/the-2016-world-economic-forum-misfires-with-its-fourth-industrial-revolution-theme>
50. <https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/information-technology/article/21967057/the-2016-world-economic-forum-misfires-with-its-fourth-industrial-revolution-theme>
51. "How To Define Industry 4.0: Main Pillars Of Industry 4.0". ResearchGate. Retrieved 9 June 2019.

52. "Industrie 4.0 Maturity Index – Managing the Digital Transformation of Companies". acatech – National Academy of Science and Engineering. Retrieved 21 December 2020.
53. Geissbauer, Dr. R. "Industry 4.0: Building the digital enterprize" (PDF).
54. Chen, Baotong; Wan, Jiafu; Shu, Lei; Li, Peng; Mukherjee, Mithun; Yin, Boxing (2018). "Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges". IEEE Access. **6**: 6505–6519. doi:10.1109/ACCESS.2017.2783682. ISSN 2169-3536. S2CID 3809961.
55. Padovano, Antonio; Longo, Francesco; Nicoletti, Letizia; Mirabelli, Giovanni (1 January 2018). "A Digital Twin based Service Oriented Application for a 4.0 Knowledge Navigation in the Smart Factory". IFAC-PapersOnLine. 16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM 2018. **51** (11): 631–636. doi:10.1016/j.ifacol.2018.08.389. ISSN 2405-8963.
56. "Are You Ready For The Fourth Industrial Revolution?". The One Brief. 4 May 2017. Retrieved 27 May 2020.
57. Yin, Yong; Stecke, Kathryn E.; Li, Dongni (17 January 2018). "The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0". International Journal of Production Research. **56** (1–2): 848–861. doi:10.1080/00207543.2017.1403664. ISSN 0020-7543.
58. Shestakova I. G. New temporality of digital civilization: the future has already come (2019) Scientific and Technical Journal of St. Petersburg State Polytechnical University. Humanities and social sciences. 2019. # 2. P.20-29
59. Imkamp, D., Berthold, J., Heizmann, M., Kniel, K., Manske, E., Peterek, M., Schmitt, R., Seidler, J., and Sommer, K.-D. (2016) Challenges and trends in manufacturing measurement technology – the "Industrie 4.0" concept, J. Sens. Syst., 5, 325–335, <https://doi.org/10.5194/jsss-5-325-2016>
60. A.A. Kolomenskii, P.D. Gershon, H.A. Schuessler, (1997) Sensitivity and detection limit of concentration and adsorption measurements by laser-induced surface-plasmon resonance, Appl. Opt. 36 6539–6547
61. Arnold, H. (2014) Kommentar Industrie 4.0: Ohne Sensorsysteme geht nichts, available at: <http://www.elektroniknet.de/messen-testen/sonstiges/artikel/110776/> (last access: 10 March 2018)
62. Ray, Partha Pratim (1 January 2017). "Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction". Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments. **9** (4): 395–420. doi:10.3233/AIS-170440. ISSN 1876-1364.
63. Ferreira, Diogo; Corista, Pedro; Gião, João; Ghimire, Sudeep; Sarraipa, João; Jardim-Gonçalves, Ricardo (June 2017). "Towards smart agriculture using

- FIWARE enablers". 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC): 1544–1551. [doi:10.1109/ICE.2017.8280066](https://doi.org/10.1109/ICE.2017.8280066). ISBN 978-1-5386-0774-9. S2CID 3433104.
64. Otles, Semih; Sakalli, Aysegul (1 January 2019), Grumezescu, Alexandru Mihai; Holban, Alina Maria (eds.), "15 – Industry 4.0: The Smart Factory of the Future in Beverage Industry", *Production and Management of Beverages*, Woodhead Publishing, pp. 439–469, ISBN 978-0-12-815260-7, retrieved 26 September 2020
 65. Schwok, Karen (2 December 2020). "A "new" tech revolution is coming and the winds of change will hit the U.S. first". CTECH - www.calcalistech.com. Retrieved 11 March 2022.
 66. Powell, W. W.; Snellman, K. (2004). "The knowledge economy". *Annu. Rev. Sociol.* 199–220 (30): 199–220. [doi:10.1146/annurev.soc.29.010202.100037](https://doi.org/10.1146/annurev.soc.29.010202.100037).
 67. "BIBB: Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft" (PDF). Doku.iab.de (in German). August 2015. Retrieved 30 November 2016.
 68. Birkel, Hendrik Sebastian; Hartmann, Evi (2019). "Impact of IoT challenges and risks for SCM". *Supply Chain Management*. **24**: 39–61. [doi:10.1108/SCM-03-2018-0142](https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0142). S2CID 169819946.
 69. Longo, Francesco; Padovano, Antonio; Umbrello, Steven (January 2020). "Value-Oriented and Ethical Technology Engineering in Industry 5.0: A Human-Centric Perspective for the Design of the Factory of the Future". *Applied Sciences*. **10** (12): 4182. [doi:10.3390/app10124182](https://doi.org/10.3390/app10124182).
 70. Alderman, J (1 June 2021). "Women in the smart machine age: Addressing emerging risks of an increased gender gap in the accounting profession". *Journal of Accounting Education*. **55**: 100715. [doi:10.1016/j.jaccedu.2021.100715](https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2021.100715). ISSN 0748-5751. S2CID 233583489.
 71. UNESCO (25 February 2021). "Women a minority in Industry 4.0 fields". UNESCO. Retrieved 25 June 2021.
 72. [Scott-Kemmis](https://www.unesco.org/en/science-report) (11 June 2021). Schneegans; Straza; Lewis (eds.). *Southeast Asia and Oceania*. In UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development. Paris: UNESCO. pp. 674–715. ISBN 978-92-3-100450-6.
 73. BMBF-Internetredaktion (21 January 2016). "Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – BMBF". Bmbf.de. Retrieved 30 November 2016.

74. "Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution". Vdi-nachrichten.com (in German). 1 April 2011. Archived from [the original](#) on 4 March 2013. Retrieved 30 November 2016.
75. Szajna, Andrzej; Stryjski, Roman; Wozniak, Waldemar; Chamier-Gliszczyński, Norbert; Kostrzewski, Mariusz (22 August 2020). "Assessment of Augmented Reality in Manual Wiring Production Process with Use of Mobile AR Glasses". *Sensors*. MDPI. **20** (17): 4755. [Bibcode:2020Senso..20.4755S](#). [doi:10.3390/s20174755](#). [PMC 7506974](#). [PMID 32842693](#).
76. Industrie 4.0 Plattform Last download on 15. Juli 2013
77. "Time to join the digital dots". 22 June 2018. Retrieved 25 July 2018.
78. Federal Ministry of Labour and Social Affairs of Germany (2015). *Re-Imagining Work: White Paper Work 4.0*.
79. Keller, Matthias (2021). "I4.0 Strategy and Policy Integration in The German Machining Industry". KU Leuven.
80. "This Is Not the Fourth Industrial Revolution". 29 January 2016 – via Slate.
81. Selbstkonfigurierende Automation für Intelligente Technische Systeme, Video, last download on 27. Dezember 2012
82. [Jürgen Jasperneite](#); Oliver, Niggemann: Intelligente Assistenzsysteme zur Beherrschung der Systemkomplexität in der Automation. In: ATP edition – Automatisierungstechnische Praxis, 9/2012, Oldenbourg Verlag, München, September 2012
83. "Herzlich willkommen auf den Internetseiten des Projekts RES-COM – RES-COM Webseite". [res-com-projekt.de](#). Retrieved 30 November 2016.
84. "RWTH AACHEN UNIVERSITY Cluster of Excellence "Integrative Production Technology for High-Wage Countries" – English". [Production-research.de](#). 19 October 2016. Retrieved 30 November 2016.
85. "H2020 CREMA – Cloud-based Rapid Elastic Manufacturing". [crema-project.eu](#). 21 November 2016. Retrieved 30 November 2016.
86. "Digiühiskonna arengukava 2030 | Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium". [www.mkm.ee](#). Retrieved 16 October 2022.
87. Schneegans, S.; Straza, T.; Lewis, J., eds. (11 June 2021). *UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development*. Paris: UNESCO. [ISBN 978-92-3-100450-6](#).
88. Kraemer-Mbula; Sheikheldin; Karimanzira (11 June 2021). *Southern Africa*. In *UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development*. Paris: UNESCO. pp. 534–573. [ISBN 978-92-3-100450-6](#).

89. Ayala, Mario; Cantu, Rob (2019). "THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT): OPPORTUNITIES, RISKS, MITIGATION" (PDF). Department of Homeland Security-Publications: 34 – via DHS.
90. Markus Liffler; Andreas Tschiesner (6 January 2013). "The Internet of Things and the future of manufacturing | McKinsey & Company". Mckinsey.com. Retrieved 30 November 2016.
91. McDonagh, James; et al. (31 May 2020). "What Can Digitization Do For Formulated Product Innovation and Development". *Polymer International*. **70** (3): 248–255. doi:10.1002/pi.6056. S2CID 219766018.
92. "Formulus". Develop Safe and Effective Products with Formulus. Retrieved 17 August 2020.
93. "Innovation 4.0: A Digital Revolution for R&D". *New Statesman*. Retrieved 17 August 2020.
94. Norton, Michael; Mochon, Daniel; Ariely, Dan (9 September 2011). "The IKEA effect: When labor leads to love". *Journal of Consumer Psychology*. **22** (3): 453–460. doi:10.1016/j.jcps.2011.08.002.
95. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a2-schweichhart-reference_architectural_model_industrie_4.0_rami_4.0.pdf
96. <https://webstore.iec.ch/publication/6631>
97. Олег Михайлов (06 березня 2017). INDUSTRY 4.0 – як уникнути плутанини та об'єднатись. АППАУ. Архів оригіналу за 11 жовтня 2020. Прочитовано 02 жовтня 2020.
98. <https://industry4-0-ukraine.com.ua/results-of-year-1-of-industry-4-0-national-strategy/>
99. <https://appau.org.ua/publications/industriya-4-0-shho-tse-take-ta-navishho-tse-ukrayini/>
100. "ITIL® V3 Foundation Course Glossary" (PDF).
101. "What is IT Infrastructure?". www.ecpi.edu. Retrieved 2019-11-28.
102. Копійка, О.В. & Кондратюк, А.Г. (2018). Підвищення ефективності управління підприємством за рахунок трансформації ІТ-інфраструктури. Математичне моделювання в економіці: зб. наук. праць. Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАН України. К. Вип. 1.56-66.
103. Довгий, С.О. & Копійка, О.В. (2021). Зміна бізнес-моделі управління ІТ на підприємстві природокористування у зв'язку з розвитком сервісоорієнтованих інформаційних технологій. *Екологічна безпека*. 1 (37). 5-19. doi: 10.32347/2411-4049.2021.1.5-19

104. "Beginner's Guide to IT Infrastructure Management". Smartsheet. Retrieved 2019-11-28.
105. "What is infrastructure (IT infrastructure)? - Definition from WhatIs.com". SearchDataCenter. Retrieved 2019-11-28.
106. Копейка, О.В. (2013). Сетевые службы и службы сетевых устройств в дата-центрах. Системи управління, навігації та зв'язку: наукове періодичне видання. 4(28). 98 – 104.
107. Копейка, О.В. (2014). Архитектура системы управления ИТ-инфраструктурой в современных Дата-центрах. Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. 1(29). 29 – 37.
108. Копейка, О.В. (2014). Архитектура системы хранения данных современных Дата-центров. Системи управління, навігації та зв'язку: наукове періодичне видання. 1(29). 85 – 88.
109. Копійка, О.В. (2014). Архітектура мережі в сучасних дата-центрах. Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. 2(30). 34 – 41.
110. Копейка, О.В. (2014). Проектирование сервисов инфраструктуры приложений в дата-центрах. Науковий журнал Телекомунікаційні та інформаційні технології. 1. 19 – 27.
111. Копійка, О.В. (2013). Проектування сервісів управління ІТ-інфраструктурою в сучасних дата-центрах. Зв'язок. 5 (105). 42 – 49.
112. Копейка, О.В. (2013). Архитектура инфраструктуры приложений в дата-центрах. Зв'язок. 6 (106). 27 – 33.
113. Копійка, О.В. & Толубко В.Б. (2015). Принципи побудови сучасних сервісних центрів обробки даних. Навчальний посібник: з підготовки спеціалістів і магістрів за спеціальністю «Комп'ютерні системи та мережі». К.: Вид. ТОВ «Аква-принт».
114. Копійка, О.В., Горбенко В.І. & Любарський С.В. (2017). Принципи формування мережевої служби сервісного центра обробки даних. Вісник інженерної академії України. 2. 45-50.
115. Копійка, О.В. & Субач, І.Ю. (2021). Сучасні апаратно-програмні засоби моделювання та обчислення: Центри обробки даних: підручник. К.: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського.
116. "What is ITIL 4? ITIL 4 Framework & Processes Explained". BMC Blogs. Retrieved 2019-11-28.
117. Hardware, Marco Ceppi 2018-03-29T10:30:38 87Z. "The evolution of IT infrastructure – from mainframe to server-less". ITProPortal. Retrieved 2019-11-28.
118. Копейка, О.В. (2014). Трансформация ИТ-инфраструктур предприятий при переходе в дата-центры. Научно-практический журнал «Наука и

- образование», «Ғылым және білім» Запдно-Казахстанского аграрно-технического университета. 4 (37). 104 – 109.
119. Копійка, О.В. (2014). Проектування служби управління даними для ІТ-інфраструктури. Системи управління, навігації та зв'язку: наукове періодичне видання. 2(30). 105 – 109.
120. Kopeika, O., Tarasenko, I., Kisselevskiy, A. & oth. (May 2007) Softline applies TMF standards as a guide when building Resource Inventory solution for nation-wide carrier Ukraine Telecom / O.Kopeika, I.Tarasenko, A.Kisselevskiy, A.Karichenskiy, T.Valiulin // TM Forum Case Study Handbook, Volume 3, 27.
121. Копійка, О.В. (2014). Проектування сервісів зберігання даних. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2. 90 – 96.
122. Копійка, О.В. (2014). Проектування служб архівування та відновлення. Телекомунікаційні та інформаційні технології. № 3. 5 – 15.
123. Беркман, Л.Н. & Копійка О.В. (2014). Теоретичні основи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 4. 12 – 19.
124. Лемешко, А.В., Евсеєва, О.Ю, Копейка, О.В. & Беленков А.Г. (2007). Реструктуризация телекоммуникационной системы в условиях неопределенности ее стационарного состояния. Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб.148. 15 – 27.
125. Копейка, О.В. (2006). На пути к сетям нового поколения. Мережі та бізнес. 4 (29). 20 – 23.
126. Копійка Oleg, Drobyk Alexander & Kovalchuk Iurii (2014). Telecommunication Systems Architectures Structural Synthesis with Modern Services Providing. XII International Conference Modern Problems of Radio Engineering TCSET 2014. 527 – 528.
127. Копійка, О.В. (2014). Методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи. Автореф. докт. тех. наук. К.: Національна академія наук України, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору.
128. Копійка, О.В., Ковальчук, Ю. П., Ройко О.О. & Толубко В. Б. (2015). Формування комунікаційної інфраструктури. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 1. 5-10.
129. Дробик, О.В., Ковальчук, Ю.П., Копійка, О.В., Рабчук, В.В. & Бреславський, В.О. (2015). Метрологія. Методика з виконання вимірювання параметрів якості послуг фіксованого телефонного зв'язку методом випробування на реальному трафіку. Методика виконання вимірювань. Державний реєстр методик виконання вимірювань (МВУ). МВУ 064/07-2015

130. Дробик О.В., Ковальчук Ю.П., Копійка, О.В., Рабчук В.В., &Відішев К.Ю. (2015). Метрологія. Методика з виконання вимірювання параметрів якості телекомунікаційних послуг фіксованого телефонного зв'язку методом тестових контрольних викликів та автоматичним методом вимірювання якості передачі мови (PESQ). Методика виконання вимірювань. Державний реєстр методик виконання вимірювань (МВУ). МВУ 065/07-2015.
131. Дробик О.В., Ковальчук Ю.П., Копійка, О.В., Відішев К.Ю. &Теслюк І.А. (2015). Метрологія. Методика з виконання вимірювання параметрів якості послуг передачі даних та доступу до Інтернет. Методика виконання вимірювань. Державний реєстр методик виконання вимірювань (МВУ). МВУ 066/07-2015.
132. Копійка, О.В. (2015). Моделювання та автоматизація бізнес-процесів телекомунікаційного оператора. Економіка менеджмент бізнес. 2 (12). 58-63
133. Копійка, О.В. (2015). Побудова єдиної інформаційної платформи телекомунікаційного оператора. Науковий журнал Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2. 13-18.
134. Копійка, О.В. (2015). Архітектури платформ мережевих ресурсів та послуг друк . Телекомунікаційні та інформаційні технології. 3. 5-13
135. Копійка, О.В. (2015). Принципи збереження інформації при формуванні системних вимог до інформаційної архітектури центрів обробки даних. Сучасний захист інформації. 2. 35-43.
136. Деревянних, А.Е. & Копійка, О.В. (2015). Аналіз ефективності алгоритмів радіопланування мереж мобільної зв'язку нових поколінь 3G/4G. Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. 3(37). 5-17.
137. Жураківський, Б.Ю., Комарова, Л.О. & Копійка, О.В. (2015) Розрахунок пропускної здатності та транзитної затримки при передачі по лініям телекомунікаційних мереж. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 1. 55-59.
138. Копійка, О.В. (2015). Методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи. 14 Міжнародна науково - практична конференція Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях. Київ 5 - 9 жовтня. 23-26
139. Копійка, О.В. (2015). Основні принципи побудови систем підтримки бізнесу та операційної діяльності BSS/OSS телекомунікаційного оператора. Зв'язок. 1 (113). 35-41.

140. Копійка, О., Kovalchuk, Y. & Roiko, O. (2015). Building Principles of the Network Resources and the Network Services Platform Architectures Information and Telecommunication Sciences. 2.25-35
141. Копійка, О.В. (2015). Основні принципи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем для побудови єдиної інформаційної платформи друк. Зв'язок. 2 (114) . 34-40.
142. Довгий, С.О. & Копійка, О.В. (2017). Підвищення ефективності управління підприємством за рахунок трансформації іт-інфраструктури. Математичне моделювання в економіці: зб. наук. праць. Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАН України. К. Вип. 1-2.7-16.
143. Копійка, О.В., Сова, О.Я. & Любарський С.В. (2017). Підходи до створення єдиного інформаційного простору в Збройних силах друк Вісник Інтелекту Таланту Інновацій. Щомісячна газета Військового інституту телекомунікацій та інформатизації. К. 15. 13-14
144. Копійка, О.В. & Коротченко Л.П. (2018). Підходи до побудови сучасної ІТ – інфраструктури як основи для створення єдиного інформаційного простору. Збірник наукових праць ВІТІ. К. 1. 35 -42
145. Копійка, О.В. (2021). Основні принципи побудови автоматизованої системи управління тактичного рівня ЗСУ. С. 141-143, Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: виклики 2021 року: колективна монографія за матеріалами XX Міжнародної науково – практичної конференції. К.: ТОВ «Видавництво «Юстон».
146. Globa, L., Dovgiy, S., Копійка, О. & Kozlov, O. (2021). Approach to building uniform information platform for the national automated ecological information and analytical system. Workshop Proceedings Information technology and mathematical modeling for environmental safety (ITMMES), Kyiv, 7 October 2021. Published on CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073). 53-65
147. Копійка, О. & Skladannyi, P. (2021). Use of service-oriented information technology to solve problems of sustainable environmental management. Workshop Proceedings Information technology and mathematical modeling for environmental safety (ITMMES), Kyiv, 7 October 2021. Published on CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073). 66-75
148. Довгий, С.О. & Копійка, О.В. (2021). Синтез інформаційно-телекомунікаційних мереж автоматизованих систем екологічної безпеки з метою отримання найбільшої завадостійкості при заданій ефективності. Екологічна безпека. 4 (40). 5-20 <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.4>

149. Dovgiy, S., Kopyika, O. & Kozlov, O. (2022). Architectures for the Information Systems, Network Resources, and Network Services. In: Proceedings of the Workshop CPITS-II-2021. 3187, pp. 293-301
150. Dovgiy, S. & Kopyika, O. (2022). Standard Model of System Architecture of Enterprise IT Infrastructure. Book: Progress in Advanced Information and Communication Technology and Systems. 181–201 DOI: 10.1007/978-3-031-16368-5_9
151. Globa, L., Dovgiy, S., Kopyika, O. & Kozlov, O. (2022). Approach to Uniform Platform Development for the Ecology Digital Environment of Ukraine. Book: Progress in Advanced Information and Communication Technology and Systems. 83–100 DOI : 10.1007/978-3-031-16368-5
152. Довгий, С.О., Копійка, О.В. & Тарасенко, І.В. (2001). Нова телекомунікаційна мережа – основний чинник підвищення доступності інформаційного ресурсу. Екологія і ресурси: Зб. праць Укр. ін-ту дослідж. навколиш. середовища і ресурсів. К. 2001. 19 – 26.
153. Довгий, С.А., Копейка, О.В., Поленок С.П. & Стрижак А.Е. (2001). Новые технологии в телекоммуникации: Выбор технологической архитектуры. Современные Довгий, С.А., Копейка, О.В., Поленок С.П. & Стрижак А.Е. тенденции развития. Книга 2. К.: Укртелеком. ISBN 5-88500-083-2.
154. Копейка, О.В. (2014). Проектирование сервисов безопасности в дата-центрах. Сучасний захист інформації. 2. 10 – 15.
155. Копейка, О.В. (2014). Архитектура системы безопасности ИТ-инфраструктуры в дата-центрах. Сучасний захист інформації. 1. 48–57.
156. Довгий, С.О., Копійка, О.В., Лебідь, О.Г., Ковальчук, Ю.П. & Ройко О.О. (2015). Защищенный доступ користувачів інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу. Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. 2(36). 5-14.
157. Копійка, О.В., Горбенко В.І. & Любарський С.В. (2017). Основні вимоги до архітектури системи безпеки центрів обробки даних. Збірник наукових праць ВІТІ. К.3 . 41 -51
158. "What is IT infrastructure?". www.redhat.com. Retrieved 2019-11-28.
159. "10 IT Infrastructure Skills You Should Master". InformationWeek. Retrieved 2019-11-28.
160. "What is IT Infrastructure?". www.ecpi.edu. Retrieved 2019-11-28.
161. "What is infrastructure (IT infrastructure)? - Definition from WhatIs.com". SearchDataCenter. Retrieved 2019-11-28.
162. Ray, Partha Pratim (2018). "An Introduction to Dew Computing: Definition, Concept and Implications - IEEE Journals & Magazine". IEEE Access. 6: 723–737. doi:10.1109/ACCESS.2017.2775042. S2CID 3324933.

163. Montazerolghaem, Ahmadreza; Yaghmaee, Mohammad Hossein; Leon-Garcia, Alberto (September 2020). "Green Cloud Multimedia Networking: NFV/SDN Based Energy-Efficient Resource Allocation". *IEEE Transactions on Green Communications and Networking*. **4** (3): 873–889. doi:10.1109/TGCN.2020.2982821. ISSN 2473-2400. S2CID 216188024.
164. "Where's The Rub: Cloud Computing's Hidden Costs". *Forbes*. 2014-02-27. Retrieved 2014-07-14.
165. "What is Cloud Computing?". Amazon Web Services. 2013-03-19. Retrieved 2013-03-20.
166. Baburajan, Rajani (2011-08-24). "The Rising Cloud Storage Market Opportunity Strengthens Vendors". *It.tmcnet.com*. Retrieved 2011-12-02.
167. Oestreich, Ken (2010-11-15). "Converged Infrastructure". *CTO Forum*. *Thectoforum.com*. Archived from the original on 2012-01-13. Retrieved 2011-12-02.
168. Ted Simpson, Jason Novak, *Hands on Virtual Computing*, 2017, ISBN 1337515744, p. 451
169. "IDC Forecasts Worldwide "Whole Cloud" Spending to Reach \$1.3 Trillion by 2025". *Idc.com*. 2021-09-14. Retrieved 2022-07-30.
170. "Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud End-User Spending to Reach Nearly \$500 Billion in 2022".
171. "Cloud's trillion-dollar prize is up for grabs". *McKinsey*. Retrieved 2022-07-30.
172. "Gartner Says More Than Half of Enterprise IT Spending in Key Market Segments Will Shift to the Cloud by 2025".
173. Jump up to: HAMDAQA, Mohammad (2012). *Cloud Computing Uncovered: A Research Landscape* (PDF). Elsevier Press. pp. 41–85. ISBN 978-0-12-396535-6.
174. "Distributed Application Architecture" (PDF). Sun Microsystem. Retrieved 2009-06-16.
175. Vaquero, Luis M.; Rodero-Merino, Luis; Caceres, Juan; Lindner, Maik (December 2008). "It's probable that you've misunderstood 'Cloud Computing' until now". *Sigcomm Comput. Commun. Rev. TechPluto*. **39** (1): 50–55. doi:10.1145/1496091.1496100. S2CID 207171174.
176. Danielson, Krissi (2008-03-26). "Distinguishing Cloud Computing from Utility Computing". *Ebizq.net*. Retrieved 2010-08-22.
177. "Recession Is Good For Cloud Computing – Microsoft Agrees". *CloudAve*. 2009-02-12. Retrieved 2010-08-22

178. Jump up to: "Defining 'Cloud Services' and 'Cloud Computing'". IDC. 2008-09-23. Archived from the original on 2010-07-22. Retrieved 2010-08-22.
179. "State of the Art | e-FISCAL project". www.efiscal.eu.
180. Farber, Dan (2008-06-25). "The new geek chic: Data centers". CNET News. Retrieved 2010-08-22.
181. "Jeff Bezos' Risky Bet". Business Week.
182. He, Sijin; Guo, L.; Guo, Y.; Ghanem, M. (June 2012). Improving Resource Utilisation in the Cloud Environment Using Multivariate Probabilistic Models. 2012 IEEE 5th International Conference on Cloud Computing (CLOUD). pp. 574–581. doi:10.1109/CLOUD.2012.66. ISBN 978-1-4673-2892-0. S2CID 15374752.
183. He, Qiang, et al. "Formulating Cost-Effective Monitoring Strategies for Service-based Systems." (2013): 1–1.
184. King, Rachael (2008-08-04). "Cloud Computing: Small Companies Take Flight". Bloomberg BusinessWeek. Retrieved 2010-08-22.
185. Jump up to: Mao, Ming; M. Humphrey (2012). A Performance Study on the VM Startup Time in the Cloud. Proceedings of 2012 IEEE 5th International Conference on Cloud Computing (Cloud2012). p. 423. doi:10.1109/CLOUD.2012.103. ISBN 978-1-4673-2892-0. S2CID 1285357.
186. Bruneo, Dario; Distefano, Salvatore; Longo, Francesco; Puliafito, Antonio; Scarpa, Marco (2013). "Workload-Based Software Rejuvenation in Cloud Systems". IEEE Transactions on Computers. **62** (6): 1072–1085. doi:10.1109/TC.2013.30. S2CID 23981532.
187. Why Cloud computing scalability matters for business growth, Symphony Solutions, 2021
188. Nouri, Seyed; Han, Li; Srikumar, Venugopal; Wenxia, Guo; MingYun, He; Wenhong, Tian (2019). "Autonomic decentralized elasticity based on a reinforcement learning controller for cloud applications". Future Generation Computer Systems. 94: 765–780. doi:10.1016/j.future.2018.11.049. S2CID 59284268.
189. Mills, Elinor (2009-01-27). "Cloud computing security forecast: Clear skies". CNET News. Retrieved 2019-09-19.
190. Almaziad A., Alharbi B. eTOM Deployment at Saudi Telecom — Building the Business Process Model Case Study : Presentation at TeleManagement Forum's Middle East Regional Summit in Dubai, U.A.E. — 2006.
191. Chappell C. OSS Transformation: Opportunities & Challenges // Heavy Reading. — Vol. 5. — No. 7. — April 2007.

192. Chiu E. *ebXML Simplified : A Guide to the New Standard for Global E-Commerce.* — John Wiley & Sons, 2002. — 288 p.
193. DMTF DSP0004 : *Common Information Model (CIM) Infrastructure Specification : Version 2.3 Final / Distributed Management Task Force.* — October 2005.
194. Dufresne T., Martin J. *Process Modeling for E-Business // INFS 770 — Methods for Information Systems Engineering: Knowledge Management and E-Business, Spring 2003.*
195. Dumas M., Van der Aalst W. M. P., ter Hofstede A. H. M. (eds.) *Process-aware Information Systems: Bridging People and Software through Process Technology.* — Hoboken, New Jersey: Wiley, 2005. — 432 p.
196. EbXML Business Process Project Team. *ebXML Business Process Specification Schema : Version 1.01 [Електронний ресурс] / UN/CEFACT and OASIS.* — May 2001. — Режим доступу: <http://www.ebxml.org/specs/ebBPSS.pdf>, вільний.
197. EbXML Business Process Project Team. *Business Process and Business Information Analysis Overview v1.0 : Technical Report [Електронний ресурс] / UN/CEFACT and OASIS.* — May 2001. — Режим доступу: <http://www.ebxml.org/specs/bpOVER.pdf>, вільний.
198. Emig C., Momm C., Weisser J., Abeck S. *Programming in the Large based on the Business Process Modelling Notation // INFORMATIK 2005 — Informatik LIVE! Band 2, Proc. of 35th Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Bonn, 19-22 September 2005.* — P. 627-631.
199. Emmerich W., Kaveh N. (2002) *Component technologies: Java beans, COM, CORBA, RMI, EJB and the CORBA component model // ICSE 2002.* 691-692.
200. Eriksson H.-E., Penker M. (2000) *Business Modeling with UML: Business Patterns at work.* Wiley Computer Publishing.
201. Erl T. (2005) *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design.* Prentice Hall.
202. Giaglis G. M. (2001) *A Taxonomy of Business Process Modelling and Information Systems Modelling Techniques // International Journal of Flexible Manufacturing Systems.* Vol. 13.Issue 2. 209-228.
203. Harmon P. (2006) *Business Process Standards // Business Process Trends.* Vol. 4. 20.November 28.
204. Havey M. (2005) *Essential Business Process Modeling.* O'Reilly.

205. Heumann J. (2003) Introduction to business modeling using the Unified Modeling Language (UML) . IBM [Електронний ресурс]. November 2003. Режим доступу: <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/360.html>, вільний.
206. Howard Smith, Peteringar (2007) Business Process Management: The Third Wave. Meghan-Kiffer Press.
207. Johnston S. Rational (2004) UML Profile for business modeling. IBM [Електронний ресурс]. July 2004. Режим доступу: <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/5167.html>, вільний.
208. Juric M. B., Loganathan R., Sarang P., Jennings F. (2007) SOA Approach to Integration : XML, Web services, ESB, and BPEL in real-world SOA projects. Birmingham: Packt Publishing.
209. Juric M. B., Pant K. (2008) Business process driven SOA using BPMN and BPEL : from business process modeling to orchestration and service oriented architecture. Birmingham; Mumbai: Packt Publishing.
210. Keen M., Ackerman G., Azaz I. et al. (2006) Patterns: SOA Foundation — Business Process Management Scenario [Електронний ресурс] / International Business Machines Corp. August 2006. (IBM Redbooks). Режим доступу: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247234.pdf>, вільний.
211. May M. (2002) Business Process Management: Strategic Integration in a Web-enabled Environment. Financial Times Management. (Management Briefings Executive Series).
212. Mertz D. (2001) Understanding ebXML : Untangling the business Web of the future // IBM [Електронний ресурс]. June 2001. Режим доступу: <http://www.ibm.com/developerworks/xml/library/x-ebxml/>, вільний.
213. Mikhalevich M., Koshlai L. (2002) Modeling of multibranch competition in the labour market for countries in transition. In: MODEST 2002: Transition and Transformation: Problems and Models. Warsaw: The Interfaces Institute. 49-59.
214. Mikhalevich, M., Koshlai, L. (2008). Optimization Modeling and Parallel Algorithms for the Solution of Economic Development Problems. Proceedings of the ITI2008 30th International Conference on Information Technology Interfaces, Cavtat, Croatia, June 23-26. 757-762.
215. Ramaraju C. S., Juturu V. (2007) Start Building Your Business Process Models “Now”. BPTrends [Електронний ресурс]. Business Process Trends. November. Режим доступу: <http://www.bptrends.com>, вільний.

216. Recker, J., Rosemann, M., Indulska, M., Green, P. (2006) Business Process Modeling: A Maturing Discipline? : BPM Center Report No. BPM-06-20 [Електронний ресурс]. Queensland University of Technology & Eindhoven University of Technology. Режим доступу: <http://www.BPMCenter.org>, вільний.
217. Smith H., Fingar P. (2002) Business Process Management: The Third Wave. — Тампа, FL, USA: Meghan-Kiffer Press.
218. TMF GB921 : Business Process Framework (eTOM) and its Addenda : Release 7.5. TeleManagement Forum. July 2008.
219. Van der Aalst W. M. P. (2008) Business Process Management: Past, Present, Future // BPTrends [Електронний ресурс]. Business Process Trends. Режим доступу: <http://www.bptrends.com>, вільний.
220. Wang H. (1999) Telecommunications Network Management. — McGraw-Hill Professional Publishing. (McGraw Hill Series on Telecommunications).
221. Wetzstein B., Ma Zh., Filipowska A. (2007) Semantic Business Process Management: A Lifecycle Based Requirements Analysis. Proc. of SBPM 2007 in conjunction with ESWC 2007, Innsbruck, Austria.
222. Wolf C., Harmon P. (2006) The State of Business Process Management : BPT Report [Електронний ресурс]. Business Process Trends. Режим доступу: <http://www.bptrends.com>.
223. Workflow Software Analysis and Comparison : VISP Project FP6-027178, D2.2 [Електронний ресурс] / VISP Consortium. (March 2006). Режим доступу: <http://www.visp-project.org/docs/IST-2004-027178-WP2-D2.2-R1-0.pdf>.
224. Workflow Technologies Functional Analysis and Comparison: VISP Project FP6-027178, D2.1 [Електронний ресурс]. VISP Consortium. (March 2006). Режим доступу: <http://www.visp-project.Org/docs/IST-2004-027178-WP2-D2.1-R1.0.pdf>.
225. Al-Hashmi, A., Darem A. (2008) Understanding Phases of E-government Project. New Delhi: Retrieved from http://www.csi-sigegov.org/emerging_pdf/17_152-157.pdf
226. Di Maio, A; Baum, C; Keller, B; Kreizman, G; Pretali, M & Seabrook, D (2002) Framework for Egovernment strategy assessment: strategic analysis report 8 March 2002. Stamford, Ct, Gartner. 30. Fing, D. (2010). Open Public Data Future Scenarios. Retrieved from <http://www.slideshare.net/slidesharefing/open-public-data-future-scenarios>

227. Самуйлов К.Е., Чукарин А.В., Яркіна Н.В. (2009) Бизнес-процессы и информационные технологии в управленыы телекоммуникационными компаниями. М.: Альпина Паблшера.
228. Тейлор Ф.У. (1991) Принципы научного менеджмента. Пер. с англ. А.И. Зак. М.: Контроллинг.
229. Hammer M., Champy J. (1993) Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution. New York: HarperBusiness.
230. Wfmc-TC-1025 : Process Definition Interface — XML Process Definition Language: Workflow Management Coalition Workflow Standard, Version 2.00. (2005). The Workflow Management Coalition.
231. Choi M.-J., Ju H.-T., Hong J. W.-K., Yun D.-S. (2008) Design and Implementation of Web Services-based NGOSS Technology Specific Architecture. Annals of Telecommunications. Special Issue on “Next Generation Network and Service Management”. Vol. 63. No. 3-4. April 2008. 195-206.
232. TMF GB922 : Shared Information/Data (SID) Model : Business View Concepts, Principles, and Domains and its Addenda: Release 7.5 / TeleManagement Forum. (May 2008).
233. TMF GB927 : The NGOSS Lifecycle and Methodology : Release 4.5 / TeleManagement Forum. (November 2004).
234. TMF GB929 : TM Forum Applications Framework (TAM) : The BSS/OSS Systems Landscape : Release 3.0, Version 3.2 / TeleManagement Forum. (June 2008).
235. TMF GB939 : NGOSS Contract Examples : Worked examples of the application of NGOSS Contracts to assist developers and users : Version 6.1, Release 6.0 / TeleManagement Forum. (November 2005).
236. TMF GB940 : NGOSS Compliance/Conformance Strategy : Version 6.1, Release 6.0 / TeleManagement Forum. (November 2005).
237. TMF RN303 : Technical Program, New Generation Operations Systems and Software (NGOSS) : Release 6.0 / TeleManagement Forum. (June 2006).
238. TMF TMF050A: NGOSS Compliance Testing Information Model and Testing Rules : Version 4.2, Release 4.0 / TeleManagement Forum. (August 2004).
239. TM Forum TMF053 : NGOSS Technology Neutral Architecture and its Addenda : Release 6.0 / TeleManagement Forum. (Nov. 2005).

240. OASIS Reference : Model for Service Oriented Architecture 1.0 / Organization for the Advancement of Structured Information Standards. (October 2006).
241. OASIS Standard : ebXML Business Process Specification Schema : Technical Specification, v 2.0.4 / Organization for the Advancement of Structured Information Standards. (December 2006).
242. OASIS Standard : Web Services Business Process Execution Language, Version 2.0 / Organization for the Advancement of Structured Information Standards. (April 2007).
243. OASIS wsbpel-primer: Web Services Business Process Execution Language: Version 2.0, Primer. Organization for the Advancement of Structured Information Standards. (May 2007).
244. OMG Unified Modeling Language (OMG UML). Superstructure. V2.1.2 : OMG Available Specification [Електронний ресурс]. (November 2007). Режим доступу: <http://www.omg.org/docs/formal/07-11-02.pdf>, вільний.
245. OMG. Business Process Modeling Notation (BPMN). Version 1.2 : OMG Available Specification [Електронний ресурс] / Object Management Group. (January 2009). Режим доступу: <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2>, вільний.
246. Фаулер М., Скотт К. (2002) UML. Основы : Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2002.
247. Фирсова Н.В. (2005) Инструментальные средства моделирования бизнес-процессов и оценка их применения для целей реинжиниринга // Вестник СПбГУ. Сер. 8. Вып. 4. 100-119.
248. Шеер А.-В. (1999) Бизнес-процессы: Основные понятия. Теория. Методы : Пер. с англ. М.: Весть-МетаТехнология.
249. Шеер А.-В. (2000) Моделирование бизнес-процессов : Пер. с англ. М.: Весть-МетаТехнология.
250. Damodaran S. (2004) B2B Integration over the Internet with XML : RosettaNet Successes and Challenges. WWW2004, May 17-22, New York, USA.
251. Damodaran S. (2005) RosettaNet: Adoption Brings New Problems, New Solutions. Proc. of the XML 2005 Conference, Atlanta, USA. 1-14.
252. Kok A. (2003) B2B Standards Convergence Between RosettaNet and ebXML. Proc. of XML, Dec. 7-12, Philadelphia, USA.
253. Lee J., Ben-Natan R. (2002) Integrating Service Level Agreements : Optimizing Your OSS for SLA Delivery. Wiley Publishing.

254. Lewis D., Mouritzsen J. D. (2002) The role of XML in TMN evolution. Proc. of IEEE. IFIP International Symposium on Integrated Network Management. 689-702.
255. Malakooty N. (2005) RosettaNet: The Organization and the System : Center for Research on Information Technology and Organizations (UC Irvine). Paper 368 [Електронний ресурс]. October. Режим доступу: <http://repositories.cdlib.org/crito/business/368>, вільний.
256. CEFACT/TMG/N093 : UN/CEFACT Modelling Methodology : UMM Metamodel : Revision 12 / UN/CEFACT. (2003).
257. Georgalas N., Bagley C. (2005) Using policies in highly configurable component-based NGOSS. BT Technology Journal. Vol. 23. Issue 03. July . 149-161.
258. ITU-T Recommendations M.3050.0-4 series. (2004) Enhanced Telecom Operations Map (eTOM). Geneva.
259. Scheer A.-W., Jost W., Heß H., Kronz A. (eds.) (2005) Corporate Performance Management: ARIS in Practice. Springer.
260. UN Division for Public Economics and Public Administration (UNDESA), American Society for Public Administration (ASPA). (2001) Benchmarking e-government: a global perspective- assessing the progress of UN member states. Geneva: Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan021547.pdf>
261. UN Department of Economic and Social Affairs (UNDESA) and the Civic Resource Group (CRG). (2003) UN Global e-government survey. New York: Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan016066.pdf> 003
262. UN Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), UN Division for Public Administration and Development Management. (2004). UN Global e-government readiness report 2004 towards access for opportunity. New York: Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan019207.pdf>
263. UN Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), UN Division for Public Administration and Development Management. (2005). UN Global e-government readiness report 2005 from e-government to e-inclusion (UNPAN/2005/14). New York: Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan021888.pdf>

264. UN Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), UN Division for Public Administration and Development Management. (2008). United Nations e-government survey 2008. From e-government to connected governance (ST/ESA/PAD/SER.E/112). New York: Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan028607.pdf>
265. UN Department of Economic and Social Affairs (UNDESA). (2010). United Nations e-government survey 2010. Leveraging e-government at a time of financial and economic crisis (ST/ESA/PAD/SER.E/131). New York: Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan038851.pdf>
266. UN, World Summit on Information Society. (2005). Tunis agenda for information society (WSIS-05/TUNIS/DOC/6(Rev.1)-E). Retrieved from <http://www.intgovforum.org/mandate.htm>
267. RosettaNet Implementation Framework : Core Specification, Version V02.00.01. RosettaNet. (March 2002).
268. RosettaNet Overview: Clusters, Segments, and PIPs, Version 02.03.00 RosettaNet. (December 2007).
269. RosettaNet PIP Specification : Cluster 2: Product Introduction. Segment A: Preparation for Distribution. PIP2A2: Query Product, Information : Release 1.0. RosettaNet. (June 2000).
270. Леоненков А. (2004) Самоучитель UML : 2-е издание. СПб. : БХВ-Петербург.
271. Reilly J., Creaner M. (2005) NGOSS Distilled : The Essential Guide to Next Generation Telecoms Management. The Lean Corporation.
272. Еталонні архітектури MSA. (2005) К.: Майкрософт Україна; К.: Видавнича група BHV.
273. Про затвердження плану заходів з виконання завдань, передбачених Законом України “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки ”: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 серп. 2007 р. № 653-р [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.kmu.gov.ua>.
274. Tauberer, J. (2009). Open Data is Civic Capital: Best Practices for "Open Government Data (рус перевод «Открытые данные - это общественный капитал: Практические рекомендации для «Открытых государственных данных»». Доступно через <http://translated.by/you/open-data-is-civic-capital-best-practices-for-open-governmentdata/into-ru/trans/>

275. Traunmüller R (2009) E-Governance – Some Challenges Ahead: Social Media Spurring Participation. Retrieved from <http://edem2009.ocg.at/files/traunmueller.pdf>
276. Сергиенко И.В., Капитонова Ю.В., Лебедева Т.Т. (1999) Информатика в Украине: становление, развитие, проблемы. К.: Наук. думка.
277. Дюбуа Д., Прад А. (1990) Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: Пер. с фр. М.: Радио и связь.
278. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. (2005) Системный анализ. Проблемы, методология, приложение. К: Наук. думка.
279. Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А. (2003) Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. СПб.: БХВ-Петербург.
280. Колесов Ю.Б., Сеничев Ю.Б. (2006) Моделирование систем: Объектно-ориентированный подход. БХВ-Петербург.
281. Коптелов А., Беркович В. (2007) Тенденции развития систем OSS. Мобильные телекоммуникации. № 1 (69). 34—39.
282. Кунцевич В.М., Лычак М.М. (1985) Синтез оптимальных и адаптивных систем управления: Игровой подход. К.: Наук. думка.
283. Лемешко А.В., Евсеева О.Ю., Копейка О.В., Беленков А.Г. (2007) Реструктуризация телекоммуникационной системы в условиях неопределенности ее стационарного состояния. Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. Вып. 148. 15 – 27.
284. Люгер Дж. Ф. (2003) Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание. М.: «Вильямс».
285. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С. Я. (1990) Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. М.:Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.
286. Мартин Дж. (1985) Вычислительные сети и распределенная обработка данных. Вып. 1. М.: Финансы и статистика.
287. Довгий С. О. (2011) Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень. К. : Ін-т телекомунікацій і глобального інформ. простору НАН України; Азимут-Україна.
288. Негойце К. (1981) Применение теории систем к проблемам управления. М: Мир.
289. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. М.: Радио и связь, (1986).

290. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В. (2004). Оптимізація та моделювання пристроїв і систем з`язку: Підруч. Для вищ. навч. закл. К.: Техніка.
291. Оре О. (1980) Теория Графов. 2-е изд. М.: Наука.
292. Орловский С.А. (1981) Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука.
293. Беляев В. И. , Худошина М. Ю. (1933) Основы логико-информационного моделирования сложных геосистем. Отв. ред. А.Г. Ивахненко; АН 154 УССР. Мор. гидрофиз. ин-т. К.: Наук. думка.
294. Павлов А.А. (1986) Алгоритмическое обеспечение сложных систем управления. К.: Выща шк.
295. Павлов А.А., Теленик С.Ф. (2002) Информационные технологии и алгоритмизация в управлении. К.:Техніка.
296. Парасюк И.Н., Сергиенко И.В. (1988) Пакеты программ анализа данных. Технология разработки. М.: Финансы и статистика.
297. Поспелов Д. А. (1986) Ситуационное управление, теория и практика. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат лит.
298. Поспелов Д. А. (1981) Логико-лингвистические модели в системах управления. М.: Энергоатомиздат.
299. Терано Т., Асаи К., Сугэно М. (1993) Прикладные нечеткие системы: Пер с япон. М.: Мир.
300. Саати Т. (1977) Математические модели конфликтных ситуаций. М.: Сов. радио.
301. Саати Т., Керне К. (1991) Аналитическое планирование. Организация систем: Пер с англ. М.: Радио и связь.
302. Сергієнко І.В., Стецюк П.І., Кошлай Л.Б. (2009) Модели и информационные технологии для поддержки принятия решений при проведении структурно-технологических преобразований //Кибернетика и системный анализ. №2. 26-49.
303. Сергиенко И.В., Гуляницкий Л.Ф., Сиренко С.И. (2009) Классификация прикладных методов комбинаторной оптимизации. Кибернетика и системный анализ. №5. 71–83
304. Сергиенко И.В. (1988) Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. К.: Наук. думка.
305. Свиридов С., Курьян А. (2003) IDEF0: Функциональное моделирование процессов. ИП «Ориентсофт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:// www.orientsoft.by/pdf/IDEFO_FM.pdf](http://www.orientsoft.by/pdf/IDEFO_FM.pdf), вільний.

306. Таненбаум Э., ван Стеен М. (2003) Распределенные системы: Принципы и парадигмы. СПб.: Питер, 2003. (Серия «Классика computer science»)
307. Редько В.Н., Сергиенко И.В., Стукало А.С. (1992) Прикладные программные системы. Архитектура, построение, развитие. К.:Наук. думка.
308. Репин В.В., Елиферов В.Г. (2004) Процессный подход к управлению: Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество».
309. Ринке Д. Б. (1986) Эвристический подход к обобщенному календарному планированию производства с использованием лингвистических переменных: методология и применение. В кн. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. Под ред. Р. Р. Ягера. М.: Радио и связь.
310. Шмалько А.В. (2001) Цифровые сети связи: основы планирования и построения. М.: Эко-Трендз.
311. CCITT Recommendation X.700 (1992) : Data Communication Networks : Management framework for Open Systems Interconnection (OSI) for CCITT applications. International Telecommunications Union. Geneva.
312. Choi M.-J., Hong J.W.-K. (2007) Towards Management of Next Generation Networks. IEICE Transaction Communications E Series B. Vol. 90. No. 11. 3004-3014.
313. Fun Hu Y. (2008) Managing NGN using the SOA Philosophy. ITU-T Kaleidoscope Conf. Innovations in NGN, Geneva, 12-13 May 2008.
314. Rubinstein, M, Duarte O. C., Pujolle G. (2000) Evaluating the Network Performance Management Based on Mobile Agents. Proc. of 2nd International Workshop of Mobile Agents for Telecommunication Applications (MATA), Paris, France, September 2000.
315. Копійка, О.В., Субач, І.Ю. & Микитюк, А.В. (2021). Спеціальні розділи теорії чисельних методів: теорія та практика застосування в телекомунікаційних та комп'ютерних системах: навчальний посібник. К.: ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського.
316. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. (2006) Теорія електричного зв'язку: Підручник для ВНЗ, К.: Техніка.
317. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В. (2004) Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку, Підруч. Для вищ. навч. закл. , К.: Техніка/
318. Стеклов В. К., Беркман Л. Н. (2002) Проектування телекомунікаційних мереж : підручник для ВНЗ. К. : Техніка. ISBN 966-575-070-4.

319. Шелякин П.Ю. (2003) Архитектура, ориентированная на сервисы. Обработка информации: методы и системы: сб. научных статей / Под ред. С.С. Садыкова, Д.Е. Андрианова. М.: Горячая линия-Телеком. 205-209.
320. Довгий, С.А., Копейка, О.В., Поленок С.П. & Стрижак А.Е. (2001). Новые технологии в телекоммуникации: Выбор технологической архитектуры. Современные Довгий, С.А., Копейка, О.В., Поленок С.П. & Стрижак А.Е. тенденции развития. Книга 2. К.: Укртелеком. ISBN 5-88500-083-2.
321. Довгий, С.О., Копійка, О.В., Лозова Т.І. & ін. (2001). Приватизація, інвестиції та фондовий ринок: правові засади та практика. У 4-х т. Т.1: Перед приватизаційна підготовка та корпоративне управління у відкритих акціонерних товариствах (на прикладі ВАТ “Укртелеком”). К.: Укртелеком. ISBN 966-7714-43-8.
322. Концепции сетецентрического боевого управления ВС США, Великобритании и ОВС НАТО. Общее и различия http://factmil.com/publ/strana/velikobritaniya/koncepcii_setecentricheskogo_boevogo_upravlenija_vs_ssha_velikobritanii_i_ovs_nato_obshhee_i_razlichija_2010/9-1-0-420
323. Довгий, С.О., Копійка, О.В. & Черепін Ю.Т. (2004). Засади регіональної інформатизації. К.: ВПЦ ТИРАЖ.
324. Калінін, В.М., Копійка, О.В. & Черепін, Ю.Т. (1999). Концептуальні принципи і засади створення системи інформаційно-аналітичного забезпечення органів державної влади та управління. Зб.наук.праць УІДНСР “Довкілля і ресурси: наукові проблеми”. К. 67 – 84.
325. Копійка, О.В. & Черепін, Ю.Т. (2000). Інформаційна підтримка управлінських рішень в системі органів виконавчої влади. Науково-технічна інформація, УкрІНТЕІ. 2. 6 – 12.
326. Крючкова І.В. (2000) Макроекономічне моделювання та короткострокове прогнозування(ред). К. Ін-т екон. прогнозування НАН України, 2000.
327. Михалевич М.В., Сергиенко И.В. (2005) Моделирование переходной экономики. – К.: Наук.думка.
328. Михалевич М.В., Сергиенко И.В. (2013) Моделирование переходной экономики: модели, методы, информационные технологии. К.: Вища школа.
329. Довгий, С.О., Сергієнко, І.В. & ін. (2013). Інформаційно-аналітичне супроводження бюджетного процесу. К.: ТОВ «Інформаційні системи».

330. Довгий, С.О., Копійка, О.В., Россов, П.Б. & Сіверський, П.М. (2013). Основні елементи інформаційного забезпечення моніторингу та оперативного аналізу виконання Державного бюджету України. Екологічна безпека та природо-користування: Зб. наук. праць. МОН України, НАН України. К. Вип.1. 88 – 95.
331. Довгий, С.О., Трофимчук, О.М., Копійка, О.В., Россов, П.Б., Сіверський, П.М. & Лебідь, О.Г. (2013). Особливості формування бази первинних даних інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу. Математичне моделювання в економіці: зб. наук. Праць. Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАН України. К., Вип. 1. 7 – 24.
332. Довгий, С.О., Трофимчук, О.М., Копійка, О.В., Сіверський, П.М. & Лебідь, О.Г. (2013). Призначення та основні функції підсистеми «Моніторинг та оперативний аналіз виконання Державного бюджету України» інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу. Математичне моделювання в економіці: зб. наук. праць / Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАН України. К. Вип. 2. 7 – 24.
333. Довгий, С.О., Копійка, О.В., Сіверський, П.М., Трофимчук, О.М. & Лебідь, О.Г. (2013). Забезпечення регламентованого захищеного дистанційного доступу користувачів інформаційно-аналітичної системи супроводження бюджетного процесу. Математичне моделювання в економіці: зб. наук. праць / Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАН України. К. Вип. 3. 7 – 15.
334. Карпець, Е.П., Копійка, О.В. & Кузьменко В.М. (2013). Економетрична модель таблиць «витрати-випуск» як інструмент бюджетного узгодження структури доходів і споживання населення. Математичне моделювання в економіці: зб. наук. Праць. Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАН України. К. Вип. 3. 62 – 72.
335. Скрипниченко, М.Ю., Авксентьев, М.Ю. & Копійка, О.В. (2013). Прогнозні оцінки основних макроекономічних показників розвитку економіки України на базі програмно-аналітичного інструментарію «Макропрогноз економіки України». Математичне моделювання в економіці: зб. наук. Праць. Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАН України. К. Вип. 3. 130 – 140.
336. Довгий, С.А., Калинин, В.М. & Копейка, О.В. (1996). Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. К.: ГКПП ТИРАЖ.

337. Довгий С.А., Копейка О.В., Лимаренко В.А. (1994) Техногенное воздействие на окружающую среду в условиях города. К.: ГКПП ТИРАЖ.
338. Довгий С.А., Калинин В.М., Копейка О.В., Пинчук В.Я. (1998) Организационно-техническая система “Информ-Чернобыль”. Журнал Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения. №6.141-148
339. Довгий С.А., Копійка О.В., Пінчук В.Я. (1996) Основні положення побудови організаційно-технічної системи "Інформ-Чорнобиль". "Інформаційний бюлетень "Народ і влада". Екологія міста. №8. 43-47
340. Довгий С.А., Копейка О.В., Прусов В.А. (2000) Использование геоинформационных технологий в системах охраны окружающей среды и исследования природных ресурсов. В 4-х томах. Т.4: Математическое моделирование техногенных загрязнений окружающей среды. К.: Наукова думка. ISBN 966-00-0574-1.
341. Довгий С.А., Копейка О.В., Прусов В.А. (1996) Гидродинамические модели в геофизических средах. К.: ГКПП ТИРАЖ,1996.
342. Прусов В.А., Копейка, О.В. & Грымов Р.Ю. (1998). Гидродинамическая мезомасштабная модель распространение примеси от мгновенных и стационарных точечных источников выбросов. Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения. № 6. 98 – 106.

1 ОГЛЯД ПРОЕКТІВ ДАТА-ЦЕНТРІВ

1.1 Загальні положення

У цьому додатку містяться загальні відомості про фактори, які слід враховувати при плануванні проекту дата-центру. Інформація підготована у відповідності до стандарту ANSI/TIA-942-B-1-2022 «Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers». Передбачається, що ці відомості і рекомендації допоможуть вивчити принципи реалізації проекту дата-центру, оскільки вони визначають відповідні дії, які належить вживати на кожному етапі процесу планування і проектування.

Описані нижче етапи процесу проектування відносяться до проекту нового дата-центру або розширенню існуючого. У будь-якому випадку важливо, щоб проект телекомунікаційної кабельної системи, план розміщення обладнання по поверххах, плани електропроводки, архітектурне планування, системи опалення/вентиляції/кондиціонування, безпеки, освітлення були узгоджені між собою.

В ідеальному випадку цей процес може виглядати так:

- Приблизно прописують вимоги до телекомунікаційної мережі, приміщень, енергопостачання і охолодженню дата-центру при його роботі з повним завантаженням. Оцінюють майбутні тенденції розвитку телекомунікацій, зростання енергоспоживання і необхідності в охолодженні за весь термін життя дата-центру.
- Пред'являють архітекторам і інженерам вимоги до приміщень, електроживленню, охолодженню, навантажень на поверхові перекриття, заземленню, електрозахисту і інш. Передбачають вимоги для операційного центру, навантажувальної платформи, складських приміщень, підготовчої зони та інших підсобних приміщень.
- Координують попередні плани розташування дата-центру, отримані від архітектора та інженерів. При необхідності пропонують зміни.
- Розробляють поверхові плани розміщення апаратури, що включають в себе розташування головних приміщень і приміщень під кімнати введення, головних розподільних зон, горизонтальних розподільних зон, місця зонного розподілу і апаратних зон. Повідомляють інженерам-будівельникам очікувану потребу в електроживленні, охолодженні, вимоги до навантаження на перекриття від апаратури. Передбачають вимоги до кабелепроводу для телекомунікацій.

- Отримують від інженерів оновлений план, де вказані кабелепроводи, електрообладнання та механічне обладнання.
- Проектують телекомунікаційну кабельну систему, виходячи з потреб обладнання, яке підлягає установці в дата-центрі.

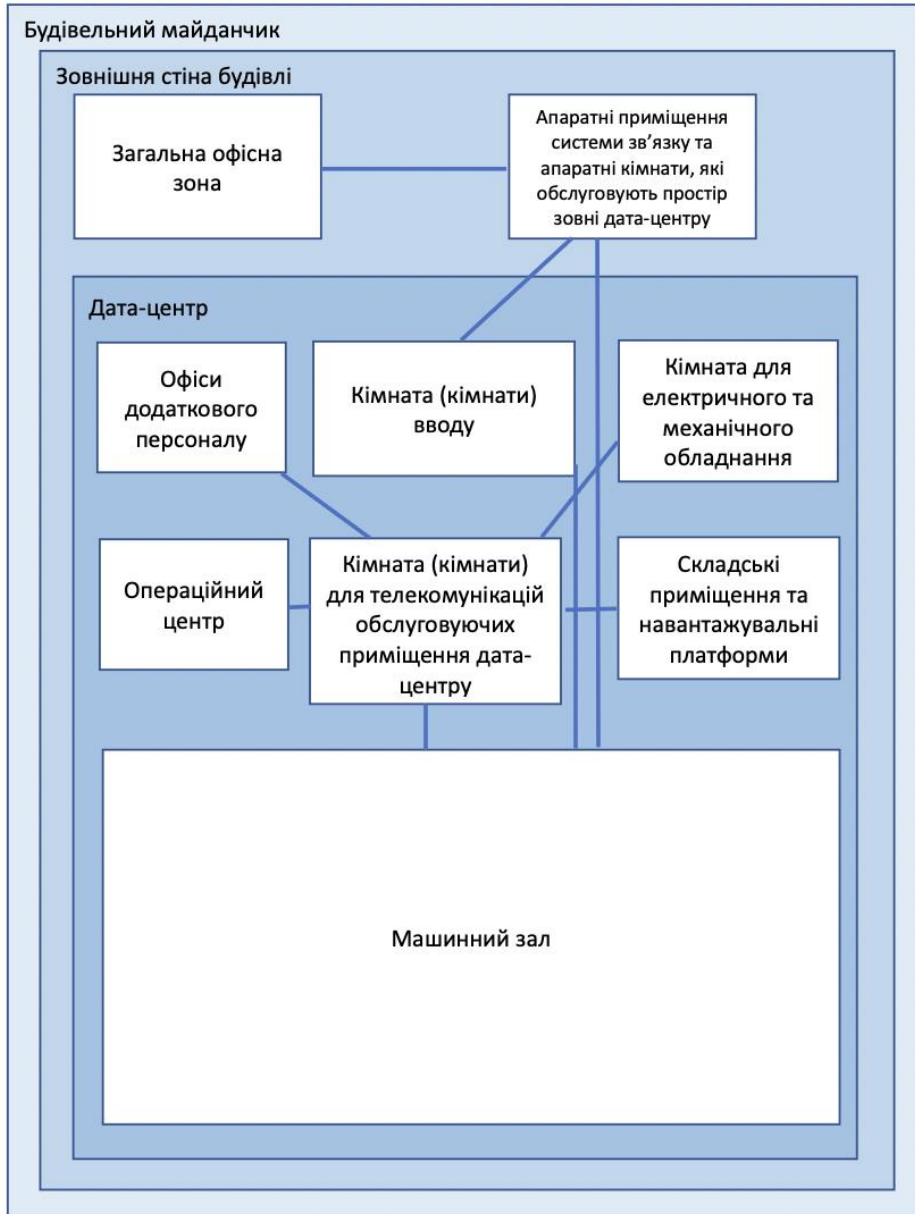


Рис.1. Взаємозв'язки між приміщеннями в дата-центрі

1.2 Взаємозв'язки приміщень дата-центру та інших площ будівлі

На рис. 1 показані основні приміщення типового дата-центру, їх взаємозв'язку один з одним і з приміщеннями, розташованими поза дата-центру.

Телекомунікаційна кабельна розводка і приміщення поза дата-центру та відповідних підсобних приміщень зображені на рис. 1. Показано їх взаємозв'язок з дата-центром.

1.3 Рівні

Виділяємо чотири рівні, що відносяться до різного ступеню готовності і забезпечення безпеки інфраструктури засобів зв'язку дата-центру. Більш високі рівні відповідають більш високому ступеню готовності та захищеності.

1.4 Залучення професіоналів

Дата-центри, які проєктуються, повинні будуть працювати з великим числом обчислювального і телекомунікаційного устаткування. Тому з самого початку проєкту слід залучати до участі в ньому професіоналів і спеціалістів з телекомунікацій та інформаційних технологій. Крім вимог до приміщень, навколишньому середовищу, суміжності і робочим характеристикам комп'ютерного та телекомунікаційного обладнання, в проєктах дата-центрів необхідно враховувати вимоги до телекомунікаційних кабелепроводів.

2. ІНФРАСТРУКТУРА КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ ДАТА-ЦЕНТРІВ

2.1 Базові елементи побудови кабельної системи дата-центру

На рис. 2 зображена модель, в якій різні функціональні елементи складають кабельну систему для якогось дата-центру. Модель визначає взаємозв'язки між цими елементами і показує, як вони конфігуруються для створення загальної системи.

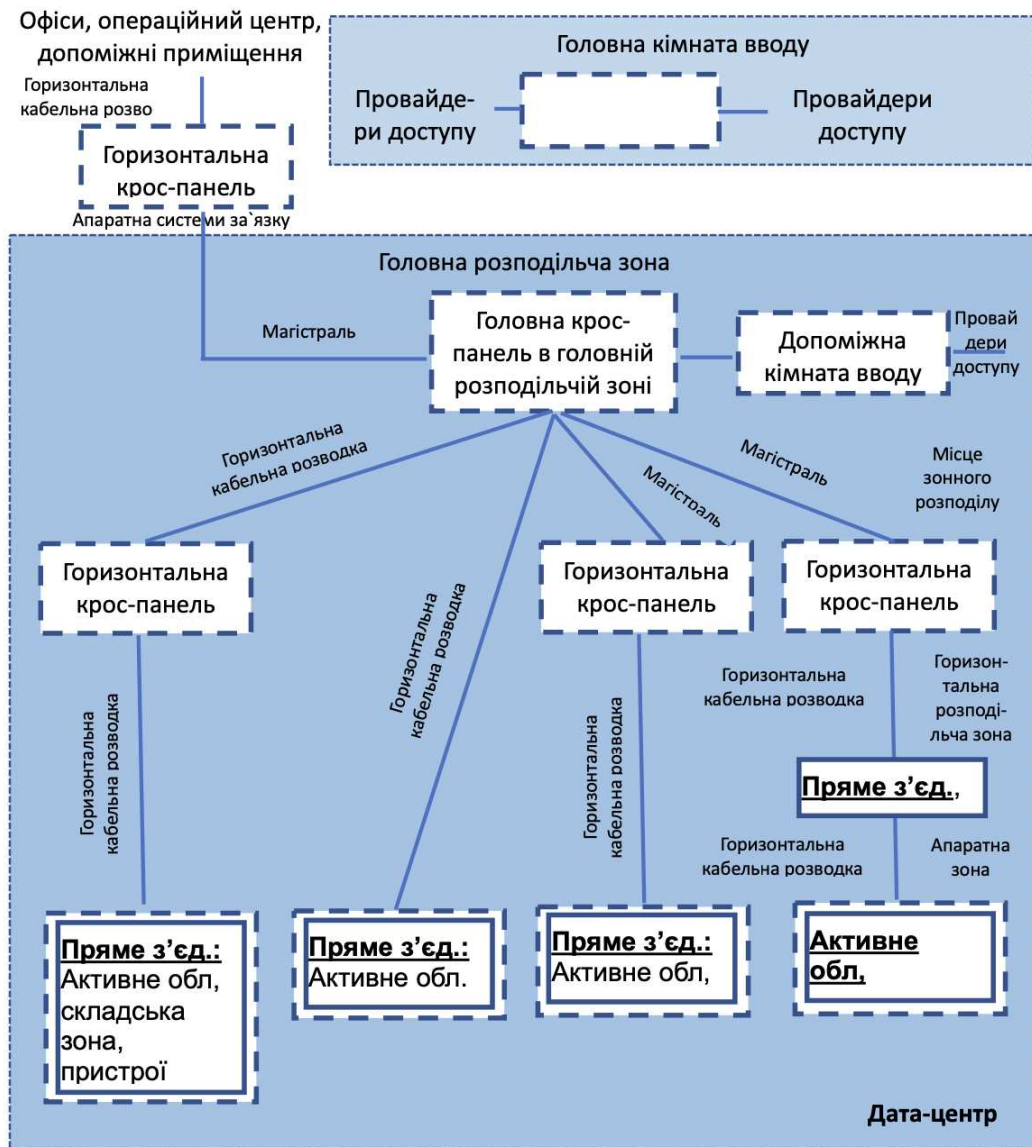


Рис. 2. Топологія дата-центру

Базовими елементами кабельної системи дата-центру є:

- Горизонтальна кабельна розводка
- Магістраль
- Крос-панель в кімнаті введення або в головній розподільній зоні
- Основна (головна) крос-панель у головній розподільній зоні
- Горизонтальна крос-панель в апаратній системі зв'язку, горизонтальній розподільній зоні або головній розподільній зоні
- Точка консолідації в місці зонного розподілу
- Пряме з'єднання в апаратній зоні.

3. ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИЙ ПРОСТІР ДАТА-ЦЕНТРІВ ТА ВІДПОВІДНІ ТОПОЛОГІЇ

3.1 Загальні положення

У дата-центрі повинні бути місця, спеціально виділені для підтримки телекомунікаційної інфраструктури. Ці місця повинні підтримувати кабельну розводку і апаратуру зв'язку. У типовому випадку в межах дата-центру зазвичай є: кімната введення, головна розподільна зона, горизонтальна розподільна зона, місце зонного розподілу і апаратна зона. Залежно від розмірів дата-центру не всі ці зони можуть використовуватися в структурі. Ці зони можуть мати, а можуть і не мати стін чи інших огорож для відділення їх від інших приміщень машинного залу.

3.2 Структура дата-центру

3.2.1 Основні елементи

До телекомунікаційних зон дата-центру відносяться: кімната введення, головна розподільна зона, горизонтальна розподільна зона, місце зонного розподілу і апаратна зона. Кімната введення - це місце, яке використовується для сполучення структурованої кабельної системи дата-центру та міжбудинкових кабелів, які належать як провайдеру доступу, так і споживачеві. У цьому місці знаходяться розмежувальна арматура та обладнання, які належать провайдеру. Кімната введення може розташовуватися поза машинного залу, якщо дата-центр розміщений в будівлі, де знаходяться офіси загального призначення або приміщення, що не входять в межі дата-центру. Кімната введення може бути розташована поза машинного залу також з міркувань підвищення безпеки, тому в цьому випадку виключається необхідність впуску в машинний зал техніків провайдера доступу. Дата-центри можуть мати не одну, а кілька кімнат введення, з метою забезпечення додаткового резервування або для того, щоб уникнути перевищення максимальної довжини ділянок кабелю, що йде до проводки, передбаченої провайдером. Кімната введення сполучається з машинним залом через головну розподільну зону. Кімната введення може розташовуватися поруч із головною розподільною зоною або може бути об'єднана з нею.

Головна розподільна зона містить основну (головну) крос-панель, яка є центральним пунктом розподілу структурованої кабельної системи та може містити горизонтальну крос-панель, коли апаратні зони обслуговуються прямо з головної розподільної зони. Це місце знаходиться всередині

машинного залу (в багатокористувацьких дата-центрах воно може розташовуватися в спеціально виділеній кімнаті, з міркувань безпеки). Кожен дата-центр повинен мати хоча б одну головну розподільну зону. Центральний маршрутизатор, центральний комутатор ЛОМ, центральний комутатор мережі системи зберігання даних (SAN, МСЗД), а також відомчу АТС часто розміщують в головній розподільній зоні, оскільки це місце є ядром кабельної інфраструктури дата-центру. Приналежне провайдеру доступу обладнання (наприклад, мультиплексори також часто розташовується в головній розподільній зоні, а не в кімнаті введення, це виключає необхідність виділяти другу кімнату введення через обмеження, що накладаються на довжину контуру).

Головна розподільна зона може обслуговувати одну або декілька горизонтальних розподільних зон або апаратних зон в межах дата-центру і одну або кілька апаратних системи зв'язку, розташованих поза дата-центру і призначених для підтримки допоміжних офісних кімнат, операційного центру та інших допоміжних приміщень.

Горизонтальна розподільна зона використовується для обслуговування апаратних зон в тих випадках, коли горизонтальна крос-панель не знаходиться в головній розподільній зоні. Тому, коли вона використовується, горизонтальна розподільна зона може включати в себе горизонтальну крос-панель, яка є центральним розподільним пунктом для кабельної розводки до апаратних зонам. Горизонтальна розподільна зона знаходиться всередині машинного залу, але може розташовуватися в спеціально виділеній кімнаті всередині машинного залу, з метою забезпечення додаткової безпеки. У горизонтальній розподільній зоні зазвичай знаходяться комутатори локальних мереж, комутатори мережі системи зберігання даних (SAN, МСЗД), а також KVM-комутатори (KVM switches) для кінцевого обладнання, розміщеного в апаратних зонах. Дата-центр може займати частини машинного залу, що знаходяться на декількох поверхах, причому кожен поверх обслуговується своєю власної горизонтальної крос-панеллю. Невеликі дата-центри можуть не потребувати в горизонтальній розподільній зоні, оскільки весь машинний зал в цілому зможе обслуговувати головна розподільна зона.

Однак дата-центр типу А матиме декілька горизонтальних розподільних зон.

Апаратна зона - це місце, виділене для кінцевого обладнання, включаючи комп'ютерні системи та апаратуру зв'язку. Ці зони не повинні обслуговувати завдання кімнат введення, головною розподільної зони і

горизонтальної розподільної зони.

Допускається мати в горизонтальній кабельній розводці опціональну точку прямого з'єднання (interconnection), яка називається місцем зонного розподілу. Це місце розташовується між зоною горизонтального розподілу та апаратною зоною, що дозволяє часто здійснювати реконфігурацію і підвищує гнучкість системи.

3.2.2 Типова топологія дата-центру

Типовий дата-центр містить одну кімнату введення зовнішніх сервісів, можливо, одну або декілька апаратних для системи зв'язку, одну головну розподільну зону і кілька горизонтальних розподільних зон. Топологія такого дата-центру представлена на рис. 3.

3.2.3 Редуковані топології дата-центрів

Проектувальники дата-центру можуть консолідувати основну (головну) крос-панель і горизонтальну крос-панель в єдину головну розподільну зону, можливо, зовсім невелику - одну шафу або одну стійку. Апаратна для системи зв'язку для кабельної розводки до допоміжних приміщень і кімната введення можуть бути також об'єднані з головною розподільною зоною, вийде дата-центр з редукованою топологією. Така топологія для невеликого дата-центру наведена на рис. 4.

3.2.4 Дата центри з розподіленою топологією

Дата-центрам з великими площами чи далеко рознесеними один від одного офісними та допоміжними приміщеннями можуть знадобитися кілька апаратних для системи зв'язку.

Дистанційні обмеження (на довжину ділянки кабелю) можуть вимагати проектування декількох кімнат введення для дуже великих дата-центрів. Додаткові кімнати введення можуть бути з'єднані з головною розподільною зоною і горизонтальною розподільною зоною, для цього допускається використовувати кабелі «вита пара», оптичні кабелі і коаксіальні кабелі. Топологія дата-центру з кількома кімнатами введення показана на рис. 5. Головна кімната введення не повинна мати прямих з'єднань з горизонтальними розподільними зонами.

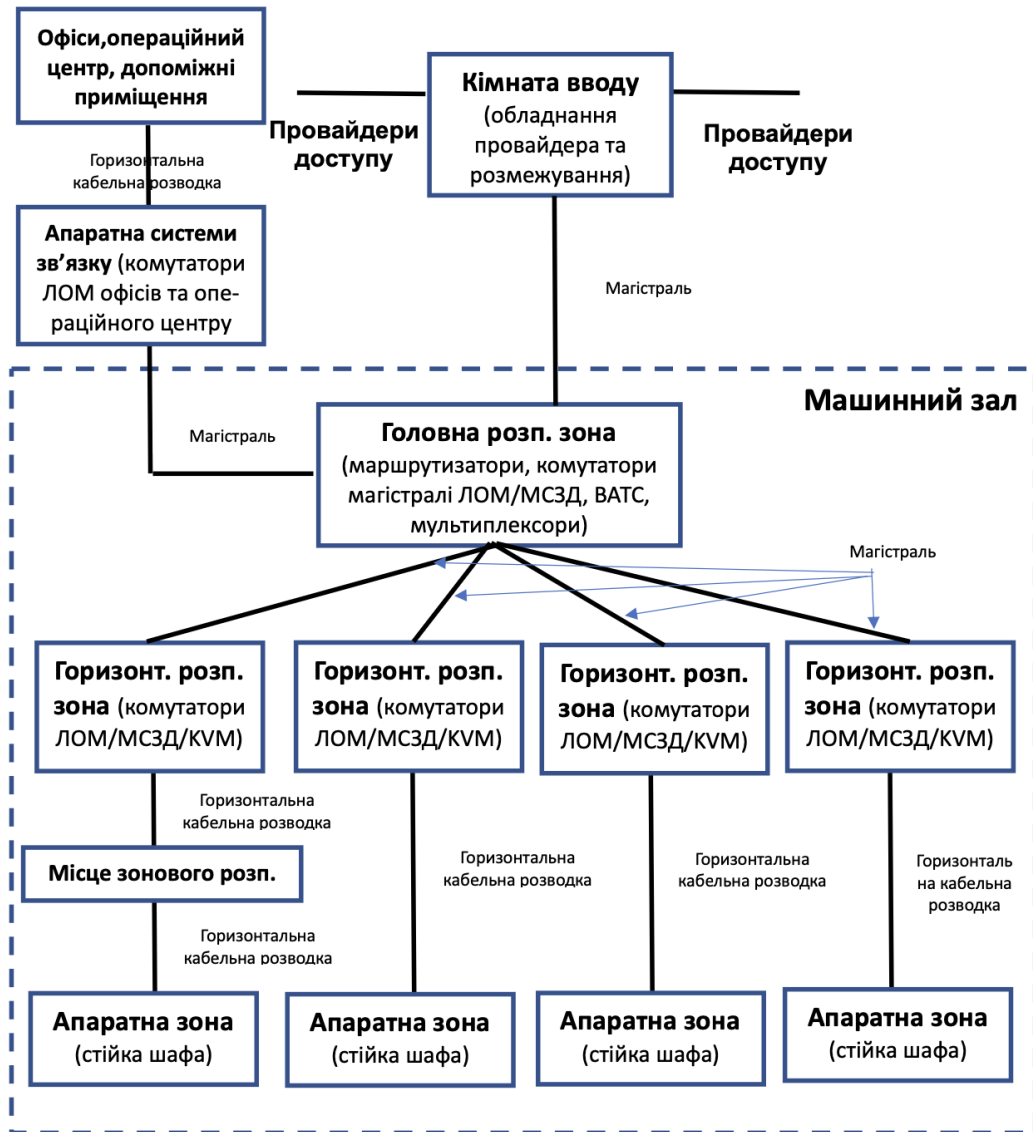


Рис. 3. Приклад базової топології дата-центру

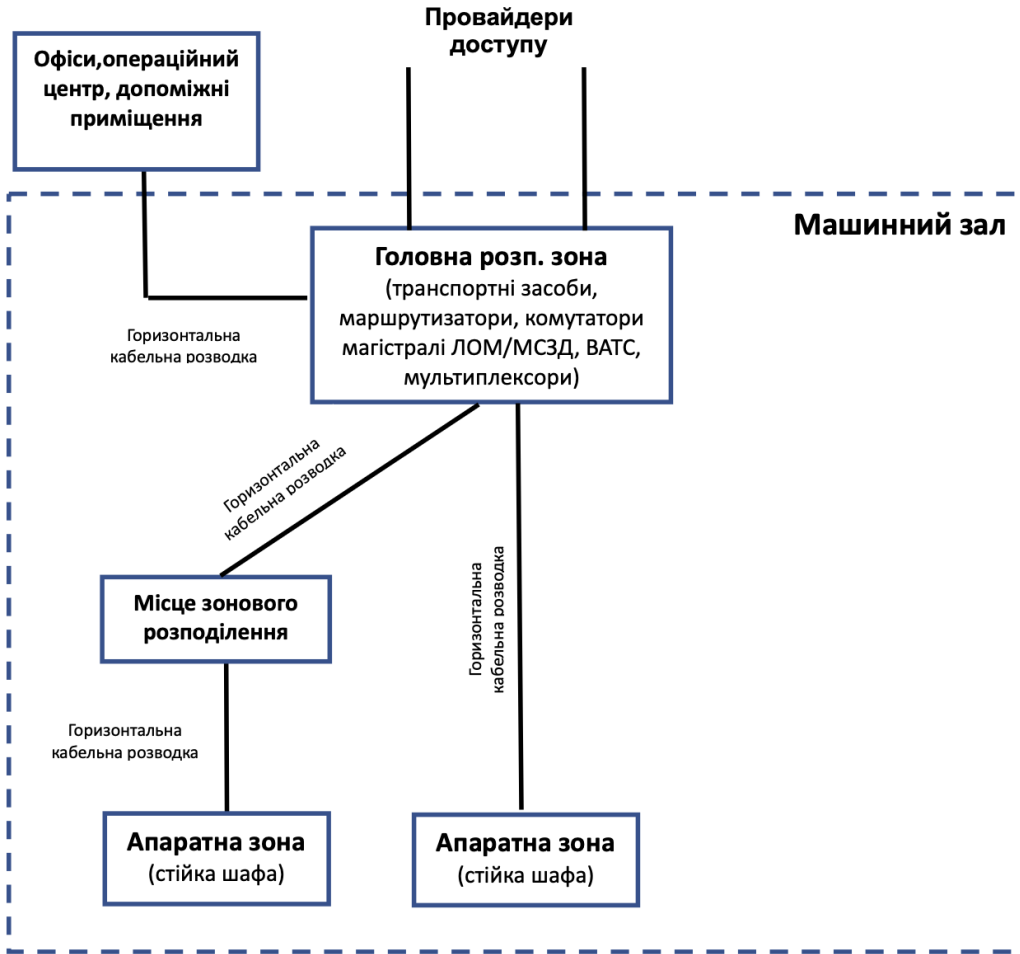


Рис. 4. Приклад скороченої топології дата-центру

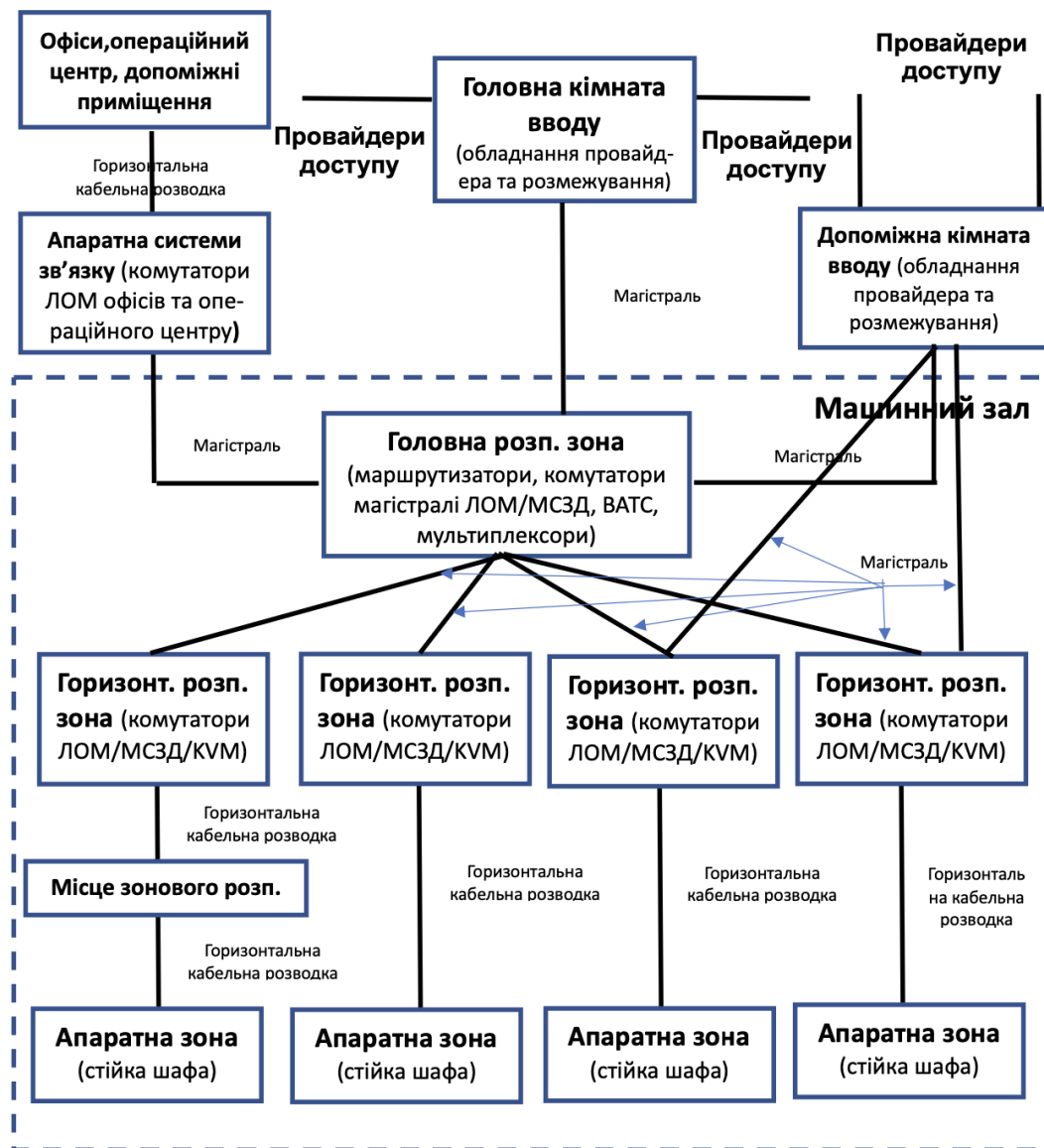


Рис. 5. Приклад розподіленої топології дата-центру з кількома кімнатами

Допоміжні кімнати введення можуть мати пряму кабельну розводку до горизонтальних розподільних зон, якщо ці допоміжні кімнати введення були додані з метою уникнення перевищення максимально допустимої довжини лінії. Хоча кабельна розводка від допоміжної кімнати введення

безпосередньо до горизонтальних розподільних зон не є загальною практикою і не є правильною, все ж вона допускається з тим, щоб задовольнити деяким вимогам обмеження довжини лінії і необхідного резервування.

4 КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ ДАТА-ЦЕНТРІВ

4.1 Загальні положення

Кабельна система дата-центру являє собою кабельну інфраструктуру, яка підтримує безліч апаратних і програмних продуктів від багатьох постачальників.

4.2 Горизонтальна кабельна розводка

4.2.1 Загальні положення

Горизонтальна кабельна розводка - це частина телекомунікаційної кабельної системи від механічного окінцевателю в апаратній зоні до горизонтальної крос-панелі в горизонтальній розподільній зоні, або до основної (головної) крос-панелі в головній розподільній зоні. Горизонтальна розподільна зона включає в себе горизонтальні кабелі, механічні кінцевики й шнури перемикачів або перемички, а також може містити зонову розетку або точку консолідації в місці зонного розподілу.

При проектуванні горизонтальної кабельної розводки слід розглянути наведений нижче частковий список звичайних сервісів і систем:

- голосовий, модемний і факсимільний зв'язок;
- комутаційне обладнання приміщень;
- з'єднання для управління (адміністрування) обчислювальною мережею і мережею зв'язку;
- KVM-з'єднання, інформаційні комунікації;
- глобальні мережі (WAN);
- локальні мережі (LAN);
- мережі системи зберігання даних (МСЗД);
- інші сигнальні системи будівлі (системи автоматизації будівлі, наприклад система протипожежного захисту, система охорони, система енергопостачання, система опалення / охолодження / кондиціонування повітря, система управління електроспоживанням і т.п.).

Крім задоволення сьогоденних вимог до телекомунікацій, при плануванні горизонтальної кабельної розводки слід прагнути до зменшення

обсягів майбутнього обслуговування і переукладання кабелів. Система також повинна бути готова до заміни (в майбутньому) обладнання і зміни сервісів. Слід приділити увагу таким питанням, як сприйнятливність системи до різноманітності користувальницьких додатків, з тим щоб скоротити або виключити ймовірність змін до кабельної розводки у випадку розвитку потреб обладнання. Доступ до горизонтальної розводки для її реконфігурування можна забезпечити через фальшпідлогу або через систему кабельних лотків верхнього розташування. Однак у правильно спланованому приміщенні втручання в горизонтальну розводку трапляється тільки при додаванні нових кабелів.

4.2.2. Топологія

Горизонтальна кабельна розводка повинна мати топологію зірки, як показано на рис. 7. Кожен механічний кінцевик в апаратній зоні повинен бути з'єднаний горизонтальним кабелем з горизонтальною крос-панеллю в горизонтальній розподільній зоні або з основною (головною) крос-панеллю в головній розподільній зоні.

Горизонтальна кабельна розводка повинна містити не більше однієї точки консолідації в місці зонного розподілу між горизонтальною крос-панеллю в горизонтальній розподільній зоні і механічним кінцевиком в апаратній зоні.



Рис. 6. Типова схема горизонтальної кабельної розводки з топологією зірки

4.2.3. Довжина горизонтальної кабельної розводки

Довжина горизонтальної кабельної розводки - це довжина кабелю від механічного закінчення носія на горизонтальній крос-панелі в горизонтальній розподільній зоні або в головній розподільній зоні до механічного закінчення носія в апаратній зоні. Максимально допустима довжина горизонтальної кабельної розводки дорівнює 90 м, незалежно від типу кабельного носія (див. Рис. 6). Максимально допустима довжина каналу зв'язку з урахуванням з'єднувальних шнурів дорівнює 100 м. Максимально допустима довжина кабельної розводки в дата-центрі, що не має горизонтальної розподільної зони, дорівнює 300 м для оптичного каналу з урахуванням з'єднувальних шнурів, 90 м для мідного кабелю без урахування з'єднувальних шнурів і 100 м для мідного кабелю з урахуванням з'єднувальних шнурів.

Крім того, довжину горизонтального кабелю в машинній залі, можливо, буде потрібно зменшити для компенсації більш довгих з'єднувальних шнурів в розподільних зонах дата-центру. Тому слід уважно розглянути довжину горизонтального кабелю, з тим щоб при підключенні шнурів граничні довжини кабельної розводки не були перевищені і вимоги до передавання сигналу не були порушені.

4.2.3.1. Максимально допустима довжина для мідної кабельної розводки

Мідні з'єднувальні шнури, що включаються в зонні розетки в місці зонного розподілу, повинні відповідати вимогам док. ANSI / TIA / EIA-568-B.2. На підставі розгляду внесених втрат максимальна довжина визначається наступним чином:

$$C = (102 - H) / (1 + D)$$

$$Z = C - T \leq 22\text{м для } 24 \text{ AWG UTP / ScTP або } \leq 17\text{м для } 26 \text{ AWG ScTP}$$

Де:

C - це максимальна допустима сумарна довжина (в метрах) кабелю в місці зонного розподілу, сполучного шнура і шнура перемикачання.

H - довжина (в метрах) горизонтального кабелю ($H + C \leq 100$ м).

D - понижуючий фактор, що залежить від типу шнура перемикачання (0,2 для шнура типу 24 AWG UTP / 24 AWG ScTP і 0,5 для шнура типу 26 AWG

ScTP).

Z - максимальна допустима довжина (в метрах) кабелю місця зонного розподілу.

T - сумарна довжина шнура перемикання і з'єднувального шнура.

Розрахунки значень в табл. 1 виконані з використанням наведених вище формул в припущенні, що сумарна довжина шнура перемикання і сполучного шнура у головній розподільній зоні або в горизонтальній розподільній зоні становить 5 м для шнурів типу 24 AWG UTP / 24 AWG ScTP або 4 м для шнурів типу 26 AWG ScTP. Зонна розетка повинна бути забезпечена наклейкою із вказівкою максимально допустимої довжини кабелю в місці зонного розподілу. Для дотримання цього обмеження потрібно дивитися на маркування, яка нанесена по довжині кабелю.

Таблиця 1. Максимальна довжина горизонтальних кабелів і кабелів апаратної зони

Довжина горизонтальної кабельної розводки Н метри (фути)	Шнури перемикання типу 24 AWG UTP/ 24 AWG ScTP		Шнури перемикання типу 246 AWG ScTP	
	Максимальна довжина кабелю місця зонного розподілу Z метри (фути)	Максимальна загальна довжина кабелів місця зонного розподілу, шнурів переключення і з'єднувального кабеля С метри (фути)	Максимальна довжина кабелю місця зонного розподілу Z метри (фути)	Максимальна загальна довжина кабелів місця зонного розподілу, шнурів переключення і з'єднувального кабеля С метри (фути)
90 (295)	5 (16)	10 (33)	4 (13)	8 (26)
85 (279)	9 (30)	14 (46)	7 (23)	11 (35)
80 (262)	13 (44)	18 (59)	11 (35)	15 (49)
75 (246)	17 (57)	22 (72)	14 (46)	18 (53)
70 (230)	22 (72)	27 (89)	17 (56)	21 (70)

4.2.4. Офіційно визнані кабельні носії

Завдяки широкій номенклатурі сервісів і розмірів обчислювальних центрів, де використовується горизонтальна кабельна розводка, офіційно визнаними є кілька передавальних середовищ.

Офіційно визнані кабелі, вживані з ними кінцевики, перемички, шнури перемикання, сполучні кабелі і шнури місць зонного розподілу повинні

відповідати всім вимогам, зазначеним у док. ANSI / TIA / EIA-568-B.2 і ANSI / TIA / EIA-568-B.3.

Офіційно визнаними кабельними носіями є:

- 100-омний кабель з витими парами (ANSI / TIA / EIA-568-B.2), рекомендується категорія 6 (ANSI / TIA / EIA-568-B.2-1);

- Багатомодовий оптичний кабель, або 62,5 / 125 мікрон, або 50/125 мікрон (ANSI / TIA / EIA-568-B.3), рекомендується кабель 50/125 мікрон з багатомодового волокна, оптимізований для 850-нанометрових лазерних випромінювачів (ANSI / TIA / EIA-568-B.3-1);

- Одномодовий оптичний кабель (ANSI / TIA / EIA-568-B.3).

Офіційно визнаними коаксіальними кабельними носіями є 75-омний коаксіальний кабель типу 734 і 735 (Telcordia Technologies GR-139-CORE) і коаксіальний роз'єм (ANSI T1.404).

Канали зв'язку, що складаються з офіційно визнаних кабелів, відповідних наконечників, перемичок, шнурів перемикання, з'єднувальних шнурів і шнурів місць зонного розподілу повинні задовольняти вимогам документів ANSI / TIA / EIA-568-B.1, ANSI / TIA / EIA-568-B. 2, ANSI / TIA / EIA-568-B.3 і ANSI T1.404 (DS3).

4.3. Магістраль

4.3.1. Загальні положення

Призначення магістралі - забезпечити з'єднання між головною розподільною зоною, горизонтальною розподільною зоною і приміщеннями введення зовнішніх сервісів в кабельній системі дата-центру. Магістраль складається з магістральних кабелів, основних (головних) крос-панелей, горизонтальних крос-панелей, механічних наконечників і шнурів перемикання або перемичок, використовуваних для крос-з'єднань «магістраль-магістраль».

Очікується, що магістраль буде обслуговувати потреби користувачів дата-центру протягом одного або декількох планованих періодів, кожен з яких займає відрізок часу, вимірюваний днями або місяцями. Протягом кожного планованого періоду магістраль повинна забезпечувати можливість

зростання і зміни користувальницьких потреб в обслуговуванні без установки додаткової кабельної розводки. Тривалість планованого періоду повністю залежить від матеріально-технічного забезпечення проекту, включаючи закупівлю матеріалів, транспортування, контроль монтажу та технічного стану.

Магістраль повинна допускати реконфігурування і майбутнє розширення без втручання в магістральну кабельну розводку. Магістраль повинна підтримувати різні вимоги до зв'язності, включаючи зв'язність як з мережами, так і з фізичними консолями, наприклад, повинна забезпечувати з'єднання з локальними мережами, глобальними мережами, мережами систем зберігання даних, комп'ютерними каналами і пультами управління обладнанням.

4.3.2. Топологія

4.3.2.1. Топологія зірки

Магістральна розводка повинна використовувати ієрархічну топологію зірки (див. рис. 7), в якій кожна горизонтальна крос-панель в горизонтальній розподільній зоні з'єднана кабелем безпосередньо з основною (головною) крос-панеллю в головній розподільній зоні. Магістральна кабельна розводка повинна містити не більше одного ієрархічного рівня крос-з'єднання. На шляху від горизонтальної крос-панелі до іншої горизонтальної крос-панелі сигнал повинен долати не більше однієї крос-панелі.

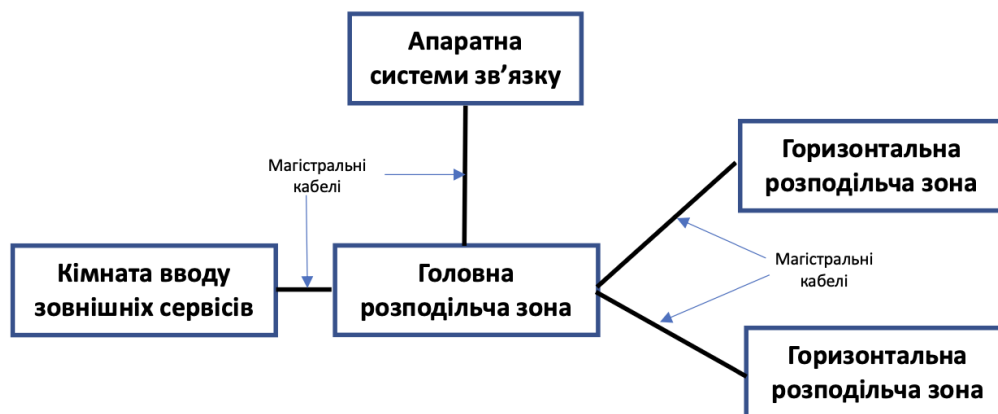


Рис. 7. Типова магістраль, побудована по топології зірки

Наявність горизонтальної крос-панелі не є обов'язковим. Коли горизонтальні крос-панелі відсутні, кабельна розводка від основної (головної) крос-панелі до механічного наконечника в апаратній зоні вважається горизонтальною розводкою. Якщо така горизонтальна розводка проходить через зону горизонтального розподілу, необхідно в горизонтальній розподільній зоні передбачити запас довжини кабелю, що допускає рух кабелів при їх переміщенні до якої-небудь крос-панелі.

Крос-панелі магістральної кабельної розводки можуть розташовуватися в апаратних системи зв'язку, в головних розподільних зонах, горизонтальних розподільних зонах або в кімнатах введення зовнішніх сервісів. За наявності декількох кімнат введення допускається прямий підвід магістрального кабелю до горизонтальної крос-панелі в місцях, де виникають обмеження по довжині.

4.3.2.2. Сприйнятливість до конфігурацій, що не використовують топологію зірки

Топологія на рис. 7, завдяки використанню відповідних міжз'єднань, електроніки або адаптерів в розподільних зонах дата-центрів, часто може включати в себе системи, спроектовані на основі іншої топології - використовують конфігурацію типу «кільце», «шина» або «дерево».

Дозволяється кабельна розводка між горизонтальними розподільними зонами, з метою забезпечення резервування і щоб уникнути перевищення обмежень по довжині у зв'язку з використанням існуючої кабельної системи.

4.3.3. Надлишкові топології кабельної розводки

Надлишкові топології можуть включати в себе паралельну ієрархію з резервними розподільними зонами. Ці топології є доповненнями до топології зірки.

4.3.4. Офіційно визнані кабелі

Завдяки широкій номенклатурі ресурсів і розмірів обчислювальних центрів, де використовується магістральна кабельна розводка, офіційно визнаними є кілька передавальних середовищ.

Офіційно визнані кабелі, вживані з ними кінцевики, перемички, шнури перемикання, сполучні кабелі і шнури місць зонного розподілу повинні

відповідати всім вимогам, зазначеним у док. ANSI / TIA / EIA-568-B.2 і ANSI / TIA / EIA-568-B.3.

Офіційно визнаними кабельними носіями є:

- 100-омний кабель з витими парами (ANSI / TIA / EIA-568-B.2), рекомендується категорія 6 (ANSI / TIA / EIA-568-B.2-1);

- багатомодовий оптичний кабель, або 62,5 / 125 мікрон, або 50/125 мікрон (ANSI / TIA / EIA-568-B.3), рекомендується кабель 50/125 мікрон з багатомодового во- локна, оптимізований для 850-нанометрових лазерних випромінювачів (ANSI / TIA / EIA-568-B.3-1);

- одномодовий оптичний кабель (ANSI / TIA / EIA-568-B.3).

Офіційно визнаними коаксіальними носіями є 75-омний коаксіальний кабель типу 734 і 735 (Telcordia Technologies GR-139-CORE) і коаксіальний роз'єм (ANSI T1.404).

Канали зв'язку, що складаються з офіційно визнаних кабелів, відповідних окінцевателів, перемичок, шнурів перемикання, з'єднувальних шнурів і шнурів місць зонного розподілу повинні задовольняти вимогам документів ANSI / TIA / EIA- 568-B.1, ANSI / TIA / EIA-568-B. 2, ANSI / TIA / EIA-568-B.3 і ANSI T1.404 (DS3).

На якість передачі сигналів Багатопарні мідними кабелями можуть вплинути перехресні перешкоди між окремими неекранованими крученими парами. ANSI / TIA / EIA-568-B.1 містить деякі рекомендації за загальними оболонкам багатопарних кабелів.

ANSI / TIA / EIA-568-B.1 міститься короткий опис деяких інших магістральних кабелів, які отримали застосування в телекомунікаціях. Ці кабелі, як і інші, можуть виявитися ефективними в особливих випадках застосування.

Обмеження по довжині магістральної кабельної розводки наведені в п. 4.3.5.

4.3.5. Довжина магістральної кабельної розводки

Максимально допустимі значення довжини залежить від умов застосування і типу кабельних носіїв.

Міжз'єднання між такими окремими зонами, можуть бути виконані за допомогою обладнання і технологій, які звичайно застосовуються в глобальних мережах.

Загальна довжина магістральної кабельної розводки, виконаної з багатопарного симетричного 100-омного кабелю категорії 3 і підтримуючої прикладні системи тактовою частотою до 16 МГц, повинна бути не більше 90 м.

Загальна довжина магістральної кабельної розводки, виконаної з багатопарного симетричного 100-омного кабелю категорій 5 і 6, повинна бути не більше 90 м.

Ця довжина 90 м допускає додатково підключати до магістралі з обох кінців сполучні кабелі (шнури) довжиною 5 м.

У дата-центрах зазвичай використовуються шнури перемикання завдовжки 5 м. У дата-центрах, які використовують такі кабелі, максимальна довжина магістральної розводки повинна бути відповідно зменшена, щоб не були перевищені максимально допустимі значення довжини каналу зв'язку. Інформація за максимальними довжинах мідних шнурів перемикання приведена в п. 4.2.3.1.

4.4. Вибір кабельного носія

Кабельна розводка застосовна для різних прикладних завдань, які виконуються в середовищі даного дата-центру. Вибір кабельних носіїв слід робити в залежності від характеристик індивідуальної завдання. Роблячи цей вибір, потрібно враховувати перераховані нижче фактори:

- а) гнучкість по відношенню до підтримуваних сервісів,
- б) необхідний термін служби кабельної розводки,
- в) розміри приміщень / всього обчислювального центру і число користувачів,
- г) пропускну здатність каналу зв'язку в межах цієї кабельної системи,
- е) рекомендації або специфікації постачальника обладнання.

Кожен офіційно визнаний кабель має індивідуальні параметри, які

роблять його придатним для численних випадків застосування і ситуацій. Один кабель може не відповідати всім вимогам кінцевого користувача. Може виявитися необхідним використовувати в магістральній кабельній розводці кабелі декількох типів. У таких випадках різні кабельні носії повинні використовувати ту ж архітектуру приміщень з тим же самим розташуванням крос-панелей, механічних окінцевателів, міжбудинкових кімнат введення і т.д.

4.5. Централізована кабельна розводка оптичним кабелем

4.5.1. Введення

Коли дата-центром володіє одна компанія, багато користувачів оптичного кабелю реалізують мережі передачі даних з централізованим електронним обладнанням, а не з розподіленою електронікою в будівлі. Централізована оптична кабельна розводка проектується в якості альтернативи оптичній крос-панелі, що знаходиться в горизонтальній розподільчій зоні, коли офіційно визнаний оптичний кабель укладають у цій горизонтальній зоні на підтримку централізованої електроніки.

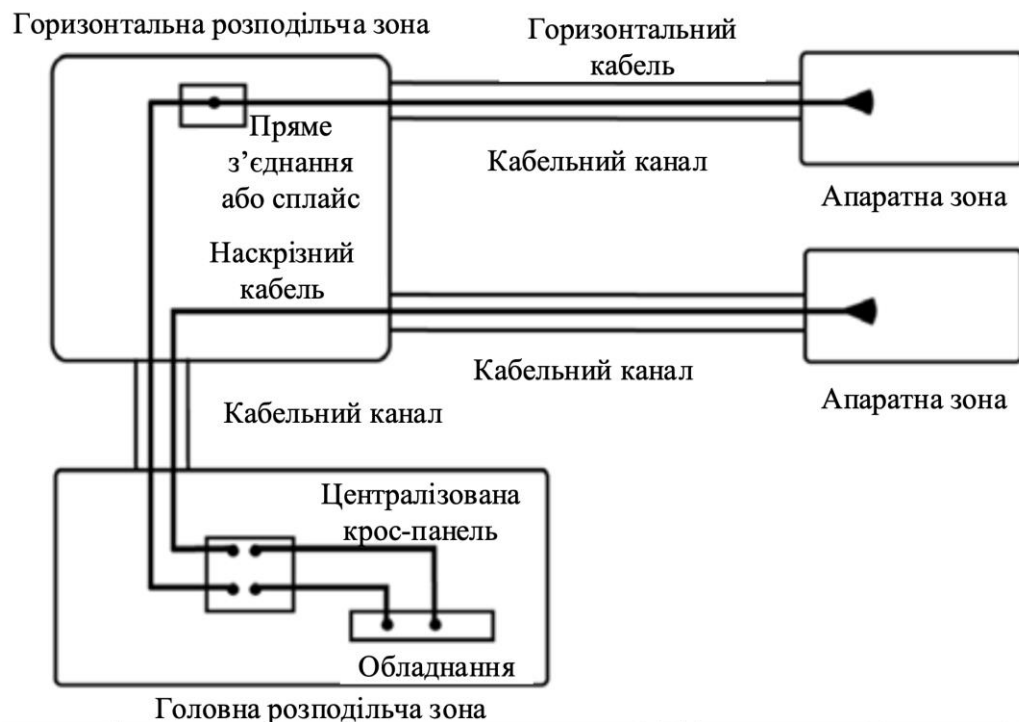


Рис. 8. Централізована оптична кабельна розводка

Централізована кабельна розводка забезпечує підключення з апаратних зон до централізованих крос-панелям шляхом використання наскрізних кабелів, прямого з'єднання в горизонтальній розподільній зоні.

4.5.2. Керуючі вказівки

Повинні дотримуватися технічні вимоги док. ANSI / TIA / EIA-568-B.1, за винятком того, що наскрізні кабелі повинні мати довжину не більше 300 м і, таким чином, при використанні наскрізного кабелю горизонтальна кабельна розводка повинна мати максимальну довжину, яка не перевищує 300 м. Централізована кабельна розводка повинна проектуватися в межах того ж самого будинку, в якому знаходяться обслуговувані апаратні зони. Організаційне управління переміщеннями, додаванням і змінами має виконуватися з централізованою крос-панелі.

Проект централізованої кабельної розводки повинен допускати повну або часткову зміну реалізацій наскрізного кабелю, прямого з'єднання або сплайн-з'єднання, яке забезпечує реалізацію з використанням з'єднання типу крос-коннект. У горизонтальній розподільній зоні потрібно залишити достатньо місця для додавання панелей перемикання, необхідних для зміни реалізації. У горизонтальній розподільній зоні повинен бути передбачений достатній запас кабелю, необхідний для переміщення кабелю при зміні вимог.

Запас може бути у вигляді кабелю або у вигляді волокна без захисної оболонки (з буферним шаром або покриттям). При зберіганні запасу повинен бути забезпечений контроль радіусу вигину, з тим щоб не були порушені обмеження на радіуси вигину кабелю і волокна. Запас кабелю можна зберігати в захищеному просторі або в стійці / шафі горизонтальної розподільної зони. Запас волокна необхідно зберігати в захищеному місці.

Проект централізованої кабельної розводки повинен допускати додавання або видалення горизонтальної і внутрішньобудинкової оптичної магістралі. Схема розміщення кінцівок повинна допускати модульне нарощування в належному порядку.

Підсистему внутрішньобудинкових магістралей слід проектувати з достатнім запасом пропускної здатності для обслуговування розеток / роз'ємів з централізованою крос-панелі без необхідності протягування додаткових внутрішньобудинкових магістральних кабелів. Число волокон

(світловодів) під внутрішньобудинкові магістралі слід вибирати так, щоб можна було передавати сьгоднішні і майбутні потреби до всіх апаратних зон в межах площі, яку обслуговує ця горизонтальна розподільна зона. Як правило, для передачі кожного додатку в одній апаратній зоні потрібні два світловоди.

Централізована кабельна розводка повинна відповідати вимогам до маркування, що містяться в док. ANSI / TIA / EIA-606-A. Крім того, Сплайс та арматура прямого з'єднання повинні бути марковані за допомогою унікальних ідентифікаторів на кожній позиції. Для прямих з'єднань або сплайсів не використовують групове кольорове кодування. Позиції на централізованій крос-панелі в головній розподільній зоні повинні мати маркування (наклейки) з блакитним фоном. Блакитний фон повинен переходити на горизонтальну розподільну зону для кожної лінії, яка перетвориться в який-небудь перехресний зв'язок в цій горизонтальній розподільній зоні.

При реалізації централізованої кабельної розводки необхідно забезпечити правильну полярність світловодів, як зазначено в п. 10.3.2 док. ANSI / TIA / EIA-568-B.1.

4.6 Якість передачі по кабельній розводці і вимоги до випробувань

Якість передачі (transmission performance) залежить від характеристик кабелю, сполучної арматури, шнурів перемикання і кросувальних дротів, загального числа з'єднань, а також від старанності, з якою вони встановлюються і обслуговуються.

5 РЕЗЕРВУВАННЯ ДАТА-ЦЕНТРІВ

5.1 Введення

Дата-центри, які обладнані різнотипними телекомунікаційними пристроями, можуть виявитися здатними продовжувати роботу навіть в умовах катастрофи, яка в іншому випадку перервала б телекомунікаційний сервіс дата-центру.

На рис. 9 представлені різні резервні компоненти телекомунікаційної інфраструктури, які можна додати до базової інфраструктури.

Надійність телекомунікаційної інфраструктури можна підвищити, передбачивши резервні зони перехресного з'єднання і фізично розділені кабельні канали. Звичайна практика для дата-центрів - мати кілька провайдерів доступу, що поставляють послуги, а також мати резервні маршрутизатори, резервний централізований розподіл (core distribution) і кінцеві комутатори (edge switches). Хоча така топологія мережі забезпечує певний рівень резервування, але тільки дублювання сервісів і апаратури не забезпечує виключення єдиних точок відмов.

5.2 Резервні оглядові люки і зовнішні кабельні канали

Наявність декількох зовнішніх кабельних каналів від власної лінії провайдера до кімнати (кімнат) введення виключає єдину точку відмови для провайдерських сервісів, що входять в будівлю. Ці кабельні канали повинні мати належні оглядові люки для користувачів в тих випадках, коли жорсткі металеві кабельні канали (кабельні трубопроводи) провайдера не закінчуються біля стіни будівлі. Оглядові люки і зовнішні кабельні канали повинні знаходитися з протилежних сторін стіни будівлі і повинні бути віддалені один від одного принаймні на 20 м.

У дата-центрах з двома кімнатами введення і двома оглядовими люками немає необхідності встановлювати кабельні трубопроводи від кожної кімнати введення до кожного з двох оглядових люків. При такій конфігурації від кожного провайдера доступу зазвичай вимагають встановити два зовнішніх кабелю, один до головної кімнати введення через головний оглядовий люк, і один до допоміжної кімнати введення через допоміжний оглядовий люк. Кабельні трубопроводи від головного оглядового люка до допоміжної кімнати введення і від допоміжного оглядового люка до головної кімнати введення забезпечують гнучкість, але не є обов'язковими.



Рис. 9. Резервування телекомунікаційної інфраструктури

У дата-центрах з двома кімнатами введення допускається встановлювати кабельні трубопроводи між двома кімнатами введення, з метою забезпечення прямого шляху для кабелів провайдера доступу між

цими двома кімнатами, наприклад щоб виконати кільце для мережі SONET (синхронна оптична мережа).

5.3 Резервні сервіси провайдерів доступу

З метою забезпечення безперервності послуг зв'язку, що постачаються дата-центру провайдерами доступу, можна залучити кілька провайдерів, використовувати кілька провайдерських центральних офісів, а також передбачити кілька різних кабельних трас від провайдерів доступу до дата-центру.

Наявність декількох провайдерів забезпечить безперервність зв'язку у випадку масштабної аварії у провайдера або в разі його фінансового краху, здатного вплинути на сервіс.

Але використання декількох провайдерів доступу не гарантує безперервності сервісу, оскільки провайдери часто спільно займають площу в центральних офісах і спільно використовують трубопровідні траси.

Користувачеві слід забезпечити таке становище, при якому сервіси поставляються з різних провайдерських центральних офісів і кабельні траси до цих центральних офісів йдуть за різними маршрутами. Ці траси повинні бути фізично віддалені один від одного на відстань не менше 20 м у всіх точках по всій довжині цих трас.

5.4 Резервування кімнат введення

Кілька кімнат введення можна влаштувати з метою резервування, а не тільки для того, щоб обійти обмеження на максимальну довжину лінії. Наявність декількох кімнат введення підвищують ступінь резервування, але ускладнює організаційне управління.

Слід вельми уважно розподілити лінії між кімнатами введення.

Провайдери доступу повинні встановити своє обладнання в обох кімнатах введення таким чином, щоб лінії всіх необхідних типів можна було підготувати до роботи (ініціювати) з кожної кімнати. Ініціювання обладнання провайдера в одній кімнаті введення не повинно бути підлеглим по відношенню до обладнання в іншій кімнаті введення. Устаткування

провайдера в кожній з кімнат введення повинно бути здатне працювати в разі відмови в іншій кімнаті введення.

Дві кімнати введення слід відсунути одну від одної на відстань не менше 20 м і розмістити в роздільних вогнезахисних зонах. Кімнати введення не повинні мати спільних розподільних щитів живлення і загального обладнання для кондиціонування повітря.

5.5 Резервна головна розподільна зона

Другорядна розподільна зона забезпечує додаткове резервування, але при цьому ускладнюється організаційне управління. Основні маршрутизатори і комутатори слід розподілити між головною розподільною зоною і другорядною розподільною зоною. Лінії також слід розподілити між двома цими зонами.

Влаштувати другорядну розподільну зону не має сенсу, якщо машинний зал являє собою єдиний простір, оскільки пожежа в одній частині дата-центру потребують, ймовірно, відключення всього дата-центру цілком. Другорядну розподільну зону і головну розподільну зону слід розміщувати в роздільних вогнезахисних зонах, забезпечувати енергією від різних розподільних щитів живлення і оснащувати окремими системами кондиціонування повітря.

5.6 Резервна магістральна розводка

Резервна магістраль захищає від загального виходу з ладу внаслідок відмови магістральної кабельної розводки. Резервна магістраль може бути влаштована по-різному, залежно від бажаного ступеня захисту.

Магістральна розводка між двома зонами, наприклад, між горизонтальною розподільною зоною і головною розподільною зоною, може бути виконана шляхом укладання двох кабелів між цими зонами, переважно за двома різними маршрутами. Якщо дата-центр має головну розподільну зону і другорядну розподільну зону, то укласти резервну магістральну розводку до горизонтальної розподільної зони немає необхідності, однак кабелі до головної розподільної зони і другорядної розподільної зони слід прокласти по різних маршрутах.

Деяку ступінь резервування можна також забезпечити шляхом установки магістрального кабелю між горизонтальними розподільними

зонами. Якщо магістральна розводка від головної розподільної зони до горизонтальної розподільної зони буде пошкоджена, можна буде перемикаєти з'єднання через іншу горизонтальну розподільну зону.

5.7 Резервна горизонтальна розводка

Горизонтальну кабельну розводку до критично важливих систем можна прокласти за різними маршрутами, щоб підвищити ступінь резервування. При виборі маршрутів слід дотримуватися обережності, щоб не перевищити максимально допустиму довжину горизонтального кабелю.

Для критично важливих систем можна передбачити дві різні горизонтальні розподільні зони, якщо тільки не перевищувати обмежень на максимальну довжину кабелів. Але така ступінь резервування, можливо, не забезпечить набагато більш надійний захист, ніж укладання горизонтальної розводки за різними маршрутами, якщо дві ці горизонтальні розподільні зони знаходяться в одній і тій же вогнезахисній зоні.

6 ПРИКЛАДИ ПРОЕКТІВ ДАТА-ЦЕНТРІВ

6.1. Приклад проекту малого дата-центру

Нижче показаний один з прикладів планування малого дата-центру. Це приклад дата-центру, який досить малий, і його підтримує тільки головна розподільна зона і не потрібно жодних горизонтальних розподільних зон.

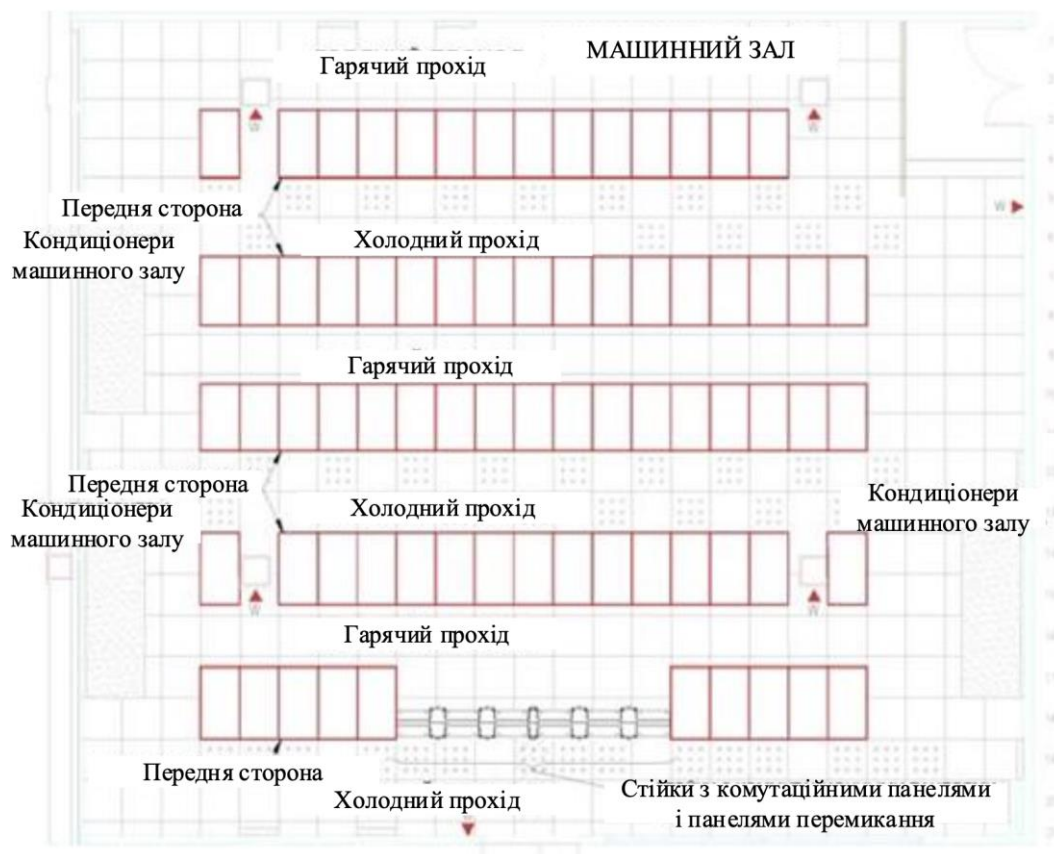


Рис. 10. Схема планування машинного залу із зазначенням «гарячих» і «холодних» проходів

Площа машинного залу становить приблизно 1920 кв. м. У ньому знаходяться 73 шафи з серверами в апаратних зонах і шість 19-дюймових стійок в головній розподільній зоні (ГРЗ). Шість стійок ГРЗ - це шість стійок з комутаційними панелями і панелями перемикачів, що на рис. 9 (у нижній

частині малюнка). Не обов'язково поміщати ГРЗ в центр машинного залу, оскільки обмеження по довжині не є в даному випадку проблемою. Проте ж, помістивши ГРЗ в центр машинного залу (а не так, як показано на малюнку), можна було б зменшити довжини кабелів і уникнути скупчення кабелів в проходах, перпендикулярних проходах між шафами.

ГРЗ підтримує горизонтальну крос-панель, звідки йде горизонтальна кабельна розводка до апаратних зон. У дата-центрах з високою щільністю кабельної розводки до апаратних шаф, ймовірно, буде потрібно мати горизонтальні розподільні зони, щоб звести до мінімуму скупчення кабелів поблизу ГРЗ.

Ряди стійок і шаф розташовані паралельно напрямку повітряного потоку під підлогою, створюваного кондиціонерами машинного залу (КМЗ). Кожен КМЗ повернений «обличчям» до «гарячого» проходу, це забезпечує більш ефективний потік зворотного повітря до кожного кондиціонеру.

Серверні шафи розташовані так, що вони утворюють «гарячі» і «холодні» проходи.

Комунікаційні кабелі прокладені в дротяних лотках (кошиках) в «гарячих» проходах.

Силові кабелі йдуть під фальшпідлогою в «холодних» проходах.

Машинний зал відділений від центру мережевих операцій NOC (на малюнку не показаний) з метою контролю доступу і щоб уникнути забруднення повітря.

6.2. Приклад проекту корпоративного дата-центру

Нижче наведено приклад Інтернет дата-центру або дата-центру Інтернет-хостингу, який використовується для розміщення обчислювального і телекомунікаційного устаткування для декількох корпоративних веб-сайтів (вузлів WWW).

Цей корпоративний дата-центр розташований на двох поверхах площею 4 140 кв.м кожен. Цей дата-центр є прикладом дата-центру з декількома горизонтальними розподільними зонами, що відрізняються один від одного головним чином типом систем, які вони підтримують. У зв'язку з високою щільністю кабельних ліній до серверів на базі персональних комп'ютерів, ці

системи обслуговуються двома горизонтальними розподільними зонами (ГоРЗ), кожна з яких підтримує тільки 24 серверних шафи. Заплановані сім додаткових горизонтальних розподільних зон для підтримки додаткових серверних шаф. Таким чином, горизонтальні розподільні зони можуть знадобитися не тільки для різних функціональних зон, але також для мінімізації скупчення кабелів в ГоРЗ. Кожна ГоРЗ була розрахована на підтримку не більше 2000 чотирьохпарного кабелів категорії 6.

На першому поверсі знаходяться кімнати електриків, кімнати механіків, складські приміщення, вантажно-розвантажувальна площадка, кімната для засобів забезпечення безпеки, приймальня зона для відвідувачів, операційний центр і кімната введення зовнішніх сервісів.

Машинний зал знаходиться на другому поверсі і має на всій площі фальшпідлоги. Вся телекомунікаційна кабельна розводка проходить під фальшпідлогою в дротяних лотках. У деяких місцях, де обсяг кабелів найбільший і де вони не перешкоджають повітряному потоку, кабельні лотки встановлені в два яруси. На рис. 11 показаний машинний зал на другому поверсі з кабельними лотками.

Телекомунікаційна кабельна розводка встановлена в «гарячих» проходах позаду серверних шаф. Електрична кабельна розводка встановлена в «холодних» проходах попереду серверних шаф. Як телекомунікаційні, так і електричні кабелі йдуть уздовж головних проходів в напрямку захід / схід, але направляються по роздільним кабелепроводам, що зберігає відділення силової та телекомунікаційної розводок.

Місця розміщення кімнати введення на першому поверсі і ГРЗ на другому поверсі ретельно скоординовані, так що лінії Т-1 і Т-3 можна приймати на обладнанні в будь-якому місці машинного залу.

Шафи для серверів стійкового монтажу мають стандартизовану кабельну розводку, тут застосовуються багатомодове оптоволокно і неекрановані кабелі «вита пара» категорії 6. Організаційне управління кабелями в якійсь мірі спрощується, якщо шафи мають стандартну конфігурацію кабельної розводки.



Рис. 11. Приклад корпоративного дата-центру

У цьому дата-центрі, у зв'язку з дуже широким розмаїттям вимог до кабельної розводки для підлогових систем, було неможливо розробити стандартизовану конфігурацію зонних розеток.

6.3. Приклад проекту Інтернет дата-центру

Інтернет дата-центр в цьому прикладі займає один поверх площею близько 9500 кв. м з машинним залом площею близько 6400 кв. м. Це приклад дата-центру, в якому горизонтальні розподільні зони відрізняються одна від одної головним чином зонами, які вони обслуговують, а не типом систем, які вони підтримують. На рис. 12 показаний план займаного дата-центром поверху з кабельними лотками. Стійки ГРЗ і ГоРЗ показані, а клієнтські стійки і шафи - ні.

Головна розподільна зона включає в себе функції кімнати введення і основної (головної) крос-панелі. Вона вміщує 50 стійок провайдерів доступу і 20 стійок для основної (головної) крос-панелі. Ця кімната підтримується двома спеціально виділеними розподільними щитами живлення (PDU), двома

спеціально виділеними кондиціонерами і має фальшпідлоги. ГРЗ знаходиться у спеціально виділеному приміщенні з окремим входом, що дозволяє провайдерам доступу і постачальникам послуг працювати в цій кімнаті, не заходячи в комп'ютерні зони головного машинного залу. Місця розташування ГРЗ і ГоРЗ планувалися таким чином, щоб допустимі значення довжини ліній Т-1 і Т-3 напевно не були перевищені для ліній, що йдуть до будь-якої стійки машинного залу.

Автоматичні бібліотеки стрічок, сервери зберігання даних і обладнання управління для служб зберігання даних знаходяться в спеціально виділеній кімнаті МСЗД, сусідній з ГРЗ.

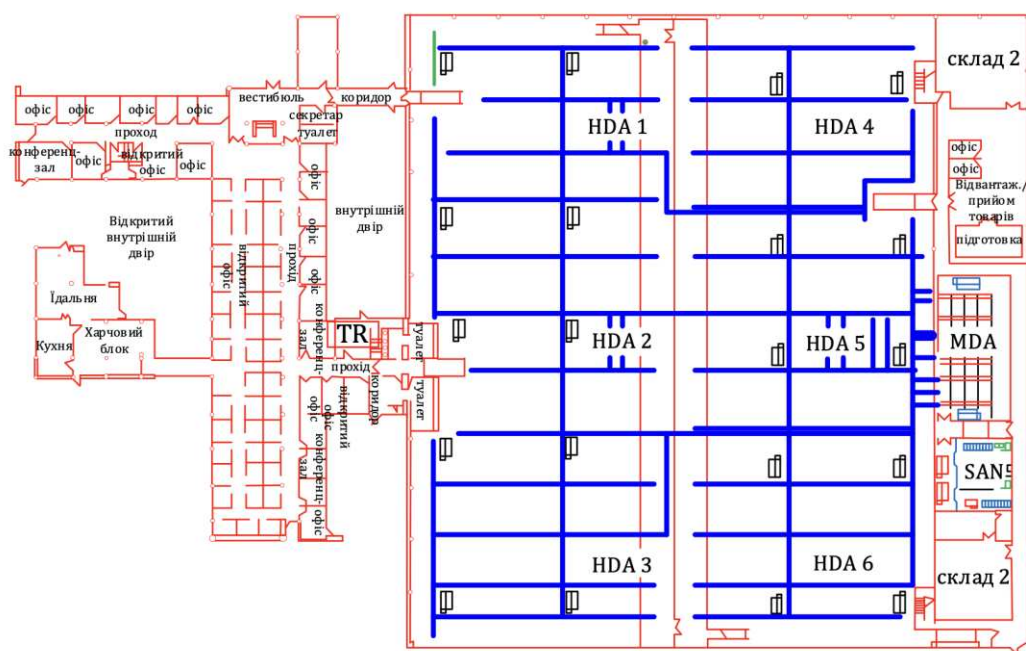


Рис. 12. Приклад Інтернет дата-центру

Це обладнання поставляється і управляється сторонніми організаціями, а не власниками Інтернет дата-центру. Окрема кімната для цього обладнання дозволяє постачальникам послуг із зберігання даних управляти своїм обладнанням, не заходячи в головний машинний зал.

Простір машинного залу вміщує 4300 клієнтських стійок. Клієнтське

простір підтримується шістьма горизонтальними розподільними зонами, щоб обмежити обсяг кабельної розводки в проходять під підлогою кабельних лотках. Кожна ГоРЗ підтримує приблизно 2000 підключень мідних пар. Ці ГоРЗ розміщені в середній частині обслуговуваних ними зон, щоб звести до мінімуму довжини кабелів. Кабельна розводка від ГоРЗ до клієнтських стійок стандартизована з метою спрощення організаційного управління. Однак при необхідності можна прокласти додаткову кабельну розводку до клієнтських стійок.

Телекомунікаційна кабельна розводка до зон складування та підготовки до сходу від машинного залу підтримується з ГРЗ. Телекомунікаційна кабельна розводка до офісів західніше машинного залу підтримується з апаратної системи зв'язку.

Монографія

С.О. ДОВГИЙ, О.В. КОПІЙКА

**ІТ-ІНФРАСТРУКТУРА
ЯК БАЗОВА СКЛАДОВА ЦИФРОВОЇ
ТРАНСФОРМАЦІЇ**

Рецензенти:

П.П. Воробієнко, д.т.н., проф.

О.В. Барабаш, д.т.н., проф.

*Рекомендовано до друку Вченою Радою Інституту
телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
(протокол No1, 11.01.2023)*

Видання здійснене за підтримки Національної академії наук України

Підписано до друку 07.03.2023. Формат 70x100 1/16.

Папір офс. No 1. Гарнітура Times New Roman.

Ум. друк. арк. 36,93. Обл.-вид. арк. 28,63.

Тираж 300 прим.Замовлення No 07032023.

Надруковано в ТОВ “Видавництво “Юстон”

01034, м. Київ, вул. В. Липинського 2/16 (метро Золоті Ворота), тел.: 044-360 2266

моб.: 063-077 2999, моб.: 067-500 5545, моб.: 094-924 92 66

www.yuston.com.ua

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції серія ДК No 4973 від 09.09.2015 р.